

H3 Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening	3
H4 Bijlage VII Inleiding en activiteitenbeschrijving NoZ IJver	
Gamma	23
H4 Bijlage VII-A Passende Beoordeling (incl EBS)	73
H4 Bijlage VII-B Soortenbeschermingstoets Gamma	369
H4 Bijlage VII-C Watertoetsen Gamma	528
H4 Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee	
IJVER Beta	638
H4 Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid	647
H4 Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie	658
H4 Bijlage VII-G Aanpak kennisleemten EMV	684
H5 Bijlage VIII-A NNN Toets	723
H5 Bijlage VIII-B Effecten van EMV op land IJVER Beta MER	
fase 2	736
H6 Bijlage IX-A Visualisaties zichtbaarheid en beleving converterstation (beta)	740
H7 Bijlage X-A Bureauonderzoek zee	744
H7 Bijlage X-B Bureauonderzoek land	816
H7 Bijlage X-C Veldonderzoek waterbodems opwaterfase	864
H8 Bijlage XI-A Quicksan OO (NGE)	967
H8 Bijlage XI-B Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid	997
H8 Bijlage XI-C RBBB incl. Nautical Risk Assessment Offshore	
Cable	1017
H8 Bijlage XI-D Kompasafwijking (2x2)-kabelconfiguratie	1187
H9 Bijlage XII-A Historisch vooronderzoek conventionele explosieven IJmuiden ver Beta	1189
H9 Bijlage XII-B Hoogwaterveiligheidstoets IJmuiden Ver Beta	1239
H9 Bijlage XII-C Elektromagnetische velden studie IJmuiden Ver	
Gamma en Beta	1248
H9 Bijlage XII-D Quicksan stabiliteit waterkeringen Gamma	1257

H9 Bijlage XII-E Trefkansanalyse windturbines op tracés Gamma en Beta _____	1265
H9 Bijlage XII-F Memo externe veiligheid Gamma _____	1277

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening

Maasvlakte



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
1.1	Voornemen werkzaamheden.....	2
1.2	Leeswijzer.....	4
2	Werkwijze	5
2.1	Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie.....	5
2.2	Berekening debiet en invloedsgebied.....	12
2.3	Uitgangspunten berekening en voorkeurstracé	13
3	Resultaten	14
	Colofon.....	19

1 Inleiding

Om het effect op de omgeving van eventueel benodigde bemalingen op de Maasvlakte (Net op zee IJmuiden Ver Gamma) te kunnen bepalen is een indicatieve bemalingsberekening uitgevoerd. In deze bijlage is de uitwerking van deze berekeningen gegeven. Het gaat hierbij om een indicatie van de benodigde bemaling gebaseerd op reeds beschikbare informatie over de ondergrond en grondwaterstanden. Bij de inschatting is uitgegaan van een worst-case benadering.

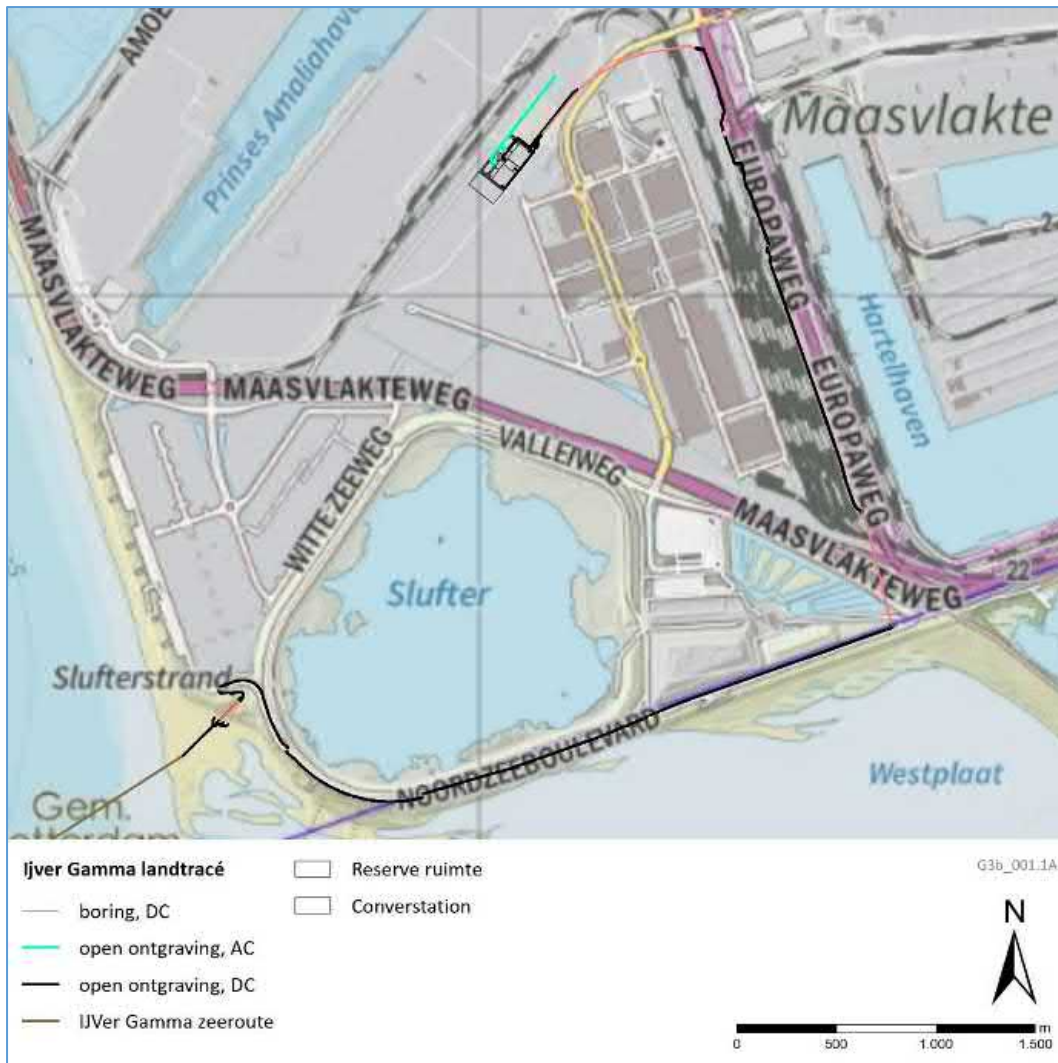
Het doel van deze berekeningen is om op hoofdlijnen een inschatting te geven van de effecten die horen bij de benodigde bemalingen voor het tracé ten behoeve van het MER. Hierbij is toegewerkt naar globale inschattingen van te onttrekken debieten en gebieden waar invloed op de grondwaterstanden plaatsvindt.

De voorliggende indicatieve bemalingsberekening is niet bedoeld als zijnde een bemalingsplan voor uitvoering van werkzaamheden. In de voorbereiding op de uitvoering zal voor de aanvraag van een watervergunning een gedetailleerdere bemalingsberekening gemaakt moeten worden. Hiertoe zal het ook nodig zijn de lokale bodemopbouw in detail te inventariseren.

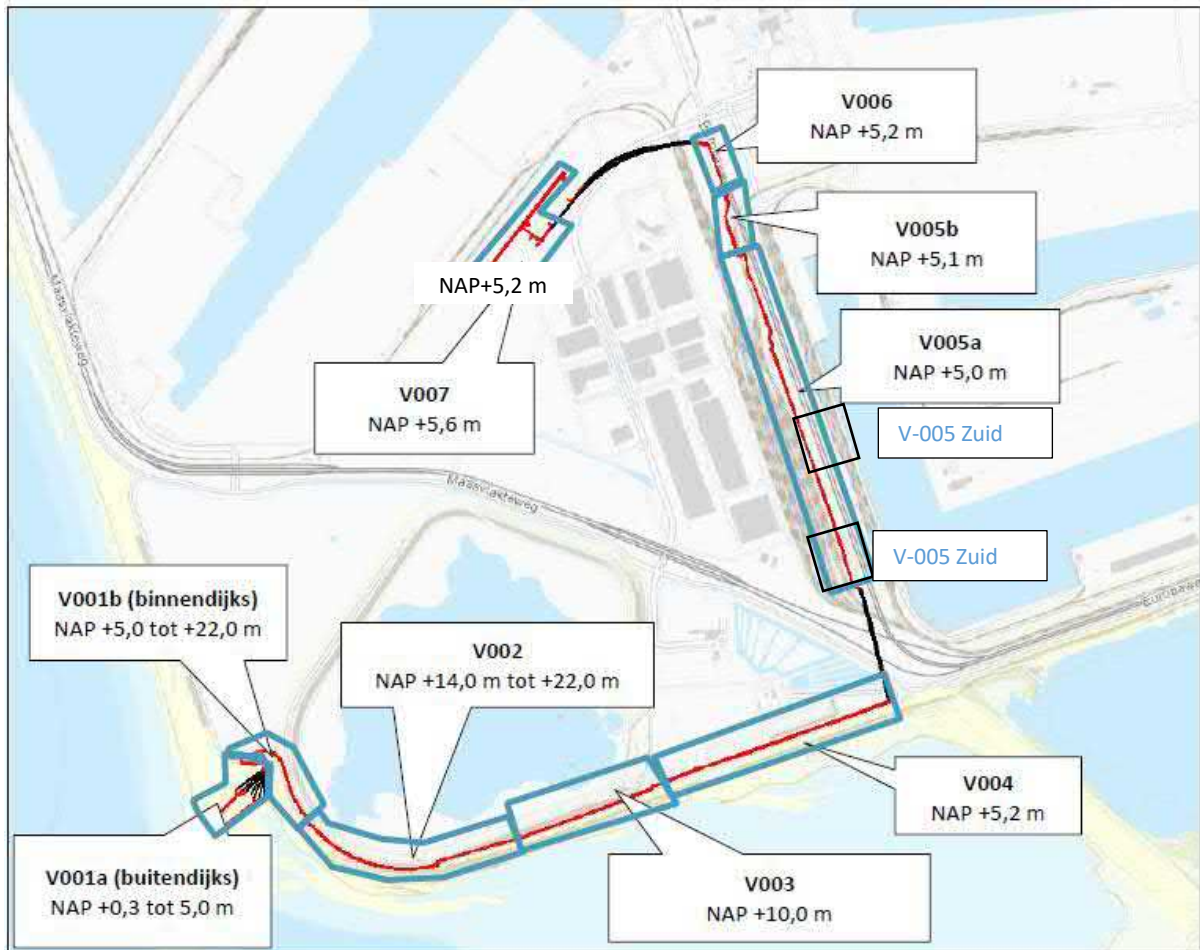
1.1 Voornemen werkzaamheden

Op de Maasvlakte worden de kabels met open ontgravingen en boringen aangelegd. Vanaf de zuidwestzijde komt de kabel van zee aan land met een mofput. Bij de kruising van spoor en wegen wordt de kabel aangelegd door middel van boringen, persingen of wegkruisingen, bij de overige delen met open ontgravingen. De kabel loopt ten zuiden langs de Slufter, waarna het langs de Europaweg naar het noorden gaat om bij de Dardanellenstraat naar het nieuwe converterstation te gaan. In Figuur 1-1 is de locatie van de open ontgravingen en boringen weergegeven. Het tracé van Gamma loopt parallel aan het tracé van IJmuiden Ver Beta waardoor bij gelijktijdige aanleg de open ontgraving breder wordt en meer onttrokken wordt.

De tracés met segmenten die vanuit het grondonderzoek van Antea voor dit bemalingsadvies zijn gebruikt, zijn weergegeven in Figuur 1-2.



Figuur 1-1 Voorkeurstracé met open ontgravingen en boringen op de Maasvlakte.



Figuur 1-2 Tracé met segmenten in grondonderzoek Antea en tracés die moeten worden bemalen (mei 2021)

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze van voorliggende studie toegelicht en in hoofdstuk 3 worden de berekende resultaten beschreven.

2 Werkwijze

De volgende stappen zijn doorlopen:

- De aanwezige geohydrologische opbouw van de ondergrond is onderzocht;
- Voor de bemaling van de open ontgravingen zijn voor een gemiddelde bodemopbouw en aan de hand van geschatte parameters bemalingsdebieten berekend en is een inschatting van het invloedsgebied van de grondwaterstandverlaging (groter dan 5 cm) gemaakt;
- Voor de puntbemaling (kelder) is op basis van het bepaalde debiet en de gewenste grondwaterstandverlaging een inschatting gemaakt van de invloedstraal in het grondwater (grondwaterstandverlaging groter dan 5 cm);
- Het totaal van het bemalingsdebiet is berekend.

In paragraaf 2.1 is de bodemopbouw beschreven. In paragraaf 2.2 is de berekeningsmethodiek toegelicht en in paragraaf 2.3 zijn de in de berekening gehanteerde randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven.

2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie

Opbouw ondergrond

Op basis van de kaart 'meest waarschijnlijke lithologie klasse' van GeoTOP v1.4 (Dinoloket) en de uitgevoerde boringen en sondering door Antea Group (mei 2021) is de ondergrond voor het gebied nabij het converterstation en de noordelijke open ontgraving onderzocht. De locaties van het grondonderzoek van Antea zijn weergegeven in Figuur 1-2. In Figuur 2-4 en Figuur 2-5 zijn de resultaten van dit onderzoek voor de noordelijke open ontgravingen weergegeven.

Op basis van deze bronnen is voor de berekening uitgegaan van de waarden zoals opgenomen in Figuur 2-6. Gezien de diepte van de werkzaamheden (circa 2,5 m-mv voor de kelder en circa 1,6 m-mv voor de open ontgravingen) en de benodigde verlaging van de grondwaterstand is bij de indicatieve bemalingsberekeningen de bovenste zandlaag van de ondergrond (0 - 30 m-mv/NAP-20 m) als de watervoerende laag aangehouden.

Tabel 2.2: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-001a (buitendijks)

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+3,0 ¹ tot -1,0	Zand, matig grof tot uiterst grof, plaatselijk grindlaagje	B001, S-1, B002 en S-2 MB1100, MB1111 en B1115
-1,0 tot -11,0	Klei, enkele zandlaagjes	
-11,0 tot -20,0	Zand, zeer fijn tot matig grof	
-20,0 tot -26,0	Zand, matig grof tot zeer grof, enkele tot veel kleilaagjes	
-26,0 tot -38,0 ³	Zand, matig grof tot zeer grof, zwak tot sterk grindhoudend ²	

¹ Betreft gemiddelde maaiveldhoogte op dit tracédeel. Maaiveld op tracédeel verloopt van NAP +0,3 m tot NAP +5,0 m;

² Betreft verkende diepte sondering S-1 en S-2.

Tabel 2.3: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-001b (binnendijks)

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+15,0 ¹ tot -9,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele zeer fijne en zeer grove zandlagen, enkele kleilaagjes	B001, B002, S-1 en S-2 B1126 en B1009
-9,5 tot -11,0	Klei, enkele zandlaagjes	
-11,0 tot -20,0	Zand, zeer fijn tot matig grof	
-20,0 tot -26,0	Zand, matig grof tot zeer grof, enkele tot veel kleilaagjes	
-26,0 tot -38,0 ³	Zand, matig grof tot zeer grof, zwak tot sterk grindhoudend ²	

¹ Betreft gemiddelde maaiveldhoogte op dit tracédeel. Maaiveld op tracédeel verloopt van NAP +5,0 m tot NAP +22,0 m;

² Betreft verkende diepte sondering S-1.

Figuur 2-1 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-001a en V-001b (februari 2022)

Tabel 2.5: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-005

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,0 tot -0,4 ¹	Zand, matig fijn tot zeer grof, plaatselijk uiterst grove zandlaag, enkel kleilaagje	B92, B96, B101, B106, B111, B116, B121, B123, B127 en B131 MB-05 en MB-06 S-5 en S-6
-0,4 tot -19,0	Zand, matig fijn tot matig grof	
-19,0 tot -21,0	Klei, enkele zandlaagjes	
-21,0 tot -35,5 ²	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele tot veel kleilaagjes	

¹Maximaal verkende diepte handboring B131;

²Betreft verkende diepte S-5.

Figuur 2-2 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-005 (mei 2021)

Tabel 2.8: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-005b

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,1 tot -0,4 ¹	Zand, matig fijn tot matig grof, plaatselijk zeer grove zandlaag, enkel kleilaagje	B133 en B138
-0,4 tot -11,0	Zand, matig fijn tot matig grof, enkel kleilaagje	B006 t/m B008 S-6 t/m S-8
-11,0 tot -22,0	Zand, matig fijn tot matig grof, weinig tot veel kleilaagjes	
-22,0 tot -23,0	Klei en basisveen	
-23,0 tot -34,5 ²	Zand, matig fijn tot matig grof, plaatselijk zeer grof	

¹Maximaal verkende diepte handboring B133;

²Betreft verkende diepte S-7.

Figuur 2-3 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-005b (februari 2022)
Tabel 2.6: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-006

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,2 tot +1,1 ¹	Zand, matig grof tot matig grof, enkele zeer grove zandlaag	B147
+1,1 tot -7,0	Zand, matig grof tot zeer grof, enkel kleilaagje	MB14 en S-14
-7,0 tot -21,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele kleilaagjes	
-21,5 tot -26,2	Klei en veen	
-26,2 tot -35,5 ²	Zand, matig fijn tot matig grof	

¹Maximaal verkende diepte handboring B147;

²Betreft verkende diepte S-14.

Figuur 2-4 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-006 (mei 2021)
Tabel 2.7: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-007

Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,6 tot +1,1 ¹	Zand, matig fijn tot zeer grof, enkel veenlaagje	B151 en B157
+1,1 tot -7,0	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele zeer grove zandlaag	MB18 en S-18
-7,0 tot -14,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele kleilaagjes	
-14,5 tot -17,0	Zand, matig fijn, zeer veel kleilaagjes	
-17,0 tot -20,0	Zand, matig fijn	
-20,0 tot -21,2	Klei	
-21,2 tot -23,0	Zand, matig grof	
-23,0 tot -24,0	Klei	
-24,0 tot -34,0 ²	Zand, matig grof tot grof	

¹Maximaal verkende diepte handboring B151;

²Betreft verkende diepte S-18.

Figuur 2-5 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voor veldstrekking V-007 (mei 2021)

Grondwater

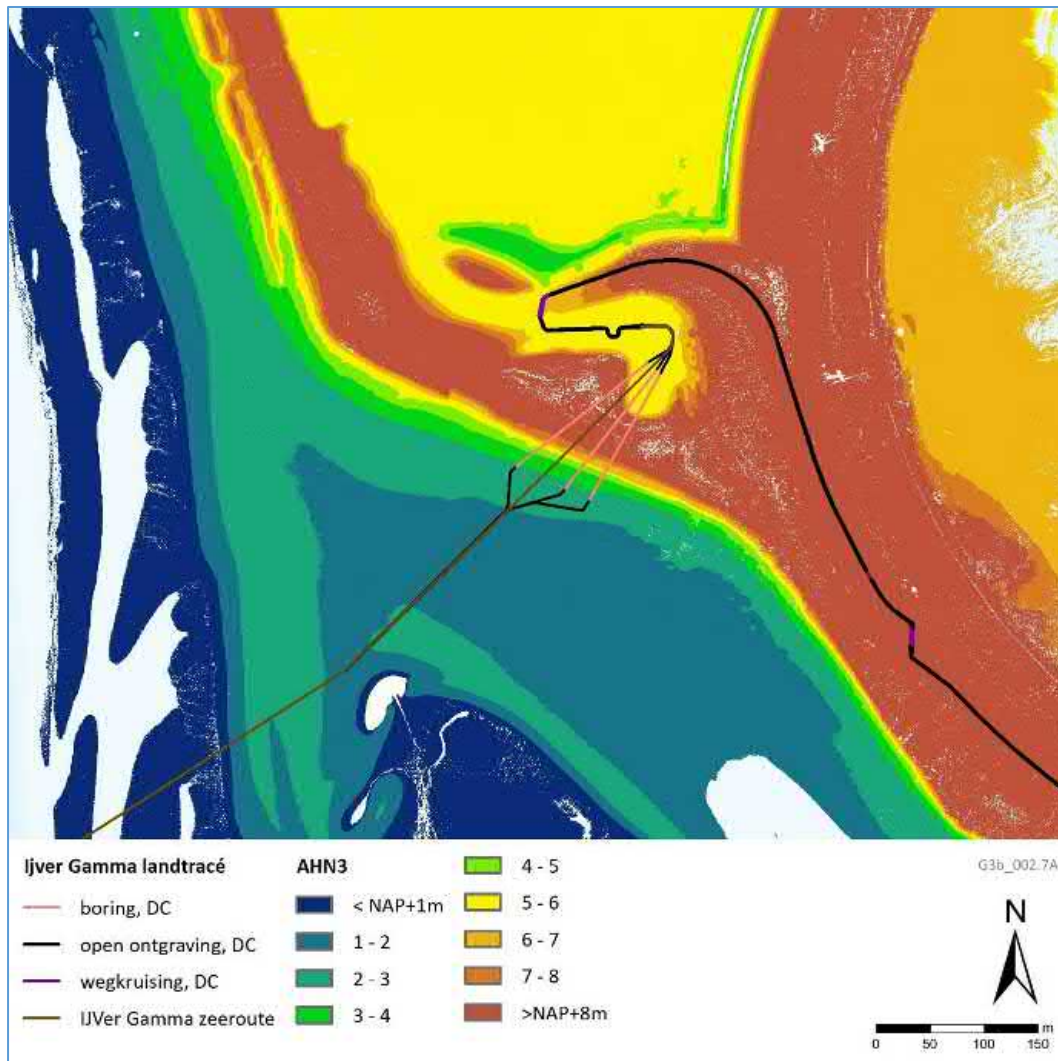
De grondwaterstanden liggen over het algemeen diep beneden maaiveld, maar op enkele plekken ligt de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) hoger dan de ontgravingsdiepte. Dit betekent dat er mogelijk bemaling benodigd is. De locaties waar mogelijk een hogere grondwaterstand dan de ontgravingsdiepte voorkomt zijn weergegeven in Figuur 2-6. Ook de geschatte ontwateringsdiepte is hierbij weergegeven.



Figuur 2-6 Grondonderzoek Antea (mei 2021) laat zien op welke punten bemaling nodig is.

Antea heeft bij het aanlandingspunt nog enkele peilbuizen geplaatst of grondwaterstandsmetingen uitgevoerd eind 2021 (Antea Group, 2022). Echter is niet bij alle locaties de GHG bepaald en is dus niet bekend op welke diepte de grondwaterstand zich hier bevindt. In Figuur 2-7 is de maaiveldhoogte bij het aanlandingspunt weergegeven. Hierin is te zien dat het tracé in de dijk is gelegen waar de grondwaterstand diep is. Het deel van de Maasvlakteboulevard naar de boring is op NAP+5 à 6 m gelegen. Op de gehele Maasvlakte is de GHG gemiddeld NAP+3 m en de beschikbare meting (B1115) laat ook een GHG rond NAP+3 m zien of er is geen grondwater aangetroffen tijdens de boring (B1126). Met deze gegevens wordt verwacht dat op dit deel van het tracé geen bemaling benodigd is.

Op het deel van de boringen naar zee (op het strand) is hoogstwaarschijnlijk ook geen bemaling benodigd op basis van de gemiddelde GHG op de Maasvlakte, maar door de nabijheid van de zee, waardoor de grondwaterstanden ook hoger kunnen liggen, is dit niet uit te sluiten. In de metingen is de GHG niet vastgesteld. Er wordt genoemd dat deze waarschijnlijk reikt tot maaiveld vanwege de buitendijkse ligging van de peilbuizen. De gemiddelde maaiveldhoogte is op dit deel rond NAP+1 m tot NAP+1,5 m waarbij er een kleine verhoging ligt richting zee (zie Figuur 2-7). Het zeeniveau varieert gemiddeld tussen NAP-1 m tot NAP+2m. Op basis hiervan wordt een gemiddelde grondwaterstand van 0,1 m-mv aangenomen.



Figuur 2-7 Locatie van aanlanding Gamma en maaiveldhoogten (zuidwesten Maasvlakte).

Geohydrologische parameters open ontgravingen

In onderstaande Tabel 2-1 zijn de gebruikte geohydrologische parameters weergegeven die gebruikt zijn voor de bemalingsberekening van de open ontgravingen.

Tabel 2-1 Geohydrologische parameters en waarden bij de open ontgravingen (van zuid naar noord)

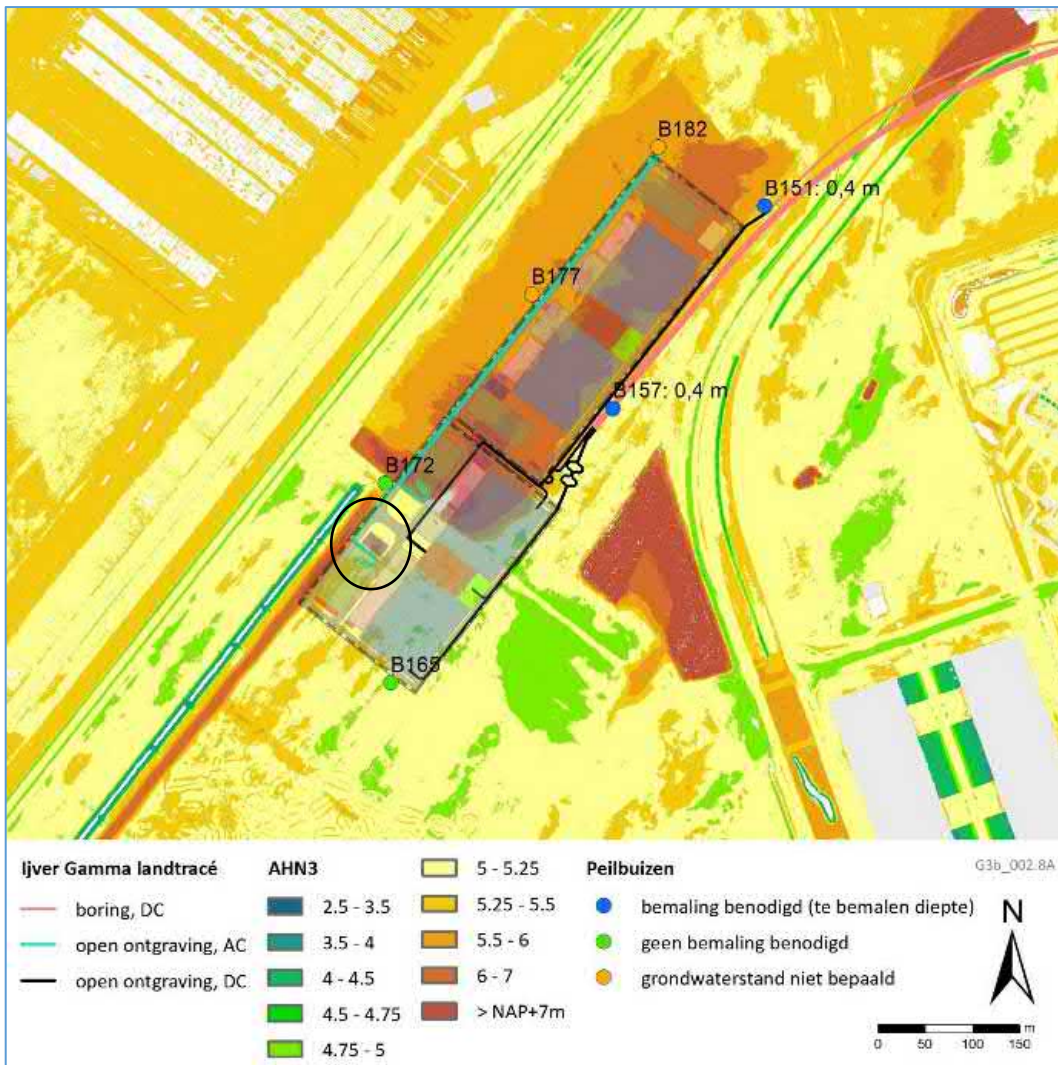
Parameter	Waarde V-001 (strand)	Waarde V-005 (zuidelijk)	Waarde V-005 (noordelijk)	Waarde V-006	Waarde V-007 (converterstation)
k* (doorlatendheid)	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m	30 m	30 m	30 m	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	1,5 m	0,2 m	0,2 m	0,5 m	0-0,4 m**
L (lengte van de sleuf)	300	450	450	120	300
μ (Bergingscoëfficiënt)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
T (duur bemaling)	28 d	28 d	28 d	28 d	28 d

* Conservatief, gebaseerd op waarden uit onderzoek Antea (mei 2021) en in REGIS II.2 (www.dinoloket.nl)

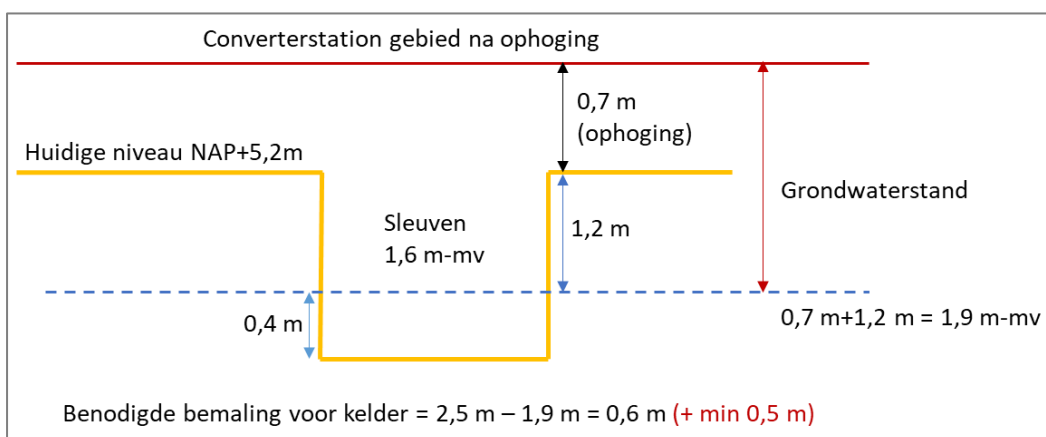
** Indien het maaiveld ook bij het tracé langs het converterstation wordt opgehoogd is de benodigde verlaging van de grondwaterstand 0 m, zo niet dan is het 0,4 m.

Geohydrologische parameters kelder en sleuven op terrein converterstation

De grondwaterstanden zijn enkel gemeten in de boringen op het kabeltracé. Het maaiveld van het converterstation voor Gamma ligt op dezelfde hoogte als het maaiveld bij de boring (zie Figuur 2-8). Bij de dichtstbijzijnde boring B157 ligt de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) 1,2 m-mv. Door ophoging van het gebied met maximaal circa 0,70 m bij het converterstation ligt de GHG op circa 1,9 m-mv. Met een ontwateringsdiepte van ongeveer 2,5 m-mv moet de grondwaterstand met minimaal 0,6 m worden verlaagd bij de kelder (zie Figuur 2-9 voor een schematische weergave). Inclusief een drooglegging van een 0,5 meter onder de ontgraving komt dit uit op 1,1 m grondwaterstandsverlaging. Voor de sleuven op het terrein van het converterstation



Figuur 2-8 Maaveld waar kelder onder controlegebouw wordt gebouwd ligt op dezelfde maaveldhoogte als de naastgelegen boringen waar grondwaterstanden zijn gemeten (NAP+5,2m).



Figuur 2-9 Schematisatie van bemaling voor kelder onder controle gebouw

In Tabel 2-2 zijn de gehanteerde geohydrologische parameters voor de kelder van het converterstation weergegeven.

Tabel 2-2 Geohydrologische parameters en waarden bij kelder converterstation

Parameter	Waarde V-007
k* (doorlatendheid)	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	1,1 m**
r*** (straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd)	21 m
ε (porositeit)	0,3
T (duur bemaling)	28 d

* Conservatief, gebaseerd op waarden uit onderzoek Antea (mei 2021) en in REGIS II.2 (www.dinoloket.nl)

** Ten opzichte van het opgehoogde maaiveld (gemeten vanaf boring Antea) inclusief een extra verlaging van 0,5 m ten opzichte van bodem kelder.

*** Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwput (46x20 m) tot de rand. Dit is een worstcase benadering, omdat de formule uitgaat van een cirkelvormige put terwijl dat hier rechthoekig is.

2.2 Berekening debiet en invloedsgebied

Open ontgravingen

Voor de berekening van het bemalingsdebiet voor de open ontgravingen is gebruik gemaakt van de formule van Edelman. Deze formule geeft een inschatting van het benodigde bemalingsdebiet bij een plotselinge verlaging van de grondwaterstand.

$$Q_0 = 2Lh \sqrt{\frac{\mu k D}{\pi t}}$$

Waarin:

Q_0 = Bemalingsdebiet voor de lengte L van het tracé [m^2/d];

μ = Bergingscoëfficiënt [-];

k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d];

D = De dikte van watervoerend pakket [m];

t = De tijd die de bemaling duurt [d];

L = sleuflengte [m];

h = Grondwaterstandsverlaging [m]

Het invloedsgebied is bepaald met de formule van Ernst:

$$\frac{h(x)}{h_0} = \operatorname{erfc} \left(x \sqrt{\frac{\mu}{4kDt}} \right)$$

Waarin:

$h(x)$ = Grondwaterstand verandering op afstand x [m];

h_0 = Grondwaterstandverandering ter plaatse van de bemaling [m];

x = Afstand tot aan de bemalingslocatie;

μ = Bergingscoëfficiënt [-];

k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d];

D = De dikte van watervoerend pakket [m];

t = De tijd die de bemaling duurt [d].

Kelder converterstation

Voor de berekening van het onttrekkingsdebiet van de kelder van het converterstation is gebruik gemaakt van de formule van Dupuit (<http://www.grondwatertoolbox.nl/>):

$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r}$$

Waarin:

Q = Bemalingsdebiet - stationair [m³/d];

k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d];

H = De dikte van watervoerend pakket [m];

h = De verlaging van de grondwaterstand [m];

r = de straal afstand waarbinnen de verlaging moet worden gerealiseerd;

De reikwijdte (R) van de bemaling is berekend met de volgende formule (<http://www.grondwatertoolbox.nl/>):

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{kD}{\varepsilon} t}$$

Waarin:

T= duur van de bemaling [d];

ε = Porositeit [-].

Nadere toelichtingen op deze formules kunnen worden gevonden op de website www.grondwaterformules.nl.

Deze formule gaat uit van een volkomen bron (de onttrekking reikt tot aan de onderkant van het watervoerend pakket). Dit zal in het echt hoogstwaarschijnlijk niet het geval zijn aangezien het watervoerend pakket erg dik is, dan wordt gesproken van een onvolkomen bron. De formule benaderd voor deze situatie een worst case situatie, want in zijn algemeenheid kan worden gesteld dat het debiet van onvolkomen bronnen lager ligt dan bij volkomen bronnen

(bron: Fraanje (1974), zie website:

http://www.grondwatertoolbox.nl/media/references/1.1.3.forcheimerfraanjep99101_onvolkomen.pdf).

Nb Mogelijk wordt de kelder tot een halve meter lager uitgevoerd. Gezien de resultaten van de bemalingsberekening is geen aanleiding andere effecten in de omgeving de verwachten bij een beperkte grotere bemalingsdiepte.

2.3 Uitgangspunten berekening en voorkeurstracé

Voor de berekeningen van de bemaling van de open ontgravingen op de Maasvlakte zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd:

- Voor de beoordeelde tracés is uitgegaan van de geleverde tracés door TenneT op 21 oktober 2021 (IJVer_Gamma_landtracé_V1_5_RD). De berekeningen en gebruikte formules zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Daarom is gekozen voor een worst-case benadering. De benodigde parameters zijn dan ook conservatief gekozen;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken);
- Voor de bodemopbouw is uitgegaan van het grondonderzoek van Antea (mei 2021);
- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoek van Antea (mei 2021) gebruikt. Per segment van het tracé is een gemeten

grondwaterstand in de dichtstbijzijnde boring aangenomen. De benodigde verlaging van de tracésegmenten waar bemalen moet worden is 0,2 tot 0,5 m.

- De sleuven worden tot 1,6 m afgegraven met een breedte van 6 m. Hierbij is uitgegaan van een diepte ten opzichte van de huidige maaiveldhoogte;
- Met gelijktijdige aanleg met Beta worden de sleuven 9,8 m breed.
- Het benodigde droogleggingsniveau bedraagt 1,6 m-mv. Er is geen aanvullende ontwateringsdiepte meegenomen ten opzichte van de bodem van de put;
- De gewenste grondwaterstandverlaging is bepaald als het verschil tussen de aangenomen grondwaterstand en het benodigde droogleggingsniveau.
- In de berekening is de invloed van neerslag (grondwateraanvulling) niet meegenomen. Neerslag zorgt voor een toename van het bemalingsdebiet, maar beperkt juist het invloedsgebied.

Voor de boringen (mofputten) wordt aanvullend uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Omvang van droog te leggen put: 5 x 10 x 1,6 meter;
- Aangenomen wordt dat deze put binnen de sleufbemaling valt en wordt daarmee niet apart uitgerekend.
- Benodigd droogleggingsniveau: 1,6 m onder maaiveld;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken).

Voor de kelder onder het controle gebouw bij het converterstation is aanvullend uitgegaan van de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden:

- Voor het beoordeelde converterstationsterrein is uitgegaan van het geleverde terrein van het converterstation door TenneT op 24 januari 2022 (220124_CV_station_Gamma_tender_layout).
- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoek van Antea (mei 2021) gebruikt. Rondom het converterstation is aangenomen dat deze op 1,1 m onder maaiveld gelegen is (t.o.v. opgehoogd maaiveld).
- Het benodigde droogleggingsniveau is 2,5 m (zonder extra ontwatering) tot 3 m (met extra ontwatering) beneden maaiveld;
- Omvang van droog te leggen put: 46 x 20 x 2,5 meter;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken).

3 Resultaten

Voor elk los onderdeel (ontgravingstraject of boorlocatie) van het voornemen is aan de hand van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) de gewenste grondwaterstandverlaging bepaald. De benodigde verlaging is gebruikt in combinatie met de in paragraaf 2.3 beschreven uitgangspunten en formules. Het resultaat hiervan is een schatting van het bemalingsdebiet, het waterbezwaar (totaal af te voeren water vanuit de bemaling) en invloedsgebied m.b.t. de grondwaterstanden. In de onderstaande tabel is het berekende waterbezwaar en het invloedsgebied weergegeven voor de Maasvlakte. In Figuur 3-1 is het invloedsgebied weergegeven. De sleuven en de bouwput ten behoeve van de aanleg van de kabels en de kelder onder het controle gebouw bij het converterstation hebben een redelijk gelijke bodemopbouw waardoor het invloedsgebied op eenzelfde orde grootte uitkomt van circa 435 m.

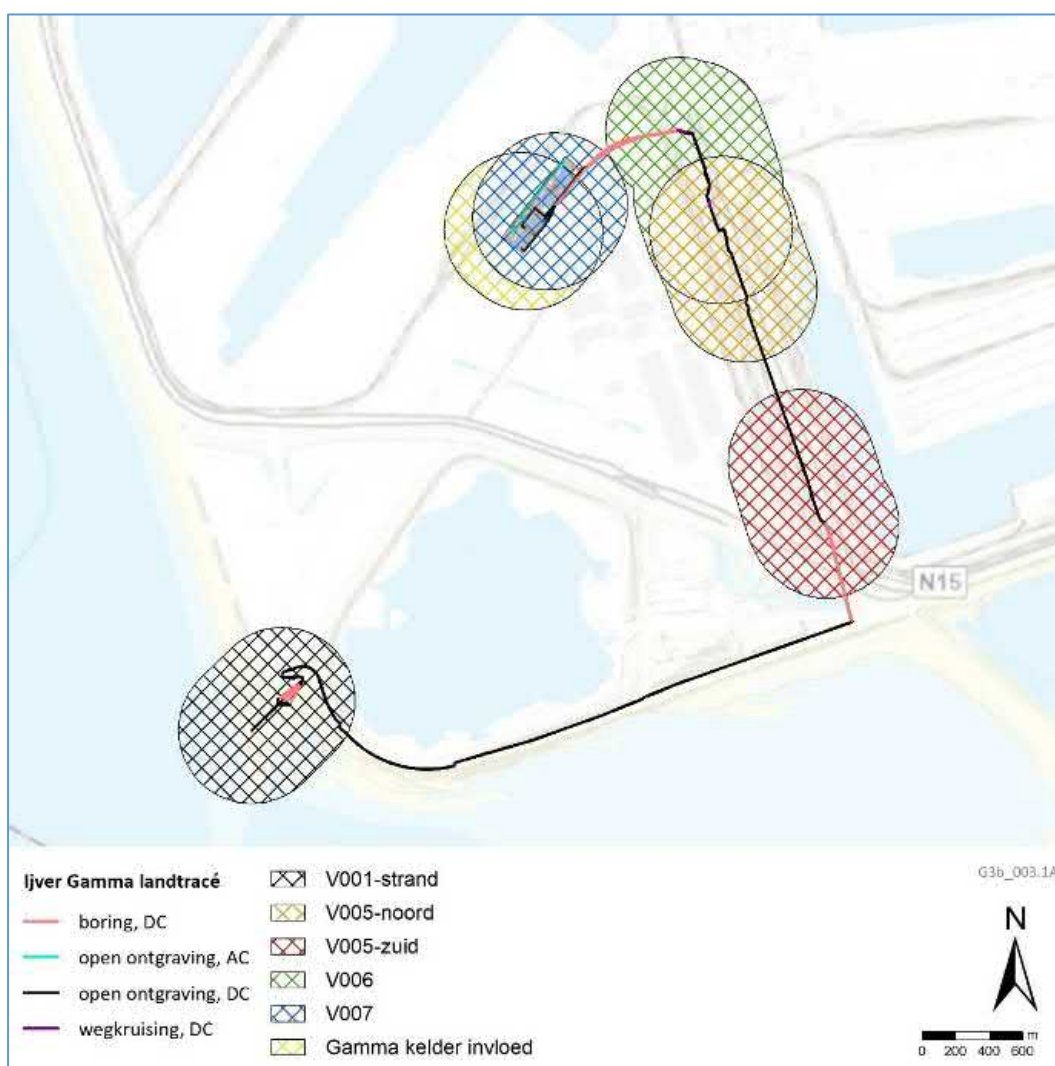
Tabel 3-1 Resultaten indicatieve bemalingsberekening van sleuven bij niet-gecombineerde aanleg, en kelder onder controle gebouw (afgeronde hoeveelheden)

	V-001 strand	V-005 zuidelijk	V-005 noordelijk	V-006	V-007** (converterstation)	Kelder controle gebouw
Debiet [m ³ /uur]	40	12	11	43	20	84
Debiet [m ³ /dag]	1300	280	270	1050	490	2000***
Waterbezwaar (m ³ in 28 dagen)	36 800	7900	7500	29 500	14 000	56 000
Invloedsgebied (m)*	435	435	435	435	435	435

* Afstand vanaf de rand van de bouwput in alle richtingen

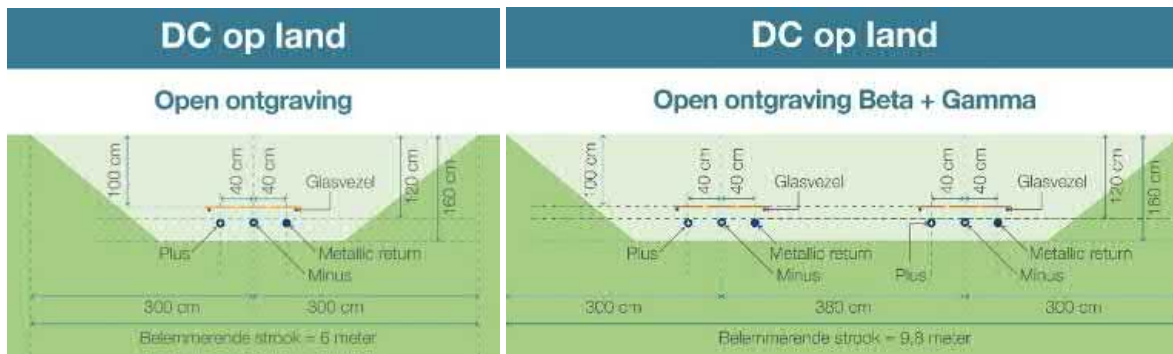
** Indien de locatie rondom de kabels ook opgehoogd wordt is er geen bemaling benodigd.

*** Met een drooglegging van 3 m-mv. Bij een drooglegging van 2,5 m-mv ligt dit debiet lager.



Figuur 3-1 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling

Wanneer Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma tegelijkertijd worden aangelegd zal het invloedsgebied en het waterbezwaar vergelijkbaar zijn met de aanleg van Beta of Gamma apart. Het invloedsgebied neemt minimaal toe met de toegenomen breedte van de sleuf (3,8 m) en het parallel aanleggen levert een vrijwel gelijk waterbezwaar op (verschil is max 5%).



Figuur 3-2 Sleufbreedte van open ontgraving bij enkel gelijkstroomtracé of bij paralleligging IJmuiden Ver Beta en Gamma

Beleid Waterschap Hollandse Delta

De bemalingen die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels en de kelder liggen in gebied C (indeling Hollandse Delta, zie Figuur 3-3), waarmee de in Tabel 3-2 genoemde criteria voor grondwateronttrekkingen van toepassing zijn.

Vanuit de berekeningen is het volgende zichtbaar:

- De afzonderlijke bemalingen (segmenten) blijven onder de criteria voor het bemalingsdebiet per uur en waterbezwaar per maand. Voor de gecombineerde aanleg betekent dat bij afzonderlijke bemalingen een aantal segmenten ook vergunning plichtig worden door een te hoog waterbezwaar per maand. Als de segmenten gezamenlijk beoordeeld worden, wordt niet aan de criteria voldaan en is een vergunning benodigd voor zowel enkelvoudig als gecombineerde aanleg. Hetzelfde geldt voor het totale waterbezwaar. Het bemalingsdebiet per uur voor de kelder bij het converterstation ligt ook onder het genoemde criterium van maximaal 150 m³/uur, maar het totale waterbezwaar ligt boven de genoemde maximale hoeveelheid van 50 000 m³/maand. Op basis hiervan is een vergunning benodigd.

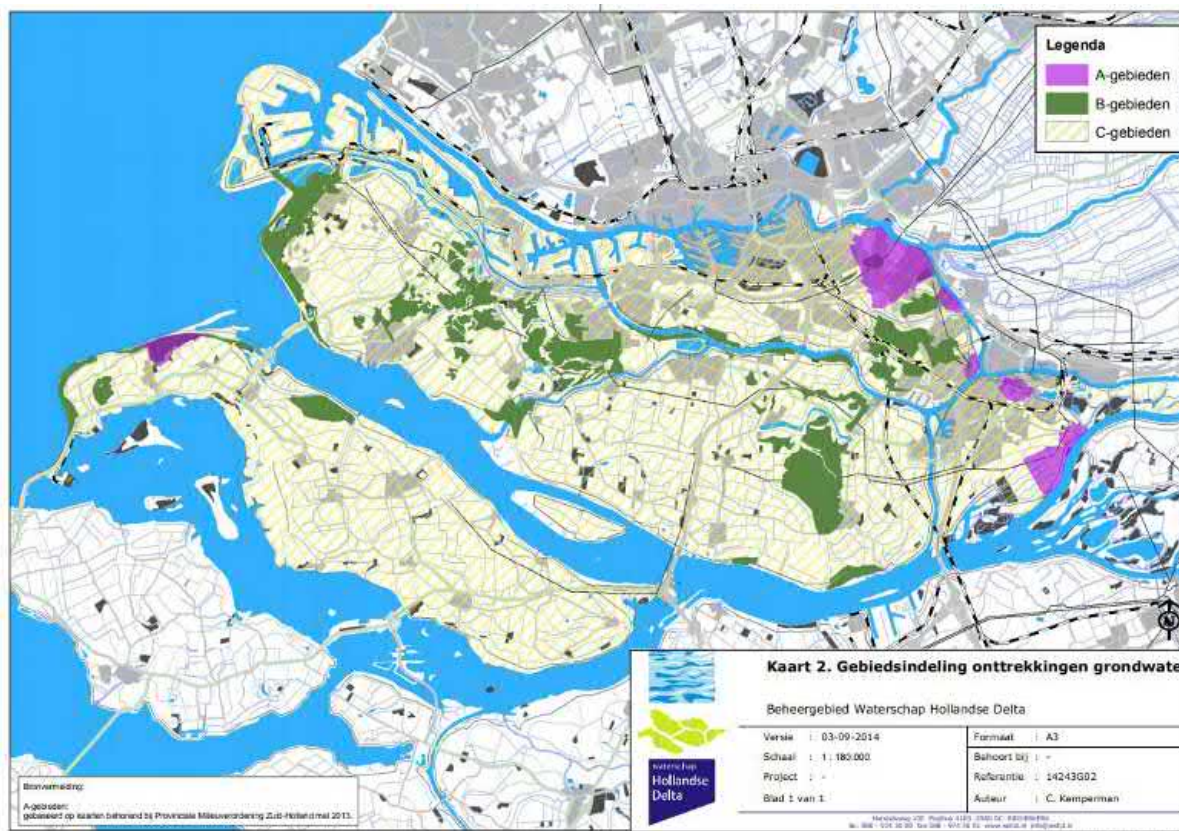
Aannemer dient met waterschap af te stemmen of de bemaling als totaal moet worden beoordeeld en of vanuit dat oogpunt een vergunning noodzakelijk is.

Tabel 3-2 Tabel met regels rondom onttrekkingen in beheersgebied van Hollandse Delta (enkel de regels rondom een bouwput en sleufbemaling zijn weergegeven)

Check doel	Check criteria	Check melding
Algemene regel/doel	Criteria	Melden
GW 1. Onttrekking voor bouwputbemaling, sleufbemaling, proefbronnering of grondsanerig	1. gebieden A en/of B: <60 m3 per uur, en <20.000 m3 per maand, en <50.000 m3 in totaal, en <26 weken	a. bij een onttrekking langer dan 48 uur, maar korter dan 8 weken, ten minste 5 werkdagen voor aanvang van de activiteiten aan het waterschap; b. bij een onttrekking langer dan 8 weken, ten minste 4 weken voor aanvang van de activiteiten aan het waterschap.
	2. gebied C:<150 m3 per uur, en <50.000 m3 per maand, en <200.000 m3 in totaal, en <26 weken.	
	3. gebieden B en/of C: <10 m3 per uur en <50.000 m3 per jaar.	

Er is sprake van een vergunningplicht indien de onttrekking niet voldoet aan de gestelde criteria. In dat geval moet een watervergunning worden aangevraagd.

Bron: <https://www.wshd.nl/flysystem/media/overzicht-meld--en-vergunningplicht-bij-het-onttrekken-van-grondwater.pdf>



Figuur 3-3 Gebiedsindeling onttrekkingen grondwater Waterschap Hollandse Delta

Risico's - Opbarsting

Opbarsting ontstaat wanneer de stijghoogte van het onderliggende zandpakket aanzienlijk hoger ligt dan het niveau van de put. In dat geval is er sprake van een sterke opwaartse druk van water vanuit het onderliggende watervoerende pakket. Wanneer de kleilaag door de afgraving dusdanig dun is geworden kan deze klei opbarsten als gevolg van deze druk. Op basis van de beschikbare gegevens kan worden aangenomen dat er geen kleilaag aanwezig in de (ondiepe) ondergrond waardoor het risico op opbarsting hier niet aan de orde is.

Risico's – Zetting

Veranderingen in de grondwaterstand en stijghoogte kunnen leiden tot zettingen / maaiveld daling. Vooral slecht doorlatende klei en veen afzettingen zijn gevoelig voor zetting bij een verlaging van de grondwaterstand. De verlaging van de freatische grondwaterstand bij de bemaling is tijdelijk, en bovendien bestaat de ondergrond voornamelijk uit grove zandafzettingen. Zandlagen zijn relatief ongevoelig voor zetting. Bovendien bevindt zich langs het tracé geen kwetsbare (i.e. gevoelig voor zetting) infrastructuur of bebouwing. De zetting die ontstaat bij de verlaging van de grondwaterstand door de bemalingen op de Maasvlakte zal daarom klein tot verwaarloosbaar zijn. Er is een kans dat er wel zettingseffecten zijn voor het naastgelegen converterstation Beta.

COLOFON

MER Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Deel A Inleiding en Activiteitenbeschrijving

*Bij de Passende Beoordeling
Soortenbeschermingstoets
Watertoetsen
Natuurnetwerk Nederland-toets*



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

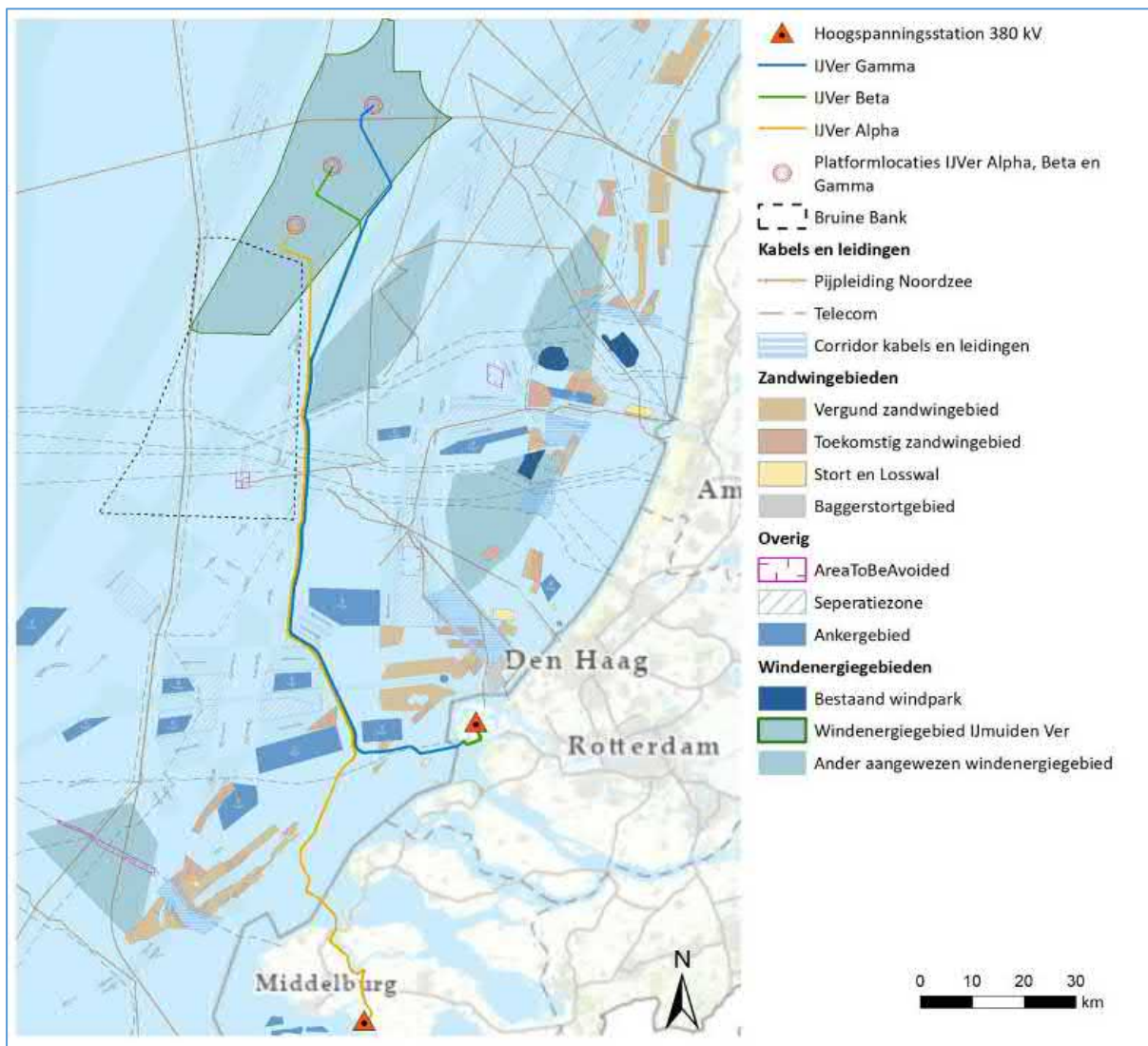
1	Inleiding.....	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Duurzame energie.....	4
1.2.1	Redenen	4
1.2.2	Routekaart 2030.....	5
1.2.3	Noodzaak extra windenergie op zee.....	6
1.3	Net op zee IJmuiden Ver Gamma	7
1.4	Doelstelling	7
2	Voorgenomen activiteit	9
2.1	Overzicht	9
2.2	Platform op zee.....	11
2.2.1	Locatie platform	11
2.2.2	Ontwerp	13
2.2.3	Connectie met het windpark en interconnector	14
2.2.4	Vorbereiding	14
2.2.5	Aanleg	14
2.2.6	Gebruik en onderhoud.....	18
2.2.7	Faciliteiten.....	19
2.2.8	Water, afwatering en toiletsystemen	20
2.2.9	Verlichtingsplan	21
2.2.10	Veiligheidsplan	21
2.2.11	Verwijdering.....	22
2.3	Kabels op zee	22
2.3.1	Route kabels.....	22
2.3.2	Kabelconfiguratie	23
2.3.3	Veiligheidscorridor	24
2.3.4	Kabeldiepgang.....	25
2.3.5	Kabel aanleg.....	26
2.4	Kabels op land.....	31
2.4.1	Route kabel	31
2.4.2	Aanleg	34
2.5	Kabelverbindingen	39
2.5.1	Moflocaties (op zee)	39
2.5.2	Verbindingsmof (overgang zee/land)	40

2.5.3	Mofput (op land).....	40
2.5.4	Aardputten (op land)	41
2.6	Converterstation	41
2.6.1	Locatie en afmetingen	41
2.6.2	Ontwerp	43
2.6.3	Aanleg	43
2.6.4	Gebruik en onderhoud.....	44
2.6.5	Verwijdering.....	44
2.7	Samenvatting surveys	44
2.8	Planning.....	45
2.8.1	Op zee	45
2.8.2	Op land.....	47
3	Referenties.....	48
	Colofon.....	49

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de derde ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied IJmuiden Ver naar het vasteland (zie Figuur 1). De twee andere verbindingen zijn de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha¹ en Net op zee IJmuiden Ver Beta². Net op zee IJmuiden Ver Alpha sluit aan op het landelijke elektriciteitsnet in Borssele en Net op zee IJmuiden Ver Beta gaat naar de Maasvlakte. Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma loopt vanuit het noordelijk deel van het windenergiegebied naar de Maasvlakte, en loopt voor het grootste deel parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta.



Figuur 1 Tracés Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

¹ De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha zijn te vinden op: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha>

² De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te vinden op: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta>

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet projecten aangewezen die tussen 2024 en 2030 goed zijn voor 6,1 gigawatt (GW) aan windparken op zee. Inmiddels is duidelijk dat er meer wind op zee nodig is om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen. Bovendien zijn in april 2021 de Europese doelstellingen voor CO₂-reductie in 2030 aangescherpt. Om de aangescherpte doelstellingen te bereiken, is het aan land brengen ('aanlanden') van extra windenergie op zee nodig. Net op zee IJmuiden Ver Gamma maakt het mogelijk om uiterlijk in 2030 2 GW aan duurzame energie naar land te transporten en draagt zodoende bij aan het behalen van de (aangescherpte) klimaatdoelstellingen.

De verschillende verbindingen vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn onderdeel van het Net op zee. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aangewezen als netbeheerder op zee, en is zodoende verantwoordelijk voor het Net op zee. Door de minister van EZK is voor het project Gamma gekozen om een aansluiting te realiseren naar hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte.

Om mogelijke effecten van dit project op beschermde natuurwaarden te bepalen wordt de activiteit getoetst in het kader van de Wet natuurbescherming (zowel onderdeel gebiedsbescherming als soortenbescherming), Kaderrichtlijn Mariene strategie, Kaderrichtlijn Water en aan het Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren. In dit rapport (deel A) vindt u de aanleiding en de activiteitenbeschrijving van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Deze activiteitenbeschrijving wordt gebruikt voor de eerdergenoemde natuurtoetsingen. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn eerder aparte toetsingen opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie:

1. Het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO₂. Te veel CO₂ is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering.
2. Onafhankelijkheid van import. Fossiele bronnen raken op en Nederland importeert steeds meer energie uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland hier minder afhankelijk van.

In 2020 werd 11,5% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2019 was dit nog 8,8% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021). In het nationale energieakkoord is afgesproken dat dit in 2023 16% moet zijn (SER, 2013). Ook in internationale context heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Bijvoorbeeld met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016). De Nederlandse Noordzee speelt een grote rol in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Op 28 juni 2019 is het Klimaatakkoord afgesloten.³ Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO₂ met ten minste 49% moet terugdringen. In april 2021 hebben onderhandelaars van het Europees parlement, de Commissie en de lidstaten een akkoord bereikt over het opschroeven van de

³ Zie: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

klimaatdoelstellingen. Hierbij werd de eerdere doelstelling om in 2030 de uitstoot van CO₂ (in Europa) met ten minste 40% te verminderen tegenover 1990 verhoogd naar 55%. In het coalitieakkoord van 2021 is er vastgesteld om dan ook te richten op een hogere opgave, wat neerkomt op circa 60% CO₂ reductie in 2030.

1.2.2 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. De routekaart 2030 gaat uit van het realiseren van windparken in de windenergiegebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver (twee deelgebieden IJmuiden Ver Alpha en IJmuiden Ver Beta).⁴ Eind 2018 is de afwegingsnotitie 'Verkenning aanlanding netten op zee 2030'⁵ (VANOZ) verschenen waarin onderzocht is waar deze windenergiegebieden aangesloten kunnen worden. Op basis van de verkenning is door de minister van EZK besloten welke trajecten nader in een Rijkscoördinatieregeling (RCR)-procedure worden uitgewerkt. In het voorjaar van 2019 zijn de RCR-procedures voor de vier projecten gestart. De stand van zaken is in Tabel 1 opgenomen.

Tabel 1 Overzicht stand van zaken netten op zee Routekaart 2030

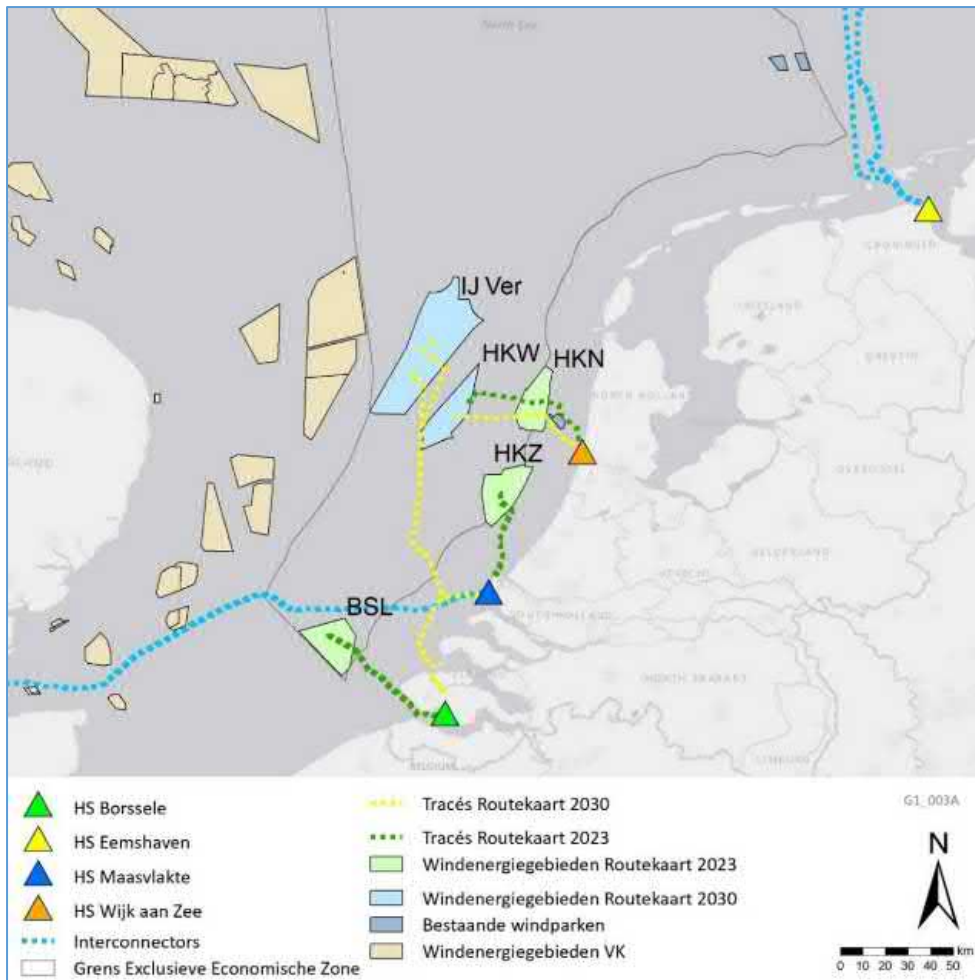
Project (windpark)	Aansluiting op 380kV	Operationeel in	Capaciteit en stroomsterkte	Verwachte besluitvorming
Hollandse Kust (west Alpha) en (west Beta)	Beverwijk	(west Alpha) in 2024 (west Beta) Q4 2026	700 MW en 220kV	Q2 2021 ontwerp besluiten ter inzage Q4 2021 definitieve ontwerpen vastgesteld
Ten noorden v.d. Waddeneilanden	Eemshaven	NTB ⁶	700 MW en 220kV	
IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	Q4 2028	2 GW en 525kV	Q4 2021 ontwerp besluiten ter inzage
IJmuiden Ver Alpha	Borssele	Q4 2029	2 GW en 525kV	Q1 2022 ontwerp besluiten ter inzage

De windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en zijn in Figuur 2 weergegeven.

⁴ De Routekaart 2030 is het vervolg op de Routekaart windenergie op zee 2023. In 2014 is in een Tweede Kamerbrief (d.d. 26 sept., Kamerstuk 33561, nr. 11) de Routekaart 2023 bekend gemaakt. Deze maakte het mogelijk om 4.450 MW operationeel windvermogen op zee in 2023 te realiseren met de bouw van de windparken Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

⁵ De verkenning aanlanding netten op zee (VANOZ) is te vinden op <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/verkenning-aanlanding-netten-op-zee-2030>

⁶ Uit onderzoek is gebleken dat alle tracéopties door de Waddenzee uitdagingen kennen op het gebied van ecologie, landbouw en vergoedbaarheid. Om deze reden heeft de staatssecretaris gekozen om te starten met één integraal ruimtelijk proces voor de aanlanding van windenergie op de Waddenzee. De planning is hiermee verschoven naar na 2030.



Figuur 2 Kaart met windenergiegebieden (Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandst Kust (west), Hollandst Kust (noord) en IJmuiden Ver) en de netten op zee uit de Routerkaart 2023 en 2030

1.2.3 Noodzaak extra windenergie op zee

Verschillende recente ontwikkelingen hebben extra windenergie op zee noodzakelijk gemaakt. Samen met de reeds gerealiseerde windparken uit de Routekaart windenergie op zee 2023, is er op grond van eerdere kabinetsbesluiten en het Klimaatakkoord in de huidige Routekaart windenergie op zee 2030 in totaal circa 11 GW aan operationele windcapaciteit in voorbereiding in het jaar 2030. Dit is om een aantal redenen niet meer voldoende:

- In 2020 is gebleken dat de huidige plannen niet genoeg opleveren om de Nederlandse doelstelling uit het Klimaatakkoord voor windenergie op zee in 2030 te halen.
- Voor de totale doelstelling voor Nederland voorziet de Klimaat- en Energieverkenning 2020 in de periode 2021 tot 2030 een tekort van 36 megaton in de reductie van broeikasgasemissies (Planbureau voor de Leefomgeving, 2020).
- Vanuit Europa is de CO₂-reductiedoelstelling tot en met 2030, mede op verzoek van Nederland, verder aangescherpt naar 55%.
- Industriële clusters laten in hun verduurzamingsopgave een toegenomen behoefte aan elektrificatie zien. De vraag naar duurzame elektriciteit wordt daardoor hoger dan eerder werd verwacht.

Er zijn hierdoor uiterlijk in 2030 extra windparken en netten op zee nodig, maar ook voor de periode daarna. In de Noordzee Energie Outlook (NEO) is berekend dat er in 2050 minimaal 38 GW en maximaal 72 GW aan windenergie op zee nodig is om de nieuwe doelstellingen te halen (DNV-GL, 2020). Daarom is gekozen om het minimum voor 2050 (38 GW) al in 2040 neer te zetten.

Dit betekent dat er op zee de komende decennia nog ruimte aangewezen moet worden voor circa 27 GW aan extra windenergie, waarvan een deel al in 2030 gerealiseerd moet zijn. Hiervoor kan deels gebruik gemaakt worden van resterende ruimte in al aangewezen windenergiegebieden, maar er zijn ook nieuwe windenergiegebieden nodig. Er zijn al potentiële nieuwe windenergiegebieden geïdentificeerd, maar welke gebieden daadwerkelijk worden aangewezen wordt bepaald in het Programma Noordzee 2022-2027, dat onderdeel uitmaakt van het Nationaal Water Programma 2022-2027. Ook het benutten van de resterende ruimte in aangewezen windenergiegebieden is in het Programma Noordzee bevestigd; dit geldt ook voor het windenergiegebied IJmuiden Ver (noord). Net op zee IJmuiden Ver Gamma ontsluit IJmuiden Ver (noord).⁷ Door de versnellingsopgave voor windenergie op zee is de Routekaart 2030 geactualiseerd in juni 2022. Net op zee IJmuiden Ver Gamma is hierin opgenomen.⁸

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Zoals in paragraaf 1.1 en 1.2 omschreven is het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma nodig om Nederland te verduurzamen. De uitvoerder van het project is TenneT. Een overzicht van het voorkeustracé is weergegeven in Figuur 3.

1.4 Doelstelling

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee IJmuiden Ver Gamma negatieve effecten heeft op natuurwaarden die beschermd zijn. Om deze reden is aan de volgende wettelijke kaders getoetst.

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water & Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

⁷ Voor het Programma Noordzee 2022-2027, zie: <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/>

⁸ Voor de kamerbrief over de Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, zie: [Kamerbrief over aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)



Figur 3 Overzicht van het kabeltracé van IJmuiden Ver Gamma op zee (boven) en land (onder).

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. Er is in deze beschrijving uitgegaan van het worst-case scenario: de manier van uitvoering die de meeste gevolgen heeft, dus de langste duur, het meeste oppervlak, maximale geluidsproductie et cetera. De daadwerkelijke uitvoering kan hier mogelijk nog iets van afwijken als gevolg van kleine aanpassingen mogelijk hier iets van afwijken. Echter, de effecten zullen altijd minder zijn dan waar in de toetsing vanuit is gegaan.

Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma loopt van het platform IJmuiden Ver Gamma in het noorden van het windenergiegebied, via kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land, naar een converterstation op Maasvlakte 2, tot aan hoogspanningsstation Amaliahaven, zie ook Figuur 1 (in hoofdstuk 1). De aanleg van het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project, het 380kV-hoogspanningsstation niet.

In de activiteitenbeschrijving wordt ingegaan op alle relevante aspecten van de aanleg-, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen van dit project. Deze activiteiten gelden als uitgangspunt voor de in paragraaf 1.4 omschreven toetsingen.

Wanneer in dit rapport wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Gamma (of over het voorkeurstracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen, die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom⁹ (A).
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom (1).
- Een ondergronds kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation (2).
- Een converterstation op land op Maasvlakte 2 voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom¹⁰ (B);
- Ondergrondse kabels (380kV, wisselstroom) van het converterstation naar het 380kV-hoogspanningsstation (3).

Onder Figuur 4 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De relevante details over elk onderdeel worden in de paragrafen hierna verder toegelicht.

⁹ Ook wel Direct Current (DC) genoemd.

¹⁰ Ook wel Alternating Current (AC) genoemd.



Figuur 4 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Platform op zee

Het platform (aangegeven met A in Figuur 4) vormt de interface tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de in het windenergiegebied gegenereerde 66kV-wisselstroom omzet naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2 GW. De exacte omschrijving van het platform is te vinden in paragraaf 2.2.

Kabelsysteem

Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem kan worden opgedeeld in drie hoofddelen:

- Op zee: 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de verbindingsmof (aangegeven met T in Figuur 4) die de zeekabel met de landkabel verbindt (aangegeven met 1 in Figuur 4). Zie ook Paragraaf 2.3.
- Op land: 525kV-gelijkstroomkabel van de verbindingsmof tot het converterstation (aangegeven met 2 in Figuur 4). Zie ook Paragraaf 2.4.
- Op land: de 380kV-wisselstroomkabels die de stroom van het converterstation naar het 380kV-hoogspanningsstation brengen (aangegeven met 3 in Figuur 4). Zie ook Paragraaf 2.4.

Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere delen die aan elkaar geschakeld zijn. Dit is bijvoorbeeld afhankelijk van de maximale kabellengte die fysiek op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het type schakel ('mof') hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale voorkeurstacé is er sprake van vier typen kabelverbindingen die in paragraaf 2.5 worden toegelicht:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels)
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel)
- Mofput (jointlocatie tussen twee landkabels)
- Aardput (jointlocatie tussen twee landkabels in een aardput)

Converterstation

Het converterstation op land (aangegeven met B in Figuur 4) vormt de interface tussen de 525kV-gelijkstroomkabels op land en de 380kV-wisselstroomkabels op land. De belangrijkste functies van het onshore converterstation zijn het omzetten van de gelijkstroom naar wisselstroom en het

omzetten van de spanning van 525kV naar 380kV. Het converterstation wordt verder toegelicht in paragraaf 2.6.

Overig

Naast onderdelen van de aanleg bevat dit hoofdstuk ook een paragraaf over uit te voeren onderzoeken (2.7) en de planning van de totale activiteit (2.8).

2.2 Platform op zee

Het platform op zee vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen voor de export naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de in het windenergiegebied gegenereerde 66kV-wisselstroom omzet naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (september 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van platform IJmuiden Ver Gamma is te zien in Figuur 5. Deze locatie is mede bepaald aan de hand van een eerder uitgevoerde geofysische survey naar de mobiliteit van de zeebodem binnen het platform zoekgebied. Dit heeft geleid tot de locatie met de verwachte minste bodemdaling en -stijging (ofwel bodemdynamiek).



Figuur 5 De ligging van het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, aangegeven met de oranje pijl. Ook de platforms van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zijn zichtbaar. Onderin het figuur is de relatieve locatie op de Noordzee weergegeven.

2.2.2 Ontwerp

In Figuur 6 is een impressie van het ontwerp van het platform te zien. Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket (met heipalen of suction buckets).
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

De belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation (66kV-wisselstroom naar 525kV-gelijkstroom).
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform is gedurende de normale bedrijfsvoering onbemand. Alleen tijdens onderhoud wordt het platform tijdelijk bemand. Hiervoor heeft het platform een modulaire woonruimte.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform gaat per helikopter en boot.
- De fundering (jacket) wordt geplaatst op een steenbed. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 6 Impressie van het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.

- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

2.2.3 Connectie met het windpark en interconnector

Het windpark is verbonden met het platform via 66kV-zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de 66kV-GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning verhoogd naar 525kV-wisselstroom (AC) waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom (DC).

Er wordt 1 extra j-tube gerealiseerd voor een mogelijk toekomstige elektrische 66 kV aansluiting op een olie/gas platform. In het geval de aansluiting daadwerkelijk gerealiseerd zal worden, komt er ook 1 extra 66kV-GIS-baai.

Daarnaast worden er mogelijk nog 4 extra j-tubes geïnstalleerd voor een toekomstige verbinding naar het Verenigd Koninkrijk. Deze verbinding (werknaam 'Windconnector') kan dienen als zogenaamde 'interconnector' tussen het VK en Nederland op momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is. De windconnector is geen onderdeel van het voornemen; voor dit project wordt een aparte procedure doorlopen. Het platform wordt wel windconnector-ready ontworpen door rekening te houden met 4 extra j-tubes en het platform langer te maken (110 m, zie paragraaf 2.2.5).

2.2.4 Voorbereiding

Voorafgaande aan de installatie worden verschillende onderzoeken uitgevoerd op de platform locatie, waaronder een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("cone penetration test") per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om nauwkeurig de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen.

2.2.5 Aanleg

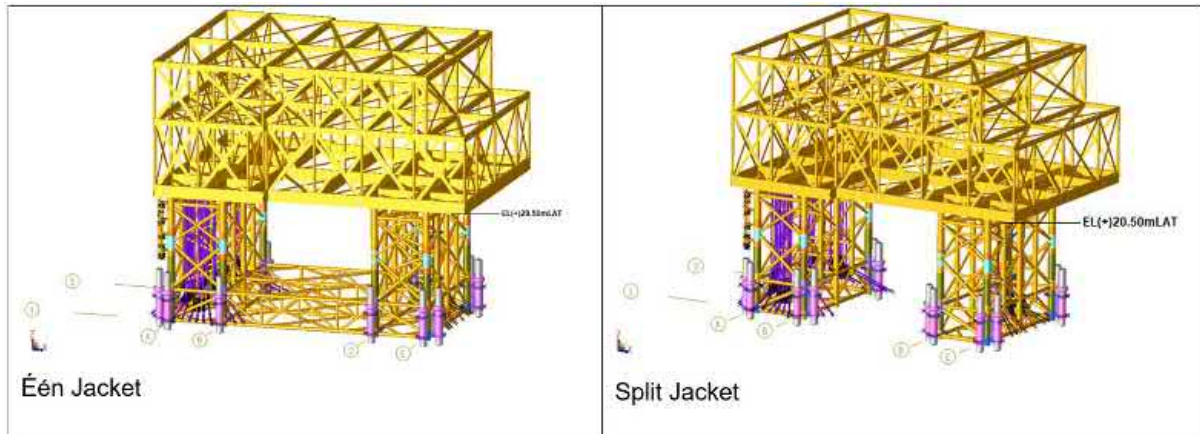
De installatieperiode van het platform duurt naar verwachting ca. 3 maanden. In de gehele aanlegfase van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zal er, gedurende één jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Draagconstructie

De jacket (draagconstructie) van het platform bestaat uit een stalen constructie. Deze wordt bevestigd aan de bodem middels palen of suction buckets. De fundering zal 20-23 meter boven het water uitkomen bij beide bevestigingstypes.

Draagconstructie met palen

Bij de draagconstructie met palen zijn er twee varianten mogelijk, een variant waarbij de constructie bestaat uit één geheel (één jacket) en een variant die bestaat uit twee constructies (split-jacket). De varianten zijn weergegeven in Figuur 7.



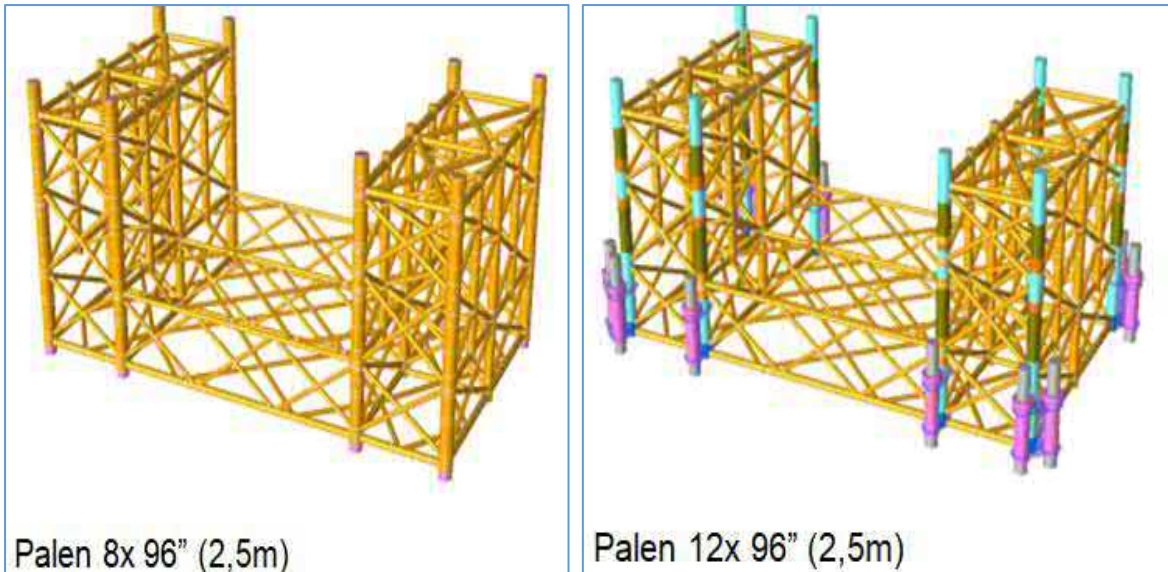
Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket: links "één jacket", en rechts "split-jacket".

Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger ("dredging plough" or "suction hopper dredger"). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt 2 of 3 weken (afhankelijk van het weer).

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket, en door de steenbestorting, in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer een dag per paal. De palen worden vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem is verankerd. De installatie duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket komt daarom vrijwel kant-en-klaar aan op locatie. Hiervoor wordt een transportschip gebruikt. De aanleg van de jacket duurt waarschijnlijk tussen de 5 en 10 dagen. Het gebruikte materieel is een kraanschip met 54.000 kW vermogen. Dit kraanschip is naar verwachting 168 uur bezig en draait tijdens de werkzaamheden op 50% belasting. Daarnaast worden er twee sleepboten, met 14.000 kW vermogen, 48 uur ingezet. Deze draaien op 20% belasting. Rond de installatieperiode zijn er daarnaast schepen vereist voor materiaal, logistieke ondersteuning en onderzoek (survey). Een impressie van het plaatsen van het jacket is weergegeven in Figuur 8.

Voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 (worst-case) palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De palen worden worst-case 80 meter diep de zeebodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Het hamertype dat gebruikt wordt bij het heien is de IHC-S-2500, maar mogelijk ook een zwaardere type hamer (IHC-S-3500). Deze zwaardere hamer zal echter worden afgekapt bij dezelfde hoeveelheid hei-energie, en zal bij deze hei-energie minder geluidsenergie opleveren. De duur van het heien van één paal is maximaal 2 tot 3 uur. Worst-case duurt de gehele installatie van één paal (inclusief de andere zaken naast het heien alleen) één dag en zijn er dus 16 dagen nodig zijn voor het installeren van alle palen.



Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, rechts de optie met 12 palen

Draagconstructie met suction buckets

Bij een jacket met suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van ca. 8 meter. Een impressie van een fundering met suction buckets is weergegeven in Figuur 9. Het oppervlak van de fundering is ca. 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet, waarna het water uit de buckets wordt weggepompt. Hierdoor ontstaat onderdruk en worden de buckets als het ware het zeebed ingezogen. De buckets gaan 6 tot 8 meter de zeebodem in. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is 2 tot 3 dagen. Bouw en installatie zijn gelijk aan dat van een stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 10 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 9 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 10 Impressie van het plaatsen van een jacket

Erosiebescherming en elementen op en rondom de jacket

Om erosie tegen te gaan rond het platform wordt er erosiebescherming aangebracht. Worst-case gebeurt dit tot 20 meter rondom het platform, ongeacht het type draagconstructie. Dit gebeurt daarnaast ook tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels, na 100 meter afstand van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. Verder zijn enkele extra stroken van erosiebescherming voorzien om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken. Hefbakken worden gebruikt om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen. Gezamenlijk leidt dit tot een worst-case oppervlak van ca. 15.000 m² (1,5 ha) waar erosiebescherming wordt toegepast.

Bodembescherming rond het platform bestaat uit een grindlaag met daarop stenen. Op kabels worden zakken met stenen (rock-bags) toegepast. Mogelijk wordt het type bodembescherming nog aangepast naar nieuwe inzichten, bijvoorbeeld vanuit een natuur inclusief ontwerp. Aanpassingen zullen binnen deze worst-case blijven. Het plaatsen van de bodembescherming gebeurt met een 'fall pipe vessel' met een vermogen van 10.000 kW en duurt 4-6 dagen. De fall pipe vessel draait tijdens deze werkzaamheden op 50% belasting.

Ter voorkoming van roest op de draagconstructie worden er aluminium-ionen anodes op de draagconstructie geplaatst.

Vanuit het oogpunt van een natuur inclusief ontwerp is er rondom de jacket een combinatie van de volgende maatregelen beoogd om mariene fauna te ondersteunen en de biodiversiteit te bevorderen:

- Vishotels aan de jacket, de volgende punten zijn belangrijk voor de vishotels:
 - De vishotels moeten worden geplaatst op zo'n manier dat de installatie procedure, de j-tubes en structureel gebruik van het platform niet worden beïnvloed.
 - De vishotels zullen minimaal 10 meter onder het wateroppervlak geplaatst worden. De exacte locatie van de vishotels is afhankelijk van de stabiliteit van de structuur en het gebied waar het meeste ecologische succes behaald kan worden. Dit wordt bepaald door de interpretatie van een mariene ecooloog.
 - Er zullen minimaal negen vishotels geplaatst worden die de biodiversiteit lokaal positief beïnvloeden en die als een kraamkamer voor vissen kunnen functioneren.

- De vishotels moeten onderhoudsvrij zijn tijdens de gehele levensduur van het platform.
- De levensduur van de vishotels en de connectie met het platform moeten even lang zijn als de levensduur van het platform.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
 - Extra steenlagen met een grootte die afwijkt van de standaard grootte van 40-200 kg, 60-300 kg of 300-1000 kg. De extra steenlagen mogen er niet voor zorgen dat alle gaten en spleten worden opgevuld.
 - Gaten en spleten in de bovenste laag met een diameter van ten minste 10 cm en maximaal 30 cm en een diepte van ten minste 20 cm en maximaal 50 cm.
 - De stenen moeten niet of maar een klein beetje kunnen bewegen.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
 - Ten minste 15% van de steenbestorting moet bedekt zijn met een speciale ecologische functie.

Topside

De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter in omvang. De hoogte is circa 45 m. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten. De constructie van de topside vindt plaats op land. De topside kan daarom vrijwel kant-en-klaar worden aangeleverd op locatie, hiervoor wordt een transportschip gebruikt. Het plaatsen van de topside gebeurt met een kraanschip en duurt tussen de 1 en 3 dagen, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. De topside zal hierna aan de jacket worden vast gelast.

Nadat de draagconstructie en topside zijn geïnstalleerd, zal een tijdelijk mobiel werkplatform (“jack-up”) naast het platform worden geplaatst. Dit mobiele platform dient als basis om het werk voor de inbedrijfstelling van het platform te faciliteren. Dit mobiele platform zal 1 tot 1,5 jaar in gebruik blijven, afhankelijk van de accommodaties op het vaste platform kan deze periode verder worden verkort.

Vaarbewegingen

Voor de aanleg van het platform zijn een aantal vaarbewegingen nodig. Deze staan weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Vaarbewegingen voor de aanleg van het platform op zee.

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen t.b.v. platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Sleepboot	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam

2.2.6 Gebruik en onderhoud

Gedurende de gebruiksfase wordt geluid geproduceerd door transformatoren in de topside. Daarnaast worden in de eerste 6-9 maanden van het platform, wanneer de kabels uit het windpark nog niet zijn verbonden, twee permanente dieselgeneratoren ingezet die ook geluid produceren. Dit is ook het geval tijdens onderhoud (hieronder beschreven) of een black-out. Het

luchtkoelingsysteem produceert daarnaast ook geluid. Deze geluidsbronnen zijn allen continu van aard.

Bovenwater zal het geluid bij een rustige zee mogelijk waarneembaar zijn in de directe omgeving. Dit betreft een laag, zoemend geluid. Bij wind of golven zal dit geluid gemaskeerd worden. Als gevolg van trillingen kan ook onderwatergeluid optreden via doorgifte van de trillingen via de fundaties naar het fundatiedeel onderwater. Doorgifte van trillingen wordt tot een minimum beperkt aangezien trillingen van invloed zijn op de constructie en werkomstandigheden op het platform. Het onderwatergeluidsniveau ten gevolge van de trillingen is dan ook naar verwachting zeer beperkt.

In de exploitatiefase treden geluid en trillingen op bij het platform ten gevolge van het in bedrijf zijn van de transformatoren op het platform die de aangevoerde stroom van de windturbines omzetten naar gelijkstroom. Daarnaast treedt geluid bij het schakelen van verbindingen. Het schakelen gaat gepaard met een 'knallend' geluid. Een eenmalige piek door het in- of uitschakelen van de verbinding. In principe is de verbinding ingeschakeld. Incidenteel kan er sprake zijn van een schakeling door een storing of onderhoud, dit betreft maximaal een aantal malen per jaar. Het geluid is bovenwater enkel waarneembaar in de directe omgeving van het platform.

Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform onderhouden, inclusief groter onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De hieronder beschreven uitgangspunten omtrent onderhoud zijn worst-case, in praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is.

Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt ongeveer vier weken in beslag. Tijdens deze periode worden 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd. Hiervoor zijn ca. 35 helikoptervluchten (vlieghoogte 300 tot 610 meter) vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast 4 vaarten met een (bevoorraders-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform moet worden gebracht, wordt het aantal helikopter vluchten verlaagd naar 5 tot 10. Het aantal vaarten met een (bevoorraders- of crewtransfer-) schip wordt verhoogd naar ca. 29. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

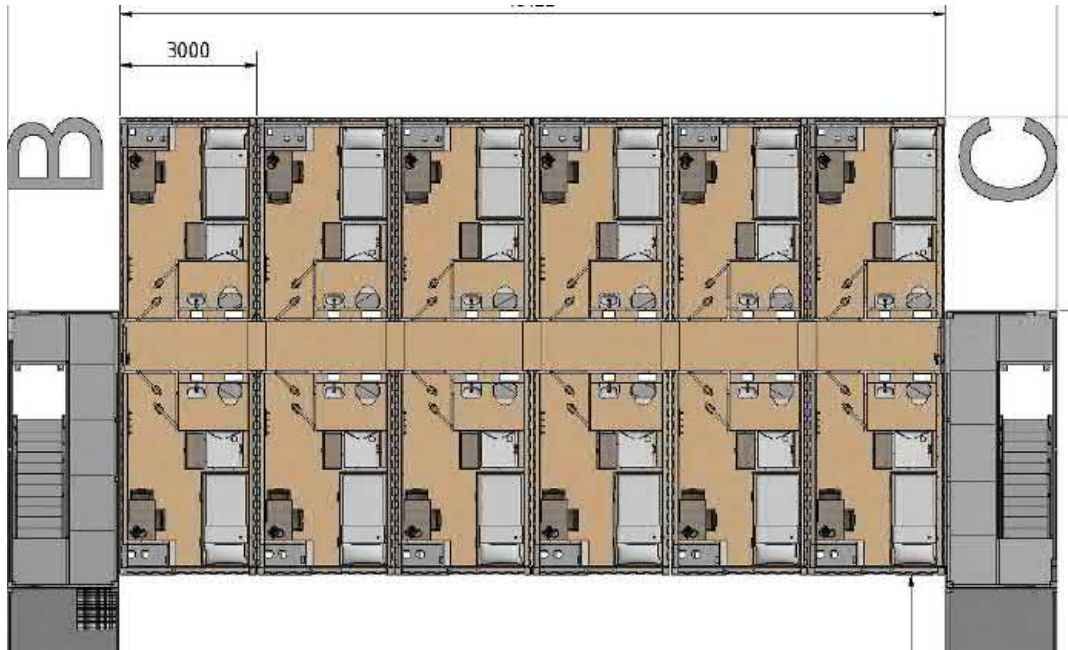
Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud. Er is geen inzet van schepen tijdens ongepland onderhoud.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

2.2.7 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopterdek. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de

bemanning in verblijfsruimtes in containers op het bovendek (Modular Living Quarters (MLQ)). Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen door middel van stapelbedden. Tijdens regulier onderhoud gedurende de gebruiksfase van het platform verblijven er echter 48 mensen. Een impressie van een verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Impressie van een verblijfsruimte.

2.2.8 Water, afwatering en toiletsystemen

Er wordt een zeewaterpomp geïnstalleerd om daarmee lokaal drinkwater te maken voor de bemanning en het schoonmaken van het platform. In het geval dat het platform bemand is pompt de zeewaterpomp ca. 20 m³ per dag op. Voor de schoonmaakwerkzaamheden wordt het platform gereinigd met zoetwater middels hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een gehele 'deckwash' zal ongeveer 30 m³ aan water worden gebruikt. Het water voor de schoonmaak zal, indien niet gecontamineerd, direct op zee geloosd worden. Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, ook in zee geloosd worden. Hemelwater dat mogelijk wel gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in een vuilwatertank. Dit is een tank van 20m³ en de inhoud ervan wordt niet geloosd, maar naar land gebracht. De tank kan gedemobiliseerd worden.

Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zijn normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie) aanwezig. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform komen verbrandingstoiletten en urinoirs. De sewage plant zal ongeveer 10 m³/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan. Het meeste van die 10 m³/dag zal na verwerking

worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid zal in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore supportschip.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Wanneer het platform kortstondig met een kleine crew bezocht wordt (voor ongepland onderhoud), wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten, deze 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden.

2.2.9 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Uitgangspunt bij het opstellen hiervan is dat verlichting binnen 150 meter uitdooft naar 0,1 lux. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan het Bevoegd Gezag (RWS/LNV) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

2.2.10 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft als doel om betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die tijdens deze calamiteiten genomen moeten worden. In het veiligheidsplan wordt een onderscheid gemaakt tussen calamiteiten met betrekking tot het personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij of met het milieu. Het veiligheidsplan zal niet alleen ingegaan op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Ook wordt een bereikbaarheidsschema opgenomen dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet. Alle details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.

Bij noodgevallen leveren twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van het transport van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olie lekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit

opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, wordt het water geloosd.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformator kamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

2.2.11 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving, blijven de funderingen deels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Mogelijk krijgen ze nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soortgelijke methode. Bij verwijdering van de jacket worden de palen minimaal 6 meter onder de zeebodem verwijderd. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als worst-case beschouwd, dit is daarmee dus niet de maatgevende fase. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Op deze manier zijn ook de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zee loopt vanaf het platform tot de verbindingsmof met de landkabels achter de duinen bij de Maasvlakte, zie Figuur 3. Dit betreft een afstand van 156,7 km.

Parallelligging

Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma ligt over 79 km parallel aan de tracés van zowel Net op zee IJmuiden Ver Alpha als Beta. Daarnaast ligt offshore nog eens 49 kilometer van het Gamma tracé parallel aan alleen het Beta tracé (Figuur 12). De parallelligging van kabels is voordelig, dit zorgt namelijk voor een verkleining van de vereiste corridorbreedte. Ook kunnen er, afhankelijk van de situatie, gegevens van eerder uitgevoerde surveys worden gebruikt.



Figuur 12 Weergave van de parallelligging van de IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma tracés

2.3.2 Kabelconfiguratie

De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels. De kabels hebben een buitenste diameter van 180 mm (525kV-gelijkstroomkabels, +/-), 160 mm (metallic return kabel) en 40 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het voorkeustracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid. Voor de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 13):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen (ofwel gebundeld);
- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (ca. 5 m) van de plus- en de minpool liggen (twee bundels van twee).



Figuur 13 (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts)

De keuze voor kabelconfiguratie heeft geen gevolgen voor de corridorbreedte en ligging van het tracé maar heeft wel gevolgen voor de aanlegwijze. Dit wordt in de onderstaande twee paragrafen verder uitgelegd.

(1x4)-kabelconfiguratie

De (1x4)-kabelconfiguratie is de standaard aanlegmethode. De kabel kan met één schip aangelegd worden. Het nadeel aan deze configuratie is dat de kabel minder flexibel is, waardoor manoeuvreren lastiger wordt.

(2x2)-kabelconfiguratie

De (2x2)-kabelconfiguratie is de andere aanlegmethode. De kabelconfiguratie is flexibeler dan in geval van de (1x4), en daardoor makkelijker aan te leggen. Wel zullen effecten op het milieu groter zijn aan de (1x4)-kabelconfiguratie en is er voor het leggen van de kabel een extra schip nodig. De twee bundels worden 5 meter van elkaar gelegd waardoor er meer moet worden gebaggerd en getrencht (wat extra habitataantasting en vertroebeling oplevert), er zal meer scheepsverkeer nodig zijn (extra verstoring) en bij de (2x2)-kabelconfiguratie is er een groter en sterker elektromagnetisch veld. Deze effecten worden verder toegelicht in deel B. In deel B zal als worst-case de (2x2)-kabelconfiguratie worden aangehouden.

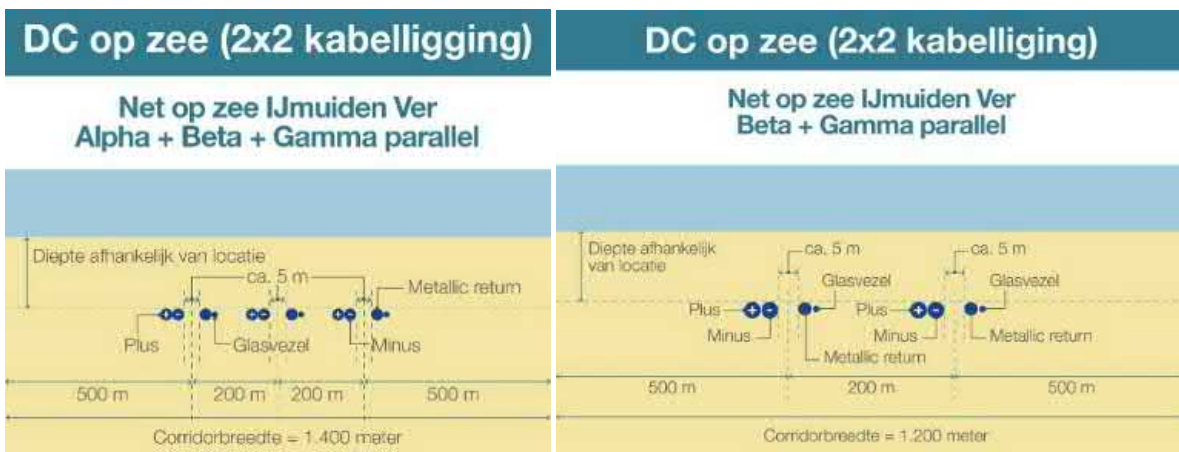
2.3.3 Veiligheidscorridor

Het kabelsysteem heeft een post-constructie exclusie zone (“post construction exclusion zone”) buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden (Figuur 14). Het voorkeurstracé kruist op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de gemeente Rotterdam. Op verzoek van het Havenbedrijf Rotterdam wordt binnen dit gemeentelijk ingedeeld gebied een smallere corridorbreedte voor de kabel gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 200 (2x100) meter, welke later mogelijk nog teruggebracht wordt tot 100 (2x50) meter (Figuur 14).



Figuur 14 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust in gemeentelijk gebied (rechts)

Bij parallelligging van 2 of meer tracés op zee kunnen de onderhoudszones van verschillende verbindingen gecombineerd worden. De totale breedte van de corridor is daardoor bij parallelligging smaller dan de som van aparte verbindingen. Bij individuele ligging van de tracés voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zou dit leiden tot een corridor van 3.000 meter breed (3 x 1.000 m). Op stukken waar de kabel parallel ligt aan het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta (zie paragraaf 2.3.1) is er een corridorbreedte van 1.400 meter vereist. Wanneer er een parallelligging is met Net op zee IJmuiden Beta dan is er een corridorbreedte van 1.200 meter vereist, zie Figuur 15.



Figuur 15 De corridorbreedte op delen waar Gamma parallel ligt aan zowel Alpha als Beta (links) en alleen aan Beta (rechts)

2.3.4 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, wordt de kabel ingegraven. Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma begraven worden is afhankelijk van verschillende factoren. Er zijn voorschriften vanuit de Nederlandse wet en/of vergunningen, welke gebruikt worden als maatstaf voor de absolute minimumdiepte. Deze schrijven in het kustgebied (tot drie kilometer uit de kust) een minimale gronddekking van 3 meter voor. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter aangehouden buiten de Eurogeul, het verkeersscheidingsstelsel en buiten de veiligheidsmarge tussen het verkeersscheidingsstelsel dan wel clearway en de windparken. Voor deze gebieden wordt een specifieke diepte voorgeschreven in de waterwetvergunning.

Daarnaast moet er ook rekening gehouden worden met de maximale gronddekking, dit is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden als gevolg van de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter onder de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen, een indicatie van de meest voorkomende aanlegtechnieken is weergegeven in Tabel 4. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname.

Het voorkeustracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT voert een RBBB (*Risk Based Burial Depth*) studie uit om te kunnen bepalen voor het hele voorkeustracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.¹¹

Er zijn ook snel bewegende ‘zandgolven’ van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze zandgolven. Er zijn twee methodieken waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd: Of de zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

De ingraafdiepte is afhankelijk van de onderhoudsstrategie van TenneT, vergunningseisen en onder andere de plaatselijke morfologische dynamiek. De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd.

In het kustgebied geldt er een minimale gronddekking van 3 meter, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een worst-case trenchdiepte van 5 meter betekenen. Buiten het kustgebied geldt er een minimale gronddekking van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem in een VSS en is er een worst-case trenchdiepte van 3 meter.

2.3.5 Kabel aanleg

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeustracé zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geofysische survey. Ook worden de archeologische waarden in kaart gebracht en kan er nog rerouting binnen de corridor plaatsvinden wanneer deze waarde aanwezig zijn. Ook zijn kruisingen met bestaande kabels en leidingen en andere obstakels onderzocht. Er zijn in totaal 23 kabelkruisingen (offshore) benodigd. In onderstaande tabel is dit weergegeven:

¹¹ Dit is een bureaustudie.

Tabel 3 De benodigde kabelkruisingen voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma (van zuid naar noord). IS = In Service, OOS = Out Of Service.

Nr	Naam	Eigenaar	Soort	Status
1	BRITNED-route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
2	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
3	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
4	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
5	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
6	Hermes 1 (tussen 5 en 6)	GTS	Telecom	OOS
7	COAM	Pipiper	Telecom	Planned
8	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
11	PL0173	Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS
12	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
13	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
14	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Planned
15	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	KB0113 (NL to UK)	Scylla	Telecom	Planned
18	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	IS
19	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
20	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
21	PL0125	Wintershall Noordzee B.V.	Pijpleiding	OOS
22	BT North Sea KB0107	British Telecom	Telecom	Planned
23	PL0176 Balgzand to Bacton Gas	BBL Company V.O.F.	Pijpleiding	IS

Pre-installatie voorbereidingen

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt een UXO- en pre-survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van deze surveys is om de gegevens die bepaald zijn met de initial route survey (paragraaf 2.3.5) te updaten. De actuele bodemomstandigheden langs de route worden nauwkeurig verkend, waaronder ook de aanwezigheid van mogelijke (nieuwe) obstakels. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor (micro re-routing). Hierbij wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met de aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobiliteit in relatie tot de noodzaak tot onderhoud, zodat het vereiste baggerwerk tot een praktisch minimum beperkt wordt. Ook wordt de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels bepaald en worden overige obstakels (zoals niet gesprongen explosieven, puin etc.) in kaart gebracht, zodat deze kunnen worden vermeden of verwijderd.

Pre-installatie route clearance

Na het pre-installatie zeebodemonderzoek vinden de volgende ingrepen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel: Een grapnel is een haak (sleeponder) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel, zoals visnetten en dergelijke, van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.
- Verwijderen van mogelijk geïdentificeerde niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.

- Omgang met niet eerder geïdentificeerde in gebruik zijnde telecomkabels: Het is gebruikelijk gebleken dat onbekende kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Gamma met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Baggeren zandgolven: Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven, zonder door aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobilititeit gehinderd te worden, worden waar nodig deze secties gebaggerd. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zijn zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is normaliter zo'n 14 meter per kabel, 20 meter in geval van de (2x2)-kabelconfiguratie. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Eventuele pre-burial run: Als er een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt (gebaseerd op de surveys), wordt een pre-burial run overwogen. Dit houdt in dat voordat de kabel wordt gelegd op de geïdentificeerde secties, dezelfde begraaftechniek wordt toegepast maar dan zonder kabel. Als dit niet succesvol blijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie

Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Voor het aanleggen van de kabel op zee zijn er twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 16):

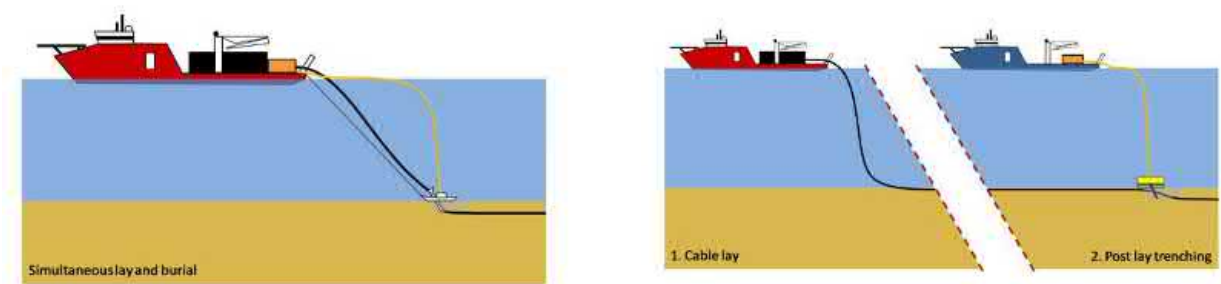
'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden met een snelheid van ca. 250 m/u. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt. Dit gaat over het algemeen door jettrenchen. Hiervoor zijn dan geen baggerwerkzaamheden nodig. Deze methode wordt *nearshore* gebruikt; de lengte van het nearshore tracé is ca. 10 km.¹²

'Post Lay Burial' (PLB)

Bij de aanleg van de kabel wordt er eerste gebaggerd (pre-sweepen). In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Leggen gaat met ca. 500 m/u en begraven met ca. 250 m/u. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft. Deze methode wordt *offshore* toegepast; het gaat om een lengte van 147 km.

¹² Nearshore is het gebied vanaf de doorlopende -10 m LAT lijn



Figuur 16 Simultaneous Lay and Burial (links) en Post Lay Burial (rechts)

Verschillende apparatuur en schepen kunnen worden gebruikt voor het ingraven van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een 'burial assessment' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur die zij kunnen bieden (Tabel 4). Over het algemeen zal nearshore gekozen worden voor SLB aanleg, en verder offshore voor PLB.

Tabel 4 Een indicatie van de meest voorkomende ingraaftechnieken

Techniek	Beschrijving
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig. De toegepaste techniek is verder hetzelfde als het hierboven beschreven jetten.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)rees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden. Dit kan ook door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. <i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemmateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De

	afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass flow excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass flow excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodemmateriaal als zand.
--	--

Dicht bij de kust dienen soms andere ingraaftechnieken te worden gebruikt omdat er niet genoeg diepgang is voor de normaal gebruikte vaartuigen (zie Tabel 5). Deze vereisen een transportbak ('barge') die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 5 Een indicatie voor ingraaftechnieken die geschikt zijn voor nabij de kust

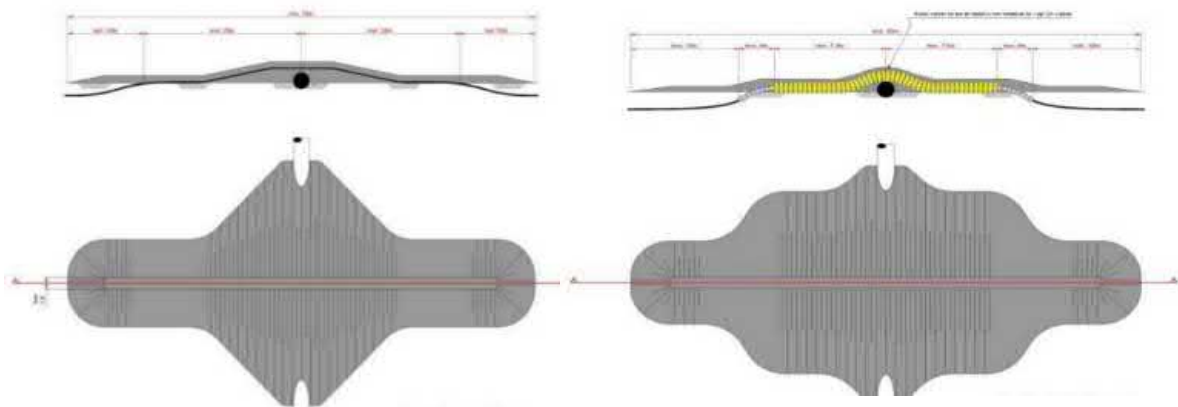
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluide gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

Bijzondere locaties langs het tracé (moflocaties en kruisingen)

De kabel bestaat niet uit één stuk van ca. 165 kilometer maar uit meerdere aparte delen. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het is de verwachting dat er 40 tot 60 kilometer kabel kan worden opslagen op het kabelinstallatieschip. Om de aparte stukken kabel te verbinden zijn moflocaties ('offshore joints') vereist. Een moflocatie is een soort kleine metalen omhulling. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.5.1.

Voor het kruisen van de 23 kabels en pijpleidingen van derden (zie Tabel 3), kunnen diverse methoden worden toegepast. Elke methode zorgt voor een scheiding van 0,3 meter of meer tussen de twee kabels of de kabel en een leiding. De keuze voor de exacte kruisingsmethode gaat in overleg met de andere partij. In de volgende alinea worden enkele mogelijkheden toegelicht.

Een scheiding is mogelijk middels het plaatsen van stenen of een speciaal scheidingsstelsel, met beide een buitenste beschermlaag van stortsteen (Figuur 17 links en rechts). Hiernaast kan ook een scheiding door zand- of groutzakken, steennetten of een 'mattress' van betonnen blokken worden gerealiseerd, weer met een buitenste bescherming door stortsteen. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. Het toepassen van de 'mattress' van betonnen blokken vereist bijvoorbeeld door instabiliteitsrisico's een korte doorlooptijd tussen de installatie van het 'mattress', het leggen van de kabel en het storten van het stortsteen. Zoals gezegd gaat de keuze voor de kruisingsmethode in overleg met de te kruisen partij.



Figuur 17 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een dwarsdoorsnede zien en onder het bovenaanzicht.

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een ‘as built’ survey uitgevoerd worden, om de werkelijke begraafdiepte langs het voorkeurstracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase van de kabel worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs het tracé, o.a. om de actuele begraafdiepte te bepalen. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan hier aanvullende steenstorting plaatsvinden. Verder kan herstel van een kabelstoring nodig zijn als een kabel defect raakt, dit kan zowel een interne als externe oorzaak hebben.

Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Gezien methodes als baggeren of trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen.

2.4 Kabels op land

2.4.1 Route kabel

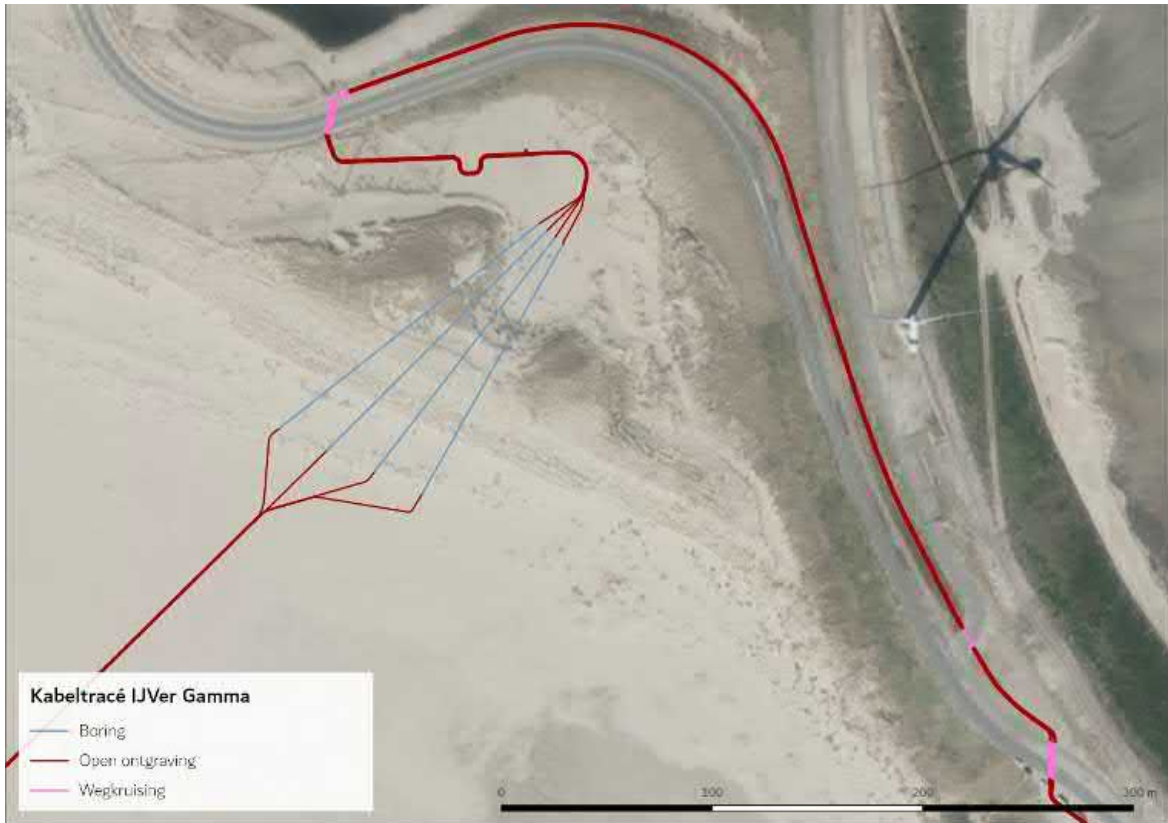
Het voorkeurstracé op land overbrugt een afstand van 8,2 km en is weergegeven in Figuur 18. De route van de kabels op land begint op het strand van de Maasvlakte. De kruising van het strand vindt plaats met open ontgraving. Vervolgens zullen de kabels door gestuurde boringen vanuit de landzijde naar het strand toe onder de duinen worden getrokken. Het tracé maakt vervolgens een korte lus in westelijke richting via een open ontgraving en kruist de Maasvlakteboulevard naar de

noordzijde van deze weg, middels een boring (Figuur 19). Het tracé vervolgt in oostelijke richting, parallel aan de Noordzeeboulevard tot aan de beschermingszone van de waterkering (C2-bocht), zie Figuur 20. Door middel van een boring zal het tracé de Maasvlakteweg kruisen en in noordelijke richting vervolgen en parallel lopen aan spoor en weg (via open ontgraving en persing). Ter hoogte van de CER (Container Exchange Route) volgt een boring in westelijke richting naar het converterstation.

De kabels op land bestaan uit 525kV-gelijkstroomkabels die de stroom naar het converterstation brengen en 380kV-wisselstroomkabels vanuit het landstation die aansluiten op het 380kV-hoogspanningsstation Amaliahaven. De 380kV-kabels lopen over het terrein van TenneT en worden via open ontgraving gelegd.



Figuur 18 Voorkeurstracé op land vanaf aanlanding (linksonder) tot converterstation.



Figuur 19 Detailweergave van de aanlanding en de ligging van het tracé langs de Maasvlakteboulevard.



Figuur 20 Detailweergave van het tracé langs de Noordzeeboulevard.

Parallelligging

Het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma ligt geheel parallel aan het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta (Figuur 21). Dit betekent dat de corridors van de verbindingen gecombineerd kunnen worden wat leidt tot minder ruimtebeslag. De landtracés voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta worden tegelijk aangelegd. Dit wordt in de volgende paragraaf verder toegelicht.



Figuur 21 Parallelligging voor de kabeltracés van IJmuiden Ver Beta en Gamma.

2.4.2 Aanleg

Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma

Uitgangspunt voor de aanleg van het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma is dat het gelijktijdig wordt aangelegd met het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta. In de effectbeoordeling van het tracé op land is uitgegaan van een gecombineerde corridor voor de open ontgraving, boringen en persingen. Alle effecten zijn dus cumulatief getoetst. De gecombineerde corridor is slechts enkele meters breder dan een corridor voor één verbinding. De fysieke ingreep in de bodem en daarmee eventuele aantasting van vegetatie is iets groter, maar vele malen kleiner dan in een situatie dat beide kabeltracés los van elkaar worden aangelegd. De aanleg zal enkele weken langer duren. Echter, de locatie wordt hierdoor wel slechts één keer verstoord.

Open ontgraving

Bij een open ontgraving worden de verschillende bodemlagen apart afgegraven en neergelegd. Na het leggen van de kabel wordt de open ontgraving weer dichtgemaakt waarbij de oorspronkelijke aardlagen weer in de correcte volgorde worden teruggeplaatst. De breedte van de ontgraving hangt af van lokale bodemcondities, de diepte is ca. 1,6 meter. Een open ontgraving wordt gedaan in segmenten van maximaal 1.200 meter. Twee aangesloten segmenten (plus één mofput, zie

paragraaf 2.5) vormen samen één bemalingssegment. Indien nodig wordt in dit bemalingssegment regen- en/of grondwater uit de trench gepompt, de duur van de bemaling is 3-4 weken per bemalingssegment. Het opgepompte water wordt, in overeenstemming met de vergunningsvereisten, in nabijgelegen oppervlaktewater geloosd. Naast de trench wordt, indien nodig, een tijdelijke werkweg aangelegd voor het verplaatsen van zware apparatuur. Waar nodig wordt de bodem en/of weg beschermd met beschermmatten. Op de Maasvlakte worden standaard geen Zakelijk Recht Overeenkomsten (ZRO's) afgesloten. Hierdoor is geen sprake van een ZRO-strook, maar van een belemmerende strook.

De kabelconfiguratie en werkstrookbreedte voor de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma door open ontgraving is weergegeven in Figuur 22. De maximale tijdelijke werkstrookbreedte is circa 33 meter.



Figuur 22 De kabelconfiguratie bij open ontgraving van parallel gelegen delen van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta.

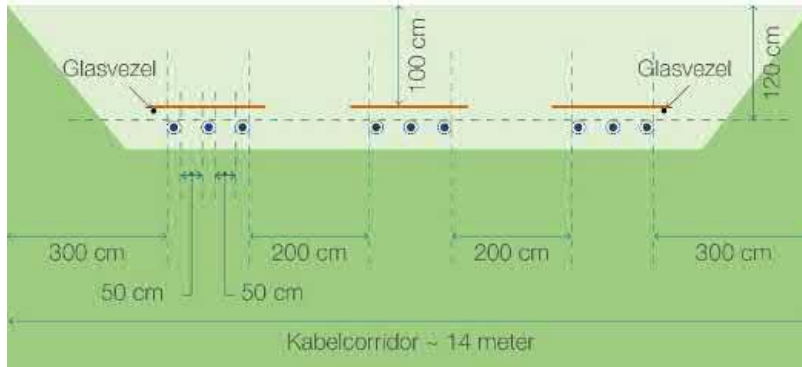
De kabels worden gelegd met rollers, kabelspanners en lieren en worden op een bodem van opvulzand gelegd. Er volgt een dekking van ongeveer 200 mm van hetzelfde zand en een laag beschermingstegels (vaak rood met waarschuwingstekst). De trench wordt direct na het leggen van de kabels afgesloten met de originele grond. Eventuele overtollige grond wordt gelijkmatig over het projectgebied verspreid, waardoor de grond in de toekomst enigszins kan worden verdicht. De verdichting zorgt voor een stabiele bodem en voorkomt bodemdaling op maaiveld.

De installatiewerkzaamheden duren ongeveer zes tot tien weken per kilometer 525kV-gelijkstroomkabel.

Figuur 23 weergeeft de open ontgraving voor de 380kV-kabel (AC). De AC-verbindingen gaan ondergronds over terrein van TenneT, en worden direct naast converterstation Beta via open ontgraving gelegd. De AC kabels zullen door voor geïnstalleerde HDPE (hoge dichtheid Polyetheen) buizen worden aangelegd onder de rondweg op het converterstation. Voor de 380kV-kabel is de 'worst-case' situatie weergegeven waar de twee AC-kabels van Gamma samenkomen bij een van de AC-kabels van Beta.

AC 380 kV op land

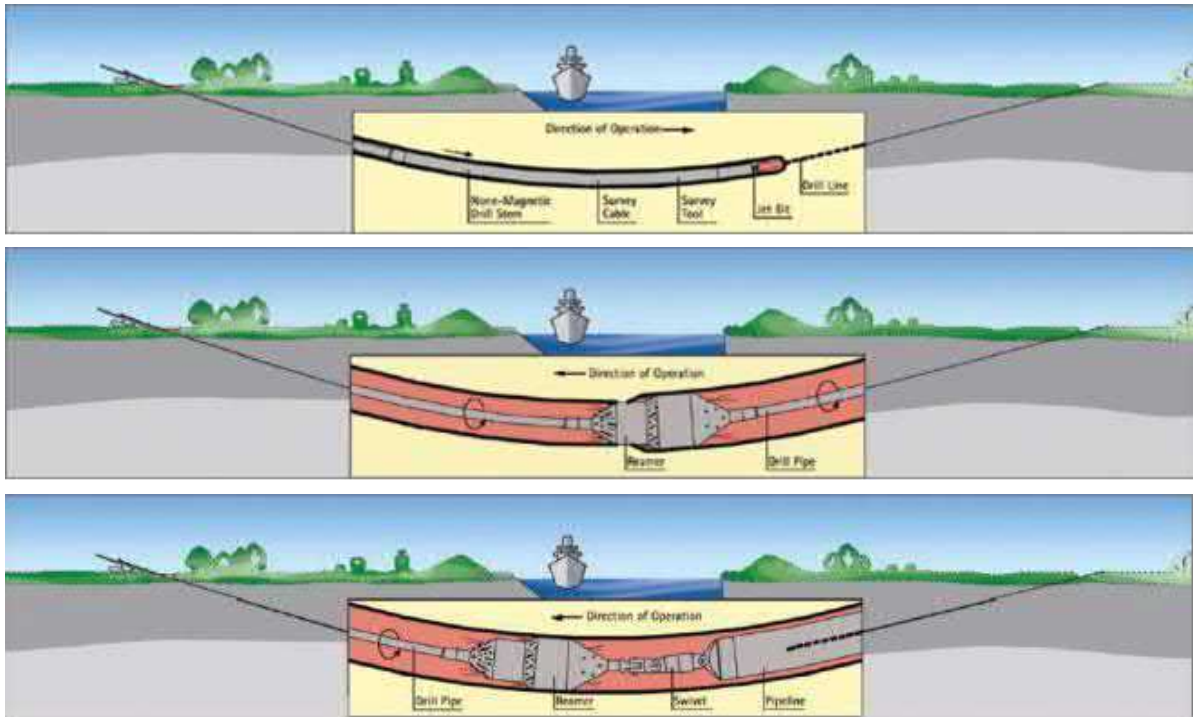
Open ontgraving



Figuur 23 De kabelconfiguratie bij de aanleg van de 380kV-kabels

Boringen

“Horizontal directional drilling” (HDD, Horizontaal gestuurde boring) is de voorkeursmethode voor boren. Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 24). Eerst wordt van het intredepunt naar het uitredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door één of meerdere keren een verruimende boor door het gat heen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een pijp door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de pijp in het gat getrokken. Wanneer de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van 1 boring duurt ongeveer twee weken. Voor Gamma zijn vier boorgaten nodig om alle kabels te leggen. Omdat de glasvezelkabel voor Gamma dezelfde boring gebruikt als de glasvezelkabel voor Beta zijn er maar een drietal aanvullende boringen nodig om de kabels te leggen. De maximale lengte van een boring is 1.200 meter vanwege restricties in het kabeltransport.



Figuur 24 De drie stappen van een horizontale boring

De benodigde ruimte naast de boorlocatie moet voldoende zijn voor de boorinstallatie zelf en bijbehorend materieel. Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is ca. 20.000 m² nodig. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen. Het verdere tijdelijke werkgebied bij het in- en uittredepunt is afhankelijk van de lengte en het type boormaterieel. Gebruikelijke afmetingen staan in Tabel 6.

Tabel 6 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD lengtes, t = ton

HDD lengte	Ruimte HDD materieel	Materieel
<500 meter	25 x 30 m = 750 m ²	100 t
500 - 1.000 meter	30 x 50 m = 1.500m ²	100 – 150 t
>1.000 m	50 x 50 m = 2.500 m ²	250 t en meer

De kabelconfiguratie in het geval van een boring is weergegeven in Figuur 25. Voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta wordt een corridor van 22 meter aangehouden, exclusief een tijdelijke werkstrook van 2,5 meter aan weerszijde, wat leidt tot een (tijdelijke) corridor van 27m.

DC op land

Boringen (HDD) Gamma + Beta



Figuur 25 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij boring (HDD) van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta.

Persingen

Persing is een sleufloze techniek om leidingen horizontaal onder de grond te leggen, bijvoorbeeld onder een weg, spoorweg of waterweg. Hierbij worden eerst twee putten gegraven: de persput en de ontvangstput. De leiding wordt dan van de persput naar de ontvangstput geperst met hydraulische of pneumatische kracht. De buizen zijn voornamelijk uitgevoerd in metalen buizen. De kabelconfiguratie en belemmerende strook bij een persing onder een weg en onder het spoor voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta zijn weergegeven in Figuur 26 en Figuur 27.

DC op land

Persingen Beta + Gamma parallel



Figuur 26 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij persing van het landtracé onder een weg voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta.

DC op land

Persingen onder spoor Gamma + Beta



Figuur 27 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij persing onder het spoor voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta.

Gebruik en onderhoud

In principe vindt er geen onderhoud plaats aan de kabels, behalve als er calamiteiten zijn. In dat geval wordt de kabel opgegraven en hersteld, waarna de ontgraving weer wordt afgedicht.

Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen. De methode voor het verwijderen van de kabels op land zal vergelijkbaar zijn met de methode die wordt gebruikt tijdens de aanlegfase. Als worst-case scenario worden de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.5 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere delen die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel ('mof') hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale voorkeustracé is er sprake van vier typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder verder worden toegelicht:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels)
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel)
- Mofput (jointlocatie tussen twee landkabels)
- Aardput (jointlocatie tussen twee landkabels in een aardput)

2.5.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt er daarom uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) omvat een relatief kleine ingreep met een afmeting van ca. 6 m x 0,5 m en is als

het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft, vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie. De precieze lengtes van de kabeldelen en daarmee de ligging van de moflocaties kunnen op dit moment nog niet worden bepaald, maar een moflocatie wordt altijd aangelegd in lijn van het tracé, binnen het ruimtebeslag van de reeds aanwezige werkterreinen. Er wordt geen separate voorziening in de waterbodem aangebracht. De kabels worden op het schip met elkaar verbonden en vervolgens vindt het begraven van de verbinding op dezelfde manier plaats als voor de overige kabel delen.

2.5.2 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een *verbindingsmof / 'transition joint'* (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een soort 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat via een mofput van ongeveer 50 m² waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. De ligging van de mofput ten opzichte van de kust is te zien in Figuur 28. Deze mofput is ongeveer 1,6 meter diep. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.



Figuur 28 Verbindingsmof en mofputten op land.

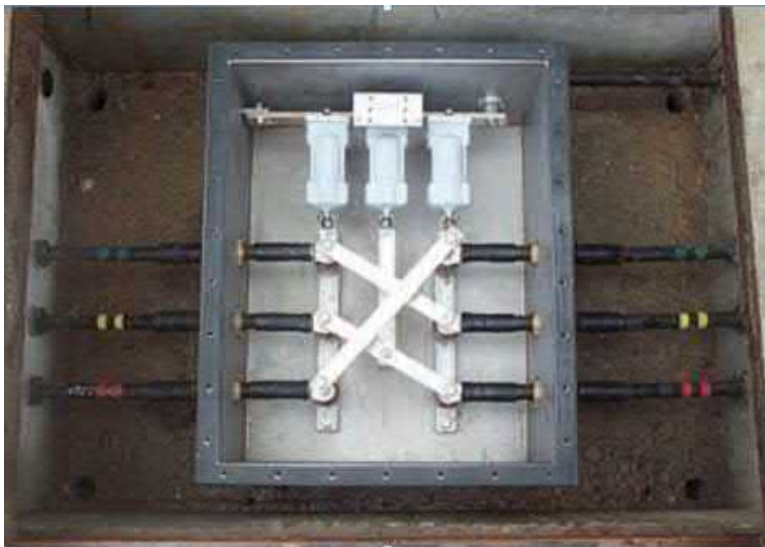
2.5.3 Mofput (op land)

Op land zijn 7 mofputten nodig om de landkabels te verbinden (om de circa 800 tot 1.200 meter). De mofputten zijn weergegeven in Figuur 28. Deze mofputten hebben een oppervlakte van 5 bij 10 meter en zijn 1,6 meter diep. Mofputten worden altijd aangelegd in de zone van open ontgraving (in

lijn met het tracé), de mofputten zijn ondergronds en worden mogelijk afgedekt met een betonplaat onder het maaiveld en zijn na realisatie niet meer zichtbaar zijn. Er komen geen andere structuren of bouwwerken op een mofput te staan. De gewenste ontwateringsdiepte bij de realisatie is 1,6 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.5.4 Aardputten (op land)

Naast de verbindingsmoffen zijn er op land twee aardputten. De exacte locaties hiervan zijn bij de verbindingsmof tussen zee- en landkabel en net voor de eerste boringen (C2-bocht), zie Figuur 28. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel van circa 1 bij 1 meter. Dit is vergelijkbaar met een putdeksel in de straat die is afgewerkt gelijk met het maaiveld. In de aardput zit een 'earthing-box' verwerkt. In Figuur 29 is een voorbeeld van een earthing box weergegeven.



Figuur 29 Impressie van een aardput

2.6 Converterstation

2.6.1 Locatie en afmetingen

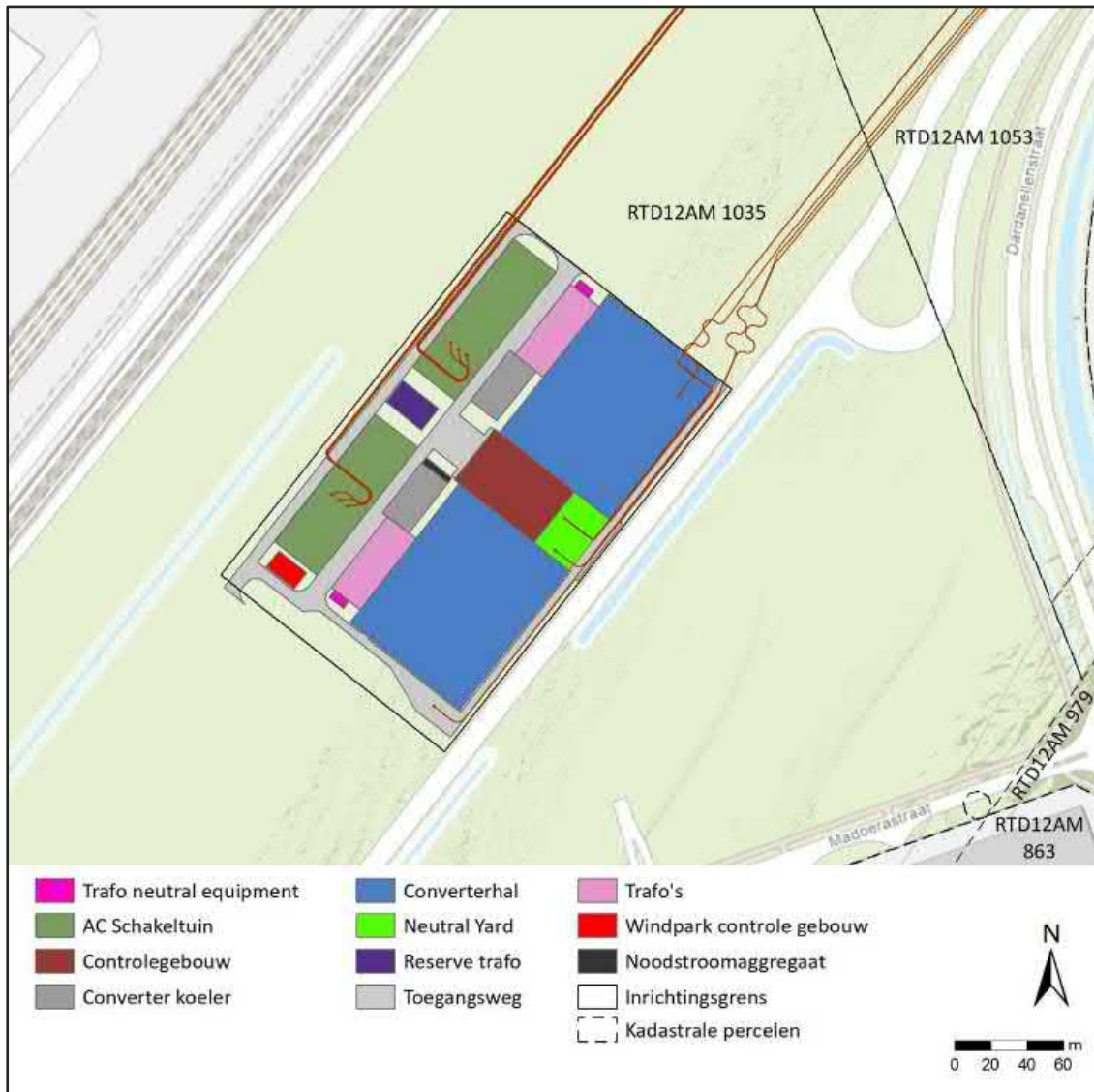
In het converterstation wordt het voltage van 525kV-gelijkstroom omgezet naar 380kV-wisselstroom zodat het kan aansluiten op het bestaande hoogspanningsnet van TenneT. In totaal is een plot van maximaal 4,0 ha grond benodigd voor de realisatie van het converterstation. Dit plot ligt op een hoogte van +5,10 tot +7,00 m NAP. Omdat de 1/10.000 per jaar waterstand in 2070 hier op de laagstgelegen delen van de plot 0,39 meter boven het aanwezige maaiveld uitkomt voldoet de locatie niet aan het TenneT-beleid. Om wel aan het beleid te voldoen moeten de delen van het maaiveld die niet volstaan opgehoogd worden. De ophoging voor de locatie is daarbij mogelijk circa 0,70 meter. Hiervoor wordt ca. 26.600 m³ grond gebruikt, er zijn worst-case 1330 ritten nodig met kippervrachtwagens.

De verwachte afmetingen van het converterstation zijn ca. 157m x 240m, met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het maaiveld). In het midden van het plot wordt een kelder aangelegd. Deze gaat tot maximaal 2,50m de grond in (gemeten vanaf het opgehoogde niveau), de afmetingen zijn 46m x 20m. De locatie van het converterstation is weergegeven in Figuur 30.



Figuur 30 locatie van het converterstation

2.6.2 Ontwerp



Figuur 31 Voorlopig ontwerp van het converterstation. High-voltage direct current (HVDC) contractor levert uiteindelijk de ontwerpen aan.

2.6.3 Aanleg

De aanleg van het converterstation bestaat uit meerdere delen, deze zijn hieronder chronologisch opgesteld:

- Ophogingswerkzaamheden: ophogen van delen van het terrein. Dit neemt ca. 11 maanden in beslag
- Het civiele deel: Al het reguliere grondwerk, zoals de funderingen, de gehele constructie van het gebouw etc. Dit neemt worst-case 3 jaar in beslag.
- Het elektrische deel: het installeren en aansluiten van alle elektrische apparatuur, hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen. Dit neemt worst-case 1 jaar in beslag.
- Commissioning: Onder spanning zetten van het station. Dit neemt worst-case 0,5 jaar in beslag.

Voor het civiele deel van de bouw wordt groot materieel zoals hijskranen en rupsmachines ingezet. Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er worden dus geen palen

de grond ingebracht (middels heien). Mogelijk kan er tussen het civiele deel en het elektrische deel van de aanlegwerkzaamheden een overlap zitten waardoor de daadwerkelijke doorlooptijd korter is dan de som van de twee aparte delen.

Voor de aanleg van de kelder van het converterstation is bemaling benodigd. Het droogleggingsniveau van deze bemaling is maximaal 3 meter onder maaiveld, er wordt uitgegaan van een bemalingsduur van ca. 8 maanden.

2.6.4 Gebruik en onderhoud

Het converterstation is onbemand wanneer het in werking is, en kan op afstand worden bediend. De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen zoals olie en neerslagwater worden op de bodem van deze gebouwen verzameld en via een olie- en waterscheider en infiltratiesysteem afgevoerd. Dit voorkomt olie lekkage in het milieu. Jaarlijks worden drie visuele inspecties uitgevoerd, één inspectie valt samen met het jaarlijkse regulier klein onderhoud. Elke drie jaar vindt groot onderhoud plaats. Bij groot onderhoud worden onder meer de oliën en vetten ververs van schakelinstallaties en mechanische delen, ook worden er monsters genomen van de transformatorolie. Daarnaast worden o.a. de oliefilters van het noodstroomaggregaat vervangen en wordt software onderhouden. Materieel dat hiervoor wordt gebruikt zijn (personen)busjes voor de aanvoer van onderhoudsmedewerkers en een aantal kleine elektrische hoogwerkers.

Voor het geval dat er zich een black-out voordoet in de gebruiksfase is er één dieselgenerator van 10-15 kV aanwezig, hiermee kan het converterstation opnieuw worden opgestart. De dieselgenerator is gesitueerd op de begane grond.

2.6.5 Verwijdering

Wanneer er geen gebruiksfunctie overblijft voor het converterstation na afloop van de levensduur zal deze worden verwijderd. De graaf en constructiewerkzaamheden, zoals vereist bij de aanlegfase, zijn bij de verwijderfase niet van toepassing, hierdoor wordt de verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van het converterstation. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.7 Samenvatting surveys

In totaal worden er binnen dit project verschillende surveys uitgevoerd dit zijn:

1. Route survey door TenneT, bestaande uit een geotechnische en een geofysische survey, waaronder een subbottom profiling survey. Reeds uitgevoerd en getoetst voor Alpha, Beta en Gamma.
2. UXO+ pre-survey Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma in 2023/2024 (survey en clearance) (Paragraaf 2.3.5, Initial route survey).
3. Diverse survey door de aannemer (o.a. pre-lay / post lay survey) ten behoeve van de aanlegwerkzaamheden (zoals baggeren, plaatsing kruisingsbouwwerken, begraven van kabels e.d.).
4. As-built survey door de aannemer, ten behoeve van de verificatie van de diepteligging van de kabels en het zeebed (Paragraaf 2.3.5, post-installatie).

5. Een eerste jaarlijkse opname door de aannemer van het zeebed conform de eisen in de vergunning wanneer het werk niet binnen 1 jaar na de start van het leggen van de kabels is afgerond. Bestaande uit een geofysische bathymetrische survey en mogelijk een video survey van de kruisingsbouwwerken.

Er is een aantal surveys gedaan ten bate van Gamma. Deze vallen buiten de toetsing. Deze surveys zijn uitgevoerd voor Alpha en Beta maar Gamma heeft als ware mee kunnen 'liften' bij deze surveys. Het betreft hier de Route survey die hierboven beschreven is onder punt 1 en bestaat uit:

- Geofysische survey B (sonar).
- Geotechnische survey (CPT (sondering) en boorkernen).

Bij de geofysische survey wordt impuls-onderwatergeluid uitgestoten wat een effect kan hebben op zeezoogdieren. Aangezien het effect voor Gamma al is getoetst in Alpha en Beta wordt dit opnieuw getoetst in Gamma.^{13 14} Tevens is ook de geotechnische survey voor IJmuiden Ver Gamma al uitgevoerd. Deze survey heeft echter geen effect op de bruinvisverstoringdagen.

2.8 Planning

2.8.1 Op zee

Uitvoeringsperiode

De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma vindt plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024;
- 1 maart t/m 31 oktober 2025;
- 1 maart t/m 31 oktober 2026;
- 1 maart t/m 31 oktober 2027;
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

Deze periodes zijn worst-case omdat in deze periodes de primaire productie het hoogst is en het broed- en paaiseizoen voor vogels, vissen en zeezoogdieren in deze periodes valt.

Naar verwachting duurt de aanleg in het geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden. De aanleg zal plaatsvinden binnen de bovengenoemde periodes. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent ecologie.

De planning voor de aanleg van het platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma is als volgt:

- Draagconstructie in 2027-2028;
- Bovenbouw in 2028-2029.

Uitvoeringsduur

In Tabel 7 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

¹³ De documenten en besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha (inclusief MER en PB) zijn hier te vinden: [Net op zee - IJmuiden Ver Alpha - fase 1 \(rvo.nl\)](#)

¹⁴ De documenten en besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Beta (inclusief MER en PB) zijn hier te vinden: [Net op zee - IJmuiden Ver Beta - fase 1 \(rvo.nl\)](#)

Tabel 7 Uitvoeringsduur per onderdeel.

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie – Jacket	5 tot 10 dagen
	Draagconstructie – Suction buckets	2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel en per circuit AC
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring
Converterstation	Ophogen locatie converterstation	11 maanden
	Aanleg	3 jaar
	Commissioning	6 maanden

Werktijden stormseizoen

Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In deel B is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

2.8.2 Op land

Landtracé

Voor de aanleg van het voorkeustracé op land van Net op zee IJmuiden Ver Gamma geldt dat het gelijktijdig met het voorkeustracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt aangelegd en dat de aanleg in dezelfde periode van vijf jaar zal plaatsvinden. Deze werkzaamheden hebben een doorlooptijd van circa één jaar. De aanleg zal het hele kalenderjaar plaatsvinden behalve in periodes waar dit niet mogelijk is door ecologische redenen of andere oorzaken zoals het stormseizoen.

Werktijden stormseizoen

Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In deel B is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

Converterstation

Eerst wordt de grond opgehoogd, de aanlegperiode hiervoor is circa 11 maanden. Daarna bedraagt de aanlegperiode voor het civiele én het elektrische deel van het converterstation worst-case 3 jaar. Na de aanleg van zowel het civiele als het elektrische deel vindt de commissioning (onder spanning zetten van het station) gedurende ongeveer een half jaar plaats. De totale duur is daarmee dus maximaal 4,5 jaar.

De aanleg van de gelijkstroom-apparatuur duurt circa 1 jaar en kan mogelijk deels gelijktijdig plaatsvinden met de civiele werkzaamheden, waardoor de 4,5 jaar mogelijk ingekort kan worden. De aanleg vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

3 Referenties

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2021). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2020*.

Ministerie van EZK. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. In *Kamerstuk 33561, nr. 42*.

DNV-GL. (2020). *North Sea Energy Outlook (NEO)*.

Planbureau voor de Leefomgeving. (2020). *Klimaat- en Energieverkenning 2020*.

SER. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*.

COLOFON

Net op zee IJmuiden Ver Gamma – Deel A Inleiding en activiteitenbeschrijving

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Passende Beoordeling MER en Inpassingsplan



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding Passende Beoordeling.....	5
1.1	Algemene toetsingen.....	5
1.2	Doelstelling Passende Beoordeling.....	5
1.3	Leeswijzer	5
2	Wettelijk kader.....	7
2.1	Inhoud van de Wet natuurbescherming.....	7
2.2	Algemene bepalingen	7
2.3	Beschermde gebieden	7
2.4	Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden.....	8
2.5	Plan of project.....	8
2.6	Beoordeling van projecten	8
3	Afbakening	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Vertroebeling.....	10
3.3	Sedimentatie.....	13
3.4	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid.....	14
3.5	Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid	15
3.6	Bovenwaterverstoring op zee.....	19
3.6.1	Door geluid en visuele verstoring	19
3.6.2	Verstoring door licht.....	21
3.7	Verstoring op land	23
3.7.1	Geluid.....	23
3.7.2	Licht.....	25
3.7.3	Visuele (optische) verstoring	26
3.8	Habitataantasting	27
3.8.1	Habitataantasting op zee.....	27
3.8.2	Habitataantasting (mechanische effecten) op land	28
3.9	Elektromagnetische velden	29
3.9.1	Elektromagnetische velden op zee.....	29
3.9.2	Elektromagnetische velden op land	31
3.10	Verontreiniging op zee.....	32
3.11	Warmteontwikkeling	33
3.12	Verdroging op land	33
3.13	Verzuring en vermesting.....	34

3.14	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	35
4	Betrokken Natura 2000-gebieden	38
4.1	Het studiegebied.....	38
4.2	Beïnvloedde instandhoudingsdoelen	39
4.3	Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied	40
4.3.1	Bruine Bank.....	40
4.3.2	Voordelta	42
4.3.3	Voornes Duin	44
5	Systeem- en gebiedsbeschrijving.....	46
5.1	Natura 2000-gebieden.....	46
5.1.1	Natura 2000-gebied Bruine Bank.....	46
5.1.2	Natura 2000-gebied Voordelta	46
5.1.3	Natura 2000-gebied Voornes Duin	49
5.2	Habitattypen	49
5.2.1	Inleiding	49
5.2.2	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B)	50
5.2.3	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B)	51
5.2.4	Schorren en zilte graslanden (buitendijks) (H1330A)	51
5.3	Habitatrichtlijnsoorten	51
5.3.1	Zeeprik (H1095)	51
5.3.2	Rivierprik (H1099)	52
5.3.3	Elft (H1102)	53
5.3.4	Fint (H1103)	54
5.3.5	Bruinvis (H1351)	55
5.3.6	Gewone zeehond (H1364)	56
5.3.7	Grijze zeehond (H1365)	59
5.3.8	Noordse woelmuis (H1340)	62
5.4	Broedvogels	63
5.4.1	Geoorde fuut (A008).....	63
5.4.2	Aalscholver (A017).....	64
5.4.3	Kleine zilverreiger (A026).....	64
5.4.4	Lepelaar (A034).....	65
5.5	Niet-broedvogels	66
5.5.1	Eenden en ganzen.....	66
5.5.2	Steltlopers.....	75
5.5.3	Zichtjagers.....	82

5.6	Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving.....	102
5.6.1	Bruine Bank.....	102
5.6.2	Voordelta	102
5.6.3	Voornes Duin	104
6	Effectbepaling	105
6.1	Vertroebeling	105
6.1.1	Modelstudie.....	105
6.1.2	Achtergrondconcentraties.....	111
6.1.3	Effecten op trekvisen	112
6.1.4	Effecten op zichtjagende vogels	112
6.1.5	Effect op bodemdieren (filterfeeders).....	114
6.2	Verstoring door continu onderwatergeluid.....	117
6.3	Verstoring door impuls-onderwatergeluid	119
6.3.1	Leeswijzer	119
6.3.2	Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten.....	119
6.3.3	Geluidsnormen	120
6.3.4	Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden	120
6.3.5	Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen.....	121
6.3.6	Effecten van impuls-onderwatergeluid op trekvisen.....	125
6.4	Verstoring door geluid, licht en beweging.....	126
6.4.1	Aanlegfase op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank)	126
6.4.2	Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) en op land	128
6.4.3	Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone.....	131
6.4.4	Gebruiksfase op land	131
6.5	Habitataantasting	132
6.5.1	Habitataantasting op zee.....	132
6.5.2	Habitataantasting op land	134
6.6	Elektromagnetische velden op zee	135
6.6.1	Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren	135
6.6.2	Effecten op bruinvissen	135
6.6.1	Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie	137
6.7	Verzuring en vermesting.....	138
6.7.1	Ecologische beoordeling	138
6.7.2	Betekenis van zeer lage deposities.....	138
7	Cumulatie.....	140
7.1	Toelichting	140

7.2	Projecten meegenomen in cumulatietoets	141
7.3	Impuls-onderwatergeluid	142
7.4	Vertroebeling	144
7.4.1	Vergunde projecten	144
7.4.2	Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma	147
7.5	Elektromagnetische velden	155
7.6	Habitataantasting op land	159
7.6.1	Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma	159
8	Toetsing	160
8.1	Inleiding en leeswijzer	160
8.2	Bruine Bank	160
8.3	Voordelta	162
8.4	Overige Natura 2000-gebieden	170
9	Conclusie	171
9.1	Gebiedsbescherming	171
9.2	Mitigerende maatregelen	171
10	Referenties	173
	Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstofdepositie	183
	Colofon	184

1 Inleiding Passende Beoordeling

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen wordt aan de volgende wettelijke kaders getoetst:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling), dit rapport;
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water & Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

Het onderliggende rapport betreft de toetsing aan de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling).

1.2 Doelstelling Passende Beoordeling

Het is niet op voorhand uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee IJmuiden Ver Gamma de natuurlijke kenmerken van het gebied, al dan niet tijdelijk, kunnen aantasten en/of (negatieve) effecten kunnen hebben op natuurwaarden die beschermd zijn. Het tracé doorkruist ondermeer Natura 2000-gebied Voordelta. Daarnaast treedt verstoring op tijdens de aanleg in gebieden die gebruikt worden door soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld in Natura 2000-gebieden. Om die reden is deze Passende Beoordeling opgesteld. In de Passende Beoordeling wordt beoordeeld welke effecten kunnen optreden voor Natura 2000-gebieden en de doelstellingen voor deze gebieden. Het voorliggende rapport, de Passende Beoordeling, betreft een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A) in het kader van de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden.

1.3 Leeswijzer

De Passende Beoordeling is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Passende Beoordeling zijn de aanleiding (hoofdstuk 1) en activiteiten (hoofdstuk 2) van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma beschreven.

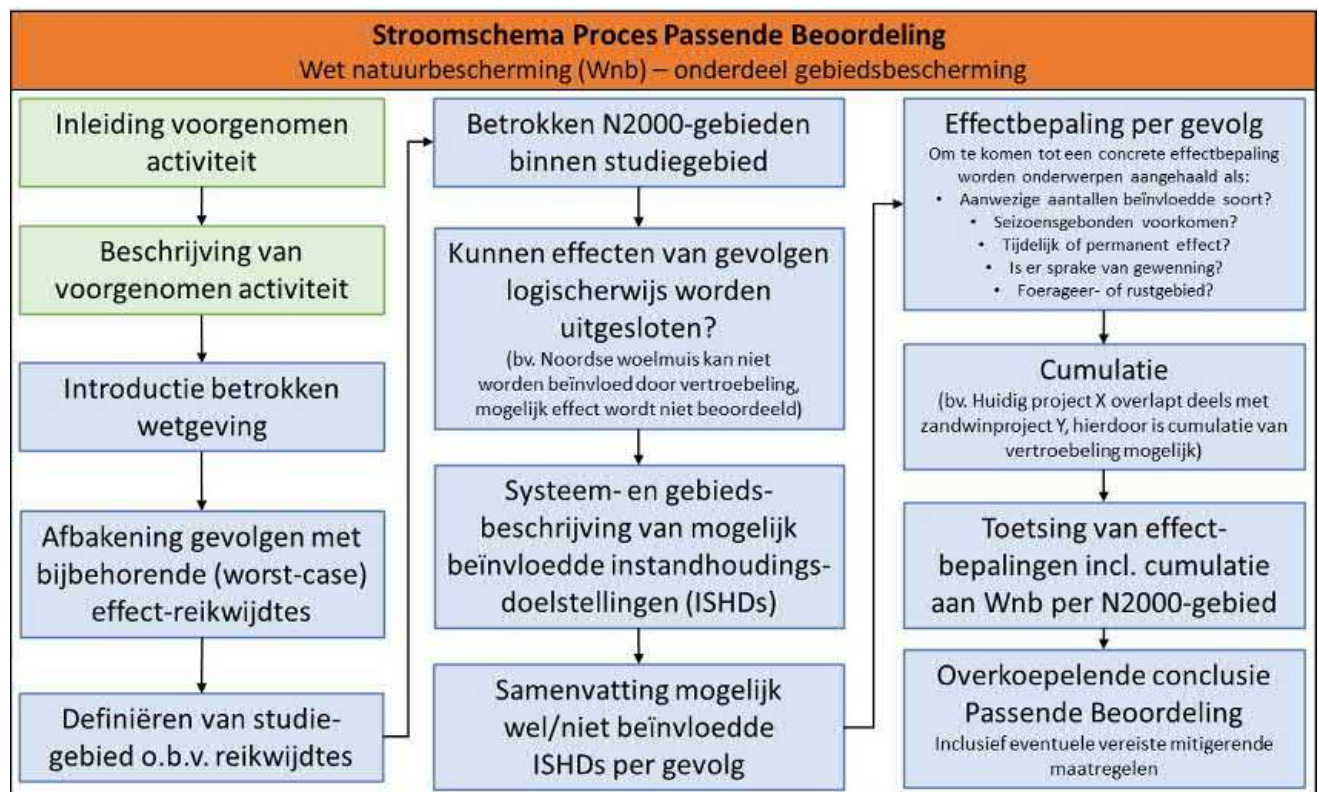
In deel B van de Passende Beoordeling wordt in hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader voor Natura 2000-gebieden. Dit is vastgelegd in de Wet Natuurbescherming. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de ecologische gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op instandhoudingsdoelstellingen en nader onderzocht en/of beoordeeld dienen te worden. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen plaatsvinden en wat het studiegebied is. In hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde instandhoudingsdoelstellingen van

Natura 2000-gebieden binnen het studiegebied. In hoofdstuk 5 volgt een systeem- en gebiedsbeschrijving waarin nader ingegaan wordt op de instandhoudingdoelstellingen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen. In hoofdstuk 6 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en zijn mitigerende maatregelen beschreven om gevolgen te beperken of voorkomen. In hoofdstuk 7 worden de effecten getoetst in cumulatie met andere activiteiten en projecten. In hoofdstuk 8 worden de effecten getoetst aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 9 is de conclusie beschreven. In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op eventueel benodigde mitigerende maatregelen, waarmee significante effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 10 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Passende Beoordeling wordt de volgende terminologie gebruikt:

- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het plaatsen van de onderdelen van het project zoals de kabels en het platform op zee
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door baggerwerkzaamheden
- Effect: het effect op instandhoudingsdoelen, bijvoorbeeld migratiehinder voor trekvis ten gevolge van onderwatergeluid waardoor minder vissen migreren en de populatie een effect ondervindt

Het proces dat doorlopen wordt in deze passende beoordeling is weergegeven in een stroomschema in Figuur 1.



Figuur 1 Stroomschema van het beoordelingsproces in de passende beoordeling. De groene blokken zijn beschreven in deel A van de Passende Beoordeling. De blauwe blokken zijn hier beschreven.

2 Wettelijk kader

2.1 Inhoud van de Wet natuurbescherming

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3) en houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4) en verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de relevante delen van de wet gegeven.

NB: in de nabije toekomst zal de Wet-natuurbescherming opgenomen worden in de omgevingswet. De bepalingen van het onderdeel gebiedsbescherming zijn overgenomen in de nieuwe wet.

2.2 Algemene bepalingen

De Wnb schrijft het opstellen van een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (artikel 1.5). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (artikel 1.7). De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten (ook soorten die niet beschermd zijn!) (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).

In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor gedeputeerde staten van de provincies zorg moeten dragen (artikel 1.12, lid 1). Het gaat daarbij om:

- De biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels (onderdeel a).
- Behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn (onderdeel b).
- Behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de natuurvisie horende rode lijst (onderdeel c).

2.3 Beschermd gebieden

De Wet Natuurbescherming (Wnb) maakt het mogelijk gebieden aan te wijzen als beschermd natuurgebieden. De Wnb noemt daarbij verschillende soorten gebieden:

- De provincies (gedeputeerde staten) dragen zorg voor de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, het Natuurnetwerk Nederland (NNN) (artikel 1.12, lid 2).
- Buiten het NNN kunnen gedeputeerde staten gebieden aanwijzen met bijzondere natuurwaarden of landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Deze gebieden worden “bijzondere provinciale natuurgebieden” en “bijzondere provinciale landschappen” genoemd (artikel 1.12, lid 3).

- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wijst gebieden aan ter uitvoering van de verplichtingen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden zijn de Natura 2000-gebieden (artikel 2.1, lid 1).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kan - buiten bestaande Natura 2000-gebieden - een gebied aanwijzen als “bijzonder nationaal natuurgebied” (artikel 2.11, lid 1).

De Wnb kent alleen voor de Natura 2000-gebieden een toetsingskader. De bescherming van het NNN verloopt via het planologische spoor (bestemmingsplannen of inpassingsplannen). Ten aanzien van de bescherming van bijzondere nationale en provinciale natuurgebieden en bijzondere provinciale landschappen is in de Wnb geen regeling opgenomen. Provincies kunnen -wanneer zij een dergelijk gebied aan zouden wijzen- daarvoor zelf een regeling opstellen.

2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wijst Natura 2000-gebieden aan. In ieder besluit tot aanwijzing van een Natura 2000-gebied zijn de instandhoudingsdoel(stelling)en voor het betreffende gebied beschreven. Daarbij gaat het in ieder geval om instandhoudingsdoelen ten aanzien van de leefgebieden van vogels, voor zover nodig ter uitvoering van de Vogelrichtlijn en/of ten aanzien van habitats en habitats van soorten, voor zover nodig ter uitvoering van de Habitatrichtlijn. Op de aanwijzing of wijziging van de aanwijzing van gebieden is afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing (deze besluiten staan dus open voor bezwaar en beroep), tenzij het een wijziging van ondergeschikte aard is (artikel 2.1).

Gedeputeerde staten - en in bepaalde gevallen het ministerie van LNV - zijn verplicht zorg te dragen voor het treffen van instandhoudingsmaatregelen ten aanzien van de in de provincie gelegen Natura 2000-gebieden en moeten ook -indien daar aanleiding voor bestaat- passende maatregelen nemen om verslechtering van de kwaliteit van Natura 2000-gebieden te voorkomen (artikel 2.2). Daarnaast moet er voor ieder Natura 2000-gebied een beheerplan worden opgesteld (artikel 2.3).

2.5 Plan of project

De Wnb maakt onderscheid in plannen en projecten. Een plan gaat over het voornemen tot het verrichten van een handeling of om het scheppen van een (planologisch) kader voor een toekomstige handeling. Een project gaat altijd om een daadwerkelijk uit te voeren handeling.

2.6 Beoordeling van projecten

Het is verboden zonder vergunning van het betreffende bevoegd gezag een project te realiseren dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied. Voor deze projecten wordt de vergunning alleen verleend nadat uit een passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een passende beoordeling is gemaakt en een nieuwe passende beoordeling geen nieuwe gegevens en inzichten op kan leveren.

Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er

een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets door de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (artikel 2.7 lid 2 en lid 3 en 2.8 lid 1-8).

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma plaats voor het worst-case scenario. De activiteiten beschreven in deel A hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
 - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
 - Door impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Verzuring en vermisting als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door werkverkeer en werktuigen.
- Habitataantasting door mechanische effecten op land en op zee.
- Elektromagnetische velden op land en op zee als gevolg van het gebruik van de kabelverbinding.
- Verontreiniging, als gevolg van het opwoelen van chemische stoffen in het sediment tijdens werkzaamheden en gebruik van het platform op zee.
- Verdroging op land als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Effecten worden beschreven op basis van de uitvoeringsmethode die het grootste effect heeft zodat worst case gevolgen worden bepaald. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het worst-case gevolg reikt. Effecten worden worst-case beschreven op basis van de uitvoeringsmethode die het grootste effect heeft. De beoordeling van gevolgen is om die reden ook van toepassing op methodes die minder effect hebben. Zo zijn er voor het leggen van kabels twee verschillende methodes een (1x4)-kabelconfiguratie en een (2x2)-kabelconfiguratie (deel A hoofdstuk 2). De (2x2)-kabelconfiguratie heeft de grootste versturende effecten en is de worst-case. Hierom worden dus alleen de reikwijdtes van de (2x2)-kabelconfiguratie benoemd. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringcontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De slibstudie is gemodelleerd voor alle werkzaamheden, vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Maasvlakte. Vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 2 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er geen vertroebeling op. Langs het gehele voorkeustracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op.



Figuur 2 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur sync. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya*, *Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigen de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het voorkeurstracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 3.2.

Figuur 3 weergeeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele voorkeurstracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.



Figuur 3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen tijdens de aanlegfase treedt er verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid op door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren schepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 4 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekeblen en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen

ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 4 Gebied met onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

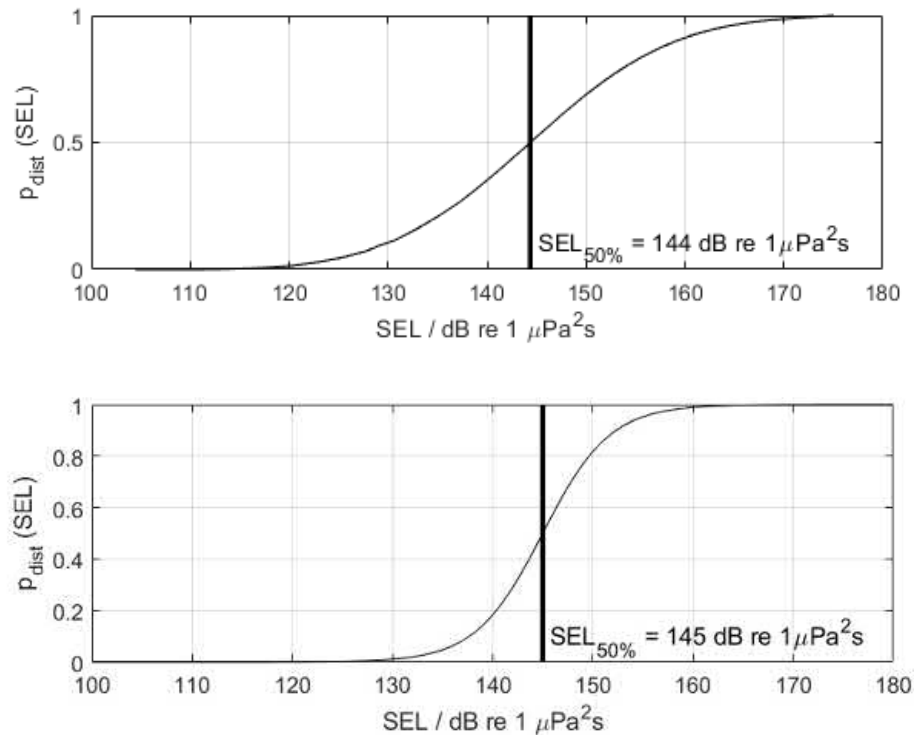
3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er bij de aanleg van het platform impuls-onderwatergeluid op door heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie wordt alleen bij de optie van een stalen jacket geheid wat leidt tot de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls-onderwatergeluid op.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidsterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls-onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van wind op zee op bruinvissen en zeehonden berekend. Hiervoor gebruikt het KEC verstoringberekeningen die gebruik maken van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Van de bruinvis- en zeehondpopulaties in de Noordzee mag niet meer dan 5% verdwijnen door de aanleg van wind op zee parken.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 5.



Figuur 5 Relaties tussen geluidsdosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven SEL_{50%}-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

Er is 50% kans op verstoring van de dieren bij de volgende waarden:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 μPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 144 dB re 1 μPa²s.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waarden berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:

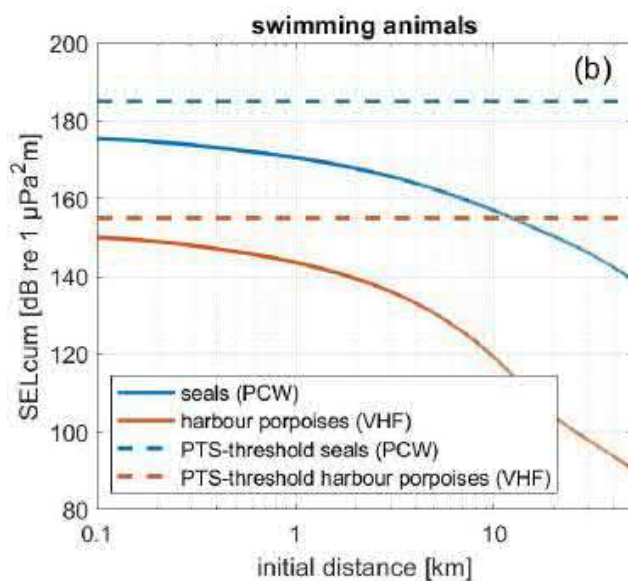
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 μPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 μPa²s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is voornamelijk geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaarden van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waarden meegenomen in het KEC, en

wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van de resultaten van (Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaarden worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

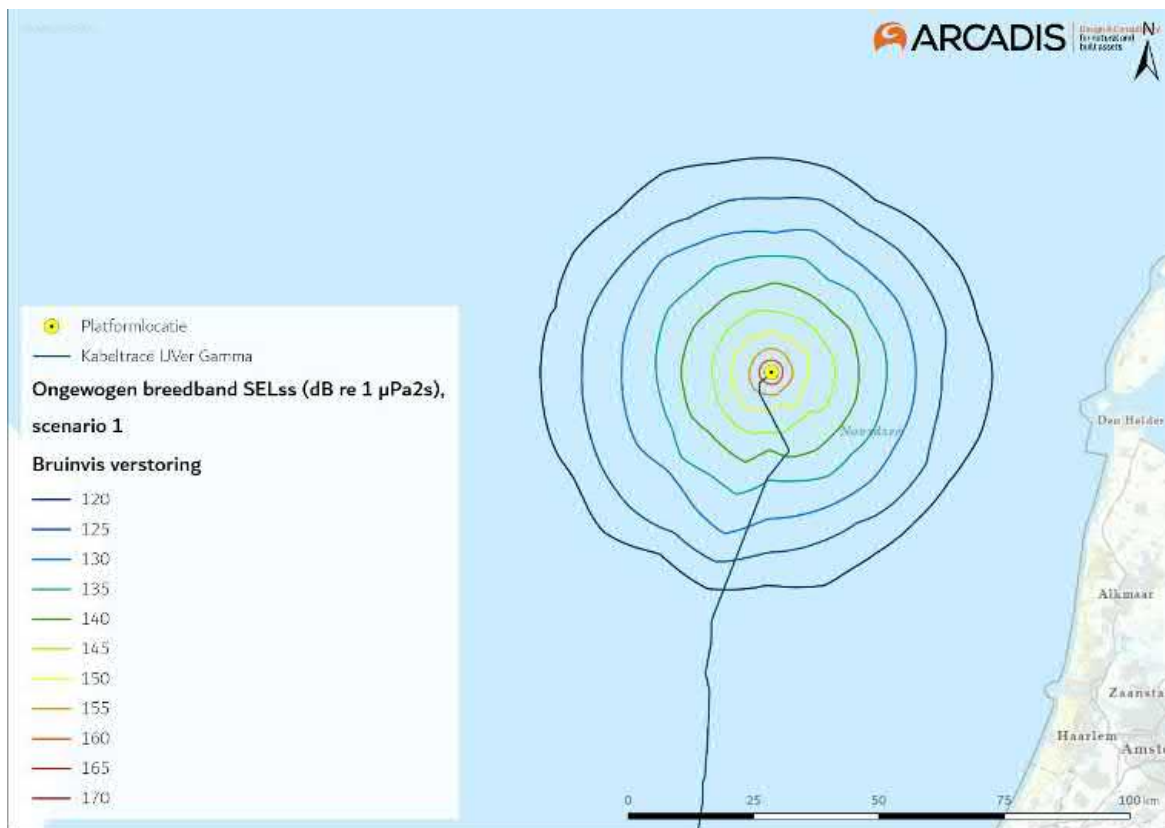
Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaarden voor TTS en PTS boven de genoemde waarden voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaarden voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens het KEC 4.0 is de kans op PTS echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uitgegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 6). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.



Figuur 6 Cumulatieve blootstelling aan heigeluid voor zwemmende zeezoogdieren (zeehonden (blauwe lijn) en bruinvissen (rode lijn)) en de PTS-drempelwaarde (Heinis et al., 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma (TNO 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ is op 750 m. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring door heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 633 km^2 en voor bruinvissen 1.133 km^2 (zie Figuur 7).



Figuur 7 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder)

Geofysische survey

Het type impulsgeluid dat vrijkomt bij de geofysische surveys is anders dan dat vrijkomt bij het heien. Tijdens de aanleg van windpark zijn er vier verschillende momenten waarop er geofysische surveys gedaan worden, namelijk:

- Globale fysische surveys van het gebied van het windpark
- Gedetailleerde survey van de locaties van de turbines, platform en kabels in het park
- Globale survey Net op zee
- Gedetailleerde survey Net op zee

In deze studie wordt gekeken naar de gedetailleerde survey van het de locaties van de turbines, platform en kabels in het park. Het berekenen van het verstoringsoppervlak dat vrijkomt bij de geofysische surveys is berekend in het KEC 4.0 middels een indicatieve berekening (Heinis et al., 2022). Uitgangspunten voor deze indicatieve berekening zijn:

- Een geofysische survey beslaat 10 km² per dag en gaat 24 uur per dag door en wordt alleen onderbroken wanneer er slecht weer is of wanneer er een nieuwe bemanning aan boord komt. Het aantal dagen dat er per wind park nodig is om de geofysische survey uit te voeren is oppervlakte wind park / oppervlakte van de geofysische survey (10 km²).
- Er wordt vanuit gegaan dat deze survey 1 voor de constructie van het park wordt gedaan.
- De geofysische survey wordt gedaan met een multibeam, sidescan sonar, magnetometer, sub-bottom profiler en een multi-channel sparker. Het gebruik van de multi-channel sparker is worst-case en deze heeft een bereik van 3 kilometer.
- Geen specifieke akoestische berekeningen zijn gedaan van het projectgebied van IJmuiden Ver Gamma. Gebaseerd op een gescand areaal van 10 km² en het gebruikt van een sparker met een verstoringcontour van 3 kilometer treedt verstoring op in een gebied van 84 km² (Heinis et al., 2022).

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabellegschip, baggerschepen en een helikopter, de vaarbewegingen van diverse schepen, de bouw van het platform en het verspreiden van baggerspecie tijdens de aanlegfase kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en tot optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is.

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verhareen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn waarbij de meest verreichende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Tijdens de aanlegfase zijn deze factoren tegelijk aanwezig en is de meest versturende

factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed, Wal, et al., 2011). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zwarte zee-eenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes (zoals rui of broedseizoen, maar ook voor overwintering) kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, namelijk 1.000 meter voor soorten als de brilduiker en eidereend en 1.200 meter voor de zeekoet en alk (Krijgsveld et al., 2022). Hoewel de zeekoet eigenlijk een verstoringsafstand van 1.000 meter heeft wordt in deze studie gebruikt gemaakt van een verstoringsafstand van 1.200 meter omdat dit gebruikt wordt voor de familiegroep alken, waartoe de zeekoet en alk behoren. De roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend vliegen vaak ver weg na verstoring en hebben een trage terugkeertijd. De invloed van verstoring is voor deze soorten zeer groot en daarom wordt er een verstoringsafstand van 2.000 meter gehanteerd voor deze zeer gevoelige soorten (Krijgsveld et al., 2022).

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dicht naar het wateroppervlak gaan dan op het platform zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Dideren & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewinning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 8. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde

vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 8 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft in potentie effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve

effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar et al., 2000a; Molenaar, 2003a). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b, p. 12), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017a). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring door licht is daarmee niet relevant als autonome verstoringbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringcontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstoring werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient er o.a. voor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepsvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor

verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid tijdens de aanlegfase maar niet tijdens de gebruiksfase. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt hierom apart behandeld. Deze aspecten worden in hoofdstuk 6 behandeld.

3.7 Verstoring op land

Geluid, licht en visuele verstoring kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect. Bij afwezigheid van onshore Natura 2000-gebieden is verstoring op land enkel relevant voor nearshore Natura 2000-gebieden. Er is door Sovon een handreiking voor beoordelingskader opgesteld voor vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse haven (Foppen & Roodbergen, 2020), hierin wordt voornamelijk gefocust op permanente verstoring.

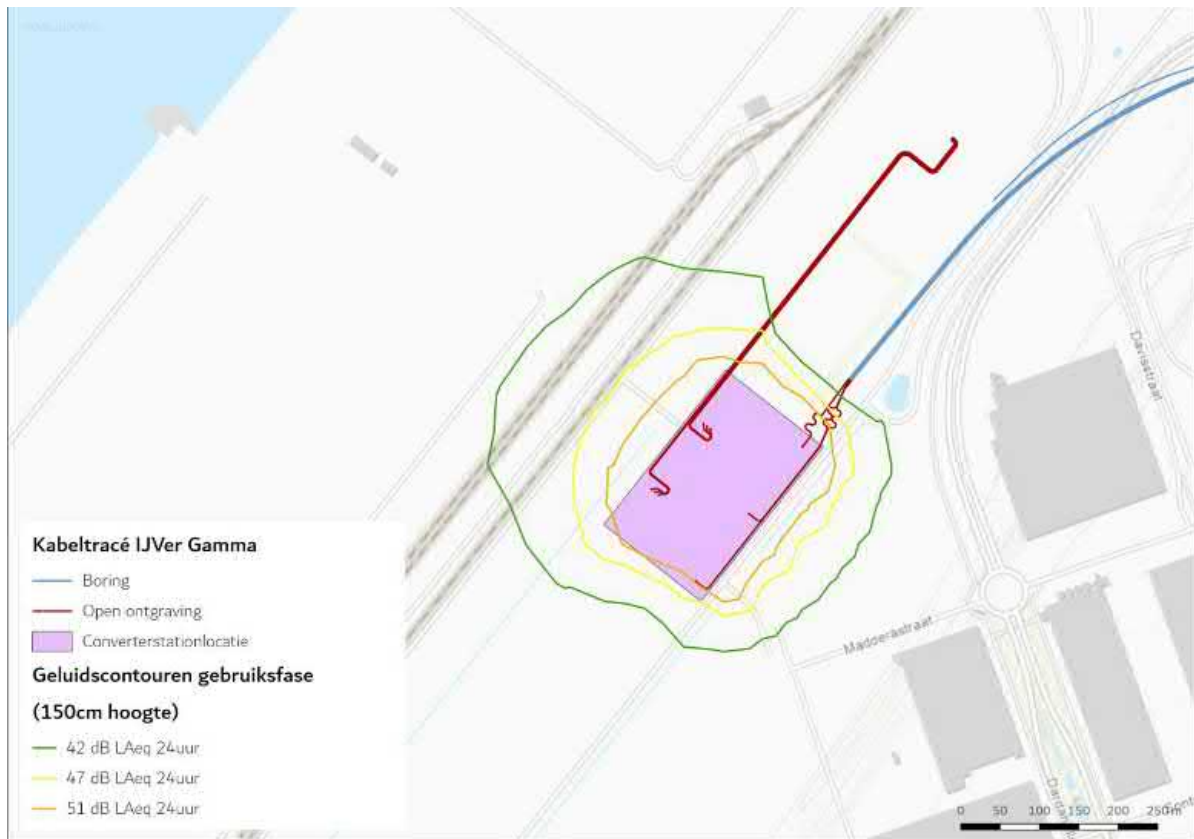
3.7.1 Geluid

Van verstoring door geluid kan zowel in de aanleg als de gebruiksfase sprake zijn. In de aanlegfase door gebruik van bouw materieel, boorinstallaties en vrachtverkeer bij zowel het leggen van de kabels als bij de bouw van het converterstation en in de gebruiksfase door geluidemissies van het converterstation. In beide situaties is alleen sprake van een continue geluidemissie, piekbelastingen treden niet op. In de gebruiksfase kan ook bij incidenteel onderhoud geluidsoverlast plaatsvinden, hierbij treden geen piekbelastingen op.

Geluidgolven verplaatsen zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring door geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren zoals vleermuizen en amfibieën eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn. Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 dB(A)_{24eq}-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter en die van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1.400 meter (Figuur 9). De geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 220 meter (Figuur 10).



Figuur 9 Geluidscoutouren aanlegfase kabel en converterstation.



Figuur 10 Geluidscontouren in de gebruiksfase van het converterstation.

3.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van (met name) diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van lichtbelast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstoringen door verlichting door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het converterstation wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie. Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003b; Molenaar et al., 2000b). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017c), waar de zoogdierverseniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017b). Met de bovengenoemde drempelwaardes

wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn.

Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan in het zomerhalfjaar wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring. De maximale afstand waarop sprake is van een toename boven de 0,1 lux van verlichting is 150 meter vanaf de grens van de bouwlocaties.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen (m.b.t. navigatie, scheepvaart etc.) en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Aangezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten.

Tijdens de werkzaamheden in de aanlegfase valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring door geluid en optiek. Wanneer er nachtelijke verlichting nodig is voor de beveiliging van de bouwplaats treedt er wel verstoring op door licht. Ook tijdens de gebruiksfase van het converterstation is licht een op zichzelf staande verstoring.

3.7.3 Visuele (optische) verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van optische verstoring

is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door licht en geluid. Bij een veld met open zicht kan optische verstoring optreden tot honderd meter.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstoringseffecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Tijdens de onderhoudsfase zal incidenteel een auto rijden, dit zorgt niet voor een verschil in optische verstoring ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog maar weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk. De verstoring wordt dan ook kwalitatief beoordeeld in hoofdstuk 6.

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse omgewoeld. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen habitattypen aangetast worden. Tijdens de gebruiksfase vindt er geen habitataantasting plaats.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Omdat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) varieert langs het voorkeustracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het voorkeustracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modellerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodellerstudie en paragraaf 3.2). Buiten (>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen de kustzone volstaat trenchen. Bij de aanlanding op de Maasvlakte wordt over een lengte van 1 kilometer gebaggerd voorafgaand het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabels, met een totale breedte van 65 meter.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Langs het grootste deel van het voorkeustracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust wordt de onderhoudscorridor smaller en is die ongeveer 200 meter breed. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

De effecten van habitataantasting op zee, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in hoofdstuk 6.

3.8.2 Habitataantasting (mechanische effecten) op land

Tijdens de aanlegfase vindt er habitataantasting op land plaats door mechanische effecten. Onder mechanische effecten vallen de gevolgen van betreding, vergraving en insporing van de bodem door zwaar verkeer en andere (aanleg)activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van de bodem of vegetaties en dergelijke. Dit kan leiden tot directe aantasting of het verdwijnen van groeiplaatsen of leefgebied, wat er weer toe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Habitataantasting heeft een relatie met oppervlakteverlies. Het verschil is dat oppervlakteverlies een (blijvende) ruimtelijke afname betreft en het bij mechanische effecten gaat om een fysieke aantasting van (bodem)structuur of kwaliteit. Het uitgangspunt is dat de boring en andere aanlegactiviteit tijdelijk zijn en dat na afronding de lokale situatie herstelt. Hierdoor is geen sprake van oppervlakteverlies. Ook is het uitgangspunt dat een boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen.

Mechanische effecten kunnen korte- en langetermijneffecten hebben. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere activiteiten (betreding, berijden etc.). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn.

Strandvlaktes zijn zeer dynamisch (nat strand, droog strand en (embryonale) duinen groeien aan en kalven af onder invloed van water en wind) en kennen eveneens nauwelijks een bodemopbouw. De hierin voorkomende soorten zijn aangepast aan de dynamiek en hier soms zelfs afhankelijk van. Het vergraven van dergelijke strandvlaktes is vergelijkbaar met deze dynamiek en na afronding is nauwelijks hersteltijd nodig.

De wegbermen die begroeid zijn met duindoorn bestaan momenteel uit soortenarme vegetatie. Door de werkzaamheden gaat de successie terug naar een pionierssituatie. Hierdoor ontstaat een soortrijkere vegetatie. Deze wegbermen zullen zich na verloop van tijd weer ontwikkelen tot duindoornstruweel. Na 4 jaar is het struweel zich aan het ontwikkelen en na 20 jaar heeft het struweel zich weer tot een dichte begroeiing ontwikkeld (A. V. de Groot et al., 2016).

Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het voorkeustracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving is maximaal 6 meter breed, inclusief werkstrook is een breedte nodig van maximaal 29 meter. In praktijk ligt het Gamma tracé parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta en worden de landtracés tegelijk aangelegd. De maximale werkstrookbreedte is dan circa 33 meter (Deel A Paragraaf 2.4.2.).

De effecten van habitataantasting op land, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in hoofdstuk 6.

3.9 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld wordt echter niet afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels als deze in werking treden.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde *iE*-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting *iE*-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of *iE*-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

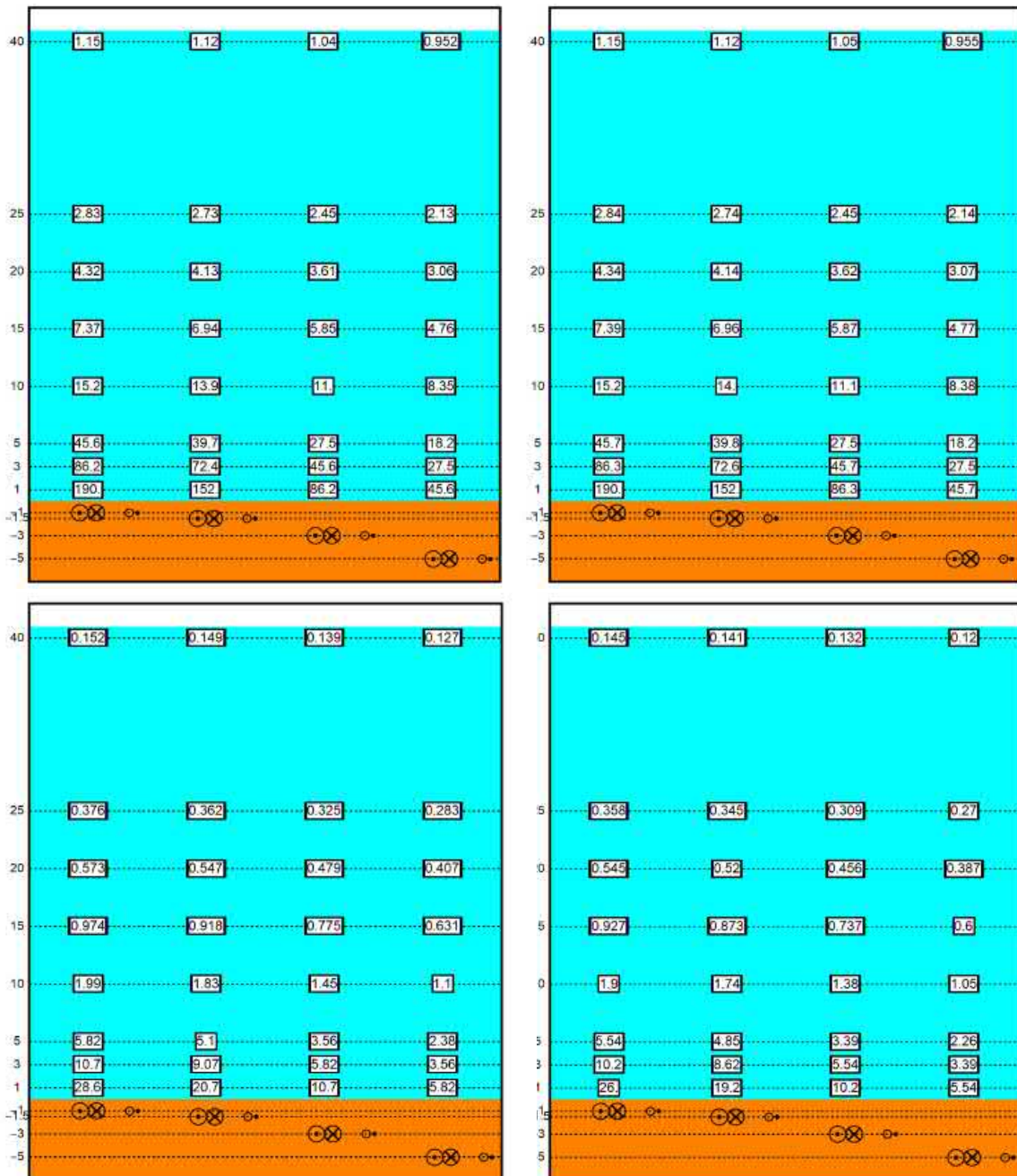
3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 11 is de worst-case magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 12. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 μT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 μT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)).

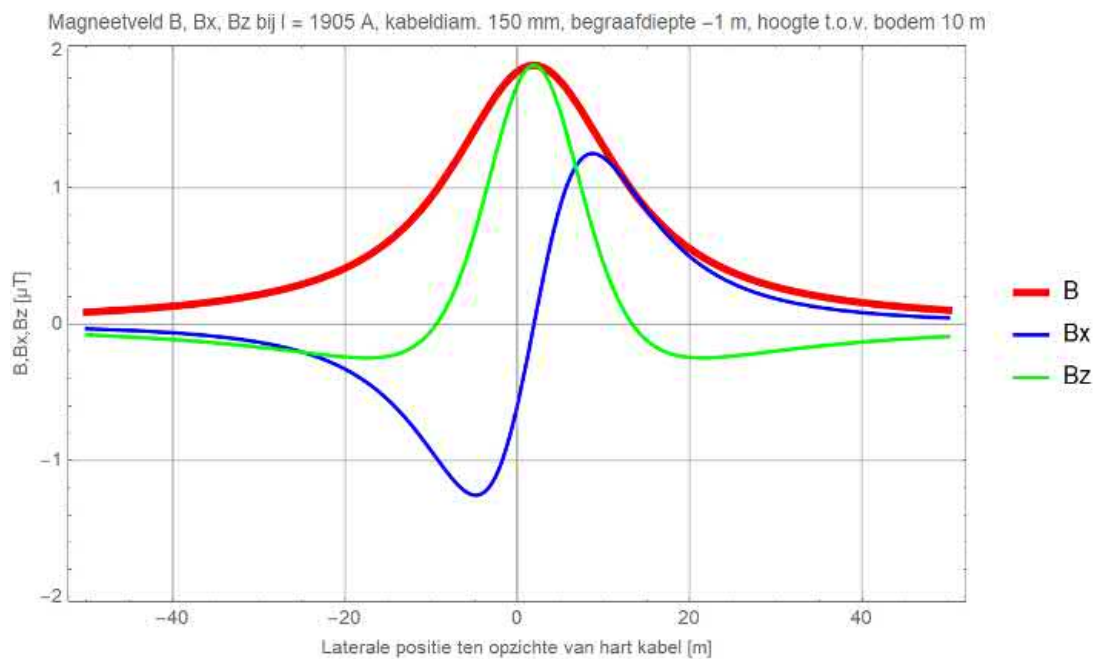
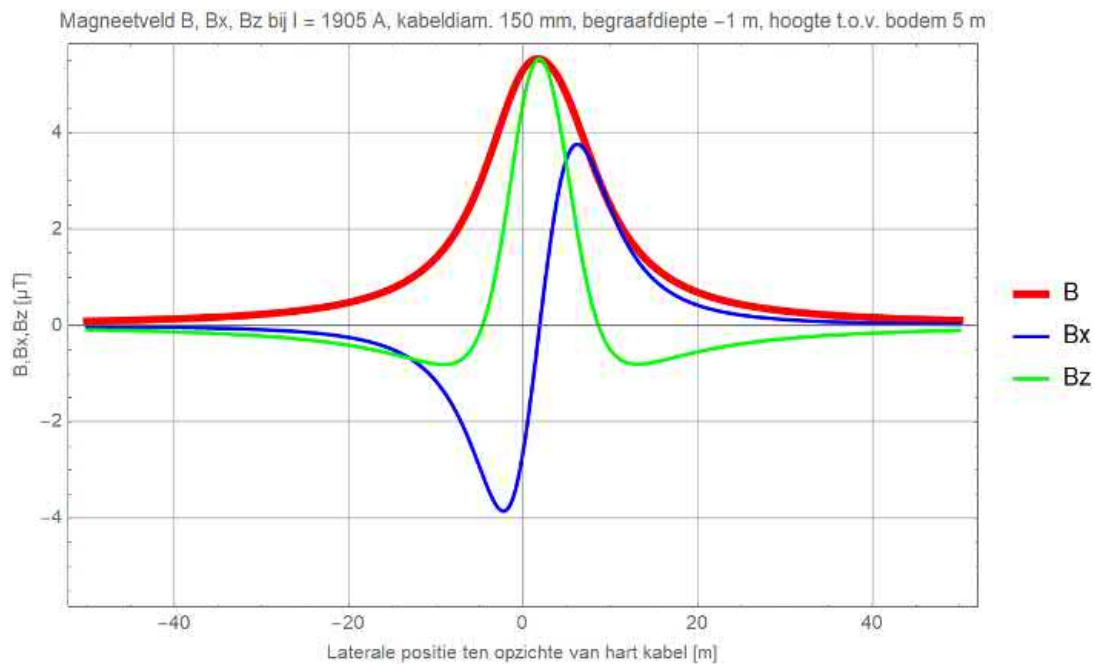
In Figuur 11 is ook de elektromagnetische veldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de plus- en minpolen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 μT in het geval van beide kabeldiktes. Normale waarden bij een kabeldikte van 150 mm waren voorheen 0,034 μT en waarden bij een kabeldikte van 185 mm waren voorheen 0,0419 μT . Deze hogere waarden betreffen piekwaarden die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid voor in een periode van 40 jaar.

Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een HVDC-kabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland.

Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waarden van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waarden die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waarden (0,015 μT ipv. 0,02-0,03 μT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waarden die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 11 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storting/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).



Figuur 12 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in μT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021c).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig

blootgesteld aan het elektromagnetisch veld. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie (zie Bijlage VIII-B).

Uit de EMV-studie (Van Essen, 2021c) blijkt dat het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld heeft. In Figuur 13 is de elektromagnetische veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Gamma reikt tot ongeveer 65 m vanaf de randen van de geleiders van converterstation Gamma.



Figuur 13 Elektromagnetische veldzones rondom het converterstation Gamma (Van Essen, 2021c).

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Elektromagnetische velden op land worden niet verder beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.

3.10 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, welk in hetzelfde gebied ligt als Gamma, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen. Aangezien het kabeltracé van Gamma zich direct naast

het kabeltracé van Beta bevindt zijn de resultaten van het verkennend onderzoek ook toepasbaar voor de aanleg van kabeltracé IJmuiden Ver Gamma. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is.

Bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Opgevangen hemelwater wordt gecontroleerd op mogelijke contaminatie van olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden, afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het gezuiverde water grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid ongezuiverd materiaal zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Omdat bij de werkzaamheden tijdens zowel de aanleg en gebruiksfase geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling en verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

3.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijneffecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor bentische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet beïnvloed worden. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, zal de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar zijn (Müller et al., 2016), naast dat deze zeer lokaal is. Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

3.12 Verdroging op land

Bemaling van grondwater voor het aanleggen van kabels en de aanwezigheid van objecten onder de grond kan van tijdelijke of langere invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de aeratie van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt

worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het voorkeustracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna, dit wordt niet verder beoordeeld.

3.13 Verzuring en vermesting

Stikstofdepositie leidt tot vermesting ('verrijking') van ecosystemen via de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden). De groei in veel natuurlijke landecosystemen zoals bossen, vennen, duinen en heidevelden wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere. Hierdoor neemt de biodiversiteit af. Vooral (veelal soortenrijke) kruidenvegetaties met plantensoorten die langzaam groeien, klein en laag blijven en die zijn aangepast aan een situatie van permanent 'voedselgebrek' zijn gevoelig voor vermesting. Stikstofdepositie kan leiden tot verrijking van de voedselsituatie ('vermesting'), waardoor grotere, sneller groeiende en meer concurrentiekrachtige planten de soortenrijke vegetaties kunnen overwoekeren ('verruiging').

Stikstofdepositie kan ook verzurend werken, waarbij bodem en grondwater chemisch van karakter veranderen en waardoor soorten en habitattypen van basische, neutrale en zwak zure omstandigheden kunnen verdwijnen. De oorspronkelijk aanwezige planten worden daarbij vrijwel geheel verdrongen en/of verdwijnen en er ontstaat dus een ander vegetatietype. In hoeverre en in welke mate effecten door stikstofdepositie optreden, is afhankelijk van lokale factoren als hydrologische conditie, fosforgehalten, zuurgraad en het gevoerde beheer.

Relevant voor de veranderende depositie van stikstof zijn stikstofgevoelige natuurwaarden (zowel habitattypen als leefgebieden van kwalificerende soorten) in een overbelaste situatie. Gevoelige natuurwaarden zijn natuurwaarden die:

- Gevoelig of zeer gevoelig zijn voor de depositie van stikstof volgens Van Dobben et al., 2012, én;

- Wanneer de achtergronddepositie (de aanwezige stikstofdepositie in de huidige situatie waarin de bijdrage van verkeer, industrie, verkeer, landbouw, etc.), meegenomen in de kritische depositiewaarde (het niveau van de stikstofdepositie waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van het habitat significant wordt aangetast (Van Dobben et al., 2012), van het gevoelige habitatype overschrijdt én;
- Als gevolg van de werkzaamheden een toename van de stikstofdepositie ontvangt.

Voor het onderdeel vermist en verzuring als gevolg van stikstofdepositie, is de depositie als gevolg van de voorgenomen activiteiten onderzocht door de stikstofemissies en -deposities te berekenen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het hiervoor ontwikkelde model (de Aeriusscalculator). De uitkomsten van de berekening zijn te vinden in Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof. De effecten van stikstof worden beoordeeld voor de stikstofgevoelige natuurwaarden (habitattypen en leefgebieden van soorten) binnen Natura-2000-gebieden.

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen. Uit de Aerius-berekening blijkt dat depositie plaatsvindt op alle stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. De hoogste depositie treedt op in het Natura 2000-gebied Voornes Duin en bedraagt in 1,23 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. TenneT heeft op basis van een analyse van beschikbaar materieel een reductiepotentieel van 80% op de emissie van de baggerwerkzaamheden geïdentificeerd. De maximale stikstofemissie wordt met deze reductie van 80% op de uitstoot van baggerschepen teruggebracht van maximaal 1,23 mol/ha/jaar naar 0,63 mol/ha/jaar. Aangezien TenneT in de uitgangspunten voor de aannemers voor de kabelaanleg op zal nemen dat de 80% emissiereductie behaald moet worden kan het depositiegetal na mitigatie als uitgangspunt worden gebruikt.

Voor de stikstofdepositieberekeningen voor de gebruiksfase zijn twee scenario's doorgerekend, Scenario 1: onderhoud per helikopter en materiaal per boot, Scenario 2: onderhoud per boot in combinatie met helikopter. Voor beide scenario's geldt dat geen stikstofdepositie optreedt op daarvoor gevoelige natura 2000-gebieden. Alle berekeningen zijn opgenomen in Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof.

3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op land of op zee optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. In Figuur 14 wordt het studiegebied getoond en de reikwijdtes van de verstoringen. In Figuur 15 is dit gedaan voor de gevolgen op land. Aan de hand van de reikwijdtes in relatie tot Natura 2000-gebieden wordt per gevolg bekeken of er een effectbepaling en toetsing nodig is. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 4.

Tabel 1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

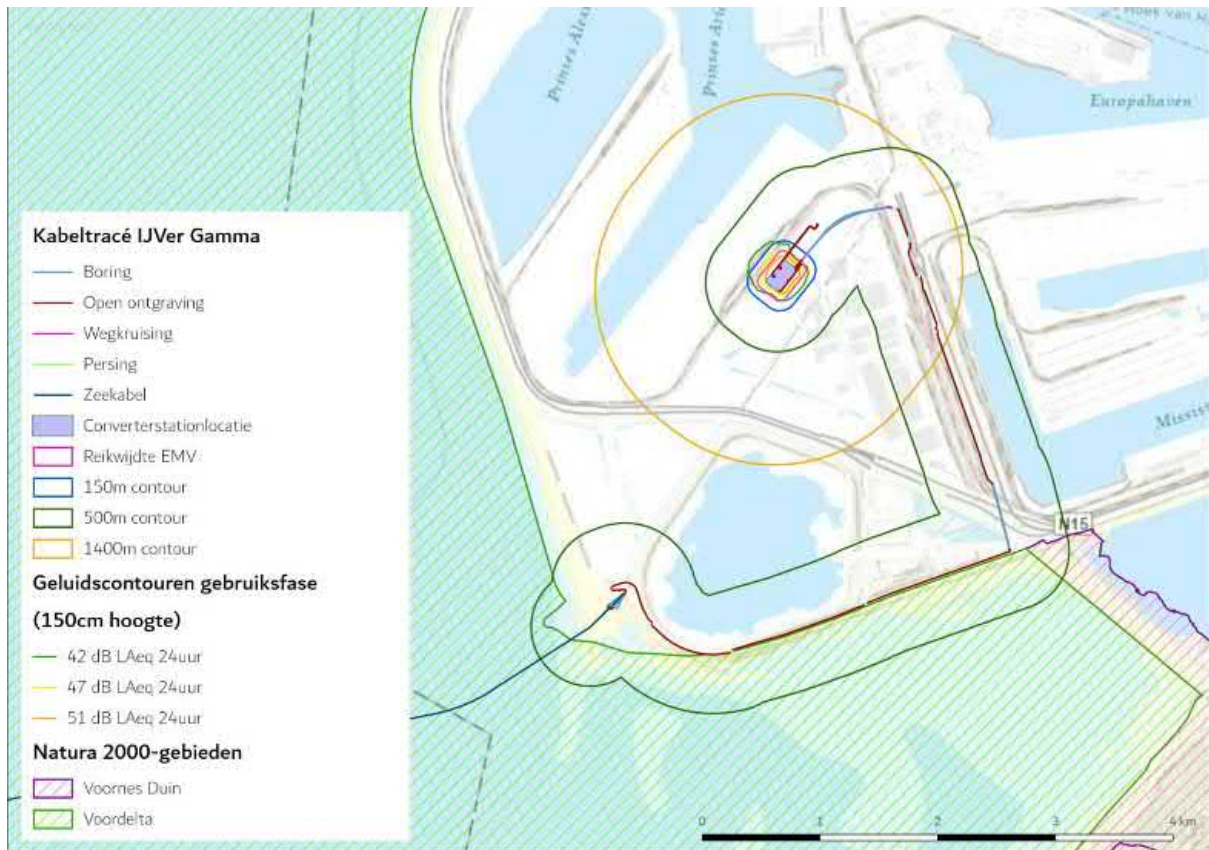
Gevolg	Op zee / op land	Tijdens aanleg- /gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling	Zee	Aanleg	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het voorkeustracé en reikt niet tot de kustzone. Concentratieverhogingen van de slibwolken komen niet boven de 5 mg/L.

Gevolg		Op zee / op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Sedimentatie		Zee	Aanleg	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed). Sedimentatiesnelheid komt niet boven de 1mm/dag.
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zee	Beide, maar aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvisen: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform Zeezoogdieren (bruinvissen 1.133km ² en zeehonden 633 km ²) en trekvisen. Geofysische survey: 84 km ² verstoord areaal per dag (bruinvissen)
Bovenwater verstoring	Geluid en visueel	Zee	Beide, maar aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000-1.200 meter voor gevoelige vogels 1.200 meter voor zeehonden 2.000 meter voor extra gevoelige vogels
	Licht	Zee	Beide, maar gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg bij de platforms
Verstoring op land	Geluid	Land	Beide, aanleg is worst-case	Boorwerkzaamheden circa 500 meter Aanleg converterstation circa 1400 meter Gebruik converterstation maximaal 220 meter
	Licht	Land	Beide, gebruiksfase is worst-case	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Aanleg	65 meter voor pre-sweepen en baggeren 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
		Land	Aanleg	Maximaal over een breedte van ca 30 meter langs het tracé voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	65 meter vanaf de randen van de geleiders
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Geen effect, geen nadere beoordeling

Gevolg	Op zee / op land	Tijdens aanleg- /gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Warmteontwikkeling	Zee	Gebruik	Geen effect, geen nadere beoordeling
Verdroging	Land	Beide, maar aanleg is worst-case	Geen effect, geen nadere beoordeling



Figuur 14 Studiegebied op zee



Figuur 15 Studiegebied op land

4 Betrokken Natura 2000-gebieden

4.1 Het studiegebied

In het voorgaande hoofdstuk is per gevolg de reikwijdte en het daaruit af te leiden studiegebied gepresenteerd. Figuur 14 en Figuur 15 laten zien dat er overlap van het studiegebied op zee is met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Bruine Bank. De figuren laten zien dat er overlap is van het studiegebied op land met Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Voordelta. Daarnaast kunnen soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld in deze Natura 2000-gebieden ook buiten de gebieden voorkomen en als gevolg daarvan een effect ondervinden (externe werking).

Per gevolg kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- **Vertroebeling:** Vertroebeling reikt tot in Natura 2000-gebied Bruine Bank. De effecten hiervan worden nader onderzocht. Tevens worden externe effecten van vertroebeling van broedende vogels op de Maasvlakte nader onderzocht.
- **Sedimentatie:** Sedimentatie reikt niet tot in Natura 2000-gebieden de Bruine Bank en de Voordelta. Sedimentatie wordt niet verder beoordeeld. Externe effecten van sedimentatie op benthos, vogels en trekvissen zijn niet aan de orde.
- **Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid:** De verstoringcontour overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta en Bruine Bank. Er is geen sprake van externe effecten op zeezoogdieren of trekvissen die zich buiten deze Natura 2000-gebieden bevinden. Migratie van en naar de gebieden wordt niet geblokkeerd door het voorkeustracé. Verstoring door continu onderwatergeluid wordt nader onderzocht.

- Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid: De verstoringcontour overlapt niet met Natura 2000-gebieden. Wel is er mogelijk sprake van externe effecten omdat zeezoogdieren of trekvissen toegewezen aan nabijgelegen Natura 2000-gebieden hier effecten van kunnen ondervinden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring door bovenwatergeluid, beweging en licht: De verstoringcontour overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta en Bruine Bank. Dit wordt gezamenlijk met verstoring op land door geluid, licht en beweging meegenomen als “verstoring door geluid, licht en beweging”. De effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring op land door geluid, licht en beweging: reikt tot in het in Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Voordelta. Dit wordt gezamenlijk met bovenwaterverstoring meegenomen als “verstoring door geluid, licht en beweging”. De effecten worden nader beschreven in de Passende Beoordeling.
- Habitataantasting op zee: Het voorkeurstracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op land (mechanische verstoring): Het voorkeurstracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op zee: De verstoringcontour van het magnetische veld (en geïnduceerde elektrische veld) overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta. Effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op land: De verstoringcontour van elektromagnetische velden op land reikt niet tot in Natura 2000-gebied en beïnvloedt geen gevoelige habitattypen. Elektromagnetische velden op land wordt niet verder beoordeeld.
- Verdroging: De verstoringcontour van verdroging reikt niet tot in Natura 2000-gebied en beïnvloedt geen gevoelige habitattypen. Verdroging wordt niet verder beoordeeld.

In Tabel 2 is samengevat welke gevolgen beoordeeld worden in relatie tot welk Natura 2000-gebied.

Tabel 2 Optredende effecten per Natura 2000-gebied. X = ruimtelijke overlap van effect met een Natura 2000-gebied. E = extern effect

Natura 2000-gebied	Vertroebeling	Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring door impuls-onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden op zee
Voordelta	X	X	E	X	X	X
Bruine Bank	X	X		X		
Voornes Duin				X		

4.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen

In Tabel 3 is samengevat welke instandhoudingsdoelen een effect kunnen ondervinden van de vastgestelde gevolgen van het voorkeurstracé en platformlocatie. In de volgende paragrafen is per Natura 2000-gebied aangegeven welke instandhoudingsdoelen een effect ondervinden.

Tabel 3 Betrokken instandhoudingsdoelen bij de vastgestelde gevolgen en effecten

Gevolg	Effect	Betrokken instandhoudingsdoelen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	Primaire productie (H1110, H1140) Filterfeeders (H1110, H1140) Zichtjagende vogels Trekvissen
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vissen Zeezoogdieren
Verstoring door impuls- onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	Zeezoogdieren Trekvissen
Verstoring door geluid, beweging, licht (bovenwater)	Verstoring tijdens rusten, broeden, ruïen of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vogels Vleermuizen Reptielen Zoogdieren
Habitataantasting op zee	Beschadiging bodemleven, verlies habitat, verandering bodemdynamiek	Bodemdieren (H1110; H1140) Bodemsamenstelling (habitattypen) (H1110; H1140)
Elektromagnetische velden (zee)	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	Trekvissen Zeezoogdieren

4.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied

4.3.1 Bruine Bank

Effecten van bovenwaterverstoring (voor gevoelige vogels), continu onderwatergeluid en vertroebeling reiken tot in de Bruine Bank. De Bruine Bank is aangewezen voor dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021).

Bovenwaterverstoring

Voor bovenwaterverstoring door geluid, licht en optiek reikt de verstoringcontour voor gevoelige soorten tot in de Bruine Bank. Er vindt overlap plaats met de Bruine Bank. Dit wordt zodoende verder onderzocht.

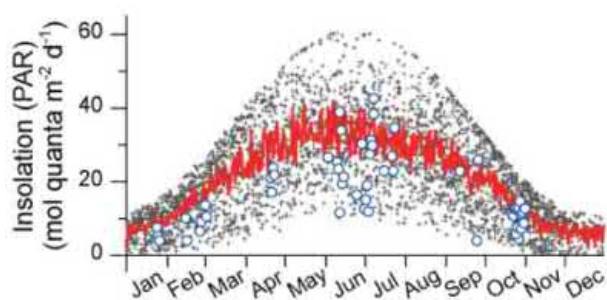
Onderwaterverstoring

Verstoring door continu onderwatergeluid reikt in de Bruine Bank. Vogels rusten op het water, of vliegen, en ondervinden in principe geen hinder van onderwatergeluid. Theoretisch kunnen deze vogels tijdens het duiken het geluid wel horen. In de praktijk is een groot deel van het geluid al uitgedoofd tegen de tijd dat dit de Bruine Bank bereikt. Bovendien wordt het gebied tijdelijk onaantrekkelijker om te foerageren omdat de vissen weggejaagd worden door de ADD (Acoustic Deterrent Device, door geluidssignalen uit te zenden worden organismen voor aanvang van het heien verjaagd) en slow start (zie paragraaf 6.3 voor een toelichting). Ook de ADD is afgezwakt eer het bij de Bruine Bank aan komt. De kans dat deze vogels daarmee hinder van onderwatergeluid ervaren is dermate klein dat dit niet nader wordt onderzocht.

Vertroebeling

In de Bruine Bank kan vertroebeling optreden. Dit kan directe effecten hebben op zichtjagende vogels (betreft alle in de Bruine Bank aangewezen vogelsoorten) door de beïnvloeding van het vangstsucces. Ook kunnen er effecten van vertroebeling op bodemdieren ontstaan, welke kunnen doorwerken in de voedselketen en kan leiden tot voedseltekorten voor vogels (maar ook voor o.a. benthosetende vissen en daarmee indirect voor visetende vogels en zeezoogdieren).

Ook de primaire productie door fytoplankton is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014), zie Figuur 16. Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (want er is genoeg zonlicht). Op de Bruine Bank en overige open zee is dit een tekort aan stikstof (N) of een combinatie van stikstof en fosfor limitatie (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht (want er is minder lang zon, meer bewolking vanwege stormen en een verlaagde zonnesterkte). Alleen kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, waar nutriëntwaardes zeer laag zijn en dus de beperkende factor zijn, zijn hiervan uitgezonderd in de wintermaanden (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer (want de hoeveelheid stikstof (N) remt de primaire productie toch al), maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 16), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé langs de Bruine Bank in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Bruine Bank niet verder beoordeeld in deze toets.



Figuur 16 Fotosynthetisch actieve straling (een maat voor primaire productieactiviteit) van fytoplankton over de maanden heen. Zwarte stippen geven metingen (dagelijks tussen 2002-2012) middels satelliet weer waarvan de rode lijn het gemiddelde is. De blauwe punten geven fysieke (in situ) metingen weer. Aangepast van (Matsumoto et al., 2014)

Tabel 4 Natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X	X
	A175	Grote Jager	X	X
	A177	Dwergmeeuw	X	X
	A187	Grote mantelmeeuw	X	X
	A199	Zeekoet	X	X
	A200	Alk	X	X

4.3.2 Voordelta

In de Voordelta kunnen effecten van vertroebeling, habitataantasting, elektromagnetische velden, verstoring door continu onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht optreden.

Vertroebeling

Vertroebeling kan optreden in aangewezen habitattypen die onderwater staan, namelijk H1110 en H1140. Bovenwatergelegen habitattypes zijn uitgesloten. Vertroebeling kan een effect hebben op zichtjagende vogels en kan als barrière werken voor trekvisserij.

Zoals ook in 4.3.1 is besproken, is primaire productie afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en nutriënten. In de een brede strook langs de Nederlandse kust, waaronder de Voordelta, is de primaire productie gelimiteerd door nutriënten (fosfor (P)) gedurende de zomermaanden. In de wintermaanden is de gehele Noordzee, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, juist gelimiteerd door zonlicht. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 16), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de Voordelta in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Voordelta niet verder beoordeeld in deze toets.

Aan de hand van Figuur 2 kunnen effecten op zichtjagende nestgebonden broedvogels worden uitgesloten. Deze vogels, zoals de meeste sterns, hebben slechts een kleine uitvliegradius. De grote stern heeft een uitvliegradius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief foerageerareaal beschikbaar waar geen vertroebeling optreedt (zie Figuur 2). Deze soorten worden beïnvloed door vertroebeling aan het oppervlak. Aangezien deze vertroebeling niet tot aan de kustzone (<10km van de kust) komt worden deze niet meegenomen in de beoordeling.

Continu onderwatergeluid

Continu onderwatergeluid kan een effect hebben op zeezoogdieren en vissen. Broedvogels en niet-broedvogels zijn niet gevoelig voor deze verstoring.

Verstoring bovenwater

Verstoring door geluid, beweging en licht kan niet-broedvogels en rustende zeehonden verstoren. Habitataantasting kan een effect hebben op habitattypen.

Elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden kunnen een effect hebben op de hiervoor gevoelige zeezoogdieren en trekvissen. In de onderstaande tabel zijn mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelstellingen in de Voordelta weergegeven.

Tabel 5 Natuurwaarden van de Voordelta waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstromde zandbanken (getijdengebied)	X				
	H1110B	Permanent overstromde zandbanken (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	X				
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)					
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zevetmuur)					
	H1320	Slijkgrasvelden					
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)					
	H2110	Embryonale duinen					
	H2120	Witte duinen					
Habitatsoorten	H1095	Zeeprrik	X	X			X
	H1099	Rivierprrik	X	X			X
	H1102	Elft	X	X			X
	H1103	Fint	X	X			X
	H1351	Bruinvis		X			X
	H1364	Grijze zeehond		X	X		X
	H1365	Gewone zeehond		X	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker			X		
	A005	Fuut			X		
	A007	Kuifduiker			X		
	A017	Aalscholver			X		
	A034	Lepelaar			X		
	A043	Grauwe gans			X		
	A048	Bergeend			X		
	A050	Smient			X		
	A051	Krakeend			X		
	A052	Wintertaling			X		
	A054	Pijlstaart			X		
	A056	Slobeend			X		
	A062	Toppereend			X		
	A063	Eidereend			X		
	A065	Zwarte zee-eend			X		
	A067	Brilduiker			X		
A069	Middelste zaagbek			X			
A130	Scholkster			X			

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A132	Kluut			X		
	A137	Bontbekplevier			X		
	A141	Zilverplevier			X		
	A144	Drieteenstrandloper			X		
	A149	Bonte strandloper			X		
	A157	Rosse grutto			X		
	A160	Wulp			X		
	A162	Tureluur			X		
	A169	Steenloper			X		
	A177	Dwergmeeuw			X		
	A191	Grote Stern			X		
	A193	Visdief			X		

4.3.3 Voornes Duin

In het Voornes Duin kan verstoring door geluid, licht en optiek een effect hebben op habitatoort noordse woelmuis en de aangewezen broedvogels. De habitatrictlijnsorten groenknolorchis en nauwe korfslak zijn niet gevoelig voor verstoring, een nadere beoordeling is voor deze twee soorten niet aan de orde.

Tabel 6 Instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar mogelijk effecten op optreden

Groep	Instandhoudingsdoelen		Geluid, licht en optiek
Habitattypen	H2120	Witte duinen	
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	
	H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	
	H2130C	Grijze duinen (heischraal)	
	H2160	Duindoornstruwelen	
	H2170	Kruipwilgstruwelen	
	H2180A	Duinbossen (droog)	
	H2180B	Duinbossen (vochtig)	
	H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	
	H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	
	H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	
	H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	
	H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	
	H7210	Galigaanmoerassen	
Habitatsoorten	H1014	Nauwe korfslak	
	H1340	Noordse woelmuis	X
	H1903	Groenknolorchis	
Broedvogels	A008	Geoorde Fuut	X
	A017	Aalscholver	X
	A026	Kleine zilverreiger	X
	A034	Lepelaar	X

5 Systeem- en gebiedsbeschrijving

5.1 Natura 2000-gebieden

5.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank

De Bruine Bank is een hoge permanent overstroomde zandbank die is omgeven door een diepere zeebodem. Het gebied is een belangrijk paaigebied voor vissen, zoals bot en schol. Er zitten in (de nabijheid van) het gebied zandkokerwormriffen (*Sabellaria spinulosa*). Deze riffen zorgen voor een hogere benthische biodiversiteit. Onder deze benthische soorten vallen naast de bovengenoemde platvissen ook verscheidende kabeljauwachtigen, zeenaalden en grondels (van der Reijden et al., 2019).

Daarnaast herbergt het gebied hogere vogelwaarden dan de rest van de Noordzee (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). Deze hogere waardes aan vogels komt onder andere door de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen en de hogere biodiversiteit van voedselbronnen (Fijn & de Jong, 2019; van der Reijden et al., 2019). Het gebied wordt vooral in de winter intensief gebruikt door overwinterende vogels, waaronder alken, zeekoeten, jan-van-genten, grote jagers en verscheidene meeuwen (Fijn & de Jong, 2019). Voor deze vogelsoorten is het gebied ook aangewezen als Natura 2000-gebied. Daarnaast komen er op de Bruine Bank grote aantallen bruinvissen voor, en blijken dit vooral moeder/kalf paren (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012).

5.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta

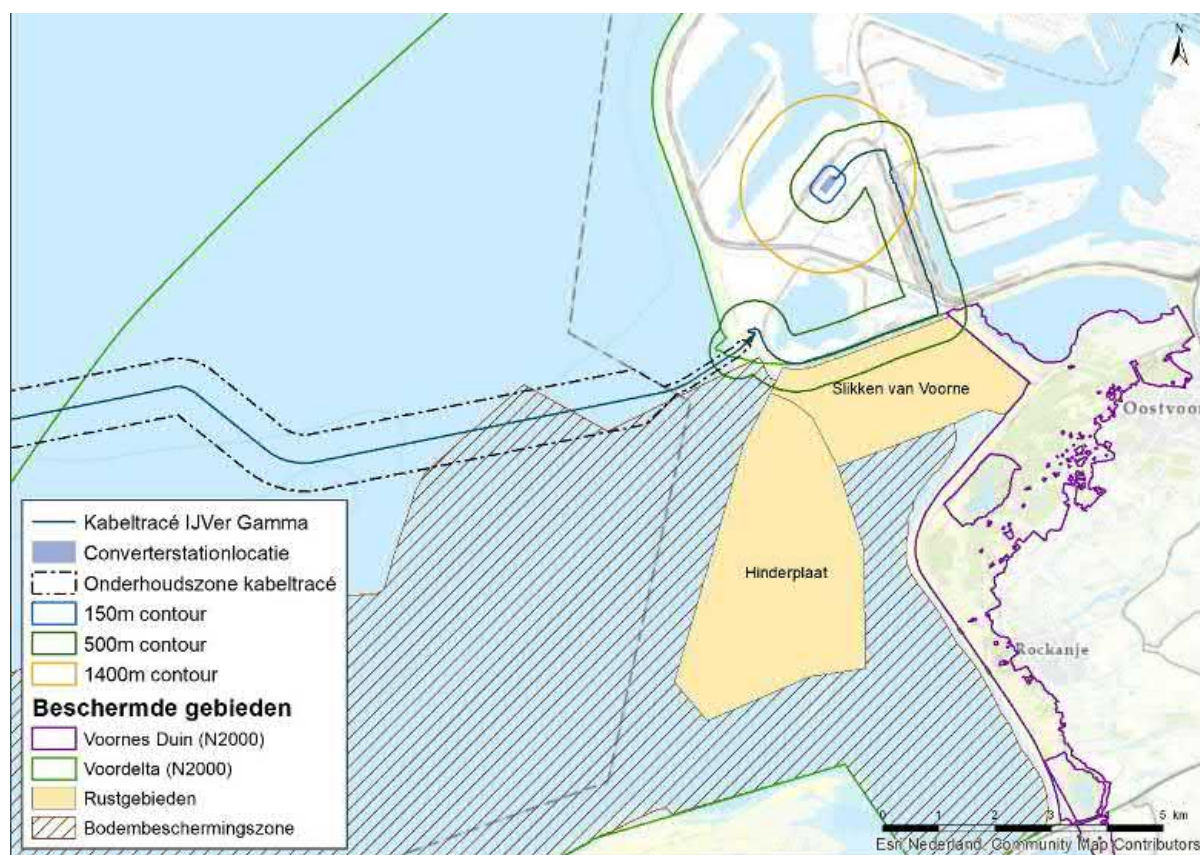
Natura 2000-gebied Voordelta ligt voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust, beginnend bij de Maasvlakte tot aan Walcheren. Het is onderdeel van het Nederlandse deltagebied. Het gebied beslaat zo'n 900 km² (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Het gebied is een afwisseling tussen zoet, zout, diep en ondiep water en hierdoor is het een belangrijk leef- en foerageergebied voor zeehonden, vissen en vogels (Noordzeeloket, 2019). Het open water in de Voordelta is van belang voor visetende trekvogels zoals de roodkeelduiker, maar ook voor schelpdiereters zoals de zwarte zee-eend en eider. Het intergetijdengebied wordt gebruikt door steltlopers en eenden zoals de scholekster, drieteenstrandloper en bergeend. Het belangrijkste intergetijdengebied in de Voordelta is de Slikken van Voorne. Dit intergetijdengebied is van bijzondere betekenis voor trekvogels die hier een belangrijke tussenstop hebben om te foerageren tijdens hun trektocht (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

In de Voordelta zijn een bodembeschermingsgebied en vijf rustgebieden ingesteld. De aanleg van Maasvlakte 2 (2008-2013) resulteerde in een verlies van 2,8% van het habitatype H1110B ("met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken van de Noordzeekustzone") in de Voordelta, met als gevolg dat ook de foerageerfuncties voor de grote stern, de visdief en de zwarte zee-eend mogelijk achteruit zouden gaan. Hiervoor moesten compensatiemaatregelen genomen worden om de totale natuurwaarde in de Voordelta in stand te houden.

Voor de zwarte zee-eend, grote stern en visdief zijn verschillende rustgebieden ingesteld. In de Voordelta zijn vijf rustgebieden ingesteld. In de buurt van het voorkeurstracé liggen rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat (zie Figuur 17). Op de Hinderplaat is het gedurende het hele jaar verboden enige activiteit van welke aard dan ook te verrichten met uitzondering van georganiseerde kanotochten, sleepnetvisserij, staandwandvisserij en gemotoriseerde en ongemotoriseerde luchtvaart (Artikel 1, Toegangsbeperkend besluit Hinderplaat, Bollen van de

Ooster en Bollen van het Nieuwe Zand (herleefd)). Tevens geldt de toegangsbeperking niet voor: 'Uitvoering noodzakelijke overheidstaken' en 'onderhoud van kabels en leidingen', Artikel 4. Dit laatste betreft onderhoudswerkzaamheden aan kabels en leidingen tussen 1 september en 1 mei. Toegang buiten deze periode is alleen toegestaan bij dringende noodzaak, dit ter beoordeling vooraf door het bevoegd gezag en onder eventuele nader voorgeschreven bepaling (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

Er is ook een bodembeschermingsgebied (BBG) ingesteld als compensatiemaatregel voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte om het verlies van het habitatype 'permanent overstroomde zandbanken' en aan voedselareaal door de aanleg van Maasvlakte 2 te compenseren. Binnen het BBG mogen bepaalde vormen van bodemberoerende visserij (zware boomkorvisserij >260 pk) niet plaatsvinden (Rijkswaterstaat, 2016).



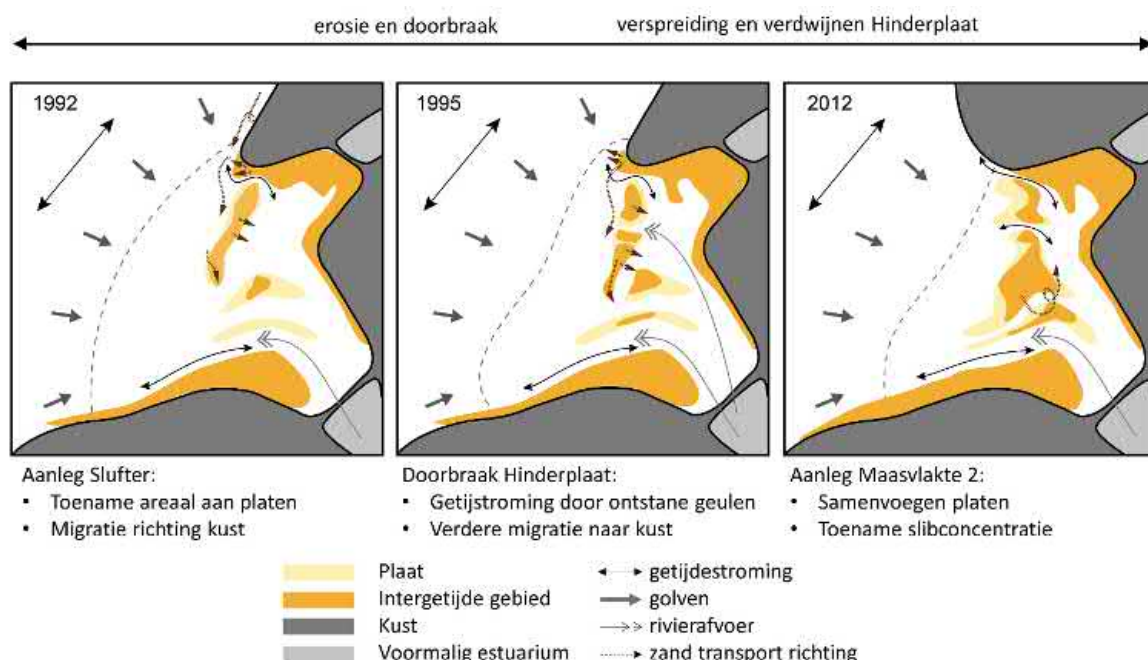
Figuur 17 De ligging van het voorkeurstacé tot het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat in de Voordelta. De verstoringcontouren voor geluid, licht en optische verstoring van de werkzaamheden boven water en land ten opzichte van de rustgebieden.

De in de Voordelta gelegen monding (buitendelta) van het Haringvliet kent een complexe ontwikkeling. Het is daarom nog niet mogelijk te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat (zie Figuur 17) in de toekomst zullen liggen. De monding van het Haringvliet kent een geschiedenis aan menselijke ingrepen, waardoor de morfologie, bestaande uit geulen en zandplaten, zich in de loop van de jaren heeft aangepast zowel in de vorm van de platen als de verhouding geulplaat. Na afsluiting van de Brielse Maas veranderde de morfologie, zo vulden geulen zich op en groeiden platen aan elkaar. Door verdere ingrepen van de mens, Europoort (1964-1966), Maasvlakte (1964-1976), Slufterdam (1986-1987) en Maasvlakte 2 (2008-2013), veranderde het noordelijke deel

van de monding verder. Door deze landwinning werd het gebied beschermd tegen golven uit het noordwesten en veranderde de aanvoer van zand.

De belangrijkste ingreep betreffende de morfologische ontwikkeling van de monding was het afsluiten van de zeearm het Haringvliet door de Deltawerken. Hierdoor werd het Haringvliet afgesloten in 1970. Door de afsluiting nam de getijstrooming van en uit het Haringvliet naar de Noordzee drastisch af. De sterke afname van de getijstrooming en de relatieve toename van het belang van golven leidde tot een aantal grootschalige veranderingen in de monding van het Haringvliet. Uit analyse van de zeebodemhoogte tussen 1968 en 2009 komt naar voren dat aan de zeewaartzijde grootschalige erosie voorkomt, terwijl meer landwaarts sedimentatie plaats vindt (Elias, van der Spek, & Lazar, 2016). Sedimentatie in landwaartse richting resulteerde in een snelle groei van de Hinderplaat, die zowel in lengte als hoogte toenam. De lange, spitvormige Hinderplaat leidde tot een tijdelijke stabiele situatie, waardoor geulen konden vullen met fijn sediment van zo'n 5 à 7,5 m dik. Doordat de breedte van de Hinderplaat geleidelijk afnam, was het mogelijk dat deze na 1996 doorbraken werd. Daarna ontstond een meer dynamisch systeem met meerdere kleine geulen en zandplaten (Elias, E.P.L.; van der Spek, A.J.F.; Lazar, M., 2017) Door golven is de buitendelta in landwaartse richting verplaatst.

Tussen 1986 en 1988 is de Slufter aangelegd die over het noordelijk deel van de Hinderplaat gaat. Tussen Slufter en de Hinderplaat is er een geul gegraven, het Hindergat, en het areaal van de Hinderplaat is afgenomen. Door het doorbreken van de Hinderplaat in 1996 bestaat de Hinderplaat niet langer uit een aaneengesloten plaat. Een nieuw (dynamisch) evenwicht is nog niet bereikt tussen de getijstrooming en de wind gedreven sediment transport (Colina Alonso, 2018). De kleine geulen die na het doorbreken zijn gevormd kunnen weer opvullen, maar tijdens storm condities weer openbreken (Figuur 18).



Figuur 18 Conceptuele morfologische beschrijving van de ontwikkeling van de buitendelta in de laatste 30 jaar (Colina Alonso, 2018).

Sinds de aanleg van de Tweede Maasvlakte wordt de ontwikkeling van de platen en geulen ter plaatse van de aanlandingslocatie van de IJmuiden Ver kabelsystemen ook beïnvloedt door de

aanvoer van zand vanaf het Maasvlakte-strand naar het zuiden. De toch al complexe ontwikkeling van de geulen en onderdelen van de voormalige Hinderplaat is hiermee nog complexer geworden. Het is daarom nog niet mogelijk te kunnen voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen.

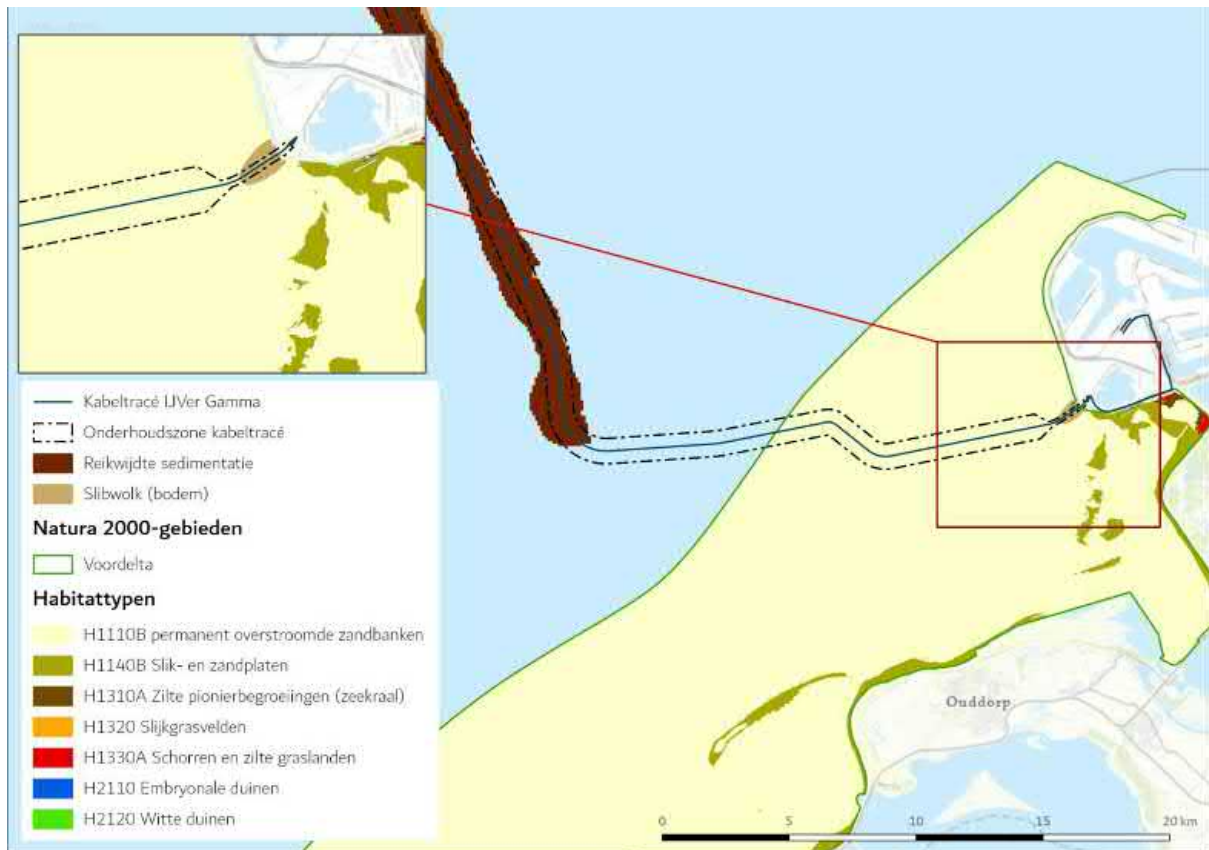
5.1.3 Natura 2000-gebied Voornes Duin

Het Voornes Duin is een Natura 2000-gebied in Zuid-Holland. Het gebied bestaat uit jonge duin- en strandafzettingen met hoog kalkgehalte, en bezit meerdere duinvalleien. In het eind van de 19^e eeuw en het begin van de 20^{ste} eeuw is het duingebied ontstaan door de afsnoering van strandvlakte als gevolg van het ontstaan van nieuwe zerepen. Het duingebied heeft grote variatie in landschapstypen en herbergt daardoor een grote diversiteit aan soorten, zowel flora als fauna. In het gebied zijn naast de bovengenoemde gebieden ook duinmeren, poeltjes, moerassen, oppervlaktes aan bos en struweel, duingraslanden en natte duinvalleien. Aan de binnenduintrand bevinden zich een aantal landgoedbossen met stinzenflora (Ministerie van LNV, 2020).

5.2 Habitattypen

5.2.1 Inleiding

De reikwijdte van habitataantasting en vertroebeling is toegelicht in Hoofdstuk 4. De verspreiding van habitattypen in de Voordelta rond het voorkeurstracé is te zien in Figuur 19. In habitatype H1110B (permanent overstroomde zandbanken) treedt habitataantasting en vertroebeling op. vertroebeling raakt ook aan habitatype H1140B (Slik- en zandplaten) en H1330A (schorren en zilte graslanden) (zie Figuur 19). De overige habitattypen vallen buiten de reikwijdte.



Figuur 19 De verschillende habitattypen in Natura 2000-gebied Voordelta. Aangegeven is het voorkeustracé, de onderhoudszone en de reikwijdte van sedimentatie en vertroebeling.

5.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B)

Permanente overstroomde zandbanken is het habitattype dat de zandbanken in ondiepe delen van de zee definieert. Ze staan permanent onder water en het water is hier zelden meer dan 20 meter diep. Plaatselijk kunnen biogene structuren zoals veen, keileem, stenen of schelpenbanken voorkomen. Het habitattype ligt vaak grenzend aan habitattype H1140 (Slik- en zandplaten). De grens tussen deze twee habitattypen is de Lowest Astronomical Tide (L.A.T.) (Ministerie van LNV, 2014a). Soorten die veel voorkomen zijn de parelduiker, roodkeelduiker, zwarte zee-eend, spiraalruppia en groot zeegras (European Environmental Agency, 2019).

Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) is een habitatsubtype hiervan. Dit habitatsubtype komt voor in de monding van de Westerschelde, de Noord- en Zuid-Hollandse kustzone, Voordelta en de zeegaten van de Waddenzee (CBS et al., 2014). Het beslaat een oppervlakte van 7.400 km² van de Nederlandse kustzone, waarvan 813 km² in de Voordelta (Goudswaard & van Bemmelen, 2010). Het omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan (onder LAT: Lowest Astronomical Tide). Dit habitatsubtype is van groot belang voor bodemfauna zoals wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen weer een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels (meeuwen en sterns) en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014a; Ramaker, 2015). Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming) is dit habitatsubtype vrij soortenarm (Ministerie van LNV, 2014a). Onderdeel zijn ook geulen, die fungeren als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder paling, schol, bot, rivierprik, zee-prik, elft en fint. Dit habitatsubtype dient ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben.

5.2.3 Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B)

Binnen het habitattype slik- en zandplaten (H1140) is een hoge dynamiek aanwezig. Stroming en golfwerking zorgen voor een continue beweging van zand en slib. Hierdoor verplaatsen de zandplaten zich geleidelijk, echter betreft dit maar een klein deel van het habitattype (alleen de uiteindes van het habitattypen worden beïnvloed) (Bijlsma et al., 2014). Dit habitattype omvat slikwadden en zandplaten in de kustzone die dagelijks bij hoogwater overspoelen en bij laagwater droogvallen. In Nederland zijn deze platen niet of nauwelijks begroeid (Ministerie van LNV, 2008a). In het plangebied betreft het Noordzeekustzone subtype (B).

Het subtype H1140B komt voor in de Noordzeekustzone, met name in de Voordelta en de buitendelta's van de zeegaten van de Waddenzee. Binnen dit gebied zijn drie typische soorten te onderscheiden: gemshoornworm (*Scolelepis squamata*), schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en zandvlokreeft (*Hausorius arenarius*) (Ministerie van LNV, 2008a). De zandplaten onder subtype B zijn dynamisch en jaarlijks kan de omvang en locatie wisselen. Daarnaast zijn deze zandplaten van groot belang voor rustende zeehonden binnen de Noordzeekustzone (R. Jak & Tamis, 2011).

5.2.4 Schorren en zilte graslanden (buitendijks) (H1330A)

Onder habitattypetype "schorren en zilte graslanden" vallen schorren of kwelders en andere zilte graslanden in het kustgebied. Het habitattype komt zowel binnen- als buitendijks voor. In het plangebied betreft het buitendijkse subtype (A).

Het subtype omvat de als gevolg van het getij (meer of minder frequent) overstroomde graslanden van het getijdengebied (eiland- en vastelandskwelders) en van de duinen (in sluffers, wash-overs, achterduinse strandvlakten en groene stranden). Deze begroeiingen worden door zeewater overstromd vanuit de (tot soms ver in de kwelders doordringende) getijdenkreeken (Ministerie van LNV, 2009).

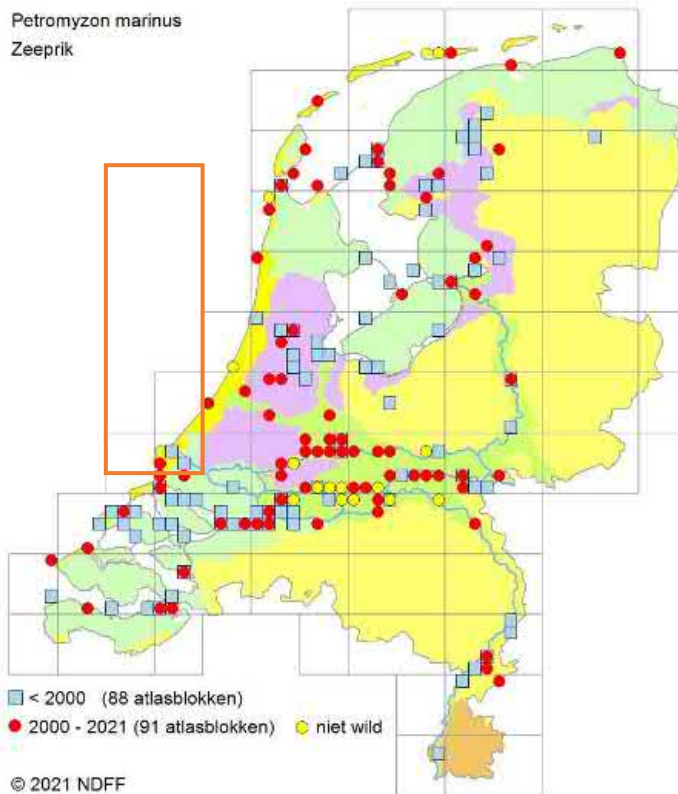
5.3 Habitatrichtlijnsoorten

In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen habitatrichtlijnsoorten voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

5.3.1 Zeeprik (H1095)

De zeeprik (*Petromyzon marinus*) behoort tot de rondbekken. De volwassen dieren leven in zee waar ze parasiteren op vissen en walvisachtigen. Volwassen zeeprikken trekken vanaf het voorjaar tot aan het begin van de zomer (februari-juni) de grote rivieren op naar paaiplaatsen die tot honderden kilometers landinwaarts kunnen liggen tot voorbij onze landsgrenzen. De grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij als migratieroute. Er wordt in de periode mei tot juli gepaaid in snelstromende rivierdelen. Nadat de eitjes zijn afgezet en bevrucht sterven de volwassen dieren (RAVON, 2021c). Wanneer de larven uit de eitjes gekomen zijn, laten ze zich met de stroom meevoeren naar plaatsen met slibrijke rifbodems. Hier graven ze zich in en leven ze van detritus en kleine organismen. Na circa vijf tot acht jaar metamorfoserend ze tot adult om in de loop van de winter richting zee te trekken en daar verder op te groeien (Ministerie van Economische Zaken, 2008c).

De zeeprik is een zeldzame soort in Nederland die zich bij ons maar zeer beperkt voortplant. De soort wordt als ‘gevoelig’ bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren, zoals het aanleggen van (migratie)barrières en het aantasten van paaiplaatsen. De soort wordt sporadisch waargenomen in het Deltagebied en de Noordzeekustzone, zie Figuur 20. Zeeprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

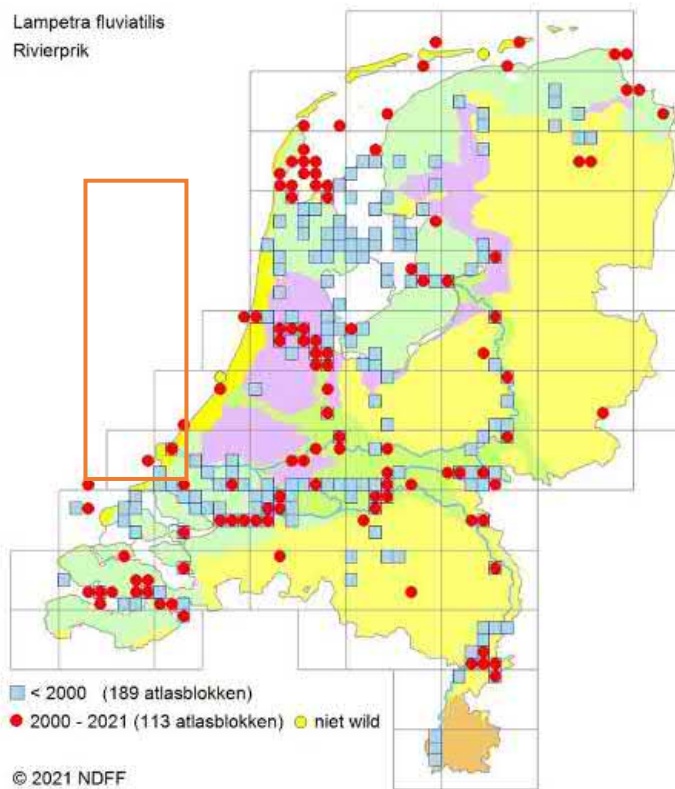


Figuur 20 Waarnemingenoverzicht zeeprik (RAVON, 2021c). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

5.3.2 Rivierprik (H1099)

De rivierprik (*Lampetra fluviatili*) behoort net als de zeeprik tot de rondbekken. Qua morfologie en ecologie is de soort vrijwel identiek aan de zeeprik, de rivierprik blijft echter kleiner en kent een andere levenscyclus. Adulte rivierprik trekt voor de paai naar zoet water van begin herfst tot en met het voorjaar (december-april), de grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij voornamelijk als migratieroute. De paai vindt daarna plaats in de periode maart tot mei waarna adulte dieren sterven. De uitgekomen larven verblijven circa 4 jaar in de bodem rond hun geboortelocatie, dit betreft veelal de midden- en bovenloop van grotere rivieren en hun zijstroompjes, alsook de grotere beken (Ministerie van Economische Zaken, 2008b). Hier verblijven ze tot ze een lengte van zo'n 10-13 centimeter bereiken (Sportvisserij Nederland, 2006). Op deze lengte vindt metamorfose plaats naar adult stadium en migreren ze naar zee. Anders dan de zeeprik verblijven ze voornamelijk in riviermondingen en kustwateren. Vanaf een leeftijd van 7 à 8 jaar is de rivierprik paairijp en begint de cyclus weer opnieuw.

De rivierprik is een redelijk zeldzame soort in Nederland en wordt als ‘gevoelig’ bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De rivierprik is de afgelopen jaren echter bezig met een opmars. De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren en beken waarbij migratiebarrières ontstaan en paaiplaatsen verdwijnen. De rivierprik komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone, zie Figuur 21. De rivierprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.



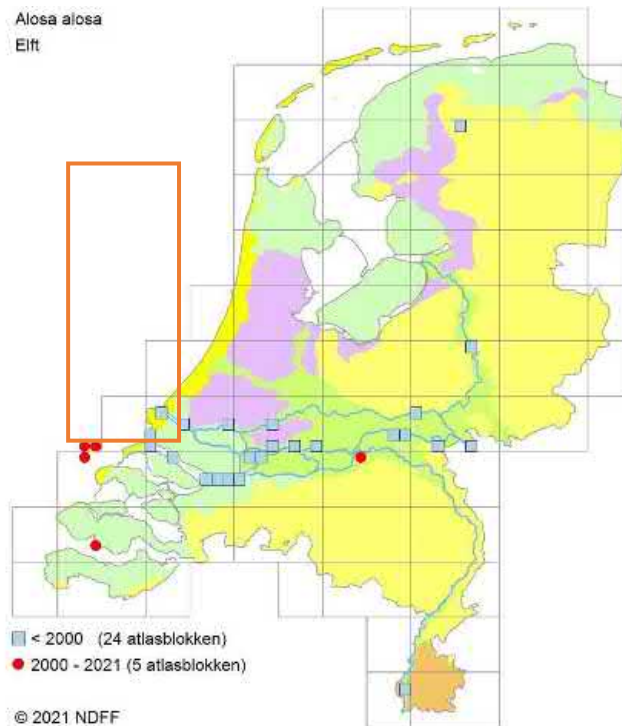
Figuur 21 Waarnemingenoverzicht rivierprik (RAVON, 2021c). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

5.3.3 Elft (H1102)

Elft (*Alosa alosa*) behoort tot de haringachtigen (*Clupeidae*). In het voorjaar leeft de elft in scholen in kustwateren en brakke wateren, waar hij voornamelijk dierlijk plankton eet. Na de winter, als het water circa 11 graden Celsius bereikt heeft, verzamelen de volwassen vissen zich in estuariumgebieden. Vanaf half maart tot juni zwemmen paarijpe elften in scholen de rivieren op waar ze in mei-juni op grindbanken paaien. Gedurende deze paaitrek kunnen ze ver stroomopwaarts zwemmen. De larven van de elft groeien op in de rivieren waar zij foerageren op fijn dierlijk plankton. Vanaf begin voorjaar tot zomer trekken de jonge elften, ook wel plassen genoemd, stroomafwaarts richting de estuaria. In de herfstperiode trekken ze door naar open zee, waar ze in 2 tot 3 jaar opgroeien tot volwassen dieren (Calle et al., 2020). Hierna begint de cyclus weer opnieuw.

De elft is na begin 20e eeuw uitgestorven in de Rijn, onder andere door verstuwings, het rechtekken van de rivierbochten en het verwijderen van geschikt (paai)habitat. Sindsdien wordt de soort weer (zeer) incidenteel aangetroffen in Nederland, waaronder in de Voordelta (Figuur 22). Hoewel het figuur geen recente waarnemingen van de elft laat zien binnen het globale studiegebied is het wel

aannemelijk dat de soort hier sporadisch voorkomt. Waarschijnlijk gaat het hier om dwaalgasten uit andere riviersystemen of zijn het individuen afkomstig van een herintroductieprogramma in het Duitse deel van de Rijn (RAVON, 2021a). Nederland neemt ook deel aan dit herintroductieprogramma, als onderdeel hiervan zijn recentelijk, in juni 2021, 80.000 jonge elften uitgezet in de Waal bij Nijmegen (Waarlo, 2021).

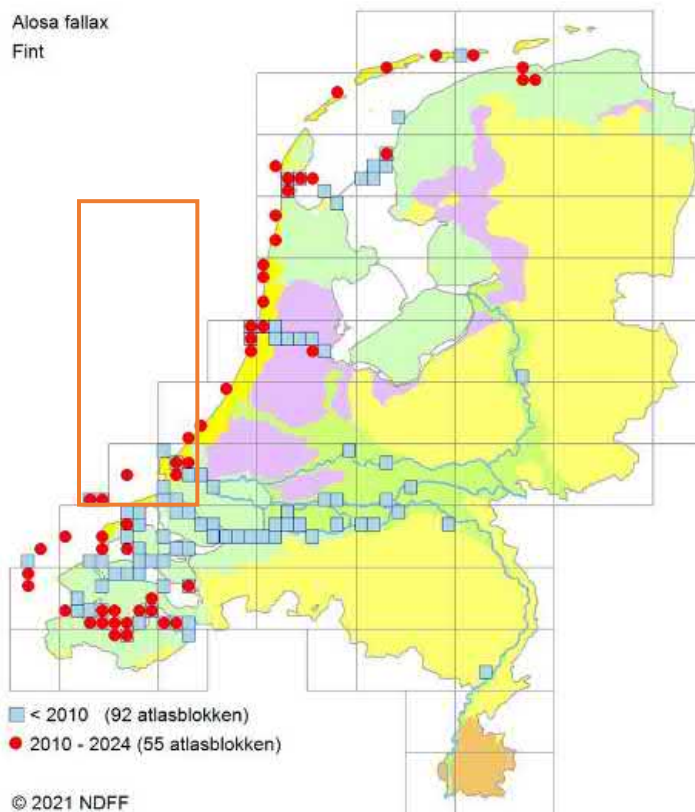


Figuur 22 Verspreiding van elft in Nederland (RAVON, 2021a). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

5.3.4 Fint (H1103)

De fint (*Alosa fallax*) behoort tot de haringachtigen (Clupeidae) en brengt het grootste gedeelte van zijn leven door in kustgebieden en estuaria. Voor de paai gebruikt de fint zoetwatergetijdengebied om, met behulp van het tij, het estuarium binnen te trekken. De paaitijd is afhankelijk van de watertemperatuur en valt in het algemeen in het late voorjaar (mei/juni). De paai vindt plaats in ondiep water boven zandplaten in het (net) zoete deel van het getijdengebied. Na de paai trekken de adulte finten weer naar zee. De larven en jonge finten eten voornamelijk dierlijkplankton, volwassen finten voeden zich ook met garnalen en vislarven.

Door de aanleg van dammen en stuwen zoals de Haringvlietdam verdween de Nederlandse paaipopulatie in de jaren zeventig van de vorige eeuw uit het benedenrivierengebied. Het ontbreken van natuurlijke zoet-zoutovergangen vormt een groot knelpunt voor de terugkeer van een voortplantingspopulatie in Nederland. Vanaf de jaren '90 lijkt het aantal finten langs de Nederlandse kust en in de benedenrivieren echter weer toe te nemen (Ministerie van Economische Zaken, 2008a). De fint komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone, zie Figuur 23. De fint komt daarmee ook in het studiegebied voor.



Figuur 23 Waarnemingenoverzicht fint (RAVON, 2021b). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020.

5.3.5 Bruinvis (H1351)

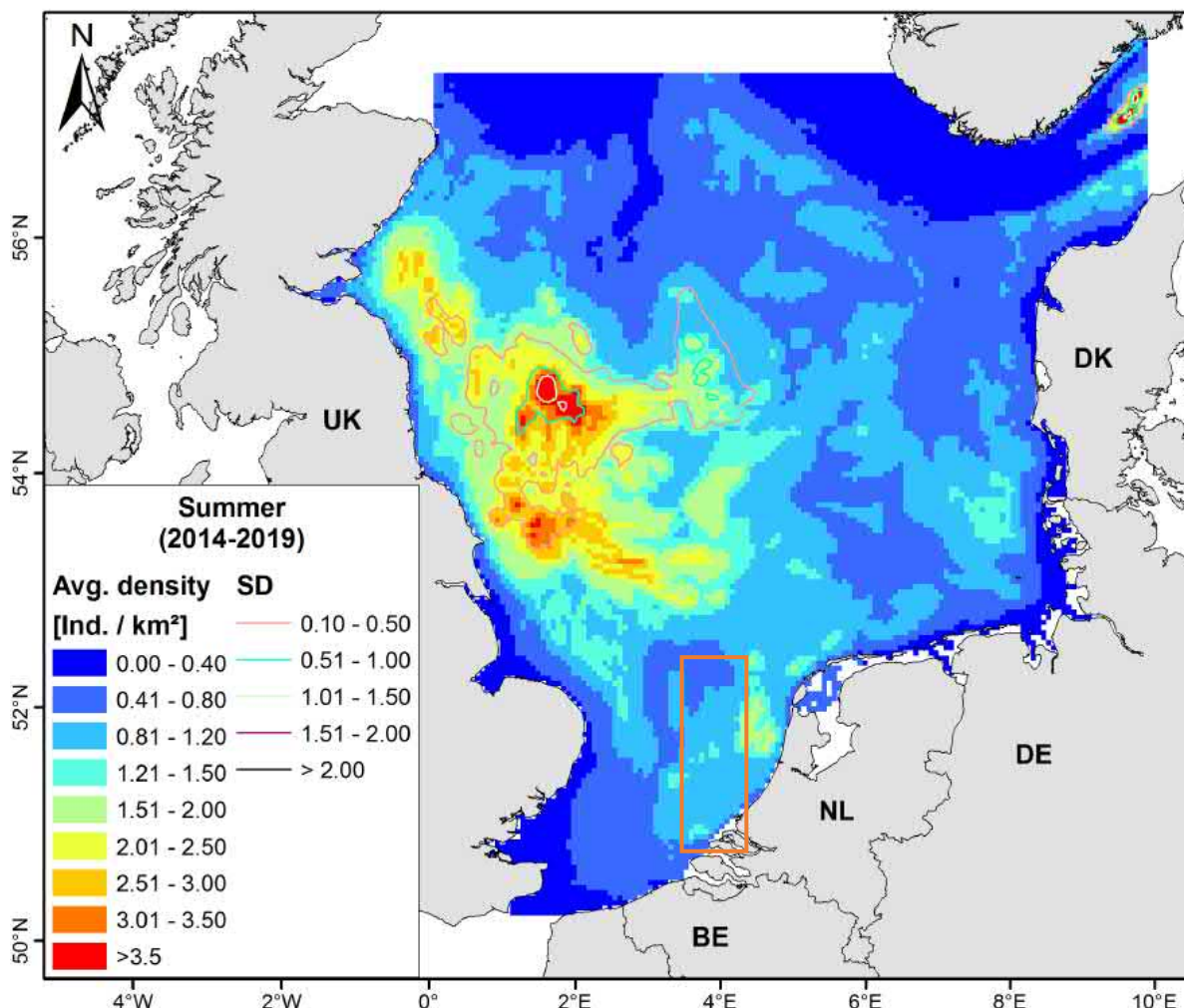
De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 24). De soort vkomt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend, zie Figuur 24. Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen bevestigen de bruinvisdichtheden weergegeven in Figuur 24. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2019 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018; Heinis et al., 2022).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied, zie Figuur 24. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 24 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van maart t/m mei. Data zijn van 2014 t/m 2019. Het projectgebied is weergegeven met het oranje kader (Gilles et al., 2020).

5.3.6 Gewone zeehond (H1364)

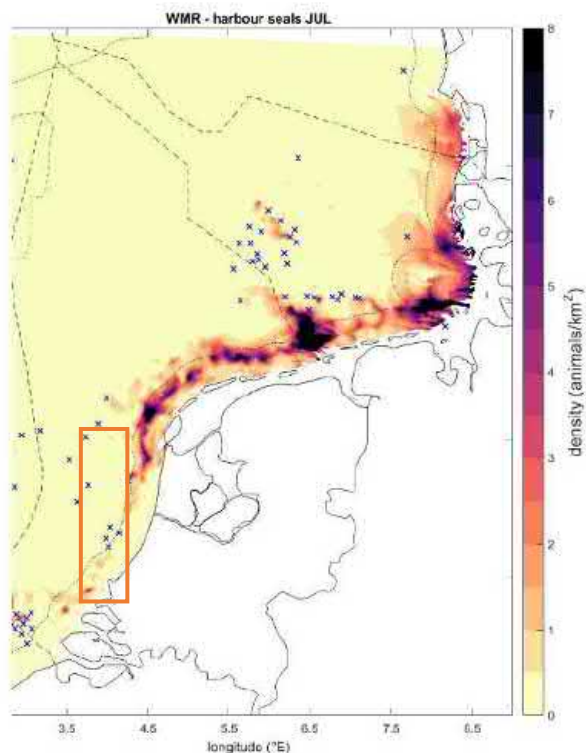
De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om te foerageren. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en zeer verstoringsgevoelig (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt,

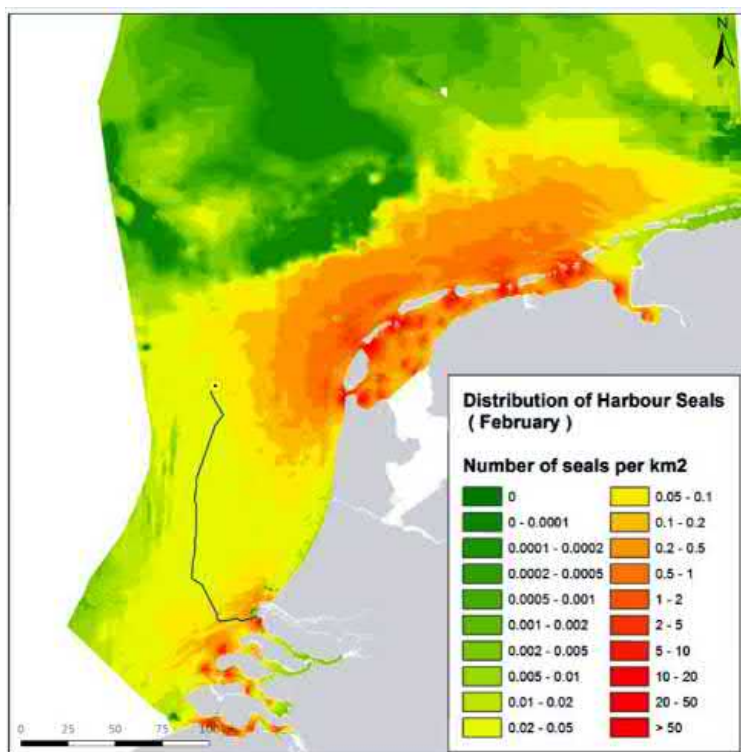
met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zehonden voor in de Waddenzee.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeeld. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens, scheepsvaart) op de populatie ontwikkelingen.

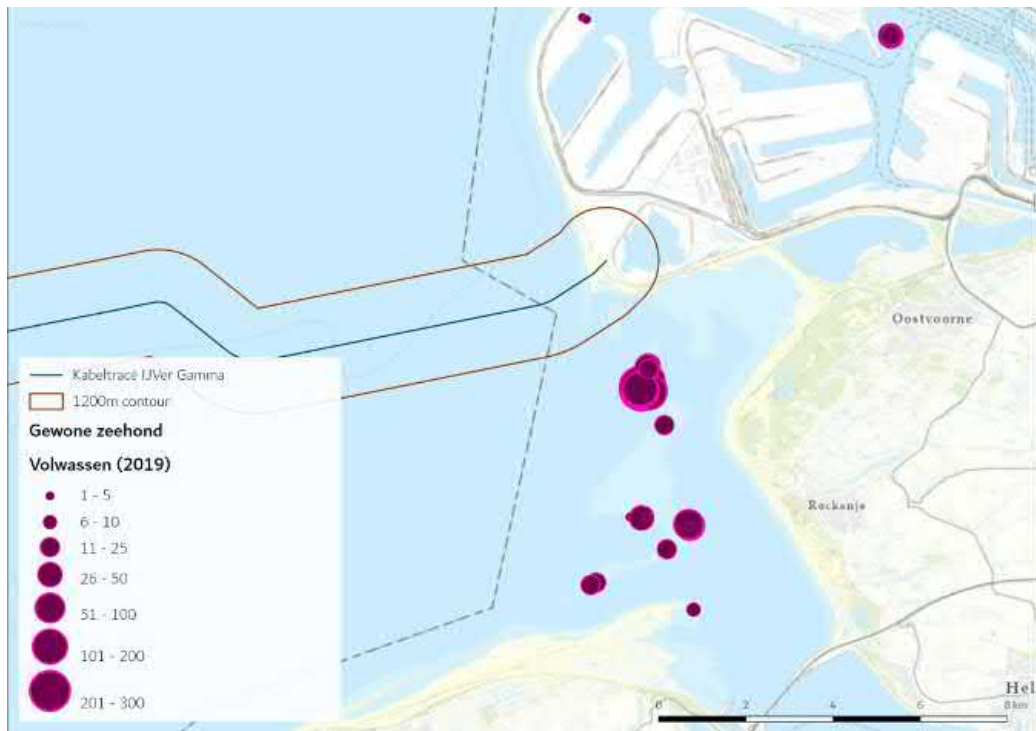
Gewone zehonden komen met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zehonden in de Nederlandse kustwateren is weergegeven in de zomer Figuur 25 en de winter Figuur 26 (Aarts, 2021; Aarts et al., 2016). De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zehonden weer die (foerageer)tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De gewone zehond komt daarmee algemeen voor in het studiegebied. Liggebieden van de gewone zehond in het deltagebied zijn te zien in Figuur 27. De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de hinderplaat, worden door de gewone zehond gebruikt als ligplaats, ook met jonge gewone zehonden.



Figuur 25 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zehonden in het Nederlands deel van de Noordzee. De waarden staan voor aantal zehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in juli. De blauwe kruizen geven de geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt. Het oranje kader geeft het projectgebied weer (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)).



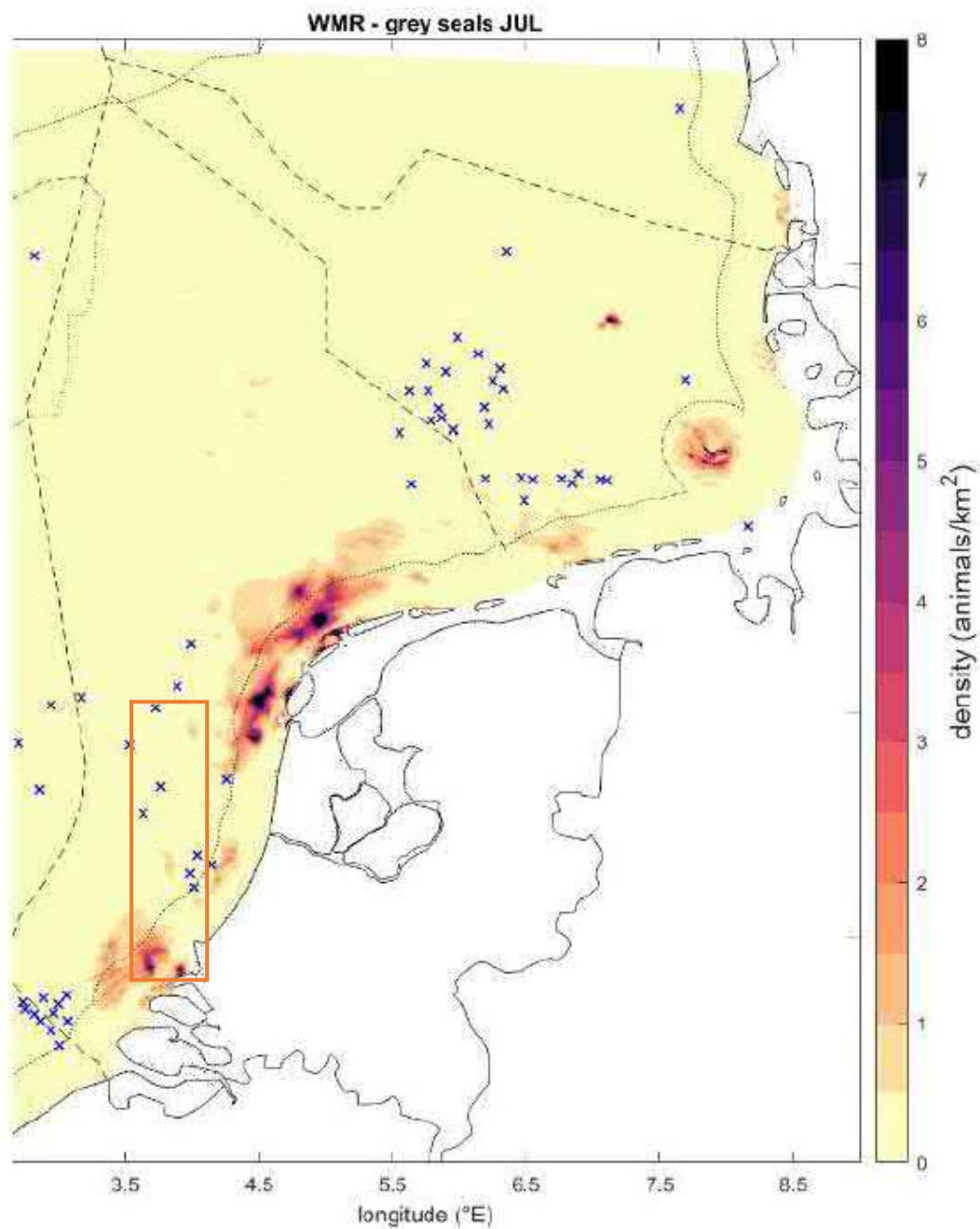
Figuur 26 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in februari. Ligging van platform en voorkeurstracé is hierin aangegeven (Aarts et al., 2016).



Figuur 27 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven) en van jonge gewone zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).

5.3.7 Grijze zeehond (H1365)

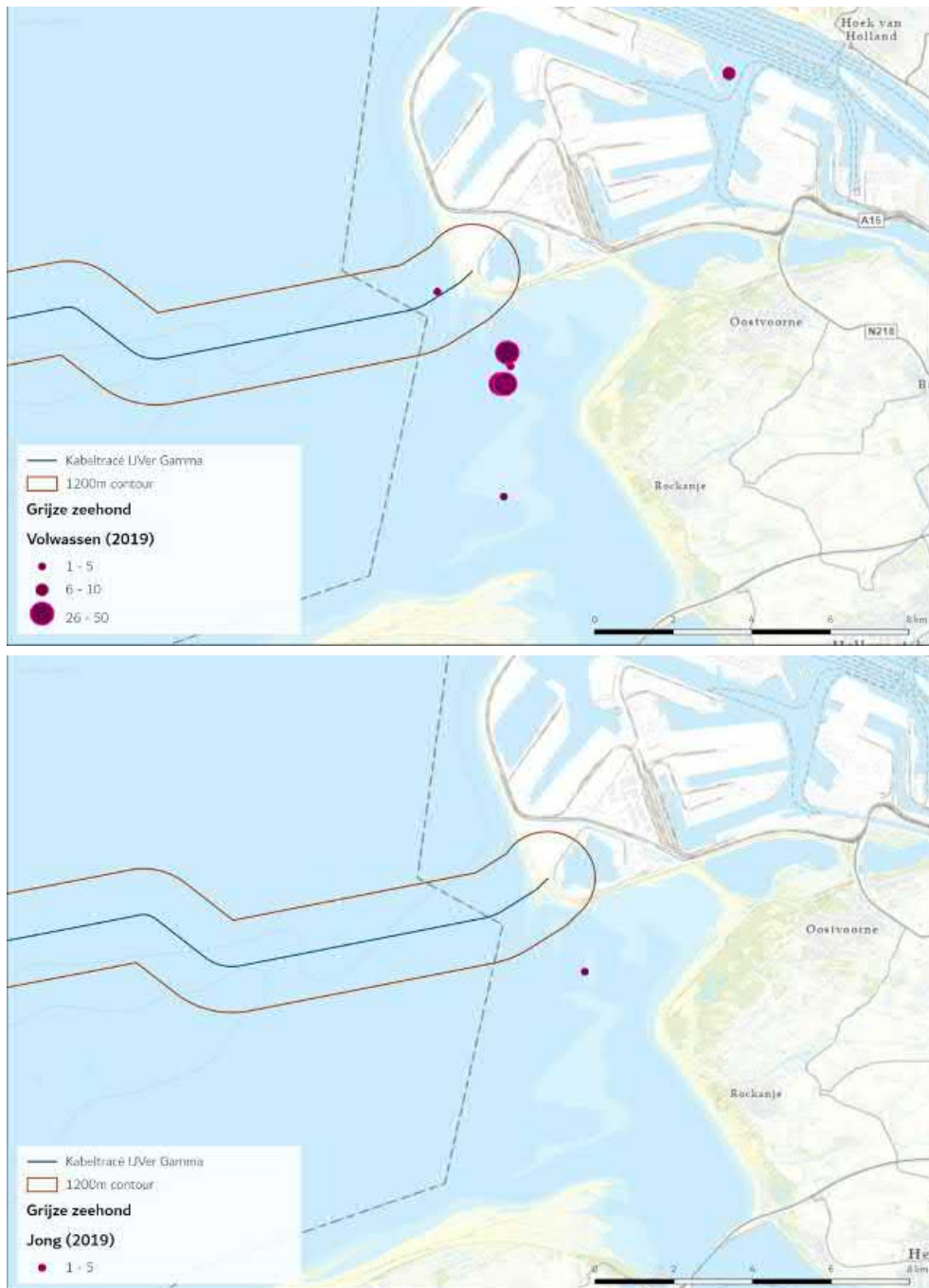
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 28.



Figuur 28 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlands deel van de Noordzee. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in juli. De blauwe kruizen geven de geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt. Het oranje kader geeft het projectgebied weer (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)).

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 29. Binnen de verstoringscontouren van het gehele voorkeustracé door de Voordelta, is er maar op één plaats een waarneming gedaan van een grijze zeehonden ligplaats. Er zijn geen jonge grijze zeehonden waargenomen rond het tracé.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).



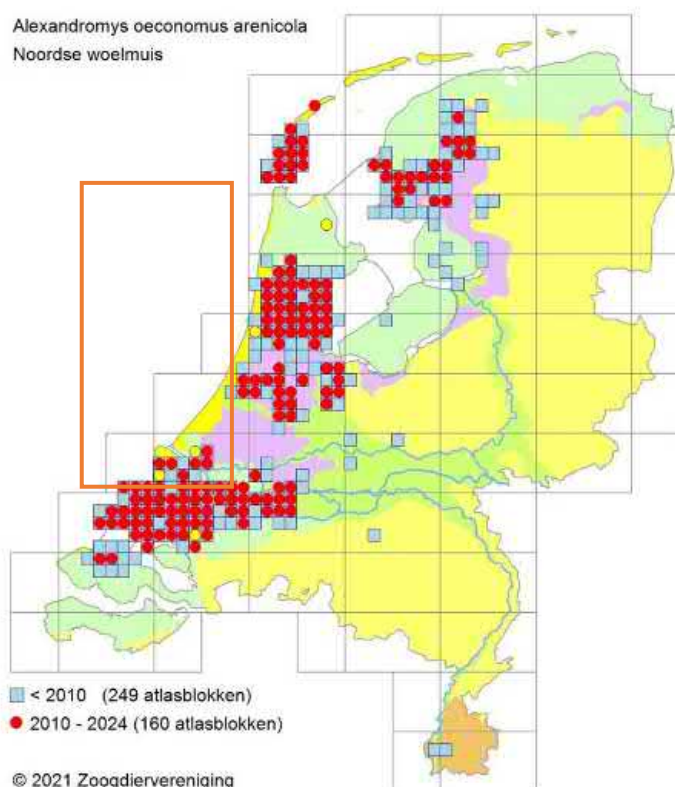
Figuur 29 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (boven) en van jonge grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).

5.3.8 Noordse woelmuis (H1340)

De Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) is een grote woelmuis met in het algemeen een donkerbruine rugvacht en een lichte buikvacht (BIJ12, 2017a). De Noordse woelmuis is endemisch voor Nederland en is erg gevoelig voor concurrentie met onder andere de aardmuis en veldmuis. De soort leeft voornamelijk onder de grond in een gangenstelsel met nest- en voorraadkamers. Hij komt voor in regio's waar voldoende voedsel aanwezig is en een variatie aan vegetatie, zoals diverse kruiden, zeggen en overgangszones tussen land en water met riet (BIJ12, 2017a). Hij wordt ook wel een moerasbewoner genoemd (Ministerie van LNV, 2016).

De Noordse woelmuis kent twee soorten verblijfplaatsen, namelijk voortplantings- of zomerverblijfplaatsen en winterverblijfplaatsen. De zomerverblijfplaatsen worden gebruikt in de periode maart tot november, waarbinnen ook het voortplantingsseizoen valt (april-september). Winterverblijfplaatsen zijn in gebruik van november tot maart. Echter worden deze winterverblijfplaatsen soms ook gebruikt als zomerverblijfplaats (BIJ12, 2017a).

De soort komt in Nederland voor in vijf verschillende gebieden: Texel, de Zuid-Hollandse en Zeeuwse delta, het Friese merengebied, het Hollandse en Utrechtse laagveengebied en de laagveengebieden in Noord-Holland boven het Noordzeekanaal, zie Figuur 30 (BIJ12, 2017a).



Figuur 30 Verspreidingskaart van de Noordse woelmuis in Zuidwest Nederland. Het oranje kader is de ligging van het studiegebied (NDFF Verspreidingsatlas | *Microtus Oeconomus* - Noordse Woelmuis, 2019).

In Natura 2000-gebied Voornes Duin zijn alleen waarnemingen bekend van de Noordse woelmuis op een select tal van locaties aan de zuidzijde van het Oostvoornse Meer (den Held et al., 2016). De kwaliteit van dit geringe leefgebied binnen Voornes Duin wordt als matig omschreven (den Held et al., 2016).

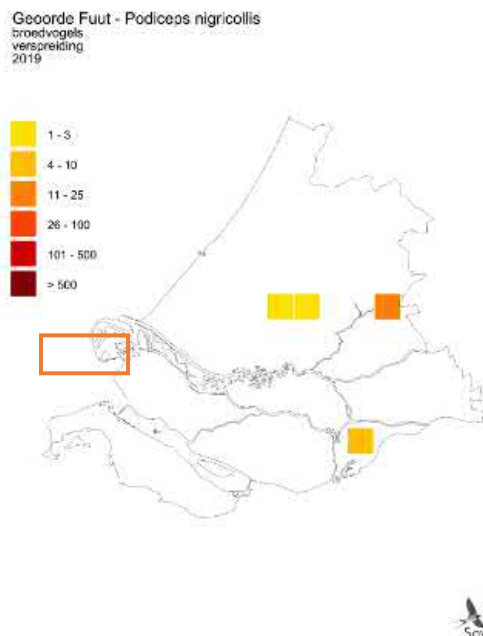
Werkzaamheden voor IJmuiden Ver Gamma vinden niet plaats aan de zuidzijde van het Oostvoornse Meer. De draagkracht van het leefgebied van de Noordse woelmuis binnen Voornes Duin wordt niet aangetast. Nadere beoordeling van de Noordse woelmuis is niet aan de orde voor Natura 2000-gebied Voornes Duin.

5.4 Broedvogels

In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen broedvogels voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

5.4.1 Geoorde fuut (A008)

De geoorde fuut (*Podiceps nigricollis*) is een kleine fuutachtige, die veelal broedt bij ondiepe zoetwaterplassen, zoals vennen, duinmeren, laagveenplassen en vloeivelden. Buiten het broedseizoen is de geoorde fuut vrijwel alleen in brakke en zoute wateren rond de wadden en het deltagebied te vinden. De verspreiding van de geoorde fuut is te vinden in Figuur 31 (Sovon, 2021h). De verspreiding reikt niet tot in het studiegebied. De broedgebieden zijn erg gevoelig, en broedplekken kunnen worden achtergelaten als het water opdroogt, verzuurt of als er te veel verstoring plaatsvindt. De broedplekken worden in de nazomer verlaten als de geoorde fuut naar de kust trekt om te foerageren. Het voedsel van de geoorde fuut bestaat in zoete wateren veelal uit waterinsecten en weekdieren. In zoute kustwateren eet de geoorde fuut vooral kleine zeenaalden en andere kleine visjes of invertebraten (Ministerie van LNV, 2008g).



Figuur 31 Voorkomen van Geoorde Fuut als broedvogel in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader licht het studiegebied toe (Sovon, 2021h).

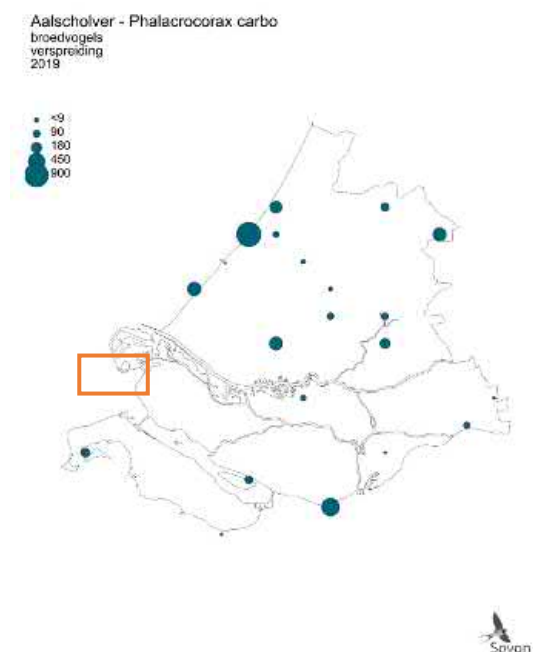
Met name tijdens de rui en de broedtijd is deze fuut verstoringsgevoelig. Aangezien de meeste geoorde futen broeden in afgesloten gebieden broeden, zoals achter de duinreep en in het bos (met name het Breede Water en het Quackjeswater), is verstoring van deze broedlocaties door de werkzaamheden niet aan de orde. De geoorde fuut wordt niet nader beoordeeld.

5.4.2 Aalscholver (A017)

De aalscholver (*Phalacrocorax carbo*) is in Nederland het gehele jaar aanwezig, als zowel broedvogel, doortrekker als overwinteraar. De Nederlandse broedpopulatie wordt geschat op circa 21.450 broedparen, waarvan een deel wegtrekt in de winter. Daarnaast is Nederland ook het overwinteringsgebied van grote aantallen aalscholvers uit het buitenland (Fijn, Arts, de Jong, Beuker, Engels, et al., 2018). De meeste van de in Nederland broedende aalscholvers trekken in het najaar naar het zuiden, tot aan Noord-Afrika. Maximum aantallen bereikt de soort in Nederland tijdens de najaarstrek in september.

De aalscholver houdt zich voornamelijk op in (zowel zoete als zoute) wateren met goede vispopulaties. De soort is opportunistisch wat betreft zijn prooikeuze en de selectie van de visgrootte, hij past zich aan het lokale voedselaanbod aan voor zo ver zijn keel dat toelaat. Omdat het verenkleed van de aalscholver beperkt waterdicht is, is de soort gebonden aan de kust voor droge rustplaatsen en wordt hij op het NCP buiten de 12-mijlszone vrijwel niet aangetroffen (Fijn et al., 2022).

De aalscholver maakt gebruik van verschillend habitat als foerageer-, slaap en broedgebied, deze kunnen relatief ver van elkaar af liggen. De verspreiding van het broedgebied is weergegeven in Figuur 32. Er is overlap met het studiegebied. In Natura 2000-gebied Voornes Duin broedt de aalscholver in kolonies in de grote wateren. Deze kolonies zitten voornamelijk achter de duinen en bos, waardoor verstoring hiervan als gevolg van de werkzaamheden niet aan de orde is. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. Aalscholver wordt niet nader beoordeeld.



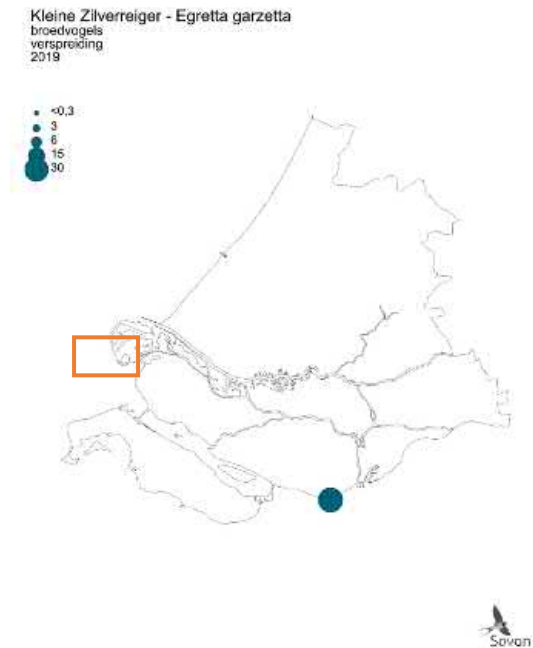
Figuur 32 Verspreiding aalscholver als broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader licht het studiegebied toe (Sovon, 2021a).

5.4.3 Kleine zilverreiger (A026)

De kleine zilverreiger (*Egretta garzetta*) jaagt in ondiep zoet of zout water op kleine vissen, amfibieën, waterinsecten of garnalen. In milde winters overwinteren tussen de 300 en 500 exemplaren in Nederland (Sovon, 2021j). De kleine zilverreiger bevindt zich veelal in het zuidelijke

deel van Zuid-Holland, zie Figuur 33. De verspreiding van deze soort reikt niet tot binnen het studiegebied. De kleine zilverreiger broedt in mei-juni in Nederland. Beide ouders zitten op de eieren. De jongen verlaten soms al na 30 dagen het nest, terwijl ze pas na 40-45 dagen vliegvlug zijn. Ook na het nestverlaten bedelen de jongen nog om voedsel.

Net als voor geoorde fuut en aalscholver, geldt voor kleine zilverreiger dat de broedlocaties dusdanig verscholen liggen dat deze niet worden verstoord door de werkzaamheden. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. De kleine zilverreiger wordt niet nader beoordeeld.

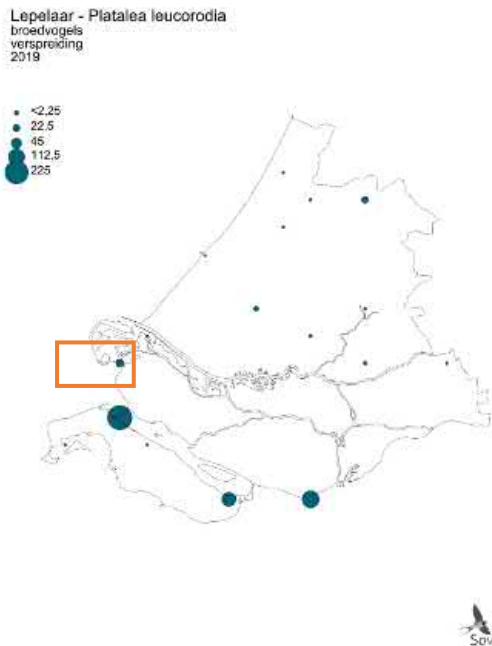


Figuur 33 Verspreiding van de kleine zilverreiger in Zuid-Holland als broedvogel (Sovon, 2021j). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

5.4.4 Lepelaar (A034)

Lepelaars (*Platalea leucorodia*) leven in kolonies. Het merendeel hiervan bevindt zich in het Waddengebied en in de Zoute Delta. Sinds de jaren '70 is de broedpopulatie Nederland van 70 naar rond de 3.000 broedparen gegaan. De lepelaar broedt in Nederland van eind maart tot eind juli. In september/oktober trekt de lepelaar weg, om vanaf februari/maart weer terug te keren. Lepelaars waden door ondiep water, zoals op schorren in het deltagebied en vangen met hun snavel zowel zoetwaterprooien als stekelbaars, amfibieën en insecten maar ook zoutwaterprooi als garnaal en jonge platvis.

Figuur 34 laat de verspreiding van de lepelaar zien in Zuid-Holland. Net als bij kleine zilverreiger geldt dat de broedlocaties van de lepelaar dusdanig verscholen liggen dat deze niet worden verstoord door de werkzaamheden. De draagkracht van het broedgebied wordt niet aangetast. De lepelaar wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 34 Verspreiding van lepelaars als broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021n).

5.5 Niet-broedvogels

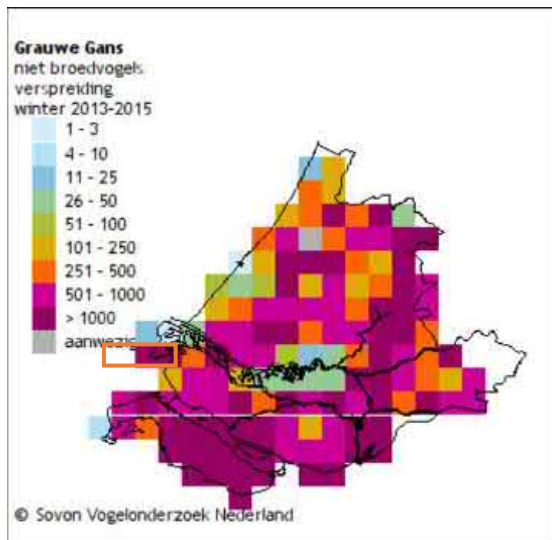
In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen niet-broedvogels voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

5.5.1 Eenden en ganzen

De Voordelta is van belang voor meerdere soorten eenden en ganzen. Dit zijn de bergeend, brilduiker, eider, grauwe gans, krakeend, pijlstaart, slobbeend, smient, toppereend, wintertaling en zwarte zee-eend. Deze soorten komen met grote getallen voor in dit deel van de Delta, waarbij sommige soorten ook naar andere gebieden in de Delta trekken. Deze soorten gebruiken open water, oevers, platen, slikken, stranden, dijken, graslanden en schorren als foerageergebied en rustplaatsen. Deze soorten leven allen van waterplanten, wieren, bodemdieren of vegetatie van schorren en graslanden. De trends in populatie van zowel benthivore eenden als herbivore eenden is in de Voordelta in de laatste jaren zeer positief (Arts et al., 2019).

Grauwe gans (A043)

De grauwe gans (*Anser anser*) is een inheemse soort die nagenoeg is uitgestorven als gevolg van biotoopvernietiging aan het begin van de 20^e eeuw. In het begin van de jaren 60 is de soort opnieuw uitgezet in Nederland en gezamenlijk met spontane hervestiging in dezelfde periode is er een gemixte populatie ontstaan (Voslamber, 2010). Geschatte wintermaxima zijn tussen de 510.000 en 580.000 en de doortrekmaxima tussen de 490.000 en 570.000 (november) (Sovon, 2021i). De verspreiding van de Grauwe gans is te vinden in Figuur 35. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

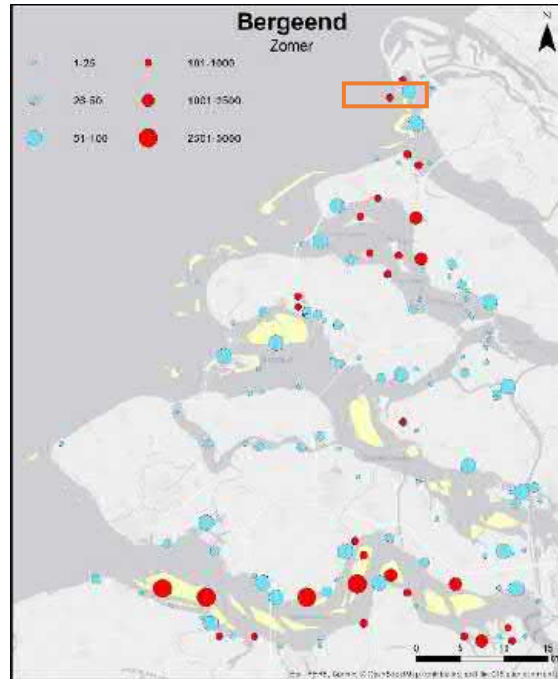
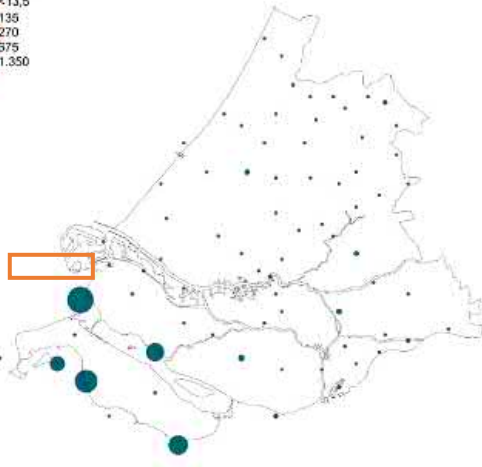


Figuur 35 De verspreiding van de Grauwe Gans in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021i).

Bergeend (A048)

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 36. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Bergeend - *Tadorna tadorna*
niet broedvogels
watervogels
12/13-16/17

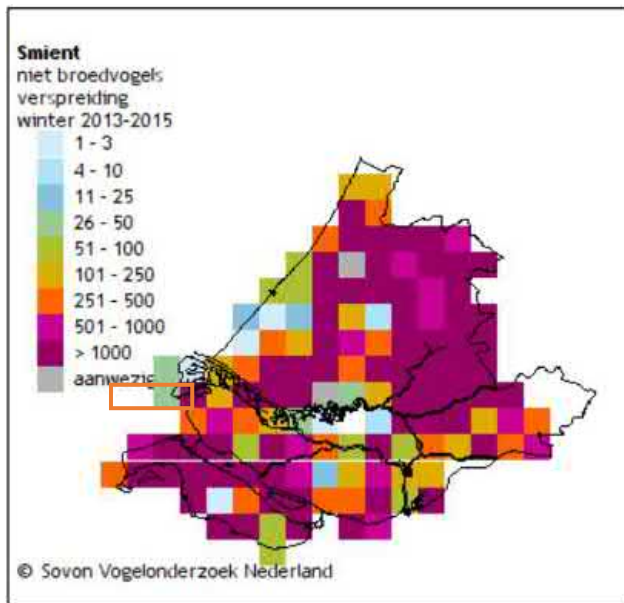


Figuur 36 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Smient (A050)

De smient (*Mareca penelope*) is een vogel uit de familie van de eenden. De geschatte wintermaxima bevonden zich in de periode 2013 – 2015 tussen de 860.000 en 940.000 individuen. Geschatte doortrekmaxima liggen tussen de 700.000 en 910.000 (november). De recente daling is mogelijk het gevolg van de verschuiving van de winterspreiding van de smient (Sovon, 2021u). De verspreiding van de smient is te vinden in Figuur 37. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

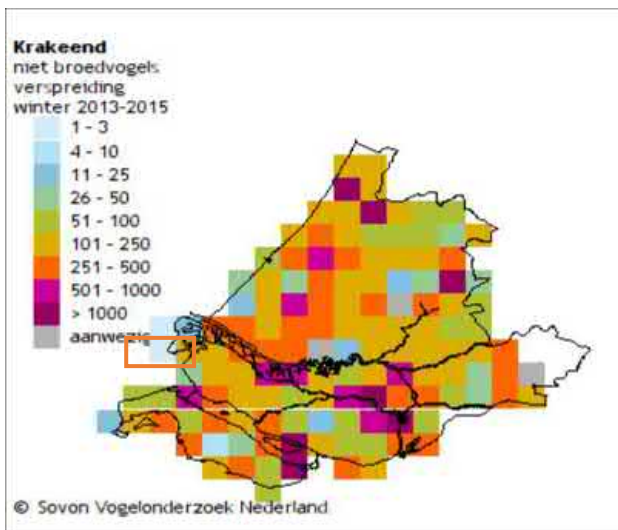
De smient leeft in estuaria zoals de voordelta, 'wetlands' en graslanden nabij plassen en meren. Vooral in het najaar/winter is de smient hier veel te zien, daarna verplaatsen zij zich richting open agrarische gebieden in het binnenland. Smienten eten voornamelijk planten, zaden, wortels, groenwieren en zeegras (indien beschikbaar). 's Nachts foerageren de smienten en overdag rusten ze (Ministerie van LNV, 2008h).



Figuur 37 De verspreiding van de smient als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021u).

Krakeend (A051)

De kraakeend (*Mareca strepera*) is een zeer algemene eend in Nederland. De soort komt voor in waterrijke omgevingen, waaronder de Voordelta. De kraakeend is vooral een planteneter maar vooral in de wintermaanden vormen insecten en weekdieren een aanvulling op het dieet. De verspreiding van de kraakeend is te vinden in Figuur 38. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

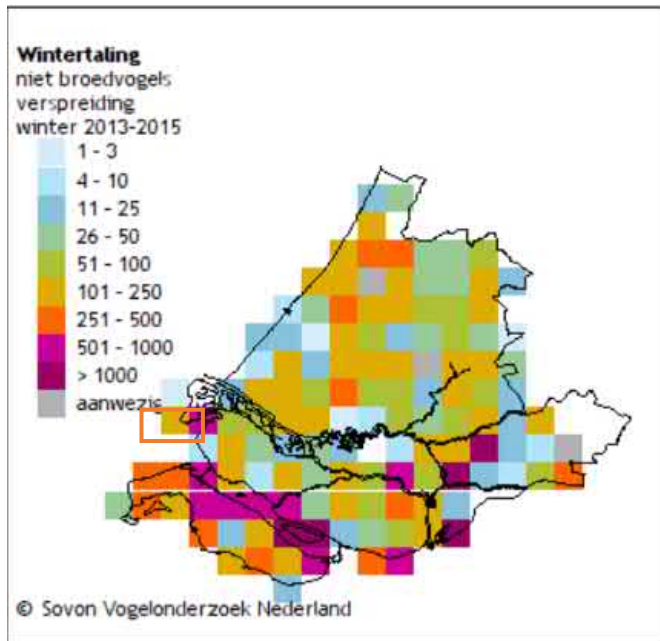


Figuur 38 De verspreiding van de kraakeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021l).

Wintertaling (A052)

De wintertaling (*Anas crecca*) is een eend uit de familie van de eenden. In de winter overwinteren grote groepen wintertalingen in Nederland, waaronder in de Voordelta. Ze zijn omnivoor, maar in de

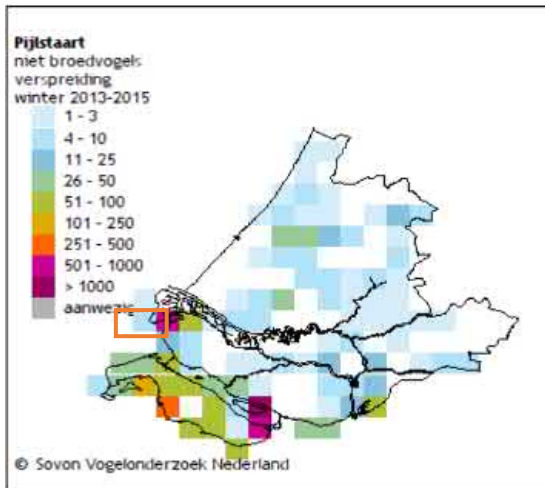
zomer leven ze vooral van insecten en kreeftachtigen en 's winters vooral van zaden en grassen. In de winter ligt het maximum tussen de 70.000 en 120.000 individuen. Het geschatte doortrekmaximum lag in de periode 2012 – 2017 tussen de 99.200 en 120.000 individuen (Sovon, 2021y). De verspreiding van de wintertaling is te zien in Figuur 39. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 39 De verspreiding van de wintertaling als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021y).

Pijlstaart (A054)

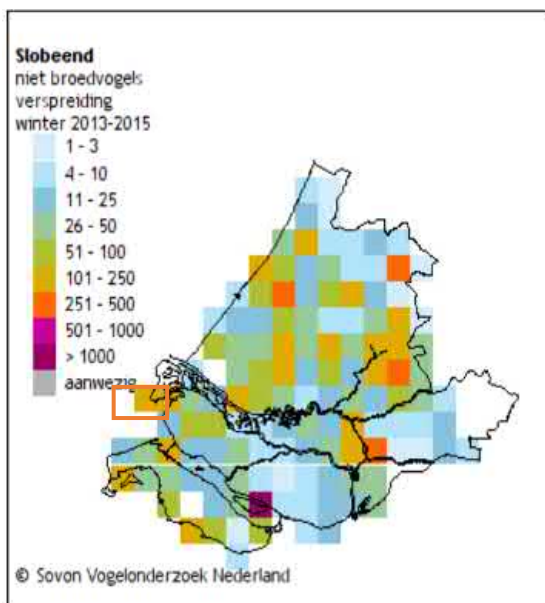
De pijlstaart (*Anas acuta*) is een vogel uit de familie van de eenden. In Nederland is de pijlstaart voornamelijk aanwezig in milde winters, waaronder in de Voordelta. In de winter zijn de aantallen een stuk hoger (33.000 – 38.000). Het geschatte doortrekmaximum wordt tussen de 23.400 en 36.000 geschat (oktober, maart) (Sovon, 2021p). De verspreiding van de pijlstaart is weergegeven in Figuur 40. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 40 De verspreiding van de pijlstaart als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021p).

Slobeend (A056)

De slobeend (*Spatula clypeata*) is een vogel uit de eenden familie. De slobeend is jaarrond aanwezig maar van augustus tot november en in maart-april zijn de aantallen veel groter. De slobeend komt onder andere voor in de Voordelta (Sovon, 2021t). De verspreiding van de slobeend is te zien in Figuur 41. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

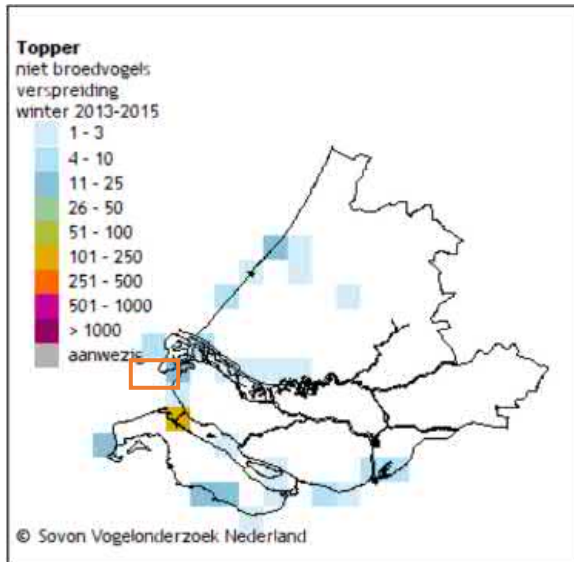


Figuur 41 De verspreiding van de slobeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021t).

Toppereend (A062)

De topper (*Aythya marila*) is een kleine duikeend. Het leefgebied van de topper bestaat uit grote zoete wateren en zoute kustwateren. Hij zoekt de minder dan 15 meter diepe wateren op die rijk zijn aan schelpdieren. In Nederland komt de soort beperkt voor in het IJsselmeergebied en in de

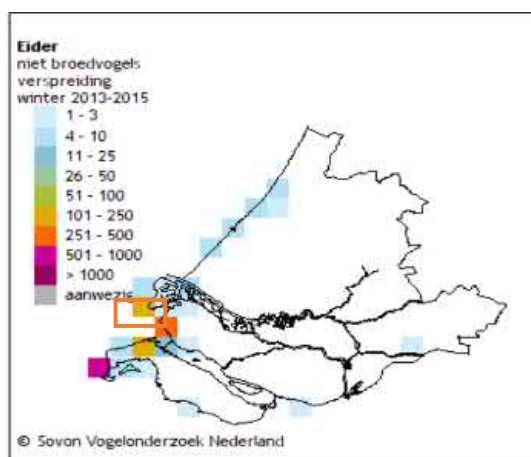
westelijke Waddenzee. Ze rusten overdag in compacte groepen en vliegen 's nachts naar voedselgebieden tot op 5-10 km afstand van de rustplaats. Rustende groepen van de topper verblijven doorgaans verder van de oever dan de groepen van de kuif- en tafeleend (Ministerie van LNV, 2008i; Sovon, 2021w). De verspreiding is te zien in Figuur 42. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 42 De verspreiding van de Toppereend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013-2015 (Sovon, 2021w). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Eidereend (A063)

De eidereend (*Somateria mollissima*) is een forse, aan zout watergebonden, eend. Het is een broedvogel van kwelders en duinen in de nabijheid van uitgestrekte intergetijdengebieden, zoals de Voordelta (Sovon, 2021f). De verspreiding is te zien in Figuur 43. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

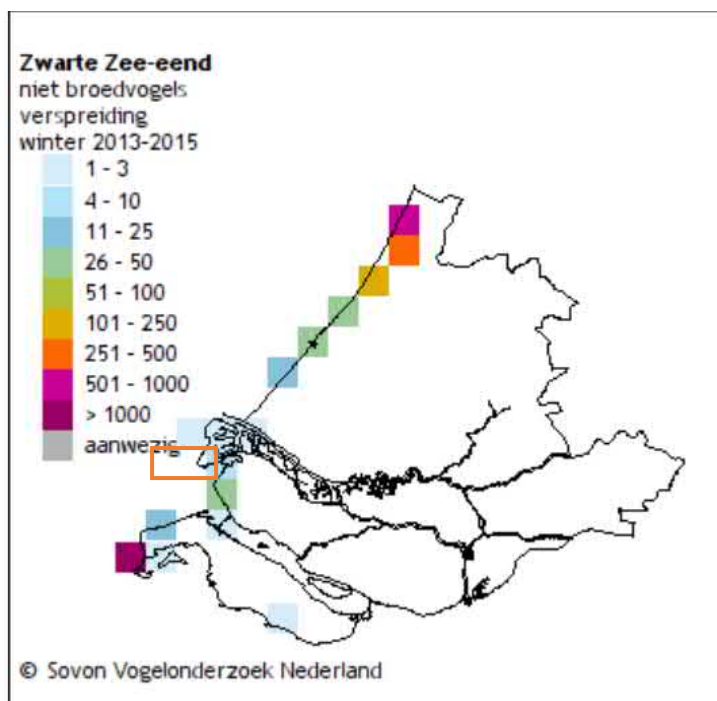


Figuur 43 De verspreiding van de Eider als niet-broedvogel in Zuid-Holland (2013- 2015). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021f).

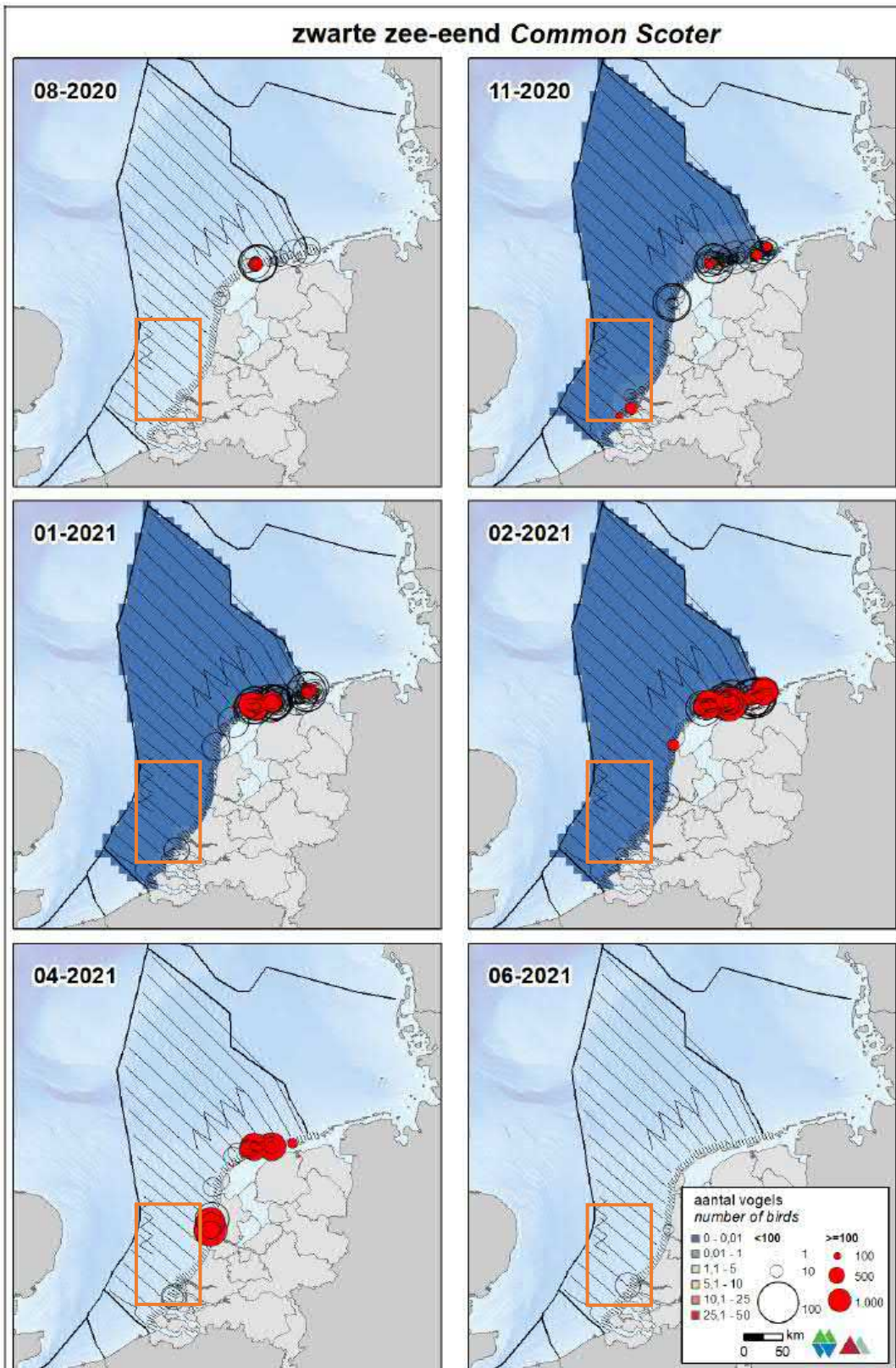
Zwarte zee-eend (A065)

De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts et al., 2016). Echter in maart 2016 werden er voor het eerst sinds jaren weer zeer hoge aantallen gezien (Arts et al., 2016). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het voorkeustracé voorkomen, maar over het algemeen niet op de Bruine Bank (Figuur 44 en Figuur 45). De verspreiding van deze soort ligt daarmee ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer (Ministerie van LNV, 2008k).

De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen (Smit & de Jong, 2011). Buiten de broedtijd is de zwarte zee-eend een kustminnende zeevogel die in het studiegebied vooral in de Voordelta te vinden is (Ministerie van LNV, 2008k).



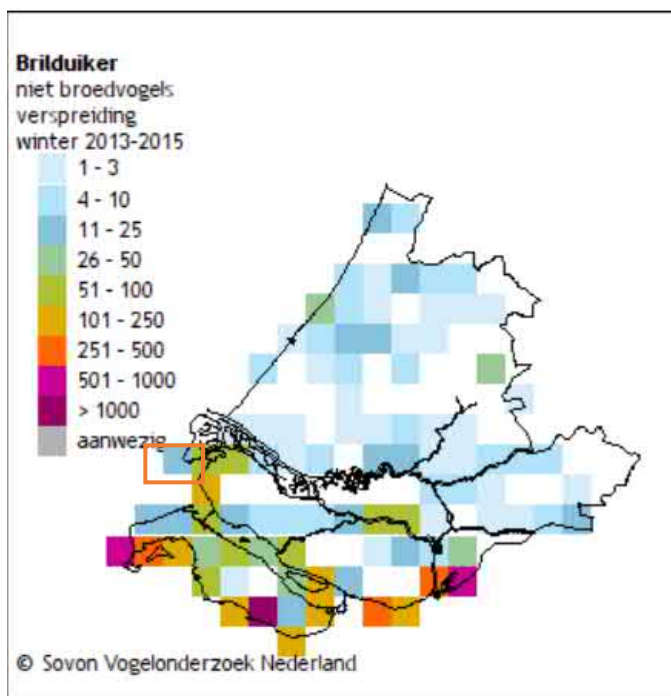
Figuur 44 Verspreiding van de zwarte zee-eend in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021ab).



Figuur 45 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Brilduiker (A067)

De Brilduiker (*Bucephala clangula*) is voornamelijk een overwinteraar. Tussen november en maart zijn er grote aantallen te vinden in het IJsselmeergebied en het Deltagebied. De voorkeur gaat uit naar zoete of brakke wateren (Sovon, 2021d). De brilduiker eet voornamelijk schelpdieren, garnalen en insectenlarven en duiken hiervoor tot een diepte van ongeveer 4m (Soortenbank.nl, 2019). De brilduiker is in tegenstelling tot veel andere duikeenden overdag actief. Hierdoor is de brilduiker gevoelig voor verstoring tijdens het voedsel zoeken. Hij reageert bij afstanden van 300 – 500m door verstoring van scheepvaart en watersporters. 's Nachts concentreren de brilduikers zich op slaapplekken in rustige, beschutte wateren (Ministerie van LNV, 2008c). De verspreiding is te vinden in Figuur 46. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 46 Verspreiding van de brilduiker in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021d).

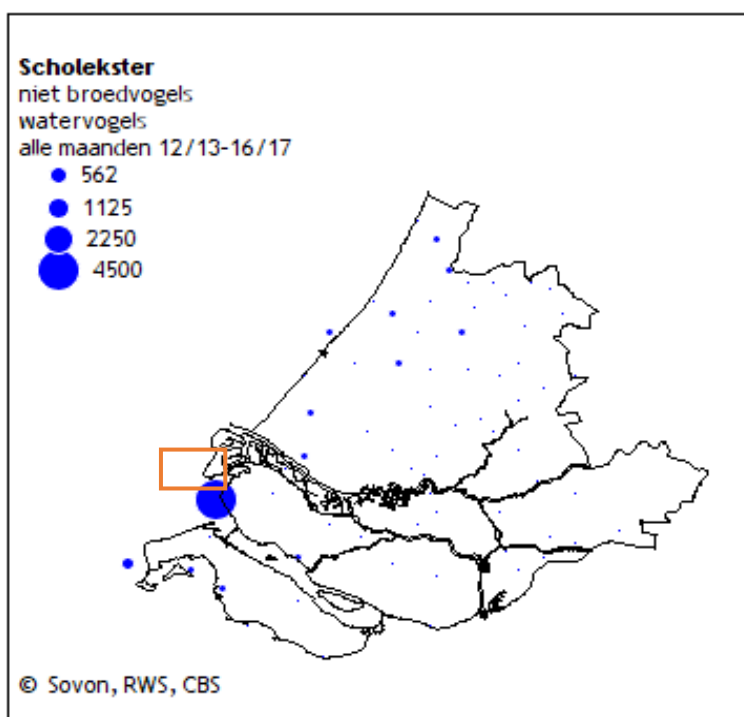
5.5.2 Steltlopers

De Voordelta is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, strandplevier, tureluur, wulp en zilverplevier. Deze vogels gebruiken dit gebied als foerageergebied, rustgebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, schorren (het gehele droogvallende laagdynamische gebied is geschikt) en binnen en buitendijkse graslanden. Uitzonderingen zijn steenloper, die vooral op harde substraten zoals dijken voorkomt en drieteenstrandloper, die vooral op stranden voorkomt. De populatiegroottes van deze vogels is in de laatste jaren over het algemeen toegenomen (Arts et al., 2019). De meeste steltlopers in Nederland bevinden zich in de Waddenzee en de Zoute Delta. Hieronder is meer informatie gegeven over twee steltlopersoorten, ter verdere illustratie.

Scholekster (A130)

Buiten de broedtijd is de scholekster (*Haematopus ostralegus*) gebonden aan waddegebieden en estuaria. In ons land is de soort dan vrijwel uitsluitend in de Waddenzee, de Noordzeekustzone en het deltagebied aanwezig. De verspreiding van de Scholekster binnen Zuid-Holland is te zien in Figuur 47. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. De meeste scholeksters foerageren gewoonlijk bij eb op droogvallende platen in het intergetijdengebied. Bij vloed concentreren ze zich dan in grote groepen op speciale hoogwatervluchtplaatsen. Doorgaans zijn dit hooggelegen zandplaten, stranden, strandvlaktes, schorren en kwelders, soms ook havenhoofden of dijktafsluitingen. Bij stormvloed blijven scholeksters ook binnendijks op kort grasland of vrijwel kale akkers. Scholeksters zoeken hun voedsel vooral op minder slijkige wadplaten. De hoogste dichtheden van scholeksters worden aangetroffen op mossel- en kokkelbanken (Sovon, 2021s).

Individuele verschillen in keuzes van voedselgebieden ontstaan op grond van dominantie van de individuele vogels. Scholeksters zijn bovendien plaatstrouw ten aanzien van voedsel- en rustgebieden en individuele scholeksters leven in een relatief klein gebied. Scholeksters die hun voedselgebieden verlaten als gevolg van verstoring, een koude-inval of om andere redenen kunnen dus niet op voorhand terecht in gebieden waar al andere scholeksters aanwezig zijn. Hoogwatervluchtplaatsen en voedselgebieden van de scholeksters liggen doorgaans hooguit enkele kilometers van elkaar verwijderd.

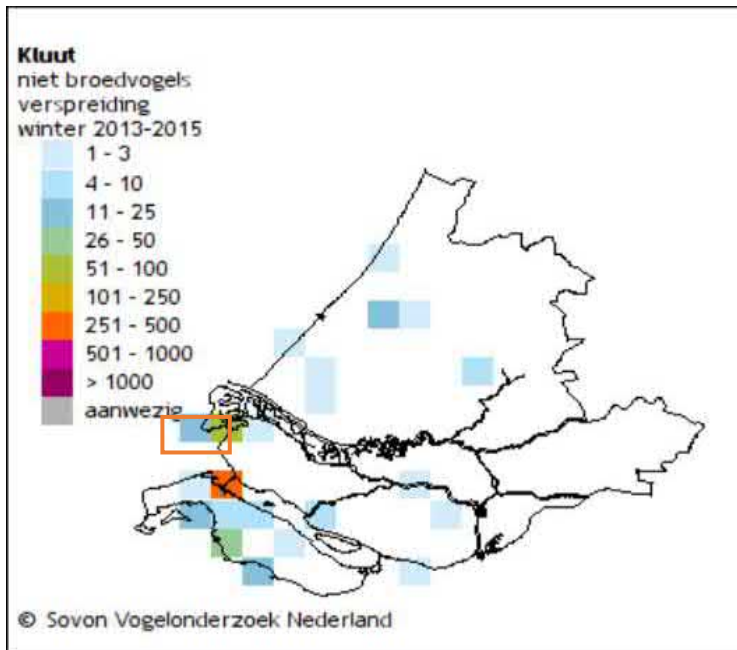


Figuur 47 Voorkomen van de scholekster als niet broedvogel in Zuid-Nederland in de periode 2013-2017. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021s).

Kluut (A132)

De kluut (*Recurvirostra avosetta*) komt in grote getallen voor in de periode juli – november in het Wadden- en Deltagebied. De Kluut broedt in het Wadden- en Deltagebied en daarnaast in kleine aantallen in het IJsselmeergebied en West-Nederland (Sovon, 2021k). De kluut is een soort die snel is verstoord door recreanten, laagvliegende vliegtuigen/helikopters en bootverkeer. Bij een afstand

van 100-300m vindt dit al plaats. De kluut komt voornamelijk voor in open kustgebieden en wateren (Ministerie van LNV, 2008e). De verspreiding van de kluut is te vinden in Figuur 48. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

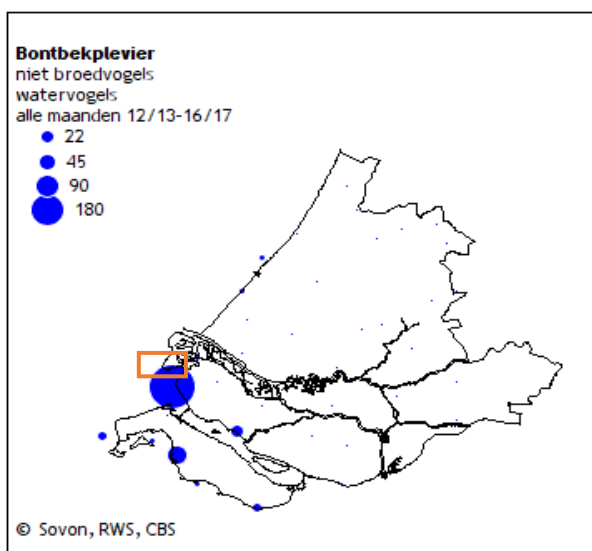


Figuur 48 Verspreiding van de kluut in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021k).

Bontbekplevier (A137)

Bontbekplevieren (*Charadrius hiaticula*) kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en deltagebied (Ministerie van LNV, 2008b). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en deltagebied, waaronder in de Voordelta. De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen namen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021b).

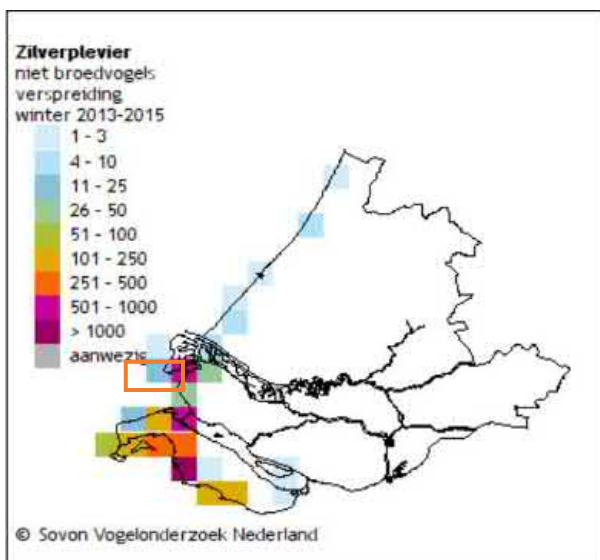
In de Voordelta zijn Bontbekplevieren in de grootste getalen te vinden rond de Slikken van Voorne (Figuur 49). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 49 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in de periode 2013-2017 in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021b).

Zilverplevier (A141)

De zilverplevier (*Pluvialis squatarola*) komt voornamelijk voor in de intergetijdengebieden van de Waddenzee en Zeeuwse wateren (Sovon, 2021aa). Deze soort gebruikt Nederland voornamelijk als rui-, doortrek- en overwinteringsgebied (Ministerie van LNV, 2008j). De verspreiding van de zilverplevier is te vinden in Figuur 50. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

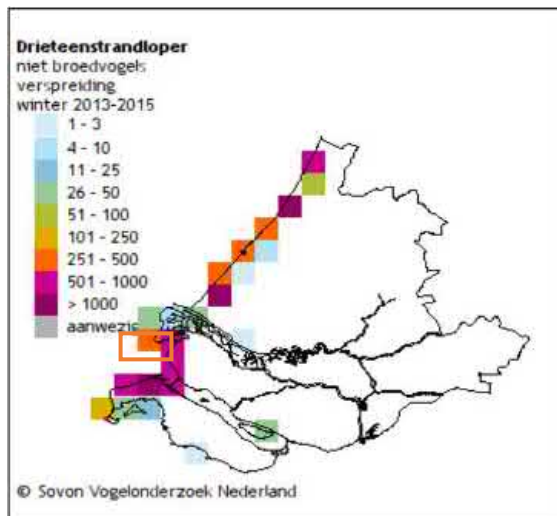


Figuur 50 Verspreiding van de zilverplevier in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021aa).

Drieteenstrandloper (A144)

De drieteenstrandloper (*Calidris albai*) is een overwinteraar en doortrekker in Nederland. De soort is voornamelijk te vinden aan de Noordzeekust (Sovon, 2021e). De verspreiding van de soort in Zuid-

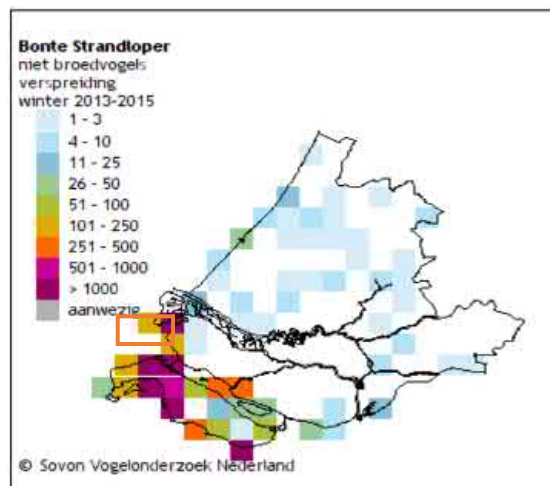
Holland is te vinden in Figuur 51. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 51 Verspreiding van de drieteenstrandloper in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021e).

Bonte strandloper (A149)

De bonte strandloper (*Calidris alpina*) is een overwinteraar in Nederland en een van de meest voorkomende vogelsoorten in de Waddenzee en de Delta (Sovon, 2021c). De verspreiding van de bonte strandloper in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 52. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

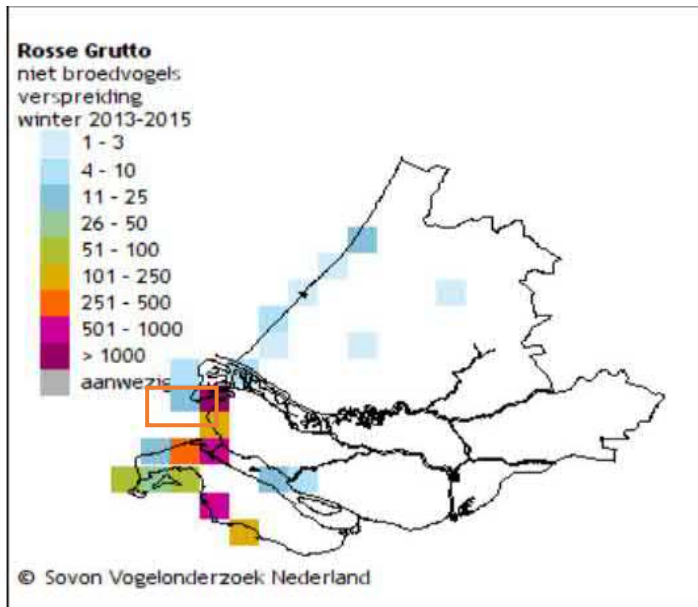


Figuur 52 Verspreiding van de bonte strandloper in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021c).

Rosse grutto (A157)

De rosse grutto (*Limosa lapponica*) komen voornamelijk in april en mei in grote getallen voor op de Wadden. De meeste overwinteren in West-Afrika, een deel blijft achter op de Waddenzee (Metawad, 2016). In de maanden juli – november trekt de soort langs de Nederlandse kust richting

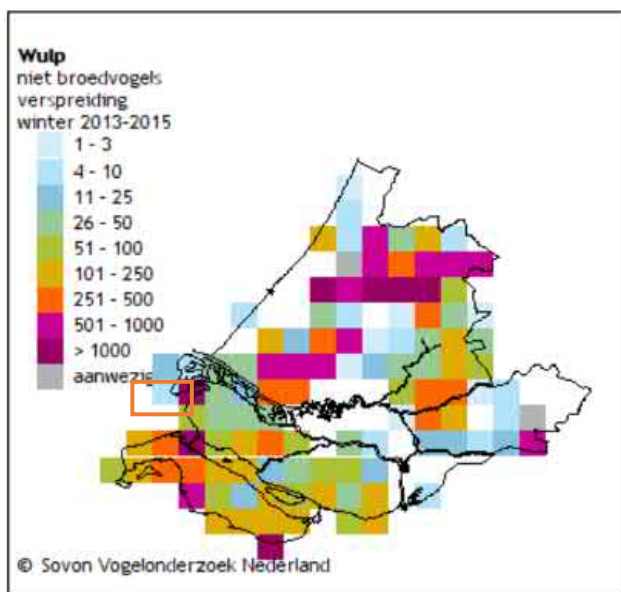
het zuiden (INBO & ANB, 2019). Rond de maand mei zijn er ongeveer 130.000 – 200.000 vogels te vinden in Nederland en in de winter nog zo'n 61.000 – 76.000 (Sovon, 2021r). De rosse grutto is te vinden in getijdengebieden, op slikken en schorren en in weilanden in de buurt van de kust (INBO & ANB, 2019). De verspreiding van de rosse grutto in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 53. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 53 Verspreiding van de rosse grutto in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021r).

Wulp (A160)

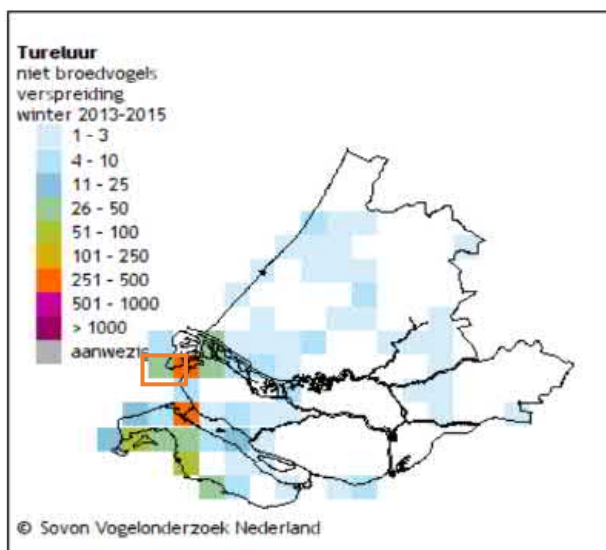
In augustus en september zijn er tot 200.000 in Nederland aanwezig, met de nadruk op het Waddengebied en in mindere mate de Delta, nabij de Voordelta. De aantallen in de winter zijn wat lager, maar een grote uittocht vindt alleen plaats bij langdurige strenge vorst. Vanaf januari of februari nemen de aantallen weer wat toe, deels door de aankomst van de eigen broedvogels (Sovon, 2021z). De verspreiding van de wulp in Zuid-Holland kan gevonden worden in Figuur 54. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 54 Verspreiding van de wulp in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021z).

Tureluur (A162)

Tureluurs foerageren voornamelijk op het wad. Hier eten ze mollusken, kreeftachtigen en ook kleine visjes. Hoewel het hele jaar in ons land aanwezig, is de Tureluur in juli en augustus minstens tweemaal zo talrijk als in de rest van het jaar (Sovon, 2021x). De verspreiding van de tureluur in Zuid-Holland is te vinden in Figuur 55. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

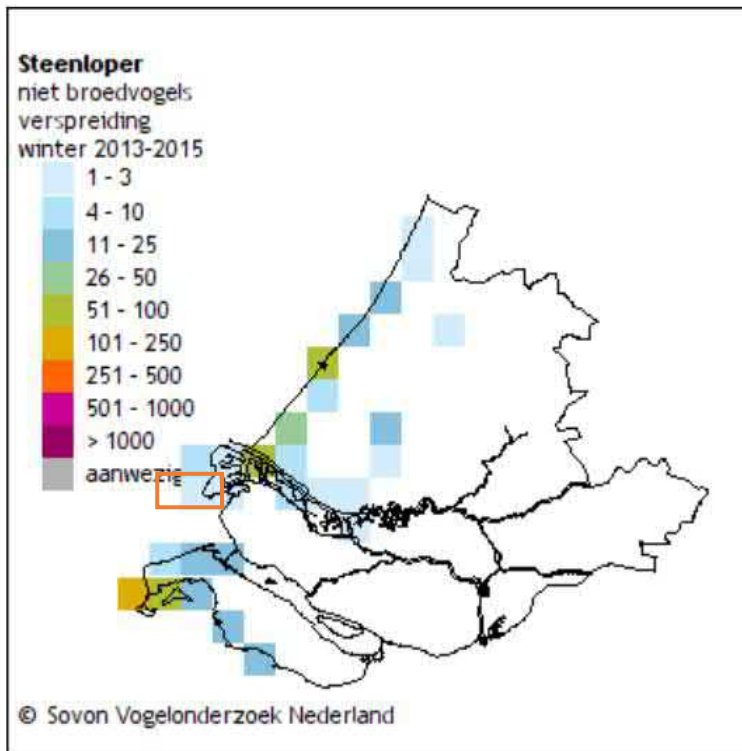


Figuur 55 Verspreiding van de tureluur in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021x)

Steenloper (A169)

In Nederland is de steenloper (*Arenaria interpres*) een doortrekker en wintergast. De steenloper is in Nederland nagenoeg gebonden aan de getijdengebieden van de kust. Tijdens de trek ziet men kleine

aantallen steenlopers ook op binnenlandse locaties, vooral op de oevers van grote rivieren. Zijn voedselbiotoop zijn de stranden en drooggevallen slikken en platen en in het bijzonder de vloedmerken, wervelden, mosselbanken, stenige taluds van dijken en havens en pieren, vooral als deze begroeid zijn met wieren. De steenloper eet wormen, krabbetjes, schelpdieren, strandvlooiën en aas (Sovon, 2021v). De verspreiding van de steenloper in Zuid-Holland is te zien in Figuur 56. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



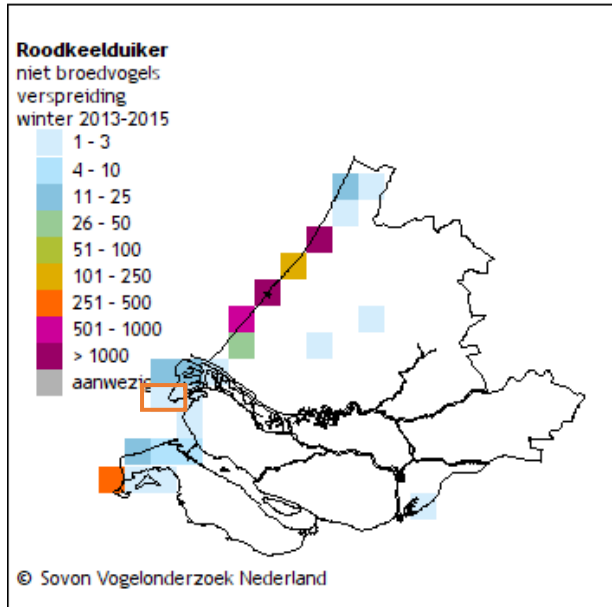
Figuur 56 Verspreiding van de steenloper als niet broedvogel in de periode 2013-2015 in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021v)

5.5.3 Zichtjagers

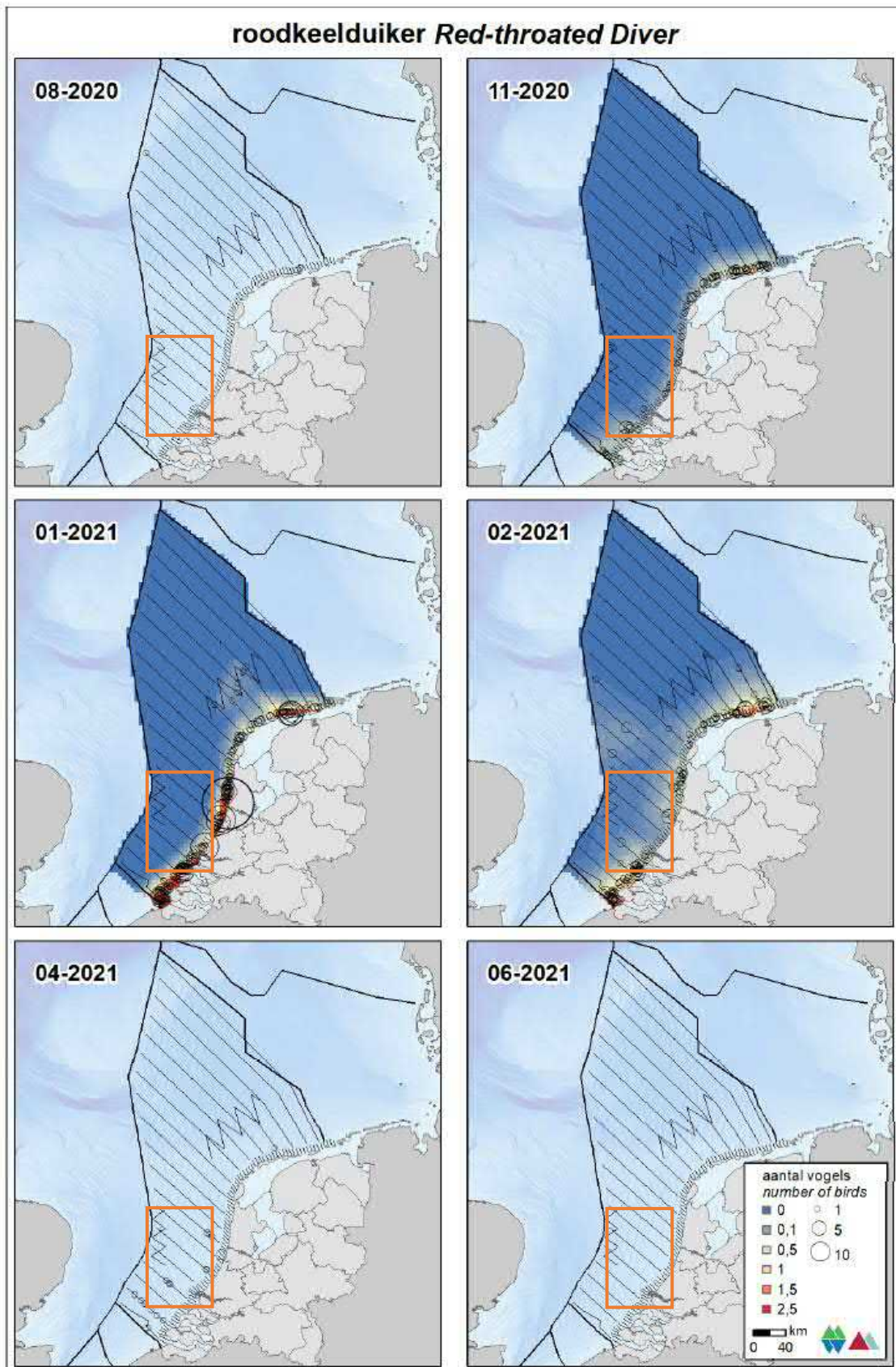
Roodkeelduiker (A001)

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021q). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2022). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn, Arts, de Jong, Beuker, Bravo Rebolledo, et al., 2018). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2018 en januari, februari, april en juni 2019 zijn weergegeven in Figuur 57 en Figuur 58. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. Zoals te zien ligt het zwaartepunt van de aanwezigheid van de roodkeelduiker tussen november en februari. De hoeveelheid waarnemingen nam in april al flink af, tot geen enkele waarneming in juni en augustus. In november werden er veel roodkeelduikers waargenomen ten noorden van de Waddeneilanden, in januari zijn de grootste concentraties waargenomen langs de Hollandse kust.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).



Figuur 57 De verspreiding van de roodkeelduiker in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het onderzoeksgebied weer (Sovon, 2021q).

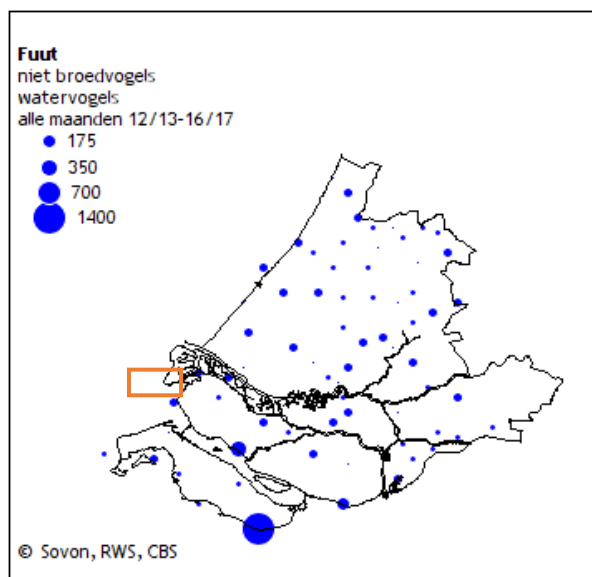


Figuur 58 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Fuut (A005)

De fuut (*Podiceps cristatus*) is in ons land de grootste soort van zijn geslacht. Het is een middelgrote duikende watervogel met in de broedtijd een opvallende kuif. In Nederland is de soort het gehele jaar aanwezig. Futen foerageren in het algemeen duikend, meestal laten ze korte duikbewegingen zien van minder dan 30 seconden. De fuut achtervolgt zijn prooi onder water.

Buiten de broedtijd is het leefgebied van de fuut vooral geconcentreerd op grote, onbeschutte open wateren. De geschatte broedpopulatie is 13.000-16.000 (Sovon, 2021g). Ze zijn daarnaast ook te zien in zoete natte gebieden ('wetlands') en in enigszins beschutte delen van zoute of brakke kustwateren en estuaria. In de nazomer bevindt de soort zich op speciale ruiplaatsen, onder andere op het IJsselmeer. Vanwege verlies van het vliegvermogen in deze periode is de soort dan extra kwetsbaar en gevoeliger voor verstoringen. Overdag en 's nachts rusten futen meestal groepsgewijs bij oevers, terwijl 's ochtends en in de namiddag op open water wordt gefoerageerd. De fuut foerageert overdag, in relatief groot, open water, zowel zoet als zout. Er wordt bij voorkeur gedoken in water met weinig planten. Omdat de fuut een zichtjager is heeft vertroebeling van water een negatief effect op het vangstsucces. De verspreiding van de fuut in Zuid-Holland is weergegeven in Figuur 59. De verspreiding van deze soort ligt niet binnen het studiegebied en wordt daarom niet nader beoordeeld.

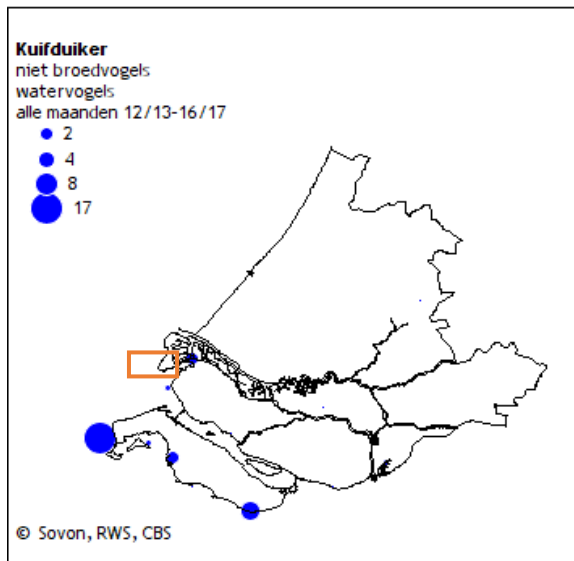


Figuur 59 Verspreiding van futen in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021g)

Kuifduiker (A007)

De kuifduiker (*Podiceps auritus*) is een kleine futensoort. Tijdens de broedtijd is de vogel schuw en goed verborgen, maar in de winter is de soort te vinden op open water. De kuifduiker overwintert in Nederland in mariene kustwateren en kustmeren (Ministerie van LNV, 2008f). De kuifduiker eet voornamelijk vis, aquatische insecten, kleine kreeftachtigen en waterplanten (Ministerie van LNV, 2008f).

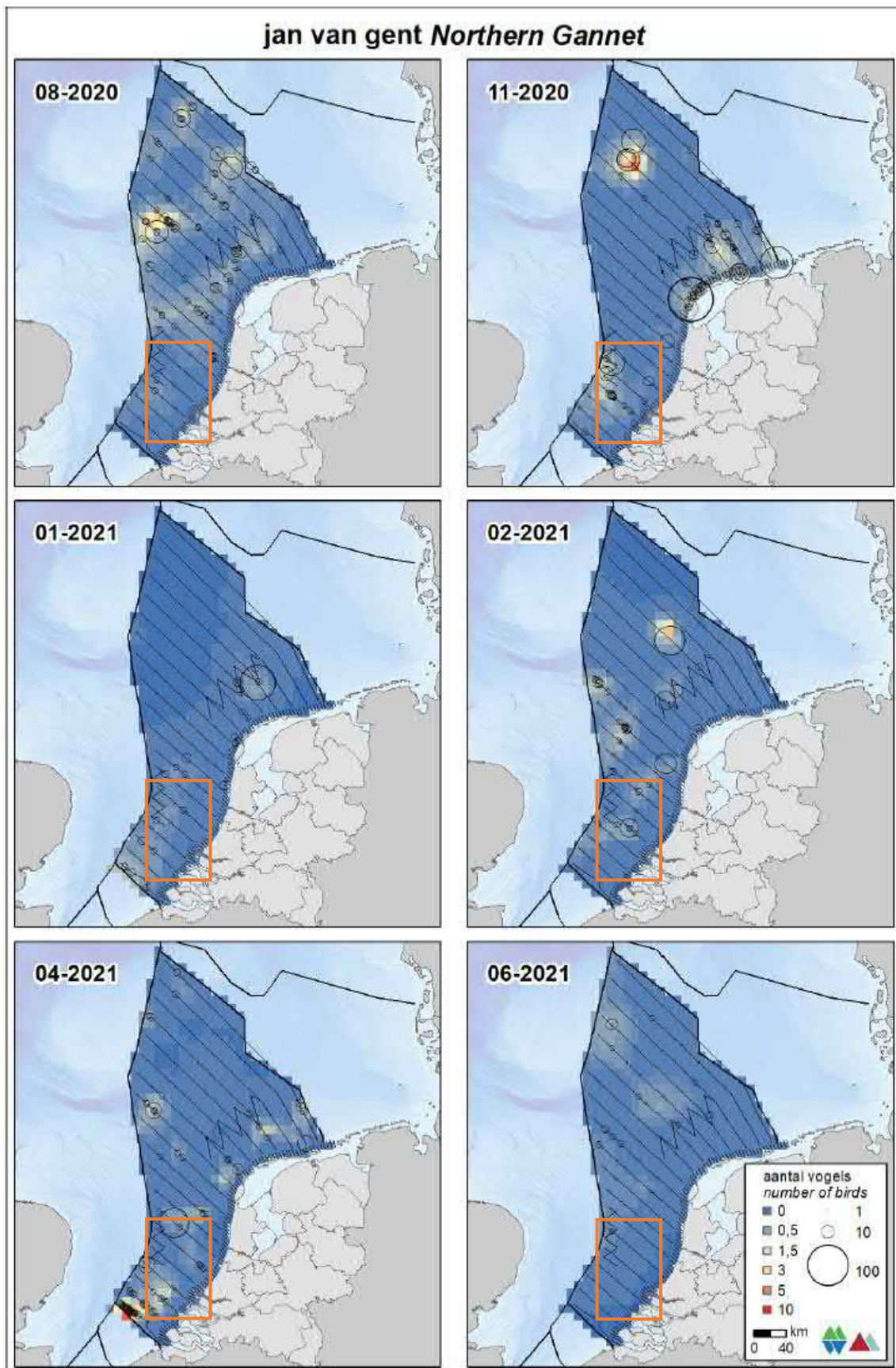
In de periode 2013-2015 werd het aantal overwinterende kuifduikers geschat op 150-200 en de doortrek op 120-150 (Sovon, 2021m). Figuur 60 laat de verspreiding zien van de kuifduiker in Zuid-Holland. De verspreiding van deze soort ligt niet binnen het studiegebied en wordt niet nader beoordeeld.



Figuur 60 Verspreiding kuifduiker als niet broedvogel in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021m)

Jan-van-gent (A016)

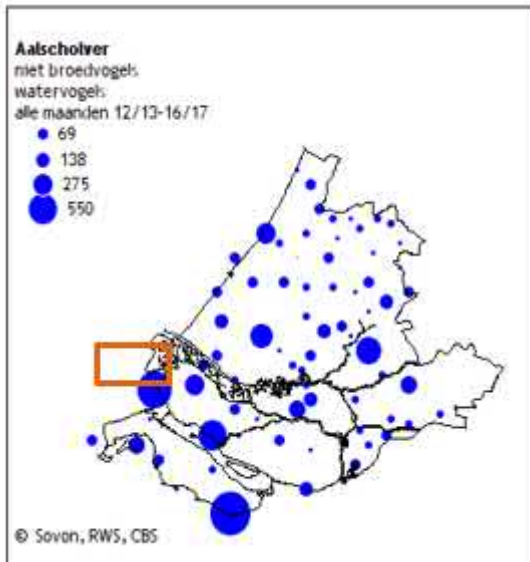
De Jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig op het NCP, waarbij het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Deze soort komt in het studiegebied vooral voor bij de Bruine Bank. In de Bruine Bank is de Jan-van-gent geschat tijdens het hoogseizoen (augustus-september) tussen de 300 en 500 individuen (Fijn et al., 2020). De verspreiding van de Jan-van-gent is te zien in Figuur 61. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



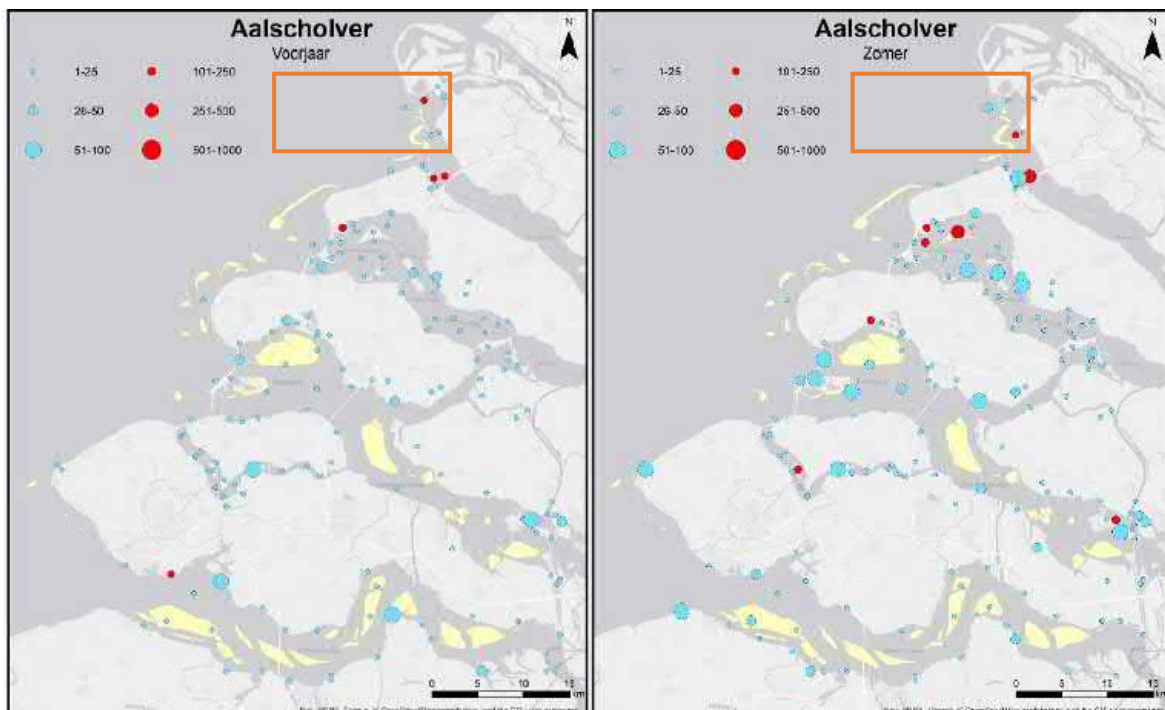
Figuur 61 Verspreiding van de Jan-van-gent op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Aalscholver (A017)

De aalscholver is al behandeld als broedvogel in bovenstaande paragraaf. De verspreiding van de aalscholver als niet-broedvogel is weergegeven voor Zuid-Holland in Figuur 62. In Figuur 63 is de algemene verspreiding in de regio van aalscholwers in de zomer en het voorjaar weergegeven. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 62 Verspreiding aalscholver in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021a)



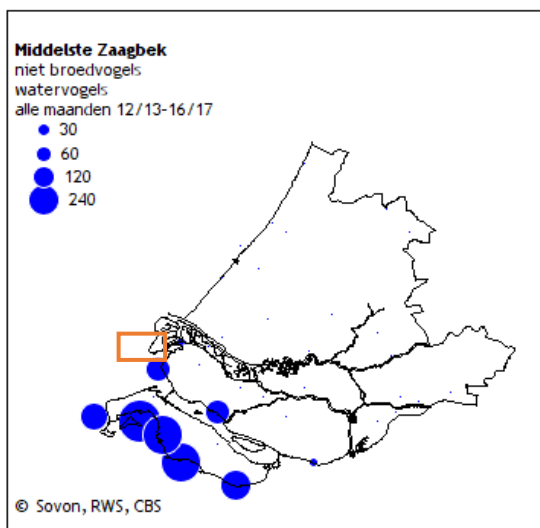
Figuur 63 Verspreiding van aalscholver in het voorjaar (maart, april, mei) en zomer (juni, juli, augustus) (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied in de Voordelta weer.

Middelste zaagbek (A069)

De middelste zaagbek (*Mergus serrator*) is een grote duikeend. Het mannetje is te herkennen aan een bont verenkleed, een donkergroene kop met dubbele kuif en een relatief lange, rode, gezaagde snavel. Het vrouwtje is grijsachtig en heeft een bruine kop.

De middelste zaagbek verblijft vooral in estuaria, maar 's nachts ook op de aangrenzende binnenwateren. De verspreiding van de middelste zaagbek is te zien in Figuur 64. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. De soort foerageert voornamelijk in ondiepe wateren tot 7 m diepte, en rust/slaapt in beschutte bochten of in de luwte van eilanden en dijken. Hij foerageert ook 's nachts. De middelste zaagbek maakt tevens gebruik van grote gemeenschappelijke slaappleatsen. Hij is een zichtjager en daarom is hij gesteld op helder water.

De middelste zaagbek is een trekvogel die overwintert in Nederland. Een deel van de dieren blijft ook jaarrond hier, maar de overwinteringspiek loopt ongeveer van oktober tot april. De broedpopulatie 's zomers wordt op 60-80 geschat (Sovon, 2021o). De geschatte wintermaxima liggen tussen de 10.000 en 11.000 (periode 2013 – 2015). De geschatte maxima gedurende de doortrekperiode liggen tussen de 5.100 en 7.100 (november, maart).



Figuur 64 Verspreiding van de middelste zaagbek in Zuid-Holland in de periode 2013-2017. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021o)

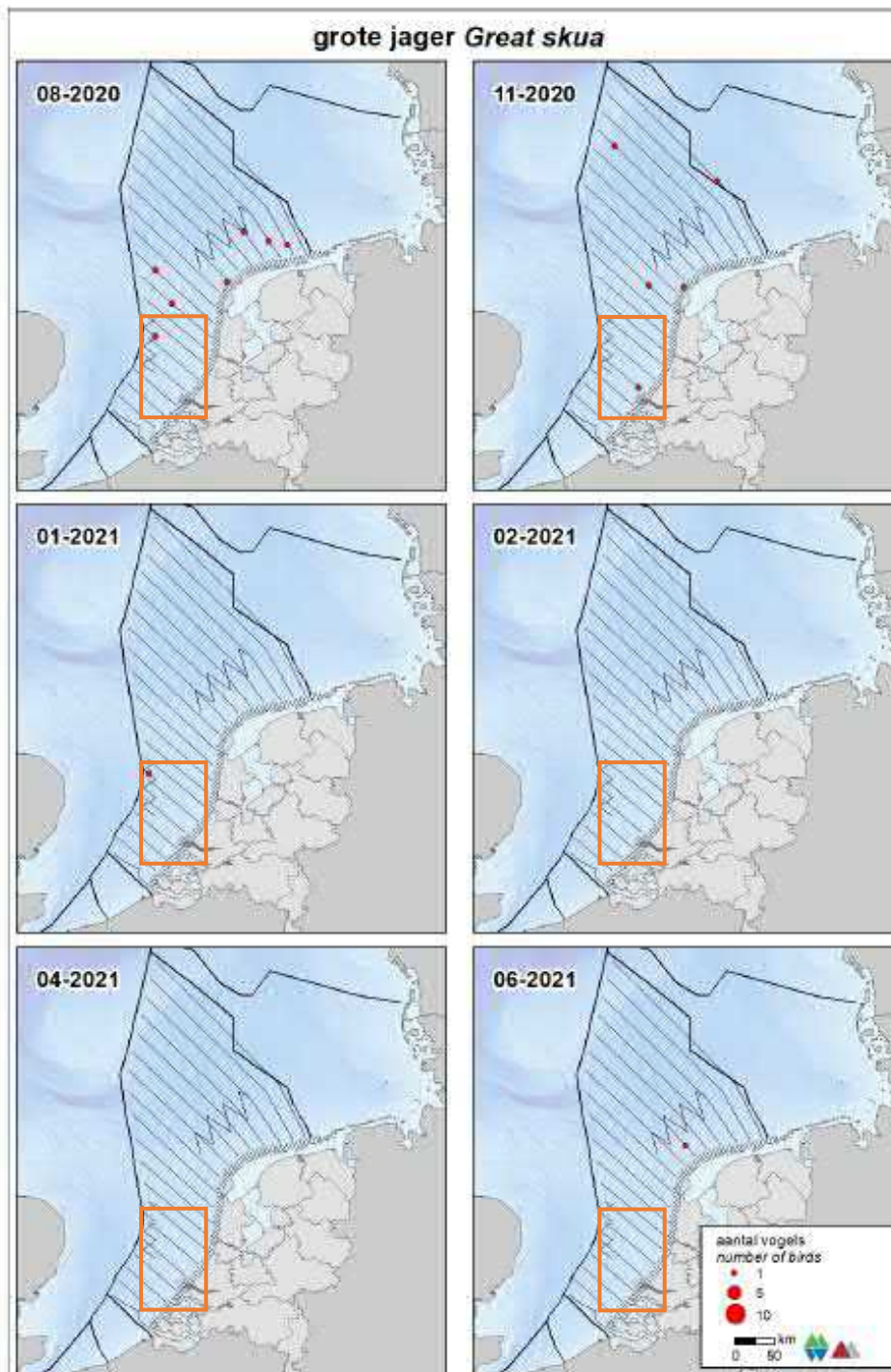
Grote Jager (A175)

De grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. Het is een opportunistische soort met een gevarieerd dieet. Vooral vis, zelf gevangen (onder meer spiering) of als visafval van trawlers (o.m. schelvis, wijting, kever). Ook steelt de grote jager vis van andere zeevogels (w.o. jan-van-gent, alken), daarbij achtervolgt hij andere vogels net zolang totdat ze hun prooi loslaten of uitbraken. De grote jager doodt ook vogels (vooral drieteenmeeuw, papegaaiduiker), verder eet het dier pijlkransvis en aas. De grote jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (R. G. Jak et al., 2009).

Grote jagers zijn trekvogels die in het najaar van de noordelijk gelegen broedkolonies door het Kanaal trekken. In die periode verblijven ze enige tijd in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, waarin

de Bruine Bank ligt. Daarnaast blijft een klein aantal grote jagers een groot deel van de winter in de zuidelijke Noordzee. Pieken van grote jager komen jaarlijks voor, met name tussen augustus en oktober, met de nadruk op september. De grootste aantallen grote jagers worden waarschijnlijk niet goed gedekt door de jaarlijkse vliegtransecten (zie Figuur 65) (Fijn & de Jong, 2019). In september werden hogere aantallen grote jagers op de Bruine Bank waargenomen (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Grote Jagers zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van hun vliegvermogen. Grote Jagers kunnen het zich niet permitteren het vliegvermogen volledig te verliezen en ruien daarom niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012).



Figuur 65 Grote jager tellingen in 2020 en 2021 (Fijn et al., 2022). De soort is niet waargenomen in het studiegebied (oranje kader), maar tijdens de periode met grootste aanwezigheid (september) worden geen tellingen uitgevoerd

Dwergmeeuw (A177)

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Hij jaagt op insecten, vissen en kreeftjes. Het broedgebied strekt zich uit van Finland tot ver in Siberië, met voorposten naar het westen tot in Nederland. Overwinteren doen dwergmeeuwen op grote zoetwatermeren zoals op het IJsselmeer en de Kaspische Zee, maar vooral op zee; van de Oostzee in het noorden en de Middellandse Zee in het zuiden tot in de omgeving van Newfoundland. Vooral in de maanden april-

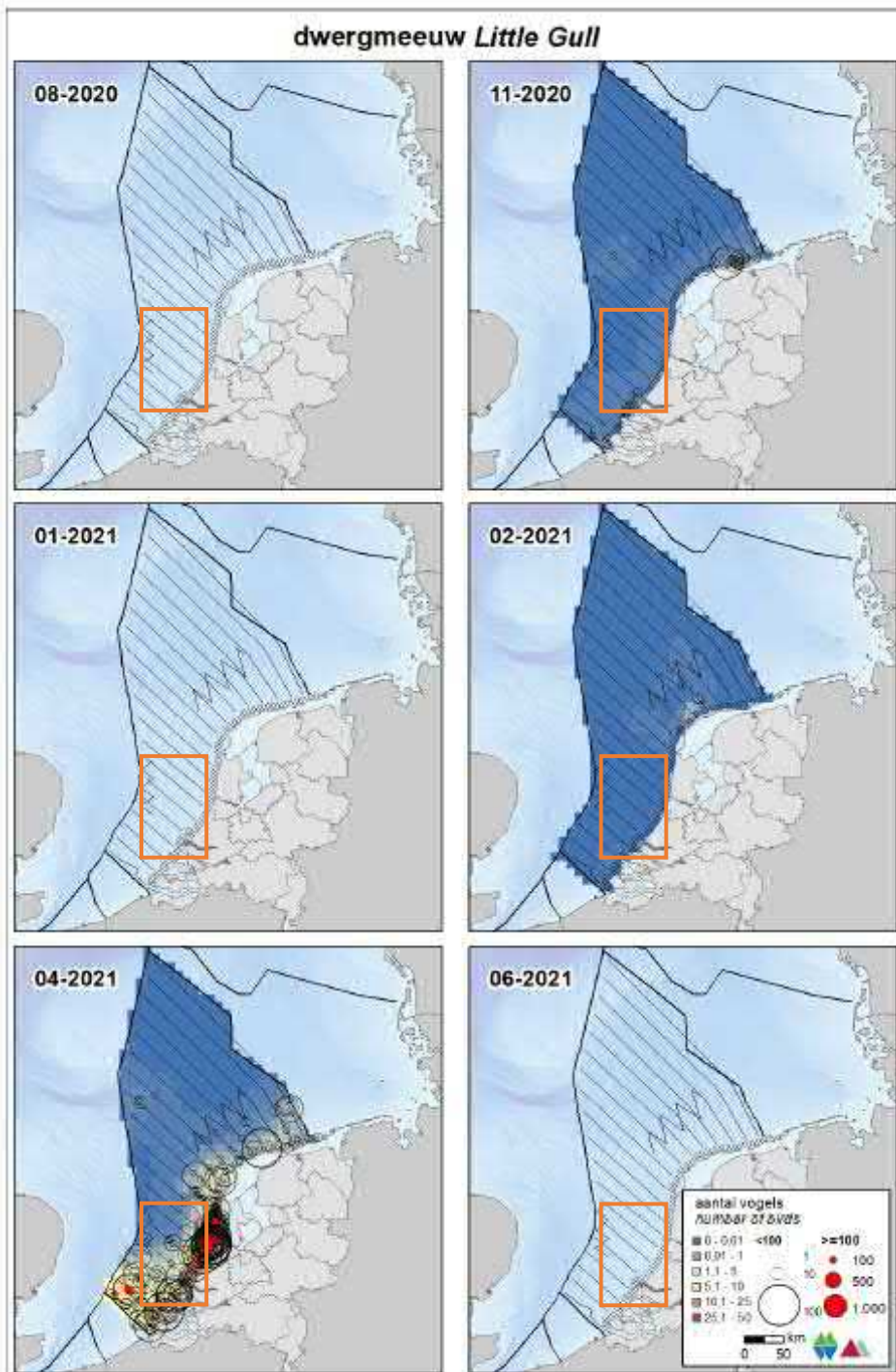
mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen over Nederland (Ministerie van LNV, 2008d). Hier is de dwergmeeuw voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008d).

Tijdens de trek van het voorjaar 2019 werd het aantal exemplaren op het NCP geschat op 95.900 (Fijn et al., 2022). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.

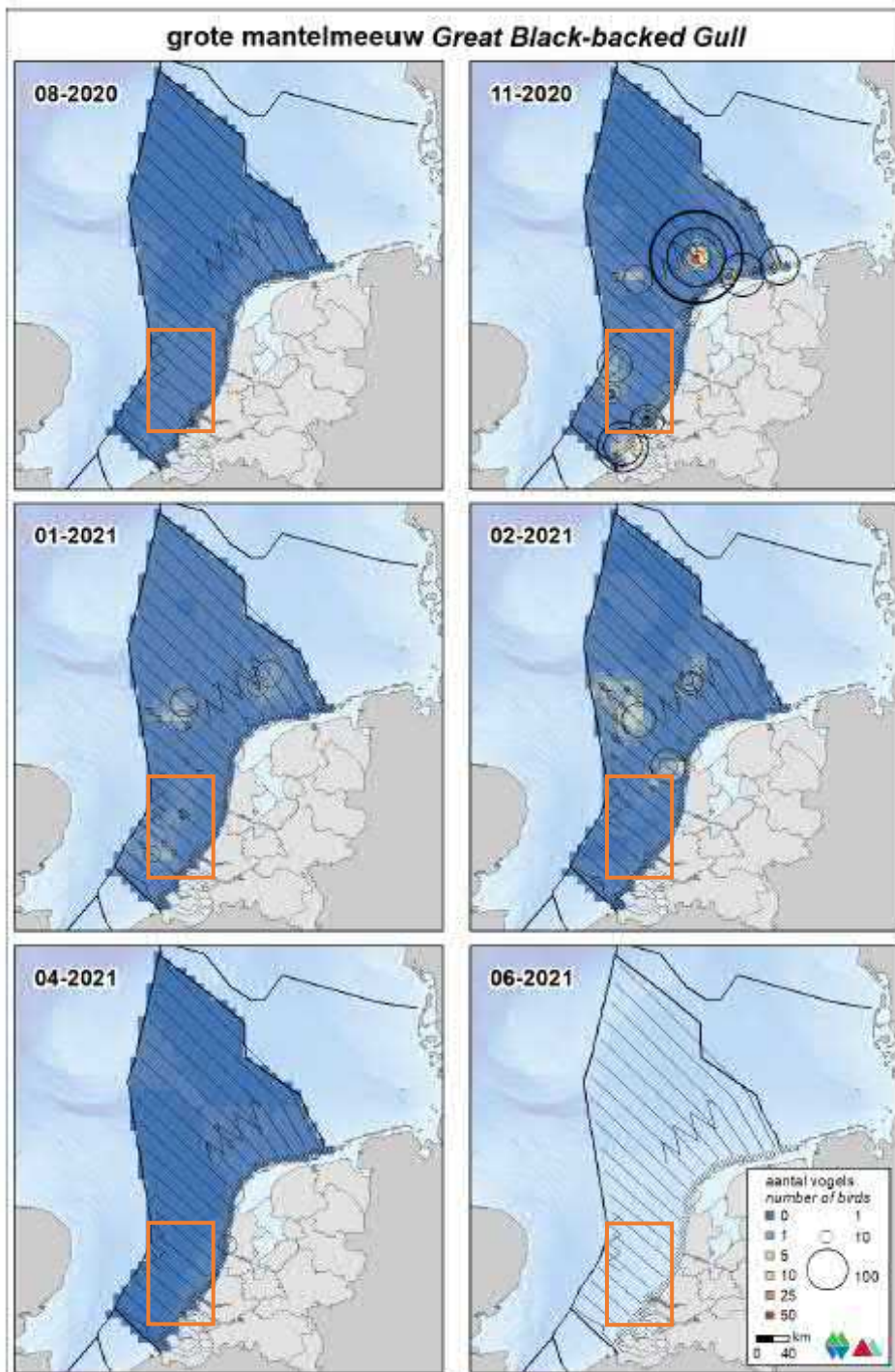
De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust (Fijn et al., 2022). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de afgelopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is. De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw zijn te zien in Figuur 66 (op de volgende pagina). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Grote mantelmeeuw (A187)

De grote mantelmeeuw (*Larus marinus*) is de grootste meeuwensoort van Nederland. Hij komt veelal voor in de kustgebieden en in de winter rondom de Bruine Bank. In februari 2020 zijn tussen de 600 en 1000 individuen waargenomen in de Bruine Bank. De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 67 (op de volgende pagina's). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



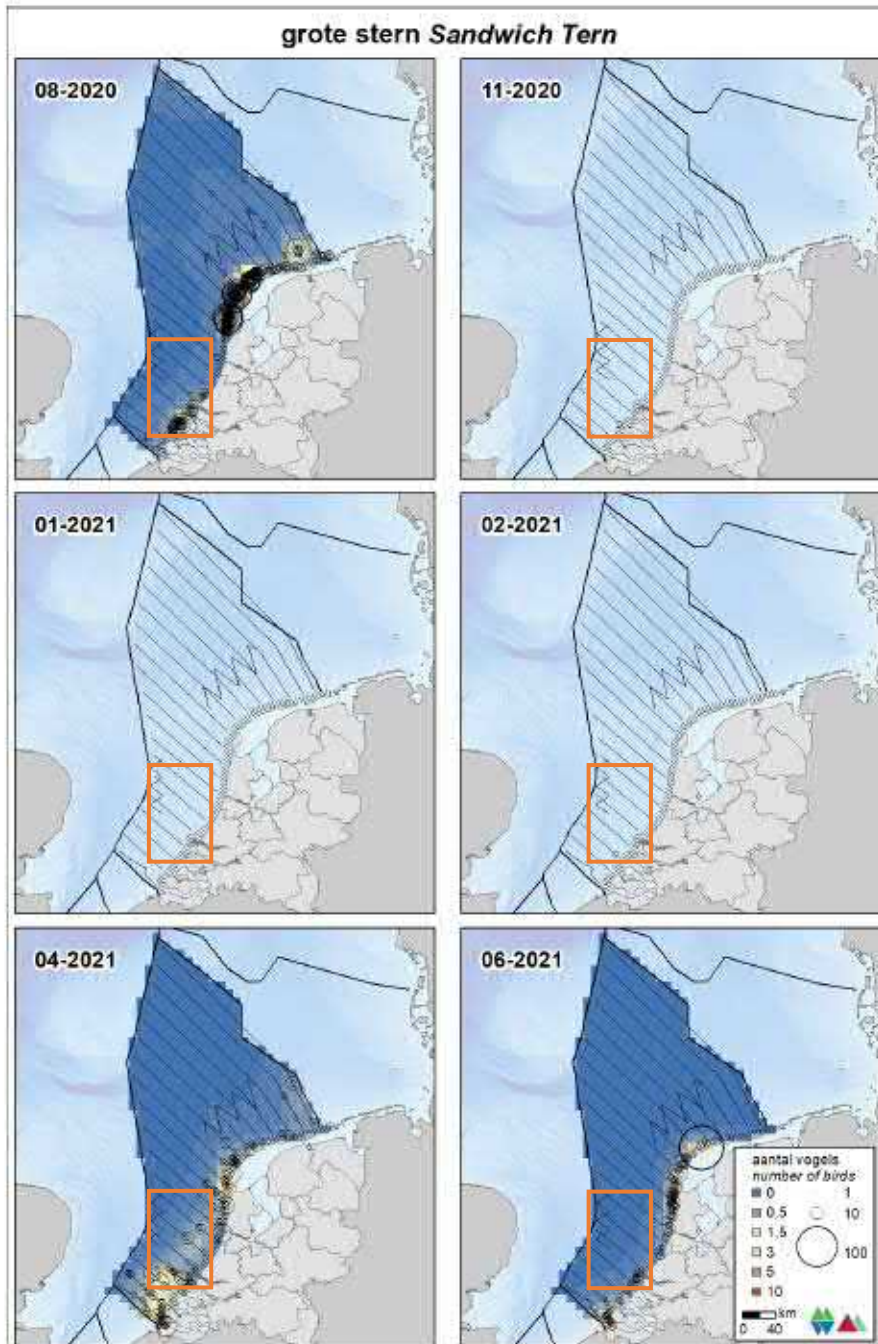
Figuur 66 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 67 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer

Grote Stern (A191)

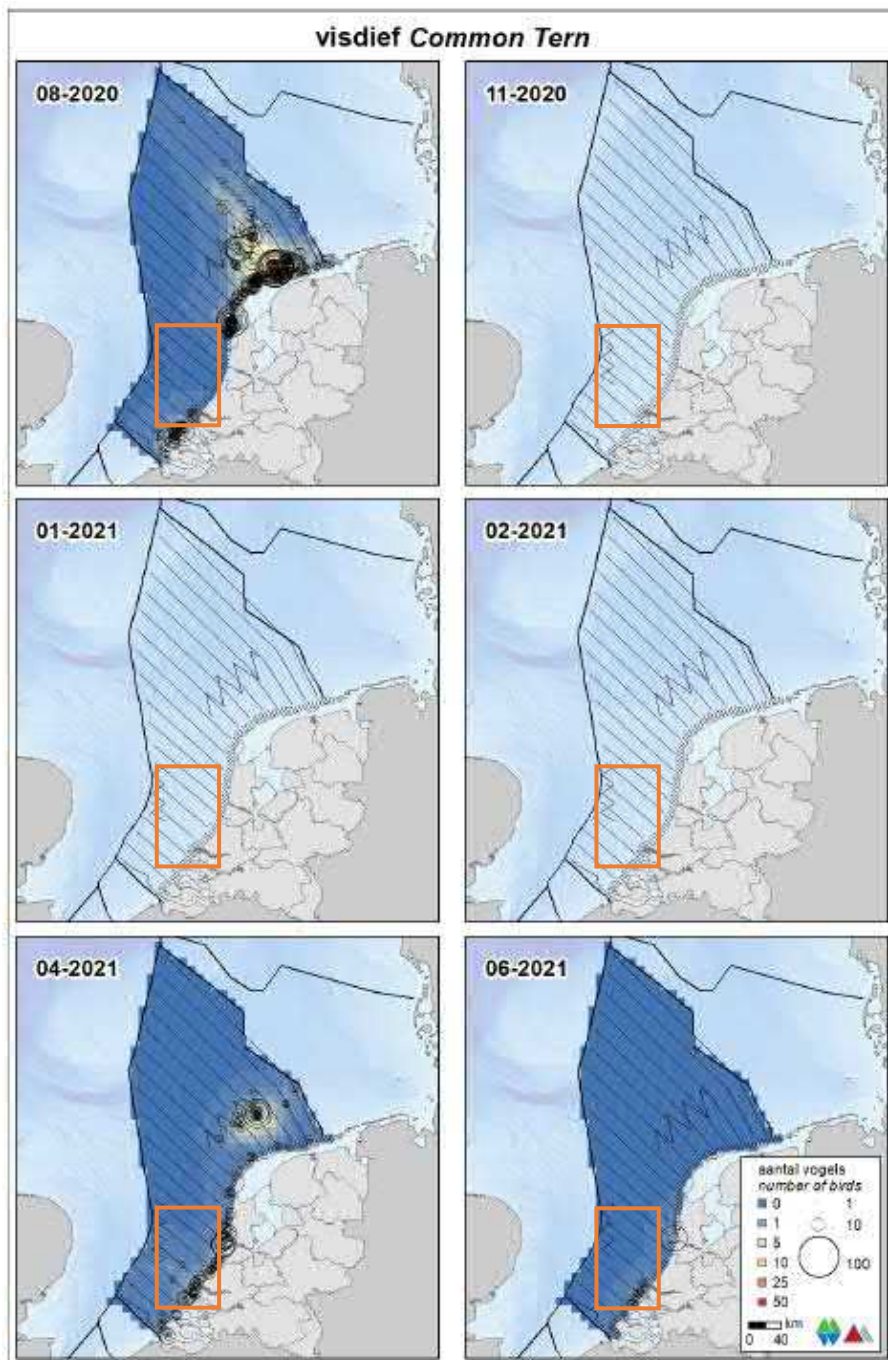
Sterns zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Grote sterns (*Sterna sandvicensis*) zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in Nederland, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2022). In de winter vertrekken de sterns naar Afrika. De verspreiding van deze soort is te zien in Figuur 68. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



Figuur 68 Verspreiding van de grote stern op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer. In de afgelopen jaren zijn geen sterns waargenomen in de maand januari.

Visdief (A193)

Visdief (*Sterna hirundo*) is een koloniebroeder met voorkeur voor eilanden en kustgebieden. De visdief overwintert in Zuid-Europa en Afrika en is aanwezig in Nederland tussen eind maart en begin oktober, met pieken op het NCP in oktober, zie Figuur 69. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld. Kleine broedpopulatie komen verspreid door het land voor, waaronder ook langs de kust van Noord-Holland en Texel. De staat van instandhouding van de visdief als broedvogel in Nederland is zeer ongunstig. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 15.000 – 16.200 (Fijn et al., 2022).



Figuur 69 Verspreiding van de visdief op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het Het oranje kader geeft het studiegebied weer. In de afgelopen jaren zijn geen visdieven waargenomen in de maand januari.

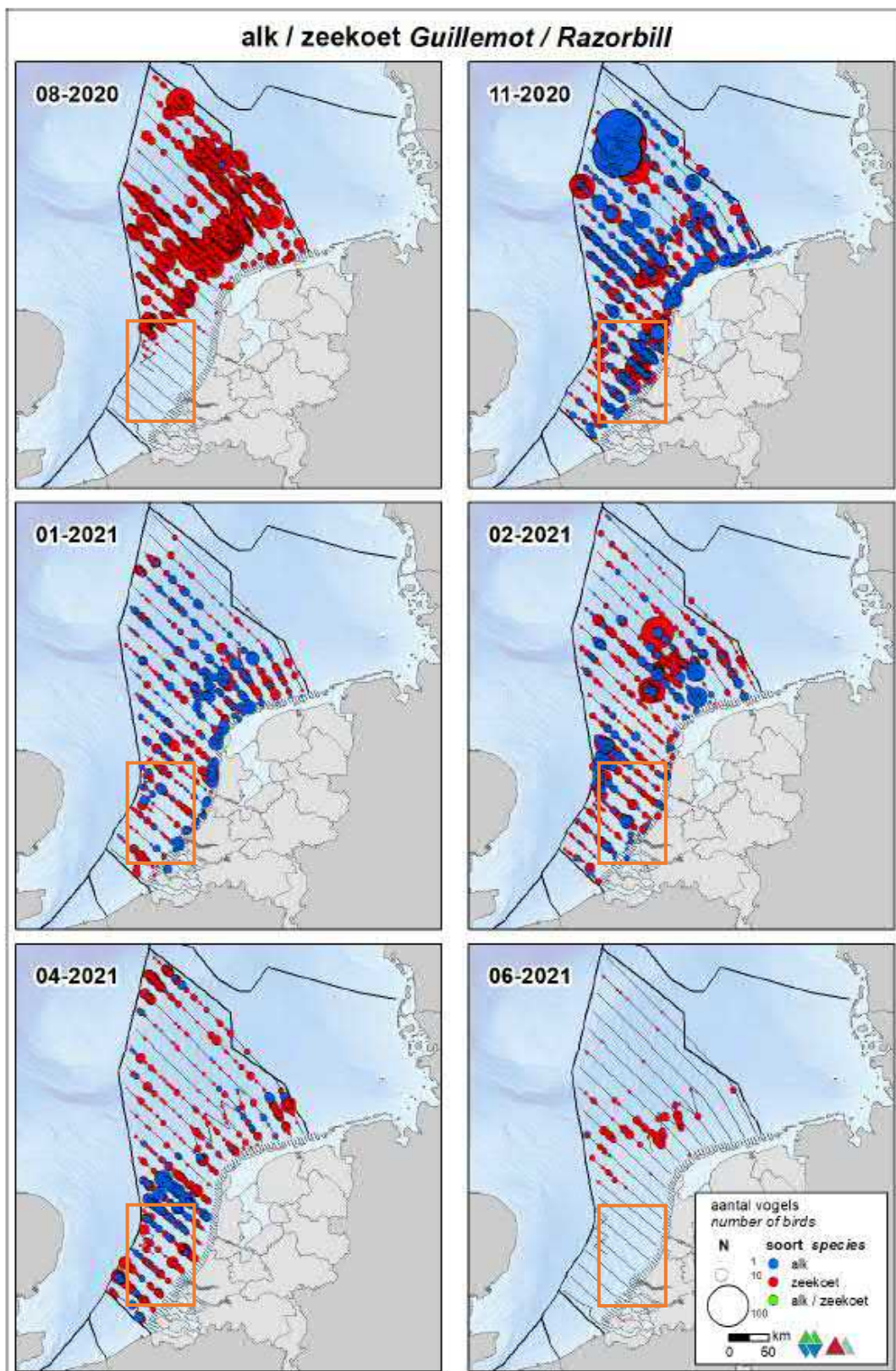
Zeekoet (A199)

De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De Zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 70), daarmee ligt het ook binnen het studiegebied. Op het NCP werden er in februari 2021 rond de 287.400 individuen geschat. Dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. In november 2020 werd de zeekoet geschat op ongeveer 369.200 individuen in de kustzone (Fijn et al., 2022). Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 71. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

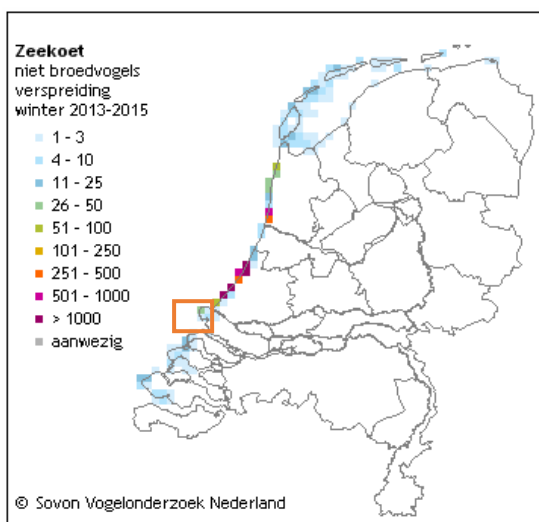
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018) (zie Tabel 7, Figuur 72 en Figuur 73).

De populatie van Noord-Atlantische vogels bestaat uit verschillende deelpopulaties die op verschillende locaties broeden en overwinteren. Daarom is het moeilijk aan te geven wat als één biogeografische populatie wordt gezien. De Noordzeedeelpopulatie wordt geschat op 1.562.000 individuen (Ministerie van LNV, 2014b).

Zeekoeten jagen onder water naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Belangrijke prooi-soorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (R. G. Jak et al., 2009).



Figuur 70 Verspreiding van de alk en zeekoet op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 71 Verspreiding van de zeekoet als niet broedvogel in de winters van 2013-2015. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (SOVON, 2021)

Alk (A200)

De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 72 en Figuur 73). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee (Fijn et al., 2022). In november 2020 zijn de aantallen van de alk geschat op ongeveer 208.500 individuen op het NCP (Fijn et al., 2022).

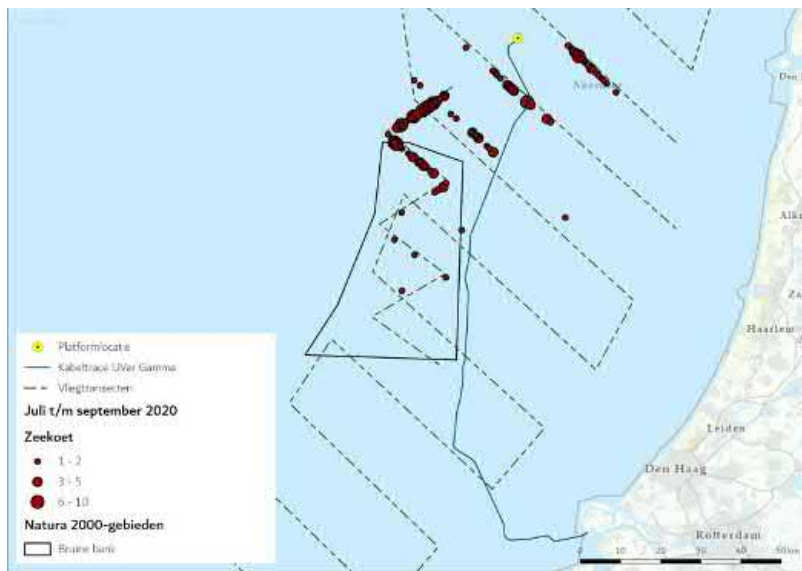
Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (R. van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank, zie Tabel 7, Figuur 72 en Figuur 73 (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). De verspreiding van deze soort ligt daarmee ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Tabel 7 Geschatte populatiedichtheid en populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2020-2021 op de Bruine Bank (Fijn et al., 2022).

Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km ²)	Populatie	Dichtheid (km ²)	Populatie
Aug	2,863	3.915	0,001	1
Nov	2,887	3.949	1,631	2.230
Jan	1,992	2.725	1,169	1.599
Feb	4,789	6.550	1,089	1.490
Apr	2,986	4.084	0,883	1.207
Jun	0	0	0	0



Figuur 72 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode december tot en met maart, voor de tellingen van 2019/2020, 2020/2021 en 2021/2022 (Fijn et al., 2022).



Figuur 73 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode juli tot en met september, voor de tellingen van 2019, 2020 en 2021 (Fijn et al., 2022).

5.6 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving

In paragraaf 4.3 is per Natura 2000-gebied gekeken welke instandhoudingsdoelen mee moeten worden genomen in de effectbeoordeling. In de voorgaande paragrafen is in de gebiedsbeschrijving onder andere de verspreiding van de verschillende soorten en habitattypen verkend. Een soort of habitat kan mogelijk effecten ondervinden als de verspreiding overlapt met de effectcontouren van het betreffende gevolg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma. In onderstaande paragraaf wordt beoordeeld welke soorten om deze reden verder in de beoordeling meegenomen moeten worden. Instandhoudingsdoelen die in paragraaf 4.3 zijn gemarkeerd maar waarvan blijkt dat deze niet beïnvloed worden, zijn gemarkeerd in de tabel met een NB (Niet Beïnvloed).

5.6.1 Bruine Bank

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 4 en 5), moeten alle instandhoudingsdoelen die in paragraaf 4.3 per gevolg geselecteerd zijn meegenomen worden in de toetsing (zie Tabel 8).

Tabel 8 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn gemarkeerd met een X. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X	X
	A175	Grote Jager	X	X
	A177	Dwergmeeuw	X	X
	A187	Grote mantelmeeuw	X	X
	A199	Zeekoet	X	X
	A200	Alk	X	X

5.6.2 Voordelta

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 4 en 5), zijn effecten van gevolgen op sommige instandhoudingsdoelen uitgesloten (zie ook "NB" in Tabel 9). Dit geldt voor de habitattypen H1110A Permanent overstromde zandbanken, H1140A Slik- en zandplaten, H1310AB Zilte pionierbegroeiingen, H1320 Slijkgrasvelden, H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen. H2110 Embryonale duinen komen incidenteel voor op het Maasvlaktestrand, dit ligt buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta. Voor de niet-broedvogels geldt dit voor A005 Fuut, A007 Kuifduiker en A034 Lepelaar.

Tabel 9 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect). NB staat voor Niet Beïnvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringcontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstromde zandbanken (getijdengebied)	NB				NB	
	H1110B	Permanent overstromde zandbanken (Noordzeekustzone)	X				X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	NB				NB	
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X				NB	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)					NB	
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)					NB	
	H1320	Slijkgrasvelden					NB	
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)					NB	
	H2110	Embryonale duinen					NB	
	H2120	Witte duinen					NB	
Habitatsoorten	H1095	Zeeprrik	X	X	E			X
	H1099	Rivierprrik	X	X	E			X
	H1102	Elft	X	X	E			X
	H1103	Fint	X	X	E			X
	H1351	Bruinvis		X	E			X
	H1364	Grijze zeehond		X	E	X		X
	H1365	Gewone zeehond		X	E	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker				X		
	A005	Fuut				NB		
	A007	Kuifduiker				NB		
	A017	Aalscholver				X		
	A034	Lepelaar				NB		
	A043	Grauwe gans				X		
	A048	Bergeend				X		
	A050	Smient				X		
	A051	Krakeend				X		
	A052	Wintertaling				X		
	A054	Pijlstaart				X		
	A056	Slobeend				X		
	A062	Toppereend				X		
	A063	Eidereend				X		
	A065	Zwarte zee-eend				X		
A067	Brilduiker				X			

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A069	Middelste zaagbek				X		
	A130	Scholekster				X	X	
	A132	Kluut				X	X	
	A137	Bontbekplevier				X	X	
	A141	Zilverplevier				X	X	
	A144	Drieteenstrandloper				X	X	
	A149	Bonte strandloper				X	X	
	A157	Rosse grutto				X	X	
	A160	Wulp				X	X	
	A162	Tureluur				X	X	
	A169	Steenloper				X	X	
	A177	Dwergmeeuw				X		
	A191	Grote Stern				X		
	A193	Visdief				X		

5.6.3 Voornes Duin

Gebaseerd op de verspreiding en doelen van de aangewezen habitattypen, habitatrictlijnsoorten en (niet-)broedvogels is een nadere effectbeoordeling van de doelen van het Natura 2000-gebied Voornes Duin niet aan de orde (Tabel 10).

Tabel 10 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn gemarkeerd met een X. NB staat voor Niet Beïnvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringcontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring.

Groep	Instandhoudingsdoelen		Geluid, licht, optiek
Habitatrictlijnsoort	H1340	Noordse woelmuis	NB
Broedvogels	A008	Geoorde Fuut	NB
	A017	Aalscholver	NB
	A026	Kleine zilverreiger	NB
	A034	Lepelaar	NB

6 Effectbepaling

In dit hoofdstuk is per gevolg het effect op betrokken soorten of habitattypen bepaald. De toetsing van dit effect, aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming, via de betreffende instandhoudingsdoelen volgt in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 7 worden effecten in cumulatie met andere projecten meegenomen.

6.1 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling, dat alleen optreedt tijdens de aanleg en niet tijdens de gebruiksfase, op trekvissen (paragraaf 6.1.3), zichtjagende vogels (paragraaf 6.1.4) en filterfeeders (paragraaf 6.1.5) beschreven. Om dit te kunnen doen wordt eerst een nadere verdieping uiteengezet van de reikwijdte en over de gebruikte studie (paragraaf 6.1.1) en de achtergrondconcentraties (paragraaf 6.1.2).

6.1.1 Modelstudie

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de werkzaamheden gemodelleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de (voornamelijk bagger-) werkzaamheden. Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie beschrijft deze studies.

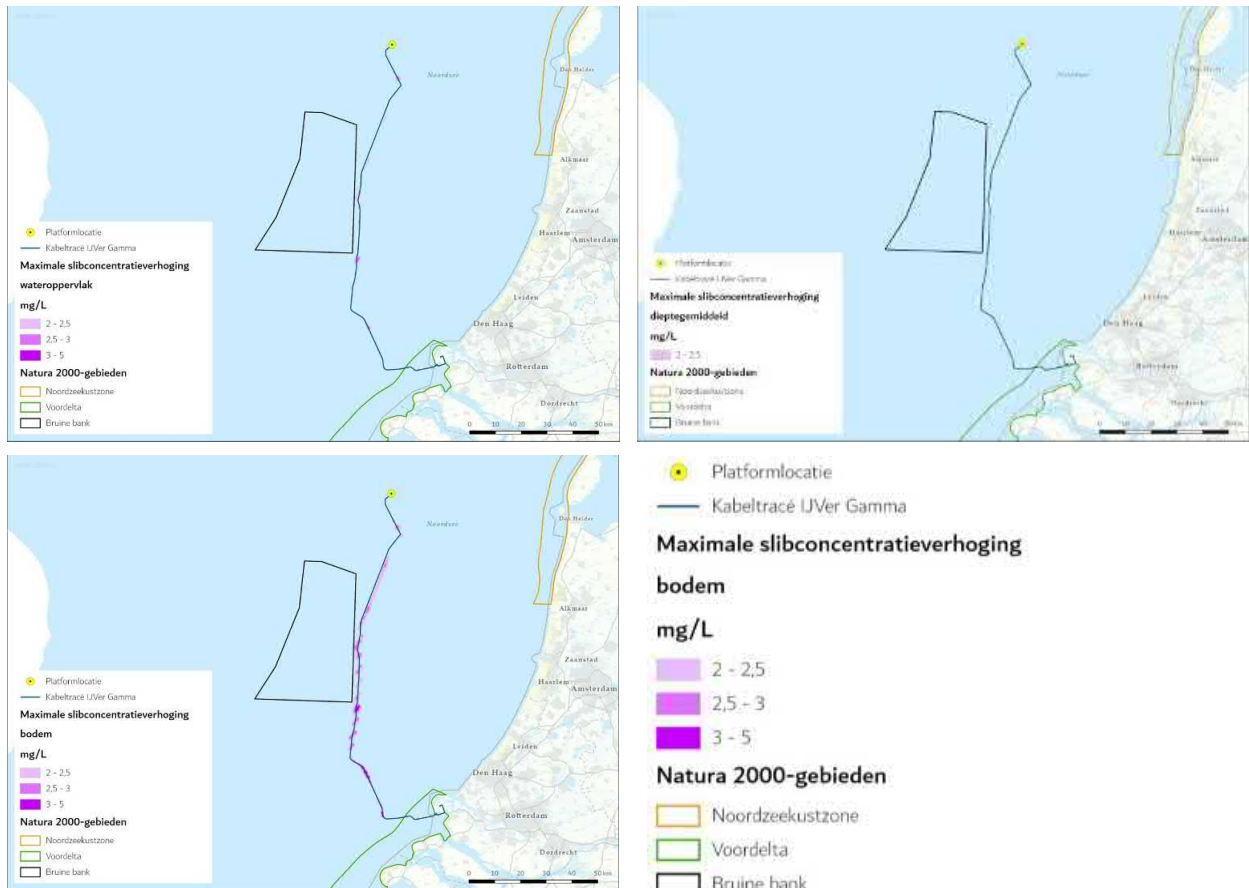
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het voorkeustracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is de algemene methodiek in de worst-case benadering om overall trenches (2,5 m diepte) toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren (6 meter diepte) om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (van de kruinen van zandgolven), waarna via trenches de kabel in het zeebed wordt begraven. Verder is er in het model aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone van de Noordzee.

Ten behoeve van een worst-case beoordeling voor vertroebeling (en sedimentatie) is de snelst mogelijke aanleg gemodelleerd. Dit veroorzaakt namelijk maximale vertroebelingsconcentraties (en sedimentatiesnelheden). De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid langer kunnen duren, dit zal altijd leiden tot lagere vertroebelingswaarden (en sedimentatiesnelheden) met minder grote effecten. Bij de baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en aansluitend daarop de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden die tijdens de aanleg van de kabel plaatsvinden om de kabel goed te kunnen leggen. Deze uitgangspunten voor de snelst mogelijke werkwijze zijn niet van toepassing op de beoordeling van andere gevolgen bijvoorbeeld verstoring.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor het jachtsucces van zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen, voor (dieper) duikende vogels en voor schelpdieren en andere filterfeeders. Wanneer vertroebeling een effect heeft op schelpdieren en andere filterfeeders kunnen er indirect ook effecten op vogels

optreden die foerageren op schelpdieren. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen.

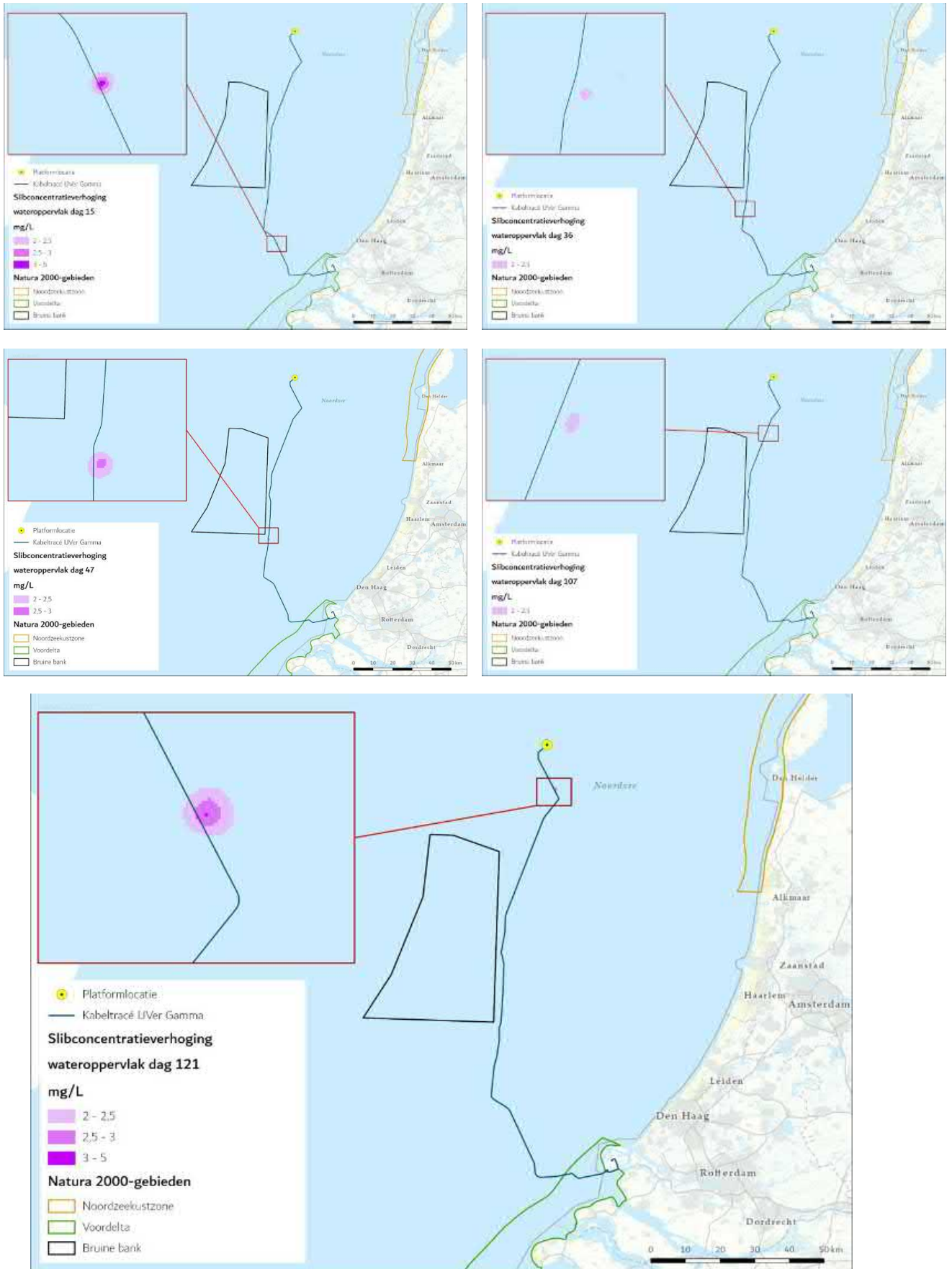
In Figuur 74 wordt het ruimtelijk beeld van de opgetelde maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



Figuur 74 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), dieptegemiddeld (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L)

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 74 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 75 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk.



Figuur 75 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte van links naar rechts dag 15, 36, 47, 107, en 121

De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 160 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling wordt beschouwd. De dagen die in de volgende figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 47, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (160) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productiesnelheid leiden en daarmee lagere concentratie vertroebeling en kleiner areaal. Op dag 47 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en is de slibwolk bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner.

Uit dit figuur valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het voorkeustracé en neemt snelt af.
- De slibwolk wordt nooit groter dan enkele hectares. De wolk zal binnen enkele dagen tot een week onder de 2,0 mg/L komen.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/L.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdspectief)

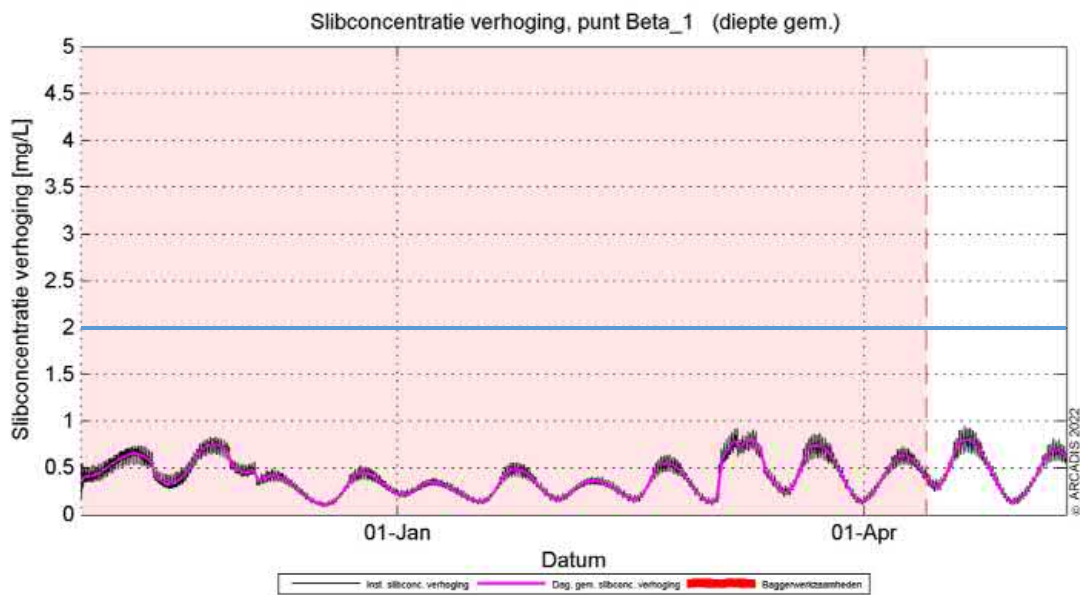
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 76 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het voorkeustracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het voorkeustracé beschouwd.

In Figuur 77 tot en met Figuur 80 zijn de slibconcentraties van het dieptegemiddelde in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (ongeveer 160 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.



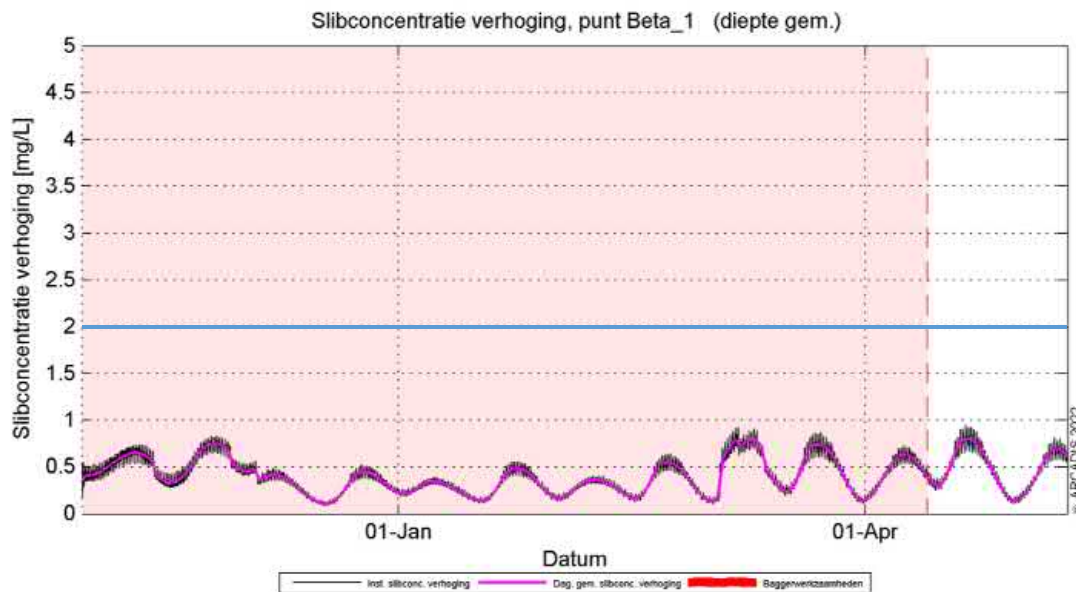
Figuur 76 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 76. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/L. De grootste toename in concentratie valt tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (laatste 6 weken). In de na-ijl periode zal er ook nog vertroebeling optreden van ongeveer 1 mg/L.



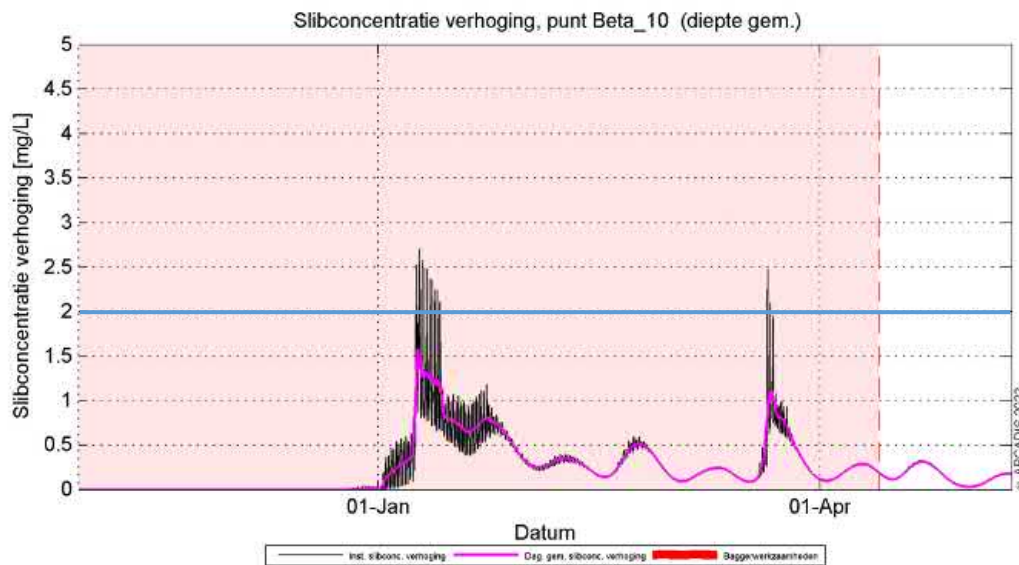
Figuur 77 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van maximaal 2 mg/L daggemiddeld. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 78 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 1 mg/L.



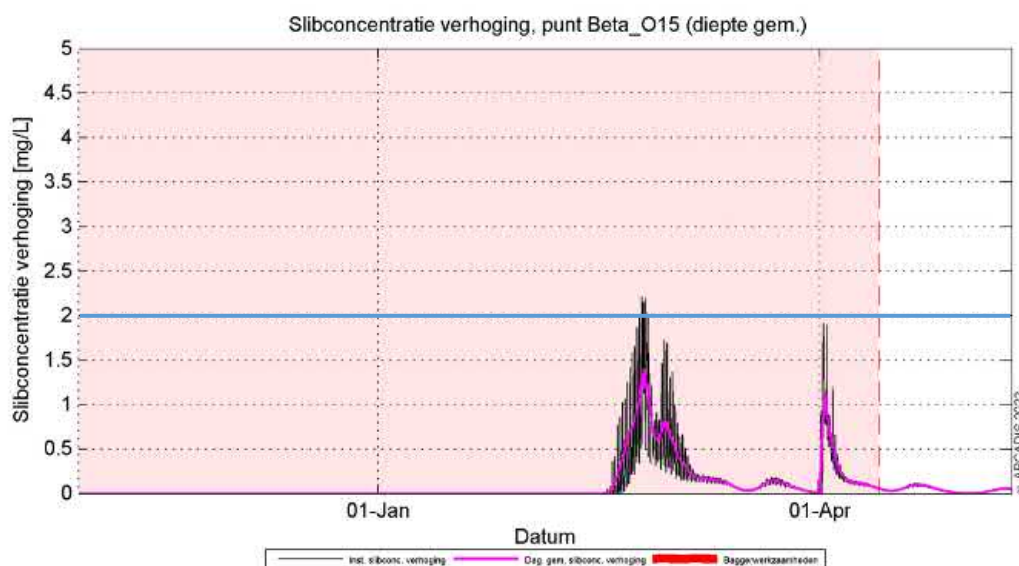
Figuur 78 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 79. De werkzaamheden langs het voorkeustracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot 2 mg/L (daggemiddeld). Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie onder de grens van 2 mg/L.



Figuur 79 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Langs het voorkeurstracé (nabij het platform) is er bijna geen concentratieverhoging te zien (zie locatie Beta 15, Figuur 80). Tijdens de periode ligt de concentratie bijna altijd onder de 2 mg/L grens, en wanneer deze erboven komt, is het ook binnen korte tijd weer onder de 2 mg/L grens.



Figuur 80 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

6.1.2 Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen

tot 100 mg/L ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/L), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zijn de achtergrondconcentraties vrij consistent met 30 mg/L in de geulen tot 80-100 mg/L op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/L in de geulen en 30-50 mg/L op de platen.

Een verhoging van 2 mg/L door de baggerwerkzaamheden is een verhoging van ongeveer 2 - 20% van de jaargemiddelde slibconcentratie langs de Nederlandse kust, waar afhankelijk van de tijd van het jaar een natuurlijke variatie van 10 – 100 mg/L kan optreden.

6.1.3 Effecten op trekvisser

Trekvisser kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvisser waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zee-prik, elft en fint), zijn anadrome trekvisser. Dit zijn visser die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. In de Voordelta treedt er alleen rond de aanlanding van de kabel op de Maasvlakte vertroebeling op van het wateroppervlak, dieptegemiddeld of bodem (enkele hectare) (Figuur 3). De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van de Nieuwe waterweg, het Haringvliet of richting de Westerschelde en er zullen geen effecten zijn op trekvisser. Instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden om deze reden niet negatief beïnvloed.

6.1.4 Effecten op zichtjagende vogels

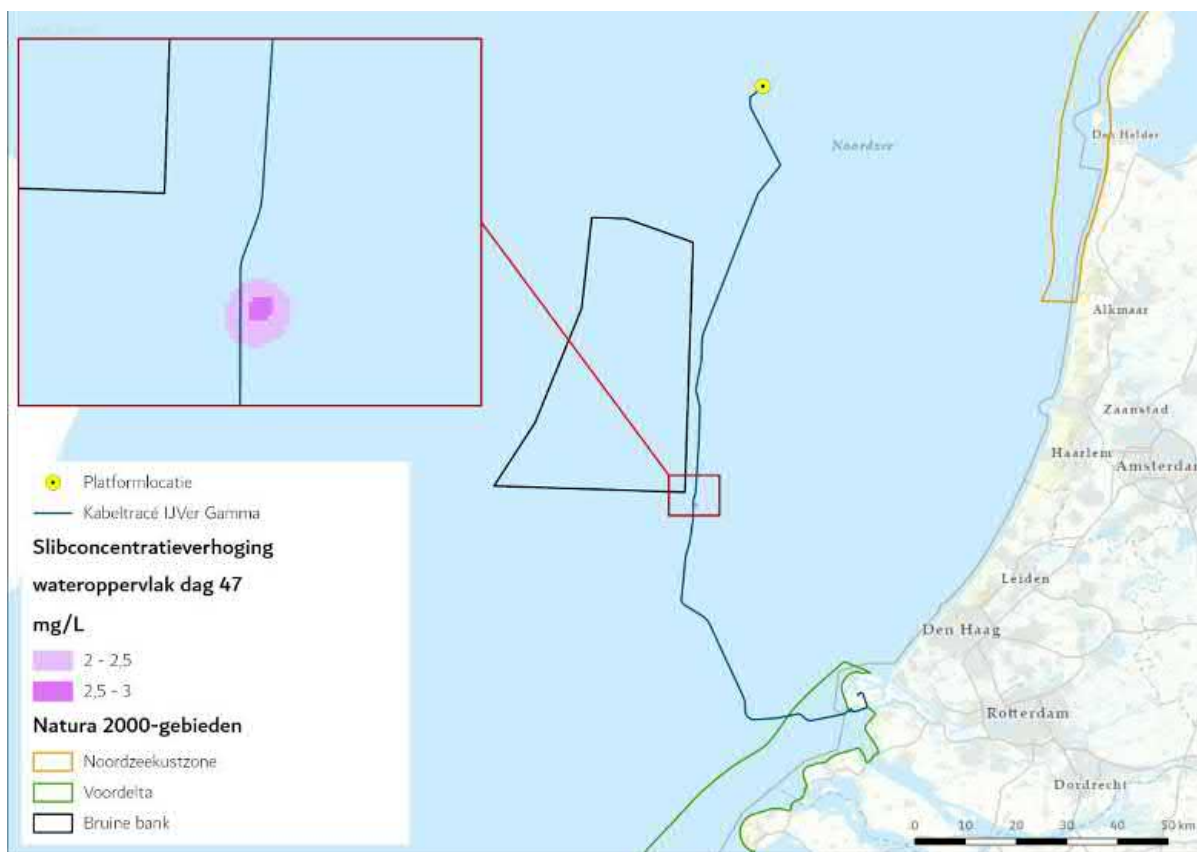
Aan de hand van Figuur 2 kunnen effecten op zichtjagende nestgebonden broedvogels worden uitgesloten in de Voordelta. Deze vogels, zoals de meeste sterns, hebben slechts een kleine uitvliegradius. De grote stern heeft een uitvliegradius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief foerageerareaal beschikbaar waar geen vertroebeling optreedt (zie Figuur 2). Deze soorten worden beïnvloed door vertroebeling aan het oppervlak. Aangezien de vertroebeling niet tot aan de kustzone (<10km van de kust) komt wordt de Voordelta niet meegenomen in de beoordeling. De slibconcentratie aan het oppervlak komt niet boven de 5 mg/L en zal binnen enkele dagen weer dalen tot onder de 2 mg/L.

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een tijdelijke verhoging van het slib ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. De dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk die worden aangewezen voor de Bruine Bank zijn allen

zichtjagende vogels en komen in het studiegebied voor (zie paragraaf 4.3.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele voorkeurstracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen tot een week daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden. Voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 47, circa 164 hectare is, zie Figuur 75. Dit is 0,12% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De slibwolk reikt echter niet tot in de Bruine Bank. De maximale concentratie van de slibwolk, direct langs het voorkeurstracé, is niet hoger dan 3 mg/L (daggemiddelde). Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt de slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/L.

De dag en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging boven de 2 mg/L treedt op dag 48 op in een gebied van 30 hectare. De totale oppervlakte van de slibwolk in het dieptegemiddelde die vrijkomt bij de werkzaamheden is 239 hectare. Duikende vogels zoals de alk en zeekoet zullen geen effecten van vertroebeling ondervinden.



Figuur 81 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 47, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom rond de Bruine Bank

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen tot een week op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels. Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het voorkeurstracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het voorkeurstracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het voorkeurstracé af dunt de slibwolk al snel uit. Negatieve effecten op het jachtsucces van zichtjagende vogels zijn hiermee uitgesloten. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta worden om deze reden niet negatief beïnvloed.

6.1.5 Effect op bodemdieren (filterfeeders)

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. Doordat ze op de bodem leven worden filterfeeders blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties. Bij een experiment op mesheften bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerde van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar werden concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat door de, veelal, sessiele levensstijl van deze soorten, ze in

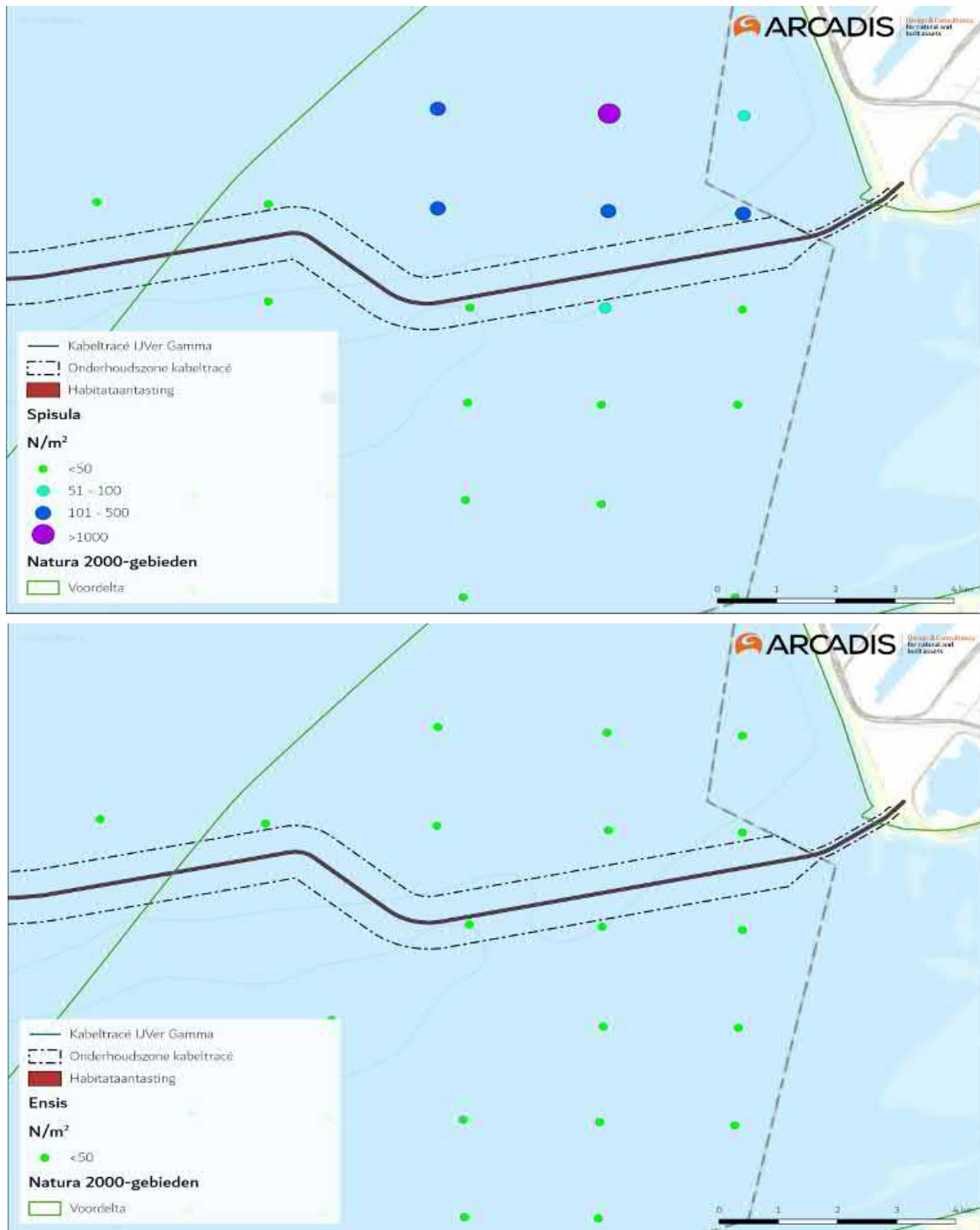
staat zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus*) liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010).

Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten, totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). Concentratieverhogingen door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma vallen binnen de natuurlijke variatie. Tevens zal de slibwolk binnen enkele dagen weer tot onder de 2 mg/L dalen. Uitgaande van dit is de verwachting dat de kokkelpopulatie geen effecten ondervindt door vertroebeling.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998). Schelpdieren worden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord. Er zijn langs de gehele kust 893 locaties bemonsterd in het voorjaar van 2019, 1 april tot en met 17 juni (Perdon et al., 2019).

Figuur 82 laat zien dat het voorkeurstracé door een gebied aan de kust gaat waar relatief grote aantallen halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) worden gevonden. Ook andere schelpdieren mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*), otterschelpen (*Lutraria lutraria*), of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het voorkeurstracé gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.



Figuur 82 *Spisula*banken (boven) en *Ensis* banken (onder) in het kust gebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor *Ensis* en groter dan >18 mm voor *Spisula*

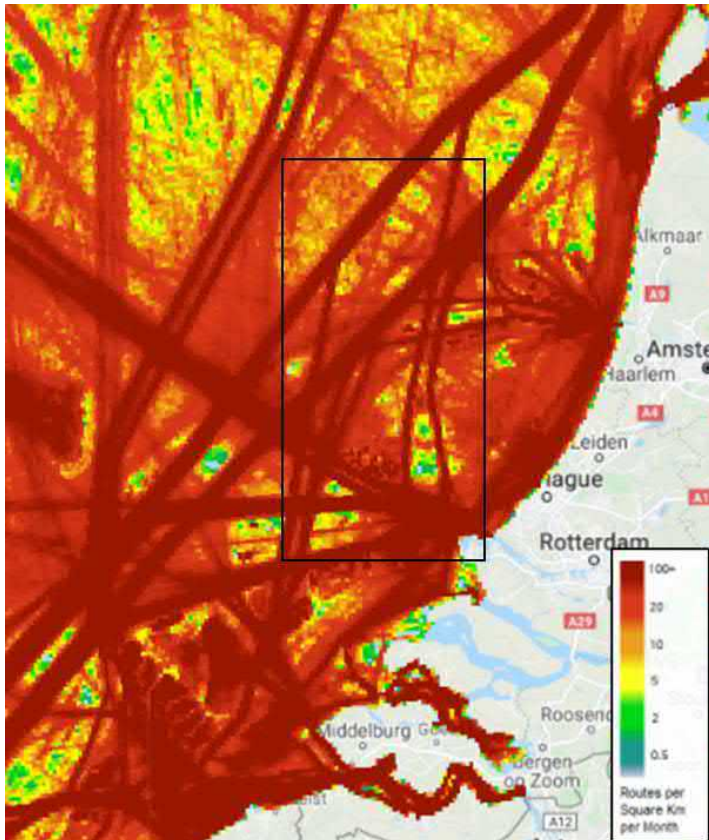
Uit de slibmodellerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/L en na een periode van dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau, zie Figuur 74 voor ruimtelijke verspreiding van de slibwolk op de bodem. Deze concentratieverhoging is een fractie (5%) van de waarden van 200 mg/L waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen lieten zien.

Concluderend zal de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Indirecte effecten op vogelsoorten door invloed op de beschikbaarheid van voedsel zijn hiermee ook uitgesloten. Hierdoor zal geen negatief effect op instandhoudingsdoelen van aangewezen benthos-etende vogels, zoals de zwarte zee-eend, in Natura 2000-gebied Voordelta optreden.

6.2 Verstoring door continu onderwatergeluid

Er is sprake van verstoring door continu onderwatergeluid in de Voordelta. Verstoring door continu onderwatergeluid kan optreden tijdens de gebruiksfase (vanwege onderhoudswerkzaamheden) maar is worst-case in de aanlegfase. De verstoring is tijdelijk van aard en treedt niet over het hele voorkeustracé tegelijk op, maar alleen ter plaatse van de werkzaamheden. In onderstaande paragrafen wordt het effect van de worst-case verstoring door continu onderwatergeluid beschreven.

De verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepsvaartintensiteit is op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 83. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. De werkzaamheden zullen een beperkt aantal schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt de intensiteit van de verstoring hierbinnen slechts marginaal vergroot en zal het oppervlakte verstoord gebied niet toenemen. Omdat de verstoring tijdelijk van aard is aangezien het passerende scheepvaartbewegingen betreft of tijdelijke werktuigen tijdens de aanleg, is de aanwezige geluidsbarrière veel kleiner en/of gefragmenteerder dan de worst-case aangeeft. Hierdoor zullen door de Voordelta migrerende zeezoogdieren of trekvissen geen barrière ondervinden van het continue onderwatergeluid als gevolg van de werkzaamheden.



Figuur 83 Aanwezige scheepsvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via <https://www.emodnet-humanactivities.eu>). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km² worden gevaren.

In de Voordelta is het gebied dat verstoord wordt door continu onderwatergeluid tijdens de aanlegfase ca. 13.908 ha (circa 16,7% van het totaaloppervlak), uitgaande van de verstoringscontouren als genoemd in paragraaf 3.4. Bestaande vaarwegen zorgen in de Voordelta al voor een grote hoeveelheid onderwaterverstooring. Zodoende wordt de intensiteit van verstooring verhoogd maar is geen extra verstoord oppervlak. Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent threshold shift) is nog kleiner en ook verwaarloosbaar.

Het onderwatergeluid van continue aard dat vrijkomt tijdens de tijdelijke werkzaamheden en gebruiksfase zorgt niet voor een wezenlijk verlies in omvang en/of kwaliteit van het leefgebied binnen de Voordelta ten opzichte van de huidige situatie. Er worden enkele schepen toegevoegd aan de bestaande vaarwegen waar reeds verstooring door continu geluid plaatsvindt. De instandhoudingsdoelen voor de habitatrichtlijnsoorten rivier- en zeepril, fint, grijze en gewone zeehond en bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta met betrekking tot het leefgebied worden zodoende niet negatief beïnvloed. Hiermee kan het ontstaan van negatieve effecten tijdens de

aanleg en gebruiksfase op de instandhoudingsdoelen voor de populaties in het gebied worden uitgesloten.

6.3 Verstoring door impuls-onderwatergeluid

6.3.1 Leeswijzer

Zoals toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.5 wordt de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen en de UXO+ pre survey (gedetailleerde geofysische surveys beoordeeld). In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg en niet tijdens de gebruiksfase, op zeehonden (paragraaf 6.3.4), bruinvissen (paragraaf 6.3.5) en trekvissen (paragraaf 6.3.6) behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en uitgangspunten (paragraaf 6.3.2). In paragraaf 6.3.3 worden de geluidsnormen die gelden behandeld. Oppervlakten waar verstoring optreedt voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 3.5. In paragrafen 6.3.4 en 6.3.5 worden ook de geofysische surveys behandeld. Mitigerende maatregelen die voor vermindering van verstoring kunnen zorgen worden behandeld in paragrafen 6.3.3, 6.3.4 en 6.3.5.

6.3.2 Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten

Heien platform

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor IJmuiden Ver uitgegaan van een totaal van 16 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is circa 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. De berekeningen van de TNO studie voor IJmuiden Ver Gamma verschilt ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid. In de TNO-modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (de Jong & Binnerts, 2022).

Geofysische survey

Voor het berekenen van de verstoringsoppervlak en het aantal bruinvisverstoringdagen die veroorzaakt worden door de geofysische surveys in het KEC 4.0 worden de volgende uitgangspunten gebruikt voor de indicatieve berekening:

- Een geofysische survey beslaat 10 km² per dag en gaat 24 uur per dag door en wordt alleen onderbroken wanneer er slecht weer is of wanneer er een nieuwe bemanning aan boord komt. Het aantal dagen dat er per wind park nodig is om de geofysische survey uit te voeren is oppervlakte windpark / oppervlakte van de geofysische survey (10 km²).
- Er wordt vanuit gegaan dat deze survey 1 voor de constructie van het park wordt gedaan.
- De geofysische survey wordt gedaan met een multibeam, sidescan sonar, magnetometer, sub-bottom profiler en een multi-channel sparker. Het gebruik van de multi-channel sparker is worst-case en deze heeft een bereik van 3 kilometer.
- Er zijn geen specifieke akoestische berekeningen van het projectgebied van IJmuiden Ver Gamma. Gebaseerd op een gescand areaal van 10 km² en het gebruik van een sparker met een verstoringcontour van 3 kilometer treedt verstoring op in een gebied van 84 km² (Heinis et al., 2022).

6.3.3 Geluidsnormen

In het KEC 4.0 is inzichtelijk gemaakt welke invloed uitgaat van onderwatergeluid voor de bouw van de verschillende windparken en netten op zee. Daaruit blijkt dat dit totale effect geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) wordt gebruikt. In de rapportage van TNO en FME die onderdeel zijn van het KEC 4.0 is deze analyse uitgevoerd.

De TNO studie (Bijlage VII-E) laat zien dat er bij het heien van het platform Net op zee IJmuiden ver Gamma impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor de het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

Uit voorzorg wordt aanbevolen het effect van de gekozen mitigerende maatregel door te rekenen en te beoordelen voordat de werkzaamheden aanvangen.

6.3.4 Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Effectbeoordeling

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 613 km² tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' hieronder beschreven, de kans op PTS verminderen bij zeezoogdieren. Dit voldoet aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 en zodoende valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op zeehonden binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Om zeezoogdieren te verjagen uit het projectgebied dient bij het heien een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Naast de heiwerkzaamheden worden surveys van de waterbodem uitgevoerd. Dit betreft eerst een ronde met globale surveys (route survey) langs het tracé en vervolgens gedetailleerde surveys (UXO+ pre survey). Voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma tracé is de route survey al uitgevoerd om het gebied in kaart te brengen. In lijn met het uitgangspunt in het KEC 4.0 geldt dat voor de globale en gedetailleerde surveys hetzelfde gebied verstoringscontour. Dit betekent dat voor de gedetailleerde survey evenveel verstoord als de globale survey. In de berekening is uitgegaan van een totale corridoroppervlakte van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km². De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km² met een verstoringsoppervlak van 24 km² per dag. Dit verstoringsoppervlak valt binnen het berekende verstoringsoppervlak van een sparker voor geofysische surveys in het KEC 4.0 (84 km²) (Heinis et al., 2022). Met het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en de 'slow and soft start' wordt de kans op PTS bij zeezoogdieren gemitigeerd.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 26). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Conclusie

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden en zal de grenswaarde van 5% populatie reductie bij zeehonden niet overschreden worden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking op instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze en/of gewone zeehond van omliggende Natura 2000-gebieden, zoals de Voordelta, kunnen daarmee worden uitgesloten.

6.3.5 Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heiactiviteiten

Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (C. de Jong & Binnerts, 2018). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls-onderwatergeluid tevens zwemmen bruinvissen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoord gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit.

In het KEC wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring door impuls geluid onder de SELs = 160 dB re 1 μ Pa²s op 750 m grenswaarde valt, wordt aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 voldaan en valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 6.3.2 vindt er een overschrijding (SELs = 167 dB re 1 μ Pa²s op 750 m) van de grenswaarde (SELs = 160 dB re 1 μ Pa²s op 750 m) plaats bij het heien van het platform IJmuiden Ver Gamma. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.133 km² dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impuls geluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 m in diameter voor platform IJmuiden Ver Gamma en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekend dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 6.3.2 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er 16 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor platform IJmuiden Ver Gamma is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 10 extra palen is 0,57% van het totaal te heien palen (1.762 palen. In verhouding met het totaal te heien palen voor Wind op zee parken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,15%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 12 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

Table 3.1 Installed capacity and number of days on which there will be piling for the installation of wind turbine foundations in the period 2016-2030 in Belgium (BE), Denmark (DE), Germany (DE), the Netherlands (NL) and the United Kingdom (UK) on the basis of the underlying assumptions stated above.

2016-2030	Installed capacity (MW)	Proportion	Number of piles (turbines)*	Proportion
Total	77,484		6,384	
BE	3,650	5%	370	6%
FR	598	1%	48	1%
DK	1,751	2%	165	3%
DE	15,319	20%	1,244	19%
NL (calculation variant III)	26,543	34%	1,762	28%
UK	29,623	38%	2,797	43%

* For the Dutch wind farms, the scenario includes 114 extra piling days for the installation of foundations for the transformer platforms.

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 kunnen het aantal extra bruinvisverstoringdagen voor het platform worden berekend. Het verschil van 10 palen zal voor meer bruinvisverstoringdagen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 10 extra palen betekent dit worst-case 10 extra heidagen (1 heidag per paal). In het KEC 4 is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa2s op 750 m 1.190 bruinvisverstoringdagen optreden. 10 extra heidagen zorgen in dat geval voor 11.900 extra bruinvisverstoringdagen. Tijdens de aanleg zal het aantal extra bruinvisverstoringdagen lager liggen aangezien er met een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m wordt gewerkt. Hiervan zijn echter niet het aantal bruinvisverstoringdagen per heipaal berekend in het KEC 4.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor IJmuiden Ver Gamma in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie. De grens van 5% wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op ongeveer 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 11.900 extra bruinvisverstoringdagen als gevolg van 10 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen. De populatiereductie grens van 5% wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op Zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen worden berekend. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa2s op 750 m. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Naast de heiwerkzaamheden worden surveys van de waterbodem uitgevoerd. Dit betreft eerst een ronde met globale surveys (route survey) langs het tracé en vervolgens gedetailleerde surveys (UXO+ pre survey). Voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma tracé is al een route survey uitgevoerd, waarbij 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig waren. In lijn met het uitgangspunt in het KEC 4.0 geldt dat voor de globale en gedetailleerde surveys hetzelfde aantal bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit betekent dat voor de gedetailleerde survey ook 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit valt binnen het aantal berekende bruinvisverstoringdagen in het KEC 4.0, zie Tabel 13. In het KEC 4.0 wordt er namelijk uitgegaan van totaal 1.840 bruinvisverstoringdagen per survey (1.227+613). Met het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en de 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Tabel 13 Verwachte bruinvisverstoringdagen veroorzaakt door de geofysische surveys van het kabel tracé IJmuiden Ver Alpha en Beta (1.227 bruinvisverstoringdagen) en gamma, IJmuiden Ver Noord, (613 bruinvisverstoringdagen).

Transformer platform	Length of route to land (km) (estimate)	Route width (km) – estimate	Area of route (km ²)	number of km ² surveyed per day	Number of survey days	Disturbance area per day (km ²)	Density in spring (ind/km ²)	harbour porpoise disturbance days
Borssele 1&2	61	1.2	73	10	7	36	0.71	187
Borssele 3&4	68	1.2	82	10	8	36	0.71	209
HK-ZH I&II	48	1.2	58	10	6	36	0.71	147
HK N	20	1.2	24	10	2	36	0.71	61
HK-ZH III&IV	40	1.2	48	10	5	36	0.71	123
HKW alpha & beta	87	1.2	104	10	10	36	0.71	534
TNW	120	1.2	144	10	14	36	0.97	503
IJmuiden Ver alpha & beta	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
HKW-Z	80	1.2	96	10	10	36	0.71	245
IJmuiden Ver Noord	200	1.2	240	10	24	36	0.71	613
Search area 2 (South alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
Search area 5 (East alpha & beta)	133 × 2	1.2	160	10	16	36	0.97	1,115
Search area 1 (South)	238	1.2	286	10	29	36	0.71	730
Search area 2 (North alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
total								8,148

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de UXO+ pre survey ('gedetailleerde geofysische surveys') te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de route surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen voor het uitvoeren van

de geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELs = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m) op (zie paragraaf 6.3.3). Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringdagen voor het platform IJmuiden Ver Gamma hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op Zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen. De populatiereductie grens van 5% wordt niet overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de UXO+ pre survey overschrijdt net als de globale surveys het aantal bruinvisverstoringdagen niet (benodigt 1.636 bruinvisverstoringdagen en berekent 1.840 bruinvisverstoringdagen). Ook voor de geofysische surveys kan gebruikt gemaakt worden van mitigerende maatregelen zoals een ADD en een 'soft and slow start'. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de UXO+ pre survey wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Mogelijke externe effecten hebben geen negatief effect op de instandhoudingsdoelstelling voor de populatie van bruinvissen in Natura 2000-gebied de Voordelta.

6.3.6 Effecten van impuls-onderwatergeluid op trekvisser

Effectbeoordeling

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (Akker van den & Veen van den, 2013; Duin et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvisser ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls-onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvisser veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP).

Conclusie

Door de tijdelijke aard van de effecten, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten. Externe effecten op instandhoudingsdoelen voor de populaties van trekvissen aangewezen voor omliggende Natura 2000-gebieden, waaronder de Voordelta, kunnen daarmee worden uitgesloten. Dit geldt ook voor de instandhoudingsdoelen voor leefgebied binnen de Natura 2000-gebieden.

6.4 Verstoring door geluid, licht en beweging

Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt tijdens de aanlegfase gelijktijdig op en kunnen zodoende doorgaans als één verstoringbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Doordat de verstoringcontour van licht binnen dat van geluid en beweging valt tijdens de aanlegfase, wordt er in de paragrafen 6.4.1 en 6.4.2 voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring. Tijdens de gebruiksfase is licht echter wel een op zichzelf staande verstoringbron. Effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de gebruiksfase kunnen niet worden uitgesloten binnen de 150 meter contour. Dit wordt behandeld in paragraaf 6.4.3. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 3.6.2). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de aanlegfase en gebruiksfase buiten 150 meter uitgesloten.

6.4.1 Aanlegfase op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank)

Het voorkeurstracé loopt langs de Bruine Bank, wat een aangewezen Natura 2000-gebied is voor jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, alk en zeekoet. Zoals toegelicht in paragraaf 3.6.1 zijn vogelsoorten tijdens de rui verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (voor alk en zeekoet 1200 ipv 500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van de Bruine Bank (zie paragraaf 5.5.3). Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

De verstoringcontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels (jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw) raakt niet aan de Bruine Bank. De werkzaamheden kunnen een externe werking hebben op de vogelpopulaties op de Bruine Bank. De vogels die zich buiten de Bruine Bank bevinden en verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, maar ook minder verstoringsgevoelige soorten, kunnen echter uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Ook kunnen organismen wennen aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008). De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 5.5.3). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar. Door de tijdelijke aard van de effecten en het beperkte areaal is er geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soort binnen het Natura 2000-gebied.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode van zomer naar winterkleed kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringfactoren (Dunn et al., 2019; R. van Bemmelen et al., 2013). Tijdens de aanleg overlapt de verstoringcontour voor ruiende vogels (1.200 meter) niet met de Bruine Bank. Zodoende is geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soorten binnen het Natura 2000-gebied. Ook hier kan mogelijk externe werking optreden. Aangezien er hier echter al scheepsvaartroutes zijn, zal externe werking geen effect hebben op de populaties van zeekoeten en alken op de Bruine Bank, zie tekstkader. Alken en zeekoeten komen ook in wisselende aantallen voor buiten de begrenzings van de Bruine Bank (zie paragraaf 5.5.3).

Berekening verstoorde alken en zeekoeten

Zoals toegelicht (zie paragraaf 5.5.3) zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september en van december tot februari (R. van Bemmelen et al., 2013).

Het aantal verstoorde alken en zeekoeten kunnen aan de hand van het verstoorde oppervlakte (circa 168 km² (70 km * 1,2 km * 2)), oppervlakte van de Bruine Bank (1.336 km²) en aantal alken en zeekoeten op de Bruine Bank in augustus en februari.

In augustus leiden de werkzaamheden tot circa 493 verstoorde ruiende zeekoeten en geen verstoorde alken (deze zijn dan niet aanwezig op de Bruine Bank). Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en een Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van respectievelijk circa 0,40% en 0,03% van de populatie. In februari worden er circa 807 zeekoeten en 183 alken verstoord. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en 6.928 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,79 % en 2,6 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,05 % en circa 0,06 % van de populatie (Fijn et al., 2022). Zie de soortenbeschermingstoets voor een uitgebreide berekening van het aantal verstoorde zeekoeten.

Instandhoudingsdoelstellingen voor de populatie van alk en zeekoet in Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn ten tijde van schrijven niet gekwantificeerd. Het bovenstaande laat zien dat het percentage verstoorde alken en zeekoeten klein is. Tijdens de zomerrui wanneer aantallen het hoogst zijn kunnen de vogels aangewezen voor de Bruine Bank nog vliegen en zodoende uitwijken. Negatieve effecten op populatieniveau zijn uit te sluiten, waarmee een mogelijk toekomstige specificatie van deze instandhoudingsdoelstelling niet in het geding komt. Daarnaast is ook aangetoond dat de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied tijdens de aanleg niet negatief worden beïnvloed.

Naast het gegeven dat het additioneel verstoord oppervlak op en in de buurt van de Bruine Bank klein is, is de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit in (maar ook buiten) de standaard

vaarwegen op de Bruine Bank en langs het tracé op zee relatief hoog, zoals te zien in Figuur 83 en Figuur 84. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorte oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 84 Voorkeurstracé en reguliere vaarwegen met verstoringcontouren voor ruiende vogels

6.4.2 Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) en op land

In de Voordelta liggen ten zuiden van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte de Hinderplaat en de Slikken van Voorne, dit zijn rustgebieden voor zeehonden en foeragerende vogels (zie Figuur 17). Deze platen worden door de verstoringcontouren van de werkzaamheden voor het voorkeurstracé op land als op zee geraakt (zie Figuur 14 en Figuur 17). Deze worden hier beiden behandeld.

Niet-broedvogels

Het voorkeurstracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta, waarvan – uitgaande van een verstoringcontour van maximaal 500 meter - circa 1.277 ha (1,5%) open water wordt verstoord. In de omgeving van het voorkeurstracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor (zie paragrafen 5.5.1 en 5.5.3). Deze twee soorten zijn extra gevoelig voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van 3.939 ha leefgebied voor de roodkeelduiker en 4.213 ha aan leefgebied voor de zwarte zee-eend. In beide gevallen is dit ongeveer 5% van het totale areaal aan

open water in de Voordelta. In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit, zie Figuur 83. In dit gebied is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorde vogels gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele voorkeustracé tegelijk op. Er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen. De tijdelijke aard van de werkzaamheden en het beperkte additioneel verstoorde areaal (ten opzichte van de huidige situatie in het gebied) zorgen ervoor dat de roodkeelduiker en zwarte zee-eend op populatieniveau geen negatieve effecten zullen ondervinden. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 5.5.2). Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee (zie ook Figuur 17), de slikken en platen liggen op grotere afstand. De instandhoudingsdoelstellingen voor steltlopersoorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

De 1.400 m-verstoringscontour van de aanleg van het converterstation reikt niet tot binnen Natura 2000-gebieden en leidt daardoor niet tot versturende effecten op aangewezen Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten. De 500 m-verstoringscontour van geluid, licht en beweging van de werkzaamheden aan land tijdens de aanleg reikt voor het deel dat langs de Noordzeeboulevard loopt tot over de Slikken van Voorne in het noordelijke deel bij het voorkeustracé. Het voorkeustracé volgt de rand van de Maasvlakte en ligt direct aan de Noorzeeboulevard. Daarnaast staan windturbines opgesteld aan de andere kant van de Noordzeeboulevard op circa 25 meter van het voorkeustracé. Voor een deel van het voorkeustracé ligt een verhoging tussen de slikken en de werkzaamheden. De verhoging en begroeiing vormen een barrière tegen het zicht op licht en beweging en de verplaatsing van geluid. Hierdoor zullen de werkzaamheden minder zichtbaar zijn en de geluidsverstoring op de slikken gedempt. Zodoende is het verstoorde oppervlak kleiner. Daarnaast is dit deel van de Slikken van Voorne al aan verstoring onderhevig door het aanwezige verkeer en de draaiende windturbines. De verstoring is tijdelijk en beperkt zich tot de noordelijke rand van de slikken tegen de dijk aan. Significant negatieve effecten op niet-ruierende vogels zijn zodoende uitgesloten. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

Zoals Figuur 36 laat zien komen in de sluffer op de Maasvlakte, rondom de plek waar het voorkeustracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring, zie paragraaf 5.5.1. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de sluffer kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 36. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringscontour en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 9.2. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de bergeend worden uitgesloten.

Zeehonden

De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 27 en Figuur 29). Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het voorkeurstracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn er daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen, zie Figuur 29). In de huidige ligging van de platen in de Voordelta raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap (zie Figuur 17).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragrafen 5.3.6 en 5.3.7). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart, zie paragrafen 5.3.6 en 5.3.7), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter (zie paragraaf 5.1.2), waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het voorkeurstracé die door gewone en/of grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied. Om het risico op verstoring van zogende zeehonden te ondervangen moet er als mitigerende maatregel een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 9.2.

Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere en zodoende minder luide schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de

omgeving ruime onverstoorte uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Buiten het zoogseizoen zijn negatieve effecten op de zeehondenpopulaties uitgesloten. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de grijze- en gewone zeehond worden uitgesloten.

Conclusie

Verstoring tijdens de aanlegfase door geluid, licht en beweging van zogende zeehonden op de Hinderplaat is niet uitgesloten. Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring. Het gevoelige seizoen (het zoog- en verharingsseizoen) loopt voor de gewone zeehond van ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart. Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoringcontour reikt in de Slikken van Voorne in een deel dat al aan verstoring onderhevig is.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het beïnvloede habitat gelijk, conform de doelstelling. Vogels die toch worden verstoord hebben ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied tot hun beschikking. Dit geldt echter niet voor bergeenden omdat ruiende bergeenden niet weg kunnen vliegen van eventuele verstoringen. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt.

Met toepassing van de voorgestelde mitigerende maatregelen worden negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen tijdens de aanlegfase uitgesloten.

6.4.3 Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone

Tijdens de gebruiksfase kan lichtverstoring mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels en vleermuizen. Dit zal alleen rondom het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan (Deel A hoofdstuk 2) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 m van het platform. Hierdoor zal er slechts een zeer beperkt areaal buiten Natura-2000 gebieden verlicht zijn. Zodoende wordt er geen extern negatief effect verwacht.

6.4.4 Gebruiksfase op land

Het converterstation is een permanente geluidsbron in de gebruiksfase. De 42 dB-contour van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot maximaal 220 m van het station. Het geluid van het converterstation is tijdens de gebruiksfase niet meer dan de bestaande bedrijvigheid, komt niet tot aan een Natura 2000-gebied en leidt daardoor niet tot versturende effecten op aangewezen Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten.

6.5 Habitataantasting

6.5.1 Habitataantasting op zee

Er is sprake van habitataantasting in Natura 2000-gebied Voordelta tijdens de aanleg van de kabels. De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.8.1. Voor deze bepaling zijn de worst-case data gebruikt. Voor het baggeren is de worst-case 65 meter en voor het trenchen 25 meter.

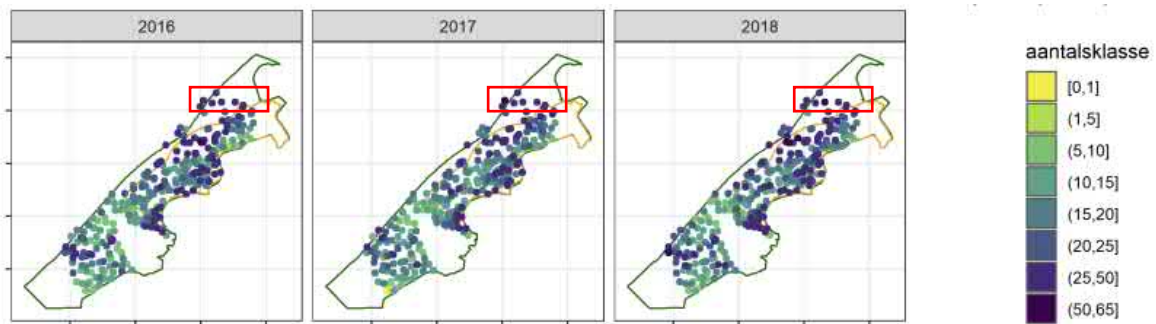
Het gehele voorkeurstracé in de Voordelta gaat door het habitatype permanent overstromde zandbanken (Noordzeekustzone, H1110B). In de Voordelta heeft habitataantasting effect op maximaal circa 82 ha van habitatype permanent overstromde zandbanken (zie Figuur 19). Dit is 0.1% van het totale areaal van dit habitatype in de Voordelta (circa 81.300 ha).

Binnen de Voordelta loopt het voorkeurstracé voor een deel door het bodembeschermingsgebied (zie Figuur 17). Hierbij wordt circa 26 hectare (maximaal 0,09%) van het totale bodembeschermingsgebied (29.937 ha) aangetast. In het bodembeschermingsgebied is zware bodem beroerende visserij (boomkor >260 pk) niet toegestaan. Zowel de boomkorvisserij als het leggen van de kabel voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zorgt voor habitataantasting. Habitataantasting door Net op zee IJmuiden Ver Gamma is echter eenmalig en na het leggen van de kabel kan de zeebodem herstellen. Bij de boomkorvisserij treedt habitataantasting meerdere keren op waardoor het habitat geen kans krijgt om volledig te herstellen.

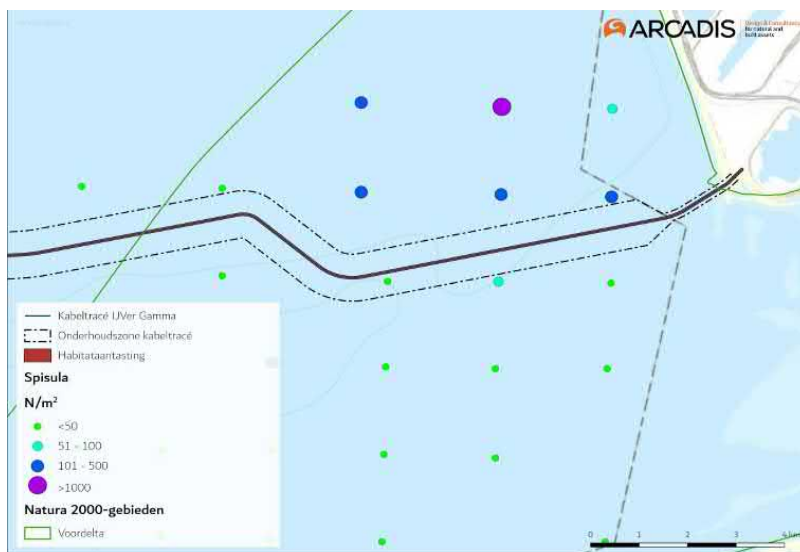
In een studie door Moorsel et al. (2020) naar ruimtelijke trends van de bodemgemeenschap in de Voordelta, komt naar voren dat het gebied wat beïnvloedt wordt door habitataantasting in de voordelta van gemiddelde kwaliteit is op “diversiteit van soorten”- niveau(Figuur 85).

Jaarlijks wordt onderzoek gedaan naar de verspreiding van mesheften, halfgeknotte strandschelpen en andere veel voorkomende soorten met een potentieel belang voor visserij langs de kust. Hiervoor worden punten bemonsterd over een grid. Figuur 86 laat zien dat het voorkeurstracé door een gebied aan de kust gaat waar voor de Tweede Maasvlakte relatief grote aantallen halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in mindere mate mesheften (*Ensis*) worden gevonden. Ook andere schelpdieren mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*) of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het voorkeurstracé gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.

De halfgeknotte strandschelp komt verspreid over de hele Voordelta voor (zie ook Figuur 85). Voor de Tweede Maasvlakte worden relatief hoge aantallen aangetroffen. Het voorkeurstracé bij aanlanding loopt niet door de locatie waar de hoogste dichtheden (> 1.000/m²) grote halfgeknotte strandschelpen zijn aangetroffen, maar gaat langs de rand van deze hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Ook de andere soorten komen verspreid in de Voordelta voor en hiervan lijken zich geen hotspots rond het voorkeurstracé te bevinden.



Figuur 85 Het aantal macrobenthostaxa per locatie in de loop der jaren. De rode rechthoek geeft het studiegebied weer.



Figuur 86 Spisulabanken (boven) en Ensis banken (onder) in het kustgebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula.

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans één jaar, en 2 tot 5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een periode van maximaal vijf jaar waarin de biodiversiteit lager is dan in de uitgangssituatie zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen.

Conclusie

Vanwege het beperkte aangetaste areaal en het feit dat de bodem en bodemfauna zich herstelt zijn blijvende effecten van habitataantasting uit te sluiten. Hiermee is een (indirecte) negatieve beïnvloeding van de instandhoudingsdoelen, dat alleen optreedt tijdens de aanlegfase, van habitattypen, habitatrictlijnsoorten en niet-broedvogels ook uitgesloten.

6.5.2 Habitataantasting op land

Het voorkeurstracé ligt parallel aan de Slikken van Voorne wat onderdeel is van het Natura 2000-gebied Voordelta. Op de grens van het Natura 2000-gebied gaat de zee-kabel over op de landkabel. De landkabel op het Maasvlakte-strand zal via open ontgraving worden aangelegd, waardoor lokaal mechanische effecten en grondwateronttrekking op het strand aan de orde zijn. Dit is buiten het Natura 2000-gebied. Er kunnen incidenteel wel H2110 Embryonale duinen aanwezig zijn. Deze duintjes zijn niet stationair, maar ontstaan en verdwijnen voortdurend, alleen bij langdurige groei kunnen ze door ontwikkelen tot witte duinen en verder. Op deze locatie zorgt natuurlijke dynamiek (storm, getij) voor een meer cyclisch proces van aangroei en afslag. Daardoor zorgt de open ontgraving wel mogelijk voor plaatselijke aantasting van dit habitatype (mits op dat moment aanwezig), maar gaat dat op in het natuurlijke proces op deze locatie. De natuurwaarde is hier relatief laag door de hoge gebruiksdruk: het gebied voor de open ontgraving ligt tussen strandtenten, strandopgangen en parkeerplaatsen aan de ene zijde en de kitesurflocatie aan de andere zijde. Het gebied wordt geregeld bereden door voertuigen.

Vanaf het strand gaat een boring onder de duinhelling door naar het kabeltracé dat langs de Noordzeeboulevard loopt. Na de boring loopt het tracé in een smalle strook parallel aan de Noordzeeboulevard richting het oosten. Hier wordt over circa 200 m door Natura 2000-gebied gegaan waar geen kwalificerend habitatype aanwezig is: voor het Natura 2000-gebied Voordelta zijn enkel de habitattypen H1110 Permanent overstroomde zandbanken, H1140 Slik- en zandplaten H1310 Zilte pionierbegroeiingen, H1320 Slijkgrasvelden, H1330 Schorren en zilte graslanden en H2110 Embryonale duinen aangewezen (Rijkswaterstaat, 2016).

De strook die wordt vergraven bestaat uit de wegberm met mos- en korstmosrijke vegetaties en enig duindoornstruweel. Het gebied grenst direct aan de weg en heeft daardoor op termijn ook weinig potentie voor een van de aangewezen habitattypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier niet aanwezig. Deze zijn met name aanwezig op de nabijgelegen Slikken van Voorne (Rijkswaterstaat, 2016) (Arts, et al., 2019).

Conclusie

De effecten van habitataantasting zijn tijdelijk en treden alleen op tijdens de aanlegfase. Er zijn geen kwalificerende natuurwaarden van de Voordelta aanwezig op het strand en in de wegberm langs de

Noordzeeboulevard. Eventuele ontwikkelingen van kwalificerende natuurwaarden komen op termijn ook niet in het geding. Effecten als gevolg van de aanlegfase op de instandhouding van habitattypen zijn uitgesloten.

6.6 Elektromagnetische velden op zee

6.6.1 Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren

Elektromagnetische velden (EMV) treden alleen op tijdens de gebruikfase en kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, ongewervelden en bepaalde zeezoogdieren. Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018a; Normandeau et al., 2011). Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018b) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en evertebraten wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 μT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 μT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waardes nemen snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2020, 2021b), zie ook paragraaf 3.9. Een uitgebreide literatuurstudie over bovenstaande factoren is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee. In het studiegebied zijn vissen en zeezoogdieren alleen voor de Voordelta aangewezen. Aangezien er geen aanwijzing is dat de beschermde vissoorten effecten zullen ondervinden, worden deze niet verder meegenomen in deze studie.

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de effecten op bruinvissen.

6.6.2 Effecten op bruinvissen

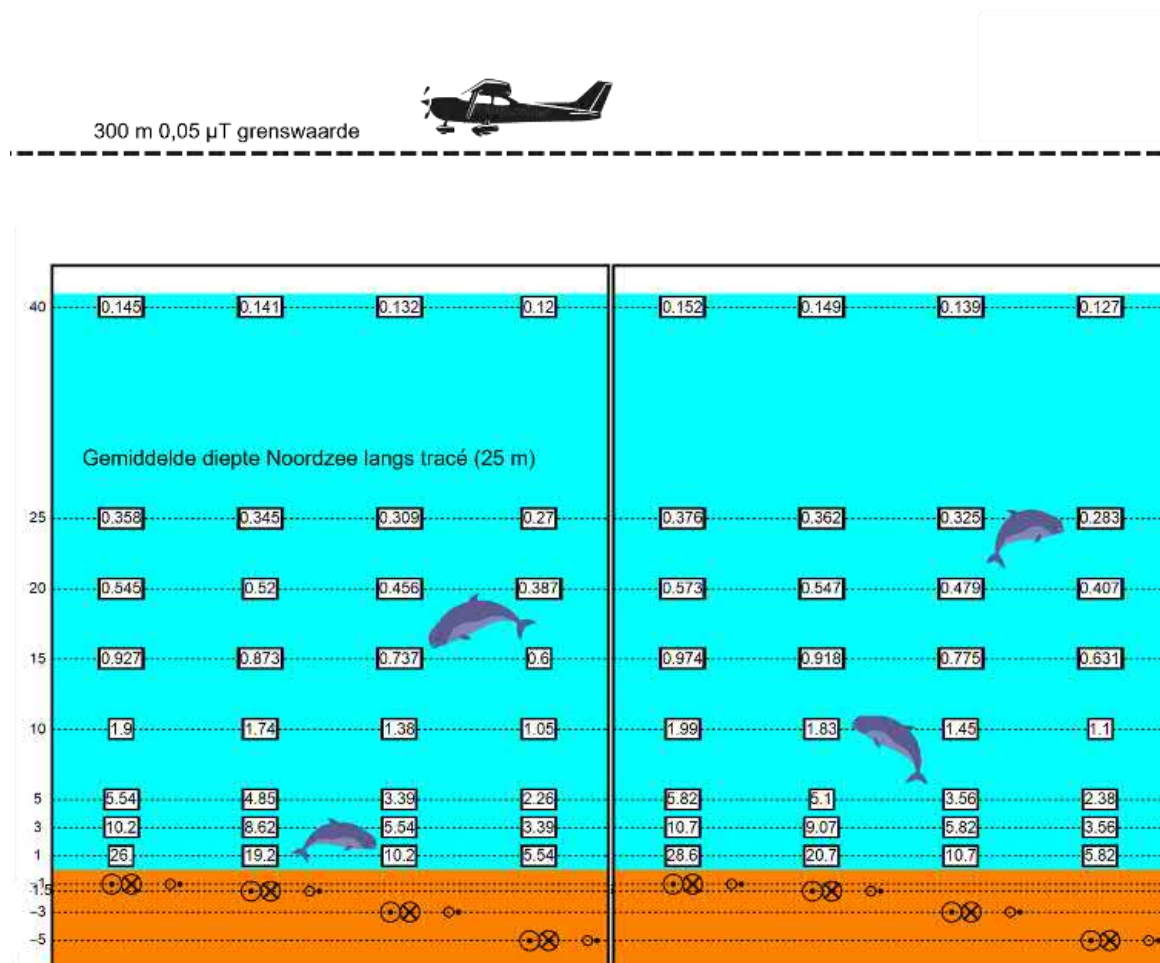
Onderzoek van (Teilmann et al., 2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-wisselstroomkabels, de kabels voor IJmuiden Ver Gamma hebben een groter voltage (spanning), namelijk 525 kV op gelijkstroom. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren, waardoor kans op effecten groter wordt. De spanning op de kabel kan variëren aangezien de hoeveelheid stroom die afgevoerd wordt ook per dag fluctueert.

Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waarden werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 μT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

Deze waarde van 0,05 μT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfinen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. (van Essen, 2021b)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waarden gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 μT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 87. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 0,145 μT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en van 0,152 μT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 μT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte (van 300 meter) al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden. In het geval van een storing zal het elektromagnetisch veld op 40 meter hoogte een waarde van 1,15 μT hebben. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de normale waarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 μT (zoals beschreven in hoofdstuk 3.9.1). Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 μT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte, wat een belangrijke factor is om magneetveld te berekenen). Een kabel zoals die van Net op zee IJmuiden Ver Gamma heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van ongeveer 7 μT in de waterkolom op 25 meter vanaf de kabel (uitgaand van een kabel van 185 mm die 3 meter onder de zeebodem ligt). Dit zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee IJmuiden Ver. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen worden veroorzaakt. Er is daarmee geen reden om aan te nemen dat tijdens de gebruiksfase een negatief effect op

instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta plaatsvindt, externe effecten meegenomen.



Figuur 87 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabel op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2021b). De bovenste stippelijijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld $0,05 \mu\text{T}$ kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de $0,05 \mu\text{T}$ komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-gelijkstroomkabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan $0,05 \mu\text{T}$ zijn en dus onder het kritieke punt

6.6.1 Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie

Er zijn nog kennisleemten over de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren. Alhoewel er geen aanwijzingen zijn dat grote effecten op populatieniveau zijn te verwachten, is er nog veel onbekend. Bestaande studies zijn gebaseerd op observaties uit de lucht of in windparken. Er zijn géén studies gedaan met gerichte praktijk experimenten waarin bijvoorbeeld gezenderde dieren over kabels zwemmen. Vanuit TenneT wordt er gewerkt aan een aanpak om deze leemten in te vullen. Deze aanpak is te vinden in Net op zee IJmuiden Ver Gamma Bijlage VII-G Aanpak kennisleemten elektromagnetische velden.

6.7 Verzuring en vermesting

6.7.1 Ecologische beoordeling

De effectbeoordeling stikstofdepositie is beschreven in een aparte rapportage, die los bijgevoegd is bij deze Passende beoordeling (zie Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof). De aanlegwerkzaamheden voor het project veroorzaken een emissie van ruim 604 ton NO_x, wat leidt tot een tijdelijke depositie van stikstof. De hoogste, door Aerius berekende stikstofdepositie op een stikstofgevoelig habitattype bedraagt 0,63 mol N/ha gedurende de aanlegfase voor de (2x2)-kabelconfiguratie, hetgeen overeenkomt met ongeveer 10 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het 0,001 gram stikstof. Voor de (1x4)-kabelconfiguratie zijn deze waarden iets lager namelijk maximaal 0,60 mol N/ha.

In de beoordeling worden de waarden gebruikt van het gehele projecteffect en zijn de waarden overeenkomstig met de Aerius-berekening. Hiervoor zijn alle werkzaamheden in één jaar gevoegd, waardoor in de Aerius-uitdraai gesproken wordt van de hoeveelheid mol N/hectare/jaar. In werkelijkheid is de depositie per jaar lager, omdat de werkzaamheden over verschillende jaren uitgespreid worden. In de teksten wordt in principe het gehele projecteffect in één keer beoordeeld en wordt gesproken over depositie N/hectare.

De ecologische effecten van de depositie zijn niet meetbaar op zowel habitattype als op individueel plantniveau. De aanleg van de hoogspanningsverbinding veroorzaakt een tijdelijk, zeer kleine hoeveelheid stikstofdepositie. Deze eenmalige toename heeft in alle situaties een verwaarloosbaar effect op de kwaliteit van de habitattypen en leefgebieden die in deze gebieden voorkomen. Hieronder wordt kort ingegaan op enkele voorbeelden van mechanisme en effecten. De volledige beoordeling is opgenomen in Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof.

6.7.2 Betekenis van zeer lage deposities

Hoogte van stikstofdepositie

Als gevolg van de depositie is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof, dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeiende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen ten opzichte van minder snelgroeiende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen kenmerkende soorten. Een afname van deze soorten zou kunnen leiden tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.

Om een beeld te krijgen van de vermestende invloed van een eenmalige depositietoename van maximaal 0,63mol/ha is de volgende berekening illustratief.

- Een depositie van 0,63mol N/ha komt overeen met een eenmalige toevoeging van 10 g N/ha of 0,001 gram per vierkante meter.
- De jaarlijkse biomassa-productie van natuurlijke habitattypen loopt doorgaans uiteen tussen en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp et al., 2006). Schrале graslanden en heiden op de droge zandgronden in uit deze passende beoordeling zijn voorbeelden van vegetaties, waarbij ook een lagere productiviteit voor kan komen.
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (<https://www.nutrinorm.nl>);

- Voor de biomassaproductie van natuurlijke habitattypen is gemiddeld 15 - 90 kg N/ha/jaar nodig. Dit komt overeen met circa 1.065 – 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).

Een depositie van 0,63 mol/ha (hele projecteffect) komt overeen met 0,01 - 0,06% van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Wanneer uitgegaan wordt van een doorlooptijd van drie jaar voor de realisatie van de hoogspanningsverbinding, betekent dat maximale jaarlijkse depositie ongeveer een derde is van het berekende projecteffect. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie. Een eenmalige toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,63 mol/ha leidt daarom niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten. Daardoor ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de berekende depositietoenames de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden in de betreffende Natura 2000-gebieden niet meetbaar kunnen aantasten. Deze conclusie geldt ook als een habitatype of leefgebied zich nog niet in een gunstige staat van instandhouding bevindt. Het maakt daarom geen verschil of voor dit habitatype/leefgebied een behoud- of verbeterdoelstelling geldt.

Natuurlijke fluctuaties in depositie

De daadwerkelijke depositie van stikstof in een specifiek jaar wordt sterk bepaald door meteorologische fluctuaties in windsnelheden, windrichtingen en neerslaghoeveelheden die in het betreffende jaar optreden. In het achtergrondrapport bij de grootschalige concentratie- en depositiekaarten van Nederland is door RIVM/PBL aangegeven dat sprake is van natuurlijke fluctuaties van de daadwerkelijke depositie van ongeveer 10% ten opzichte van de gemiddelde achtergronddepositie (RIVM, 2013). De achtergronddeposities in Natura 2000-gebieden variëren tussen circa 700 en circa 3.500 mol/ha/jaar. Dit zijn dus fluctuaties in de orde van grootte van 70 - 350 mol/ha/jaar meer of minder ten opzichte van de achtergronddepositie. Een eenmalige lage depositiebijdrage (0,88 – 0,01 mol N/ha) valt volledig weg tegen de natuurlijke fluctuaties in de feitelijke depositie en is daarmee geen relevant risico voor het optreden van ongewenste effecten. Daarmee staat vast dat bij een depositie van maximaal 0,63 mol significante effecten zijn uitgesloten.

Bovenstaande overwegingen geven een onderbouwing dat de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma niet zal (kunnen) leiden tot significante verslechtering van de kwaliteit van habitattypen in de betrokken Natura 2000-gebieden.

7 Cumulatie

7.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van het worst-case seizoen, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls-onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op land of zee. Cumulatie van effecten treedt daarom bij de meeste gevolgen van de activiteit niet op. Er zijn vier gevolgen die geen significant effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls-onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten van impuls-onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 6.3). Impuls-onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt er ook naar andere projecten met impuls-geluid gekeken.
- **Elektromagnetische velden.** Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat significant negatieve effecten van vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Als echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets. Hierbij wordt gekeken naar reeds vergunde projecten, en cumulatie tussen Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Door de parallelle ligging en mogelijke gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma kan op hetzelfde moment vertroebeling ontstaan door deze projecten. Vertroebeling wordt in cumulatie beoordeeld.
- **Habitataantasting op land.** Geconcludeerd wordt dat de effecten van habitataantasting tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Habitataantasting wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wet natuurbescherming (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de betrokken Natura 2000-gebieden kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een Wnb-vergunning noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen Wnb-vergunning is

verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben, of in een Natura 2000-beheerplan kunnen worden opgenomen.

7.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of locatie. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (september 2022) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 14 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (januari 2022) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls-onderwatergeluid en EMV gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juni 2021) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Er is één zandwinvergunning (referentie DBMNV/OL/NL/CON/2019-044/TJA/mac) voor de Noordzee. Dit is een verlenging van de vergunning voor DEME Building Materials N.V. tot en met maart 2023. Vanaf 2016 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt er baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Tabel 14 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Net op zee IJmuiden ver Gamma

Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Zandwinvergunning Noordzee	Noordzee	t/m maart 2023
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028

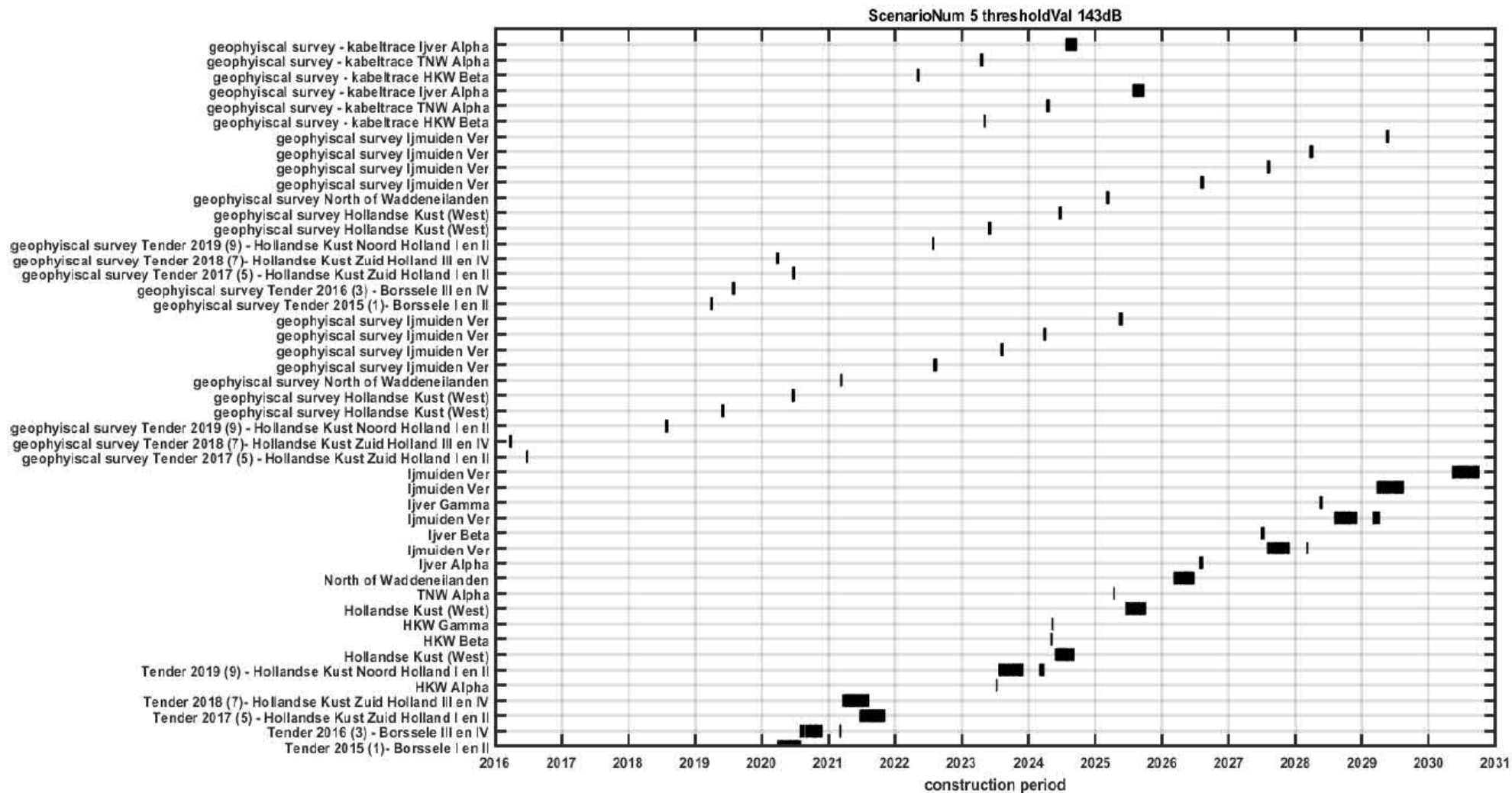
7.3 Impuls-onderwatergeluid

In de effectbepaling van impuls-onderwatergeluid voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma (zie paragraaf 6.3) is deze activiteit in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), waar de impact van Wind op zee projecten in samenhang wordt beschouwd.

Cumulatie van impuls-onderwatergeluid als gevolg van de aanleg van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys voor het voorkeurstracé wordt beschouwd op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0). In het KEC is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of de (bouw van) alle windmolenparken, samen met enkele andere activiteiten op zee, tot 'significante negatieve effecten' op de ecologie leiden. In verschillende beleidskaders en het KEC is afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvis- en zeehondpopulaties mag verdwijnen.

Er is binnen de huidige passende beoordeling voor impuls-onderwatergeluid getoetst aan de geluidsnorm van ($SEL_{ss} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2s$ op 750 m). Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen (bijvoorbeeld een bellenscherm) valt de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma binnen de in het KEC hiervoor gereserveerde ruimte. Daarmee is cumulatie van impuls-onderwatergeluid met andere Wind op zee projecten, waaronder Net op zee IJmuiden Ver Beta, niet uitgesloten, maar wel beoordeeld als ecologisch acceptabel middels het KEC.

De aanleg van het windpark IJmuiden Ver zou vanwege de ruimtelijke overlap mogelijk kunnen cumuleren met de aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Hierdoor kunnen er bij gelijktijdige aanleg versterkende effecten ontstaan voor onderwater- en bovenwaterverstoring. In het Kader Ecologie en Cumulatie wordt hier echter al rekening mee gehouden. Zo is er geformuleerd dat gebruikte benaderingsformules voor het inschatten van de populatiereductie alleen van toepassing zijn op de onderzochte scenario's (de 'kalender'). Deze kalender laat zien dat er in geen van de scenario's overlap in tijd plaatsvindt tussen de bouw van de platformen en de bouw van de windparken, zie Figuur 88 voor scenario 5. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schetst; zijn cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta en het windpark IJmuiden Ver Gamma uitgesloten.



Figuur 88 Uit Heinis et al., (2019): Figuur 3-1 Kalender van impulsdagen in de periode 2016 – 2030 volgens scenario 5 (NL windparken, platforms en surveys).

7.4 Vertroebeling

7.4.1 Vergunde projecten

Zandwinvergunning Noordzee

Er is één zandwinvergunning (referentie DBMNV/OL/NL/CON/2019-044/TJA/mac) voor de Noordzee. Dit is een verlenging van de vergunning voor DEME Building Materials N.V. tot en met maart 2023. Werkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma beginnen op zijn vroegst vanaf maart 2024 (zie Deel A paragraaf 2.8). Zodoende is er geen overlap in tijd en is cumulatie van effecten voor zover die nu beoordeeld kunnen worden uitgesloten.

Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Maasvlakte II onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II van 10 miljoen m³ gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt ongeveer 1,4 miljoen m³ zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van Maasvlakte II (Figuur 89). Gezien de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma die op zijn vroegst in maart 2024 start, zal er voor de suppletie van 2022 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2024 en 2026 kan er een overlap in tijd zijn vanaf 2024. De werkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zullen in het zuidelijke deel aan de buitenkant van de zachte zeewering plaatsvinden. Deze overlap van werkzaamheden kan mogelijk cumulatie van vertroebeling veroorzaken. Zandsuppleties binnen de zeewering worden niet meegenomen in de cumulatiestudie. Op basis van de hydromorfologie wordt verwacht dat dit geen effect of overlap gaat veroorzaken, aangezien de vertroebeling van deze projecten niet in de vaargeulen of havens zal uitkomen. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, maar noordelijker. Op deze locaties is erosie van de Maasvlakte gaande, waardoor er op deze locaties suppleties worden gedaan. Op de plek op de Maasvlakte waar het kabeltracé aan land komt, is er juist het effect van aanzanding. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie wordt er geen cumulatie verwacht tussen deze projecten.



Figuur 89: Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Tauw, 2021)

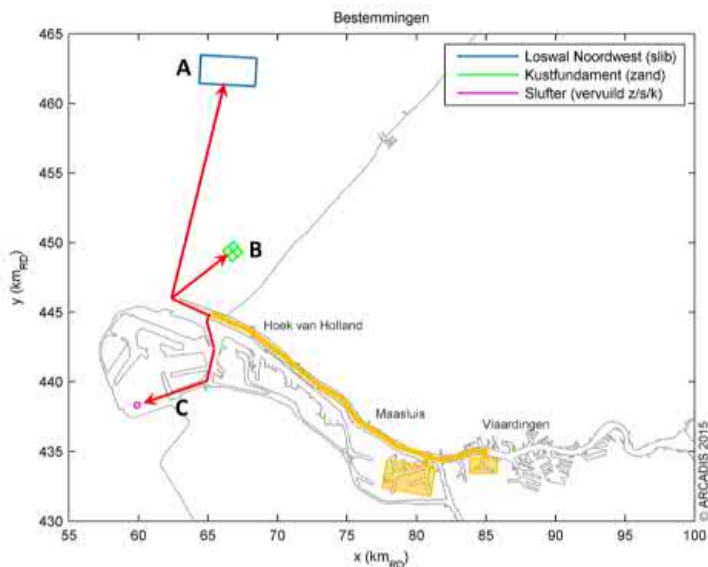
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m³ miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m³.

Aangezien de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zijn vroegst in maart 2024 start, is alleen de 2^e fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In fase 2 zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 90). Voor de worst-case wordt aangenomen dat Fase 2 (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van Fase 2 ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/L verhoging in de kust nabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van Fase 2 nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat Fase 2 verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd

(Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 90 Figuur met daarin aangegeven de ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering

Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de monding van de Oosterschelde.

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma begint op zijn vroegst op 1 maart 2024 begint, hierdoor vindt er overlap in tijd plaats tussen de projecten. De verspreide specie van het baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering treedt niet op buiten de monding van de Oosterschelde. De vertroebelingswolk van IJmuiden ver Gamma reikt niet tot de Oosterschelde hierdoor zal er geen cumulatie op zal treden van vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit.

Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Net op zee IJmuiden Ver Gamma. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Deze slibwolk verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 91) en zal

zodoende niet in geografische locatie overlappen met Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 91 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/L) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) rijkt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een oudere figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

7.4.2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

Toelichting

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels van IJmuiden Ver Gamma leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke toename van het slibgehalte, wat niet leidt tot effecten. vertroebeling kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook vertroebeling optreedt door andere projecten. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma rondt af in 2029, de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha vindt naar verwachting in dezelfde periode plaats. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma wordt vertroebeling in cumulatie beoordeeld.

Voor het beoordelen van cumulerende effecten van vertroebeling is uitgegaan van de onderstaande vier scenario's:

1. Het aanleggen van de kabels van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma vindt plaats in **hetzelfde seizoen**. De werkzaamheden kunnen plaatsvinden met een periode er tussen (scenario 1a) of gelijktijdig parallel worden uitgevoerd (scenario 1b) aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.
2. Het aanleggen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma vindt plaats met **één jaar ertussen**. Er zal geen overlap optreden in werkzaamheden aan de drie projecten.

3. Het aanleggen van Netten op zee IJmuiden Ver Beta **en één jaar daarna Alpha en Gamma.**
4. Het aanleggen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta **en één jaar daarna Gamma.**

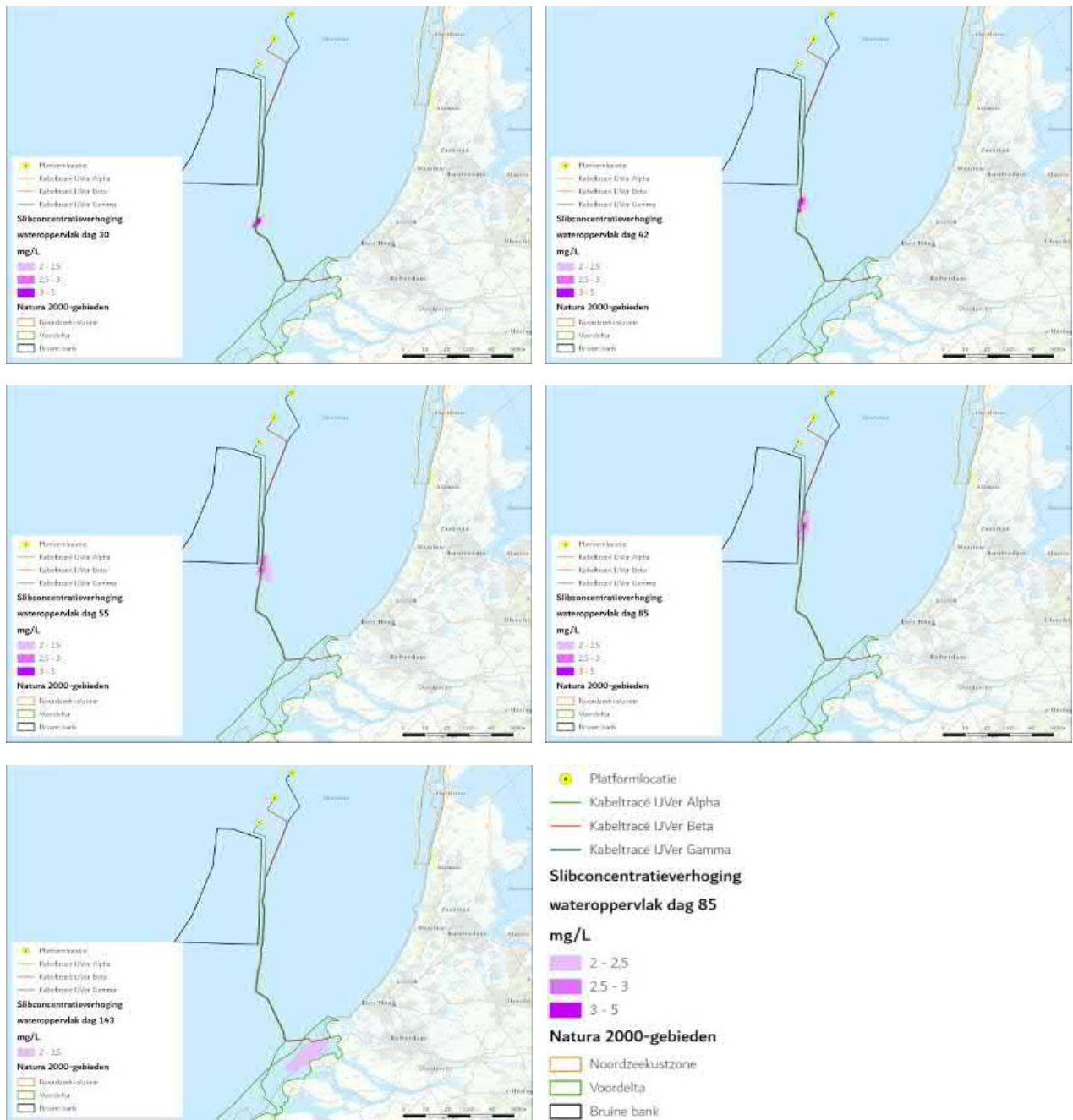
Figuur 92 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. De gemodelleerde slibconcentratieverhogingen zijn worst-case, omdat in de studie gewerkt wordt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan (s. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd.

Figuur 92 toont voor elke locatie op de kaart de absolute mogelijke worst-case combinatie van mogelijke maximale vertroebeling van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma (scenario 1b). Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 92, omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 93 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost. Hier zijn verschillende combinaties gemaakt tussen gemodelleerde dagen van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee IJmuiden Ver Gamma is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 56) en de grootste overlap met de Bruine Bank (dag 84) (zie paragraaf 6.1.3).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratieverhoging aan het wateroppervlak en de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/L. In de waterkolom komt het maximale daggemiddelde niet boven de 5 mg/L. De maximale concentratieverhoging aan de bodem in de Voordelta is 7,5 mg/L.



Figur 92 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).



Figuur 93 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust, die veroorzaakt wordt tijdens de aanlegfase, heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen

de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvisser.

Migratie perioden

De zeeprík migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeepríkken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprík trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprík, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierpríkken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001). Rond mei verzamelen volwassen paarijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (R. Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Jonge elften blijven enkele maanden in een estuarium hangen voordat zij doortrekken naar open zee (de Laak, 2009). Tabel 16 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperioden is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie, en dus gevoelige periode, van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 15 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen

Soort	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Zeeprík												
Rivierprík												
Fint												
Elft												

Vertroebeling Voordelta

In Figuur 94 is de situatie van de vertroebeling op dag 143 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de Voordelta. Het figuur laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na vijf dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van 'blokkade' van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 3 mg/L (Figuur 94). Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvisser omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de volgende paragraaf.



Figuur 94 vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 143, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta

Respons van vissen op vertroebeling

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggersverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en

(sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (S. J. de Groot, 1979). Maes et al. (Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprout) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen tijdens de aanlegfase geen significante negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik. Deze benthische soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Maes & Ollevier, 2005). (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggersverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde een verwaarloosbaar klein effect heeft op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal er geen significant negatief effect zijn op deze soort.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvis die langs de Tweede Maasvlakte trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvisen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaïmigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvisen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvisen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel de grootste vertroebeling komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/L (Figuur 94). De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie Tabel 11). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is

voor migratie van trekvissen en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma op trekvissen zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Bruine Bank)

In paragraaf 6.1.4 is de relatie van zichtjagende vogels bij de Bruine Bank met vertroebeling beschreven. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) waarvoor vertroebeling aan het oppervlak relevant is, en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk) (die dieper duiken) waarvoor vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) relevant is. Effecteninschattingen worden op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. Een eventueel gecumuleerde slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt daarna uit (zie Figuur 93). Aan de oostzijde van de Bruine Bank is de maximale concentratieverhoging aan het oppervlak 7,5 mg/L en voor het dieptegemiddeld 5 mg/L. De hoogste concentratieverhoging bevindt zich direct langs het tracé. De vertroebeling zal met name ten oosten van het tracé (buiten de Bruine Bank) optreden. De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Net op zee Alpha, Beta en Gamma.

De slibwolk zal tijdelijk zijn en na enkele dagen tot weken zal de concentratie dalen tot onder de 2 mg/L. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels (zie Figuur 93). Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het voorkeurstracé. Hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het voorkeurstracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het voorkeurstracé af dunt de slibwolk uit. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma op zichtjagende vogels van de Bruine Bank zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Voordelta)

In cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma kan een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 92). De concentratieverhoging blijft onder de 7,5 mg/L. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie Tabel 11). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. De slibwolk aan het oppervlak treedt op in de Voordelta maar reikt niet tot aan de Maasvlakte. Zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte hebben genoeg uitwijkmogelijkheden. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma op de instandhoudingsdoelstellingen van de dwergstern en visdief kunnen zodoende worden uitgesloten.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)

In paragraaf 6.1.5 is de gevoeligheid van filterfeeders voor vertroebeling toegelicht. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 7,5 mg/L. Na een periode van enkele dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (7,5 mg/L, 3,75%; van de waarden van 200 mg/L waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

7.5 Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zich (zie paragraaf 6.6). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

Figuur 97 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee IJmuiden Ver Gamma met de Wind op zee projecten, waarbij Net op zee IJmuiden Ver Beta (en in mindere mate IJmuiden Ver Alpha) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het Voorkeustracé (zie Figuur 96), evenals Britned (zie Figuur 95, hierin aangegeven als ‘interconnector’).

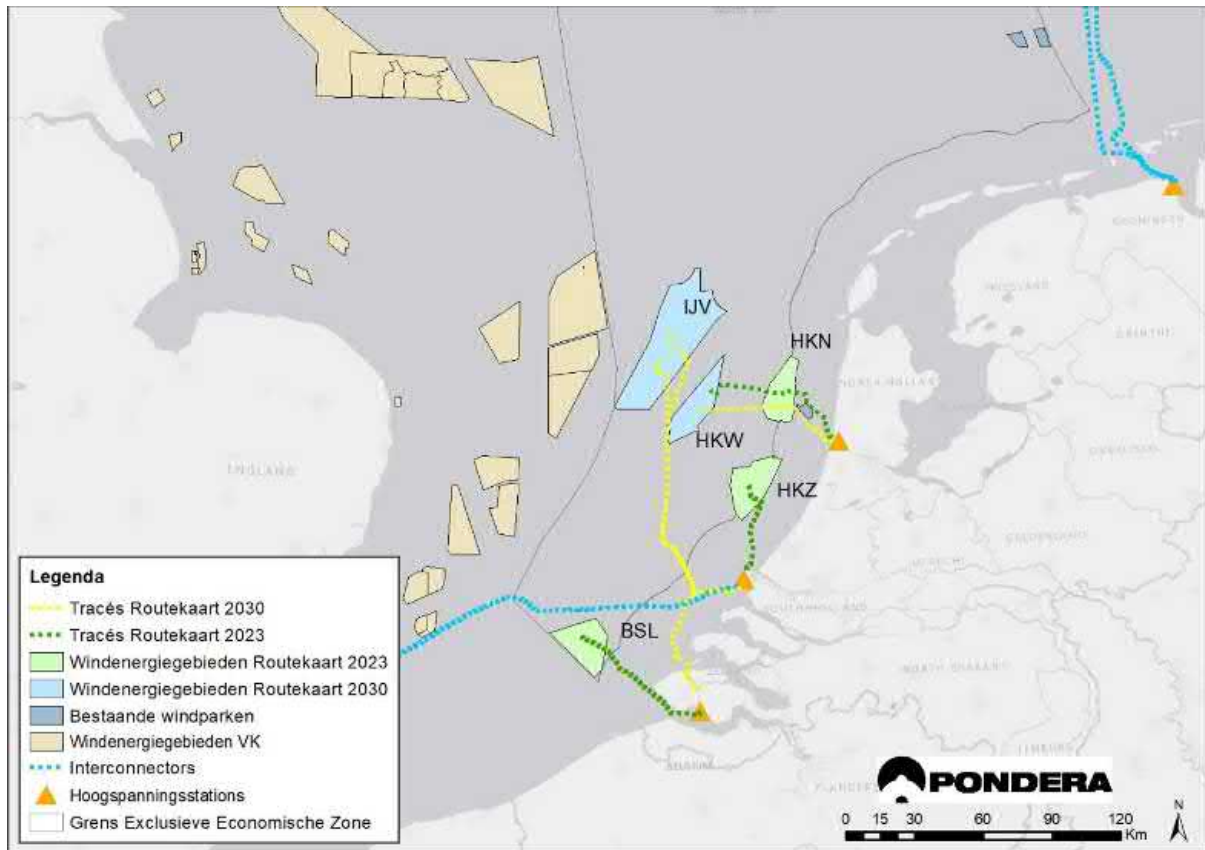
Net op zee IJmuiden Ver Beta omvat, net als Net op zee IJmuiden Ver Gamma, de realisatie van een platform op zee in windenergiegebied IJmuiden Ver en bekabeling om deze aan te sluiten op het landelijk elektriciteitsnet. De voorkeustracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma lopen over een lengte van circa 128 kilometer parallel waarvan ook 79 kilometer parallel loopt met Alpha (zie Figuur 96). De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en de naastgelegen kabel (ofwel Alpha ofwel Beta, afhankelijk van aanleg) liggen in het parallelgelegen deel van de voorkeustracés 200 meter uit elkaar.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zouden overlappen, zal er slechts een licht of geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af op grotere hoogtes, zoals te zien in Figuur 97. In het geval van de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma zal er echter geen effect zijn, aangezien de velden niet overlappen. In Figuur 11 is te zien dat het magnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Gamma niet verder rijkt dan 40 meter horizontaal. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha/Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de voorkeustracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen versterkend effect zijn van cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Ook de gelijkstroom (interconnector) kabel van Britned loopt deels parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Gamma, in het laatste deel van het voorkeustracé tot de aanlanding bij de Maasvlakte (zie Figuur 95, hierin aangegeven als ‘interconnector’). Bij Net op zee IJmuiden Ver Gamma wordt een post-constructie exclusie zone aangehouden van 500 meter aan weerszijden (zie paragraaf 2.3.3 Deel A). De bekabeling van Britned zal buiten deze corridor liggen, dus op minstens 500 meter

afstand. Hierdoor zal er geen cumulatie zijn tussen de velden. Wel zullen elektromagnetische velden over een groter gebied waargenomen kunnen waardoor soorten mogelijk sneller effect kunnen ondervinden van een elektromagnetisch veld.

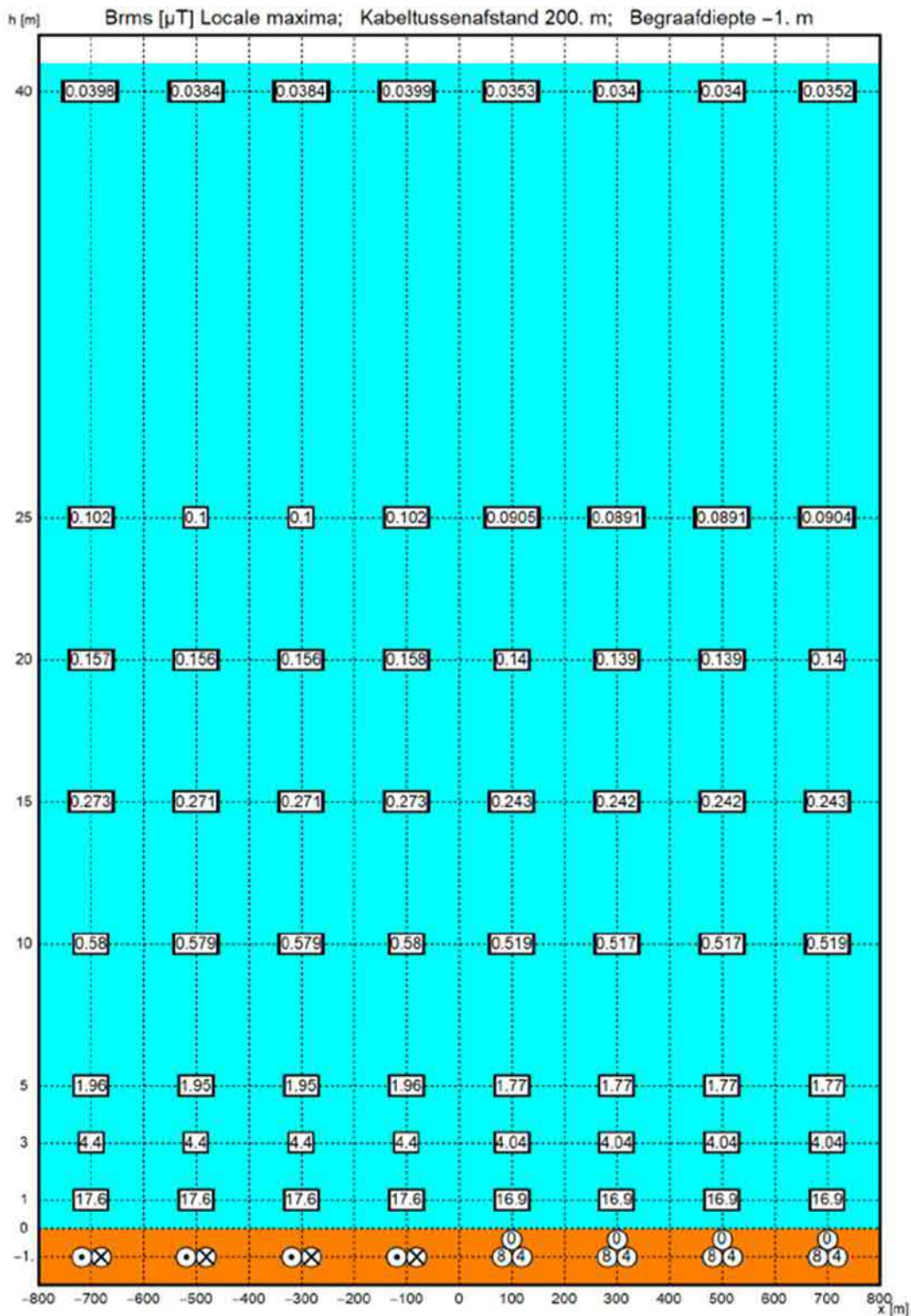
De export kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande als nog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor overlap en dus cumulatie van elektromagnetische velden is uitgesloten.



Figuur 95 Overzicht windparken Routekaart 2023 en 2030 en bijbehorende tracés.



Figuur 96 Ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Het VKA-tracé Beta en voorkeurstracé Gamma lopen voor circa 128 kilometer parallel aan elkaar. Alpha loopt parallel voor 79 km met deze voorkeurstracés. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha/Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de voorkeurstracés 200 meter uit elkaar.



Figuur 97 Modelmatige weergave van accumulatie van elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a)

7.6 Habitataantasting op land

7.6.1 Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke habitataantasting, wat niet leidt tot effecten. Habitataantasting kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook habitataantasting optreedt door andere projecten. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma wordt habitataantasting in cumulatie beoordeeld.

Het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma ligt geheel parallel aan het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Dit betekent dat de corridors van de verbindingen gecombineerd kunnen worden wat leidt tot minder ruimtebeslag. De landtracés voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta worden tegelijk aangelegd.

In de effectbeoordeling van het tracé op land is uitgegaan van een gecombineerde corridor voor de open ontgraving, boringen en persingen. Alle effecten zijn dus cumulatief getoetst. De gecombineerde corridor is slechts enkele meters breder dan een corridor voor één verbinding. De fysieke ingreep in de bodem en daarmee eventuele aantasting van vegetatie is iets groter, maar vele malen kleiner dan in een situatie dat beide kabeltracés los van elkaar worden aangelegd. De aanleg zal enkele weken langer duren. Echter, de locatie wordt hierdoor wel slechts één keer verstoord.

8 Toetsing

8.1 Inleiding en leeswijzer

In hoofdstuk 6 werden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven. In dit hoofdstuk wordt per gevolg het effect getoetst aan de wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt per Natura 2000-gebied vastgesteld of er effecten optreden én of deze een significante impact hebben op instandhoudingsdoelen. De conclusies worden samengevat in de instandhoudingsdoeltabellen. In de leeswijzer hieronder is toegelicht hoe deze tot stand zijn gekomen en hoe deze te interpreteren.

De worst-case effecten van de totale activiteit op instandhoudingsdoelen worden hier samengevat.

Leeswijzer en achtergrond tabel

In de tabel zijn de beïnvloedde habitattypen en soorten zoals die in hoofdstuk 4 geïdentificeerd zijn weergegeven. Soorten en habitattypen waarvan in hoofdstuk 5 is vastgesteld dat er geen ruimtelijke overlap en dus geen effect is zijn niet opgenomen. Aan de tabellen zijn de instandhoudingsdoelen toegevoegd. Per doel wordt aangegeven:

Wat de landelijke staat van instandhouding is (SVI Landelijk):

- + gunstig
- matig ongunstig
- zeer ongunstig

Doelstelling oppervlakte en kwaliteit

- > verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Doelstelling populatie

- > verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Getal: doelstelling populatie aantal

In hoofdstuk 4 stond met een X aangegeven of er een effect was. In de onderstaande tabellen zijn deze aanduidingen vervangen door een tekstuele conclusie over de impact van het effect op het instandhoudingsdoel.

8.2 Bruine Bank

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat de doelsoorten van de Bruine Bank mogelijk effecten ervaren van vertroebeling (alle) en verstoring door geluid, beweging en licht (alle). In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is onderzocht of er sprake is van cumulatie én in welke mate. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat.

Vertroebeling

Vertroebeling treedt op in het gebied rondom de aanleg van het voorkeustracé, op de oostgrens of net buiten de oostgrens van de Bruine Bank. De vertroebeling is tijdelijk, met een gematigde concentratie. Het vertroebelde gebied wordt tijdens de aanleg ook verstoord door geluid, beweging en licht. Gedurende de aanleg is daarom voortdurend een zich met de werkzaamheden verplaatsend klein areaal tijdelijk minder geschikt zijn als foerageergebied. Er is ruim voldoende alternatief

foerageergebied waardoor significante effecten op zichtjagende vogelpopulaties uitgesloten zijn. Het project heeft geen effect op staat van instandhouding (behoud).

Verstoring door geluid, beweging en licht

De verstoringscontour voor grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw, alk en zeekoet reikt niet tot in de Bruine Bank. Voor deze dieren is tijdens de werkzaamheden ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig. Jan-van-gent wordt mogelijk wel verstoord, maar kan tijdens de rui vliegen en uitwijken naar een alternatief leefgebied. Ook voor deze soort geldt dat er ruim voldoende alternatief leefgebied is. De verstoring is bovendien tijdelijk van aard waardoor er geen permanent verlies van leefgebied optreedt. Significante effecten op populaties jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw zijn daarom uitgesloten. Bovenwaterverstoring op zeevogels kan hooguit leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een ander leef- of foerageergebied, maar is geen sprake van significante effecten op populatieniveau. Significante negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 16.

Tabel 16 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Bruine Bank. GSE = geen significant effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel

Groep	Instandhoudingsdoelen		SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht	Conclusie	
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	=	=	=	=	Tijdelijk delen foerageergebied niet beschikbaar. Voldoende alternatief aanwezig.	Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE	
	A175	Grote jager	=	=	=	=		Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE	
	A177	Dwergmeeuw	=	=	=	=			GSE	
	A187	Grote mantelmeeuw	=	=	=	=			GSE	
	A199	Zeekoet	=	=	=	=			Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan tijdens de winterrui uitwijken naar alternatief leefgebied. Tijdens de zomerrui weinig tot geen alken en zeekoeten aanwezig	GSE
	A200	Alk	=	=	=	=				GSE

8.3 Voordelta

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat voor de doelsoorten van de Voordelta effecten kunnen optreden door vertroebeling, continu onderwatergeluid, impuls-onderwatergeluid, verstoring door geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is geconstateerd dat er geen sprake is van cumulatie. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat:

Vertroebeling

Er is sprake van vertroebeling op de bodem in de Voordelta op een oppervlakte van 55 hectare (zie paragraaf 6.1). De maximale concentratieverhoging op de bodem is 3 mg/L. Binnen enkele dagen daalt de concentratieverhoging tot onder de 2 mg/L. Dit beeld geldt ook voor de dagen waarop kleinere slibwolken ontstaan.

Doordat de vertroebeling tijdelijk is en habitattypen H1110B (permanent overstromde zandbanken) en H1140B (slik- en zandplaten) gewend zijn aan een dynamisch systeem is er geen sprake is van een significant negatief effect op de kwaliteit van de habitattypes (doelstelling behoud). Significant negatieve effecten op de landelijke en lokale staat van instandhouding van deze habitattypen zijn uitgesloten.

In de waterkolom is er geen slibwolk aanwezig en treedt er geen barrière werking op voor trekvisen. Negatieve effecten op de populatiedoelstellingen voor trekvisen (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van vertroebeling op de staat van

instandhouding van trekvissen (landelijk ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is.

Continu onderwatergeluid

Er is sprake van tijdelijke verstoring door onderwatergeluid als gevolg van de voorgenomen activiteit in de Voordelta. Een deel van deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat (door recreatie- en scheepvaart). In deze gebieden is sprake van gewenning. Op deze locaties heeft de verstoring dus geen invloed op de kwaliteit van het habitat. Tijdelijke verstoring in rustigere gebieden zal ook geen permanent effect hebben op de habitatskwaliteit. Het project heeft geen negatieve invloed op de instandhoudingsdoelen voor de kwaliteit van het habitat van trekvissen of zeezoogdieren, namelijk behoud of verbetering. Er zijn ruim voldoende uitwijkmogelijkheden voor trekvissen en zeezoogdieren. Doordat het geluid zich verplaatst, is er geen sprake van barrièrewerking. De kans dat individuele zeezoogdieren TSS oplopen door de werkzaamheden, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten op de populatiedoelstelling (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van continu onderwatergeluid op de staat van instandhouding van zeezoogdieren of trekvissen (landelijk zeer ongunstig/ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is.

Impuls-onderwatergeluid

Impuls-onderwatergeluid door het heien van het platform reikt niet tot in de Voordelta. Zeezoogdieren en trekvissen waar in de Voordelta een instandhoudingsdoel voor is, kunnen wel buiten de Voordelta met het impuls-onderwatergeluid van dit project in aanraking komen. In de Voordelta gelden instandhoudingsdoelen voor populatiebehoud en vergroting voor zeeprik, rivierprik, elft, fint, bruinvis, grijze zeehond, en gewone zeehond. Landelijk is de staat van instandhouding van deze soorten (zeer) ongunstig. Om effecten op individuen van deze en andere soorten te beperken zijn er drie mitigerende maatregelen genomen: het gebruik van een Acoustic Deterrent Device (ADD), een slow and soft start en het gebruik van een bellenscherm of vergelijkbare geluidsreducerende maatregel. Met toepassing van deze maatregelen blijkt uit hoofdstuk 6 dat individuele dieren mogelijk tijdelijk ander foerageergebied moeten zoeken, maar dat significante effecten op de bruinvis- en zeehonden populaties zijn uitgesloten. Voor trekvissen geldt dat de kans dat aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau verwaarloosbaar klein is. Significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeezoogdieren en trekvissen, zowel landelijk als in de Voordelta, zijn daarom uitgesloten.

Verstoring door geluid, beweging en licht

De route van het voorkeurstracé in de Voordelta loopt langs de Hinderplaat. Deze plaat wordt gebruikt door zogende grijze en gewone zeehonden, die tijdens het zoog- en verhaarseizoen verstoringgevoelig zijn. De Hinderplaat is dynamisch en de toekomstige ligging is niet te voorspellen. Het nemen van een mitigerende maatregel (zie paragraaf 9.2) is daarom nodig om significante effecten van verstoring op de populatie gewone (verbeterdoelstelling) en grijze (doelstelling behoud) zeehonden in de Voordelta te voorkomen. Buiten het verstoringgevoelige seizoen is een ruim oppervlak beschikbaar dat door de werkzaamheden niet verstoord wordt om naar uit te wijken en zijn significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeehonden daarom uitgesloten.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het habitat gelijk, conform de doelstelling. Binnen het

verstoring bereik van de vaargeul en het voorkeurstracé bevinden zich verstoringgevoelige vogels zoals de roodkeelduiker, de zwarte zee-eend en de bergeend. Voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend is er ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied. En zijn significante effecten van verstoring in de Voordelta op populaties van de zwarte zee-eend en de roodkeelduiker daarmee uitgesloten. Om te voorkomen dat er significante effecten op de bergeend populatie in de Voordelta optreden is er een mitigerende maatregel nodig (zie paragraaf 9.2).

Habitataantasting

In de Voordelta vindt aantasting plaats van habitatype H1110B, permanent overstromde zandbanken (0.01 % van het areaal). Voor dit habitatype geldt een behoudsdoel voor kwaliteit en oppervlak in de Voordelta. Het verstoorte oppervlak is beperkt. Er kan aantasting plaatsvinden in het bodembeschermingsgebied (<0.13% van het areaal). In het bodembeschermingsgebied is zware bodemberoerende visserij niet toegestaan. Habitataantasting door Net op zee IJmuiden Ver Gamma is minder intensief dan de boomkorvisserij, voornamelijk omdat het eenmalig is waarna de bodem zich kan herstellen. Langs het voorkeurstracé lijken zich geen hotspots te bevinden, behalve van halfgeknotte strandschelp bij de aanlanding. Het voorkeurstracé loopt hier langs de rand van de hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Habitataantasting van dit relatief kleine areaal is tijdelijk en bodemfauna zal zich na 3 tot 5 jaar hersteld hebben. Op land is er een smalle strook van habitataantasting die overlapt met de Voordelta. Deze strook beïnvloedt geen habitatypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier ook niet aanwezig. Er zijn dus geen negatieve effecten op het behoud van de kwaliteit en het oppervlak op de lange termijn. Significante negatieve effecten van habitataantasting zijn daarom uitgesloten.

Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden, dat het niet aannemelijk is dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Significante negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van populaties, of voor habitatkwaliteit voor deze soorten zijn daarmee uitgesloten.

Bruinvissen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. De landelijke staat van instandhouding van de bruinvis is ongunstig. In de Voordelta geldt een verbeteringsdoel voor de kwaliteit van het habitat en voor de omvang van de populatie. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij verstoring optreedt in het navigatievermogen (zie paragraaf 7.6 voor de uitgebreide toelichting). Het is daarom niet aannemelijk dat de populatie bruinvissen in de Voordelta of over het gehele NCP negatieve effecten ondervindt van elektromagnetische velden van de gelijkstroomkabel IJmuiden Ver Gamma. Uit berekeningen en kaarten bleek in paragraaf 7.5 dat (ac)cumulatie van velden is uitgesloten. De kwaliteit van het habitat voor bruinvis blijft daarom gelijk aan de huidige situatie. Dit project heeft daarom geen significant negatief effect op het instandhoudingsdoel voor habitatkwaliteit of populatieomvang van de bruinvis.

Samenvatting

Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 17.

Tabel 17 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Voordelta. NB = Niet Beïnvloed. GSE = Geen Significant Effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls- onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden	Conclusie
Habitat-typen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	-	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				Tijdelijke schade op zeer kleine schaal		GSE
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	+	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				NB		GSE
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=						NB		GSE
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zevetmuur)	+	=	=						NB		GSE
	H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=						NB		GSE
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijs)	-	=	=						NB		GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls- onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	Conclusie
	H2110	Embryonale duinen	+	=	=						NB		GSE
	H2120	Witte duinen	-	=	=						NB		GSE
Habitat-soorten	H1095	Zeeprik	-	=	=	>	Tijdelijke verstoring in door slibwolk in het waterkolom. Er is géén barrière vorming.	Tijdelijke verstoring in gebieden waar gewinning is opgetreden. Voldoende uitwijk-mogelijkheden, géén barrière vorming.	Geluid reikt niet tot in de Voordelta, geen directe effecten. Met toepassing mitigerende maatregelen ook geen effect op populatieniveau en daarmee geen extern effect.			Geen effect	GSE
	H1099	Rivierprik	-	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1102	Elft	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1103	Fint	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1351	Bruinvis	-	=	>	=					Geen verstoring navigatie- vermogen	GSE	
	H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=					Met toepassing van mitigerende maatregel voor zogende grijze en gewone zeehonden geen effect op populatieniveau	Geen effect	GSE
	H1365	Gewone zeehond	-	=	>	>						Geen effect	GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls- onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	Conclusie
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker	-	=	=	n.v.t.				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A005	Fuut	-	=	=	280							GSE
	A007	Kuifduiker	+	=	=	6				NB			GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	480				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	10				NB			GSE
	A043	Grauwe gans	+	=	=	70				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A048	Bergeend	+	=	=	360				NB			GSE
	A050	Smient	+	=	=	380				Tijdelijke verstoring in reeds verstoord gebied, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A051	Krakeend	+	=	=	90							GSE
	A052	Wintertaling	-	=	=	210							GSE
A054	Pijlstaart	-	=	=	250							GSE	

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls- onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	Conclusie
	A056	Slobeend	+	=	=	90							GSE
	A062	Toppereend	--	=	=	80							GSE
	A063	Eidereend	--	=	=	2500							GSE
	A065	Zwarte zee-eend	-	=	=	9700							GSE
	A067	Brilduiker	+	=	=	330							GSE
	A069	Middelste zaagbek	+	=	=	120							GSE
	A130	Scholekster	--	=	=	2500							GSE
	A132	Kluut	-	=	=	150							GSE
	A137	Bontbekplevier	+	=	=	70							GSE
	A141	Zilverplevier	+	=	=	210					NB	Geen impact op voedselbeschikbaarheid	
	A144	Drieteenstrandloper	-	=	=	350				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A149	Bonte strandloper	+	=	=	620				NB			GSE
	A157	Rosse grutto	+	=	=	190				NB			GSE
	A160	Wulp	+	=	=	980							GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls- onderwater geluid	Verstoring door geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	Conclusie
	A162	Tureluur	-	=	=	460				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijkheden			GSE
	A169	Steenloper	--	=	=	70							GSE
	A177	Dwergmeeuw	-	=	=	=							GSE
	A191	Grote Stern	--	=	=	=							GSE
	A193	Visdief	-	=	=	=							GSE

8.4 Overige Natura 2000-gebieden

Het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in een groot aantal Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. Na realisatie is geen sprake meer van meetbare stikstofdepositie. Daarbij reduceert het project gedurende de exploitatiefase een veelvoud hiervan aan stikstofdeposities als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas, door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit de ecologische beoordeling stikstof volgt dat de geringe en eenmalige toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma voor geen van de stikstofgevoelige habitattypen, waarvoor op dit moment een (gedeeltelijke) overschrijding van de KDW plaatsvindt, leidt tot een significant negatief effecten op de kwaliteit. Dit geldt voor het Natura 2000-gebied met de hoogste eenmalige depositie van 1,09 mol N/ha, Voordelta, alsook voor de overige Natura 2000-gebieden waarop een lagere eenmalige depositie neerkomt.

9 Conclusie

9.1 Gebiedsbescherming

In hoofdstuk 8 wordt er getoetst aan de effecten van de worst-case reikwijdtes. Het uitvoeren van Net op zee IJmuiden Ver Gamma leidt niet tot significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door vertroebeling in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta, en niet op significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Bruine Bank. In Natura 2000-gebied Voornes Duin zijn significant negatieve effecten door habitataantasting op vogelrichtlijnsoorten eveneens uitgesloten. Daarnaast is het uitgesloten dat aangewezen habitattypen en doelsoorten voor Natura 2000-gebieden Voordelta en Voornes Duin significant negatieve effecten ondervinden als gevolg van continu onderwatergeluid, verstoring door geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen (uitgelicht in paragraaf 9.2) zijn significant negatieve effecten als gevolg van impuls-onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Voordelta uitgesloten.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn, met inachtneming van de mitigerende maatregelen, eveneens uitgesloten. De activiteiten kunnen daarom uitgevoerd worden in overeenstemming met de bepalingen van de Wet natuurbescherming.

9.2 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen worden toegepast.

Ter beperking van onderwatergeluid:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende heien energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het gebruik van een enkel of dubbel bellenscherm om onder de geluidsnorm van SELs = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} (op 750 m) uit te komen.

Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie maatregelen het gewenste effect hebben wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:

- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie voor het beperken van onderwatergeluid bij heiwerkzaamheden het gewenste effect heeft worden ter controle project specifieke berekeningen uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELs = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).
- Om te borgen dat de uit te voeren UXO+ pre survey (gedetailleerde geofysische surveys) binnen de berekeningen van deze Passende Beoordeling (zie paragraaf 3.5) blijven, worden voorafgaand

aan de start van de surveys specifieke berekeningen uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). Er is in deze Passende Beoordeling gebruik gemaakt van het aantal bruinvisverstoringdagen dat tijdens de route surveys voor Alpha, Beta en Gamma is gebruikt. Indien uit de nieuwe berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze PB opgenomen effecten, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Het gebruik van een ADD en soft start mitigeren de kans op PTS bij zeezoogdieren.

Ter beperking van verstoring door bovenwatergeluid:

- Bij werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de Tweede Maasvlakte wordt gebruik gemaakt van een professionele zeehondenwaarnemer. Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen, mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer legt indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stil, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet automatisch voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. De zeehondenwaarnemer verifieert of er zeehonden aanwezig zijn binnen 1200 m vanaf het schip. De zeehondenwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hij/zij hiervoor nodig heeft. De zeehondenwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de zeehonden waarnemen. Indien het zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen. Als onverhoopt de werkzaamheden hierdoor het gehele zoogseizoen geen doorgang kunnen vinden, worden deze na het zoogseizoen afgerond. De kans op complete stillegging van de werkzaamheden is klein aangezien de kans op zogende zeehonden bij hoogwater laag is. De werkzaamheden hoeven niet stilgelegd te worden als er een zeehond uit eigen beweging naast de boot komt zogen.
- Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (juni t/m september) van de bergeend op de Tweede Maasvlakte moet er gebruikt gemaakt worden van een professionele vogelwaarnemer. Aangezien bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringafstand de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel in de Voordelta dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1.200 m van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer bevindt zich daarom aan boord van het schip. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hiervoor geschikt is. Indien het zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

Ter algehele borging worden de volgende maatregelen genomen:

- In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft, dat verlichting naar binnen is gericht, en dat deze naar buiten toe wordt afgeschermd.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen gedaan in deze toets in een ecologisch werkprotocol/ heiplan. Hierin komen alle bovenstaande maatregelen, en uitwerkingen van gevoelige periodes voor beschermde soorten en de daaruit volgende restricties te staan. In het ecologisch werkprotocol komen de maatregelen vanuit Natura 2000-wetgeving (voorliggende passende beoordeling) en de soortenbescherming (separate soortenbeschermingstoets) samen.

10 Referenties

- Aarts, G. (2021). *Memo “Estimated distribution of grey and harbour seals” for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.
- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16, November*, 43. <http://dx.doi.org/10.18174/400306>.
- Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.
- Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 113–121. <https://doi.org/10.1002/aqc.1244>
- Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding*. (Issue december).
- Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha)*. 079806108 A.4.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.
- Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*.
- Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50, January*, 69.
- Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERA Report*.
- BIJ12. (2017a). *Kennisdocument Noordse woelmuis*.
- BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.
- BIJ12. (2017c). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.
- Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.
- Bijlsma, R. J., Janssen, J. A. M., Weeda, E. J., & Schaminée, J. H. J. (2014). *Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland*.
- Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(3), 557–569. <https://doi.org/10.1139/f99-290>
- Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

- Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelpmaat en de Hooge Platen*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*.
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). *Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014*.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.
- Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150(PB), 271–280.
- Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.
- Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.
- Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water*.
- CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2014). *Typische soorten van de Noordzeekust, 1994-2012. (Indicator 1562, versie 01, 28 maart 2014)*.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Colina Alonso, A. (2018). *Morphodynamics of the Haringvliet ebb-tidal delta—Unravelling the mechanisms behind its morphological evolution*. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Af46c3394-ac26-43b5-9338-21b202703961>
- Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises*. 580, 221–237.
- de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.
- de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.

- de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.
- de Laak, G. A. J. (2009). *Kennisdocument elft*.
- De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>
- den Held, S. L. M., Grootjans, K. H., & van den Broek, T. (2016). *Beheerplan bijzondere natuurwaarden Voornes Duin*.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.
- Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieu-effectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.
- Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.
- Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, 50(7), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jav.02012>
- Elias, E.P.L.; van der Spek, A.J.F.; Lazar, M. (2017). The 'Voordelta', the contiguous ebb-tidal deltas in the SW Netherlands: Large-scale morphological changes and sediment budget 1965-2013; impact of large-scale engineering. *Netherlands Journal of Geosciences*, 96(3), 233–259. <https://doi.org/10.1017/njg.2016.37>
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijs: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
- Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3*.
- European Environmental Agency. (2019). *EUNIS -Factsheet for Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2018). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2017-2018*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2018). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2017-2018* .
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., & de Jong, J. W. (2019). *Vogelwaarden van een mogelijk Natura 2000-gebied Bruine Bank. Populatieschattingen van kwalificerende en niet-kwalificerende soorten binnen drie mogelijke gebiedsbegrenzingsen*.

- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*.
- Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (No. 21–281). Bureau Waardenburg.
- Foppen, R. P. B., & Roodbergen, M. (2020). Vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse Haven Handreiking voor een beoordelingskader. *Sovon-Rapport*, 18.
- Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 86(4), 277–285.
- Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.
- Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20, February*, 23.
- Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.
- Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. 61, 127–136.
- Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), *OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES)*. (pp. 86–103).
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.
- Goudswaard, K., & van Bemmelen, R. S. A. (2010). *Een verkenning naar de natuurwaarden van de Zeeuwse Banken*.
- Groot, A. V. de, Scholl, M. M., & Kuiters, A. T. (2016). *HPZ: verwachting 2015 over ontwikkeling vegetatie, duinen en habitats na 4 en 20 jaar*.
- Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode, 2017*, 2171–2185.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.
- Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 39–64.
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Assessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635–651.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.
- Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
- Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.
- Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013*.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018a). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018b). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
- INBO, & ANB. (2019). *Rosse grutto | Ecopedia*.
- Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j*.
- Jak, R., & Tamis, J. (2011). *Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming*.
- Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C* (pp. 1–19).
- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C*.
- Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 96(6), 691–700.
- Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): A context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.
- Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Marine Biology and Ecology*, 61, 283–286.
- Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.
- Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological,

- behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35(3), 334–350. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen*.
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie*.
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, 602(1), 129–143.
- Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(2), 143–151.
- Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 1944–1952.
- Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. *Conserving Natura 2000. Rivers, Ecology Series*, 3.
- Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(9), 6523–6534.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* - Institute of Applied Ecology Ltd.
- Metawad. (2016). *Rosse grutto—Metawad*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2008a). *Profielschets Fint H1103 (Alosa fallax)*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2008b). *Profielschets Rivierprik H1099 (Lampetra fluviatilis)*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2008c). *Profielschets Zeeprik H1095 (Petromyzon marinus)*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.
- Ministerie van Infrastructuur & Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan*.

- Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. (2021). *Ontwerpbesluit Natura 2000-gebied Bruine Bank*.
- Ministerie van LNV. (2008a). *Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten*.
- Ministerie van LNV. (2008b). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137*.
- Ministerie van LNV. (2008c). *Brilduiker (Bucephala clangula) A067*.
- Ministerie van LNV. (2008d). *Dwergmeeuw (Larus minutus) (A177)*.
- Ministerie van LNV. (2008e). *Kluut (Recurvirostra avosetta) A132*.
- Ministerie van LNV. (2008f). *Kuifduiker (Podiceps auritus) A007*.
- Ministerie van LNV. (2008g). *Natura 2000 profiel: Geoorde Fuut (A008) (Issue september)*.
- Ministerie van LNV. (2008h). *Smient (Anas penelope) A050*.
- Ministerie van LNV. (2008i). *Topper (Aythya marila) A062*.
- Ministerie van LNV. (2008j). *Zilverplevier (Pluvialis squatarola) A141*.
- Ministerie van LNV. (2008k). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065*.
- Ministerie van LNV. (2009). *Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae) (H1330)*.
- Ministerie van LNV. (2014a). *H1110 Permanent overstroomde zandbanken*.
- Ministerie van LNV. (2014b). *Profiel Zeekoet (Uria aalge) (A199)*.
- Ministerie van LNV. (2016). *Noordse woelmuis (Microtus oeconomus ssp. Arenicola) | Beschermde natuur in Nederland*.
- Ministerie van LNV. (2020). *Natura-2000 Voornes Duin*.
<https://www.natura2000.nl/index.php/gebieden/zuid-holland/voornes-duin>
- Molenaar, J. G. (2003a). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.
- Molenaar, J. G. (2003b). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.
- Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000a). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
- Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000b). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
- Moorsel, G. Van, Horssen, P. Van, & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel—Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat—Centraal Bureau voor de Statistiek. October*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800>
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering, 108*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- NDFF Verspreidingsatlas | Microtus oeconomus—Noordse woelmuis*. (2019).
- Noordzeeloket. (2019). *Voordelta*.
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species*.
- Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management, 31*(1), 1–11.

- Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).
- Pondera Consult. (2021). *Milieu-effectrapport Windpark Maasvlakte 2*.
- Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75(3).
- Ramaker, R. (2015). *Bruinvis weer thuis in schonere Westerschelde*. Resource - Wageningen University.
- RAVON. (2021a). *Elft*.
- RAVON. (2021b). *Rivierprik*. <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/rivierprik>
- RAVON. (2021c). *Zeeprik*. <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/zeeprik>
- Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation* 1997 6:4, 6(4), 567–581. <https://doi.org/10.1023/A:1018385312751>
- Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017a). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
- Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017b). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.
- RIVM. (2013). *RICHTLIJN 2000/60/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD | Bijlage X*.
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
- Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.
- Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 41(3), 24–32.
- Smit, C. J., & de Jong, M. (2011). *Aantallen en verspreiding van Elders, Toppers en zee-eenden in de winter van 2010–2011*.
- Snoek, R., de Swart, R., Didden, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
- Soortenbank.nl. (2019). *SoortenBank.nl: Brilduiker—Bucephala clangula*.
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- Sovon. (2021a). *Aalscholver*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/720>
- Sovon. (2021b). *Bontbekplevier*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/4700>
- Sovon. (2021c). *Bonte strandloper*. <http://stats.sovon.nl/stats/soort/5120>
- Sovon. (2021d). *Brilduiker*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=2180&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021e). *Drieteenstrandloper*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/4970>
- Sovon. (2021f). *Eider*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=2060&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021g). *Fuut*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/90>
- Sovon. (2021h). *Georde Fuut*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/120>

- Sovon. (2021i). *Grauwe Gans*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/1610>
- Sovon. (2021j). *Kleine Zilverreiger*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/1190>
- Sovon. (2021k). *Kluut | Sovon.nl*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/4560>
- Sovon. (2021l). *Krakeend*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/1820>
- Sovon. (2021m). *Kuifduiker*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/110>
- Sovon. (2021n). *Lepelaar*. <http://stats.sovon.nl/stats/soort/1440>
- Sovon. (2021o). *Middelste Zaagbek*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/2210>
- Sovon. (2021p). *Pijlstaart*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=1890&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021q). *Roodkeelduiker*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/20>
- Sovon. (2021r). *Rosse grutto*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=5340&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021s). *Scholekster*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/4500>
- Sovon. (2021t). *Slobeend*. <http://stats.sovon.nl/stats/soort/1940>
- Sovon. (2021u). *Smient*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/1790>
- Sovon. (2021v). *Steenloper*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/5610>
- Sovon. (2021w). *Topper*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=2040&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021x). *Tureluur*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/5460>
- Sovon. (2021y). *Wintertaling*. <http://stats.sovon.nl/stats/soort/1840>
- Sovon. (2021z). *Wulp*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/5410>
- SOVON. (2021). *Zeekoet | Sovon.nl*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/6340>
- Sovon. (2021aa). *Zilverplevier*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/4860>
- Sovon. (2021ab). *Zwarte zee-eend*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130>
- Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel rivierprik*.
- St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moulting location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, 599, 239–251. <https://doi.org/10.3354/meps12624>
- Staatscourant. (2016). Wet van 16 december 2015, houdende regels ter bescherming van de natuur (Wet natuurbescherming). *Staatsblad 2016*, 34.
- Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, February.
- Tolkamp, G. W., van den Berg, C. A., Nabuurs, G. J. M. M., & Olsthoorn, A. F. M. (2006). *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen*.
- van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.
- van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

- van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, 144, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008>
- van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347.*
- van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels.*
- van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie.*
- van Essen, M. (2021c). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie.*
<https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/>
- Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, 94(4), 197–211.
- Voslamber, B. (2010). *Pilotstudie Grauwe Ganzen (Anser anser) De Deelen, 2007-2009. Onderzoek naar het uitrasteren van een broedpopulatie Grauwe Ganzen met als doel de populatie te beperken en landbouwschade te verminderen. SOVON-onderzoeksrapport 2010/02.*
- Waarlo, N. (2021). *Bijna een eeuw was er amper een elft in Nederland, vandaag worden er tachtigduizend uitgezet in de Waal.* Volkskrant.
- Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable.*
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15(5–6), 369–375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(4), 855–875. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)
- Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012.* 79.
- Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten.* 1–44.
- Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 107, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031>

BIJLAGE A ECOLOGISCHE BEOORDELING STIKSTOFDEPOSITIE

Ecologische beoordeling stikstofdepositie

**Bijlage A bij de Passende Beoordeling van Net op zee
IJmuiden Ver Gamma
TenneT TSO**

16 september 2022

Contactpersoon

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

1	Aanleiding, doel en uitgangspunten	6
1.1	Inleiding	6
1.2	Wet- en regelgeving stikstofdepositie	6
1.2.1	Wet natuurbescherming	6
1.2.2	Stikstofdepositie en het PAS	7
1.2.3	Cumulatie van effecten	8
1.3	Uitgangspunten	8
1.3.1	Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie	8
1.3.2	Potentieel negatief effect stikstofdepositie	10
2	Reikwijdte effecten en rekenresultaat	11
2.1	Depositie in Natura 2000-gebieden in Nederland	11
2.2	Depositie in buitenlandse Natura 2000-gebieden	12
2.2.1	Natura 2000 in Duitsland	12
2.2.2	Natura 2000 in Vlaanderen	12
2.2.3	Natura 2000 in Wallonië	13
3	De ecologische betekenis van stikstof	14
3.1	Toelichting	14
3.2	Natuurlijk voorkomen van stikstof	14
3.3	Stikstofemissie en stikstofdepositie	15
3.4	Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof	16
3.5	Kritische depositiewaarden	18
3.6	Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland	19
4	Methode ecologische beoordeling	20
4.1	Inleiding	20
4.2	Bijdrage project	21
4.2.1	Landelijk beeld	21
4.2.2	Stikstofemissies en -deposities van het project	22
4.2.3	Stikstofreductie door uitrol windenergie	23
4.3	Wijze van beoordelen	24
4.3.1	Hoogte van de depositie	24
4.3.2	Beoordelen effect stikstofdepositie	24

4.3.3	Leefgebieden versus habitattypen	25
5	Effectbeoordeling habitattypen	26
5.1	Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin	26
5.1.1	Wijze van beoordeling	26
5.1.2	Korte gebiedskarakteristiek	27
5.1.3	Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin	28
5.1.3.1	H2120 Witte duinen	29
5.1.3.2	H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	33
5.1.3.3	H2130C Grijze duinen (heischraal)	37
5.1.3.4	H2180Ao Duinbossen (droog), overig	41
5.1.3.5	H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	45
5.1.3.6	H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	49
5.1.3.7	H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	53
5.1.3.8	H1014 Nauwe korfslak	56
5.1.4	Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin	58
5.2	Conclusie specifieke habitatypebeoordeling	58
6	Effectbeoordeling stikstofdepositie	59
6.1	Inleiding	59
6.2	Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten	59
6.3	Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie	60
6.4	Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling	61
6.5	Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie	62
6.6	Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen	64
6.7	Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen	66
6.8	Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie	66
6.9	Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang	67
6.10	Conclusie effect tijdelijke, lage stikstofdepositie	67
7	Beoordeling cumulatie	68
8	Conclusie stikstofdepositie realisatie Net op zee IJmuiden Ver Gamma	69
9	Bronnen	70

Bijlage A Uitgangspunten aanlegfase: (1x4)- en (2x2)-kabelconfiguratie	73
Bijlage B Uitgangspunten gebruiksfase: scenario 1 en scenario 2	74
Bijlage C AERIUS-berekeningen aanlegfase (1x4)-kabelconfiguratie met stikstofreductie	75
Bijlage D AERIUS-berekeningen aanlegfase (2x2)-kabelconfiguratie met stikstofreductie	76
Bijlage E AERIUS-berekeningen gebruiksfase scenario 1	77
Bijlage F AERIUS-berekeningen gebruiksfase scenario 2	78

1 Aanleiding, doel en uitgangspunten

1.1 Inleiding

Deze Ecologische beoordeling stikstof gaat in op het effect van stikstofuitstoot als gevolg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma op de instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden en daarmee de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden. Deze rapportage is een bijlage bij de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER) voor MER en inpassingsplan en geeft een uitgebreide toelichting op de potentiële negatieve effecten van stikstofdepositie als gevolg van de tijdelijke activiteiten voor de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Hiervoor is een berekening gedaan met de meest recente versie van Aerius, waaruit blijkt dat sprake is van enige vorm van stikstofdepositie op hiervoor gevoelige habitattypen. Voor de berekeningen met de AERIUS -calculator is uitgegaan van een emissiereductie van 80%. Als eerst wordt ingegaan op de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor het berekenen en de effectbeoordeling. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van wat stikstof is, hoe het werkt in ecosystemen (de functie en gevolgen van stikstof) en waarom stikstofdepositie een knelpunt is in veel Nederlandse Natura 2000-gebieden. Op basis van deze kennis is vervolgens een effectbeoordeling uitgevoerd of de projectdepositie kan leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de geraakte Natura 2000-gebieden. Deze beoordeling bestaat uit twee delen: een specifiek deel, waarin de depositie gerelateerd wordt aan de kwaliteit van specifieke habitattypen die enige mate van extra stikstof ontvangen (hoofdstuk 5) en een meer algemeen deel waarin de hoeveelheid stikstofdepositie geanalyseerd wordt in relatie tot ecosystemen in het algemeen (hoofdstuk 6).

Op basis van de kennis, analyse en deelconclusies is vervolgens een eindoordeel gegeven of er een effect is van de projectdepositie en zo ja, wat dit betekent in relatie tot de Wet natuurbescherming.

Kader 1. Rekenresultaat stikstofdepositie als gevolg van aanleg Net op zee IJmuiden Ver

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen. De resultaten van de berekening zijn opgenomen in 0 en 0. De hoogste depositie voor de 1x4 kabelconfiguratie treedt op in het Natura 2000-gebied Voordelta en bedraagt in zijn totaliteit 1,06 mol N/ha gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. De hoogste depositie voor de 2x2 kabelconfiguratie treedt ook op in het Natura 2000-gebied Voordelta en bedraagt in zijn totaliteit 1,09 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. Voor de effectbeoordeling zijn alleen die plekken relevant waar effecten niet kunnen worden uitgesloten omdat de kritische depositiewaarde van de habitattypen wordt overschreden (zie verder 3.5). De hoogste projectdepositie op overbelaste habitattypen betreft voor de 1x4 kabelconfiguratie 0,58 mol N/ha en voor de 2x2 kabelconfiguratie 0,61 mol N/ha en treedt op binnen Natura 2000-gebied Voornes Duin.

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie

1.2.1 Wet natuurbescherming

Deze ecologische beoordeling stikstof is onderdeel van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER) die opgesteld is als verplichting uit de Wet natuurbescherming, onderdeel Natura 2000. De Wet natuurbescherming is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel, delen over Natura-2000 gebieden, soortenbescherming en een deel over houtopstanden, hout en houtproducten. Verder zijn er delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen, financiële bepalingen, handhaving, overige bepalingen en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht en een beschrijving van de wijziging van overige wetten.

Het is verboden een plan vast te stellen dat niet vergunbaar is of zonder vergunning een project uit te voeren dat, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitattypen of leefgebieden van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstoring effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatie significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning niet verleend voordat uit een Passende Beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of

voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een Passende Beoordeling is gemaakt en een nieuwe Passende Beoordeling geen nieuwe gegevens op inzichten op kan leveren. Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.7 lid 2 en lid 3 onder a en 2.8 lid 1-8).

Dit betekent dat beoordeeld moeten worden of de effecten als gevolg van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van (relevante) Natura 2000-gebieden en wanneer dit het geval is een vergunning nodig is. Een van de mogelijke effecten is verzuring en/of veresting door verhoogde stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de realisatiewerkzaamheden en de gebruiksfase. Deze effectbeoordeling geeft invulling aan de bovenbeschreven verplichting uit de Wet natuurbescherming.

Voor een uitgebreide toelichting en beschrijving van het wettelijk kader wordt verwezen naar de hoofdrapportage van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER).

1.2.2 Stikstofdepositie en het PAS

In de Wet natuurbescherming is opgenomen dat een programmatische aanpak van (mogelijk) negatieve effecten toegestaan is. Voor de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden was het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2015 opgesteld. Het idee hierachter was dat generiek, op landelijk niveau de negatieve effecten van overmatige stikstofdepositie op voorhand beoordeeld werden en maatregelen getroffen zouden worden om deze effecten te niet te doen. Op 29 mei 2019 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) een aantal uitspraken gedaan, op basis waarvan het PAS niet langer gebruikt kan worden als basis voor toestemmingsbesluiten voor activiteiten die stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden veroorzaken.

Met de PAS-uitspraken zijn de drempelwaarden die de Wet natuurbescherming (Wnb) in samenhang met het PAS bevatte voor vergunningplicht (1 mol N/ha/jaar) en meldingsplicht (0,05 mol N/ha/jaar) niet langer rechtsgeldig. Op grond hiervan geldt dat voor activiteiten die een depositie veroorzaken van meer dan 0,00 mol N/ha/jaar niet op voorhand een negatief effect op Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten en dat deze effecten moeten worden bepaald en beoordeeld.

De uitspraken van de ABRvS hebben daardoor ook gevolgen voor projecten en activiteiten met een tijdelijk karakter, die kleine en tijdelijke verhogingen van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden tot gevolg hebben.

Door de nieuwe Wet stikstofreductie en natuurverbetering hoeft echter voor projecten met een tijdelijke depositie in de aanlegfase niet meer beoordeeld te worden of negatieve effecten door stikstofdepositie op kunnen treden en is hier geen vergunning voor nodig ('Partiële vrijstelling bouwfase', zie onderstaand kader). De beoordeling van mogelijk negatieve effecten is wel noodzakelijk in het kader van het MER en van het inpassingsplan.

Kader 2. Wet stikstofreductie en twee Passende Beoordelingen.

In de op 9 maart 2021 door het parlement aangenomen Wet stikstofreductie en natuurverbetering en het bijbehorende Ontwerpbesluit stikstofreductie en natuurverbetering (Kamerstukken I, 2020/21, 35600 nrs. C en G) wordt middels een partiële vrijstelling geregeld dat de tijdelijke gevolgen van de door de bouw veroorzaakte stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden buiten beschouwing worden gelaten bij de natuurvergunning. Deze vrijstelling is ook van toepassing op de uitvoering van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma dat daarmee partieel -namelijk alleen voor het aspect tijdelijke stikstofdepositie- wordt vrijgesteld van vergunning op grond van de Wet natuurbescherming.

Voor het MER en het inpassingsplan is een Passende Beoordeling opgesteld met daarin een ecologische beoordeling stikstof (onderliggend document). Voor de Wnb-vergunning is ook een Passende Beoordeling opgesteld waarin deze ecologische beoordeling om de hiervoor genoemde reden niet is opgenomen. De twee passende beoordelingen zijn, op het aspect stikstofdepositie na, voor de overige ecologische aspecten hetzelfde.

1.2.3 Cumulatie van effecten

In artikel 2.7 van de Wet natuurbescherming is aangegeven dat het project niet alleen op zichzelf, maar ook in combinatie met andere projecten beschouwd moet worden. In dit rapport gaat het om de cumulatie van de stikstofdepositie. Overige mogelijke cumulatie is beschreven in de Passende Beoordeling zelf. Cumulatie is relevant voor die Natura 2000-gebieden en die habitattypen waar als gevolg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma stikstofdepositie optreedt en daarmee een potentieel negatief effect niet bij voorbaat kunnen worden uitgesloten.

1.3 Uitgangspunten

Deze paragraaf geeft inzicht in de methode die is gebruikt om effecten als gevolg van tijdelijke stikstofemissies en daarmee samenhangende stikstofdeposities te kunnen bepalen. Het betreft de uitgangspunten die zijn gebruikt voor de berekeningen van de stikstofdeposities met behulp van het programma Aerius en om een beschrijving van het potentiële negatieve effect voor Natura 2000.

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie

De depositie op stikstofgevoelige natuur wordt bepaald met het instrument Aerius. Dit model van het RIVM vertegenwoordigt de best beschikbare methode hiervoor. Om de depositie te bepalen zijn de emissiebronnen van het project geïventariseerd.

Het project is in onderdelen gesplitst en per onderdeel is bepaald welk materieel, met welk vermogen, hoe lang en waar wordt ingezet. Deze uitwerking is gebaseerd op een conservatieve inschatting van de verschillende activiteiten. Op basis van de uitvoering van vergelijkbare projecten is het aantal uren inzet van materieel bepaald, de gemiddelde emissiekarakteristiek (meestal op basis van leeftijd van materieel) en de zwaarte van het materieel. De locaties van de werkzaamheden liggen hiermee vast.

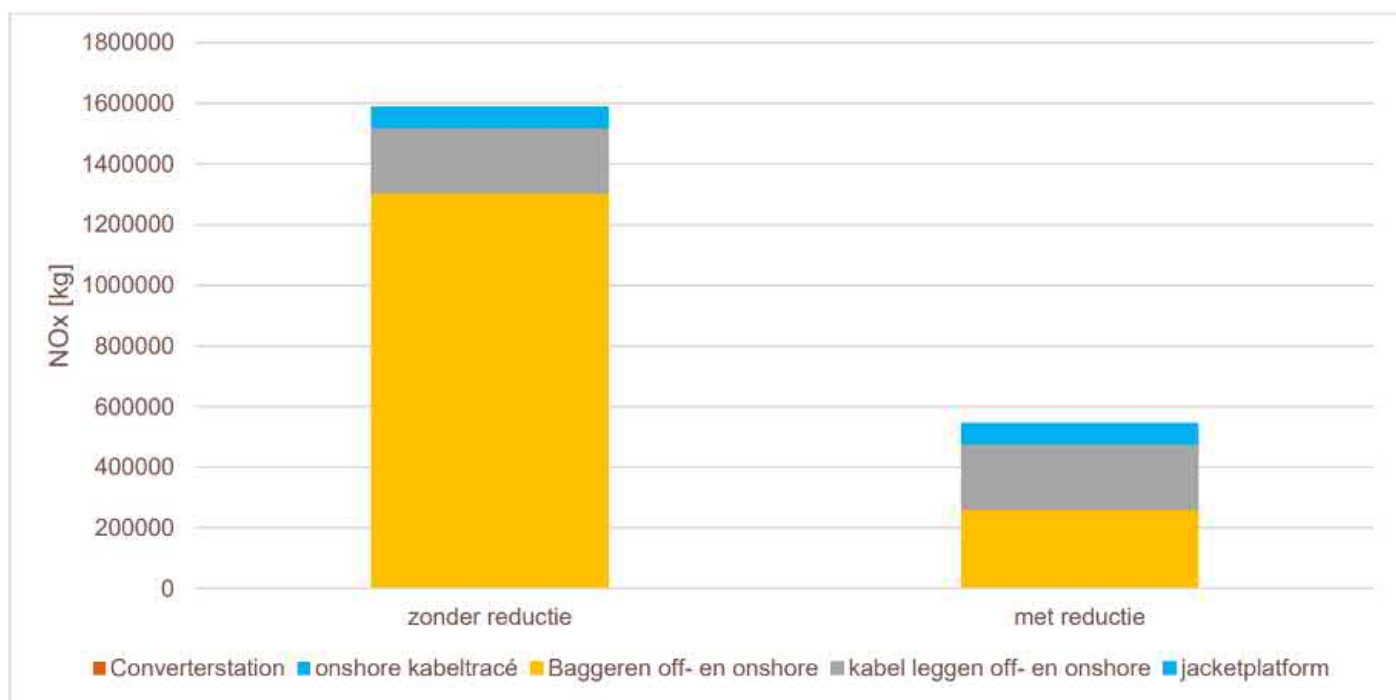
Op basis van de uitwerking is met de Aerius-calculator berekend welke deposities optreden. De uitgangspunten van de berekeningen met Aerius zijn voor de aanleg van de 1x4 en de 2x2 kabelconfiguratie opgenomen in 0. Daarnaast zijn deposities berekend voor de gebruiksfase, waarbij onderscheid is gemaakt in twee mogelijke scenario's: onderhoud per helikopter met materiaal per boot (scenario 1) en onderhoud per boot in combinatie met een helikopter (scenario 2). Uitgangspunten voor beide scenario's staan in 0. De berekeningen voor het bepalen van de mate van stikstofdepositie zijn gemaakt met Aerius, 2021.1.1_20220705_74979f573b.

Initieel zijn berekeningen uitgevoerd waarbij geen rekening is gehouden met emissie reducerende mitigerende maatregelen. In onderstaande tabel is een overzicht van de NO_x en NH₃ emissies weergegeven. De NO_x -emissies worden voor meer dan 80% door de baggerschepen uitgestoten. Door emissiebeperkende maatregelen aan de baggerschepen te treffen, kunnen de NO_x -emissies aanzienlijk worden verlaagd. Door het toepassen van bijvoorbeeld SCR (selective catalytic reduction) of het gebruik van ander brandstof zoals LNG in de baggerschepen, kunnen de NO_x emissies met naar verwachting minimaal 80% worden gereduceerd.

Deze emissiereductie van 80% NO_x reductie op baggerschepen is doorgerekend. Hierdoor neemt de totale NO_x emissie in de aanlegfase met circa 35% af. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in onderstaande tabel. De NH₃ emissies zijn beperkt en worden volledig door mobiele werktuigen bepaald. Figuur 1-1 geeft een visuele weergave van de reductie zoals die wordt behaald met het toepassen van de mitigerende maatregelen.

Tabel 1-1 Overzicht emissies aanlegfase met en zonder emissiereductie op baggerschepen

	Zonder emissiereductie [kg]		Met emissiereductie [kg]	
	NO _x	NH ₃	NO _x	NH ₃
Converterstation	498	21	498	21
Onshore kabeltracé	797	34	797	34
Baggeren off- en onshore	1.304.527	0	260.905	0
Kabel leggen off- en onshore	215.825	0	215.825	0
Jacketplatform	65.506	0	65.506	0
Totaal	1.587.153	55	543.531	55



Figuur 1-1 NO_x emissie zonder en met emissiereductie op baggerschepen.

Aangezien TenneT in de uitgangspunten voor aanleg op zal nemen dat de bovengenoemde 80% emissiereductie op baggerschepen behaald moet worden is voor het bepalen van mogelijke effecten in de rest van de toets uitgegaan van de berekening waarin de emissiereductie is verwerkt. De verwachting is dat de aanlegfase circa drie tot vier jaar zal duren. In de Aerius-berekening is uitgegaan van een totale depositie (alsof de depositie in één kalenderjaar plaatsvindt). Dit omdat het om een tijdelijke ingreep gaat (na realisatie is geen sprake meer van meetbare depositie, zie 0 en 0) en op deze wijze inzicht verkregen wordt in het totale planeffect. Stikstof accumuleert in het ecosysteem, waardoor alleen inzicht in de (tijdelijke) jaarlijkse bijdragen geen goed beeld geeft van de daadwerkelijke depositie door de aanleg. Ook betekent het dat, als gevolg van de lage depositiewaarden, veel deposities niet meer herkend worden door het Aerius-model wanneer per jaar gerekend wordt. Daarmee vervalt het inzicht in het planeffect dat als gevolg van accumulatie wel zou optreden. De berekende planeffectwaarden worden gebruikt als toetswaarde ten

opzichte van bijvoorbeeld de kritische depositiewaarde (die uitgaat van de mate van depositie per jaar), hiermee is de toetsing een worst-case benadering, omdat de depositie in werkelijkheid verspreid over de aanlegperiode neerkomt.

Voor de berekeningen is uitgegaan van de achtergronddepositie in het jaar 2019. Op basis van het ingezette beleid ten aanzien van duurzame energieopwekking en maatregelen om andere vormen van stikstofemissies te verminderen in onder andere de industrie, is de verwachting dat de komende jaren (ook gedurende de looptijd van de realisatie) de hoogte van de achtergronddepositie daalt. Dat de achtergronddeposities uit 2019 wordt gebruikt is hierdoor een worst-case uitgangspunt, namelijk het jaar met de verwachte hoogste achtergronddepositie.

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie

Potentiële negatieve effecten die als gevolg van stikstofdepositie optreden, zijn alleen van toepassing voor de aanlegfase. Tijdens de gebruiksfase is geen sprake van meetbare stikstofdepositie (volgens de modelberekeningen van de gebruiksfase, zie 0 en 0). Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie op als gevolg van het project.

Het project is bedoeld om elektriciteit van windturbines op zee naar land te transporteren en voorkomt daarmee in samenhang met de windparken dat deze zelfde elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen met bijkomende stikstofemissies. Het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma draagt daarmee gedurende de gebruiksfase bij aan de gewenste daling van de landelijke stikstofdepositie.

Belangrijke negatieve effecten van stikstofdepositie komen voort uit structurele overbelasting. Een overmaat¹ aan stikstof cumuleert in het systeem omdat het niet verwerkt kan worden. Een overmaat aan stikstof kan leiden tot vermesting en verzuring. De soortensamenstelling kan wijzigen, doordat soorten die beter of meer stikstof kunnen opnemen of sneller groeien, gaan domineren en de gewenste, veelal langzamer groeiende soorten (bestand tegen voedselarme omstandigheden) uit het systeem verdwijnen. Over het algemeen zijn de gewenste soorten van het systeem, soorten van meer schrale (voedselarme) omstandigheden. In een groot aantal Natura 2000-gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen gesteld voor habitattypen die gevoelig zijn voor het verzurende of vermestende effect van stikstof. Eventuele aanwezige soorten die afhankelijk zijn van deze habitattypen kunnen daarmee eveneens een negatief effect ondervinden.

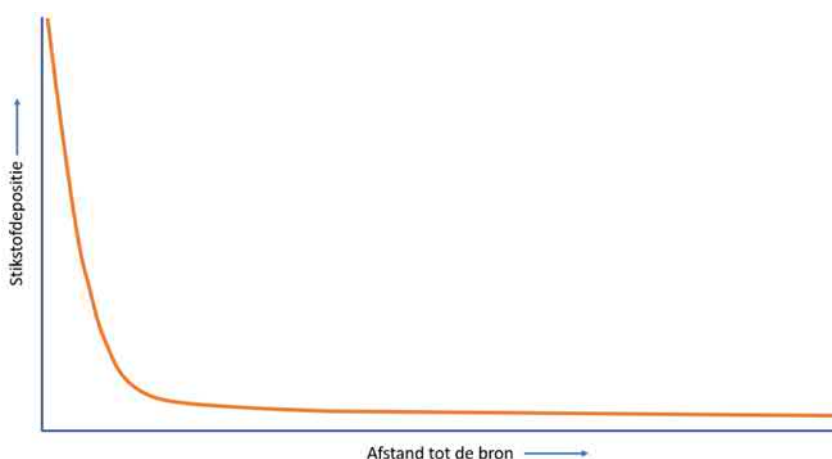
In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de functie van stikstof in het ecologisch systeem en de potentiële effecten van additionele stikstofdepositie, afhankelijk van de situatie die van toepassing is voor een habitatype.

¹ Een overmaat is meer dan het systeem kan verwerken door afvoer door bijvoorbeeld begrazing of buffering door neutraliserende stoffen.

2 Reikwijdte effecten en rekenresultaat

2.1 Depositie in Natura 2000-gebieden in Nederland

Over het algemeen kan worden gesteld dat de hoogste depositie van stikstof optreedt op kortere afstand van de emissiebronnen. Verder van de bron wordt de depositie steeds lager totdat er uiteindelijk geen sprake meer is van depositie als gevolg van de emissie. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 2-1. Hierin is ook te zien dat de depositieafname op een bepaalde afstand stabiel wordt: terwijl de afstand tot de bron steeds groter wordt, neemt de depositie niet meer substantieel af.



Figuur 2-1 Schematische weergave van een curve waarin de stikstofdepositie is afgezet tegen de afstand tot de bron.

De uitkomst van de in Aeries gemaakte berekening is opgenomen in 0 en 0. Uit de Aeries-berekening blijkt dat als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor het project over 14 stikstof gevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland enige vorm van depositie wordt berekend. De hoogste depositie voor de 2x2 kabelconfiguratie treedt ook op in het Natura 2000-gebied Voordelta en bedraagt in zijn totaliteit 1,09 mol N/ha. Dit is het Natura 2000-gebied dat op de kortste afstand van het kabeltracé ligt. Voor de effectbeoordeling zijn alleen die plekken relevant waar effecten niet kunnen worden uitgesloten omdat de kritische depositiewaarde van de habitattypen wordt overschreden (zie verder 3.5). De hoogste projectdepositie op overbelaste habitattypen betreft voor de 1x4 kabelconfiguratie 0,58 mol N/ha en voor de 2x2 kabelconfiguratie 0,61 mol N/ha en treedt op binnen Natura 2000-gebied Voornes Duin. De hoogste deposities (in Natura 2000-gebieden) vinden plaats in de directe nabijheid van het tracé en op een afstand van circa drie kilometer neemt de hoogte van de depositie niet (nauwelijks) meer af met een toenemende afstand tot de bron.

Op 9 juli 2021 is op aangeven van het adviescollege Meten en Berekenen Stikstof door de tweede kamer besloten een maximale rekenafstand in te voeren voor stikstofberekeningen. Dit houdt in dat voor nieuw uit te voeren projecten een maximale rekenafstand van 25 km tot de bron aangehouden moet worden. Voor gebieden op meer dan 25 km afstand hoeft niet berekend te worden welke stikstofdepositie optreedt. Als gevolg van deze wijziging tonen de AERIUS-berekeningen van het project IJmuiden ver Gamma depositie op niet meer dan 14 Natura 2000-gebieden, waar dit voor vergelijkbare projecten in het verleden voor meer stikstofgevoelige gebieden van toepassing was. De maximale rekenafstand van 25 km betreft een modelmatige knip, wat niet betekent dat depositie niet optreedt op meer dan 25 km van de bron. Gezien de grafiek in Figuur 2-1 wordt de depositie naarmate de afstand groter wordt wel lager, maar nooit absoluut 0. Zodoende wordt ook voor de berekeningen van de aanlegfase van Net op zee IJmuiden Ver Gamma aangenomen dat depositie verder reikt dan 25 km.

2.2 Depositie in buitenlandse Natura 2000-gebieden

Gezien in eerder uitgevoerde AERIUS-berekeningen voor vergelijkbare projecten (IJmuiden Ver Alpha en Beta e.d.) is gebleken dat depositie optreedt buiten de landsgrenzen wordt dit uitgangspunt ook voor de huidige toetsing aangehouden. Zodoende wordt hieronder ingegaan op depositie die optreedt in Duitsland en België.

Voor de toetsing van activiteiten die in Nederland plaatsvinden met gevolgen voor Natura 2000-gebieden in Duitsland of België worden de toetsingskaders gehanteerd die in respectievelijk Duitsland en België gelden. Hierna zijn de huidige toetsingskaders van Duitsland en België beschreven. Uitgangspunt bij onderstaande toetsingskaders is de maximale stikstofdepositie die door een project veroorzaakt wordt.

2.2.1 Natura 2000 in Duitsland

In Duitsland wordt het onderzoeksgebied voor de ecologische beoordeling begrensd op basis van de door het project (zonder cumulatie) veroorzaakte stikstofdepositie. De depositiewaarde waarop het gebied wordt begrensd, wordt het 'Abschneidekriterium' genoemd:

- Op basis van een uitspraak van het Bundesverwaltungsgericht (BVerwG 9 A 5.08, 14 april 2010), de hoogste federale administratieve rechtbank in Duitsland, wordt daarvoor een grenswaarde van 100 gram stikstof (7,14 mol) per hectare per jaar aangehouden.

In andere studies wordt in Duitsland ook wel een waarde van 300 gram (21,43 mol) aangehouden.

- Een uitspraak van een Duitse Rechtbank (Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, 16.06.2016 – 8 D 99/13.AK) lijkt het Abschneidekriterium in Nordrhein-Westfalen op 50 gram stikstof (3,57 mol) te hebben gesteld.

Dat betekent dat in Duitsland verschillende grenswaarden gehanteerd worden voor het afgrenzen van het onderzoeksgebied. Worst-case wordt uitgegaan van een Abschneidekriterium² van 50 gram stikstof (3,57 mol) N/ha/jaar. Gezien de ligging (afstand) van het projectgebied (het kabeltracé) tot de Duitse grens en de hoogte van de stikstofdeposities op Natura 2000-gebieden nabij de Duitse grens uit vorige, vergelijkbare projecten als IJmuiden Ver gamma, van minder dan 0,5 mol N/hectare en lager, wordt deze grenswaarde nergens overschreden voor de Duitse Natura 2000-gebieden. Significant negatieve effecten op Duitse Natura 2000-gebieden zijn daarmee volgens het toetsingskader uitgesloten en een vergunninging Wet natuurbescherming is om die reden niet aan de orde.

2.2.2 Natura 2000 in Vlaanderen

De beoordeling van de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden bevindt zich in Vlaanderen in een transitiefase, die uiteindelijk moet leiden tot vaststelling van een Programmatische Aanpak Stikstof (PAS).

Onderdeel van deze transitiefase is de inwerkingtreding per 27 februari 2015 (en in juli 2017 aangepast) van een tijdelijk Vlaams toetsingskader voor de beoordeling van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Op basis van deze toetsingsmethode konden significante negatieve effecten in eerste aanleg uitgesloten worden geacht, indien in een Vlaams Natura 2000-gebied - met inbegrip van de bijdrage van een aangevraagd project op Nederlands grondgebied - geen sprake is van een overbelaste situatie dan wel wanneer als gevolg van een zodanig project binnen een Vlaams Natura 2000-gebied ter plaatse van een relevant (potentieel) habitatype of een voorlopige zoekzone de zogenaamde nul-contourlijn niet wordt overschreden. De nul-contourlijn bedroeg in Vlaamse Natura 2000-gebieden voor eutrofiëring via de lucht 0,30 kg N/ha/jaar (21,42 mol/ha/jaar). Voorzag een vergunningaanvraag voor een project op Nederlands grondgebied binnen één of meer Vlaamse Natura 2000-gebieden ter plaatse van een relevant (potentieel) habitatype of een voorlopige zoekzone in een toename van stikstofdepositie van meer dan 0,30 kg N/ha/jaar (21,42 mol N/ha/jaar), dan was in zoverre een nadere beoordeling noodzakelijk.

Na het arrest van 25 februari 2021 (RvVb-A-2021-0697, het 'stikstofarrest') van de Raad voor Vergunningenbetwistingen mag geen gebruik meer worden gemaakt van de Vlaamse drempelwaarde. Volgens dit

² De stikstofdepositie binnen het onderzoeksgebied wordt getoetst aan een drempelwaarde (Irrelevanzschwelle). Deze waarde bedraagt 3% van de kritische depositiewaarde van het meest gevoelige habitatype in het betreffende Natura 2000-gebied. De laagste kritische depositie waarde, die van het habitatype hoogveen, bedraagt 400 mol N/ha/jaar: dit is dan ook de meest worst case-situatie. Dat betekent dat de laagst denkbare drempelwaarde 12 mol N/ha/jaar bedraagt.

arrest kan de beoordeling van een mogelijk betekenisvolle aantasting van stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur niet uitsluitend gebaseerd zijn op het beoordelingskader ('significantiekader'), dat is opgenomen in de toenmalige praktische wegwijzers 'Eutrofiëring via de lucht' en 'Verzuring via de lucht'.

Inmiddels is er een tijdelijk toetsingskader voor de beoordeling van de gevolgen voor Belgische Natura 2000-gebieden³. Significante negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie vanwege het aangevraagde project (zowel ammoniak als NO_x) kunnen worden uitgesloten indien de activiteit waarop de aanvraag betrekking heeft ter plaatse van de relevante (potentiële) habitattypen of een daarvoor aangewezen voorlopige zoekzone leidt tot een stikstofdepositie van minder dan 1% van de geldende kritische depositiewaarde. Bij deze beoordeling dient te worden gekeken naar de gehele beoogde activiteit.

Voldoet het aangevraagde project op Nederlands gebied niet aan de hiervoor genoemde criteria, dan dient ervan uit te worden gegaan dat vergunningverlening uitsluitend mogelijk is, indien op grond van een in een Passende Beoordeling opgenomen ecologische onderbouwing de zekerheid bestaat dat de natuurlijke kenmerken van de relevante Vlaamse Natura 2000-gebieden niet zullen worden aangetast.

De meest kritische depositiewaarde in Vlaanderen ligt op 6 kg/ha/jaar⁴. 1% daarvan komt neer op 0,06 kg/ha/jaar, wat overeenkomt met circa 4,2 mol/ha/jaar. Gezien de ligging (afstand) van het projectgebied tot de Belgische grens en de hoogte van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden in Nederland, wordt deze 1% nergens overschreden. Nader onderzoek naar effecten op Belgische gebieden of een vergunning Wet natuurbescherming zijn om die reden niet aan de orde.

2.2.3 Natura 2000 in Wallonië

Wallonië kent geen eigen toetsingskader voor het beoordelen van de effecten van stikstofdepositie op Waalse Natura 2000-gebieden, veroorzaakt door projecten. Dat veronderstelt dat voor een project op Nederlands grondgebied dat stikstofdepositie veroorzaakt op één of meer stikstofgevoelige Waalse Natura 2000-gebieden, bij voorkeur een Passende Beoordeling wordt opgesteld. Hierin moet worden bepaald of in zoverre de zekerheid bestaat dat de natuurlijke kenmerken van de relevante Waalse Natura 2000-gebieden niet zullen worden aangetast.

Relevant is dat in 2015 voor een beoordeling voor ENCI (bron: Arcadis, 2018) tegen de achtergrond van het bepaalde in artikel 4, derde lid, van het Verdrag van de Europese Unie in dat verband afstemmingsoverleg heeft plaatsgevonden met het Waalse gewest, Département de la Nature et des Forêts (DNF). Daarbij is namens DNF medegedeeld dat, bij gebreke van een Waals toetsingskader, de beoordeling van een vergunningaanvraag voor een project op Nederlands grondgebied dat (mede) voorziet in stikstofdepositie op één of meer Waalse Natura 2000-gebieden, het Vlaamse toetsingskader gehanteerd mag worden.

Hierbij geldt dat tijdig afstemmingsoverleg plaatsvindt met DNF waarbij informatie wordt verstrekt over (de gevolgen van) het betreffende project, de vergunningaanvraag (inclusief alle relevante bijbehorende stukken) en de (ontwerp)besluiten tot vergunningverlening aan de Waalse autoriteiten worden gezonden. Ook moet de gelegenheid worden geboden om kennis te nemen van alle relevante stukken, zienswijzen naar voren te brengen en beroep in te stellen.

De drempelwaarde van 21,42 mol N/ha/jaar van het Vlaamse toetsingskader wordt nergens overschreden en nader onderzoek naar effecten of een vergunning Wet natuurbescherming is niet aan de orde. Negatieve effecten ten gevolge van stikstofemissies in het project door depositie op Waalse gebieden zijn dan ook volgens het toetsingskader met zekerheid uit te sluiten. Ook is een vergunning Wet natuurbescherming om die reden niet aan de orde.

³ Voor NO_x wordt de drempelwaarde in de eerste beoordeling (voortoets) aangescherpt tot een relatieve grenswaarde van 1% (t.a.v. de meest kritische KDW van nabijgelegen habitats). De drempelwaarde vormt een richtlijn voor de beoordeling van geval tot geval. Op grond van concrete omstandigheden kan worden geconcludeerd dat een beoordeling volgens de drempelwaarde niet volstaat. Zie verder: <https://www.natura2000.vlaanderen.be/stikstof>.

⁴ <https://natura2000.vlaanderen.be/stikstof#Voorlopige%20richtlijnen>, Overzichtstabel kritische depositiewaarde voor vermestende stikstof voor Natura 2000 habitattypen, 3110 Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten, 6 kg N/ha.j.

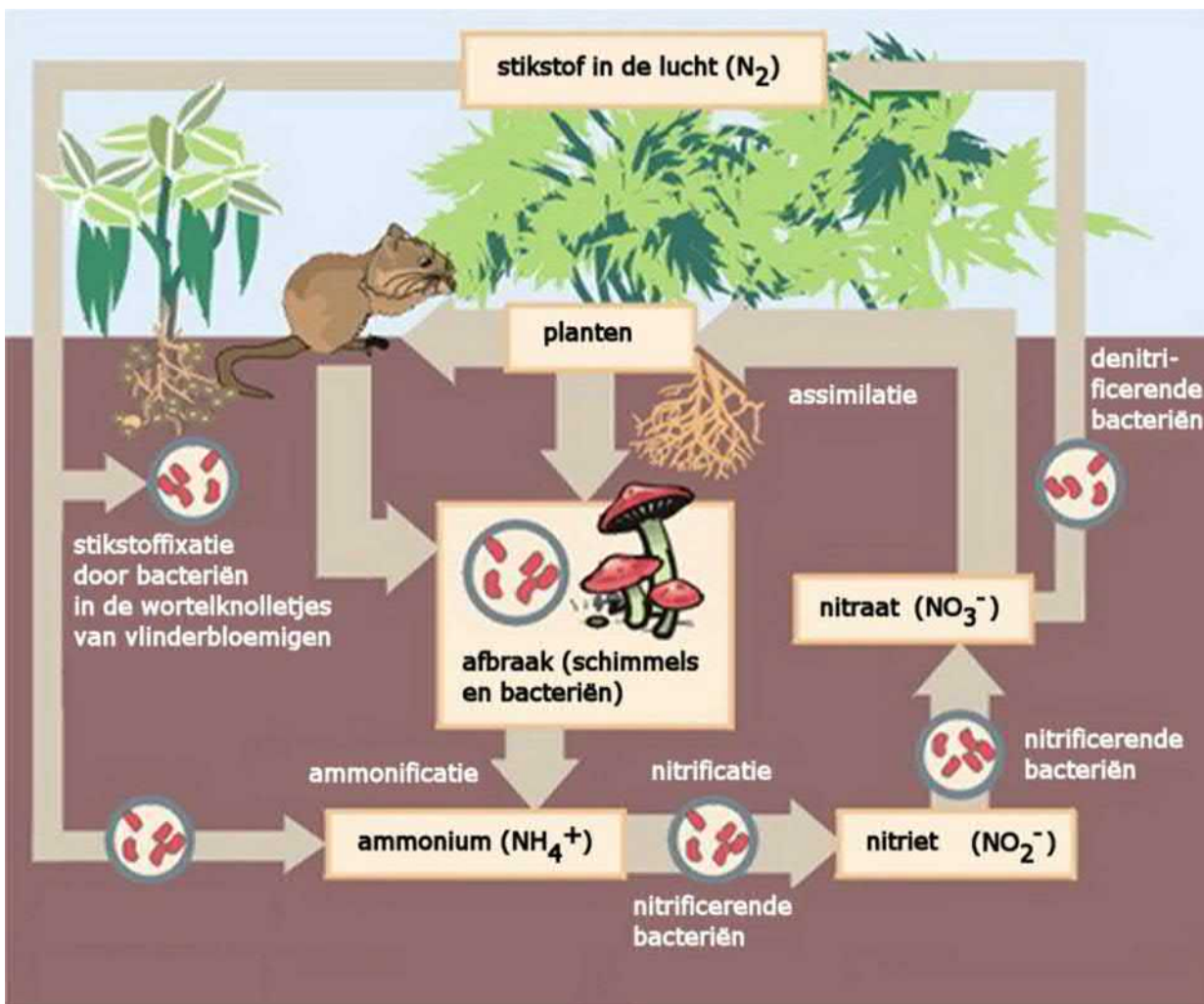
3 De ecologische betekenis van stikstof

3.1 Toelichting

In dit hoofdstuk is toegelicht hoe stikstof ingrijpt in natuurlijke systemen en welke potentiële negatieve effecten kunnen optreden. Belangrijke delen van deze paragraaf zijn overgenomen uit het rapport “Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Ecologische onderbouwing van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)” van Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken (Smits en Bal 2012). Waar relevant zijn verwijzingen naar onderliggende bronnen overgenomen.

3.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof

Stikstof is één van de onmisbare bouwstenen voor het leven op aarde, en is daarmee in ecologisch opzicht van groot belang. Stikstof (N) komt in organisch materiaal onder andere voor in aminozuren en eiwitten. De problematiek rondom stikstofdepositie zit hem in de mate waarin dit element in reactieve vorm aan onze omgeving wordt toegevoegd als gevolg van menselijke activiteiten. De belangrijkste vormen van reactief stikstof zijn stikstofoxiden (NO_x) en ammonium (NH_4^+). Gebonden stikstof (N_2), dat 80% van de atmosfeer vormt, heeft geen directe invloed op het functioneren van ecosystemen.



Figuur 3-1 Vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop (bron: Wikipedia).

Planten kunnen stikstof via de wortels opnemen in de vorm van nitraat (NO_3^-). Stikstof dat in de vorm van ammonium (NH_4^+) in de bodem aanwezig is, moet daarom eerst via denitrificatie omgezet worden in nitriet en nitraat (Figuur 3-1). Ammonium kan zowel door depositie als door mineralisatie van organisch materiaal in de bodem terecht komen.

Stikstofverbindingen zijn in veel half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen beperkend voor de plantengroei. Nogal wat plantensoorten zijn aangepast aan nutriëntenarme omstandigheden en kunnen alleen succesvol voortbestaan op bodems met lage N-niveaus, omdat ze hier geen concurrentie ondervinden van snelgroeiende en stikstoftolerante soorten zoals grassen, bramen en brandnetels.

Stikstof kan op verschillende manieren in het leefmilieu van planten terechtkomen: door mineralisatie van organisch materiaal, aanvoer via water of de lucht en door natuurlijke of door mensen uitgevoerde bemesting (Figuur 3-1). Stikstof kan weer uit het leefmilieu worden verwijderd door denitrificatie door bacteriën, uitspoeling, opname in de voedselketen en oogst van gewas (waaronder ook cyclisch natuurbeheer valt).

3.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie

De uitstoot (emissie) van luchtverontreinigende stoffen is in West-Europa in de loop van de twintigste eeuw sterk toegenomen. Tot eind jaren zeventig van de vorige eeuw was zwaveldioxide (SO_2) de hoofdcomponent van luchtverontreiniging, maar daarna zijn stikstofverbindingen relatief en absoluut steeds belangrijker geworden. Stikstofoxiden (NO_x : vooral NO_2 en NO) ontstaan hoofdzakelijk bij de verbranding van fossiele brandstoffen in de industrie, elektriciteitscentrales, verwarmingsinstallaties en verkeer. De grootste bron hiervan is op dit moment het (vracht)verkeer. Ammoniakgas (NH_3) komt vooral vrij door vervluchtiging uit mest en urine bij beweiding, in de stal of opslag, en vroeger als de mest uitgereden werd over het land. Andere bronnen zijn de industrie, waar ammoniak vrijkomt bij enkele productieprocessen, het autoverkeer en de opslag van afvalwater.

Stikstofoxiden en ammoniak komen na emissie in de atmosfeer terecht. Eenmaal in de lucht wordt het geëmitteerde gas meegevoerd door de wind, waardoor het wordt verspreid en verdunning van de concentraties aan stoffen optreedt. Ook ondergaan deze stoffen chemische reacties onder invloed van het zonlicht en de aanwezigheid van andere stoffen. Hierdoor veranderen zowel de chemische samenstelling als de vorm van de stikstofhoudende deeltjes. In de atmosfeer komen stikstofverbindingen daardoor zowel als gas, ion en aerosol (kleine vaste deeltjes) voor. Omzetting in aerosolen is onder meer van belang voor de afstand waarover de desbetreffende stoffen getransporteerd worden.

Hoe ver de verschillende componenten komen, wordt bepaald door een complex van factoren, waarbij vooral de emissiehoogte, de uitstroomsnelheid, de atmosferische omstandigheden (snelheid van luchtstromingen, turbulentie e.d.), de snelheid van chemische omzettingen, de depositiesnelheid van de desbetreffende verbinding en de aard en ruwheid van het aardoppervlak met zijn vegetatie van belang zijn. Uiteindelijk zullen al deze stoffen op het aardoppervlak terechtkomen. Dit proces wordt depositie genoemd en kan op verschillende manieren verlopen.

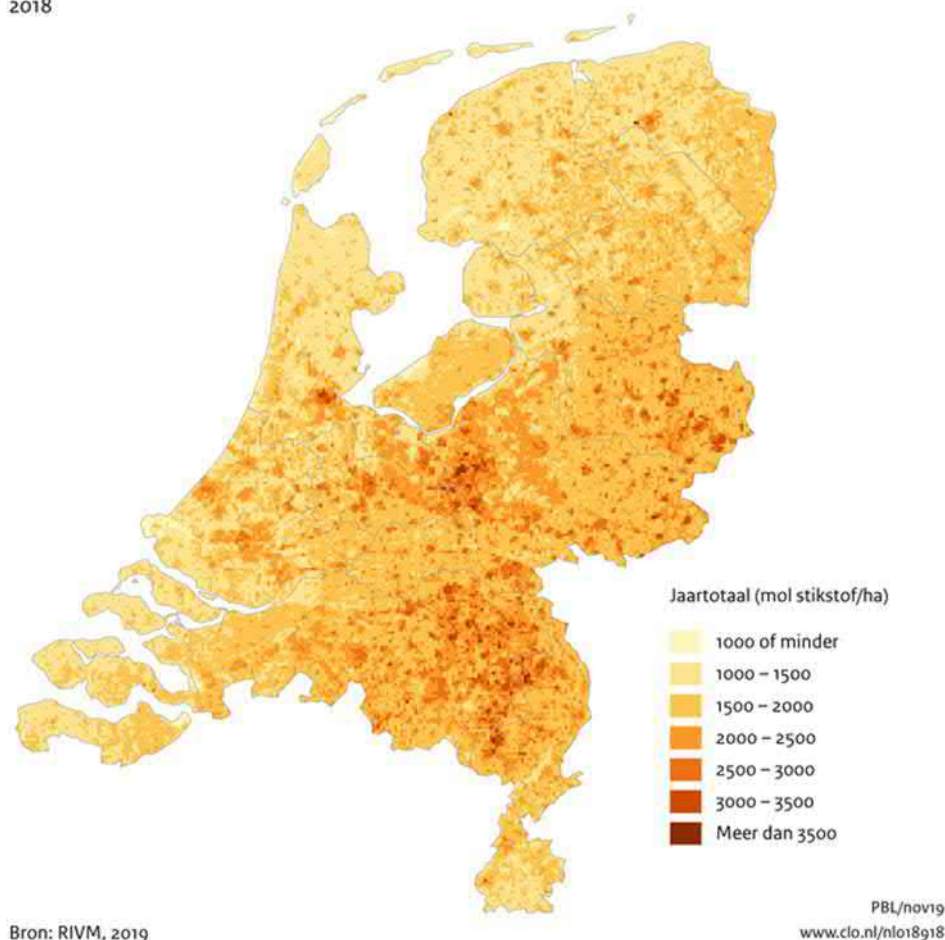
De directe afzetting of absorptie van gassen of aerosolen uit de atmosfeer aan het aardoppervlak (bodem, water of vegetatie) wordt droge depositie genoemd. Hoe hoger de snelheid van de depositie is, des te sneller wordt het gas of het deeltje uit de atmosfeer verwijderd. Zo is de transportafstand van NH_3 kort door de hoge depositiesnelheid van dit gas, terwijl die van het ammoniumaerosol door zijn lagere depositiesnelheid veel groter is. Een groot deel van de NO_2 wordt door het verkeer op lage hoogte uitgestoten. Echter, door de lage depositiesnelheid van NO_2 wordt deze stof toch veelal over grote afstanden getransporteerd.

Daarnaast treedt natte depositie op. Dit betreft het oplossen van emissies in wolken of regenwater en daaropvolgende neerslag van stikstofverbindingen. De natte depositie levert ongeveer 25-30% van de totale N-depositie. De rest is droge depositie.

Door de ruimtelijke verspreiding van de bronnen en de verschillende transport- en omzettingsprocessen in de atmosfeer, is de depositie van N-verbindingen niet overal gelijk (Figuur 3-2). Zelfs in een klein land als Nederland zijn de verschillen relatief groot: zo is de totale depositie van NO_x (de som van droge en natte depositie van $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{HNO}_3$) in de stedelijke gebieden (o.a. in het westen van ons land) duidelijk hoger, terwijl de totale depositie van NH_x (de som van droge en natte depositie van NH_4^+ en NH_3) hoger is in het landelijk gebied, waarbij de hoogste waarden in het Peelgebied, de Gelderse Vallei, Twente en de Achterhoek worden gevonden.

Stikstofdepositie

2018



Figuur 3-2 Achtergronddepositie stikstof in 2018 (bron: (Compendium voor de Leefomgeving 2019))

3.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof

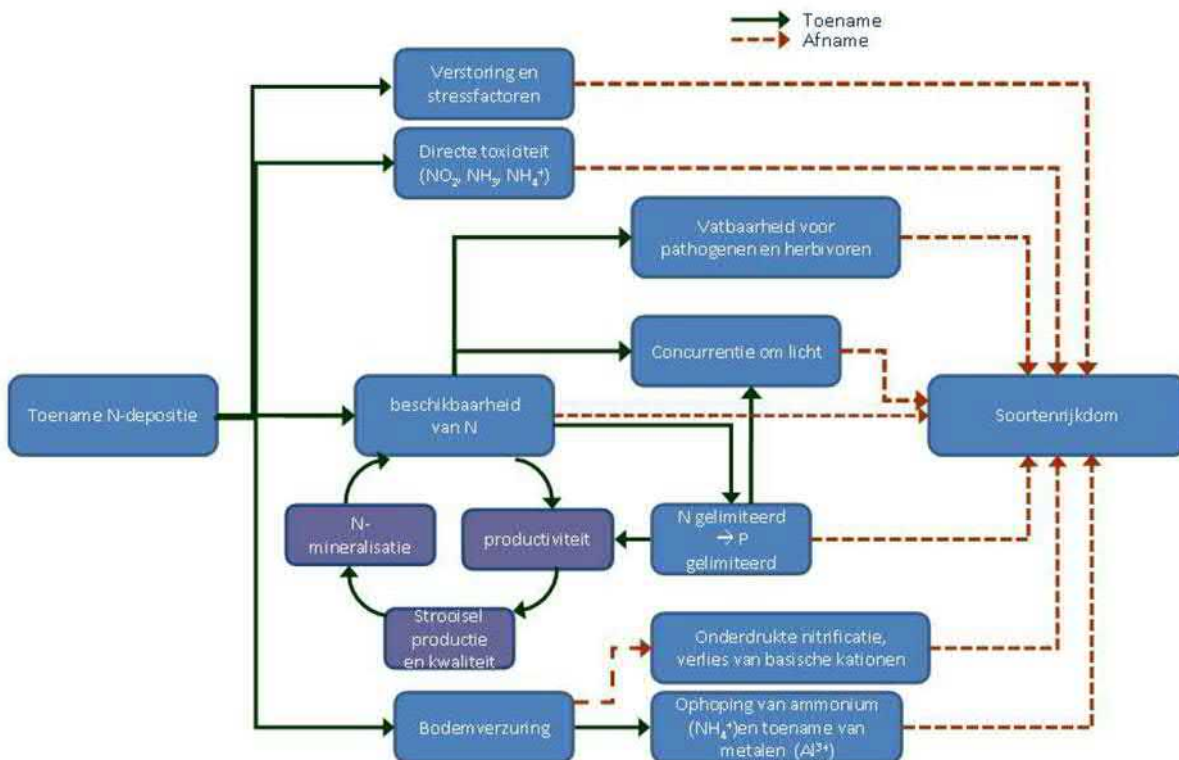
De theoretische potentiële gevolgen die als gevolg van een te hoge toevoer van reactieve stikstof voor planten kunnen optreden, zijn:

- Directe toxiciteit van hoge concentraties van gassen op individuele plantensoorten. De huidige concentraties van NH₃ en NO_x zijn in Nederland echter zo laag dat dit bijna niet meer voorkomt.
- Eutrofiëring door geleidelijke toename van de beschikbaarheid van stikstof. Een toename van de atmosferische stikstofdepositie in een voorheen onbelast gebied leidt in eerste instantie tot een toename van de beschikbaarheid van stikstof in bodem of water en aldus tot een verhoogde opname van stikstofverbindingen door de vegetatie. Dit proces wordt eutrofiëring genoemd. Door verhoogde toevoer en accumulatie van N-verbindingen zal de beschikbaarheid van stikstof voor planten geleidelijk toenemen. Als gevolg hiervan worden planten die in een stikstofarm milieu leven overheerst door (sneller) opkomende planten die gedijen bij veel stikstof, dit leidt bijvoorbeeld tot vergrassing.

Verzuring van bodem en water. Verzuring, oftewel afname van de buffercapaciteit, is een langetermijnproces dat ook van nature plaatsvindt door carbonzuur of organische zuren maar wat (zeer sterk) versneld kan worden door de toevoer van zure of verzurende stoffen uit de atmosfeer. Afhankelijk van de bodemsamenstelling kan dit complexe proces leiden tot een lagere pH, verhoogde uitspoeling van kationen (calcium, magnesium of kalium), verhoogde concentraties aan toxische metalen (vooral van aluminium) en veranderingen in de verhouding tussen nitraat en ammonium in de bodem (Clark en Tilman 2008). In deze situatie kunnen plantensoorten die resistent zijn tegen

dergelijke zure omstandigheden gaan overheersen en verdwijnen veel van de soorten die voorkomen in een milieu met een meer neutrale pH.

- Negatieve effecten van de verhoogde beschikbaarheid van gereduceerd N (ammonium of opgelost ammoniak in (neerslag)water). In veel gebieden met hoge N-depositie heeft gereduceerd N een groot aandeel in de totale N-depositie. Dit kan tot gevolg hebben dat ammonium de overheersende N-vorm in de bodem is. Dit is vooral het geval in bodems met een van nature lage omzetting van nitraat naar ammonium (pH < 4,5) of wanneer de bodem is verzuurd door atmosferische depositie. De omzetting van nitraat naar ammonium is een microbiel proces dat nitrificatie wordt genoemd. Verhoogde concentraties ammonium in de bodem of in het water kunnen allerlei negatieve gevolgen voor de plantengroei hebben. Deze effecten zijn het grootst in gebieden met voorheen matig gebufferde bodemcondities (pH 4,5-6,8) (Stevens, Manning, en van den Berg 2011). Juist zulke omstandigheden zijn vaak rijk aan bedreigde plantensoorten, zodat het aantal daarvan al gauw zal afnemen (Kleijn e.a. 2008).
- Toegenomen gevoeligheid voor secundaire stressfactoren, zoals schimmelinfecties en insectenplagen en vorst- of droogteschade. Luchtverontreiniging kan de vitaliteit van soorten verminderen, waardoor deze gevoeliger worden voor aantasting door schimmels, bacteriën, virussen of insecten. Ook de verhoging van het stikstofgehalte in de bladeren of wortels kan verhoogde aantasting door herbivore (plaag)insecten zoals de heidekever veroorzaken (Berdowski 1987). Door veranderingen in de fysiologie of groei kan bovendien de tolerantie van plantensoorten voor droogte of vorst veranderen.
- Verschuivingen in de chemische samenstelling (bijv. aminozuursamenstelling) van planten onder invloed van een grotere N-beschikbaarheid.



Figuur 3-3 Schematisch overzicht van de effecten van stikstofdepositie (Bobbink en Hettelingh 2011; Bobbink en Lamers 1999; Kros e.a. 2008).

Omdat soorten verschillend reageren op de invloed van stikstof, ontstaan veranderingen in groeisnelheid en daarmee in concurrentieverhouding tussen soorten. Dit leidt tot verdringing van minder concurrentiekrachtige soorten door stikstofminnende (nitrofiële) soorten, aangezien een groot deel van de soorten in half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen juist is aangepast aan een lage stikstofbeschikbaarheid in de bodem. De samenstelling van vegetaties (en daarmee ook van habitattypen) kan daardoor veranderen. Over het algemeen leidt dit tot verlies van langzaam groeiende, en voor de habitattypen kenmerkende soorten. De kwaliteit van de habitattypen neemt daardoor af. Daardoor verandert ook de kwaliteit van de betreffende vegetatie als voedsel voor herbivoren en leefgebied voor tal

van diersoorten verbonden aan de betreffende habitattypen, met potentieel gevolgen voor diersoorten hoger in de voedselketen.

De situatie in Nederland is samen te vatten als een langdurige (decennia) hoge belasting van stikstof, hoger dan de kritische depositiewaarden (zie volgende paragraaf de toelichting hier op) van habitattypen. Als gevolg van deze langdurige hoge belasting kunnen, met uitzondering van directe schade, de effecten optreden zoals in deze paragraaf opgesomd. Inzake de omvang waarbij effecten optreden concludeert (Mouissie 2019) op basis van de onzekerheden in de berekening van de kritische depositiewaarde en experimentele studies over dosis-effect relaties, dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer dan 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen, aangezien bij kleinere hoeveelheden geen verandering in de plantensamenstelling is waar te nemen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de kritische depositiewaarde het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt verder soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de kritische depositiewaarde ligt (Bobbink en Hettelingh 2011; Caporn e.a. 2016).

3.5 Kritische depositiewaarden

In deze beoordeling wordt het begrip kritische depositiewaarde (hierna KDW) gehanteerd. KDW's zijn gehanteerd om af te bakenen welke habitats als stikstofgevoelig worden beschouwd in dit project. De kritische depositiewaarde voor stikstof is gedefinieerd als "de grens, waarboven het risico niet kan worden uitgesloten dat de kwaliteit van het habitatype significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermistende invloed van de atmosferische stikstofdepositie" (van Dobben en van Hinsberg 2008).

De kritische depositiewaarden die in de herstelstrategieën als uitgangspunt worden genomen, zijn specifiek voor habitattypen in Nederland vastgesteld in (Dobben e.a. 2012). In dat rapport zijn verschillende kennisbronnen ten aanzien van kritische depositiewaarden met elkaar gecombineerd via een vast protocol (Dobben e.a. 2012). De kritische depositiewaarden konden worden vastgesteld met een nauwkeurigheid van 70 mol N/ha/jaar (= 1 kilogram N).

Van de 51 habitattypen die in Nederland voorkomen zijn 45 gevoelig voor een overmaat van stikstof. De kritische depositiewaarden van deze habitattypen variëren van 400 tot 2.400 mol N/ha/jaar.

Wanneer de achtergronddepositie ter plekke van een habitatype hoger is dan de KDW van dat habitatype, of wanneer door toevoeging de KDW wordt overschreden, kan niet worden uitgesloten dat een verdere toename van de stikstofdepositie leidt tot (verdere) aantasting van dat habitatype. In Nederland wordt de KDW op dit moment in zeer veel stikstofgevoelige gebieden en habitattypen overschreden.

De KDW van een habitatype is geen harde grens waarboven nadelige effecten op de vegetatie met zekerheid zullen optreden: "Deze unieke waarden moeten gezien worden als de meest waarschijnlijke waarde gezien de huidige stand van kennis. Wanneer de atmosferische depositie hoger is dan de KDW van het habitat bestaat er een duidelijk risico op een significant negatief effect, waardoor het instandhoudingsdoel voor een habitat (in termen van kwaliteit en oppervlakte) niet duurzaam kan worden gerealiseerd. Hoe hoger de overschrijding van het kritische niveau en hoe langduriger die overschrijding, hoe groter het risico op ongewenste effecten op de biodiversiteit" (Dobben e.a. 2012). In de uitspraak van de ABRvS inzake het PAS is aangegeven (r.o. 14.5 ECLI:NL:RVS:2019:1603):

Anders dan de Werkgroep ziet de Afdeling in het arrest [red. van de uitspraak van het Europese Hof van Justitie inzake de prejudiciële vragen over het PAS) geen aanknopingspunt dat de kritische depositiewaarde als een absolute grenswaarde zou gelden voor het bepalen van de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen. De mate en duur van de overschrijding van de kritische depositiewaarde zijn naar het oordeel van de Afdeling wel belangrijke indicatoren voor de beoordeling of de daling van de depositie door de PAS-bronmaatregelen en de effecten van de herstelmaatregelen in de gebieden al dan niet nodig zijn voor het behoud en het voorkomen van verslechtering van de stikstofgevoelige natuurwaarden. Zo zal voor een gebied waar sprake is van een ongunstige staat van instandhouding en een forse, nog jarenlang voortdurende overschrijding van de kritische depositiewaarde, eerder sprake zijn van maatregelen die nodig zijn voor het behoud of voorkomen van verslechtering, dan voor een gebied waar zeker is dat, bijvoorbeeld door de autonome ontwikkeling, de stikstofbelasting zodanig zal afnemen dat overschrijding binnen een afzienbare termijn de kritische depositiewaarde nadert.

In de kritische depositiewaarden is de invloed van andere bronnen (die leiden tot vermisting) dan depositie, zoals ammonificatie en denitrificatie en aanvoer via grond- en oppervlaktewater meegenomen. Ook is rekening gehouden met beheer van de habitattypen, als gevolg waarvan een aanzienlijk deel van de stikstof die opgeslagen is in het levende plantenmateriaal veelal weer uit het systeem wordt verwijderd.

3.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland

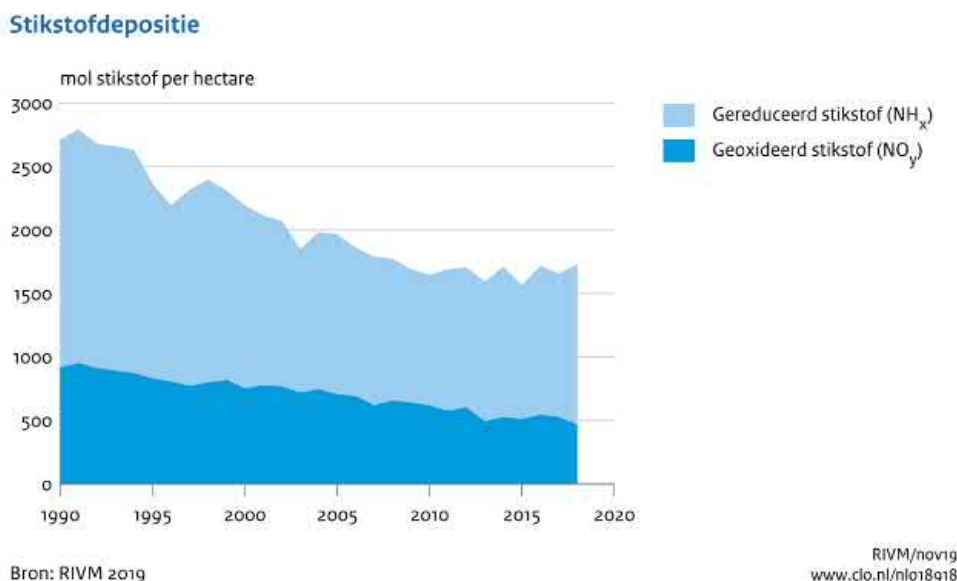
De totale stikstofdepositie is in Nederland na 1950 tot aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw sterk gestegen door de groei van de intensieve veehouderij en het gebruik van fossiele brandstoffen. De landelijk gemiddelde stikstofdepositie bedroeg in 1990 ruim 2.700 mol stikstof per hectare en is sindsdien geleidelijk gedaald tot ruim 1.700 mol stikstof per hectare in 2016 (zie Figuur 3-4). De daling is de laatste jaren afgevlakt. Dit komt onder andere doordat de ammoniakuitstoot niet meer daalde. Al drie tot vier decennia is gereduceerd stikstof (N) de overheersende vorm (> 75 %) van stikstofdepositie in Nederlandse natuurterreinen (de Haan e.a. 2008).

Volgens de 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland - rapportage-2017' van het Planbureau voor de Leefomgeving (Smeets e.a. 2017) zal de totale uitstoot en daardoor ook de depositie van stikstof in de toekomst weer verder afnemen. De daling in stikstofdepositie op lange termijn (1990-2016) is het gevolg van lagere emissies van zowel stikstofoxiden als van ammoniak (NH₃). De emissie van stikstofoxiden in Nederland daalde sinds 1990 met circa 65%. Deze daling is het resultaat van maatregelen bij het verkeer (o.a. invoering katalysator), bij de industrie en in de energiesector.

De NH₃-emissie door agrarische bronnen in Nederland is sinds 1990 met naar schatting 70% gedaald. Deze emissiedaling is het gevolg van maatregelen zoals verbeterde voersamenstelling, het gebruik van emissiearme stallen, het afdekken van mestsilos en het direct onderwerken van mest bij de aanwending.

In de periode 2005-2016 lijkt de totale stikstofdepositie (N-totaal) gedaald, echter deze daling is niet statistisch significant. Over deze periode is de schijnbare daling van gereduceerde stikstof niet statistisch significant maar de daling van geoxideerde stikstof wel (dat zijn stikstofoxiden en opgeloste stikstofoxiden in (neerslag)water)).

Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10%, Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de orde van grootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.



Figuur 3-4 Ontwikkeling van stikstofdepositie in Nederland (CLO en RIVM 2019)

4 Methode ecologische beoordeling

4.1 Inleiding

Aanpak

De rekenresultaten uit Aerius wijzen uit dat sprake is van enige depositie op een aantal stikstof gevoelige Nederlandse Natura 2000-gebieden. Aangezien voor een groot aantal Natura 2000-gebieden geldt dat een belangrijk deel van de habitattypen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen sprake is van een overbelasting ten gevolge van de achtergronddepositie, kunnen negatieve effecten niet op voorhand uitgesloten worden.

In deze ecologische beoordeling wordt geanalyseerd of deze depositie van stikstof door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma tot significant negatieve effecten kan leiden voor de instandhoudingsdoelstellingen en de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Hierbij wordt de volgende aanpak gehanteerd:

- De beschrijving wordt beperkt tot habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen (IHD)⁵ zijn vastgesteld.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zal de emissie ook geen effect hebben op het behalen van IHD's van soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied niet met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zullen eventuele effecten ook voor de soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen, beoordeeld moeten worden.

Uitzondering op de regel dat effecten op soorten zijn uit te sluiten wanneer effecten op habitattypen niet optreden is het mogelijke effect van stikstofdepositie op de nauwe korfslak. Deze soort kan een effect ondervinden van de maatregelen die getroffen worden om stikstofdepositie tegen te gaan. Deze soort wordt zodoende apart behandeld in paragraaf 5.1.3."

Instandhoudingsdoelen en KDW

Het vertrekpunt voor de beoordeling is de huidige staat van habitattypen waarvoor geldt dat in veel gevallen sprake is van een stikstofdepositie die autonoom (dus zonder het project) hoger ligt dan het niveau van de kritische depositiewaarde (KDW) voor de betreffende habitattypen. Voor veel van deze habitattypen geldt daarbij dat de gewenste omvang en kwaliteit van het habitatype in de huidige situatie niet voldoen aan het gestelde instandhoudingsdoel⁶.

Het effect van de tijdelijke depositie op de instandhoudingsdoelstellingen wordt bepaald door te beoordelen welk negatief effect de tijdelijke toevoeging van depositie heeft. Er is reeds gedurende lange tijd (circa vier decennia) sprake van een hoge stikstofemissie in Nederland. Het effect van het project moet worden beoordeeld in het licht van de toevoeging die zij doet. Daarbij staat de vraag centraal of de tijdelijke depositie:

- Een direct effect kan hebben waardoor het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald en/of;
- Ertoe leidt dat het instandhoudingsdoel niet binnen redelijke termijn behaald kan worden.

Op zichzelf geldt geen termijn voor het behalen van een gesteld instandhoudingsdoel op grond van de Habitat- of Vogelrichtlijn. Sinds de jaren '80 is sprake van zeer hoge stikstofemissies en -deposities. Deze deposities zijn indertijd ook als knelpunt voor de natuur geïdentificeerd en er zijn beleidsdoelstellingen gesteld en maatregelen getroffen⁷. De vraag is relevant wat bij het beoordelen van de haalbaarheid van instandhoudingsdoelstellingen een redelijke termijn is. Gezien de decennia met zeer hoge tot hoge belasting is duidelijk dat stikstof niet tot directe negatieve effecten leidt maar tot abiotische condities die ontwikkeling of kwaliteit belemmeren en/of beïnvloeden van het habitatype of leiden

⁵ Hierna worden habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen in het kader van een Natura 2000-gebied zijn gesteld, aangeduid met 'habitattypen'.

⁶ Compendium voor de Leefomgeving. In de periode 2013-2018 was 12% van de habitattypen in een gunstige staat van instandhouding (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl1617-duiding-provinciale-indicatoren?ond=20893>)

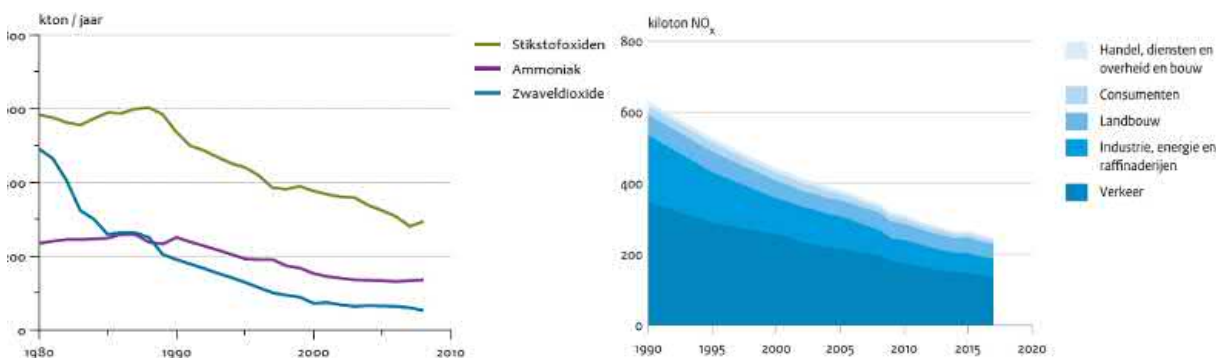
⁷ Zure regen. Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland. (Velders et al, PBL, 2010).

tot concurrerende begroeiing. Door verschillen van 10-tallen mollen of meer tussen achtergronddeposities en kritische depositiewaarden en de bijdrage van bronnen in de achtergrond waarop nationaal zeer beperkt invloed is (als gevolg van emissies uit het buitenland, zeescheepvaart, Europese emissie-eisen voertuigen), is het niet realistisch uit te gaan van een korte termijn voor het behalen van instandhoudingsdoelstellingen. Realistisch gezien kan niet anders worden aangenomen dan dat herstel een langere termijn behoeft van minimaal een decennium. Uiteraard geldt dit in combinatie met reguliere en periodieke beheermaatregelen die onderdeel zijn van de beheerplannen.

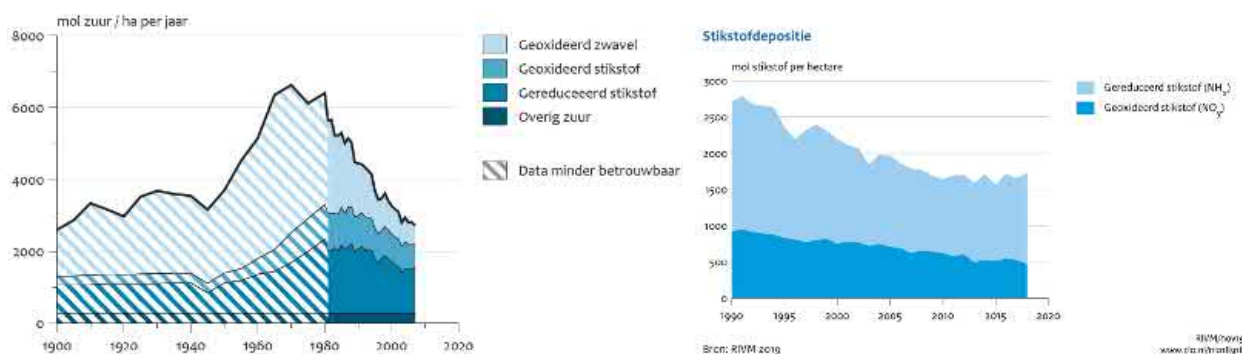
4.2 Bijdrage project

4.2.1 Landelijk beeld

De stikstofemissies naar de lucht en de deposities ten gevolge daarvan zijn historisch gezien reeds enkele decennia hoog. Zoals in paragraaf 3.3 van deze ecologische beoordeling is beschreven, zijn emissies naar de lucht vanuit verschillende beleidsterreinen een aandachtspunt. Beleid ten aanzien van de reductie is in de jaren '80 in eerste instantie intensief opgepakt in het kader van het tegengaan van zure regen, waarin ook stikstofoxiden een rol spelen. Dit probleem is afdoende aangepakt, met name door de reductie van emissies van zwaveldioxide. De impact van stikstofoxiden is op dit moment, vanuit ecologisch perspectief, nog steeds relevant aangezien dit tot negatieve effecten leidt. De volgende figuren laten zien dat emissies van stikstof sinds de jaren '80 zeer hoog zijn geweest, maar sinds 1990 een dalende trend vertonen, zij het dat de trend van de daling afneemt. Dit is terug te zien in de deposities die, evenals de emissies, grofweg zijn gehalveerd tussen 1990 en 2010.



Figuur 4-1 Ontwikkeling stikstofemissies sinds 1980. (Buijsman e.a. 2010)



Figuur 4-2 Ontwikkeling depositie mol N/ha/jaar. sinds 1980⁸. (Buijsman e.a. 2010; CLO en RIVM 2019)

De daling van emissies en deposities is het gevolg van maatregelen die getroffen zijn op verschillende terreinen. Dit betreft bijvoorbeeld emissie-eisen aan voertuigen en verbrandingsinstallaties en eisen aan de landbouw. Uit de

⁸ De PBL-rapportage (Velders et al, 2010) geeft aan dat de betrouwbaarheid van de data inzake stikstofdeposities onvoldoende wordt geacht voor de periode voor 1980.

afvlakking van deze emissies volgt dat bij strengere emissie-eisen een verdere reductie steeds moeilijker bereikt wordt aangezien dit veelal gepaard gaat met significant hogere kosten.

In dat kader is te zien dat, mede vanuit de beleidsvelden ten aanzien van andere emissies (broeikasgassen), beleid gericht is op de introductie van meer hernieuwbare energie om inzet van fossiele brandstoffen te vermijden in plaats van te verschonen. Hiervoor wordt overgegaan op elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector, terwijl parallel de elektriciteit door middel van hernieuwbare bronnen wordt opgewekt. Elektrificatie is een sector-overstijgende hoofdlijn in het in juni 2019 afgesloten Klimaatakkoord ter uitvoering van de nationale klimaatdoelstellingen. Vaststaat dat de productie van dit verbruik in 2050 nagenoeg vrij is van emissies, behoudens elektriciteit opgewekt uit biomassa-verbranding, aangezien bij wet is vastgelegd dat in 2050 de elektriciteitsproductie volledig CO₂-neutraal is in 2050 (art. 2 lid 2 Klimaatwet).

De door de windparken op zee opgewekte elektriciteit vervangt energie opgewekt uit fossiele bronnen en voorkomt de stikstofemissies die daarbij vrijkomen. Het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma levert een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening en is voorwaardelijk voor (duurzame) elektrificatie. Het project levert daarmee een belangrijke bijdrage én is voorwaarde scheppend voor het verder reduceren van de stikstofdeposities in Nederland.

Dit is in de tijd gezien ook een belangrijke stap: de eerder afgesproken Europese doelstelling van reductie van CO₂-uitstoot van 40% in 2030 en voor Nederland een reductie van 49% wordt met de Green Deal verhoogd. Met de Green Deal wordt in Europa voor 2030 een CO₂-reductiedoelstelling van 55% nagestreefd, dit betekent voor Nederland waarschijnlijk een reductie van rond de 60%. Dit betekent een additionele reductie-opgave ten opzichte van het Klimaatakkoord.

4.2.2 Stikstofemissies en -deposities van het project

Er treden emissies op naar de lucht tijdens de aanleg van het project door de inzet van voer-, vaar- en werktuigen. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats op land en op zee. Op land wordt een transformatorstation gerealiseerd, dit is een uitbreiding van het transformatorstation dat reeds aanwezig is. Tevens wordt vanaf het station een kabel aangelegd op land en op zee naar een platform IJmuiden Ver Gamma op zee. Bij de aanleg zijn er diverse emissiebronnen te onderscheiden. In 0 is een overzicht gegeven van de emissiebronnen van het project voor respectievelijk de aanleg van kabelconfiguratie 1x4 en 2x2.

De emissies betreffen een conservatieve inschatting, om een zo reëel mogelijke effectbepaling te kunnen uitvoeren. In de werkelijkheid zijn de emissies, en daarom ook de deposities ten gevolge daarvan, lager. Emissies van stikstof zijn niet te vermijden gedurende de aanlegfase omdat de werktuigen en transportmiddelen die de grootste bijdrage leveren aan de stikstofemissie (kabellegschepen, baggerschepen, jack ups) niet emissieloos beschikbaar zijn. Het is niet ondenkbaar dat op (relatief lange) termijn emissies bij werkzaamheden aan soortgelijke projecten kunnen worden uitgesloten. Een alternatieve uitvoering van het project die vrij is van emissie is niet mogelijk met de huidige stand van de techniek. TenneT is zich sterk bewust van de mogelijkheden om emissies te beperken in de uitvoering door de selectie van materieel of werkmethoden die de inzet in tijd en daarmee emissie van werktuigen en transportmiddelen beperken. De aanscherping van emissie-eisen in de tijd vanuit IMO en de Europese Unie leveren hier een belangrijke bijdrage aan, echter dat gaat (zeer) langzaam aangezien dit doorwerkt via de vervanging van voer-, vaar- en werktuigen terwijl de levensduur van bijvoorbeeld schepen zeer lang is. In het onderhavige project Net op zee IJmuiden Ver Gamma wil TenneT daarom het beperken van emissies stimuleren ten opzichte van 'business as usual'. Dit doet zij door:

- In de uitgangspunten is door TenneT al het uitgangspunt genomen dat op baggerschepen, die een groot aandeel in de emissie hebben, een grote reductie wordt toegepast. Dit is ook de minimale eis die TenneT stelt aan de markt;
- Voor de overige werkzaamheden wil TenneT de aannemers stimuleren extra maatregelen te nemen door dit te belonen met een hoge fictieve korting op de inschrijfprijs.
- De aannemer te informeren over de mogelijkheden voor stikstofreductie. In werksessies in de tenderfase wordt inzicht geboden in mogelijkheden, zoals selectie van materieel, gedragsregels tijdens de bouw (stationair draaien), elektrificatie mogelijkheden of ombouw van apparatuur (bijvoorbeeld inbouw SCR).

De projecten van TenneT vinden plaats binnen het kader van openbare aanbestedingstrajecten waardoor voor een lopend project informatie concurrentiegevoelig is of niet dwingend mag worden voorgeschreven.

TenneT zal echter de meerkosten accepteren van reductieopties die redelijk, zinvol en (maatschappelijk) te verantwoorden zijn, waardoor emissies met zekerheid lager zullen zijn dan in een business as usual-scenario.

Rekening houdend met het bovenstaande is uitgegaan van een emissiereductie van 80% op het business as usual-scenario.

4.2.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie

De emissies ten gevolge van het project leiden tot tijdelijke en geringe deposities van stikstof. De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma maakt onderdeel uit van de totale uitrol van windenergie op zee: aanleg van windparken, inclusief de aansluiting via de netten op zee op het landelijke hoogspanningsnet.

Tabel 4-1 geeft de jaarlijkse elektriciteitsproductie weer van het windpark IJmuiden Ver. De opgewekte elektriciteit wordt door het Net op zee IJmuiden Ver Gamma op het hoogspanningsnet op land gebracht. Deze productie van elektriciteit door windturbines is nagenoeg⁹ vrij van emissies naar de lucht. De productie is significant, aangezien dit ten opzichte van het huidige jaarlijks elektriciteitsverbruik (111 miljard kWh, CBS 2021) een aandeel van circa 7,5% vertegenwoordigt.

Zoals Tabel 4-1 laat zien wordt door de productie van elektriciteit een significante reductie van stikstofemissies bereikt. Ter referentie is daarbij de emissie gegeven die optreedt bij een vergelijkbare hoeveelheid energie met fossiele energiebronnen. Emissiereductie vindt echter niet alleen plaats door vervanging van energieproductie bij bestaande energiecentrales, maar ook door de bijdrage aan de elektrificatie van genoemde sectoren, zoals in de vorm van elektrisch rijden.

Tabel 4-1 Energieproductie, stikstofuitstoot en vermeden emissies (Pondera Consult & Arcadis, 2021)

Energieproductie windparken IJmuiden Ver Gamma	Vermeden emissie per jaar NO _x a.g.v. energieproductie windparken IJmuiden Ver Gamma	Vermeden emissie NO _x over 25 jaar (levensduur) energieproductie windparken IJmuiden Ver Gamma	Totaal emissie aanlegfase in NO _x
8.567 GWh/jr ¹⁰	2.224 ton	55.600 ton	677 ton

Door vervanging van fossiele energieopwekking levert de realisatie van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma een significante bijdrage aan de verdere afname van de stikstofemissies en -deposities in Nederland ter plaatse van habitattypen in Natura 2000-gebieden. Na een tijdelijke emissie van 677 ton NO_x gedurende de bouwfase, is een jaarlijkse reductie mogelijk van 2.224 ton NO_x gedurende 25 jaar exploitatie. De totale reductie over 25 jaar is circa 55.600 ton NO_x¹¹ en levert daarmee een significante bijdrage aan de gewenste daling van stikstofemissies, in een veelvoud van de emissies die tijdelijk optreden bij de aanleg. Daarnaast maakt het project, door de opwekking van hernieuwbare energie, een verdere reductie mogelijk door elektrificatie.

⁹ Bij de productie, bouw, onderhoud en verwijdering van windturbines komen ook emissies naar de lucht voor. Deze emissies zijn echter in circa een jaar of minder ‘terugverdiend’, doordat de windturbines jaarlijks een hoeveelheid elektriciteit produceren die anders door verbranding van fossiele brandstoffen met bijbehorende emissies opgewekt zou worden. Bronnen: (Ghenai 2012; Haapala en Preedanood 2014)

¹⁰ Blix, Pondera et al (2020). Determination of the cost levels of wind farms (and their grid connections) in new offshore wind energy search areas, WOZ2180096.

¹¹ De berekening van vermeden emissies is mede afhankelijk van de daadwerkelijke emissies door elektriciteitscentrales. Deze centrales zijn de afgelopen jaren schoner geworden. In de berekening is rekening gehouden met een emissiereductie van 0,03 kg NO_x/GJ met 2019 als referentiejaar (CBS 2021, Emissies van luchtverontreinigende stoffen volgens NEC richtlijnen). Dit cijfer was in 2000 0,13 kg, in 2010 0,05 kg en in 2019 dus 0,03. De verwachting is dat dit cijfer mogelijk nog wat verder zal dalen, maar niet meer zo hard als de afgelopen jaren, waardoor de reductie van NO_x in genoemde tabel mogelijk kleiner zal zijn. Daar staat tegenover dat er dan ook minder emissie van elektriciteitscentrales zijn, hetgeen per saldo voor stikstofgevoelige habitattypen een gunstig effect heeft.

4.3 Wijze van beoordelen

4.3.1 Hoogte van de depositie

Uit de Aerius-berekening komt naar voren dat er een tijdelijke en beperkte depositie ten gevolge van het project optreedt in een groot aantal Natura 2000-gebieden en binnen deze gebieden op een groot aantal habitattypen. Deze depositie is tijdelijk van aard aangezien die voortkomen uit de aanlegwerkzaamheden binnen een periode van drie á vier jaar. Voor de berekening is worst-case aangenomen dat alle werkzaamheden in een periode van één jaar worden uitgevoerd.

De hoogste depositie voor de 1x4 kabelconfiguratie treedt op in het Natura 2000-gebied Voordelta en bedraagt in zijn totaliteit 1,06 mol N/ha gedurende de aanlegfase van drie tot vier jaar. De hoogste depositie voor de 2x2 kabelconfiguratie treedt ook op in het Natura 2000-gebied Voordelta en bedraagt in zijn totaliteit 1,09 mol N/ha. Voor zowel de 1x4 als de 2x2 kabelconfiguratie treedt de hoogste depositie op de habitattypen H2130A Grijze duinen (kalkrijk) en H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) op.

In 0 en 0 zijn de resultaten van de Aerius-berekeningen van de aanlegfase opgenomen. De Aerius-output geeft alleen de deposities weer van stikstofgevoelige habitattypen. Habitattypen die niet stikstofgevoelig zijn ondervinden geen negatieve effecten ten gevolge van de stikstofdepositie en een beoordeling is niet nodig. De samenvattende tabel van de Aerius-berekening, zoals opgenomen in 0 en 0, geeft alleen het projecteffect weer en houdt geen rekening met een eventuele overschrijding van de kritische depositiewaardes (KDW). Voornoemde gegevens zijn wel beschikbaar in de Aerius-calculator en de achterliggende database. In de beoordeling is uitgegaan van de daadwerkelijke database en niet van de samenvattende pdf uit 0 en 0. Dit heeft geen effect op de beoordeling.

4.3.2 Beoordelen effect stikstofdepositie

De ecologische effecten van depositie, ook van tijdelijke en beperkte deposities, zijn beoordeeld voor alle habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die gevoelig zijn voor stikstof en waar sprake is van een toename van stikstofdepositie als gevolg van het project. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle gebieden die een stikstofbelasting ontvangen.

De beoordeling vindt plaats op basis van het bepalen en toepassen van de potentiële effectrelaties van stikstofdepositie en ecosystemen. Deze effectrelaties zijn geldig voor alle habitattypen. De effecten van de depositietoenames op de betrokken Natura 2000-gebieden is als volgt beoordeeld:

1. Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling Voornes Duin (zie hoofdstuk 5)
2. Algemene effectbeoordeling gevolgen van een tijdelijke depositie (zie hoofdstuk 6)

Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling en aanvullende selectie habitattypen

Voor het Natura 2000-gebied dat de hoogste stikstofdepositie ontvangt en gevoelig is voor stikstof, is een gebiedsspecifieke effectbeoordeling uitgevoerd. Deze specifieke beoordeling is bedoeld om ook vanuit een inhoudelijke toetsing (een concreet Natura 2000-gebied en habitatype) het effect van de stikstofdepositie te beoordelen. Het geeft daarmee een concreet inzicht in wat de betekenis is van een tijdelijke, lage stikstofdepositie in het ecosysteem van habitattypen (al dan niet in een overbelaste situatie). De effectbeoordeling gaat in op de effecten op de habitattypen van het Natura 2000-gebied met de hoogste stikstofdepositie ten gevolge van het project, in dit geval de Voornes Duin.

Algemene beoordeling

De algemene beoordeling betreft de analyse van de mogelijke effecten van zeer kleine en tijdelijke toenames van stikstofdepositie in ecosystemen en daarmee op habitattypen in Natura 2000-gebieden. Hierin wordt onderbouwd dat een eenmalige, kleine depositie in algemene zin niet kan leiden tot zichtbare veranderingen in habitattypen en dat daarmee de natuurlijke kenmerken van betrokken Natura 2000-gebieden niet worden aangetast. De beoordeling voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is geldig voor alle habitattypen waar sprake is van een tijdelijke, kleine stikstofdepositie.

De beoordelingsaspecten, uitgewerkt in hoofdstuk 6, zijn gebaseerd op de uitgangssituatie dat de KDW is overschreden en het habitatype een ongunstige staat van instandhouding kent. Omdat niet alle KDW's worden overschreden en niet alle habitattypes een ongunstige staat van instandhouding kennen, is dit een worstcase

uitgangspunt. Andere omgevingsaspecten die een negatieve invloed hebben op een habitatype op een specifieke locatie kunnen een groter effect hebben, waardoor een eventueel effect van stikstof minder of niet relevant is.

4.3.3 Leefgebieden versus habitatypen

In Aerius wordt naast de habitatypen ook onderscheid gemaakt in zoekgebieden van habitatypen en leefgebieden van habitatrictlijnsoorten. Zoekgebieden zijn die gebiedsdelen waar men verwacht of beoogd habitatypen te kunnen ontwikkelen. Deze worden niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitatype beschouwd, mede ook omdat de depositie op de zoekgebieden lager is dan die van het habitatype zelf. Leefgebieden zijn opgesteld en vastgesteld door Sovon in 2016 (Sierdsema e.a. 2016) en fungeren als hulpmiddel voor het te voeren beheer en vergunningverlening. Daarnaast zijn de leefgebieden opgesteld voor de PAS om leefgebied van stikstofgevoelige soorten in kaart te brengen. Voor de leefgebieden zelf zijn geen instandhoudingsdoelen opgesteld per Natura 2000-gebied.

Een verslechtering van het leefgebied is in deze ecologische beoordeling gelijkgeschakeld met de beoordeling van de habitatypen waar deze leefgebieden door gevormd worden en zijn daarmee niet apart beoordeeld. Het effect op een habitatype is gelijk aan een effect op een leefgebied. De drempel van een merkbaar negatief effect ten gevolge van stikstof is voor soorten een stuk hoger dan voor een habitatype. Bijvoorbeeld de verandering in samenstelling van vegetatie door een verhoogde voedselrijkdom hoeft voor een vogel niet te betekenen dat de kwaliteit van het leefgebied is afgenomen. Voor de kwaliteit van het habitat is echter de samenstelling van de vegetatie wel een belangrijke maatstaf. Uitzondering op de regel dat soorten later een effect ondervinden dan leefgebieden of habitatypen is de nauwe korfslak. Dit omdat, naast een mogelijk effect van successie en verruiging, de korfslak ook een effect kan ondervinden van maatregelen die worden getroffen om effecten van depositie tegen te gaan. Deze kunnen gerekend worden tot indirecte effecten van stikstofdepositie en worden om deze reden los behandeld. Zie hiervoor verder paragraaf 5.1.3.

5 Effectbeoordeling habitattypen

5.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

5.1.1 Wijze van beoordeling

In dit hoofdstuk is een nadere uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In deze beoordeling is per habitatype een analyse gemaakt van het voorkomen en de kwaliteit van het habitatype zoals beoordeeld in beheerplannen en gebiedsanalyses. Dit is tevens ook beschreven voor de nauwe korfslak. Dit is de situatie in het gebied zoals die was voordat eventuele aanvullende instandhoudingsmaatregelen waren genomen. Ook is beschreven wat de huidige situatie is ten aanzien van stikstofdepositie en of, en zo ja in welke, mate nog sprake is van overschrijding van de KDW. Daarnaast zijn andere knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen beschreven.

In de beoordeling van het effect van de toename van de stikstofdepositie door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma is uitgegaan van het reguliere beheer dat in de gebieden plaatsvindt. Dit beheer wordt al vele jaren tot decennia in natuurgebieden uitgevoerd door professionele instanties in opdracht van de overheid. De resultaten van het reguliere terreinbeheer, ten aanzien van de aard en kwaliteit van de aanwezige natuurwaarden is evident en staat wetenschappelijk niet ter discussie.

De maatregelen die in het kader van het PAS zijn geformuleerd in de gebiedsanalyses en zijn opgenomen in de beheerplannen voor de Natura 2000-gebieden worden onverkort doorgezet, ondanks het wegvallen van het PAS als instrument voor vergunningverlening. Rijk en provincies, als verantwoordelijke overheden voor Natura 2000, zien de realisatie van deze maatregelen als een belangrijke pijler voor het oplossen van de stikstofcrisis. In aanvulling op de al eerder gereserveerde middelen voor de uitvoering van de PAS-maatregelen (€ 500 miljoen), zijn aanzienlijke extra budgetten gereserveerd voor verdere versterking van de Natura 2000-gebieden (€ 300 miljoen per jaar gedurende 10 jaar).

Veel van de aanvullende maatregelen zijn nog niet of recent getroffen, waarbij het resultaat nog niet gemonitord of gedocumenteerd is. Bovendien zal een deel van de maatregelen pas op enige termijn tot meetbaar resultaat leiden, vanwege de ontwikkelingstijd van de betrokken ecosystemen. In deze effectbeoordeling zijn alleen de aanvullende instandhoudingsmaatregelen in beschouwing genomen die tot en met 2020 zijn uitgevoerd. Maatregelen die vorig jaar of dit jaar (2022) of nog niet zijn uitgevoerd, zijn niet in de effectbeoordeling betrokken, omdat het effect van de maatregel of de uitvoering nog niet vaststaat (hoewel het zeer aannemelijk is dat deze maatregelen uitgevoerd worden gezien het omvangrijke beschikbaar gestelde budget, en het belang van de maatregelen als bijdrage aan de oplossing van de stikstofcrisis). Daar waar resultaten van maatregelen niet bekend zijn, is aangesloten op de wetenschappelijke beoordeling van de effectiviteit van beheermaatregelen ten aanzien van het voorkomen of beperken van effecten van stikstof. Deze wetenschappelijke inzichten zijn opgenomen in de PAS-herstelstrategieën, die voor alle habitattypen zijn opgesteld.

Maatregelen die zich richten op systeemherstel, zoals herstel van verstuivingsdynamiek in duinen, leiden tot een directe verbetering in de robuustheid van de betrokken systemen, ook ten aanzien van de effecten van nog optredende te hoge stikstofdeposities. Vormen van regulier beheer als begrazing, maaien, periodiek plaggen en chopperen en opslag verwijderen, leiden tot een permanente verwijdering van stikstof uit het systeem en hebben daarmee ook onmiddellijk resultaat ten aanzien van het voorkomen van effecten van te hoge stikstofdeposities.

Bij de ecologische beoordeling van de effecten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- PAS-gebiedsanalyse van het Natura 2000-gebied Voornes Duin;
- Beheerplan bijzondere natuurwaarden Voornes Duin
- Profielendocumenten van de betrokken habitattypen;
- Herstelstrategieën PAS voor de betrokken habitattypen;
- Actuele gegevens over uitvoering van generiek beheer en aanvullende instandhoudingsmaatregelen, verzameld in opdracht van TenneT;
- Natuurkennis.nl.

5.1.2 Korte gebiedskarakteristiek

Voornes Duin bestaat uit het duingebied bij Oostvoorne, de zilte oeverlanden van het Brielse Gat en het Rak van Scheelhoek met een uitloper langs het Haringvliet ten zuiden van de weg over de Haringvlietssluis (N57). Het gebied behoort tot de botanisch meest waardevolle duingebieden van ons land, met een hoge soortenrijkdom en grote verscheidenheid aan levensgemeenschappen. In Voornes Duin komen, anders dan in veel van de Hollandse duinen, geen oude duin- en strandafzettingen voor. De noordwest flank bestaat tot 20 meter diepte uit jonge duin- en strandzanden; dit is zeer kalkrijk zand. Het overige deel van het gebied bestaat uit een afwisseling van jonge duin- en strandzanden van variabele dikte.

Voornes Duin ligt op een bijzondere landschappelijke plek nabij het mondingsgebied van een aantal grote rivieren. De omvang en dikte van de zandpakketten is naar verhouding gering, waardoor slechts lokaal en beperkt water is onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening. De aanwezigheid van slecht doorlaatbare klei- en veenlagen ondiep in de ondergrond zorgen ervoor dat natte milieus goed zijn vertegenwoordigd, onder andere in de vorm van twee natuurlijke duinmeren met permanent open water (Breede Water en Quackjeswater). Het gebied bestaat verder uit een afwisselend duingebied met ook meerdere kleine poelen, moerassen, grote oppervlaktes bos en struweel, duingraslanden en een groot aantal natte en vochtige duinvalleien. Aan de binnenduintrand liggen een aantal landgoedbossen met stinzenflora.

Naast gradiënten in bodemvocht zorgen gradiënten in kalkgehalte van de bodem (de naar verhouding oude duingedeelten zijn kalkarm, de jonge kalkrijk), humusvorming, ophoping van nutriënten, overgangen tussen zout en zoet, en dynamiek van zee en wind voor de opmerkelijke variatie aan levensgemeenschappen. Voornes Duin is zowel een Vogelrichtlijn- als Habitatrichtlijngebied. De stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen staan in Tabel 5-1. Daarnaast zijn de nauwe korfslak (H1014) en de groenknolorchis (H1903) aangewezen als instandhoudingsdoelsoort voor het gebied. Deze twee soorten zijn ook stikstofgevoelig. In het gebied is sprake van een snelle successie. Dit heeft naast directe effecten op de vegetatie en de structuur en functie van het habitatype ook een indirect effect op typische diersoorten. Snelle successie leidt tot een achteruitgang van duinspecifieke diersoorten. Daarnaast treden de volgende knelpunten op in het gebied, welke deels een relatie hebben met een versnelde successie:

- Afname van natuurlijke dynamiek door verminderde zoutaanvoer en zandbeweging
- Vrijwel ontbreken van verstuingen
- Wegvallen van vroegere beweiding/ ontbreken van intensief begrazingsbeheer
- Terugval van konijnenpopulatie
- Stikstofdepositie
- Versnippering

Veel van de instandhoudingsdoelstellingen van Voornes Duin zijn kenmerkend voor de jonge stadia van de successie (witte duinen, grijze duinen, vochtige duinvalleien) en ook de Habitatrichtlijnsoorten, groenknolorchis en Noordse woelmuis. Wanneer dynamische processen (zoals verstuing) de overhand hebben, ontstaat ruimte voor jonge stadia van de landschappelijke ontwikkeling en kan naar een beheer van zo veel mogelijk niets doen worden gestreefd. Zo profiteert niet alleen het habitatype witte duinen van verstuing, ook de kalkrijke grijze duinen profiteren hiervan door de invloed van zand- en saltspray te vergroten.

De natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind is echter overal beperkt; alleen het buitentalud van de zeereep is op bescheiden schaal dynamisch te noemen. Voor het herstel van de natuurlijke (vegetatie)gradiënten is functioneel herstel van het systeem noodzakelijk door middel van verstuing. Herstel van (grootschalige) verstuing is in Voornes Duin niet mogelijk vanwege kustveiligheid. De natuurlijke processen in het duingebied kunnen wel worden gestimuleerd door het zeereepbeheer zo veel mogelijk te beperken: kleine verstuingen en kale plekken worden geaccepteerd en er wordt weinig of geen helm of rijshout ingeplant.

Dit is echter onvoldoende om de instandhoudingsdoelstellingen te behouden of te herstellen. Beheer is noodzakelijk om het duin open te houden. Door beheer kunnen de jonge stadia veel langer worden behouden en kunnen jonge successiestadia in oudere, nu dicht gegroeide delen worden hersteld. Hierbij speelt vooral begrazing een belangrijke rol. Door het ontbreken voldoende begrazing door konijnen en door stikstofdepositie treedt vergrassing op. Met begrazing kan de successie worden vertraagd en ontstaat geschikt habitat voor konijnen, waardoor de populatie zich kan herstellen. Hiermee ontstaat ondanks de beperkte dynamiek een samenhangend landschap met gradiënten, wat

goed aansluit bij de kernopgaven voor het Natura 2000-gebied. Het is hiervoor van groot belang dat de bevordering van de dynamiek via het beheer geïnitieerd (of versterkt) wordt.

5.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin

In Tabel 5-1 is aangegeven voor welke habitattypen in het Natura 2000-gebied de kritische depositiewaarden in de huidige situatie (dus zonder dat hierbij het projecteffect is meegenomen) worden overschreden en wat het aandeel in oppervlakte is waarop deze overschrijding plaatsvindt. Deze gegevens zijn gebaseerd op de habitattypenverspreiding en depositiegegevens uit de meest recente versie van Aerius (2021.1.1_20220705_74979f573b). Op de habitattypen waarop (vrijwel) geen overschrijding van de KDW plaatsvindt, kan een effect van een kleine tijdelijke toename van de depositie op de kwaliteit van het habitatype als onderdeel van het Natura 2000-gebied uitgesloten worden. Deze habitattypen worden niet beschreven en zijn in de tabel groen gemarkeerd.

Tabel 5-1 Oppervlaktes habitattypen (in ha) met aandeel waarbij de KDW in de huidige situatie wordt overschreden. Getallen op basis van de achtergronddeposities en habitattypes uit AERIUS.

Habitatype		Oppervlak	>KDW		< KDW	
Nr	Naam	Hectare	Hectare	%	Hectare	%
H2120	Witte duinen	23,74	2,23	9%	21,50	91%
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	69,12	68,69	99%	0,42	1%
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	1,40	1,40	100%	0,00	0%
H2160	Duindoornstruwelen	159,33	0,62	0%	158,71	100%
H2170	Kruipwilgstruwelen	0,27	0,00	0%	0,27	100%
H2180Ao	Duinbossen (droog)	80,77	70,57	87%	10,20	13%
H2180B	Duinbossen (vochtig)	197,23	0,53	0%	196,70	100%
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	189,01	131,21	69%	57,80	31%
H2190Ae	Vochtige duinvalleien (open water, (matig) eutrofe vormen)	24,53	0,00	0%	24,53	100%
H2190Aom	Vochtige duinvalleien (open water, oligo- tot mesotrofe vormen)	7,04	7,02	100%	0,02	0%
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	55,27	16,25	29%	39,02	71%
Lg12	Zoom, mantel en droog struweel van duinen	151,64	66,14	44%	85,49	56%

De achtergronddepositie in het Natura 2000-gebied Voornes Duin varieert globaal tussen 550 en 2.300 mol N/ha/jaar. Op 1 hexagoon is sprake van een achtergronddepositie van 3.350 mol/ha/jaar. De tijdelijke toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,58 mol/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en maximaal 0,61 mol N/ha voor de 2x2 kabelconfiguratie over een periode van 3 tot 4 jaar, bedraagt tussen de 0,03 en 0,1% van de hoeveelheid stikstof die vanuit andere bronnen in het gebied terecht komt tijdens de uitvoering van het project. Ook ten opzichte van de kritische depositiewaarde van de betrokken habitattypen is de toename van de stikstofdepositie zeer klein. Deze varieert van 0,03 en 0,1% van de KDW's.

Als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden ver Gamma vindt in dit Natura 2000-gebied een eenmalige verhoging van de stikstofdepositie van maximaal 0,58 of 0,61 mol/ha¹² plaats op de volgende habitattypen waarvoor de KDW deels wordt overschreden: H2120, H2130A, H2130C, H2180Ao, H2180C, H2190Aom, H2190B.

Per habitatype is een kaart opgenomen van de overschrijding van de KDW voor het betreffende habitatype in het gebied Voornes Duin (bijvoorbeeld Figuur 5-1). De in Aerius opgenomen achtergronddeposities (situatie 2019) zijn hier gecombineerd met de in Aerius opgenomen vlakken waarin de habitattypen voorkomen.

5.1.3.1 H2120 Witte duinen

Beschrijving habitatype

Witte duinen ontstaan door natuurlijke successie uit embryonale duinen (H2110). Embryonale duinen stuiven dusdanig ver aan dat het gebied buiten de overstromingszone van zeewater en buiten de invloed van zout grondwater komt. Hier vestigt vervolgens vegetatie in de vorm van helmgrassen. Daarnaast vormen witte duinen zich door het overstuiven of uitstuiven van grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières. De invloed van de zee is belangrijk in de vorm van inwaai van fijne zoutdruppeltjes. Witte duinen vormen zich langs de zeereep en op actief stuwende paraboolduinen.

Dit habitatype betreft door Helm, Noordse helm of Duinzwenkgras gedomineerde delen van de buitenduinen. Naast helmplanten komen soorten voor als zandzegge, zandhaver en zeemelkdistel. Daarnaast zijn er diverse paddenstoelen soorten die voornamelijk saprofytisch op helm groeien. De vegetatie groeit op matig voedselarme tot matig voedselrijke, droge en basisch tot zwak zure bodem. Het grondwater is hier zeer zoet tot brak. Voor vitale helmgroei is het met name een aanvoer van vers zand noodzakelijk. Dynamiek in het gebied is van essentieel belang voor het functioneren van witte duin (H2120).

Stikstofdepositie heeft vooral invloed op de groei van algen en vegetatiegroei in witte duinen. Op locaties waar minder dynamiek aanwezig is heeft stikstofdepositie een grotere invloed. Stikstofdepositie versnelt de vastlegging en afname van dynamiek door verzuuring. Voor de kenmerkende vogelsoorten betekent dit dat er minder open plekken zijn om te fungeren als geschikt foerageergebied. Daarnaast zorgt de toename van begroeiing voor een koeler en vochtiger microklimaat wat negatief is voor de duinsabelsprinkhaan.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

Behouden van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitatype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

¹² De maximale depositie 0,58 of 0,61 mol N/ha op H2180B betreft een habitatype zonder overschrijding van de KDW.

Uit Tabel 5-1 en Figuur 5-1 blijkt dat voor slechts 9% van het areaal van het habitattype H2120 Witte duinen in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 5-1 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2120 Witte duinen in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit

Wanneer wordt uitgegaan van de gekarteerde oppervlaktes die aanwezig zijn in de habitattype kaart van de AERIUS-calculator is in totaal 23,7 ha van het habitattype H2120 aanwezig in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse (en daarmee ook het beheerplan) wordt uitgegaan van een totaal oppervlak van 34,2 ha. Het oppervlak van het habitattype komt gefragmenteerd en vaak in kleine oppervlaktes voor. De grootste oppervlaktes bevinden zich in de zeereep van het deelgebied Quackjeswater en Breede Water.

De karakteristieke plantgemeenschappen komen in alle deelgebieden voor maar een deel van de typische soorten ontbreken in een aantal deelgebieden. De zandhagedis komt wel in alle deelgebieden voor. Als gevolg van het verzwaren van de zeereep met gebiedsvreemd zand ontbreken de kenmerken van goede structuur en functie. In het gebied Breede Water is door herstelwerkzaamheden een verbetering van de structuur en functie in gang gezet.

Samenvattend verkeerd het grootste deel van het habitattype in de deelgebieden van matige kwaliteit door het deels ontbreken van typische soorten en de matige structuur en functie van het habitattype.

Overige knelpunten

In alle deelgebieden waar het type voor komt, is sprake van een matige kwaliteit van het aspect structuur en functie. Dit is gekoppeld aan de mate van vastlegging als gevolg van de waterkerende functie van de duinen en de eerdere verzwaring van de zeereep waarbij gebruik is gemaakt van gebiedsvreemd (slibhoudend) zand. Hierdoor is er sprake van weinig verstuiving, weinig kaal zand, verstruiking, een onregelmatige vegetatiestructuur en een onregelmatig reliëf.

Regulier beheer

Het beheer is voor het grootste deel van dit habitattype de verantwoordelijkheid van het waterschap. Het Waterschap

Hollandse Delta voert het waterkeringbeheer op grond van bevoegdheden van de Keur. In de praktijk is dit zeer beperkt. Bij het onderhoud van de zeewering is de laatste jaren meer ruimte gekomen voor natuurlijke processen. Zolang de veiligheid niet in het geding is, mag het zand van de kering stuiven. Wanneer te veel zand kan stuiven wordt helm ingeplant.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 5-2 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma weergegeven op delen van het habitattype H2120 Witte duinen waarvoor in de huidige situatie een overschrijding van de KDW plaatsvindt. Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,38 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,42 mol N/ha voor de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-2 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitatype H2120 Witte Duinen waar een overschrijding van de KDW optreedt.

In de huidige situatie vindt slechts op 9% van het oppervlak van het habitatype en overschrijding van de KDW plaats. Toch geldt voor het gehele areaal van het areaal dat het in een matig tot slechte kwaliteit verkeert. Voor het overgrote deel is de matige kwaliteit het gevolg van de matige structuur en functie van het habitatype. Deze matige structuur en functie is het gevolg van het vastleggen van de zeereep vanwege de waterkerende functie en het eerdere verzwaren met gebiedsvreemd zand. Hierdoor is er sprake van weinig verstuiving, weinig kaal zand, een onregelmatige vegetatiestructuur, een onregelmatig reliëf en is er sprake van verstruiking.

Stikstofdepositie is voor dit habitatype geen knelpunt en de effecten van de eenmalig toevoeging van 0,38 of 0,42 mol N/ha kan als verwaarloosbaar worden beschouwd. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.2 H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

Beschrijving habitatype

Grijze duinen zijn alle duingraslanden met een min of meer droge, gesloten gras-, mos- of korstmosmat. Ze zijn aanwezig in alle kustduinen, van Schiermonnikoog tot aan het Zwin. Ontwikkeling van grijze duinen verloopt door successie via Embryonale duinen en Witte duinen.

Deze duinen liggen meer landinwaarts dan de met helm begroeide Witte duinen (H2120). Op deze locaties is de door de wind veroorzaakt dynamiek voldoende laag voor het ontstaan van gesloten begroeiingen met kruiden en mossen. Mosduinen gaan dan verder evolueren naar duingraslanden. Eerst met een aantal pioniersoorten zoals duinviooltje. Later in de successie volgt het duingrasland, een soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Vermengd met deze begroeiingen kunnen kruidenrijke zoombegroeiingen graslanden met dominantie van de dwergstruik duinroos voorkomen. Duingraslanden komen dan vaak voor in complex met mosduinen, kruipwilg- of duinroosjesdwergstruwelen.

Door de bodemvorming ontstaat een zogenoemde 'AC-horizont' met een grijze kleur, vandaar de naam van het habitatype. Dynamiek in de vorm van lichte overstuiving, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type. Vanwege de positieve invloed van verstuiving, worden ook stuifplekken binnen graslandcomplexen tot het habitatype gerekend.

Het ontstaan van duingraslanden is weliswaar een natuurlijk proces, maar de uitgestrektheid van de graslanden in de Nederlandse duinen is waarschijnlijk mede veroorzaakt door menselijke activiteiten (met name beweiding, maar ook grondwateronttrekking).

De hoge soortenrijkdom is voor een belangrijk deel karakteristiek voor de grazige vegetaties zelf, maar een deel van de soorten is juist (mede) afhankelijk van onbegroeide delen (blauwvleugelsprinkhaan), konijnenholen (tapuit) of bloemrijke zomen (duin- en grote parelmoervlinder).

Onaangetaste dungebieden zijn sterk dynamische milieus, met een intensieve wisselwerking tussen hydrologie, wind, moeder materiaal, bodemvorming, vegetatieontwikkeling en herbivoren. Een reden voor de grote vegetatievariatie van duinen is de aanwezigheid van zogenaamde 'shifting mosaics'. Dit zijn in de tijd variabele ruimtelijke patronen van successiestadia, waarbij verschillende plekken zich in andere ontwikkelingsstadia bevinden. Hierdoor kunnen veel soorten, elk kenmerkend voor een bepaald stadium of een combinatie daarvan, vlak naast elkaar voorkomen.

De kalkrijke variant H2130A van het habitatype komt voor op kalkrijk duinzand dat oppervlakkig nog weinig of niet is ontkalkt. Door natuurlijke ontkalking van de bodem gaat het type over naar de kalkarme variant H2130B. De graslanden komen voor op droge gronden. Het aanwezige substraat is matig voedselarm tot licht voedselrijk.

Voor de instandhouding van een goede kwaliteit is het noodzakelijk dat de begroeiing kort en open is. Zonder afvoer van biomassa en (zo nu en dan) enige overstuiving groeien grove grassoorten hoog uit (vergrassing), ten koste van de kruiden en van andere soorten die afhankelijk zijn van een open structuur. Bovendien vindt opslag van struiken en/of bomen plaats (verstruweling).

Afvoer van biomassa kan plaatsvinden door konijnenbegrazing. Bij een lage konijnenstand en/of een verhoogde toevoer van atmosferische stikstofdepositie is aanvullend beheer noodzakelijk (begrazing met koeien, paarden, schapen of geiten, maaien, branden).

Landelijke staat van instandhouding

Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel

Uitbreiding van oppervlak en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 5-3 en Tabel 5-1 blijkt dat over vrijwel het gehele oppervlak (99%) van het oppervlak van het habitattype H2130A in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 5-3 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit

In het natura 2000-gebied Voornes Duin is 69 hectare van het habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) aanwezig. Uit de vegetatieopnamen blijkt dat de karakteristieke plantengemeenschappen in alle opnamen aanwezig zijn. Typische soorten ontbreken echter voor een groot deel in de deelgebieden. Daarnaast geldt voor alle deelgebieden

dat de parameter structuur en functie een matige tot slechte kwaliteit heeft. Hierdoor geldt voor 90% van het areaal van het habitatype en matige kwaliteit en voor 10% een slechte kwaliteit.

Overige knelpunten

Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke grijze duinen in Voornes Duin is de snelle successie naar struwelen, waardoor het oppervlak in de afgelopen tijd sterk is afgenomen. Een andere oorzaak voor het ontbreken van overstuiving met kalkrijk zand is het ontbreken van stuifkuilen, van waaruit verstuiving kan plaatsvinden. Een derde oorzaak voor de snelle successie is de afwezigheid van (semi-)agrarische begrazing in het verleden en het wegvallen van de begrazing met konijnen. Stikstofdepositie kan de successie, die al versneld is door het ontbreken van dynamiek en konijnenbegrazing, verder versnellen. Gezien de hoge kalkrijkdom van de bodems op Voorne speelt verzuring als gevolg van stikstofdepositie niet direct een rol. Voor Voornes Duin leidt de stikstofdepositie zodoende met name tot vergrassing en niet tot verzuring (Kooijman en Besse 2002). Vergrassing lijkt echter nauwelijks op te treden in Voornes Duin.

Regulier beheer

Voor dit habitatype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen

Voor H2130A vindt compensatie plaatsvindt die reeds is opgelegd in het kader van besluitvorming over Maasvlakte 2. Dit betreft de aanleg van een duincompensatiegebied van 15,8 ha (Spanjaardsduin). De tijdige uitvoering van deze compenserende maatregelen is geborgd en wordt gemonitord. Uit de rapportages blijkt dat meer dan de hiervoor genoemde 15,8 ha kan worden gerealiseerd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 5-4 is de toename van stikstofdepositie weergegeven op delen van het habitatype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waarvoor in de huidige situatie een overschrijding van de KDW plaatsvindt. Maximale stikstofdepositie op het habitatype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,58 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,61 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-4 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

De knelpunten naast stikstofdepositie in het gebied komen voort uit het afnemen van de natuurlijke dynamiek door het kunstmatig vastleggen van de duinen, de versnelde successie door het wegvallen van konijnbegrazing en in een aantal deelgebieden het beperkte beheer van het habitatype waardoor vergrassing en verstruweling sneller optreedt. Stikstofdepositie kan bijgedragen hebben aan versnelling van de vergrassing en verstruweling die tot deze slechte matige tot slechte kwaliteit van het habitatype hebben geleid.

In de afgelopen jaren is regulier beheer uitgevoerd dat de effecten van de stikstofdepositie beperkt. Grote delen van het habitatype zijn (en worden nog steeds) begraasd en gemaaid en er zijn kleinschalige maatregelen genomen om de kwaliteit van het habitatype te verbeteren (verwijderen opslag, kleinschalige verstuiving).

De eenmalige toename van de biomassa als gevolg van de 0,58 of 0,61 mol N/ha leidt tot ca 0,1 gram vegetatie per m² (versgewicht). Deze verwaarloosbare kleine hoeveelheid extra biomassa wordt bij de begrazing weggenomen en leidt daarom niet tot vergrassing of toename van opslag. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg. Gelet op de effectiviteit van de maatregelen die zijn uitgevoerd om dynamiek in het gebied te versterken en de uitgevoerde reguliere beheermaatregelen kunnen de effecten van de berekende geringe eenmalige toename van de stikstofdepositie met maximaal 0,61 mol N/ha op dit habitatype als verwaarloosbaar worden beschouwd.

5.1.3.3 H2130C Grize duinen (heischraal)

Beschrijving habitatype

Dit habitatype bestaat uit duingraslanden op bodems die humeuzer en vochtiger zijn dan die van subtypen A en B. Vaak gaat het om smalle overgangen van die droge graslanden naar natte duinvalleivegetaties (H2190) of vochtige tot natte heischrale graslanden (H6230). Dit subtype ontstaat op plekken waar de zuurgraad langdurig gebufferd wordt. Toevoer van basenrijk grondwater is noodzakelijk om de bodem gebufferd te houden.

De algemene beschrijving van het habitatype H2130 is ook op dit habitatype van toepassing.

Landelijke staat van instandhouding

Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel

Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitatype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 en Figuur 5-5 blijkt dat over het gehele oppervlak van het oppervlak van het habitatype H2130C in Natura 2000-gebied Voornes Duin een overschrijding van de KDW plaatsvindt.



Figuur 5-5 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) in Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Huidige omvang en kwaliteit

In de huidige situatie is 1,4 hectare van het habitattype H2130C aanwezig. Uit alle vegetatieopnamen zijn plantengemeenschappen aanwezig die duiden op een goede kwaliteit. Ook bijna alle typische plantensoorten komen in alle drie de deelgebieden voor. Door de kleine schaal van het habitattype scoort het kenmerk structuur in alle deelgebieden matig. Hierdoor is het eindoordeel voor de deelgebieden ook matig.

Overige knelpunten

Net als in de kalkrijke grijze duinen was er in alle deelgebieden veel opslag van struweel, zijn er te weinig konijnen om de graslanden open te houden en is er weinig verstuing. Door maai- en graasbeheer is van verstruiking nu geen sprake meer. Daarnaast is de schaal in de deelgebieden onvoldoende. Het kenmerk structuur en functie scoort daarom in alle deelgebieden matig. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de slechte konijnenstand geen specifiek knelpunt van dit type is en bovendien vervangen kan worden door begrazing met vee (in dit type zelfs meer dan in andere typen).

Regulier beheer

Voor dit habitattype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen

Rond de Spartelvijver in de Grote Heveringen (deelgebied Duinen van Oostvoorne) zijn herstelmaatregelen uitgevoerd ten gunste van dit habitattype. Doordat bos en struweel is verwijderd, kunnen zich op deze locatie de komende beheerplanperiode op kleine schaal (0,5 ha) heischrale grijze duinen ontwikkelen. Gezien de ontwikkeltijd van heischrale grijze duinen (vele jaren tot decennia) zal dit echter nog niet tot een concrete uitbreiding in de eerste beheerplanperiode leiden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,39 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,43 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-6 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

De matige kwaliteit van het habitatype is het gevolg van de beperkte schaal. Er zijn voor het habitatypen geen indicaties dat er onvoldoende invloed is van gebufferd grondwater in de wortelzone. Gezien de aanwezige typerende vegetaties lijkt dit ook niet te verwachten. De effecten van stikstofdepositie zijn daarmee voornamelijk te vinden in verruiging en vergrassing.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,39 of 0,43 mol/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en leidt niet tot een wezenlijke verandering in biomassa (ca. 0,05 g/m²) zeker niet in combinatie met het gegeven dat het habitatype in een overbelaste situatie na ingrepen kan uitbreiden.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.4 H2180Ao Duinbossen (droog), overig

Beschrijving habitatype

Dit habitatype betreft natuurlijke of half-natuurlijke loofbossen in de kustduinen, met sterk uiteenlopende kenmerken. Vaak is zomereik (*Quercus robur*) de dominante boomsoort, maar met name in duinvalleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol. De kruidlaag kan zeer soortenrijk zijn. Een nogal afwijkende samenstelling daarvan (met verwilderde bol- en knolgewassen) is te vinden in de zogenoemde stinzenbossen, die veelal hun bestaan danken aan de vestiging van landgoederen. De meeste van de samenstellende vegetaties komen ook (of zelfs vooral) buiten de duinen voor. Het aantal werkelijk kenmerkende soorten is dan ook gering.

Doordat het grootste deel van het duingebied relatief jong is en tot het begin van de twintigste eeuw intensief werd begraasd, zijn er maar weinig oude bossen die een beeld geven van het type vegetatie dat bij ongestoorde ontwikkeling te verwachten is. De oudste bossen zijn te vinden op de strandwallen en aan de binnenduinrand. Deze bossen zijn echter sterk beïnvloed door gebruik als hakhout of zijn aangeplant als parkbos. In de middenduinen en de buitenduinen is spontane bosvorming vrijwel beperkt tot de duinvalleien, waar zich in eerste instantie vooral berkenbossen vormen. Op de hogere delen van de midden- en buitenduinen is de natuurlijke vegetatiesuccessie meestal nog niet verder gekomen dan hoge struwelen, en zijn de meeste bossen recent aangeplant (met bijvoorbeeld grauwe abeel). Het is daarom lastig een goede karakterisering van (natuurlijke) duinbossen te geven.

Bossen bestaande uit naaldbomen en/of exoten, worden niet tot het habitatype gerekend. Deze bossen hebben in sommige gevallen wel potentie voor omvorming naar het habitatype. Vanwege de zeer grote verschillen in standplaats en daarmee samenhangende soortensamenstelling, worden drie subtypen onderscheiden.

Tot het droge subtype A behoren de bossen op de meest voedselarme en droge standplaatsen. Het gaat met name om berken-eikenbossen en bossen met beuk. Ze komen vooral voor in de oude duinen, op de hogere delen van de strandwallen en op de meest diep ontcalciteerde delen in de binnenduinrand van de jonge duinen. Het zijn de oudste bossen in het duingebied, deels met een verleden als hakhoutbos. Ze zijn meestal relatief zuur en hebben dan een slechte strooiselvertering. De meest soortenrijke vegetaties zijn te vinden op de strandwallen, met hun iets lemiger zandgronden. In het jongere midden- en buitenduin is de vegetatie-ontwikkeling meestal niet zo ver voortgeschreden dat zich al droge duinbossen hebben ontwikkeld. Daarbij komt dat de mogelijkheden voor bosontwikkeling hier sterk geremd worden door de invloed van zeewind en inwaai van zand en zout. De meeste droge duinbossen zijn hier aangeplant en worden niet zelden aan de loefzijde geleidelijk weer door de wind opgerold. Een uitzondering is de droge vorm van het Meidoorn-Berkenbos in beschutte valleien. Dit bostype is veel basenrijker dan de eiken- en de beukenbossen.

In droge duinbossen bevat de bodem nauwelijks leem en is ook het gehalte aan organische stof laag. De kalk spoelt daardoor gemakkelijk uit. Veel droge duinbossen liggen op bodems die momenteel oppervlakkig al volledig zijn ontcalciteerd. Het gaat daarbij voornamelijk om locaties op de strandwallen. Het verzuringsfront zakt gestaag verder naar beneden. De duinbossen in het noordelijk deel van het kustgebied liggen van oudsher al op kalkarm substraat. Droge duinbossen komen voor bij een pH beneden 6,5. De grote ecologische variatie binnen droge duinbossen hangt voor een belangrijk deel samen met de grote range van de zuurgraad. Het gaat hierbij in de eerste plaats om verschillen in initieel kalkgehalte, maar ook de verschillende mate van ontcalcining speelt hierbij een grote rol. De omstandigheden zijn verder matig droog tot droog. Het habitatype komt voor op licht voedselrijke tot zeer voedselarme bodems. Binnen

deze range zijn er kwalificerende vegetatietypen die enkel voorkomen in de meest arme voedselrijkdomklasse, maar er is ook een type dat alleen in de licht voedselrijke klasse voorkomt.

In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding

Gunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlakte en uitbreiding van kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 5-7 en Tabel 5-1 blijkt dat op 13% van het areaal waar habitattype H2180Ao Duinbossen (droog), overig voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 5-7 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2180A Duinbossen (droog) in Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Huidige omvang en kwaliteit

In de huidige situatie is 80,7 ha van het habitatype H2180Ao aanwezig in het Voornes Duin. In de gebiedsanalyse werd uitgegaan van 70,7 ha. Van deze 70,7 ha gold in 2015 voor 0,1 ha (Duinen van Oostvoorne) dat de kwaliteit onbekend was, voor 30,6 ha (Breede Water met omliggend duingebied) gold een matig tot goede kwaliteit, voor 5,0 ha (Gemeenteduin) een slechte kwaliteit en voor 35 ha (Quackjeswater met omliggend duingebied) een goede kwaliteit. De trend van de droge duinbossen is niet bekend maar vanwege het ouder worden van de bossen wordt een toename in typische (vogel)soorten verwacht.

Overige knelpunten

De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de droge duinbossen zijn de beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. In de Duinbossen (droog) zijn er, ondanks de overschrijding van de KDW, geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt.

Regulier beheer

Het reguliere beheer bestaat uit selectieve kap (lokaal), creëren goed gestructureerde open plekken en bosranden, dood hout laten liggen en het tegengaan van overbetreding.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitatype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,41 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,45 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-8 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattypen H2180A Duinbossen (droog) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Ondanks de overschrijding van de KDW voor het overgrote deel van het habitatype geldt dat het habitatype voor een groot deel van goed kwaliteit is. Op plekken waar dit niet het geval is, is de slechte of matige kwaliteit het gevolg van beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Er zijn geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt voor het habitatype.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,41 of 0,45 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitatype.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.5 H2180C Duinbossen (binnenduinrand)

Beschrijving habitatype

De tot dit subtype behorende bossen zijn over het algemeen sterk door de mens beïnvloede (park)bossen die overwegend voorkomen op wat jongere, kalkhoudende bodems. Ze zijn vaak onderdeel van landgoederen die in de 18e eeuw aan de binnenduinrand werden aangelegd op afgegraven duingronden. Door vergraving zijn hier diepere, nog niet ontkalkte zanden weer aan de oppervlakte gekomen. Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn binnenduinrandbossen vaak aangelegd op overstoven kleigronden. Daarbij heeft het historisch beheer van deze bossen, waarbij o.a. werd bemest, bekalkt en gewoeld, de bodems sterk beïnvloed en de buffercapaciteit vergroot. De grondwaterstanden zijn hier te diep voor de vestiging van 'natte' soorten, maar vaak wel zo ondiep dat capillaire opstijging vanuit het grondwater zorgt voor een iets betere vochtvoorziening en zuurbuffering. De standplaatscondities (goed gedraineerde, iets vochthoudende, basenrijke, rulle en humeuze bodems in combinatie met een open bosstructuur die zorgt voor voldoende licht) zijn zeer geschikt voor de groei van allerlei van oorsprong uitheemse bolgewassen die hier in het verleden op grote schaal zijn aangeplant en nu deel uitmaken van de zogenaamde 'stinzenflora'. In tegenstelling tot wat de naam van het subtype kan suggereren, worden niet alle bossen van de binnenduinen tot dit subtype gerekend: het betreft alleen de bossen op matig voedselrijke, vochtige bodems. Op andere standplaatsen komen ook subtype A (droger, voedselarmer) en in veel mindere mate B (natter, voedselrijker) voor.

Binnenduinrandbossen komen voor een deel voor op bodems die hun kalkhoudendheid overwegend hebben te danken aan menselijke ingrepen in het verleden. Ze zijn aangelegd op bodems waarvan de ontkalkte lagen zijn afgegraven, waar kalkrijk zand is opgebracht of waar actief is bemest en bekalkt. Aangezien de aanwezige kalk geleidelijk uitspoelt en meestal geen nieuwe kalk wordt aangevoerd, kan de bodem in dit type verzuren onder natuurlijke omstandigheden en wordt deze ontwikkeling versneld door zuurvormende depositie. Voor binnenduinrandbossen zijn matig zure tot neutrale omstandigheden optimaal met een pH tussen 5,0 en 7,5, terwijl in de bovengrond ook zure omstandigheden mogen heersen met een pH tussen 4,5 en 5,0. Voor het habitatype zijn zeer vochtige tot matig droge standplaatsen optimaal. Het habitatype kan zich alleen optimaal ontwikkelen bij matig voedselrijke omstandigheden, terwijl zeer voedselrijke omstandigheden suboptimaal zijn.

In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten overheersen over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%, en de bedekking van voorjaarsflora is groter dan 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.786 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 en Figuur 5-9 blijkt dat op 69% van het areaal waar habitattype H2180A Duinbossen (droog) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 5-9 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2180C Duinbossen (binnenduintrand) in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit

In de huidige situatie is van het habitattype 189 ha aanwezig in het Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse wordt uitgegaan van 178,5 ha. Vrijwel het volledige areaal >99% is van matige kwaliteit. Zowel de vegetatietypen als de typische soorten zijn voor het grootste deel van goede kwaliteit, structuur en functie zorgen in alle deelgebieden voor de matige kwaliteit.

Overige knelpunten

De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de Duinbossen (binnenduintrand) zijn de beperkte ouderdom, het beperkt aantal open plekken en de geringe lengte bosrand. Lokaal speelt de aanwezigheid van gebiedsvreemde soorten exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. Geconcludeerd wordt dan ook dat er waarschijnlijk geen stikstof gerelateerde knelpunten zijn.

Regulier beheer

De kwaliteitsverbetering van droge Duinbossen wordt verwezenlijkt via natuurlijke veroudering van de bossen.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitatype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,41 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,44 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-10 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Voor het habitatype geldt dat het vrijwel volledig van matige kwaliteit is. Dit is het gevolg van beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Er zijn geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt voor het habitatype.

Het project leidt tot een toename van maximaal 0,41 of 0,44 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitatype.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.6 H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen

Beschrijving habitatype

Het habitatype Vochtige duinvalleien is veelomvattend, het betreft open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, alle voor zover voorkomend in (min of meer natuurlijke) laagten in de duinen. Mede door de grote ecologische variatie is het aantal kenmerkende soorten zeer groot.

Het gaat om relatief jonge successiestadia. Begroeiingen van oudere (al dan niet verdroogde) successiestadia in duinvalleien behoren tot andere habitatypen.

Vochtige duinvalleien kunnen van nature op twee manieren ontstaan. Primaire duinvalleien ontstaan doordat strandvlakten door duinen worden afgesneden van de zee. Secundaire duinvalleien ontstaan doordat stuifkuilen uitstuiven tot op het grondwaterniveau. Daarnaast kunnen vochtige duinvalleien worden ontwikkeld door inrichtingsmaatregelen.

Onder invloed van neerslagwater vormt zich in het duinlichaam een zoetwaterlens van vele tientallen tot meer dan honderd meter dik die op het brakke grondwater drijft. Zo wordt in de duinen een zoetwaterbel gevormd, die zorgt voor zoete tot zeer licht brakke situaties in de wat oudere duinvalleien. Vooral in brede duingebieden reageert de grondwaterstand vertraagd op fluctuaties in neerslag en verdamping. Dat betekent dat boven op de seizoensdynamiek, met hogere grondwaterstanden in de winter en lagere grondwaterstand in zomer, ook sprake is van een langjarige dynamiek, met duinvalleien die in een periode met natte jaren vrijwel permanent onder water staan en in perioden met weinig neerslag vrijwel permanent droog staan. Er kunnen zo jaren achtereen optreden waarin (grond)waterstanden ver boven, of juist onder het gemiddelde niveau liggen.

Binnen vochtige duinvalleien bestaat een grote variatie aan standplaatscondities, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis, leeftijd, waterregime en kalkgehalte van de bodem of het kwelwater. Om die reden zijn de vochtige duinvalleien in een aantal subtypen opgesplitst. Waterdiepte, vegetatiestructuur en kalkgehalte zijn bepalend voor de verschillen tussen de subtypen.

Habitatype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) komt voor in de laagste delen van het duingebied, waar in gemiddelde jaren het water tot ver in het groeiseizoen boven maaiveld staat en die hooguit kort droogvallen in het groeiseizoen. Binnen de duinwateren bestaat grote variatie in ecologische omstandigheden, variërend van brak tot zoet, van voedselarm tot voedselrijk, en van basisch tot zuur.

In de meeste duingebieden, en zeker in de grotere duinwateren, is het oppervlaktewater door een kalkhoudende ondergrond en aanvoer van basenrijk grondwater tamelijk hard. In duingebieden die zeer arm aan kalk zijn, komen duinplassen voor die verwant zijn aan die van het habitatype Zwakgebufferde vennen (H3130).

In de kalkrijke duingebieden zijn de grotere duinwateren van nature vrij voedselrijk als gevolg van de aanvoer van nutriënten met doorstromend grondwater en de aanvoer van organisch materiaal met oppervlakkig afstromend regenwater en door inwaai van blad. Door de geringe zuurgraad van het water wordt het aangevoerde organische materiaal redelijk snel afgebroken. Ook zijn duinmeertjes een favoriete broedplek voor kolonievogels en rustplek voor watervogels. Dit kan zorgen voor een extra aanvoer van nutriënten met mest.

In feite is er een tweedeling in de open wateren in de duinen die onder het habitatype vallen, in oligo- en mesotrofe wateren (subtype H2190Aom) enerzijds en eutrofe wateren anderzijds. De duinplassen hebben een bereik vanaf pH (H₂O) 4,5 van matig zuur tot basisch. Duinplassen bevatten meestal tamelijk hard tot hard water, alleen in de sterkst

ontkalkte delen van de duinen in het Waddendistrict komen enkele zwak gebufferde tot zure duinplassen voor. Net als bij vennen is de hardheid van het water een belangrijke sturende factor. Duinplassen komen voor in diep water tot op inunderende standplaatsen. Jonge duinvalleien in recent afgesnoerde strandvlakten kunnen nog incidenteel met zeewater overstroomd worden. Dit is optimaal voor pioniervegetaties die afhankelijk zijn van brak water. De trofiegraad varieert van zeer voedselarm tot zeer voedselrijk.

De opslag van struiken en bomen en/of hoge grassen is beperkt tot maximaal 10%.

Voor het behoud van het scala aan duinvalleien op lange termijn is het noodzakelijk dat steeds nieuwe jonge valleien bijkomen. Het gaat daarbij om valleien met kale grond of vegetatieloos water. Bij aangroeiende kusten ontstaan van nature zogenoemde primaire duinvalleien door afsnoering van strandvlakten. In het duingebied zelf kunnen zogenoemde secundaire duinvalleien ontstaan door uitstuiving van zand tot op de grondwaterspiegel (of door herstel van verouderde, verdroogde of voor infiltratie gebruikte valleien).

Landelijke staat van instandhouding

Matig gunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitatype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.000 mol N/ha/jaar.

Uit Figuur 5-11 en Tabel 5-1 blijkt dat op 100% van het areaal waar habitatype H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water, oligo- tot mesotrofe vormen) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 5-11 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitattype H2190Aom in Natura 2000-gebied Voornes Duin

Huidige omvang en kwaliteit

In de huidige situatie is 7 ha van het habitattype aanwezig. Er is voor de kleine oppervlaktes van de oligo- tot mesotrofe vormen (daar waar een overbelasting optreedt) niet veel bekend over de kwaliteit. De kwaliteit lijkt goed te zijn.

Overige knelpunten

Door successie treedt verlanding op. Door de beperkte dynamiek in het duingebied ontstaan er geen nieuwe vochtige duinvalleien met pioniersstadia. In bestaande, oudere duinvalleien treedt (versnelde) successie op. De versnelde successie kent verschillende oorzaken, die moeilijk te scheiden zijn. Verhoogde atmosferische stikstofdepositie en ook een verminderde aanvoer van kalkrijk en ijzerrijk grondwater versnellen de opbouw van organische stof in de valleien. Daarnaast treedt vermessing op door vogels die op het water verblijven.

Regulier beheer

De vochtige duinvalleien (open water) kennen een (intensief) beheer wat leidt tot een goede kwaliteit van dit habitattype, ondanks de te hoge stikstofdeposities. Door schonen kan de successie worden teruggezet. Knelpunten als gevolg van de hoge stikstofdepositie wordt dus met het huidige beheer al opgelost.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,43 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,47 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-12 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattypen H2190Aom waar een overschrijding van de KDW optreedt.

Het project leidt tot een eenmalige toename van maximaal 0,43 mol/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitatype. Het reguliere beheer volstaat om het knelpunt van stikstofdepositie voor dit habitatype op te lossen.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.7 H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)

Beschrijving habitatype

Dit subtype komt voor in geheel of vrijwel geheel verzoete primaire duinvalleien en in secundaire duinvalleien die zijn ontstaan door uitstuiving. Kenmerkend zijn vooral de natte omstandigheden, waarbij de standplaatsen in de winter onder water staan en in voorjaar droogvallen. Vanwege de afwijkende dynamiek van het duinwatersysteem kunnen echter ook jaren optreden waarin valleien vrijwel permanent onder water staan, en jaren waarin de valleien ook in de winter droog staan.

Dit kan leiden tot schijnbaar dramatische verschuivingen in de vegetatiesamenstelling, maar in een natuurlijk duinsysteem met voldoende natte valleien en veel variatie in maaiveldhoogte is de veerkracht van de populaties voldoende om dit soort extremen te overleven. Ten opzichte van vochtige kalkarme duinvalleien (subtype C) onderscheiden de kalkrijke duinvalleien zich door een grotere basenrijkdom en een hogere pH. In de kalkrijke duinen is het vooral het kalkgehalte van de bodem, dat zorgt voor de neutrale tot basische condities. In de kalkarme duinen is aanvoer van basenrijk grondwater nodig voor instandhouding van kalkrijke duinvalleivegetaties. In jonge primaire duinvalleien en in verzoetende strandvlaktes kan ook incidentele overstroming met brak water of nog in de bodem aanwezig brak grondwater zorgen voor zuurbuffering.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitatype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 en Figuur 5-13 blijkt dat op 29% van het areaal waar habitatype H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) voorkomt een overschrijding van de KDW optreedt.



Figuur 5-13 Mate van overschrijding van de Kritische depositiewaarde voor habitatype H2190B, vochtige duinvalleien (kalkrijk) in Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Huidige omvang en kwaliteit

Volgens de actuele habitatype kaart is 55,3 ha van het habitatype aanwezig in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In de gebiedsanalyse wordt uitgegaan van 55,9ha. 95% van het oppervlak van het habitatype H2190B vochtige duinvalleien (kalkrijk) is van goede kwaliteit. Er is een positieve trend in kwaliteit zichtbaar sinds de herstelwerkzaamheden van het habitatype.

Overige knelpunten

Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke vochtige duinvalleien is de successie.

Regulier beheer

Het reguliere beheer bestaat uit het kappen van bomen en struweel. Waar nodig wordt ook de bodem geplagd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Maximale stikstofdepositie op het habitatype als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op overbelaste hexagonen is 0,57 mol N/ha voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie en 0,60 mol N/ha voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie.



Figuur 5-14 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op locaties met habitattypen H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) waar een overschrijding van de KDW optreedt

De kalkrijke vochtige duinvalleien kennen vrijwel allemaal een (intensief) beheer, wat leidt tot een goede kwaliteit van dit habitatype, ondanks de (erfenis van) te hoge stikstofdeposities. Het project leidt tot een eenmalige toename van maximaal 0,57 of 0,60 mol N/ha. De toename van stikstofdepositie van het project is gering en vormt geen knelpunt voor het habitatype. Het reguliere beheer volstaat om het knelpunt van stikstofdepositie voor dit habitatype op te lossen.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot een significante verslechtering van de kwaliteit van het habitatype, heeft geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

5.1.3.8 H1014 Nauwe korfslak

Beschrijving habitatrictlijnsoort

De Nauwe korfslak is een klein landslakje met een linksgewonden huisje. De soort leeft in en onder het bodemstrooisel en tussen de begroeiing op vochtige, vaak min of meer kalkrijke terreinen. De dieren leven op plaatsen waar een zo gelijkmatig mogelijke luchtvochtigheid heerst en waar zowel de kans op uitdrogen als de kans op overstroming gering is. Het gaat daarbij vooral om ruimtelijke overgangen van nat naar droog, bijvoorbeeld halverwege hellingen. De Nauwe korfslak leeft hoofdzakelijk maar niet uitsluitend in bladstrooisel. De soort zit ook op boomstronken en de voet van boomstammen, vooral waar het licht en warm is. De soort wordt vooral in het bladstrooisel gevonden, tussen mossen en grassen onder en in de buurt van struiken en bomen in meer open duingebieden. In de Nederlandse duinen wordt de nauwe korfslak vaker bij populierachtigen gevonden dan bij andere soorten bomen en struiken. Ook in het bladstrooisel onder en nabij meidoorn, liguster en duindoorn is de kans om de soort aan te treffen relatief groot. Onder en nabij naaldbomen en eiken is de Nauwe korfslak weinig of niet aanwezig. In Voornes Duin komt de Nauwe korfslak met relatief hoge dichtheden voor en wordt de soort ook regelmatig aangetroffen tussen vegetaties met veel soorten kruiden.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Referentiesituatie

Huidige omvang en kwaliteit

Uit de onderzoeksgegevens na 2000 blijkt dat de soort in vrijwel alle kilometerhokken binnen het gebied is waargenomen (Gmelig Meyling en de Bruyne 2006). In 2010 is uitgebreid onderzoek naar Nauwe korfslak gedaan (Gmelig Meyling en Boesveld 2010). Uit dit onderzoek kwam naar voren dat vooral het centrale deel van Voornes Duin van groot belang is als leefgebied voor de soort. Tijdens het onderzoek is de nauwe korfslak op 21 van de 33 onderzochte locaties waargenomen. Op 10 locaties werden meer dan 100 exemplaren aangetroffen in 3 liter strooisel. Op drie locaties, alle in het zuidelijk deel van Breede Water en omliggend duingebied, zelfs meer dan 800 exemplaren. Ook in het noordelijke en zuidelijke deel zijn grote populaties aangetroffen.

Het voorkomen van de nauwe korfslak binnen Voornes Duin heeft een optimum in open tot halfopen vegetaties. Daarnaast heeft de soort een voorkeur voor vegetaties niet of slechts extensief worden beheerd. Boesveld, Gmelig Meyling, en de Bruyne (2012) komen met betrekking tot de geschikte leefgebieden voor nauwe korfslak binnen Voornes Duin tot onderstaande tabel.

Tabel 5-2 belangrijke en marginaal belangrijke vegetaties voor de nauwe korfslak. Bron: beheerplan Voornes Duin

Belangrijke vegetaties	Marginaal belangrijke vegetaties
<ul style="list-style-type: none"> • Struweel op kalkrijke, vochtige zandbodems (duindoorn, wegedoorn, dauwbraam, vlier, meidoorn) • Ruigten op kalkrijke zandbodems (brandnetel, leverkruid) • Struweel randen op kalkrijke, vochtige zandbodems • Onbeheerde graslanden op kalkrijke zandbodems (langhalmige grassen) • Abelenbosjes 	<ul style="list-style-type: none"> • Struweel Kruiplig • Struweel op droge (zand)bodems (Zuurbes, Wilde liguster) • Open duin met lage (mos)vegetaties op droge kalkrijke zandbodems (Groot duinsterretje evt. met Buntgras en/of rendiermos) • Graslanden (vochtig tot nat, gemaaid) • Graslanden (vochtig tot nat, begraasd en gemaaid) • Graslanden (droog)

Het oppervlak binnen Voornes Duin waar geschikt leefgebied voor de nauwe korfslak aanwezig is is dan ook zeer groot. Gezien de grote aantallen waarin de nauwe korfslak aanwezig is, het feit dat geschikt leefgebied in grote oppervlaktes voorkomt in het gebied populaties zich op korte afstand van elkaar bevinden waardoor uitwisseling gewaarborgd is leidt tot het eindoordeel dat de huidige situatie voor de nauwe korfslak in Voornes Duin voor het hele gebied als goed wordt beoordeeld en dat de instandhoudingsdoelen worden behaald.

Huidige situatie stikstofdepositie

De nauwe korfslak kan in een grote diversiteit aan leefgebieden voorkomen, zie Tabel 5-2. Voor een aantal van de habitattypen waarbinnen nauwe korfslak voorkomt geldt dat de KDW in de huidige situatie wordt overschreden. Echter komt de nauwe korfslak over een veel groter scala aan leefgebieden en habitattypen voor en is deze niet direct gevoelig voor stikstofdepositie. Zodoende is de huidige situatie met betrekking tot de stikstofdepositie hier niet relevant.

Overige knelpunten

Voor nauwe korfslak geldt dat stikstofdepositie niet direct als een knelpunt wordt gezien. Sterke verzuivering en dichtgroeien tot duinbos kan wellicht negatief zijn maar gezien de minimale depositie is dit in de voorliggende situatie niet aan de orde.

Als knelpunt worden in het beheerplan monitoring en het verwijderen van houtopslag in duingraslanden en vochtige duinvalleien genoemd. Dit tweede knelpunt kan worden geïnterpreteerd als een secundair effect van stikstofdepositie; wanneer stikstofgevoelige leefgebieden en habitattypen verzuiveren door stikstofdepositie en opslag verwijderd wordt om deze verzuivering tegen te gaan kan het leefgebied van de korfslak worden vernietigd.

Regulier beheer

Op de lange termijn is de soort gebaat bij het duurzaam behoud van zoom- en mantelbegroeiingen van de droge duinen. Dergelijke zoomgemeenschappen in de zereep behoeven geen beheer vanwege de werking van wind (aanvoer zand en zout), meer landinwaarts is extensief maaibeheer (eenmaal per twee à drie jaar maaien) of extensieve begrazing noodzakelijk voor instandhouding (Nijssen e.a. 2012).

Beoordeling effecten stikstofdepositie

Het knelpunt dat voor de nauwe korfslak tot negatieve effecten zou kunnen leiden is het verwijderen van opslag ter bestrijding van verzuivering en verbossing. Negatieve effecten hiervan treden voornamelijk op wanneer werkzaamheden grootschalig worden opgepakt en wordt gewerkt zonder aandacht voor korfslak populaties (Boesveld e.a. 2018). Zoals blijkt uit de effectbeoordelingen van de habitattypen in bovenstaande paragrafen leidt de maximale additionele depositie van 0,61 op overbelaste hexagonen slechts tot een minimale toename van vegetatie die in geen geval leidt tot significant negatieve effecten op aangewezen habitattypen. De minimale additionele vegetatiegroei wordt in alle gevallen verwijderd door het regulier beheer en onderhoud waardoor aanvullende verschrallingswerkzaamheden om de depositie van het project teniet te doen niet aan de orde zijn.

Aangezien geen extra opslag verwijderd hoeft te worden of extra verschralling hoeft te worden uitgevoerd als gevolg van de depositie van het IJmuiden Ver Gamma kunnen effecten op de nauwe korfslak ook op voorhand worden uitgesloten.

5.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

Tabel 5-3 vat de in de voorgaande paragrafen beschreven effecten samen. Per habitatype is aangegeven wat de maximale toename van de stikstofdepositie is als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Uit de effectbeoordeling volgt dat de geringe toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma voor geen van de stikstofgevoelige habitattypen waarvoor op dit moment een (gedeeltelijke) overschrijding van de KDW plaatsvindt, leidt tot een significante verslechtering van de kwaliteit. Voor de betrokken habitattypen zijn het reguliere beheer en de reeds uitgevoerde instandhoudingsmaatregelen voldoende om de geringe toename van de stikstofdepositie te neutraliseren. De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma leidt daarom niet tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Tabel 5-3 Samenvatting effectbeschrijving stikstofdepositie Natura 2000-gebied Voornes Duin

Habitatype	Maximale bijdrage depositie (mol N/ha) voor de aanleg van de 1x4 en 2x2 kabelconfiguratie	Effectbeoordeling
H2120 Witte duinen	0,38 / 0,42	Geen significante verslechtering
H2130A Grijs duinen (kalkrijk)	0,58 / 0,61	Geen significante verslechtering
H2130C Grijs duinen (heischraal)	0,39 / 0,43	Geen significante verslechtering
H2180Ao Duinbossen (droog) berken-eikenbos	0,41 / 0,45	Geen significante verslechtering
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,41 / 0,44	Geen significante verslechtering
H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water)	0,43 / 0,47	Geen significante verslechtering
H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,57 / 0,60	Geen significante verslechtering

5.2 Conclusie specifieke habitatypebeoordeling

In de vorige paragrafen is het Natura 2000-gebied beschreven dat de hoogste belasting ondervindt als gevolg van de stikstofemissies van de realisatie van Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Beoordeeld is of de stikstofdepositie als gevolg van het project ertoe kan leiden dat het instandhoudingsdoel voor habitattypen in gevaar komt of dat het behalen ervan in geval de kwaliteit en/of omvang niet voldoet aan het instandhoudingsdoel, wordt belemmerd.

Samengevat kan voor de gebiedsspecifieke beoordeling habitatype gezegd worden dat de depositie als gevolg van het project zodanig klein is dat deze ecologisch geen effect sorteert en een significant negatief effect is uitgesloten. De hoogte van de extra belasting valt onder andere ruim binnen de natuurlijke variatie van de stikstofkringlopen van de vegetaties. Ook geldt dat de projectbelasting optreedt in de situatie die al langdurig overbelast is en dat de projectbijdrage ten opzichte van deze overbelaste situatie of de kritische depositiewaarden, dermate klein is dat deze met zekerheid niet tot een significant negatief effect leidt (valt weg in de al optredende depositie en ophoping in het systeem). De hoeveelheid toegevoegde stikstof wordt ruim met de al bestaande beheermaatregelen afgevoerd, deze toevoeging vraagt met zekerheid geen extra beheerinspanning. Tenslotte zijn er vaak andere factoren die sterk sturend zijn op de kwaliteit of aanwezigheid van een habitatype, zoals beheer(intensiteit), aanwezigheid invasieve exoten, (grond)waterbeschikbaarheid of extern fysische invloeden (zoals inundatie of fixatie).

6 Effectbeoordeling stikstofdepositie

6.1 Inleiding

De aanlegwerkzaamheden voor het project leiden tot een tijdelijke depositie. De hoogste depositie op een overbelast stikstofgevoelig habitatype bedraagt voor de aanleg van de 1x4 kabelconfiguratie in totaal 0,58 mol N/ha gedurende de aanlegfase, wat overeenkomt met bijna 8,4 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het ~0,001 gram stikstof. Voor de aanleg van de 2x2 kabelconfiguratie bedraagt het in totaal 0,61 mol N/ha. In het vorige hoofdstuk is een uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In dit hoofdstuk wordt een algemene effectbeoordeling gegeven, niet gericht op een specifiek Natura 2000-gebied en habitatype.

De ecologische effecten van de depositie worden beoordeeld aan de hand van een aantal aspecten. Afhankelijk van het habitatype en de aard en omvang van de depositie zijn één of meerdere aspecten relevant voor de beoordeling van een eventueel effect. In deze paragraaf wordt per aspect de achtergrond en onderbouwing van de beoordeling beschreven. De volgende aspecten worden gehanteerd voor de ecologische beoordeling:

3. Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten (zie paragraaf 6.2);
4. Hoeveelheid stikstof uit depositie die ter beschikking komt aan de vegetatie (zie paragraaf 6.3);
5. Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling (zie paragraaf 6.4);
6. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie (zie paragraaf 6.5);
7. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen (zie paragraaf 6.6);
8. Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen (zie paragraaf 6.7);
9. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie (zie paragraaf 6.8);
10. Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang (zie paragraaf 6.9).

De beoordeling gaat uit van de meest recente wetenschappelijke inzichten en biedt daarmee wetenschappelijk zekerheid inzake de eventuele schadelijke gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen en daarmee natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden.

6.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten

Beschrijving

Hoge concentraties van gasvormige stikstofverbindingen en hoge concentraties van ammonium (NH_4^+) in de bodem, kunnen directe toxische effecten veroorzaken op planten. Dit betekent dat deze hoge concentraties een directe schadelijke werking uitoefenen op de (cel)fysiologie van planten. Bij indirecte effecten, wat aan de orde is bij stikstofdeposities via de atmosfeer zoals als gevolg van de aanleg van het kabeltracé, treden de schadelijke effecten op door geleidelijke veranderingen in het bodemmilieu (waarbij overigens ook giftige stoffen zoals aluminium kunnen ontstaan) en/of door veranderingen in beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. Het gaat dan niet om een directe toediening op een plant.

De huidige concentraties van NH_3 , NO_x en SO_2 zijn in Nederland zo laag dat directe toxische schade aan planten (bijna) niet meer voorkomt. Een negatief effect in de vorm van directe schade is daarom in Nederland niet aan de orde als het gaat om atmosferische depositie van stikstof. Dit volgt ook uit het gegeven van de continue hoge achtergronddepositie. De kritische depositiewaarde voor een habitatype moet ook gezien worden als waarde waarboven een negatief effect niet is uit te sluiten.

(Mouissie 2019) concludeert op basis van de onzekerheden in de berekening van de KDW en experimentele studies over dosis-effect relaties dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de KDW het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt (verder) soortenverlies op bij hogere

toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de KDW ligt (Bobbink en Hettelingh 2011; Caporn e.a. 2016).

Beoordeling

Ten opzichte van de laagste kritische depositiewaarde van stikstofgevoelige habitattypen in Nederland (H3110 Zeer zwak gebufferde vennen met een KDW van 429 mol/ha/jaar) is de hoogste projectdepositie (0,61 mol/ha) een toename van 0,14%. H2130B is het meest stikstofgevoelige habitatype dat een tijdelijke depositie ondervindt van het project. Van de hexagonen van dit habitatype die een tijdelijke depositie ondervinden (van maximaal 0,2 mol N/ha), is de jaarlijkse achtergronddepositie minimaal 715 mol/ha/jaar. Deze waarden (zowel de achtergronddepositie als de projectbijdrage) zijn van een dusdanige orde, dat directe aantasting van planten niet aan de orde is. Het verdwijnen van de vegetaties met een lage stikstoftolerantie wordt veroorzaakt door concurrentie en niet door directe schade aan de planten.

Geconcludeerd wordt dat de tijdelijke toevoeging van een beperkte hoeveelheid stikstof, in het geval van het project maximaal 0,61 mol N/ha gedurende de gehele aanlegfase (een periode van drie tot vier jaar), met zekerheid niet tot waarneembare effecten en daarom ook niet tot directe schade aan planten of vegetaties leidt.

6.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie

Beschrijving

Nitraat (NO₃⁻) en ammonium (NH₄⁺) zijn stikstofverbindingen die oplossen in water en zo via de bodem door plantenwortels kunnen worden opgenomen. Nitraat wordt vrijwel niet geabsorbeerd door bodemdeeltjes en is direct beschikbaar voor planten. Ammonium in de oplossing is in evenwicht met het ammonium dat aan bodemdeeltjes geadsorbeerd is. Vooral in bodem met een hoog aandeel kleideeltjes kan het aandeel gebonden ammonium hoog zijn. De gebonden ammonium is voor een deel beschikbaar voor planten (Mengel 1991). Als de hoeveelheid opgelost stikstof in de bodem hoog is en deze niet door planten wordt opgenomen, dan kan een deel van de stikstof uitspoelen.

In terrestrische systemen spoelt stikstof bijna altijd uit in de vorm van nitraat, aangezien ammonium in de bodem weinig mobiel is en maar zeer beperkt naar het grondwater verdwijnt. Alleen in natte systemen, waaronder veengronden, kan ammoniumuitspoeling naar het grondwater ook kwantitatief van belang zijn (Kros e.a. 2008). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater is in de loof- en naaldbossen van Europa sterk gerelateerd aan de totale stikstofdepositie die op en in het bos terechtkomt (Dise e.a. 2009; Dise en Wright 1995; de Vries 2008). Bij stikstofdeposities onder de 8-10 kg N/ha/jaar (571-714 mol N/ha/jaar) spoelt in bossen vrijwel geen nitraat uit naar het grondwater. Daarboven neemt de uitspoeling met een toenemende stikstofdepositie significant toe.

Uitspoeling is afhankelijk van het soort bodem, waarbij in zandgronden de meeste stikstof uitspoelt en in veengrond de minste. In volgorde van meeste naar minste uitspoeling is het zand, klei en veen, waarbij met name in zandgronden ook de grondwatertrap een belangrijke rol speelt (RIVM 2007). Daarbij geldt dat hoe droger de bodem, hoe groter de concentratie uitspoeling is (Schoumans e.a. 2008). De hoeveelheden stikstof die uitspoelen na het groeiseizoen op landbouwgrond is ter indicatie opgenomen in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Fractie van het stikstofoverschot op de bodembalans dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater (uitspoelingsfractie) per bodemgebruik en grondsoort. De Romeinse cijfers geven de grondwatertrappen: I = zeer nat en VIII = zeer droog). (Naar tabel 3.1 en 3.2 uit RIVM, 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven)

Bodemgebruik	Zand								Klei		Veen
	I/II/II*	III	III*	IV	V	V*	VI	VII	VIII		
Bouwland	0,04	0,07	0,28	0,38	0,45	0,43	0,58	0,74	0,89	0,36	-
Grasland	0,02	0,04	0,14	0,20	0,23	0,22	0,30	0,38	0,46	0,12	0,04

Tabel 6-1 geeft de situatie weer in bemeste landbouwgebieden. In natuurgebieden is de uitspoeling naar het grond- of oppervlaktewater niet het gevolg van bemesting, maar het gevolg van atmosferische depositie, aanvoer via inundatie

en mineralisatie van organische stof. De jaarlijkse nutriëntenvrachten van het uit- en afspoelende water uit natuurgebieden in zandgebieden varieert in de periode 2016-2030 tussen 4 en 16 kg N/ha/jaar bij een gemiddelde depositie van 33 kg N/ha/jaar (Schoumans e.a. 2008).

Bij het bepalen van de KDW's is in beginsel rekening gehouden met het feit dat een deel van de atmosferische depositie in habitattypen weer uit het systeem verdwijnt. Bij het beoordelen van het effect van een tijdelijke toename van deposities geldt echter dat een deel van de stikstof uit de wortelzone zal verdwijnen voordat deze vastgelegd wordt (en later weer ter beschikking kan komen voor de plant) of direct opgenomen wordt door de planten. De hoogte van de depositie en daarmee de beschikbaarheid van de atmosferisch toegevoegde stikstof heeft geen relatie met de KDW. Wanneer een groot deel uitspoelt, zal de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid lager zijn. Buiten het groeiseizoen nemen planten relatief weinig voedingsstoffen op uit de bodem. In het najaar en de winter zal daarom een groter deel van de depositie uit de wortelzone verdwijnen dan in het voorjaar en de zomer.

Hoewel het moeilijk is om betrouwbare kwantitatieve onderbouwingen te geven voor de mate waarin stikstof die als gevolg van atmosferische depositie in een natuurgebied terecht komt weer uitspoelt en daarom niet ter beschikking komt aan de vegetatie, kan een aantal algemene conclusies getrokken worden:

- Een deel van de stikstof die via droge of natte depositie in een habitatype terecht komt, zal niet direct worden opgenomen door de plant, maar worden gebonden in de bodem of spoelt uit naar het grond- of oppervlaktewater.
- Nitraat wordt slecht gebonden in de bodem en blijft of gaat daardoor in oplossing in het bodemwater. Uitspoeling van stikstof zal daarom vooral in de vorm van nitraat plaatsvinden.
- Deze uitspoeling is vooral relevant in habitattypen van zandgronden en is groter naarmate deze habitattypen verbonden zijn aan drogere omstandigheden. In klei- en vooral veenbodem is uitspoeling van stikstof aanzienlijk geringer.
- Bij de activiteiten waarbij sprake is van emissies door verbrandingsmotoren (vaak overheersend bij bouw- en realisatiewerkzaamheden) is vooral sprake van uitstoot van NO_x, wat in de vorm van opgelost nitraat in het bodemmilieu terecht komt.
- In specifieke gevallen (drogere omstandigheden in zandgronden) verdwijnt een deel van de depositie (tot meer dan 50%) weer uit het systeem voordat het opgenomen wordt door planten.

Beoordeling

De stikstofdeposities als gevolg van het project zijn het hoogste in de duingebieden van Zuid-Holland, met onder andere het Natura 2000-gebied Voornes Duin (0,77 mol N/ha). Het zijn ook met name de habitattypen van de (arme) zandgronden die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. Deze (droge) zandbodems zullen een hogere mate van uitspoeling kennen, waardoor voor habitattypen van (droge) zandgronden¹³ gesteld wordt dat een belangrijk deel van de depositie niet beschikbaar komt. Het daadwerkelijk potentieel aan stikstof is daarmee aanzienlijk kleiner dan de hoeveelheid stikstof die neerkomt op het habitatype

6.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling

Beschrijving

De toename van stikstof als gevolg van depositie kan leiden tot effecten op planten als gevolg van vermesting en verzuring.

Bij vermesting is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof (nitraat en ammonium), dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeïende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen t.o.v. minder snelgroeïende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen kenmerkende soorten. Afname van deze soorten leidt tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.

¹³ Duinen: H2110, H2120, H2130, H2140B, H2150, H2160, H2170), stuifzanden en heiden: H2310, H2320, H2330, H4030, H5130 en sommige graslanden: H6110, H6120, H6230 (droog).

Om een beeld te krijgen van de vermemstende invloed van een éénmalige en kleine depositietoename van circa 1 mol N/ha is de volgende berekening illustratief:

- Een depositie van 0,77 mol N/ha/jaar komt overeen met een jaarlijkse toevoeging van 10 gram stikstof per hectare;
- De productie van natuurlijke habitattypen loopt uiteen tussen 2.000 en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp e.a. 2006).
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (bron: Nutrinorm.nl).
- Voor de biomassa-productie van natuurlijke habitattypen is dus gemiddeld 30 - 90 kg N/ha/jaar nodig (1,5% van 2.000 tot 6.000 kg). Dit komt overeen met circa 2.150 - 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).
- Een depositie van 10 gram N/ha/jaar komt overeen met 0,01 en 0,05 % van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Deze 10 gram stikstof draagt bij aan de vorming van circa 1.000 gram biomassa per ha, oftewel 0,1 gram biomassa per m². Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie.

Dermate geringe percentages leiden niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking zou komen aan de vegetatie. Daardoor ontstaan ook geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten ten opzichte van elkaar in de vegetatie voorkomen. Hieruit wordt geconcludeerd dat een eenmalige kleine depositietoename de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar verandert of aantast.

Beoordeling

Een kleine tijdelijke toename van de depositie van maximaal 0,58 of 0,61 mol N/hectare leidt niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten, daar is de hoeveelheid beschikbare stikstof te klein voor. Er ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de depositietoename door het project de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar aantast.

6.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie

Beschrijving

Om een beeld te geven wat de omvang is van de deposities als gevolg van het project IJmuiden Ver Gamma, wordt weergegeven wat deze toename is, gerelateerd aan de totale depositie in een gebied, de gevoeligheid van de habitattypen en leefgebieden en de nauwkeurigheid waarmee effecten kunnen worden vastgesteld. Dit geeft inzicht in de mate van relevantie van de tijdelijke depositie door het project.

Hoeveel is 1 mol stikstof per hectare per jaar?

Een mol stikstof komt overeen met 14 gram N (of in de vorm van stikstofverbindingen met 62 gram NO₃⁻ of 18 gram NH₄⁺). 14 gram N komt overeen met het gewicht van circa 4 suikerklontjes (of één eetlepel suiker). Als gevolg van deze depositie, wordt deze hoeveelheid gedurende een jaar gelijkmatig in tijd en ruimte verdeeld over een oppervlakte die gelijk is aan ongeveer twee voetbalvelden. Per vierkante meter is dit 0,0014 gr of 1,4 mg.

Hoe verhoudt toename zich tot achtergrondbelasting in een bepaald gebied?

Op alle Natura 2000-gebieden in Nederland vindt als gevolg van natuurlijke en door mensen beïnvloede oorzaken depositie van stikstof plaats. Deze achtergronddepositie (ADW) varieert tussen circa 700 en 4.000 mol N/ha/jaar, afhankelijk van de locatie. Deze deposities vinden al gedurende decennia permanent plaats, zij het dat ze in de afgelopen decennia aanzienlijk gedaald zijn.

De achtergrondwaarden worden vastgesteld met behulp van modelberekeningen, die gebaseerd zijn op metingen van stikstofconcentraties in de lucht en van deposities. Een aantal factoren is van invloed op de nauwkeurigheid van deze

informatie. Naast de nauwkeurigheid van het gebruikte model zijn nog enkele andere bronnen van onzekerheid te noemen. Het detailniveau van de gebruikte informatie over emissiebronnen in binnen- en buitenland kent om praktische redenen zijn beperkingen. Hetzelfde geldt voor meteorologische en omgevingsfactoren die van invloed zijn op de verspreiding van luchtverontreiniging. Binnen een gridcel is bovendien de werkelijke concentratie niet overal gelijk. Een onzekerheidsmarge rond de weergegeven waarden is het gevolg. De onzekerheid bedraagt, afhankelijk van stof en jaar, van 15% tot 30% voor concentraties en van 50% tot 100% voor deposities (RIVM 2020).

Hoewel er sprake is van een langjarige trend waarbij de emissies en achtergronddepositie dalen, variëren de achtergronddeposities op een specifieke locatie van jaar tot jaar. Dit heeft met name te maken met jaarlijkse verschillen in weersomstandigheden (temperatuur, windrichting en hoeveelheid neerslag). Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10% (Compendium voor de Leefomgeving 2019). Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de orde van grootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.

Een beperkte dosis stikstof, hier maximaal 0,58 of 0,61 mol N/ha op een gebied op de meeste locaties aanmerkelijk minder, als gevolg van tijdelijke activiteiten is zeer gering ten opzichte van de jaarlijkse en al lang bestaande permanente deposities in de afgelopen decennia (0,1% tot 0,6% van de jaarlijkse achtergronddepositie). En ook vanuit de natuurlijke fluctuatie in stikstofdepositie en de nauwkeurigheid waarmee de achtergronddeposities zijn vastgesteld.

Ter vergelijking: de natuurlijke achtergronddepositie (zonder menselijk ingrijpen) ligt naar verwachting tussen de 71 en 357 mol N/hectare/jaar (of 1 tot 5 kg N) (Arcadis 2011). De eenmalige maximale toename als gevolg van het project (0,61 mol N/hectare op het Natura 2000-gebied Voornes Duin) komt overeen met 0,5% van de gemiddelde natuurlijke jaarlijkse achtergronddepositie.

Hoe verhoudt de toename zich tot de kritische depositie van habitattypen en leefgebieden?

De kritische depositiewaarden geven aan beneden welke totale depositie (in mol N/ha/jaar) significante effecten als gevolg van stikstofdepositie op een habitatype of leefgebied met zekerheid kunnen worden uitgesloten (zie ook paragraaf 3.5). Bij deze KDW's gaat het om de gevoeligheid van blootstelling van habitattypen en leefgebieden aan stikstofverbindingen gedurende langere perioden.

De kritische depositiewaarden zijn afgerond op hele kilo's stikstof. Deze zijn daarna teruggerekend naar mol. Een meer precieze bepaling van de KDW's is op grond van beschikbare kennis en modeluitkomsten niet mogelijk. Een verschil van 100 gram (één decimaal) geeft reeds een verschil en daarmee onzekerheidsmarge van 7,14 mol/ha/jaar. Dit betreft permanente en dus langdurige jaarlijkse depositieniveaus. De kleine tijdelijke depositietoename als gevolg van het project (maximaal 0,58 of 0,61 mol N/ha) bevindt zich ruim binnen de onzekerheidsmarges waarmee de KDW's toegepast kunnen worden.

De kleine dosis aan stikstof als gevolg van de tijdelijke activiteiten is daarom zeer gering, zowel ten aanzien van de nauwkeurigheid waarmee de KDW's zijn vastgesteld en ten aanzien van de hoogte van deze KDW's als lange termijn grenswaarde.

Beoordeling

Voor de stikstofdeposities ten gevolge van de aanleg van het project geldt dat de maximale bijdrage van 0,58 of 0,61 mol N/ha:

- Wegvalt tegen de jaarlijkse fluctuatie in stikstofdepositie ten gevolge van meteorologische condities door het jaar en over de jaren heen;
- Verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de jaarlijkse achtergronddepositie;
- Binnen de onzekerheidsmarges c.q. nauwkeurigheid van de KDW's en de bepaling van de achtergronddeposities valt.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat een kleine depositietoename van maximaal 0,58 of 0,61 mol N/hectare gedurende de aanlegperiode de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet aantast

6.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen

Beschrijving

Atmosferische depositie is niet de enige bron van stikstof in het leefmilieu van planten. Ook via andere mechanismen en routes komt stikstof beschikbaar. De belangrijkste hiervan zijn:

- Toestroming via grond- en oppervlaktewater. Van nature zijn oppervlaktewateren en (met name) grondwater relatief arm aan stikstofverbindingen. Door menselijke invloeden (bemesting, afvalwaterlozing) bevatten grond- en oppervlaktewater in Nederland momenteel echter aanzienlijk meer stikstofverbindingen, zowel nitraat als ammonium. In habitattypen die onder invloed staan van toestromend grondwater (kwel) of overstroming met oppervlaktewater (beek- en rivierbegeleidende habitattypen) kunnen op deze wijze een verhoogde aanvoer van stikstof ondergaan. Bij overstroming kan daarbij ook voedselrijk slib nog een rol spelen.
- Mineralisatie (verdroging). In organisch materiaal in de bodem is stikstof geaccumuleerd die niet direct ter beschikking is voor levende planten. Door mineralisatie, waarbij bodemmicroben de immobiele stikstof omzetten naar vrij beschikbare stikstofverbindingen, komt deze geaccumuleerde stikstof weer vrij, in eerste instantie in de vorm van ammoniak. Via nitrificatie moet ammoniak eerst omgezet worden in nitraat, alvorens de stikstof beschikbaar is voor planten. Mineralisatie en nitrificatie is een natuurlijk proces, maar kan versneld worden in situaties waar veel zuurstof beschikbaar is. Dit gebeurt o.a. in habitattypen waar veel organische stof aanwezig is in de bodem, en waar de beluchting van de bodem toeneemt als gevolg van verdroging (verlaging van de grondwaterstand).

Beide vormen van stikstofaanvoer zijn niet of nauwelijks van natuurlijke oorsprong, maar kunnen in bepaalde situaties wel aanleiding geven tot een aanzienlijk aanvoer van voedingsstoffen:

- In het Natura 2000-gebied Bunder- en Elsloërbos bijvoorbeeld, is de gemiddelde belasting van het grondwater circa 75 mg/l nitraat, wat overeenkomt met circa 17 mg N/l. In het gebied komt dit water via talloze bronnetjes (circa 150) aan de oppervlakte. De afvoer van een gemiddelde bron in het Bunderbos is circa 1 m³/uur. Per jaar komt daardoor per bron een vracht van ruim 9.000 mol N in het gebied. Het gebied heeft ruim 150 van deze bronnen. Via de bronnen komt daardoor ruim 8.000 mol N/ha/jaar het gebied binnen. Daarnaast komt er ook grondwater buiten de bronnen aan de oppervlakte. Een aanzienlijk deel van deze stikstof zal ook weer het gebied verlaten via de afvoer van het water door de beken, maar een deel van de stikstof zal opgenomen worden in de bodem en in de vegetatie.
- In riviersystemen is met name in de uiterwaarden van de rivier de dynamiek uit de rivier leidend. Naast dat de overspoeling door erosie voor een deel aanwezige stoffen wegspoelt, voert de rivier ook stoffen aan. Als de Rijn als voorbeeld wordt genomen, dan is het gehalte aan stikstof ongeveer 2,5 mg/l. Deze hoeveelheid is ook ongeveer de streefwaarde voor alle rivieren. Het gemiddelde debiet van de Rijn is ongeveer 2.200 m³/s (variatie tussen 600 en 16.000 m³/s)¹⁴. Dit betekent dat de Rijn per seconde gemiddeld 5,5 kg stikstof aan- en afvoert, wat neerkomt op circa 400 mol N per seconde. Daarnaast zal in het slib dat wordt achtergelaten ook een grote hoeveelheid stikstof achterblijven.

Naast aanvoer van stikstof, vindt in natuurlijke en half-natuurlijke systemen ook afvoer van stikstofverbindingen plaats. De belangrijkste daarvan zijn:

- Uitspoeling van stikstof. Een deel van de stikstof die in het systeem terecht komt wordt direct (na depositie) of indirect (na vrijkomen als gevolg van mineralisatie en nitrificatie) opgelost in het bodemwater, en via infiltratie of uitspoeling naar het oppervlaktewater uit het systeem verwijderd. Met name in drogere habitattypen van zandgronden kan het aandeel van stikstof dat op deze wijze verdwijnt aanzienlijk zijn.
- Natuurlijke denitrificatie. Hierbij zetten bacteriën nitraat om in gasvormig stikstof, dat ontsnapt naar de atmosfeer. Dit is een natuurlijk proces, waarmee in de bepaling van de KDW's van habitattypen en leefgebieden reeds

¹⁴ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/afvoer/>

rekening is gehouden. Van de stikstof die als gevolg van een eenmalige kleine depositietoename in het milieu terecht komt, zal een zeer geringe fractie op deze wijze verdwijnen.

- Immobilisatie van stikstof in organisch materiaal. Deze stikstof is eerst door planten opgenomen en daarna in de planten omgezet tot organische stikstofverbindingen. Plantenresten worden als organisch materiaal in de bodem opgeslagen. Afhankelijk van het bodemtype blijven ze daar langere of kortere tijd immobiel. Als gevolg van mineralisatie kunnen ze weer omgezet worden in ammonium en (via nitrificatie in) nitraat. Met name in habitattypen in veengebieden kan aanzienlijke accumulatie van stikstof in organisch materiaal optreden.
- Cyclisch beheer. Cyclisch beheer is voor veel habitattypen een basisvoorwaarde voor instandhouding van habitattypen. Dit beheer is gericht op het verwijderen en (meestal ook) afvoeren van organisch materiaal. Voortzetting van dit beheer is een vanzelfsprekendheid en vastgelegd in beheerplannen en is al decennia een pijler onder natuurbeheer en heeft zijn resultaten (wetenschappelijk) ruim bewezen. De meest toegepaste beheermethoden zijn maaien, beweiden/begrazen, plaggen en chopperen (verwijderen zode met organisch materiaal) en snoeien. De stikstof wordt meestal uit het systeem verwijderd doordat het materiaal geoogst en/of afgevoerd wordt. Als gevolg van toegenomen aanvoer van nutriënten en daardoor veroorzaakte verhoogde biomassa-productie is de intensiteit van dit beheer in veel gevallen, noodgedwongen, toegenomen. Dit beheer is echter ook resultaatgericht: de biomassa of bovengrond wordt tot een bepaald niveau verwijderd. Een eventuele tijdelijke geringe toename van stikstofdepositie wordt daarmee eveneens weggenomen. Tabel 6-2 geeft enkele voorbeelden van de mate van afvoer weer per type beheer.

Tabel 6-2 Effect beheermaatregel ten aanzien van afvoer stikstoffen uit de vegetatie. Sommige maatregelen worden jaarlijks genomen zoals maaien en begrazen, andere worden meer incidenteel uitgevoerd zoals plaggen en baggeren (bron: (van den Berg, Loeb, en Bobbink 2014)).

Beheermaatregel	Range van stikstofafvoer (mol/ha)
Plaggen	81.000 – 381.000
Chopperen	14.000 – 169.000
Baggeren	40.000 – 860.000
Maaien	1.000 – 10.000
Begrazen	140 – 1.200
Branden	1.000 – 10.000
Hakhoutbeheer en dunnen	11.000 – 15.000
Opslag verwijderen	500 – 15.000
Ingrijpen in soortensamenstelling boomlaag	2.200 – 15.000

Beoordeling

Ten aanzien van de verwijdering van stikstof uit het systeem blijkt uit het voorgaande dat de tijdelijke kleine depositietoename wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die weer uit het systeem verdwijnen. Met name bij (cyclisch) beheer zal de in de planten opgenomen stikstof, die afkomstig is uit de depositietoename, weer grotendeels uit het systeem verwijderd worden door het gevoerde vegetatiebeheer. De tijdelijke beperkte toevoeging heeft geen invloed op het terugbrengen van de depositie tot de KDW of het behouden van de depositie beneden de KDW.

Bij beheer van de heischrale graslanden met schapenbegrazing betekent een eenmalige depositie van 1,0 mol/ha stikstof het volgende. Een plant heeft voor de aangroei van 1 gram ongeveer 0,2 gram stikstof nodig (Ter Steege 1996). De depositie van 1 mol (=14 gram) zal dus, ervan uitgaande dat de helft van de stikstof ook daadwerkelijk wordt benut en de andere helft uitspoelt, leiden tot een aanwas van 70 gram vegetatie van het habitatype per hectare. Een schaap heeft een voedselbehoefte van 1,7 kg droge stof per dag (WUR 2002). Uitgaande van een drogestofgehalte van de graslandvegetatie van maximaal 50% eet een schaap per dag 3,4 kg vegetatie. Uitgedrukt in schapdagen (hoeveelheid vegetatie die één schaap op één dag graast) is 3,4 kg dus 1 schapdag. Om de jaarlijkse extra aanwas van 70 gram vegetatie uit het systeem te halen, is dus (70/3.400 =) 0,024 schapdag nodig. Uitgaande

van een graasduur van 8 uur per dag (gescheperde kudde), komt 0,61 mol overeen met 50 seconden begrazing door kudde van 50 schapen. Een tijdelijke depositie van bijvoorbeeld 0,61 mol/ha komt overeen met $0,61 \times 70 \text{ gram} = 42,7 \text{ gram}$ per hectare (per 10.000 m²) en valt daarmee ruim binnen de beheerinspanning in geval van schapenbegrazing.

Ter illustratie kan worden gekeken naar maai-beheer. Bij beheer van graslanden door maaien wordt tussen de 24 en 63 kg stikstof per hectare verwijderd¹⁵. Op basis van het gegeven dat een plant voor de aangroei van 1 gram ongeveer 0,2 gram stikstof nodig heeft (Ter Steege, 1996), geldt een extra aanwas per 10.000 m² van 70 gram ten gevolge van 1 mol (/ha). De hoeveelheid stikstofdepositie ten gevolge van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma valt weg tegen de hoeveelheid stikstof die wordt verwijderd met maaien

Op grond hiervan volgt dat een tijdelijke beperkte stikstofdepositie geen invloed heeft op habitattypen in geval van een situatie met cyclisch beheer die stikstof uit het systeem verwijderd, aangezien de eventuele bijdrage wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die periodiek door beheer worden verwijderd.

6.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen

Beschrijving

In sommige situaties is in Natura 2000-gebieden bij specifieke habitattypen sprake van een hoge mate van overbelasting. De achtergronddepositie (ADW) is dan aanzienlijk hoger dan de kritische depositiewaarde (KDW). In de gebiedsanalyses wordt gesproken van een sterke overbelasting wanneer de ADW twee keer zo hoog is als de KDW. Bij grote overschrijdingen kunnen zich twee situaties voordoen:

- De kwaliteit van het habitatype is goed, ondanks de hoge overschrijding van de KDW. In dergelijke gevallen zijn andere factoren dan stikstof sturend en/of beperkend voor de ontwikkeling van het habitatype, bijvoorbeeld omdat fosfaat beperkend is, of omdat er sprake is van een goede buffercapaciteit door toestroming van kwelwater.
- De kwaliteit van het habitatype is slecht, (mede) als gevolg van de veel te hoge aanvoer van stikstof. In dergelijke situaties zijn maatregelen opgenomen in het beheerplan om de kwaliteit van de habitattypen te herstellen. Dit kunnen zowel systeemgerichte maatregelen zijn (bijvoorbeeld herstel van de waterhuishouding) als maatregelen die de geaccumuleerde stikstof uit het gebied verwijderen. Door de tijdelijke en kleine depositietoename zal de situatie in dergelijke gebieden niet wijzigen. De depositietoename zal ook geen gevolgen hebben voor de aard, omvang en succes van de maatregelen die genomen moeten worden.

Beoordeling

In geval van habitattypes met een overbelasting geldt dat tijdelijke kleine deposities op grond van voorgaande beschrijving nooit de oorzaak zijn, die tot gevolg heeft dat een habitatype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

6.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie

Beschrijving

Zoals in paragraaf 6.7 aangegeven is de achtergronddepositie in een groot aantal gebieden sinds een groot aantal jaren ruim hoger dan de kritische depositiewaardes die optreden. Dit is één van de oorzaken voor het niet bereiken van instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen. Sinds 1980 zijn emissies hoog, zij het dat ze langzaam aan het afnemen zijn onder invloed van bijvoorbeeld strenge emissie-eisen.

De werkzaamheden voor het project vinden voor het grootste deel op zee plaats. De tijdelijke deposities van het project vinden plaats tussen de emissies van voornamelijk zeescheepvaart en visserij. Deze activiteiten vinden verspreid over de Noordzee plaats naast projectmatige activiteiten als olie- en gaswinning, zand- en schelpwinning, kustverdedigingswerkzaamheden en luchtvaartbewegingen. Uit de gegevens van het CBS ten aanzien van de uitstoot in de periode 1990 tot 2018 blijkt dat de zeescheepvaart en visserij samen een uitstoot kenden van 94,6 miljoen kg

¹⁵ Dit betrof graslanden in Californië (VS) in een mediterraan klimaat met voornamelijk *Lolium multiflorum* en *Bromus diandrus* met *Lupine albifrons*, waar verspreid nog kleine oppervlaktes liggen met de originele vegetatie zonder lupine. (Maron en Jefferies 2001)

stikstof in 1990, die is toegenomen tot 98,4 miljoen kg stikstof in 2018. Gezien de omvang van deze emissies, zonder de andere genoemde activiteiten, is het aannemelijk dat een tijdelijke kleine bijdrage wegvalt in het heersende beeld van emissies en als toevoeging verwaarloosbaar is.

Beoordeling

De aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma veroorzaakt een uitstoot van 604 ton stikstof in totaal. Per jaar is dit gemiddeld 151 tot 201 ton stikstof. Ten opzichte van de jaarlijkse emissies van activiteiten die bekend zijn van scheepvaart en visserij (77,5 miljoen kg stikstof in 2018¹⁶) betekent dit (worst-case) een bijdrage van minder dan 0,8%¹⁷ op jaarbasis, zonder rekening te houden met andere activiteiten als bijvoorbeeld zandwinning, olie- en gaswinning en kustversterking. Dit is verwaarloosbaar en niet te onderscheiden, naast het gegeven dat een groot deel van de activiteiten wordt uitgevoerd door schepen die in voorgaande jaren andere activiteiten in de Noordzee hebben uitgevoerd en dus op zichzelf geen toevoeging op de achtergronddepositie vormen. De emissie van het project kan daarom, ook als het als toevoeging wordt beschouwd, niet tot een significant negatief effect leiden op habitattypen.

6.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang

Beschrijving

Stikstofdepositie leidt tot verzuring of vermessing zoals bij de algemene beschrijving van effecten opgenomen. Niet alle habitattypen zijn gevoelig voor stikstof. Van de voor stikstofgevoelige habitattypen geldt dat, eventueel in specifieke omstandigheden/locaties, andere drukfactoren bepalend zijn voor het kunnen behalen en/of behouden van de gewenste kwaliteit en omvang van het habitatype. Dat wil zeggen dat ook onder overbelaste omstandigheden de kwaliteit van habitattypen wel op orde kan zijn. Wanneer de kwaliteit niet overal behaald wordt, geeft weer dat andere factoren bepalend zijn.

Beoordeling

In het geval dat stikstofdepositie niet de voornaamste drukfactor is voor het behalen en/of behouden van een instandhoudingsdoelstelling voor een habitatype, geldt dat projectdepositie niet de oorzaak zal zijn die tot gevolg heeft dat een habitatype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

6.10 Conclusie effect tijdelijke, lage stikstofdepositie

Samenvattend wordt op basis van de hierboven beschreven acht aspecten gesteld dat een tijdelijke en lage stikstofdepositie in de praktijk niet leidt tot een significant negatieve aantasting van een vegetatie of ecosysteem. De primaire, veel terugkomende reden is dat de hoeveelheid stikstof die neerkomt in het systeem als gevolg van het project Net op zee IJmuiden ver Gamma te gering is om een (meetbare) verandering teweeg te brengen. In veel gevallen is tevens sprake van dat meer dan één aspect aan de orde is waarom de kwaliteit wel of niet gehaald wordt, waardoor de zekerheid dat geen effecten optreden als gevolg van de projectdepositie in de vegetaties of het systeem vergroot wordt.

¹⁶ CBS Statline

¹⁷ Op basis van het uitgangspunt dat 374,7 ton stikstof over 1 jaar wordt uitgestoten.

7 Beoordeling cumulatie

Omdat uit de beoordeling blijkt dat de tijdelijke depositie ten gevolge van het project met zekerheid geen significant negatief effect heeft, is cumulatie in feite niet aan de orde; in combinatie met andere plannen en projecten is de tijdelijke bedrage nooit de druppel die leidt tot een significant negatief effect in de hierboven bedoelde zin.

Meer in het bijzonder geldt dat de tijdelijke bijdrage van het project plaatsvindt in het licht van een overbelaste situatie. Dit gegeven is het vertrekpunt bij de ecologische beoordeling van het project aangezien het de huidige situatie betreft.

Cumulatie betreft het gelijktijdig optreden van effecten van andere projecten of activiteiten die al wel vergund zijn, maar nog niet zijn uitgevoerd. Cumulatie kan alleen plaatsvinden indien projecten of activiteiten in dezelfde periode als de werkzaamheden van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn voorzien, aangezien het project slechts een tijdelijke emissie en daarmee bijdrage aan de depositie veroorzaakt.

Ongeacht dat op dit moment niet of nauwelijks vergunningen worden verstrekt sinds maar ook al voor de uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State inzake het PAS van 29 mei 2019, geldt dat de bijdrage van het project in combinatie met andere projecten of activiteiten niet tot andere effecten zal leiden dan hiervoor geconcludeerd voor het project op zich. Andere projecten en activiteiten die vergund maar nog niet gerealiseerd zijn, veroorzaken eveneens een additionele bijdrage aan de autonome situatie die voor een belangrijk deel overbelast is. Dit leidt niet tot een andere conclusie voor de effecten van de aanleg van het Net op zee. Een toevoeging van andere projecten/activiteiten maakt die situatie niet anders en is ook niet van invloed op de uitgevoerde beoordeling en de conclusie die hieruit volgt. Die conclusie is dat de bijdrage ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee er niet toe kan leiden dat instandhoudingsdoelstellingen niet meer of moeilijker kunnen worden behaald.

De conclusie ten aanzien van eventuele effecten van de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma is daarom eveneens geldig in cumulatie.

Tot slot: de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma maakt een vergaande reductie van stikstofdepositie mogelijk, doordat de elektriciteit die wordt opgewekt door de windparken die door het project worden aangesloten op het hoogspanningsnet op land, voorkomen dat stikstofemissies ontstaan wanneer deze elektriciteit wordt opgewekt met behulp van fossiele energie. Ook wordt door het project verdergaande elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector mogelijk gemaakt, hetgeen tevens leidt tot reductie van depositie. In zoverre levert dit project als zodanig een belangrijke bijdrage aan het doorzetten van de dalende trend aan stikstofemissies en -deposities op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden in Nederland.

8 Conclusie stikstofdepositie realisatie Net op zee IJmuiden Ver Gamma

De beoordeling van de effecten van de stikstofdepositie ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn in de voorgaande hoofdstukken op diverse manieren beoordeeld.

Het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in een groot aantal Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van twee tot drie jaar. Na realisatie is geen sprake meer van meetbare stikstofdepositie. Gelijktijdig reduceert het project gedurende de exploitatiefase een veelvoud hiervan aan stikstofdeposities als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit deze ecologische beoordeling stikstofdepositie komt naar voren dat met zekerheid significant negatieve effecten, als gevolg van de tijdelijke projectbijdrage stikstofdepositie, zijn uitgesloten voor de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden en de voor deze gebieden gestelde instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen of de soorten die hiervan afhankelijk zijn.

Uit de algemene effectbeoordeling en de effectbeoordeling van de habitattypen van de Voornes Duin blijkt dat - onafhankelijk van de hoogte van de projectdepositie en het habitatype waarop de depositie neerkomt - deze in alle gevallen van dusdanig beperkte omvang is, dat deze nooit sturend is voor de kwaliteit van het habitatype en het kunnen behalen van de doelen in zowel tijd als ruimte. In alle gevallen komt de effectbeoordeling tot de conclusie dat, gezien de eenmaligheid, de hoeveelheid stikstofdepositie te laag is om tot een effect in de vegetaties te leiden. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle in Nederland voorkomende voor stikstofdepositie gevoelige habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die een tijdelijke belasting ondervinden ten gevolge van het project.

De bijdrage van het project is te gering om een (meetbare) verandering teweeg te brengen in het ecosysteem, de hoeveelheden zijn te laag om een effect te hebben op de groei van vegetaties en vallen tevens binnen de onzekerheidsmarges van bestaande achtergronddeposities. Met zekerheid heeft de projectdepositie geen invloed op de huidige situatie of kwaliteit of de mogelijkheden om een verbetering van de instandhouding te bereiken, het halen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in gevaar en wordt niet vertraagd.

Geconcludeerd wordt dat, als gevolg van stikstofdepositie door de realisatie van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, in de aanleg van de 1x4 of de 2x2 kabelconfiguratie, significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de door de depositie geraakte Natura 2000-gebieden met zekerheid zijn uit te sluiten. Het behouden en/of kunnen behalen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in het geding.

9 Bronnen

- Arcadis. 2011. Stikstof en zwavel in de grijze duinen, aanvullingen op het Arcadis-rapport uit 2008 naar aanleiding van het StAB-advies over de stikstofdepositie van de energiecentrales van NUON en RWE/ESSENT.
- Berdowski, J. J. M. 1987. 'The catastrophic death of *Calluna vulgaris* in Dutch heathland'. Dissertatie Utrecht 132.
- van den Berg, Leon, Roos Loeb, en Roland Bobbink. 2014. Mitigatie N-depositie Zeetoegang IJmond : inschatting stikstofafvoer door PAS-herstelmaatregelen.
- Bobbink, Roland, en J. P. Hettelingh. 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. doi: www.rivm.nl/cce.
- Bobbink, Roland, en Leon P. M. Lamers. 1999. Effects of increased nitrogen deposition. Air pollution and plant life 2nd edition (eds. J.N.B. Bell, M. Treshow). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.
- Boesveld, A., A. W. Gmelig Meyling, en R. H. de Bruyne. 2012. 'Veranderingen in het voorkomen van de Nauwe korfslak in vier Zuid-Hollandse duingebieden (Natura2000), in relatie tot het beheer en de verwachte uitstoot van stikstof en ammoniak van op de Maasvlakte te bouwen kolencentrale.'
- Boesveld, A., S. van Leeuwen, J. de Boer, en A. W. Gmelig Meyling. 2018. 'Nauwe korfslak Beheeradviezen'. Nauwe korfslak Beheeradviezen. Geraadpleegd 2 juni 2022 (<https://www.anemoon.org/projecten/natura2000/beheeradvies/nauwe-korfslak>).
- Buijsman, E., J. M. M. Aben, J. P. Hettelingh, A. Van Hinsberg, R. B. A. Koelemeijer, en R. J. M. Maas. 2010. Zure regen Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland.
- Caporn, S., C. Field, R. Payne, N. Dise, A. Britton, B. Emmett, L. Jones, G. Phoenix, S. Power, L. Sheppard, en C. Stevens. 2016. 'Assessing the effects of small increments of atmospheric nitrogen deposition (above the critical load) on semi- natural habitats of conservation importance'. Natural England.
- Clark, C. M., en D. Tilman. 2008. 'Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grassland'. *Nature* 451:712–15.
- CLO, en RIVM. 2019. 'Stikstofdepositie 1990 - 2018'. 1. Geraadpleegd 22 januari 2021 (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie>).
- Compendium voor de Leefomgeving. 2019. 'Vermestende depositie, 1990-2017'. Geraadpleegd 9 juli 2020 (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie>).
- Dise, N. B., J. J. Rothwell, V. Gauci, C. van der Salm, en W. de Vries. 2009. 'Predicting dissolved inorganic nitrogen leaching in European forests using two independent databases'. *Science of the total Environment* 407:1798–1808.
- Dise, N. B., en R. F. Wright. 1995. 'Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition'. *Forest Ecology and Management* 71:153–61.
- van Dobben, H. F., en A. van Hinsberg. 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen. Wageningen. doi: Alterra rapport 1654.
- Dobben, Han van, Roland Bobbink, Dick Bal, en Arjen van Hinsberg. 2012. 'Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000'. Alterra-rapport 2397:68. doi: 10.1029/2004JB003221.
- Ghenai, G. 2012. 'Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment'. InTech. doi: ISBN: 978-953-51-0165-9.

- Gmelig Meyling, A. W., en A. Boesveld. 2010. 'Voorkomen van de Nauwe korfslak *Vertigo angustior* in diverse vegetatietypen en biotopen op Voorne en Goeree alsmede adviezen voor beheer.'
- Gmelig Meyling, A. W., en R. H. de Bruyne. 2006. 'Inhaalslag Verspreidingsonderzoek mollusken van de Europese habitatrichtlijn. Inventarisatieperiode 2004-2005 Nauwe korfslak *Vertigo angustior*.'
- de Haan, B. J., J. Kros, R. Bobbink, J. A. van Jaarsveld, W. De Vries, en H. Noordijk. 2008. Ammoniak in Nederland. Bilthoven. doi: 500125003.
- Haapala, K. R., en P. Preedanood. 2014. 'Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines'. Sustainable Manufacturing 3(2).
- Kleijn, D., R. M. Bekker, R. Bobbink, M. C. C. De Graaf, en J. G. M. Roelofs. 2008. 'In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species'. Journal of Applied Ecology 45:680–87.
- Kooijman, A. M., en M. Besse. 2002. 'The higher availability of N and P in lime-poor than in lime-rich coastal dunes in the Netherlands'. Journal of Ecology 90:394–403.
- Kros, J., B. J. de Haan, R. Bobbink, J. A. van Jaarsveld, J. G. M. Roelofs, en W. de Vries. 2008. Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur. Wageningen. doi: Alterra-rapport 1698.
- Maron, John L., en Robert L. Jefferies. 2001. 'Restoring enriched grasslands: Effects of mowing on species richness, productivity, and nitrogen retention'. Ecological Applications 11(4):1088–1100. doi: 10.1890/1051-0761(2001)011[1088:REGEOM]2.0.CO;2.
- Mengel, K. 1991. 'Available nitrogen in soils and its determination by the "Nmin-method" and by electroultrafiltration (EUF)'. Fertilizer Research 28:251–62.
- Mouissie, M. 2019. Stikstofdepositie en woningbouwontwikkeling; verkennend onderzoek naar de bijdrage van woningbouwontwikkeling aan de stikstofdepositie. De Bilt. doi: Rapport SWNLO250596.
- Nijssen, M., A. S. Adams, H. M. Beije, J. Bouwman, D. Groenendijk, en N. A. C. Smits. 2012. 'Herstelstrategie zoom, mantel en droog struweel van de duinen (leefgebied) versie april 2012'.
- RIVM. 2007. 'De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven'.
- RIVM. 2020. 'Onzekerheden GCN & GDN kaarten'. Geraadpleegd (<https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden>).
- Schoumans, O. F., P. Groenendijk, L. Renaud, en F. J. E. van der Bolt. 2008. Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Wageningen. doi: Alterra rapport 1700.
- Sierdsema, Henk, André van Kleunen, Loes van den Bremer, Laurens Sparrius, John Smit, Adriaan Gmelig Meyling, Tim Termaat, Jan Kranenbarg, Hans Hollander, & Ronald Zollinger, en Julia Stahl. 2016. Leefgebiedenkaarten van de Natura 2000-gebieden en PAS-gebieden.
- Smeets, W., G. Geilenkirchen, P. Hammingh, D. Nijdam, S. van der Sluis, K. Peek, en B. Jimmink. 2017. Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland– Rapportage 2017. Den Haag. doi: PBL-publicatienummer: 2946.
- Smits, N. A. C., en D. Bal. 2012. 'Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats Deel 1: Algemene inleiding herstelstrategieën: beleid, kennis en maatregelen'. Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken.
- Ter Steege, M. W. 1996. Regulation of nitrate uptake in a whole plant perspective Changes in influx and efflux of nitrate in spinach. Groningen. doi: ID: 33047.

Stevens, C. T., P. Manning, en L. J. L. van den Berg. 2011. 'Ecosystem responses to reduced and oxidised nitrogen inputs in European terrestrial habitats'. *Environmental Pollution* 159:665–76.

Tolkamp, G. W., C. A. van den Berg, G. J. M. M. Nabuurs, en A. F. M. Olsthoom. 2006. 'Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen'. 46. doi: Alterra Report 1380.

de Vries, W. 2008. *Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid*. Wageningen. doi: Alterra-rapport 1699.

WUR. 2002. *Handboek Schapenhouderij*. ISSN 0169_. onder redactie van *Praktijkonderzoek Veehouderij*. Praktijkonderzoek Veehouderij.

Bijlage A Uitgangspunten aanlegfase: (1x4)- en (2x2)-kabelconfiguratie

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	Duur inzet [uur]	Duur inzet motor belast [%]	Duur inzet stationair [%]	Duur inzet motor belast [uren]	Duur inzet stationair [uren]	Vermogen tijdsbelasting [%]	Vermogen tijdens stationair/ tand-by [%]	Gemiddelde belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	motoreff.	Brandstofverbruik [liter/uur]	Totaal brandstofverbruik [liter]	Totaal Adblue verbruik [liter]	klasse	NOx-emissievracht [kg]	Bronmaatregelen	NOx emissievracht na bronmaatregelen [kg]	NH3-emissiefactor belast [g/KWh]	NH3-emissievracht [kg]	Aantal motorvoertuigbewegingen																								
MVL-Midden (Converterstation)																																																			
Onshore converterstation (locatie midden)																																																			
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VW transporter			105	45000 BEW	45000																					45.000																							
Algemene transport bewegingen	Vrachtransport	Volvo Fh			350	5940 BEW	5940																					5.940																							
Hijswerkzaamheden	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	65%	35%	634	341	20%	10%	16,5%	40.560	1,70	0,9606	15,7	15.258,92	915,54	D	87,3	0%	87,27	0,0711	3,66	-																								
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	65%	35%	634	341	20%	10%	16,5%	40.560	1,70	0,9606	15,7	15.258,92	915,54	D	87,3	0%	87,27	0,0711	3,66	-																								
	Hijskraan	Liebherr D 9406			320	390 D	975	65%	35%	634	341	20%	10%	16,5%	40.560	1,70	0,9606	15,7	15.258,92	915,54	D	87,3	0%	87,27	0,0711	3,66	-																								
Graafwerkzaamheden	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	8 M	1280	65%	35%	832	448	70%	10%	49,0%	69.888	1,61	0,9606	16,6	21.204,7	1.272,3	D	120,9	0%	120,91	0,0676	5,09	-																								
Kabeltrek	Liemachine	-	4800 m	35 m/u	120	137 U	137	65%	35%	89	48	20%	10%	16,5%	2.139	1,95	0,9606	6,2	851,33	51,08	D	5,3	0%	5,28	0,0752	0,20	-																								
Kabelhaspel transport	Vrachtransport	Volvo Fh			350	72 BEW	72																				72,0																								
Transporten tbv ophoging	Zandvrachtwagen	Ginif (23 ton laadcapaciteit)			315	2660 BEW	2660																				2.660,0																								
Kranen tbv verspreiden grond tbv ophoging	Rupsgraafmachine	Liebherr R96			120	6 W	240	65%	35%	156	84	70%	10%	49,0%	13.104	1,61	0,9606	16,6	3.975,88	238,55	D	22,7	0%	22,67	0,0676	0,95	-																								
Totaal converterstation																										5557																	87068	5224		498		498		20,4	53.672
8.672,00																																																			

Offshore tracé (incl. parallelligging op zee aan Beta; 2x2 gebundelde aanleg, post lay-burial)

Kabeltracé offshore																																																				
Baggeren Gamma (baggeren)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	5566000 m3	1,82 kg B5/m3															10.130.120	49,0	g NOx/kg Brandst.			496.375,88	80%	99.275,18																										
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	5566000 m3		14.000	2.783 U	2.783					60%							23.377.200	39,20				916.269,35	80%	183.253,87																										
Aanleg kabel Gamma (151,5 km)	Kabellegschip 1	Leonardo da Vinci	151500 m	500 m/u	20.000	303 U	303					85%							5.151.000	9,4				48.435,86	0%	48.435,86																										
	Kabellegschip 2	Leonardo da Vinci	151500 m	500 m/u	20.000	303 U	303					85%							5.151.000	9,4				48.419,40	0%	48.419,40																										
	Trenchingsupport vessel 1	Olympic Zeus	151500 m	250 m/u	10.000	606 U	606					85%							5.151.000	9,4				48.435,86	0%	48.435,86																										
	Trenchingsupport vessel 2	Olympic Zeus	151500 m	250 m/u	10.000	606 U	606					85%							5.151.000	9,4				48.435,86	0%	48.435,86																										
	Guard vessel	OFS Ferry	6		900	3.636 U	3.636					60%							1.963.440	9,4				18.462,61	0%	18.462,61																										
Kruising kabel Gamma (25 stuks)	Fall pipe vessel	Braveness	25 -	14 u	10.000	350 U	350					70%							2.450.000	9,4				23.037,83	0%	23.037,83																										
Joint kabel Gamma (4 stuks)	Kabellegschip	Leonardo da Vinci	4 -	120 u	20.000	480 U	480					60%							5.760.000	9,4				54.162,41	0%	54.162,41																										
Totaal baggeren offshore																																																			282.529,8	
Totaal IMO Tier II offshore																																																				289.389,8
Totaal NOx-emissie offshore																																																				1.702.035,1
Kabeltracé nearshore (post lay-burial)																																																				
Baggeren Gamma (aanlanding)	Hopper (baggeren)	Lange Wapper	300000 m3	1,82 kg B5/m3															546.000	49,0	g NOx/kg Brandst.			26.754,00	80%	5.350,80																										
Baggerschepen varen (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	Lange Wapper	300000 m3		14.000	150 U	150					60%							1.260.000	39,20				49.385,70	80%	9.877,14																										
Aanleg kabel Gamma (9,5 km)	Kabellegschip	ref. TenneT	9.500 m	150 m/u	20.000	63 U	63					85%							1.076.667	9,4				10.124,11	0%	10.124,11																										
	Trenchingsupport vessel	ref. TenneT	9.500 m	69 m/u	10.000	146 U	146					85%							1.242.308	9,4				11.681,66	0%	11.681,66																										
	Guard vessel	OFS Ferry	2		900	292 U	292					60%							157.846	9,4				1.484,26	0%	1.484,26																										
Totaal baggeren nearshore																																																			76.139,7	
Totaal IMO Tier II nearshore																																																			23.290,0	
Totaal NOx-emissie nearshore																																																				99.429,7

Onshore DC-kabeltracé (ca. 8 km, via zuidkant Slufter) + verbinding tussen converter en 380 kV-station																																																								
Transitiemof 1	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	4 W	40	65%	35%	26	14	70%	10%	49%	2.184	0,90	0,9606	16,6	663	40	D	3,8	0%	3,78	0,0676	0,16																														
mof 2	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	4	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,6	166	10	D	0,9	0%	0,94	0,0676	0,04																														
mof 3	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	4	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,6	166	10	D	0,9	0%	0,94	0,0676	0,04																														
mof 4	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	4	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,6	166	10	D	0,9	0%	0,94	0,0676	0,04																														
mof 5	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	4	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,6	166	10	D	0,9	0%	0,94	0,0676	0,04																														
mof 6	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	4	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,6	166	10	D	0,9	0%	0,94	0,0676	0,04																														
mof 7	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	3	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,4	164	10	D	0,9	0%	0,94	0,0677	0,04																														
mof 8	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	1		120	1 W	10	65%	35%	7	3	70%	10%	49%	546	0,90	0,9606	16,4	164	10	D	0,9	0%	0,94	0,0677	0,04																														
Kabelhaspel transport	Vrachtransport	Volvo Fh	29946 m		350	30 BEW	30																					30																												
Boren (HDD)	Borinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	10,5		300	5 W	2100	80%	20%	1.680	420	50%	10%	42%	252.000	0,90	0,9606	35,0	73.552	4.413	D	407,7	0%	407,68	0,0667	17,65																														
Persboringen	Borinstallatie	Boring (max 80-150 ton)	13,5		300	0,6 W	324	80%	20%	259	65	50%	10%	42%	38.880	0,90	0,9606	35,0	11.348	681	D	62,9	0%	62,90	0,0667	2,72																														
Boren - transport buit	Vrachtransport	Volvo Fh	13		350	26 BEW	26																					26																												
Kabeltrek (gehele landtracé)	Liemachine	-	29946 m	35 m/u	150	856 U	854	65%	35%	556	299	20%	10%	17%	16.684	0,90	0,9606	7,8	8.523	391	D	39,5	0%	39,50	0,0739	1,57																														
Sleuf graven plat vlak (incl mof ruimte) (1,6 km)	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	8138 m	5 m/u	120	1627,6 U	1627,6	65%	35%	1.058	570	70%	10%	49%	88.867	0,90	0,9606	16,6	26.963	1.618	D	153,7	0%	153,74	0,0676	6,47																														
Transport naar gronddepot	Vrachtransport	Volvo	3906 m3		350	260 BEW	260																					260																												
Sleuf dichtten plat vlak	Rupsgraafmachine	Liebherr R96	8138 m	6,25 m/u	120	1302,08 U	1302,08	65%	35%	846	456	70%	10%	49%	71.094	0,90	0,9606	16,6	21.570	1.294	D	123,0	0%	122,99	0,0676	5,18																														
Testen en montage eindsluiting	Vrachtransport	Volvo Fh	6 st	8 u/st	350	12 U	12																					12																												
Totaal onshore kabeltracé																										6319																									141775	8507	797	797	34	328

Totaal onshore kabeltracé excl. HDD- en persboringen																																																				13,65	
HDD-broningen																																																				407,7	17,65
Persboringen																																																				62,90	2,72

Total NOx-emissie MVL2 excl. wegverkeer NOx 677.238 NH3 54,92

HDD-boring L1	135,89	5,884
HDD-boring L2	135,89	5,884
HDD-boring L3	135,89	5,884
persboring L1	15,72	0,681
persboring L2	15,72	0,681
persboring L3	15,72	0,681
persboring L4	15,72	0,681

Bijlage B Uitgangspunten gebruiksfase: scenario 1 en scenario 2

Platform exploitatiefase

Scenario 1 onderhoud per heli copter materiaal per boot

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mod	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]	
Helideck op platform													
Gebruik heli copter													
Exploitatiefase platform gebruik van heli copter voor onderhoud	Helicopter (crew transfer)	Helicopter type AW139	1	35	3.000	35	U	77	423	8,4	11,4	23	169

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]	brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/18km]	
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per heli copter															
Varende schepen															
Exploitatiefase platform bevoorradingsschip vanwege onderhoud per heli copter (varen)	Bevoorradingsschip (SOV)		1	4	8	10	19	75	32	U	465	49,0	720	7,2	172,7
Onderhoud kabel Gamma	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	161	68	U	172	49,0	571		
Stationair schepen															
Schip draait stationair (SOV)	Bevoorradingsschip (SOV)		1	4	1,5	nvt	nvt	nvt	6	U	284	49,0	83		

Scenario 2 onderhoud per boot icm heli copter

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]	brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/18km]	
Helideck op platform															
Gebruik heli copter															
Varende schepen															
Exploitatiefase platform bevoorrading- en crewschip (W2WV) vanwege onderhoud per boot	Bevoorrading- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)		1	4	8	11,4	22	75	28	U	404	49,0	548	5,5	131,6
Onderhoud kabel Gamma	Fugro Helmert		1	2	4	5	10	161	68	U	172	49,0	571		
Stationair schepen															
Schip draait stationair (W2WV)	Bevoorrading- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)		1	4	5,5	nvt	nvt	nvt	22	U	200	49,0	216		

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mod	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]	
Helideck op platform													
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per heli copter													
Exploitatiefase platform heli copter vanwege onderhoud per schip	Helicopter	Helicopter type AW139	1	10	3.000	10	U	77	423	8,4	11,4	6,5	48,2

Landstation exploitatiefase

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Type materieel (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VW transporter			105	100 BEW

Overzicht invoer Aerius

Activiteit/emissiebron	Gamma [kg NOx/jaar]	
	Scenario 1	Scenario 2
Helikopter platform op zee LTO-cycli	22,6	6,5
Helikopter platform op land LTO-cycli	22,6	6,5
Helikopter vliegen (Cruise mode)	169	48,2
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) haven-hoofdroute (0,75km)	7,2	5,5
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) hoofdroute-platform (18km)	173	132
Onderhoud kabel	571	571
Schepen stationair (SOV/W2WV)	83	216
Transportbewegingen wegverkeer	0,0	0,0
Totaal excl. transportbewegingen	1049	985

Bijlage C AERIUS-berekeningen aanlegfase (1x4)- kabelconfiguratie met stikstofreductie

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

*Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers*

Contactgegevens

Rechtspersoon

TenneT TSO BV

Inrichtingslocatie

Maasvlakte 2,
- Noordzee

Activiteit

Omschrijving

VER IJmuiden Gamma

Toelichting

N-depositie t.g.v. realisatiefase van IJmuiden VER Gamma - 80% emissiereductie baggerschepen

Berekening

AERIUS kenmerk

S6VPz87XzxJx

Datum berekening

12 juli 2022, 15:32

Rekenconfiguratie

Wnb-rekengrid

Totale emissie

IJmuiden VER Gamma - Reductie - Beoogd

Rekenjaar

2022

Emissie NH₃

57,1 kg/j

Emissie NO_x

543,6 ton/j

Resultaten

IJmuiden VER Gamma - Reductie - Beoogd

Hoogste depositie

3.009,95 mol/ha/j

Hexagon

3435962

Gebied

Grevelingen

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)

3.539,34 ha

Gekarteerd oppervlak met afname (ha)

0,00 ha

Grootste toename van depositie

0,60 mol/ha/j

Grootste afname van depositie








0,00 mol/ha/j

IJmuiden VER Gamma - Reductie (Beogd), rekenjaar 2022

Emissiebronnen		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetraces - nearshore	-	38,5 ton/j
2	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetrace - offshore deel II	-	219,1 ton/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetrace - offshore deel I	-	219,1 ton/j
4	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Jacketplatform Alpha	-	63,3 ton/j
6	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	236,0 kg/j
7	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning Onshore DC-kabeltracé + verbinding tussen converter en 380 kV-station; dieselmaterieel	13,7 kg/j	326,6 kg/j
8	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning Converterstation; dieselmaterieel	20,9 kg/j	498,0 kg/j
9	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L1; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
10	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L2; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
11	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L1; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
12	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L2; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
13	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L3; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
14	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L3; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
15	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L4; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
16	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op land LTO-cycli	-	236,0 kg/j
17	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	1.760,0 kg/j
✖	Verkeersnetwerk	2,2 kg/j	50,1 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- | | |
|---|--|
|  Habitatrictlijn |  Grootste afname van depositie |
|  Vogelrichtlijn |  Grootste toename van depositie |
|  Vogelrichtlijn, Habitatrictlijn |  Hoogste totale depositie |
|  Niet bepaald | |

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "IJmuiden VER Gamma - Reductie" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	3.539,34	3.009,95	3.539,34	0,60	0,00	0,00
Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Voornes Duin (100)	724,57	2.886,41	724,57	0,60	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	524,65	2.156,64	524,65	0,27	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,07	1.143,58	0,07	0,27	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	490,99	2.441,86	490,99	0,26	0,00	0,00
Grevelingen (115)	412,60	3.009,95	412,60	0,24	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	1.020,10	2.104,20	1.020,10	0,15	0,00	0,00
Westduinpark & Wapendal (98)	155,15	2.397,76	155,15	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantssoog (84)	211,20	1.744,17	211,20	0,01	0,00	0,00

IJmuiden VER Gamma - Reductie, Rekenjaar 2022

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetraces - nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	38,5 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetrace - offshore deel II	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	219,1 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetrace - offshore deel I	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	219,1 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Jacketplatform Alpha	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	63,3 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Locatie	45591, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

6 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	236,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	45698, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

7 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Onshore DC-kabeltracé + verbinding tussen converter en 380 kV-station; dieselmaterieel	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	326,6 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>	NH ₃	13,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

8 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Converterstation; dieselmaterieel	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	498,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>	NH ₃	20,9 kg/j
Locatie	60226, 440819				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

9 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L1; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	61054, 441264				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L2; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	61941, 438886				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L1; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61106, 441256				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L2; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> 0,045 MW	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61231, 440971				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L3; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> 0,045 MW	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61304, 440691				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L3; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	58799, 437971				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L4; boorinstallatie	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	15,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,045 MW	NH ₃	0,7 kg/j
Locatie	58685, 438031				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

16 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op land LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	236,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	114080, 548814				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

17 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	Uittreedhoogte	610,0 m	NO _x	1.760,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.1.1_20220705_74979f573b
Database versie	2021.1.1_74979f573b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/>

Bijlage D AERIUS-berekeningen aanlegfase (2x2)- kabelconfiguratie met stikstofreductie

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

*Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers*

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	VER IJmuiden Gamma
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van IJMuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie

Berekening

AERIUS kenmerk	RyKTPuDxTSSd
Datum berekening	12 juli 2022, 15:34
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
IJmuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie - Beoogd	2022	57,1 kg/j	677,3 ton/j

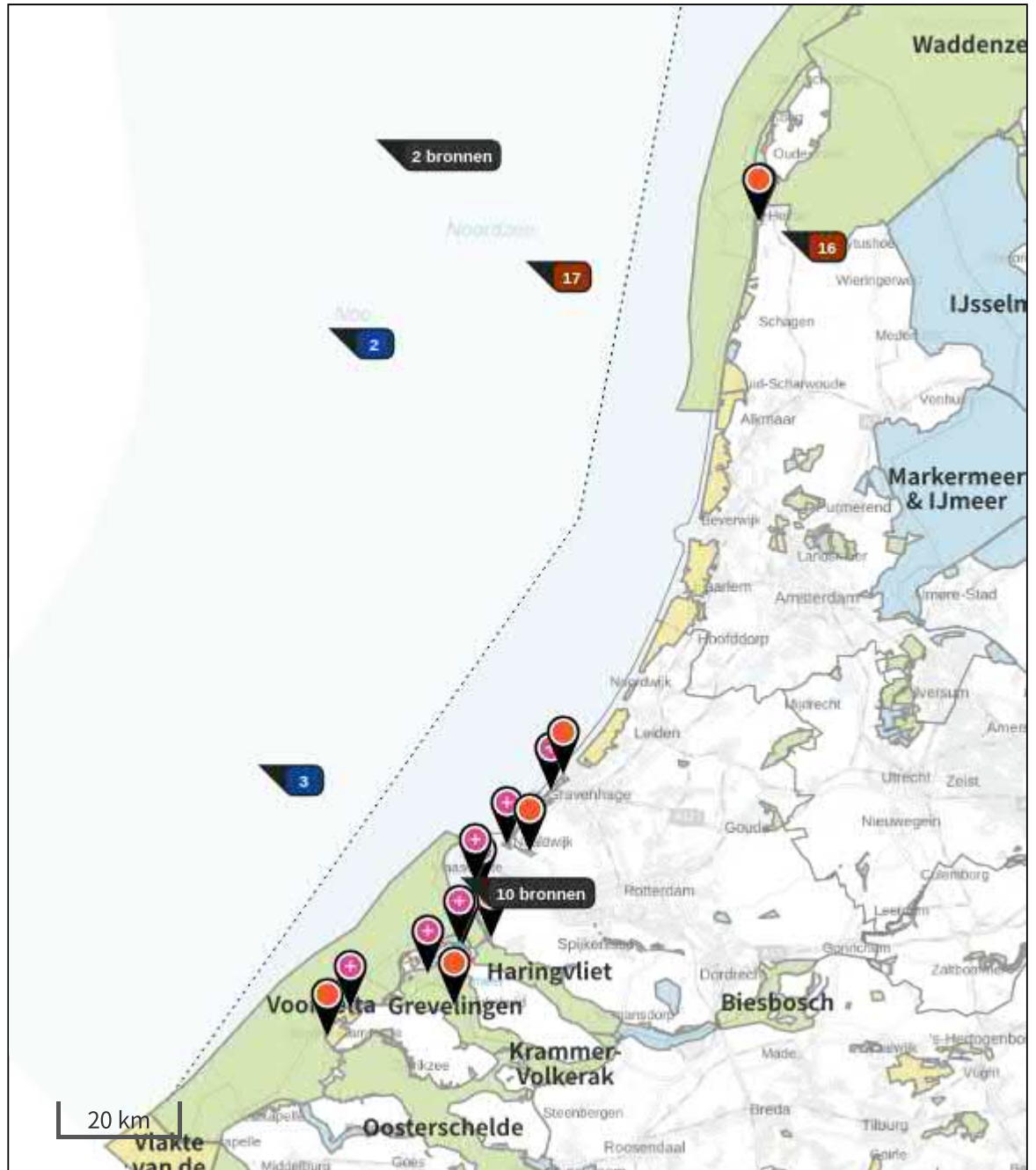
Resultaten








	Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
IJmuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie - Beoogd	3.009,96 mol/ha/j	3435962	Grevelingen
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.539,43 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename van depositie	0,63 mol/ha/j		
Grootste afname van depositie	0,00 mol/ha/j		

IJmuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie (Beoogd), rekenjaar 2022

Emissiebronnen		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetraces - nearshore	-	38,5 ton/j
2	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetrace - offshore deel II	-	286,0 ton/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute zeetrace - offshore deel I	-	286,0 ton/j
4	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Jacketplatform Alpha	-	63,3 ton/j
6	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	236,0 kg/j
7	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning Onshore DC-kabeltracé + verbinding tussen converter en 380 kV-station; dieselmaterieel	13,7 kg/j	326,6 kg/j
8	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning Converterstation; dieselmaterieel	20,9 kg/j	498,0 kg/j
9	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L1; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
10	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L2; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
11	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L1; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
12	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L2; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
13	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L3; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
14	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning HDD boring L3; boorinstallatie	5,9 kg/j	135,9 kg/j
15	Mobiele werktuigen Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning persboringen L4; boorinstallatie	0,7 kg/j	15,7 kg/j
16	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op land LTO-cycli	-	236,0 kg/j
17	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	1.760,0 kg/j
✖	Verkeersnetwerk	2,2 kg/j	50,2 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- | | |
|---|--|
|  Habitatrictlijn |  Grootste afname van depositie |
|  Vogelrichtlijn |  Grootste toename van depositie |
|  Vogelrichtlijn, Habitatrictlijn |  Hoogste totale depositie |
|  Niet bepaald | |

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "IJmuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	3.539,43	3.009,96	3.539,43	0,63	0,00	0,00
Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Voornes Duin (100)	724,57	2.886,42	724,57	0,63	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	524,65	2.156,67	524,65	0,31	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,07	1.143,60	0,07	0,29	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	490,99	2.441,86	490,99	0,28	0,00	0,00
Grevelingen (115)	412,60	3.009,96	412,60	0,28	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	1.020,20	2.104,21	1.020,20	0,18	0,00	0,00
Westduinpark & Wapendal (98)	155,15	2.397,76	155,15	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantssoog (84)	211,20	1.744,17	211,20	0,01	0,00	0,00

IJmuiden VER Gamma - 2x2 bundeling - Reductie, Rekenjaar 2022

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetraces - nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	38,5 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetrace - offshore deel II	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	286,0 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	zeetrace - offshore deel I	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	286,0 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Jacketplatform Alpha	Uittreedhoogte	28,0 m	NO _x	63,3 ton/j
		Warmteinhoud	2,640 MW		
Locatie	45591, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

6 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	236,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	45698, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

7 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Onshore DC-kabeltracé + verbinding tussen converter en 380 kV-station; dieselmaterieel	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	326,6 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>	NH ₃	13,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

8 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Converterstation; dieselmaterieel	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	498,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>	NH ₃	20,9 kg/j
Locatie	60226, 440819				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

9 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L1; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	61054, 441264				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L2; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	61941, 438886				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L1; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61106, 441256				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L2; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> 0,045 MW	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61231, 440971				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L3; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> 0,045 MW	NO _x NH ₃	15,7 kg/j 0,7 kg/j
Locatie	61304, 440691				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	HDD boring L3; boorinstallatie	Uittreedhoogte Warmteinhoud	<u>4,0 m</u> <u>0,000 MW</u>	NO _x NH ₃	135,9 kg/j 5,9 kg/j
Locatie	58799, 437971				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	persboringen L4; boorinstallatie	Uittreedhoogte	<u>4,0 m</u>	NO _x	15,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,045 MW	NH ₃	0,7 kg/j
Locatie	58685, 438031				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

16 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op land LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	236,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	114080, 548814				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

17 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	Uittreedhoogte	610,0 m	NO _x	1.760,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.1.1_20220705_74979f573b
Database versie	2021.1.1_74979f573b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/>

Bijlage E AERIUS-berekeningen gebruiksfase scenario 1

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

*Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers*

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	VER IJmuiden Gamma
Toelichting	N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Gamma - Scenario 1 onderhoud per heliocopter materiaal per boot

Berekening

AERIUS kenmerk	RfjY36th59zH
Datum berekening	12 juli 2022, 15:46
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per heliocopter; materiaal per boot) - Beoogd	2022	0,0 kg/j	1.048,5 kg/j

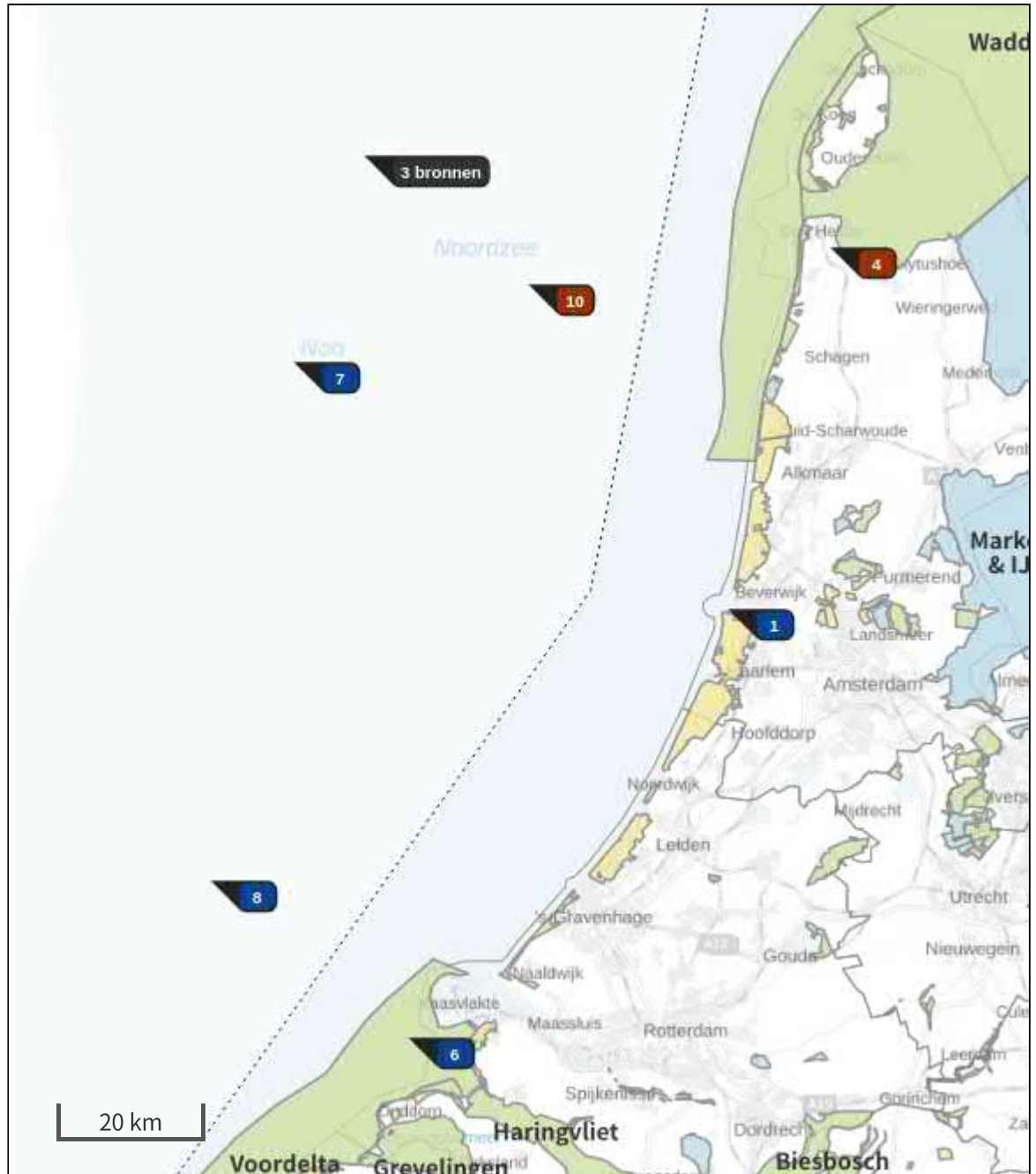
Resultaten








	Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per heliocopter; materiaal per boot) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per heliocopter; materiaal per boot)
(Beoogd), rekenjaar 2022

Emissiebronnen		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	Scheepvaart Zeescheepvaart: Binnengaats route Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	7,2 kg/j
2	Scheepvaart Zeescheepvaart: Aanlegplaats Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	83,0 kg/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	173,0 kg/j
4	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	-	22,6 kg/j
6	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel nearshore	-	33,7 kg/j
7	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	-	268,7 kg/j
8	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	-	268,7 kg/j
9	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	22,6 kg/j
10	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	169,0 kg/j
	Verkeersnetwerk	0,0 kg/j	0,0 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- | | |
|---|--|
|  Habitatrictlijn |  Grootste afname van depositie |
|  Vogelrichtlijn |  Grootste toename van depositie |
|  Vogelrichtlijn, Habitatrictlijn |  Hoogste totale depositie |
|  Niet bepaald | |

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per helioper; materiaal per boot)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per heliocopter; materiaal per boot), Rekenjaar 2022

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO _x	7,2 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	Uittreedhoogte	6,0 m	NO _x	83,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,017 MW		
Locatie	45589,564114				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	173,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	Uittreedhoogte	15,0 m	NO _x	22,6 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	114080,548814				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	33,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	268,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	268,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	22,6 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	45698, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

10 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	Uittreedhoogte	610,0 m	NO _x	169,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.1.1_20220705_74979f573b
Database versie	2021.1.1_74979f573b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
<https://www.aerius.nl/>

Bijlage F AERIUS-berekeningen gebruiksfase scenario 2

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

*Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers*



Contactgegevens

Rechtspersoon TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie Maasvlakte 2,
- Noordzee

Activiteit

Omschrijving VER IJmuiden Gamma
Toelichting N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Gamma - Scenario 2
onderhoud per boot icm helicopter

Berekening

AERIUS kenmerk RUAWHmN1SJSn
Datum berekening 12 juli 2022, 15:47
Rekenconfiguratie Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
IJMuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm helicopter) - Beoogd	2022	0,0 kg/j	985,6 kg/j

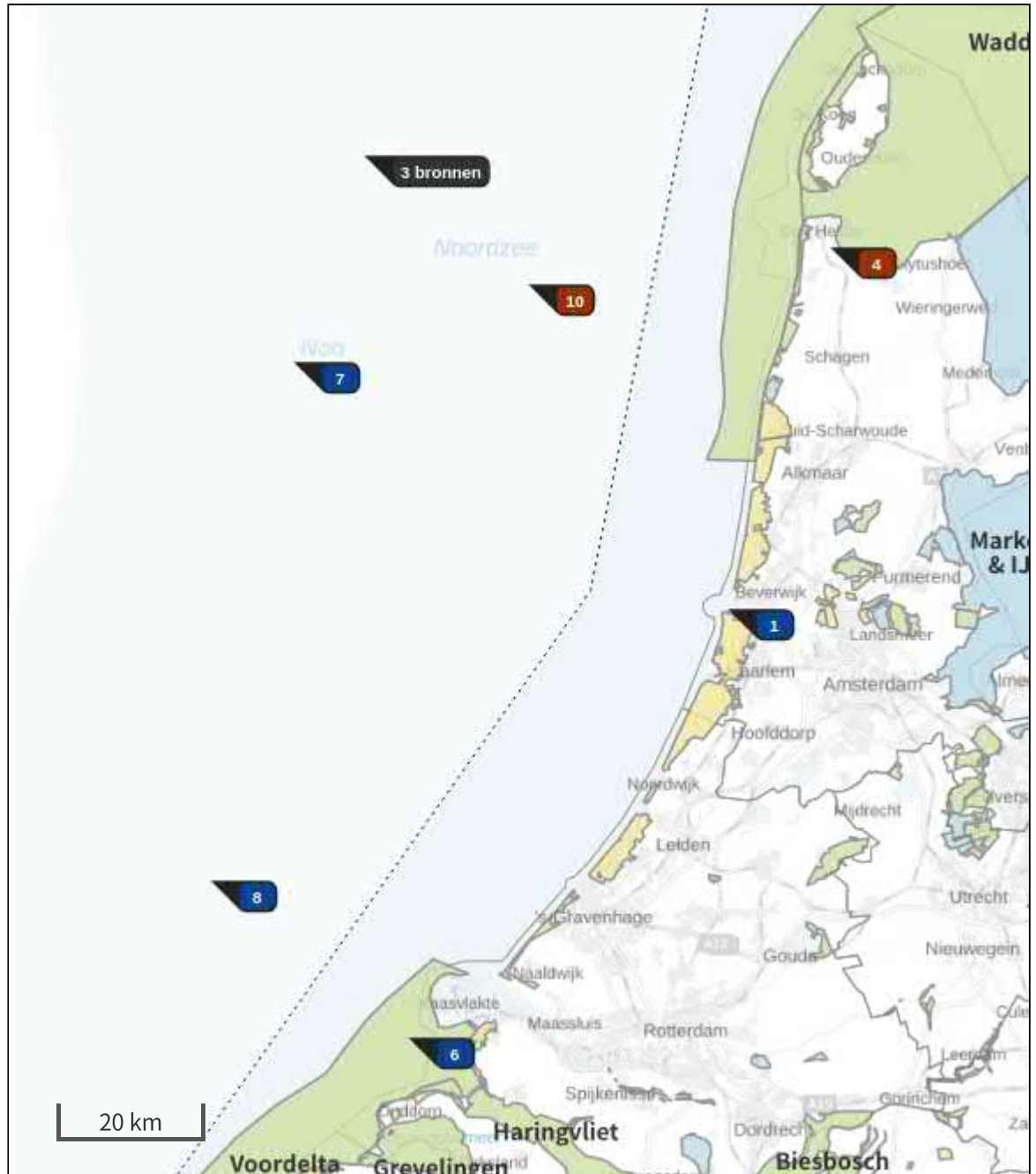
Resultaten








	Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
IJMuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm helicopter) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

IJmuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm helicopter) (Beogd),
rekenjaar 2022

Emissiebronnen		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	Scheepvaart Zeescheepvaart: Binnengaats route Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	5,5 kg/j
2	Scheepvaart Zeescheepvaart: Aanlegplaats Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	216,0 kg/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	132,0 kg/j
4	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	-	6,5 kg/j
6	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel nearshore	-	33,7 kg/j
7	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	-	268,7 kg/j
8	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	-	268,7 kg/j
9	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	6,5 kg/j
10	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	48,0 kg/j
	 Verkeersnetwerk	0,0 kg/j	0,0 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- | | |
|---|--|
|  Habitatrictlijn |  Grootste afname van depositie |
|  Vogelrichtlijn |  Grootste toename van depositie |
|  Vogelrichtlijn, Habitatrictlijn |  Hoogste totale depositie |
|  Niet bepaald | |

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "IJmuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm helicopter)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

IJmuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm helicopter),
Rekenjaar 2022

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO _x	5,5 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	Uittreedhoogte	6,0 m	NO _x	216,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,017 MW		
Locatie	45589,564114				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	132,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	Uittreedhoogte	15,0 m	NO _x	6,5 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	114080,548814				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	33,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

7 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	268,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

8 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	Uittreedhoogte	12,0 m	NO _x	268,7 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	6,5 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	45698, 564115				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

10 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	Uittreedhoogte	610,0 m	NO _x	48,0 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	<u>Continue Emissie</u>				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.1.1_20220705_74979f573b
Database versie	2021.1.1_74979f573b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
<https://www.aerius.nl/>

COLOFON

Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Soortenbeschermingstoets



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemene toetsingen	4
1.2	Doelstelling Soortenbeschermingstoets.....	4
1.3	Leeswijzer.....	4
2	Wettelijk kader.....	6
2.1	Wet natuurbescherming onderdeel beschermde soorten	6
2.2	Omgevingswet	6
2.3	Zorgplicht	6
2.4	Categorieën.....	6
2.5	Verbodsbepalingen	7
2.6	Gedragscodes, vrijstellingen en ontheffingen	8
3	Afbakening	12
3.1	Inleiding.....	12
3.2	Vertroebeling	12
3.3	Sedimentatie.....	15
3.4	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	16
3.5	Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid	17
3.6	Bovenwaterverstoring op zee.....	21
3.6.1	Door geluid en visuele verstoring	21
3.6.2	Verstoring door licht	23
3.7	Verstoring op land.....	25
3.7.1	Geluid	25
3.7.2	Licht.....	27
3.7.3	Visuele (optische) verstoring	28
3.8	Habitataantasting.....	28
3.8.1	Habitataantasting op zee	28
3.8.2	Habitataantasting op land.....	29
3.9	Elektromagnetische velden.....	30
3.9.1	Elektromagnetische velden op zee	32
3.9.2	Elektromagnetische velden op land.....	35
3.10	Verontreiniging op zee.....	36
3.11	Warmteontwikkeling	36
3.12	Verdroging op land	36
3.13	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	37

4	Aanwezigheid van beschermde soorten.....	40
4.1	Methode	40
4.1.1	Fasering onderzoek.....	40
4.1.2	Bureauonderzoek.....	40
4.1.3	Veldonderzoek	40
4.2	Beschermde soorten op zee	41
4.2.1	Vogels.....	41
4.2.2	Vleermuizen	72
4.2.3	Zeezoogdieren.....	73
4.2.4	Vissen	82
4.2.5	Zandkokerworm (nog niet beschermd)	85
4.3	Beschermde soorten op land	86
4.3.1	Voorselectie soorten en bijbehorend habitat.....	86
4.3.2	Relevante gebieden binnen het plangebied	88
4.3.3	Verwachte aanwezige soorten.....	89
4.4	Conclusie aanwezigheid beschermde soorten	104
4.4.1	Op zee	104
4.4.2	Op land.....	104
5	Effectbepaling	105
5.1	Vogels.....	105
5.1.1	Vertroebeling	105
5.1.2	Sedimentatie	108
5.1.3	Bovenwaterverstoring	110
5.2	Vleermuizen	116
5.2.1	Verstoring op zee	116
5.3	Zeezoogdieren.....	117
5.3.1	Continu onderwatergeluid.....	117
5.3.2	Impuls-onderwatergeluid	117
5.3.3	Bovenwaterverstoring	123
5.3.4	Elektromagnetische velden.....	125
5.4	Vissen	127
5.4.1	Vertroebeling	127
5.4.2	Continu en impuls-onderwatergeluid.....	128
5.4.3	Elektromagnetische velden.....	129
5.5	Konijn	130
5.6	Zandhagedis	130

5.7	Rugstreepad.....	131
5.8	Glad biggenkruid.....	132
5.9	Niet beschermde soorten.....	132
5.9.1	Zandkokerworm.....	132
5.9.2	Rode lijst-soorten: insecten.....	135
5.9.3	Rode lijst-soorten: flora.....	135
6	Toetsing.....	136
6.1	Vogels.....	136
6.1.1	Zichtjagende vogels.....	136
6.1.2	Trekvogels.....	136
6.1.3	Broedvogels.....	137
6.2	Vleermuizen.....	137
6.3	Zeezoogdieren.....	137
6.3.1	Zeehonden.....	137
6.3.2	Bruinvissen.....	138
6.4	Vissen.....	138
6.5	Konijn.....	139
6.6	Zandhagedis.....	139
6.7	Rugstreepad.....	140
6.8	Glad biggenkruid.....	141
6.9	Zandkokerworm(riffen).....	141
6.10	Mitigerende maatregelen.....	141
6.10.1	Bergeend.....	141
6.10.2	Broedvogels.....	141
6.10.3	Zeehonden.....	142
6.10.4	Bruinvissen.....	143
6.10.5	Zandhagedis.....	144
6.10.6	Rugstreepad.....	144
6.10.7	Glad biggenkruid.....	145
6.10.8	Zorgplicht.....	146
6.11	Conclusie.....	147
6.11.1	Op zee.....	147
6.11.2	Op land.....	147
7	Referenties.....	149
	Colofon.....	158

1 Inleiding

1.1 Algemene toetsingen

De activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders getoetst.

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets), dit rapport;
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water & Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets).

1.2 Doelstelling Soortenbeschermingstoets

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee IJmuiden Ver Gamma (negatieve) effecten heeft op natuurwaarden, waaronder beschermde soorten dieren en planten. Het voorliggende rapport betreft een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A) in het kader van de Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden.

1.3 Leeswijzer

De Soortbeschermingstoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Soortbeschermingstoets staan de aanleiding (hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (hoofdstuk 2) van het Net op zee IJmuiden Ver weergegeven.

In deel B van de Soortbeschermingstoets (voorliggende document) wordt in hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader: de Wet Natuurbescherming. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op beschermde soorten en nader onderzocht dienen te worden. De effecten zijn gerelateerd aan de activiteiten zoals beschreven in hoofdstuk 2 van deel A. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen plaatsvinden en wat het studiegebied is. In hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde beschermde soorten binnen het studiegebied. In hoofdstuk 5 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en mitigerende maatregelen genoemd. In hoofdstuk 6 worden de effecten getoetst en conclusies getrokken. In hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Soortbeschermingstoets wordt de volgende terminologie gebruikt:

- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het aanleggen van kabels, het realiseren van een offshore platform en de bouw van een converterstation
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door verspreiding sediment in de waterkolom
- Effect: het effect op instandhoudingsdoelen, bijvoorbeeld migratiehinder voor trekvisen ten gevolge van onderwatergeluid

Het proces dat doorlopen wordt in deze Soortbeschermingstoets is weergegeven in een stroomschema in Figuur 1.



Figuur 1 Een overzicht van de werkwijze die is gehanteerd voor de Soortbeschermingstoets. De groene vakken zijn opgenomen in deel A. De blauwe vakken worden hier (deel B) beschreven.

2 Wettelijk kader

2.1 Wet natuurbescherming onderdeel beschermde soorten

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3), houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4), verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de voor dit rapport relevante delen van de wet gegeven.

2.2 Omgevingswet

Per 1 januari 2023 vervangt (naar verwachting) de Omgevingswet onder meer de Wet natuurbescherming. Aangezien voor het project Net op Zee IJmuiden Ver Gamma vergunningen en ontheffingen aangevraagd en in ontwerp gepubliceerd worden voor 2023 is het huidige kader van de Wet natuurbescherming het toetsingskader. De grootste verandering met de introductie van de Omgevingswet in relatie tot de soortenbescherming is dat geen sprake meer is van verbodsbepalingen waarvoor een ontheffing moet worden aangevraagd, maar dat activiteiten die leiden tot bepaalde effecten zonder omgevingsvergunning niet meer zijn toegestaan. In de praktijk betekent dit wel dat dezelfde effecten niet zijn toegestaan en dat effectbeoordeling en toetsing nagenoeg gelijk zullen blijven. Verandering is met name in terminologie en procedureel.

2.3 Zorgplicht

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat iedereen voldoende zorg in acht moet nemen om schade aan soorten te voorkomen, ook voor soorten die niet beschermd zijn (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).

2.4 Categorieën

De wet onderscheidt drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:

- Soorten Vogelrichtlijn, ook wel Vogelrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.1).
- Soorten Habitatrichtlijn, ook wel Habitatrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.2).
- Andere soorten (Wnb §3.3).

Soorten Vogelrichtlijn

Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (artikel 3.1 lid 1).

Soorten Habitatrichtlijn

In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in (artikel 3.5 lid 1):

- Bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn.
- Bijlage II bij het Verdrag van Bern.
- Bijlage I bij het Verdrag van Bonn.

En (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in (artikel 3.5, lid 5):

- Bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of.
- Bijlage I bij het Verdrag van Bern.

Het gaat hierbij dus om meer dan alleen de soorten van de Habitatrichtlijn (namelijk ook soorten van de conventies van Bern en Bonn). Omdat echter in de Wnb §3.2 “soorten Habitatrichtlijn” als titel heeft, wordt dit ook hier zo gebruikt om deze groep van beschermde soorten aan te duiden.

Andere soorten

Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Dit is dus een “nationale kop” op de Europese bescherming. Het gaat hierbij om soorten die zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn, en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat zijn opgenomen op de bijlage bij de wet (artikel 3.10, lid 1 onder a en c).

2.5 Verbodsbepalingen

Voor Vogelrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.1):

- In het wild levende vogels te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen (lid 2).
- Eieren te rapen en deze onder zich te hebben (lid 3).
- Opzettelijk te storen (lid 4), tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Voor Habitatrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.5):

- In het wild levende dieren in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk te verstoren (lid 2).
- Eieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen (lid 3).
- De voortplantingsplaatsen of rustplaatsen te beschadigen of te vernielen (lid 4).
- Planten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (lid 5).

Voor Andere soorten is het verboden om (artikel 3.10, lid 1):

- In het wild levende dieren opzettelijk te doden of te vangen (onderdeel a);
- De vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren opzettelijk te beschadigen of te vernielen (onderdeel b).
- Vaatplanten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (onderdeel c).

Uit bovenstaande verbodsbepalingen volgt dat verstoren van Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten niet is toegestaan. Echter, niet iedere verstoring is relevant. Het moet gaan om verstoring die voor soorten in potentie wezenlijke gevolgen heeft. Een tijdelijke verandering van gedrag valt hier niet zonder meer onder. Zie voor meer informatie het volgende tekstkader.

Juridisch kader verstoring beschermde soorten

Niet iedere toename van verstoringsbronnen leidt tot een daadwerkelijk effect dat in het kader van de wet wordt gezien als verstoring. Voor een individu geldt dat sprake is van opzettelijke verstoring als niet in de directe omgeving (tijdelijk) uitwijkmogelijkheden voor handen zijn en de functionaliteit van het leefgebied door verstoring wordt aangetast. Dit is verschillende keren bevestigd door de Raad van State. Hieronder staan twee delen van uitspraken waarin dit bevestigd is:

ECLI:NL:RVS:2009:BI3701: "Zoals de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 21 november 2007 in zaak nr. 200607283/1) geldt als uitgangspunt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving, moet worden aangemerkt als een opzettelijke verontrusting in de zin van artikel 10 van de Ffw."

ECLI:NL:RVS:2020:1125: "Zoals de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 23 juni 2010, ECLI:NL:RVS:2010:BM8836), geldt bij de uitleg van artikel 10 van de Flora- en faunawet als uitgangspunt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving een opzettelijke verontrusting is in de zin van die bepaling. Het tijdelijk (doen) wegvluchten voor werkzaamheden naar een rustiger plek kan niet worden aangemerkt als opzettelijke verontrusting in de zin van deze bepaling. De Afdeling volgt deze interpretatie eveneens ten aanzien van het in het vierde lid van artikel 3.1, vierde lid, van de Wnb neergelegde verbod van opzettelijke storing."

2.6 Gedragscodes, vrijstellingen en ontheffingen

Gedragscodes

De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van LNV vastgestelde gedragscode (artikel 3.31, lid 1). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

- a. Een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer.
- b. Een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of de bosbouw.
- c. Een bestendig gebruik.
- d. Ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

Op dit moment heeft TenneT geen geldige gedragscode soortbescherming meer die van toepassing is voor de aanleg van nieuwe verbindingen of stations. De actuele gedragscode van TenneT en de bijbehorende ecologische werkprotocollen zijn bedoeld voor bestendig beheer, onderhoud en gebruik. De beschreven werkzaamheden zijn dan ook bijvoorbeeld maaien en kleinschalig onderhoud. Voorliggend project betreft een volledig nieuwe ruimtelijke ontwikkeling. Voor het Havenbedrijf Rotterdam geldt een gedragscode tot en met een deel van 2025 voor een aantal activiteiten op de Tweede Maasvlakte, er wordt echter gewerkt aan een actualisatie.

Ruimtelijke ontwikkelingen vallen niet onder de reikwijdte van deze gedragscode. MER-plichtige plannen vallen ook onder ruimtelijke ontwikkelingen.

Geconcludeerd kan worden de geldende gedragscodes van TenneT en het Havenbedrijf Rotterdam niet van toepassing zijn op het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Vrijstelling

Provinciale staten en de minister van LNV kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (artikel 3.3, lid 2-4; artikel 3.8, lid 2-5; artikel 3.10, lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten. Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden (zie hier onder).

Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van LNV en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZ het bevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie. In het geval van de aanleg van stroomkabels voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) namens het ministerie van LNV bevoegd gezag voor het verlenen van de ontheffing. De onderstaande soorten zijn provinciaal vrijgesteld:

De aardmuis, bosmuis, bruine kikker, bunzing, dwergmuis, dwergspitsmuis, egel, gewone bosspitsmuis, gewone pad, haas, hermelijn, huisspitsmuis, kleine watersalamander, konijn, meerkikker, middelste groene kikker/bastaard kikker, molmuis, ondergrondse woelmuis, ree, rosse woelmuis, tweekleurige bosspitsmuis, veldmuis, vos, wezel en woelrat.

Ontheffingen

Voor soorten waarvoor geen vrijstelling geldt, moet wanneer niet volgens een gedragscode wordt gewerkt een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 of 3.10 van de Wnb wordt overtreden (artikel 3.3 lid 1 en 3; artikel 3.8 lid 1 en 3; artikel 3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per beschermingscategorie:

Voor Vogelrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.3, lid 4):

- Er bestaat geen andere bevredigende oplossing (onderdeel a).
- Het project is nodig (onderdeel b):
 - 1. in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
 - 2. in het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
 - 3. ter voorkoming van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
 - 4. ter bescherming van flora of fauna;
 - 5. voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt, of
 - 6. om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan.

- De maatregelen leiden niet tot verslechtering van de staat van instandhouding van de desbetreffende soort (onderdeel c).

Voor Habitatrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.7, lid 5):

- Er bestaat geen andere bevredigende oplossing (onderdeel a).
- Het project is nodig (onderdeel b):
 - 1. in het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
 - 2. ter voorkoming van ernstige schade aan met name de gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;
 - 3. in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;
 - 4. voor onderzoek en onderwijs, repopulatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daartoe benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten, of
 - 5. om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, onderscheidenlijk een beperkt bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben.
- Er wordt geen afbreuk gedaan aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan (onderdeel c).

Voor andere soorten geldt in aanvulling op alle voorwaarden voor Habitatrichtlijnsoorten ook dat het project nodig is voor één of meerder van de aanvullende wettelijke belangen (artikel 3.10, lid 2):

- In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden of van kleinschalige bouwactiviteiten, met inbegrip van het daaropvolgende gebruik van het gebied of het gebouwde (onderdeel a).
- Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes, of begraafplaatsen (onderdeel b).
- Ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden (onderdeel c).
- Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren (onderdeel d).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw (onderdeel e).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer (onderdeel f).
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied (onderdeel g).
- In het algemeen belang (onderdeel h).
- Bestendig gebruik (onderdeel i).

Geen andere bevredigende oplossing betekent -ook in combinatie met de in artikel 1.11 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, een ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied.

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma plaats. De activiteiten beschreven in het Hoofdstuk 2 Deel A hebben een aantal gevolgen die een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
 - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
 - Door impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Verzuring en vermesting als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door het werkverkeer.
- Habitataantasting door mechanische effecten op land en op zee.
- Elektromagnetische velden op land en op zee als gevolg van het gebruik van het kabeltracé.
- Verontreiniging, als gevolg van het opwoelen van chemische stoffen in het sediment tijdens werkzaamheden en gebruik van het platform op zee.
- Verdroging op land als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringcontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op soorten en instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.

- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (Zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De slibstudie is gemodelleerd vanaf de aanlanding bij Maasvlakte II tot aan het platform op zee. vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 2 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er geen vertroebeling op. Langs het gehele voorkeurstracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op.



Figuur 2 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie (de worst-case).

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur sync. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya*, *Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith, (2017) bevestigt de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het voorkeurstracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 3.2.

Figuur 3 geeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988a). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele voorkeurstracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op. De effecten van sedimentatie worden verder beoordeeld in hoofdstuk 5.



Figuur 3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen tijdens de aanlegfase treedt er verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid op door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als Bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009a). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 4 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook

vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring tijdens de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 4 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

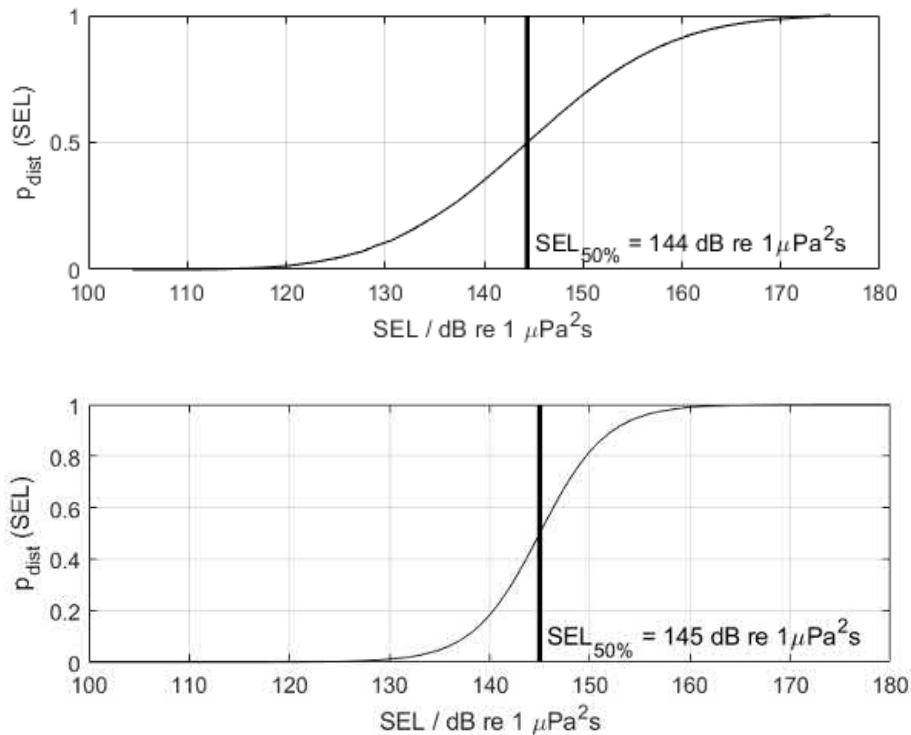
3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er bij de aanleg van het platform impuls-onderwatergeluid op door heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie wordt alleen bij de optie van een stalen jacket geheid, wat leidt tot de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls-onderwatergeluid op.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidsterkte. De verstoring is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid

worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 5.



Figuur 5 Relaties tussen geluidsdosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). Er is van uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$ -waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans op verstoring van de dieren is. Uit Heinis et al. 2022.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waarden berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al effecten kunnen ondervinden:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELs van 130 dB re 1 $\mu Pa^2 s$;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 120 dB re 1 $\mu Pa^2 s$.

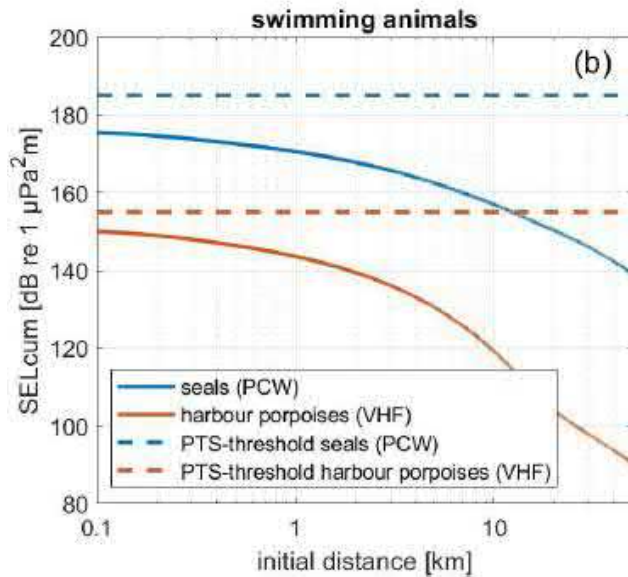
50% van de dieren ondervindt effecten bij de volgende waarden:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELs van 145 dB re 1 $\mu Pa^2 s$;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 144 dB re 1 $\mu Pa^2 s$.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is voornamelijk geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaarden van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waarden meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van de resultaten van (Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaarden worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

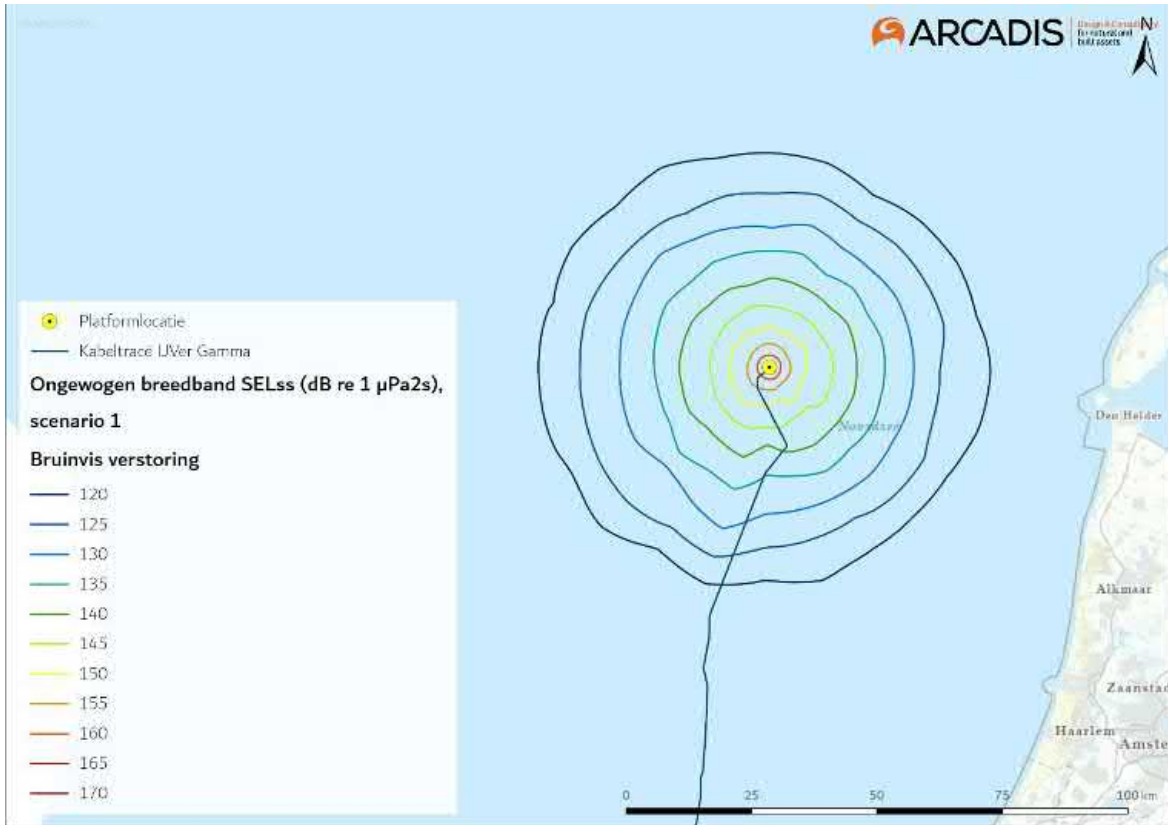
- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaarden voor TTS en PTS boven de genoemde waarden voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaarden voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens het KEC 4 is de kans op PTS echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 6). Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.



Figuur 6 Cumulatieve blootstelling aan heigeluid voor zwemmende zeezoogdieren (zeehonden (blauwe lijn) en bruinvissen (rode lijn)) en de PTS-drempelwaarde (Heinis et al., 2022).

Uit modelberekeningen (TNO 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ is op 750 m. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring door heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de hamer. Het verstoringsooppervlak voor zeehonden is 633 km^2 en voor bruinvissen 1133 km^2 (zie Figuur 7).



Figuur 7 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder)

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen en een helikopter, de vaarbewegingen, en het verspreiden van baggerspecie tijdens de aanlegfase kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en tot optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is.

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharenen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn waarbij de meest verrijkende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Tijdens de aanlegfase zijn deze factoren tegelijk aanwezig en is de meest versturende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van vastgestelde verstoringafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringduur, de verstoringfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed, Wal, et al., 2011). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zwarte zee-eenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes (zoals rui of broedseizoen, maar ook voor overwintering) kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringafstand gehanteerd, namelijk 1.000 meter voor de brilduiker en eidereend en 1.200 meter voor de zeekoet en alk (Krijgsveld et al., 2022). Hoewel de zeekoet eigenlijk een verstoringafstand van 1.000 meter heeft wordt in deze studie gebruikt gemaakt van een verstoringafstand van 1.200 meter omdat dit gebruikt wordt voor de familiegroep alken, waartoe de zeekoet en alk behoren. De roodkeelduiker, parelduiker en zwarte-zee eend vliegen vaak ver weg na verstoring en hebben een trage terugkeertijd. De invloed van verstoring is in totaal voor deze soorten zeer groot en daarom wordt er een verstoringafstand van 2.000 meter gehanteerd (Krijgsveld et al., 2022).

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dicht naar het wateroppervlak gaan dan op het platform zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Dideren & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 8. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring tijdens de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 8 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat van instandhouding en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar et al., 2000a; Molenaar, 2003a). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b, p. 12), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis-*

groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017a). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring door licht is daarmee niet relevant als autonome verstoring, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringcontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient er o.a. voor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepsvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid tijdens de aanlegfase maar niet tijdens de

gebruiksfase. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt hierom apart behandeld. Deze aspecten worden in hoofdstuk 5 behandeld.

3.7 Verstoring op land

Geluid, licht en visuele verstoring kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden vaak gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect.

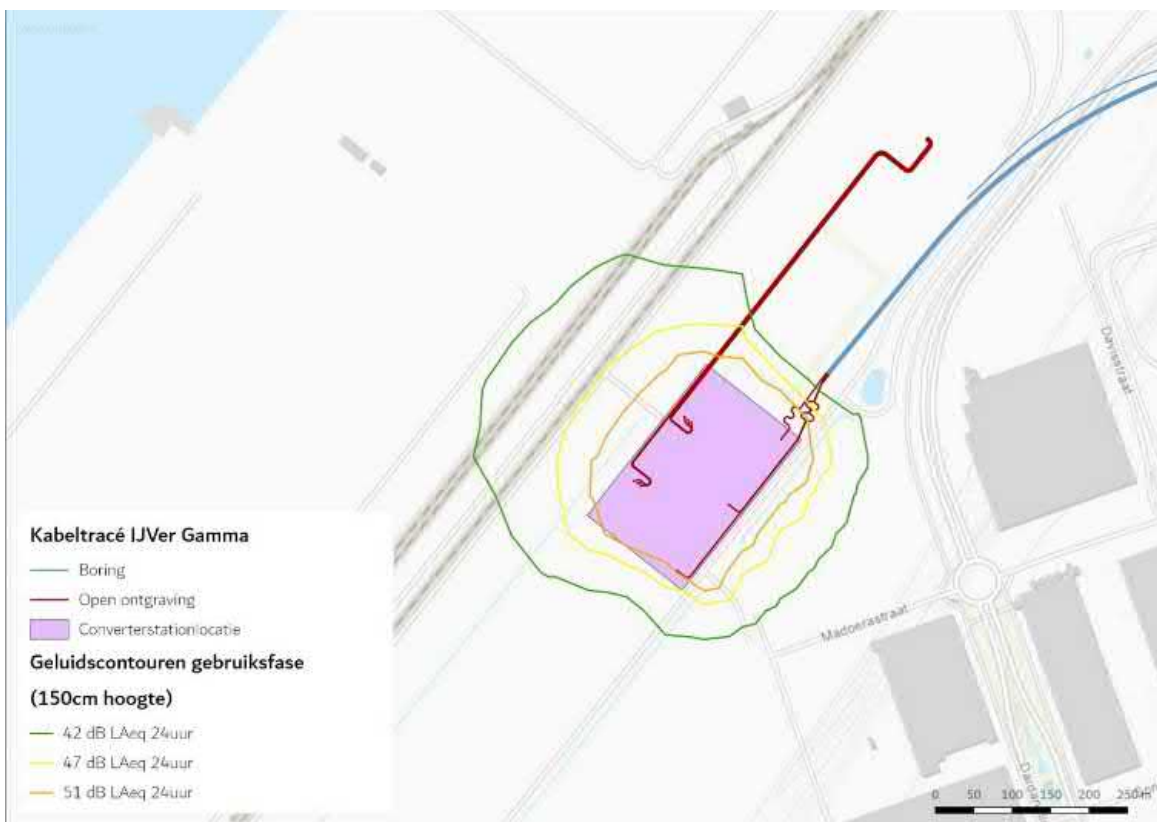
3.7.1 Geluid

Van verstoring door geluid kan zowel in de aanleg als de gebruiksfase sprake zijn. In de aanlegfase door gebruik van bouwmaterieel, boorinstallaties en vrachtverkeer bij zowel het leggen van de kabels als bij de bouw van het converterstation en in de gebruiksfase door geluidemissies van het converterstation. In beide situaties is alleen sprake van een continue geluidemissie, piekbelastingen treden niet op. In de gebruiksfase kan ook bij incidenteel onderhoud geluidsoverlast plaatsvinden, hierbij treden geen piekbelastingen op.

Geluidgolven verplaatsen zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring door geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren zoals vleermuizen en amfibieën eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn. Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 dB(A)_{24eq}-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter en die van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1.400 meter (Figuur 9). De geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 220 meter (Figuur 10).



Figuur 9 Verstoringcontouren aanleg kabels en converterstation Maasvlakte II



Figuur 10 Geluidscontouren 42 dB(A)24eq in de gebruiksfase van het converterstation inclusief mitigerende, geluidsbeperkende maatregelen

3.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van (met name) diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van lichtbelast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstoringen door verlichting door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het converterstation wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie. Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003b; Molenaar et al., 2000b). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017c), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017b). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringbron (de verstoringbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn.

Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan in het zomerhalfjaar wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring. De maximale afstand waarop sprake is van een toename boven de 0,1 lux van verlichting is 150 meter vanaf de grens van de bouwlocaties.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het

verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Aangezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten.

Tijdens de werkzaamheden in de aanlegfase valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring door geluid en optiek. Wanneer er nachtelijke verlichting nodig is voor de beveiliging van de bouwplaats treedt er wel verstoring op door licht. Ook tijdens de gebruiksfase van het converterstation is licht een op zichzelf staande verstoring.

3.7.3 Visuele (optische) verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van optische verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door licht en geluid. Bij een veld met open zicht kan optische verstoring optreden tot honderd meter.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige versturende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Tijdens de onderhoudsfase zal incidenteel een auto rijden, dit zorgt niet voor een verschil in optische verstoring ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog maar weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk. De verstoring wordt dan ook kwalitatief beoordeeld in hoofdstuk 5.

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse omgewoeld. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen habitattypen aangetast worden. Tijdens de gebruiksfase vindt er geen habitataantasting plaats.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Omdat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) varieert langs het

voorkeurstracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het voorkeurstracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 3.2). Buiten (>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen de kustzone volstaat trenchen. Bij de aanlanding op de Maasvlakte wordt over een lengte van 1 kilometer gebaggerd voorafgaand aan het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabels, met een totale breedte van 65 meter.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Langs het grootste deel van het voorkeurstracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust wordt de onderhoudscorridor smaller en is die ongeveer 200 meter breed. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

De effecten van habitataantasting op zee, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in hoofdstuk 5.

3.8.2 Habitataantasting op land

Onder aantasting van leefgebieden of groeiplaatsen vallen de gevolgen van betreding, vergraving, insporing van de bodem door zwaar verkeer, et cetera, die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van groeiplaatsen of leefgebieden, wat ertoe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Er kan onderscheid gemaakt worden in tijdelijke en permanente aantasting. Bij tijdelijke aantasting kan de oorspronkelijke situatie in principe hersteld worden. De ruimtelijke component ontbreekt. Permanente aantasting betekent daadwerkelijk oppervlakteverlies.

Het uitgangspunt is dat de HDD-boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen. Als gevolg van de gebruiksfase is geen sprake van enige versturende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Tijdelijke effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie (leefgebied of groeiplaats). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door de activiteiten gewijzigd zijn. Lage kruidvegetaties kunnen zich bijvoorbeeld sneller herstellen dan opgaand bos, dat minimaal enkele decennia hersteltijd heeft. Niet alleen omdat het tijd kost totdat bomen weer een vergelijkbare

leeftijd hebben, maar ook de bijbehorende bosbodems kennen weinig dynamiek (ze worden nauwelijks verstoord). De Wegbermen die begroeid zijn met duindoorn bestaan momenteel uit soorten arme vegetatie. Door de werkzaamheden gaat de successie terug naar een pionierssituatie. Hierdoor ontstaat een soortrijkere vegetatie. Deze wegbermen zullen zich na verloop van tijd weer ontwikkelen tot duindoornstruweel. Na 4 jaar is het struweel zich aan het ontwikkelen en na 20 jaar heeft het struweel zich weer tot een dichte begroeiing ontwikkeld (A. V. de Groot et al., 2016).

Naast het fysieke effect, kunnen door bodemwoeling of verdichting ook veranderingen optreden in de chemische samenstelling (voedselrijkdom) of hydrologie. Vergraven grond heeft niet dezelfde eigenschappen als onvergraven grond. Zeker de eerste jaren zal de vegetatie anders en het bodemleven beperkt zijn. De vegetatie zal meer gedomineerd worden door (sneller groeiende) soorten die gebaat zijn bij geroerde, vaak voedselrijkere grond. De meer bijzondere plantensoorten zijn over het algemeen soorten van stabielere, (matig) voedselarme omstandigheden. Dergelijke open grond of ruigere vegetatie is ook minder aantrekkelijk voor weidevogels om in te broeden of te foerageren. Ook voor insecten kan het van invloed zijn, doordat specifieke voedsel- of waardplanten (tijdelijk) ontbreken.

Het permanente effect betekent oppervlakteverlies en leidt tot verkleining van leefgebied of groeiplaatsen. Verkleining leidt direct tot een afname van beschikbaar leefgebied, waardoor mogelijk aanwezige populaties ook inkrimpen. In het meest ernstige geval wordt het gebied dusdanig klein dat het de minimale ondergrens van een populatieomvang overschrijdt en een populatie uitsterft. Door verkleining van leefgebied wordt een populatie kwetsbaarder voor veranderingen ten gevolge van bijvoorbeeld predatie, extreme seizoensinvloeden of ziekten. Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het voorkeustracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. Voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de vereiste maximale breedte van de werkstrook voor de 525kV-gelijkstroomkabel voor de open ontgraving circa 29 meter. In praktijk ligt het Gamma-tracé parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta en worden de landtracés tegelijk aangelegd. De maximale werkstrookbreedte is dan circa 33 meter (Deel A Paragraaf 2.4.2.).

Aantasting van leefgebied of groeiplaatsen kan optreden op alle locaties waar aantastingen van de bestaande situatie optreden (boringen, open ontgravingen en bijbehorende activiteiten).

3.9 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels als deze in werking treden.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor

samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015a; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee.

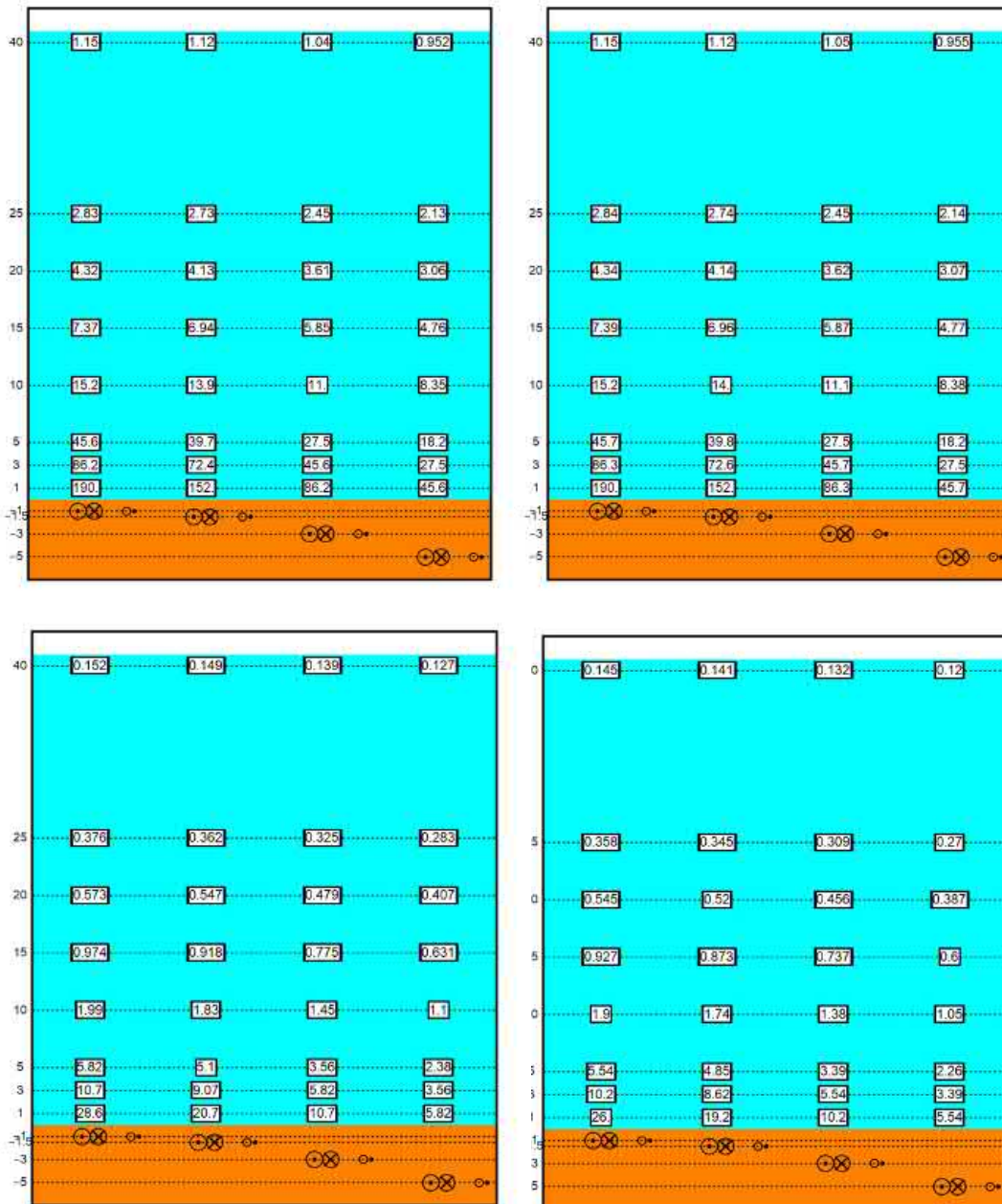
Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

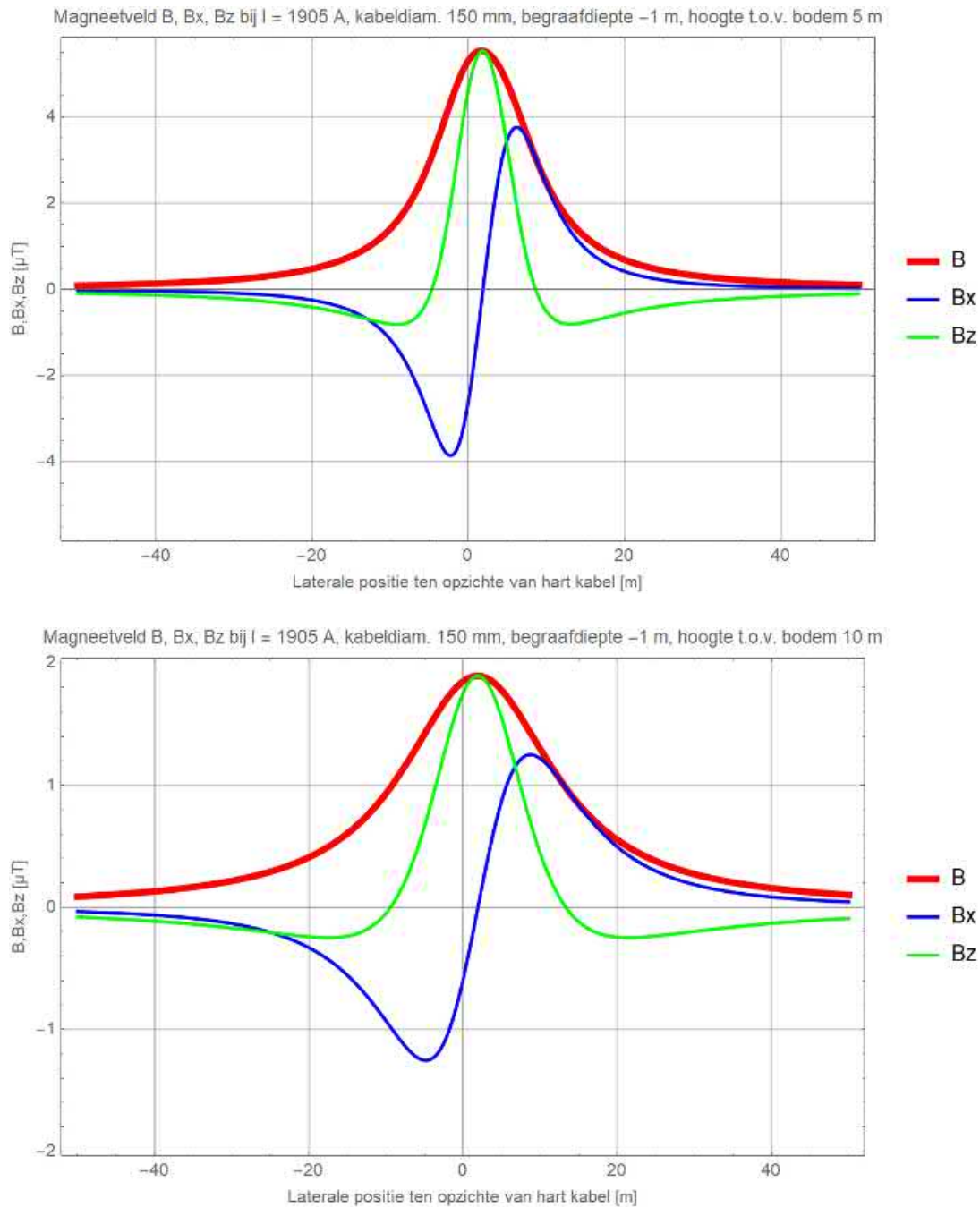
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 11 is de worst-case magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase $0,145 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en $0,152 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte NCP).

In Figuur 12 is ook de elektromagnetische veldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/-polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021a). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van $1,15 \mu\text{T}$ in het geval van beide kabeldiktes. Normale waardes bij een kabeldikte van 150 mm waren voorheen $0,034 \mu\text{T}$ en waardes bij een kabeldikte van 185 mm waren voorheen $0,0419 \mu\text{T}$. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid voor in een periode van 40 jaar.

Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een HVDC-kabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes ($0,015 \mu\text{T}$ i.p.v. $0,02-0,03 \mu\text{T}$) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 11 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).



Figuur 12 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in μT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021b).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Uit een literatuuronderzoek van (Duke Engineering & Services, 2001) blijkt dat langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan het elektromagnetisch veld. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie (zie Bijlage VIII-B Effecten van elektromagnetische velden op land).

Uit de EMV-studie blijkt het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld te hebben (Van Essen, 2021c). In Figuur 13 is de elektromagnetisch veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Gamma reikt tot ongeveer 65 m vanaf de randen van de geleiders van converterstation Gamma.



Figuur 13 Elektromagnetische veldzones rondom de converterstation Gamma (Van Essen, 2021c).

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Elektromagnetische velden op land worden niet verder beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.

3.10 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, welk in hetzelfde gebied ligt als Net op zee IJmuiden Ver Gamma, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodembodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen. Aangezien het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zich direct naast het kabeltracé van Beta bevindt zijn de resultaten van het verkennend onderzoek ook toepasbaar voor de aanleg van kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is.

Bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Opgevangen hemelwater wordt gecontroleerd op mogelijke contaminatie van olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden, afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het gezuiverde water grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid ongezuiverd materiaal zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Omdat bij de werkzaamheden tijdens zowel de aanleg en gebruiksfase geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling en verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

3.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor bentische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet beïnvloed worden. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, zal de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar zijn (Müller et al., 2016). Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

3.12 Verdroging op land

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen

met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de aeratie van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermisting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het voorkeustracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

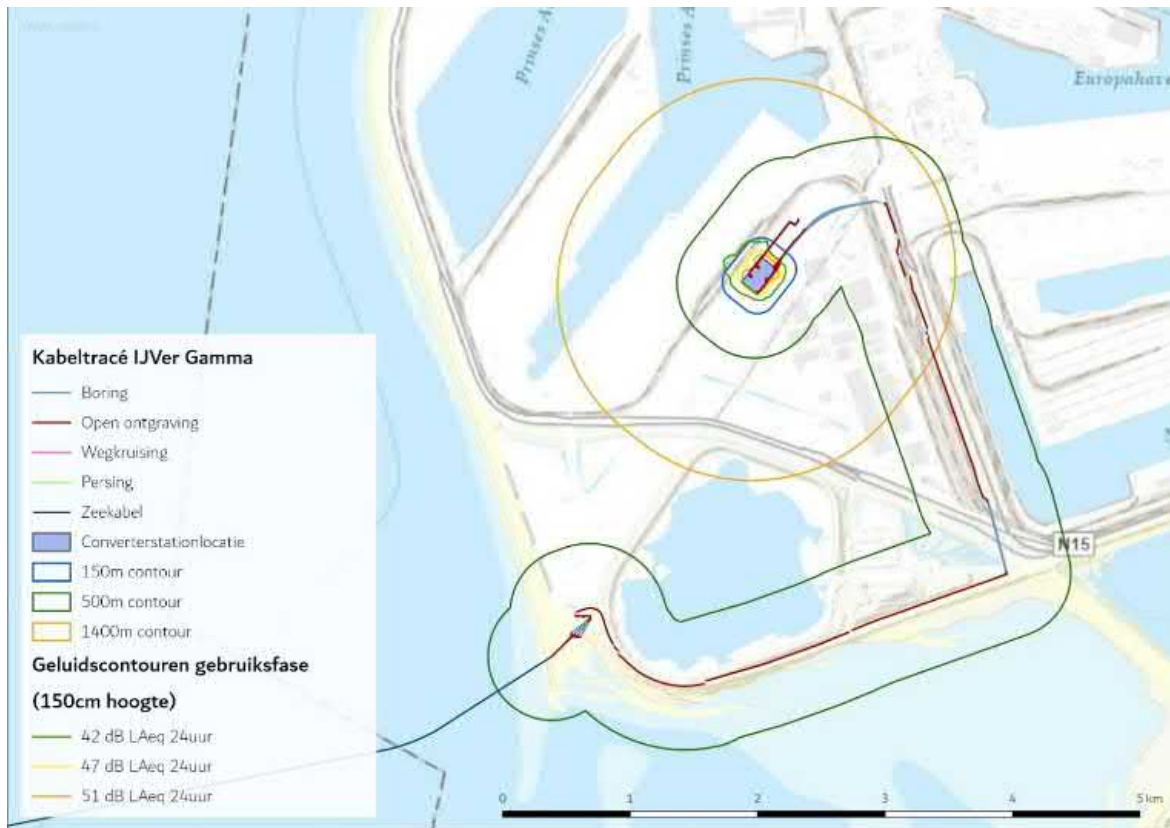
Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna, dit wordt niet verder beoordeeld.

3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op land of op zee optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. Indien een gevolg voor beide fases relevant is wordt de worst-case benoemd en beoordeeld. In Figuur 14 en Figuur 15 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Op zee / op land	Aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Aanleg	Op open zee bevindt de slibwolk zich rondom het voorkeustracé en ten oosten. In de kustzone reikt de slibwolk van de Tweede Maasvlakte in het oosten tot de kust voor Renesse. Concentratieverhogingen van de slibwolken komen niet boven de 7,5 mg/L.
Sedimentatie		Zee	Aanleg	Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust optreden rondom het voorkeustracé (in een zone van maximaal 4 km breed). Sedimentatiesnelheid komt niet boven de 1mm/dag. Ook treedt sedimentatie op in een gebied.
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Rondom platform Zeezoogdieren (bruinvissen 1133km ² en zeehonden 633 km ²) en trekvissen
Bovenwater verstoring	Geluid en visueel	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels 1.200 meter voor zeehonden 2.000 meter voor extra gevoelige vogels
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg bij de platforms
Verstoring op land	Geluid	Land	Beide, aanleg is worst-case	Boorwerkzaamheden circa 500 meter Aanleg converterstation circa 1400 meter Gebruik converterstation maximaal 220 meter
	Licht	Land	Aanleg	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Aanleg	65 meter voor pre-sweepen en baggeren 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
		Land	Aanleg	Maximaal 33 meter voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	Geen effect
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Gebruik	Geen effect
Verdroging		Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen effect



Figuur 14 Studiegebied werkzaamheden op land met verstoringscontouren



Figuur 15 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringscontouren

4 Aanwezigheid van beschermde soorten

4.1 Methode

4.1.1 Fasering onderzoek

Voor het onderzoek naar beschermde soorten op zee is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.

Het onderzoek naar beschermde soorten op land is in verschillende fases uitgevoerd:

- Eerst is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
- Vervolgens is een soortgerichte inventarisatie uitgevoerd. Hierbij zijn de locaties waar een ingreep plaats vindt onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten. Bij deze veldbezoeken is ook gelet op de habitatgeschiktheid voor beschermde soorten. De uitkomst van dit onderdeel is een inventarisatie van aanwezige beschermde soorten en de mogelijke functie van het plangebied voor deze beschermde soorten.

4.1.2 Bureauonderzoek

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar. Voor mogelijk aanwezige beschermde soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties en open ontgravingen.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF), maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Provincie Zuid-Holland, de Natura 2000-beheerplannen en verspreidingsatlassen. Voor het Maasvlakte-terrein is tevens gebruik gemaakt van het Ecologische Werkprotocol Realisatie fase Hollandse Kust (zuid), Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam (Buijs Ecoconsult BV, 2019; Bureau Stadsnatuur, 2013). Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

4.1.3 Veldonderzoek

Er zijn meerdere veldonderzoeken uitgevoerd voor het deel op land. Het laatste veldbezoek heeft plaatsgevonden in juli 2022. De onderzoeken hebben zich gericht op de soort(groep)en flora, vogels in het algemeen, rugstreeppad en zandhagedis.

De uitgevoerde soortenonderzoeken bieden afdoende informatie voor de effectbepaling in het kader van het MER, het inpassingsplan/projectbesluit en ontheffingsaanvraag. Specifieke informatie over standplaatsen van beschermde flora of leefgebieden van beschermde fauna, alsmede aantallen en locaties van verblijfplaatsen zijn via veldonderzoeken verkregen en opgenomen in de betreffende stukken voor het MER en het inpassingsplan/projectbesluit. Voor de daadwerkelijke ingreep (de uitvoeringsperiode) zal een actualiserende en completerende soorteninventarisatie nodig zijn. Dit vanwege het tijdsverloop en de daarmee gepaard gaande natuurlijke ontwikkelingen. Tegen die tijd zullen ook een definitief uitvoeringsontwerp en werkplanning beschikbaar zijn.

Alle veld- en bureauonderzoeken zijn uitgevoerd door ecologen van Arcadis die aantoonbare kennis en ervaring hebben met het verstrekken van ecologisch advies en het begeleiden van werkzaamheden op het gebied van habitats en soorten. Arcadis is lid van het Netwerk Groene Bureaus.

4.2 Beschermde soorten op zee

4.2.1 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 2 laat de resultaten zien van de tellingen van 2020-2021. Daarnaast komen er ook veel verschillende soorten vogels langs de kust voor die gebruik maken van de zee, ook deze vogels worden in dit hoofdstuk beschreven. Er wordt hierbij in de soortbeschrijvingen ook ingegaan op de broedlocaties van de vogels.

In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden voor de talrijkste soorten of voor soorten waarvoor het studiegebied van bijzonder belang is. Deze soorten komen ook in de effectbeoordelingen aan bod.

Tabel 2 Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2020-2021 op het totale Nederlands Continentaal Plat (NCP) (Fijn et al., 2022).

Soort		Aantal waarnemingen	Aantal individuen	Gemiddelde groeps-grootte	Maximale groeps-grootte
Species		Number of observations	Number of individuals	Average group size	Maximum group size
roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i>	437	814	1,9	43
parelduiker	<i>Gavia arctica</i>	4	4	1	1
ijsduiker	<i>Gavia immer</i>	4	4	1	1
ongedet. duiker	<i>Gavia sp.</i>	1	1	1	1
fuut	<i>Podiceps cristatus</i>	33	179	5,4	28
noordse stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	521	737	1,4	23
jan van gent	<i>Morus bassanus</i>	1334	2454	1,8	75
aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	263	1438	5,5	200
grote zilverreiger	<i>Egretta alba</i>	4	9	2,2	4
bergeend	<i>Tadorna tadoma</i>	1	1	1	1
brilduiker	<i>Bucephala clangula</i>	5	13	2,6	4
ijseend	<i>Clangula hyemalis</i>	3	3	1	1
middelste zaagbek	<i>Mergus serrator</i>	22	106	4,8	20
slobeend	<i>Anas clypeata</i>	1	1	1	1
smient	<i>Mareca penelope</i>	1	15	15	15
wilde eend	<i>Anas platyrhynchos</i>	1	1	1	1
topper	<i>Aythya marila</i>	1	2	2	2
zwarte zee-eend	<i>Melanitta nigra</i>	478	42856	89,7	2000
grote zee-eend	<i>Melanitta fusca</i>	17	51	3	20
Grote Canadese gans	<i>Branta canadensis</i>	1	17	17	17
eider	<i>Somateria mollissima</i>	46	482	10,5	60
grauwe gans	<i>Anser anser</i>	1	1	1	1
rotgans	<i>Branta hrota</i>	5	49	9,8	21
grote jager	<i>Catharactus skua</i>	14	14	1	1
kleine jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	2	2	1	1
kleinste jager	<i>S. longicaudus</i>	1	1	1	1
dwergmeeuw	<i>Larus minutus</i>	568	6994	12,3	380
drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	2883	6616	2,3	240
grote burgemeester	<i>Larus hyperboreus</i>	1	1	1	1
grote mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	538	2571	4,8	500
kleine mantelmeeuw	<i>Larus fuscus</i>	2430	9795	4	693
zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	1886	16312	8,6	850
ongedet. grote meeuw	<i>Larus sp.</i>	6	74	12,3	50
ongedet. mantelmeeuw	<i>Larus marinus/fuscus</i>	2	4	2	3
kokmeeuw	<i>C. ridibundus</i>	943	4986	5,3	300
stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	1046	3497	3,3	180
vorkstaartmeeuw	<i>Larus sabini</i>	1	1	1	1
zwartkopmeeuw	<i>L. melanocephalus</i>	2	2	1	1
ongedet. kleine meeuw	<i>ridibundus/tridactyla/</i>	3	20	6,7	15
ongedet. meeuw	<i>Larus sp.</i>	4	81	20,2	50
ongedet. stern/meeuw	<i>Larus/Sternidae</i>	1	1	1	1
dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	8	20	2,5	9
visdief	<i>S. hirundo</i>	1055	3536	3,4	55
noordse stern	<i>S. paradisaea</i>	11	14	1,3	2
visdief/noordse stern	<i>hirundo/paradisaea</i>	41	88	2,1	16
grote stern	<i>T. sandvicensis</i>	1224	3131	2,6	120
zwarte stern	<i>Chlidonias niger</i>	15	27	1,8	4

Eenden

Aan de kust en op het open water komen verschillende soorten eenden voor. Sommigen foerageren veelal in water op open zee, zoals toppereend, eidereend, zwarte zee-eend, kuifduiker en brilduiker. Soorten die voornamelijk in het duingebied of aan de kuststrook foerageren zijn onder andere de middelste zaagbek, de bergeend, de pijlstaart en de wilde eend. Open water kan naast foerageergebied ook als rust- of ruigebied functioneren. Daarnaast dient de kustzone als broedgebied voor de aanwezige eendensoorten en als hoogwatervluchtplaats en ruigebied voor de bergeend.

Ook de noordelijke Maasvlakte is een broedgebied voor verschillende eendensoorten. Deze nesten zitten veelal echter niet binnen de bovenwater verstoringscontouren van het plangebied en worden dus niet verstoord. In het plangebied zijn ook een aantal gebieden aangewezen als rustgebied voor bepaalde eendensoorten. Zowel de Hinderplaat als de Slikken van Voorne, welke deels binnen de verstoringscontouren van het plangebied vallen, zijn hiervoor aangewezen. De Hinderplaat is aangewezen als rust- en foerageerlocatie voor benthivore eenden zoals de topper, eider en zwarte zee-eend. Slikken van Voorne zijn aangewezen voor de bergeend en pijlstaart om te foerageren en te slapen (Rijkswaterstaat, 2016).

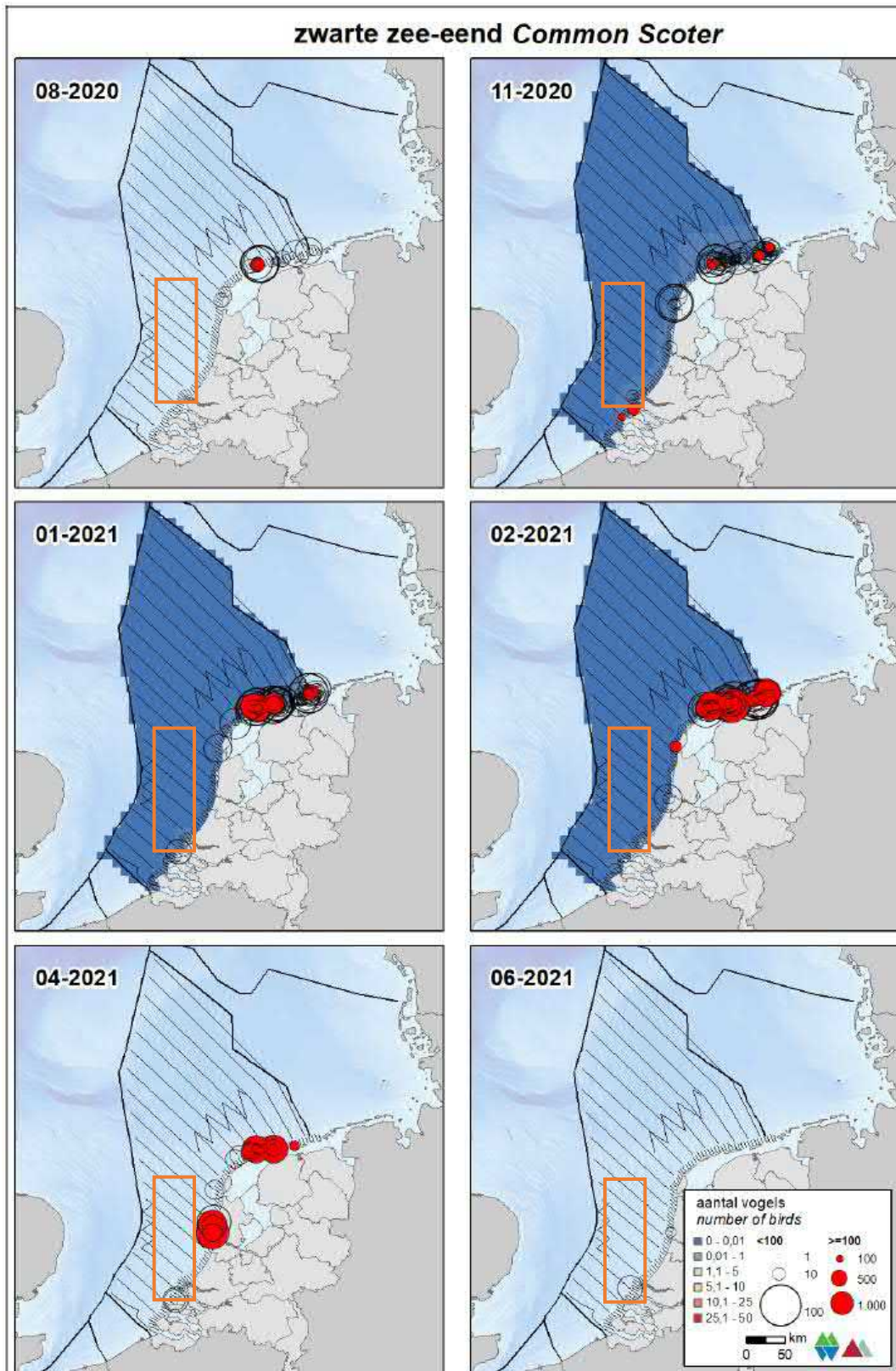
De eendensoort die met de grootste aantallen waargenomen is in 2019/2020 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is de zwarte zee-eend.

Zwarte zee-eend

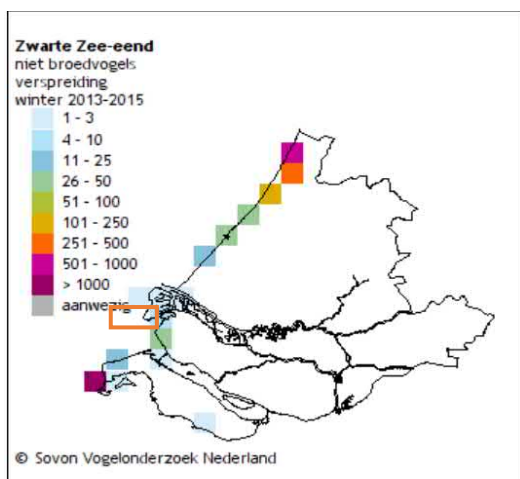
De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts et al., 2016). In recente jaren waren er incidenteel in de Voordelta wel grote aantallen zwarte zee-eenden aanwezig (Hoekstein et al., 2020). Zo werd er in april 2018 een groep van 12.500 zee-eenden waargenomen voor de kust van Schouwen (Arts et al., 2019). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het tracé voorkomen (Figuur 17, Figuur 18 en Figuur 19). In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer in Nederland (Ministerie van LNV, 2008f).

De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen. Buiten de broedtijd wordt de zwarte zee-eend rond onder andere de Hinderplaat in het Voordelta-gebied aangetroffen (Ministerie van LNV, 2008f).

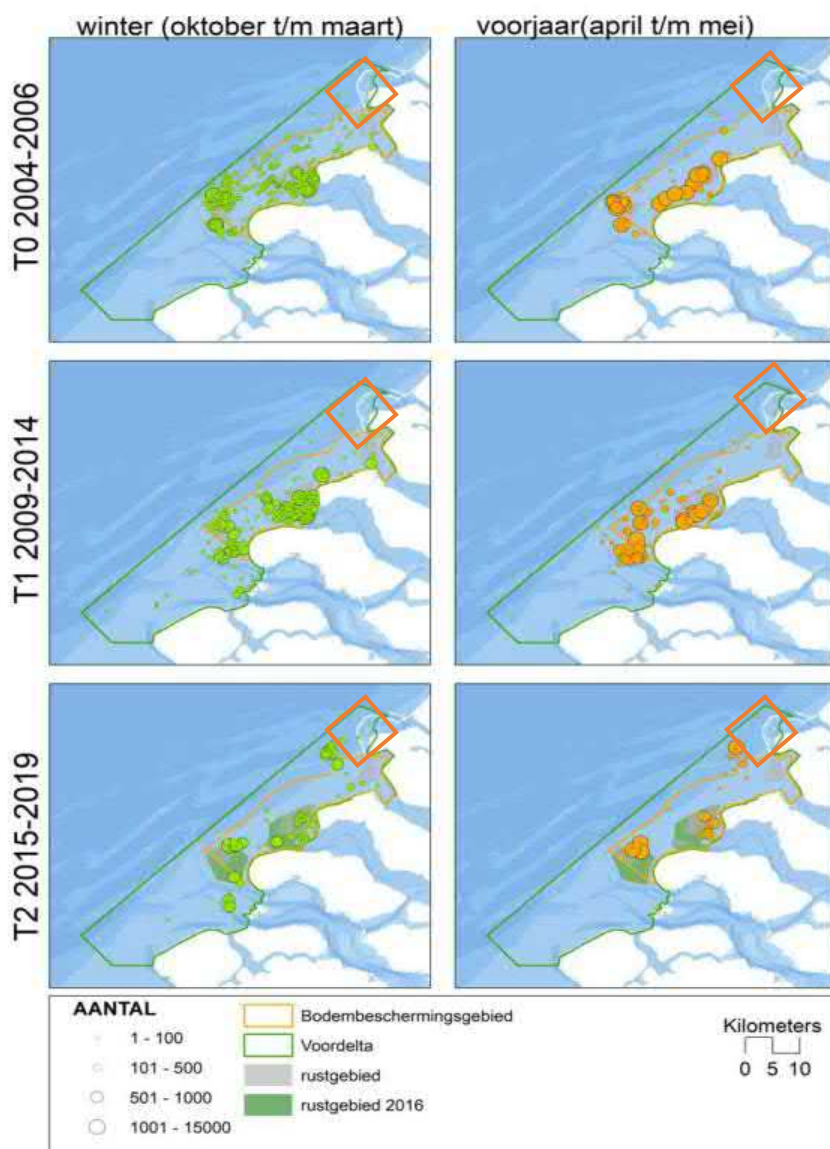
De zwarte zee-eend is een doortrekkende soort die in heel Nederland op zee voorkomt. In het plangebied komt de soort sporadisch, in lage aantallen, voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de zwarte zee-eend.



Figuur 16 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 17 Verspreiding van de zwarte zee-eend langs de kust in Zuid-Holland (Sovon, 2021j). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt

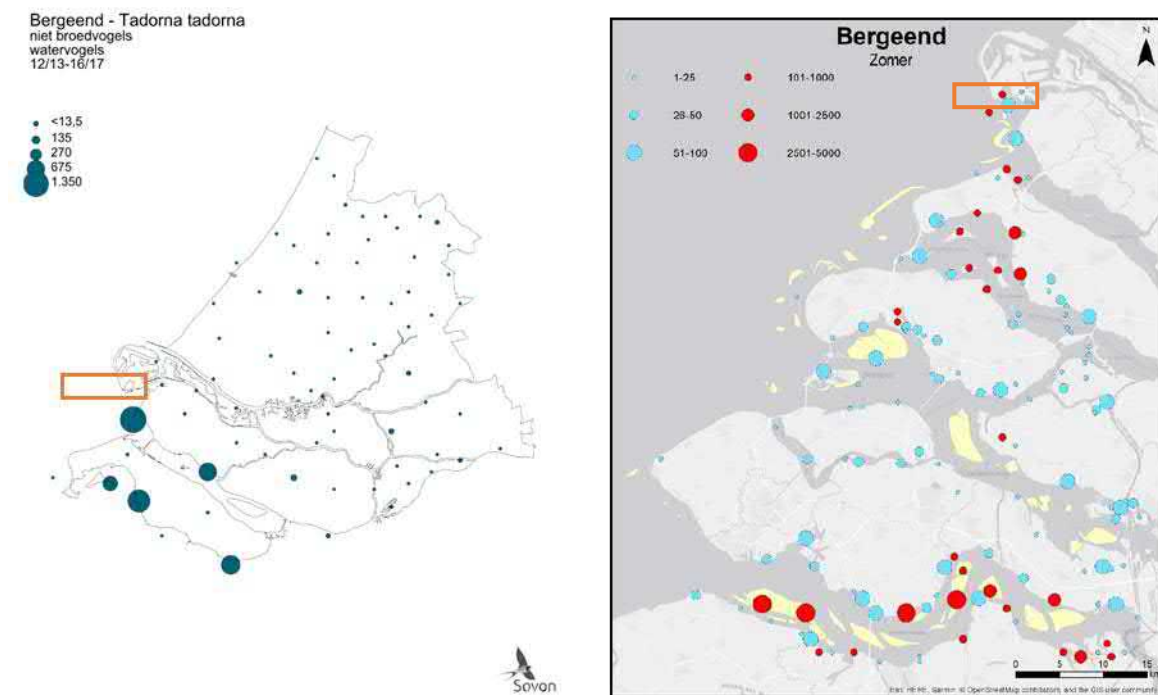


Figuur 18 Verspreiding van de zwarte zee-eend in verschillende seizoenen over verschillende jaren in de Voordelta (Prins et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

Bergeend

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 19. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Ongeveer twee-derde van de Nederland populatie bergeenden komt voor in het Waddengebied, waar ze heen trekken voor de ruiperiode. In plangebied zijn enkele honderdtallen van de bergeend waargenomen, een klein percentage van de Nederlandse populatie die dit gebied gebruikt als foerageerplek. Voor de landelijke staat van instandhouding van de bergeend wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 19 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Meeuwen

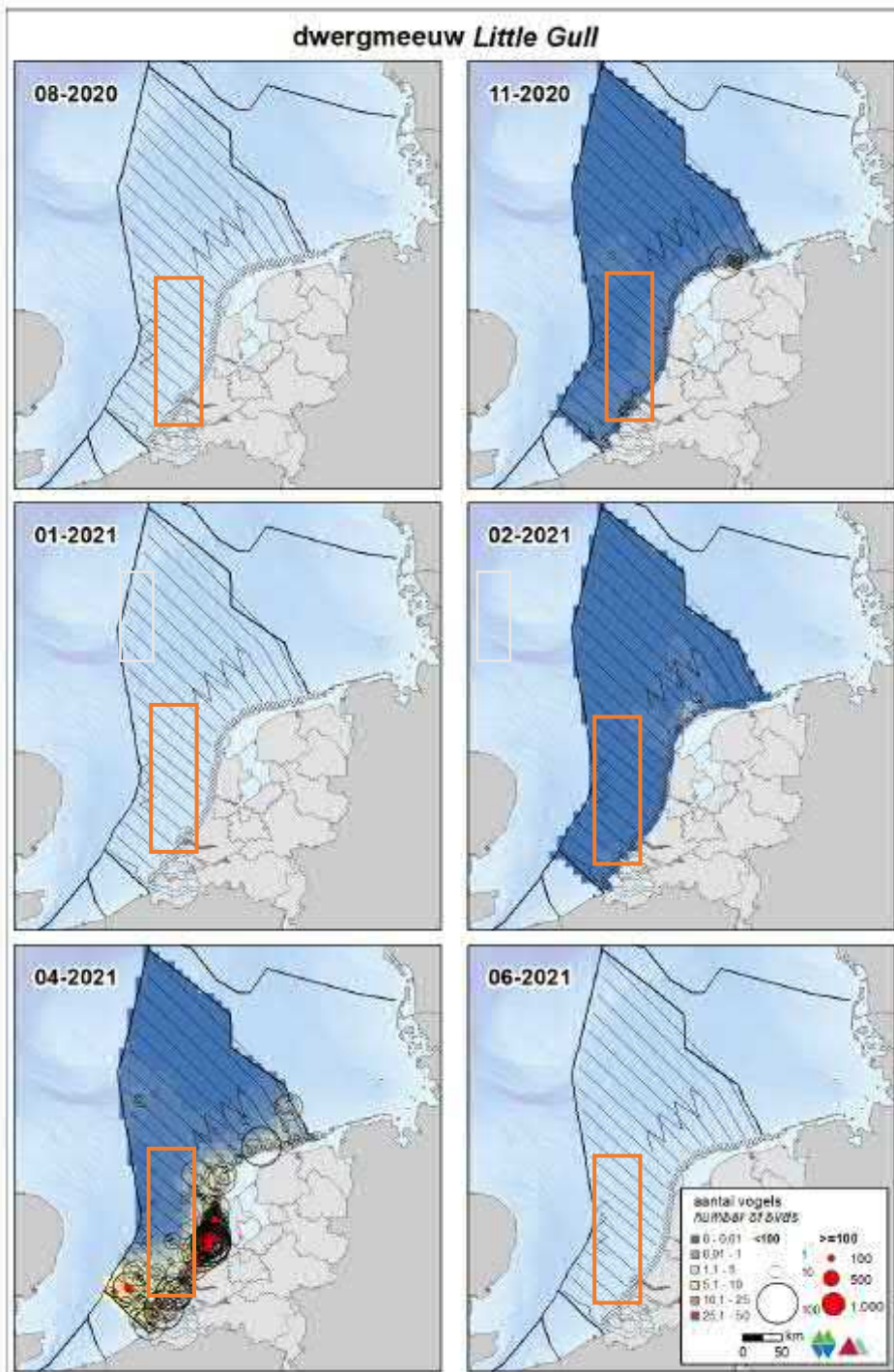
Het Nederlandse kust- en zeegebied is van belang voor verschillende meeuwensoorten: onder andere de kleine mantelmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, zwartkopmeeuw en dwergmeeuw. Meeuwen foerageren voornamelijk op open water maar zijn ook opportunistisch in hun foerageergedrag, op stranden en in bewoond gebied kunnen ze ook voorkomen.

Dwergmeeuw

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Hij jaagt op insecten, vissen en kreeftjes. Overwinteren doen dwergmeeuwen op grote zoetwatermeren zoals op het IJsselmeer, maar vooral op zee; van de Oostzee in het noorden en de Middellandse Zee in het zuiden tot in de omgeving van Newfoundland. Vooral in de maanden april-mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen door over ons land (Ministerie van LNV, 2008b). Hier is de dwergmeeuw voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008b).

Tijdens de trek van het voorjaar 2021 werd het aantal exemplaren op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) geschat op 95.900 (Fijn et al., 2022). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt. De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust, Figuur 20 (Fijn et al., 2022). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de afgelopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is. De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw zijn te zien in Figuur 20.

De dwergmeeuw komt sporadisch voor in het plangebied, en gebruikt het als trekgebied tijdens de wintermaanden richting hun overwinteringsplaats in het zuiden van Europa. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de dwergmeeuw.

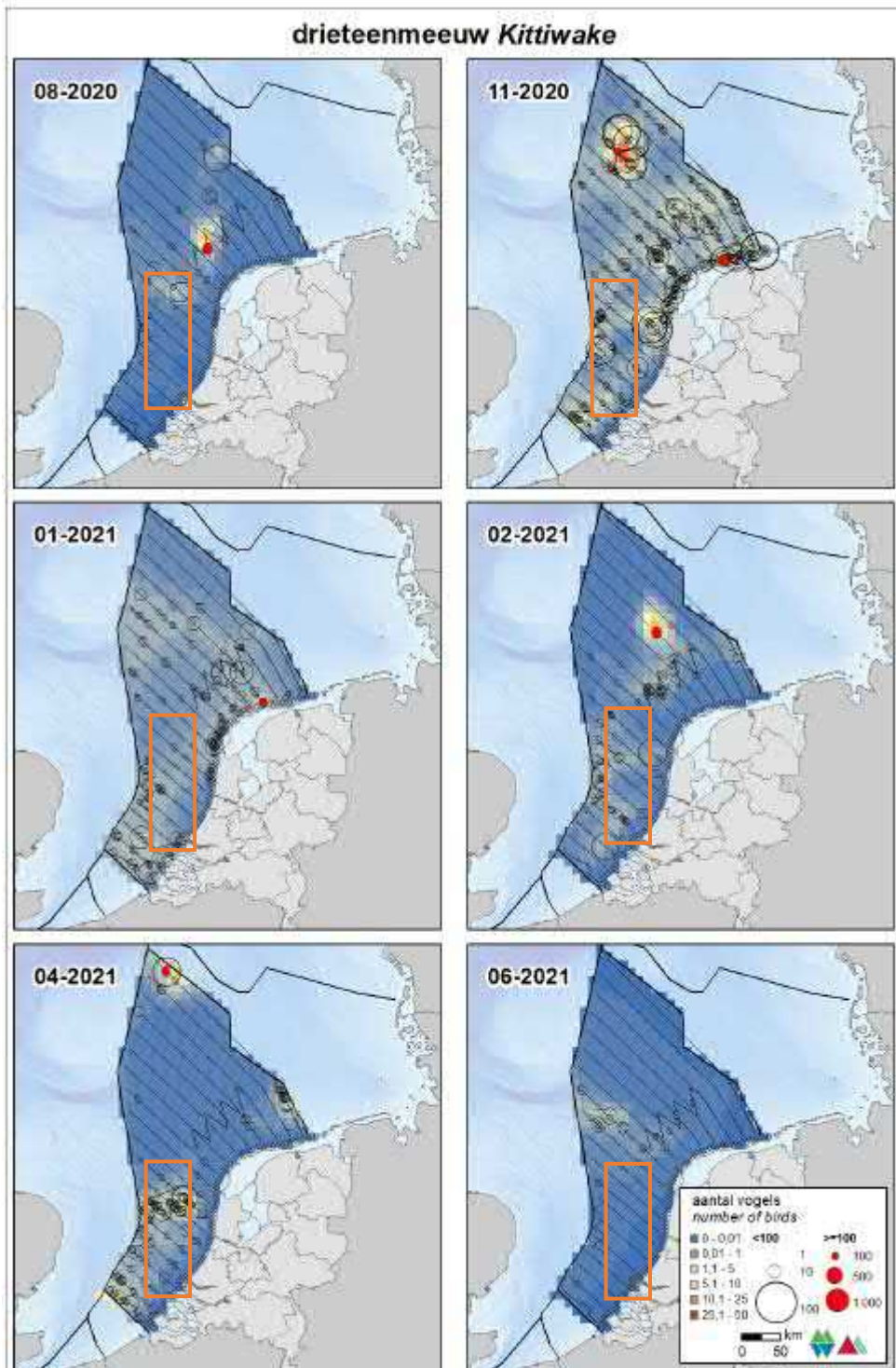


Figuur 20 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Drieteenmeeuw

De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest voorkomende meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2022). De populatiegrootte was in november 2020 op zijn grootst 134.600-273.500 exemplaren. Met name het Friese Front, maar ook de Bruine Bank zijn van belang voor deze soort, zie Figuur 21. Op de Bruine Bank zijn de hoogste aantallen in april geteld, dit waren er ongeveer 1.900-10.200.

De drieteenmeeuw broedt op olieplatformen uit de kust op het NCP (Leopold, 2017). Hij broedt met name op de Noordzee aan de zuidwest kant van het Friese Front. Het leefgebied van de drieteenmeeuw beslaat een groot deel van de NCP en de soort wordt dan ook, gedurende de wintermaanden, veel waargenomen in het plangebied. Omdat dit gebied niet gebruikt wordt als broedfunctie, wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de drieteenmeeuw.

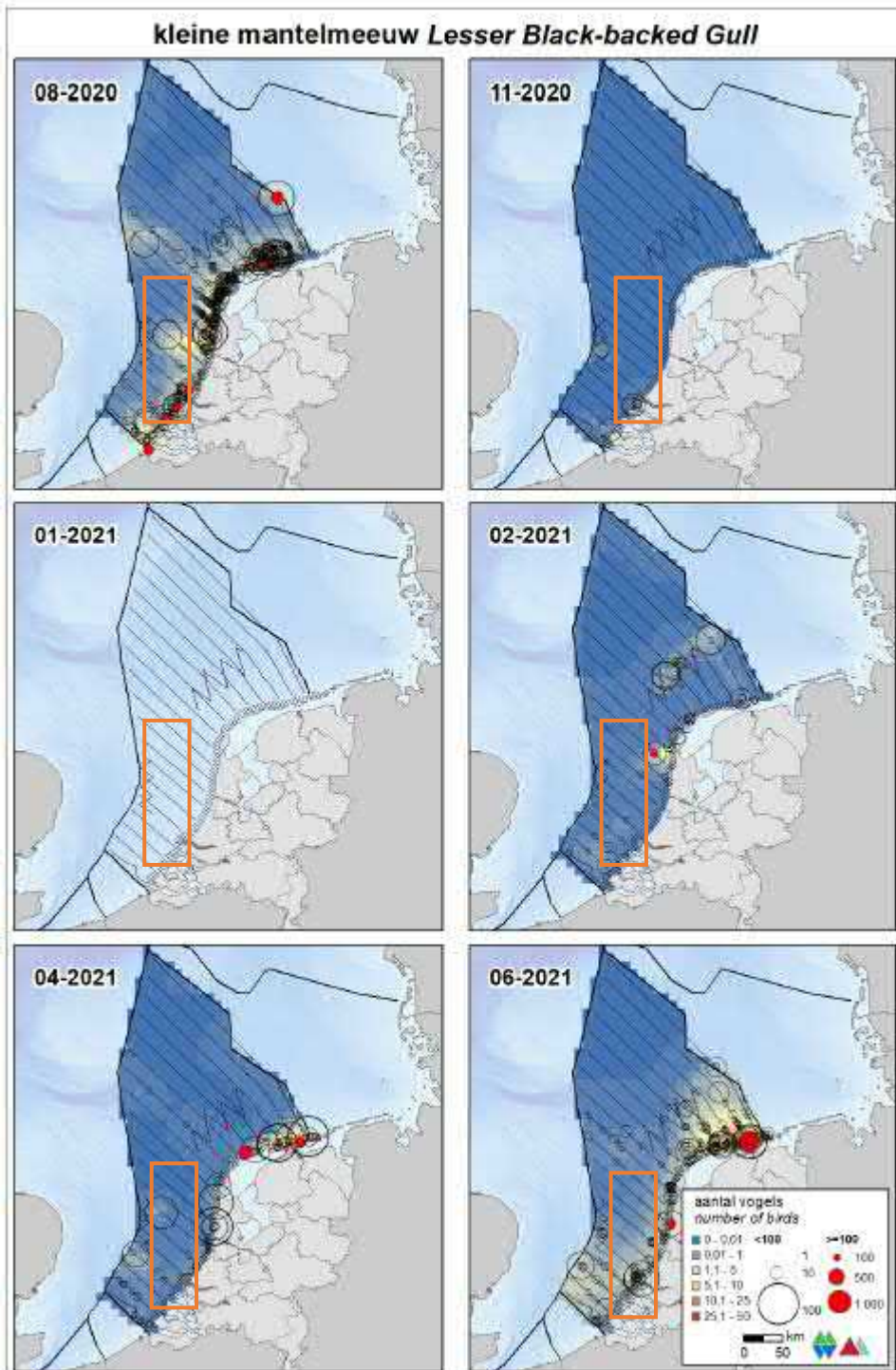


Figuur 21 Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

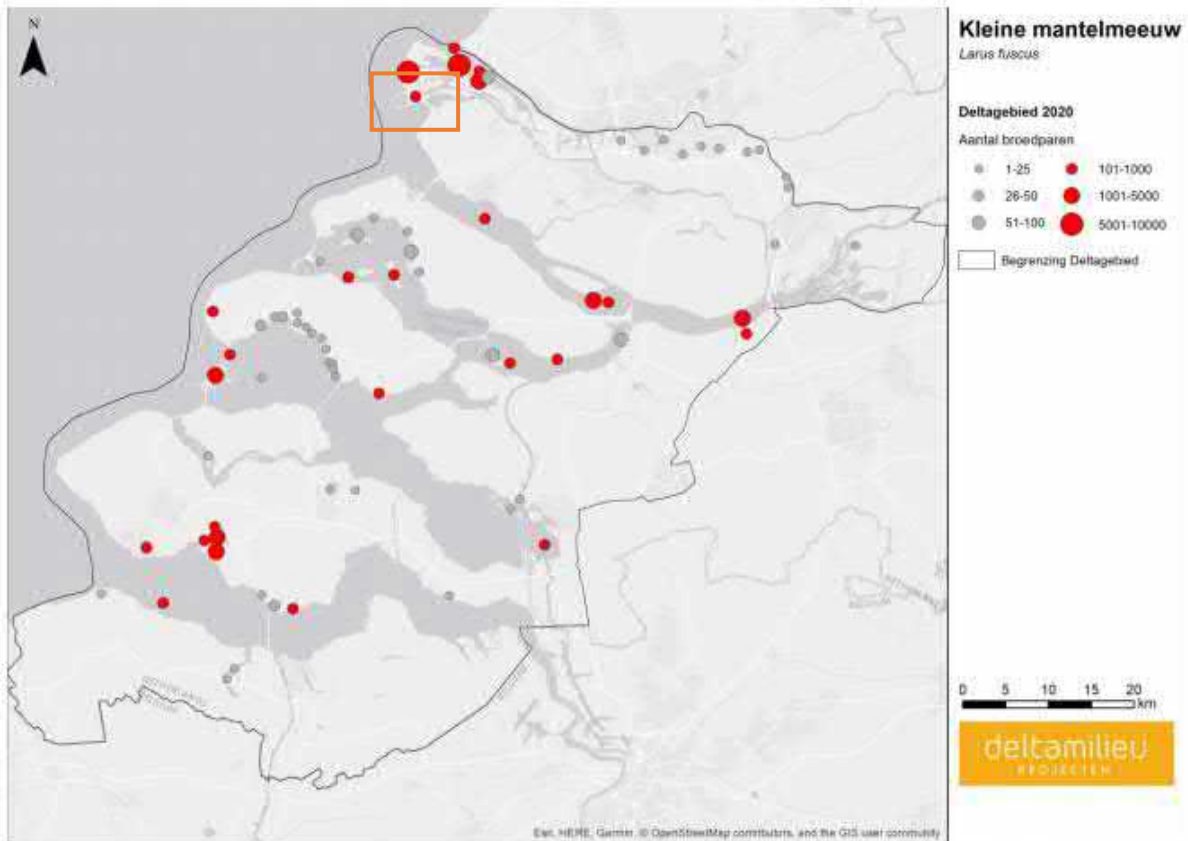
Kleine mantelmeeuw

De kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 80.000-85.000 (Fijn et al., 2022). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De kleine mantelmeeuw broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren/kwelders (Ministerie van LNV, 2008c). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2022). Figuur 22 laat de verspreiding zien van de kleine mantelmeeuw in 2020-2021. Figuur 23 laat de verspreiding van de klein mantelmeeuw langs het tracé aan de kust zien.

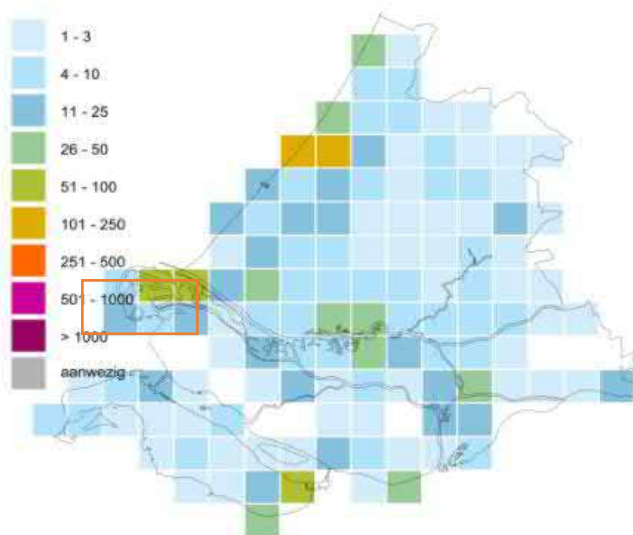
Het plangebied beslaat een deel van de Maasvlakte-Europort, waar een van de grootste broedpopulaties van de kleine mantelmeeuw in Europa zich vestigen, zo'n 30.000 paren. Voor de gunstige instandhouding nationale schaal zijn ten minste 20 sleutel populaties (400 paren) vereist (Ministerie van LNV, 2008c), hierdoor wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de kleine mantelmeeuw.



Figuur 22 Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.



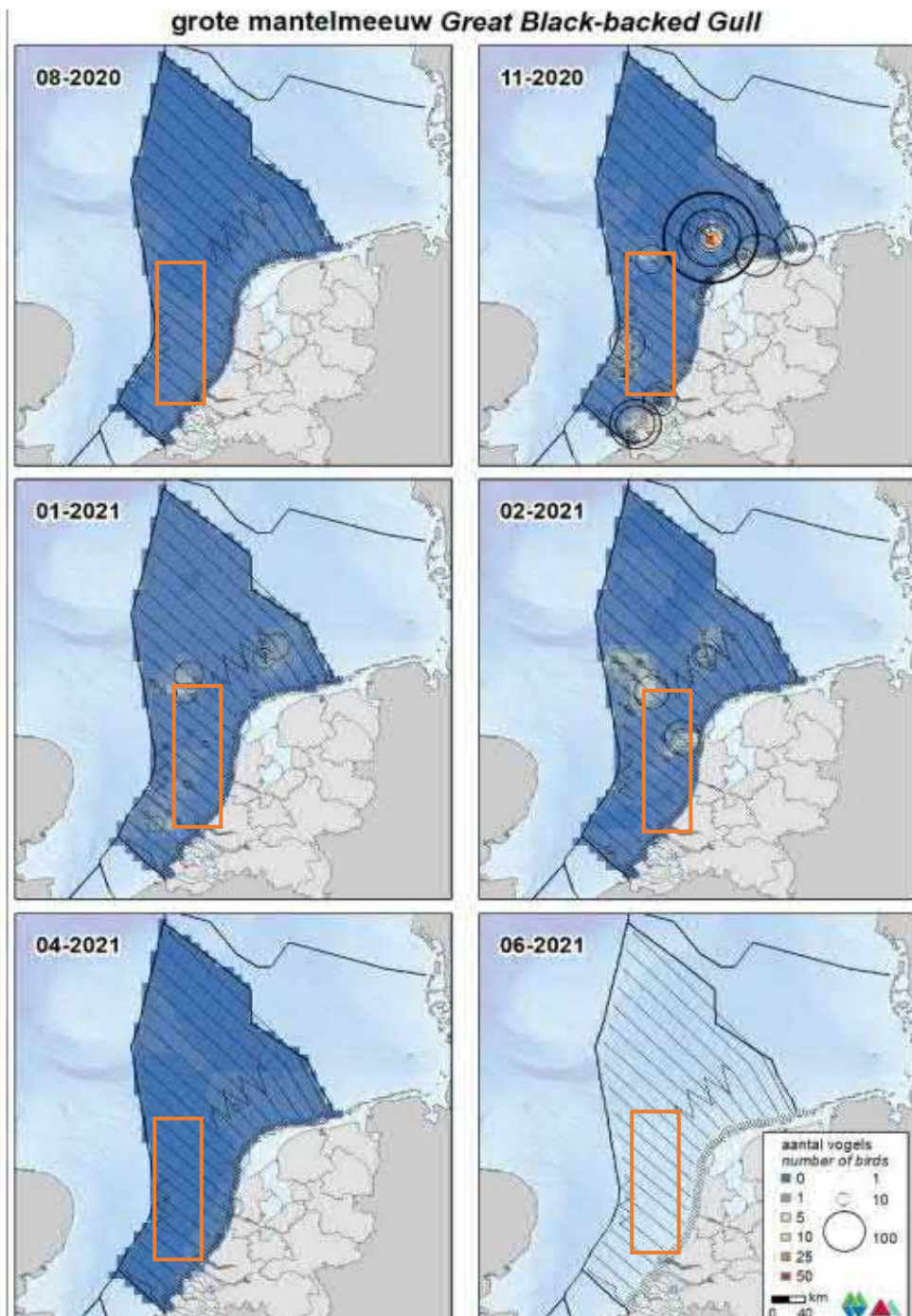
Kleine Mantelmeeuw - *Larus fuscus*
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015



Figuur 23 Verspreiding kleine mantelmeeuw 2016-2018 in Zuid-Holland en het deltagebied als broedvogel (boven) en als niet-broedvogel (onder) (Sovon, 2021d). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht (onder). Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt

Grote mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw is de grootste meeuwensoort van Nederland. Hij komt veelal voor in de kustgebieden en in de winter rondom de Bruine bank. In februari 2020 zijn tussen de 600 en 1000 individuen waargenomen in de Bruine bank. De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 24. De grote mantelmeeuw is een bekende wintergast aan de Nederlandse kust en grote kolonies foerageren op de Bruine Bank. Binnen het plangebied komt de soort geregeld voor maar gebruikt het voorsnog niet als broedfunctie, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de grote mantelmeeuw.



Figuur 24 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

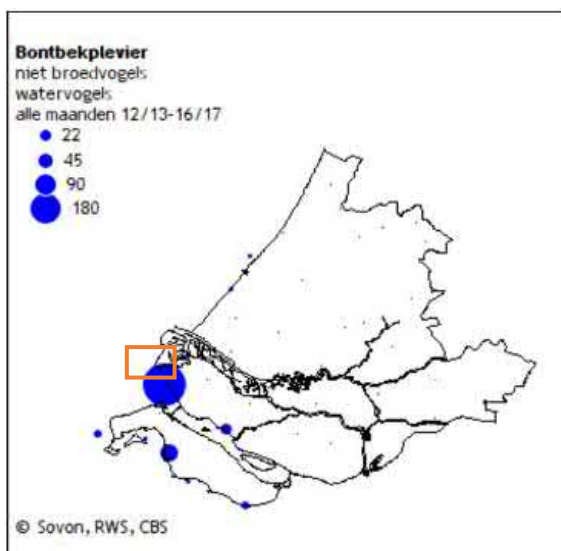
Steltlopers

Het Nederlandse kustgebied is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn onder andere de bontbekplevier, bonte strandloper, kanoetstrandloper, scholekster, steenloper, strandplevier, zilverplevier, rosse grutto, wulp en tureluur. Deze vogels gebruiken de gebieden als foerageergebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, stranden en binnen en buitendijkse graslanden. Uitzondering is de steenloper, die vooral op harde substraten, zoals dijken, voorkomt. Met hoogtij maken de steltlopers gebruik van hoogwatervluchtplaatsen, zoals de dijken en platen. In het plangebied gaat het vooral over de steltlopers die zich bevinden op Slikken van Voorne, een aangewezen foerageer- en rustgebied in de Voordelta voor steltlopers.

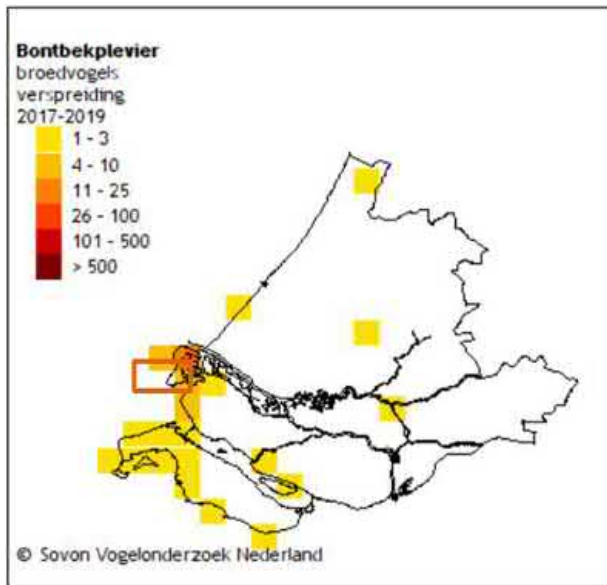
Bontbekplevier

Bontbekplevieren kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied (Ministerie van LNV, 2008a). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en Deltagebied (zie Figuur 25). De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen nemen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021a). De meeste broedparen bevinden zich in het Wadden – en Deltagebied, zie Figuur 26. Langs de Noordzeekustzone komen ook enkele broedvogels voor.

De verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel concentreert zich op het Waddengebied en het Deltagebied. De bontbekplevier komt in kleine aantallen voor in het plangebied, maar broed vooral ten zuiden van hier, rond het Grevelingenmeer, de Oosterschelde en de Westerschelde. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bontbekplevier.



Figuur 25 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in Zuid-Holland in de periode 12/13 - 16/17. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).



Figuur 26 Verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel in de periode 2016-2018. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).

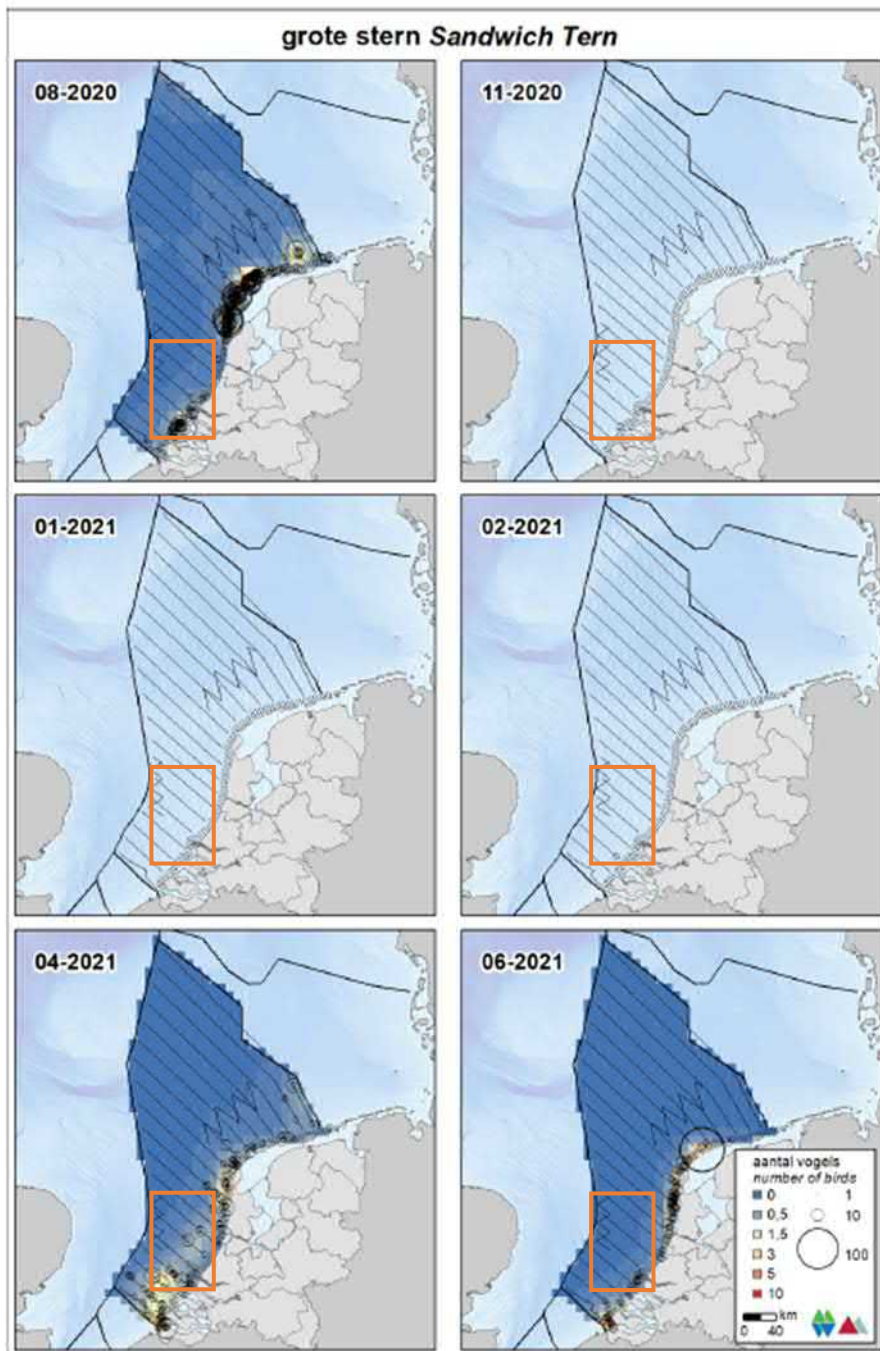
Sterns

Sterns broeden gewoonlijk in de kustgebieden en foerageren op open water. De soorten zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Ook rondom het plangebied in het Deltagebied broeden er verschillende sterns. Aangezien ze een groot foerageergebied hebben die wel plaatsgebonden is aan hun broedlocaties, kan verstoring door vertroebeling voorkomen. Voorkomende soorten in Nederlandse wateren zijn bijvoorbeeld de Noordse stern (*Sterna paradisaea*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), dwergstern (*Sternula albifrons*) en de visdief (*Sterna hirundo*).

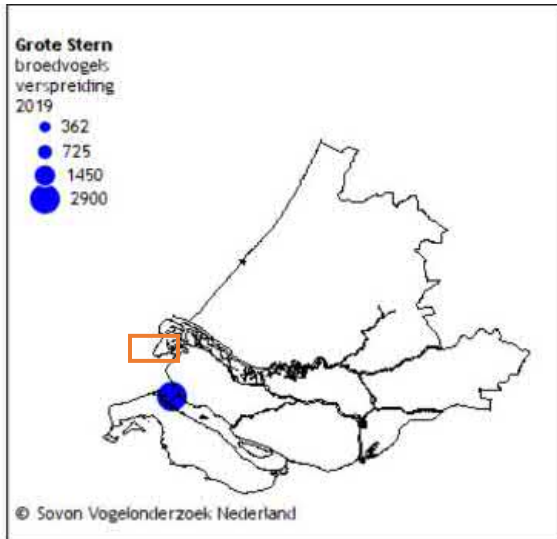
Grote stern

Grote sterns zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in ons land, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 17.100 – 17.300 (Fijn et al., 2022). De grote stern verblijft in Nederland in broedkolonies, welke, voor het studiegebied, voornamelijk bij het Haringvliet zijn gelegen (Fijn et al., 2022). Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2022). In de winter vertrekken de sterns naar Afrika.

De grote stern broedt voornamelijk in het Waddengebied en in het zuidelijk deel van het Deltagebied. Een groot deel van het plangebied beslaat het foerageergebied van de grote stern, maar heeft geen specifieke broedfunctie en is dus van niet essentieel belang voor de landelijke staat van instandhouding van de grote stern.



Figuur 27 Verspreiding van de grote stern op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer. In de afgelopen jaren zijn geen sterns waargenomen in de maand januari.

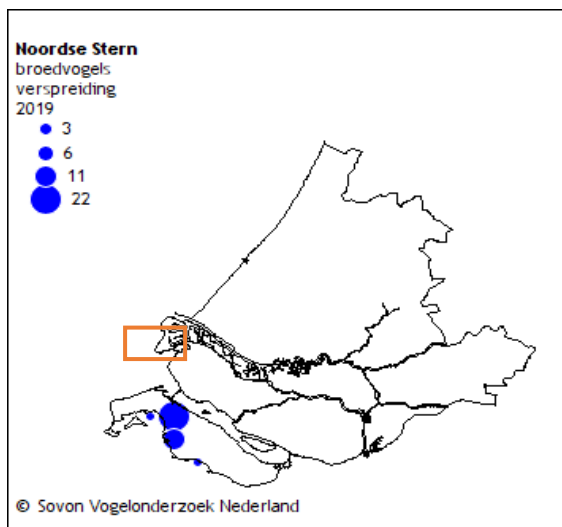


Figuur 28 Verspreiding broedvogels van de grote stern in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021c).

Noordse stern

De Noordse stern is samen met de visdief in de Noordzee een doortrekker en zomergast. Ze zijn grofweg vanaf april tot oktober in Nederland. De broedpopulatie is niet heel groot en wordt geschat op 770-840 broedparen (Boele et al., 2018). De Noordse Stern broedt voornamelijk in de Waddenzee. De grootste broedpopulaties bevinden zich in de Griend, Engelsmanplaat en Eemshaven, maar ook in het Deltagebied. In augustus trekt de soort verder en gaat hij weg van de Noordzee.

De Noordse stern komt met name voor in de Waddenzee, wat fungeert als broedgebied voor de soort. In het plangebied is de Noordse stern de afgelopen jaren niet waargenomen, en heeft het geen belang voor de landelijke staat van instandhouding van deze soort.

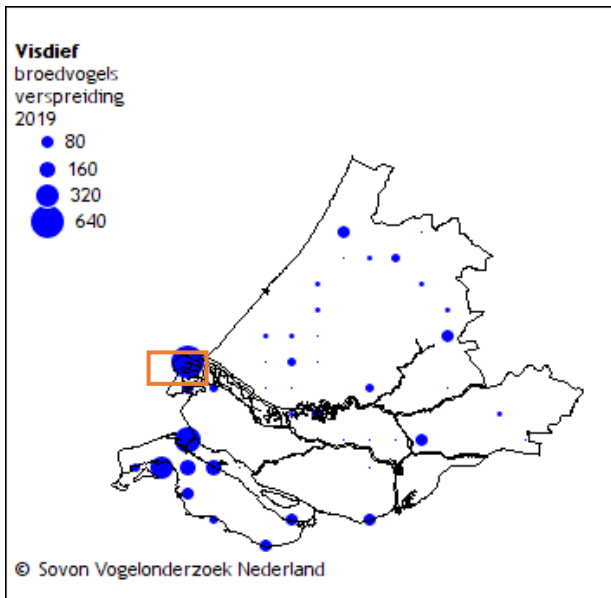


Figuur 29 Verspreiding broedvogels van de Noordse stern. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021e).

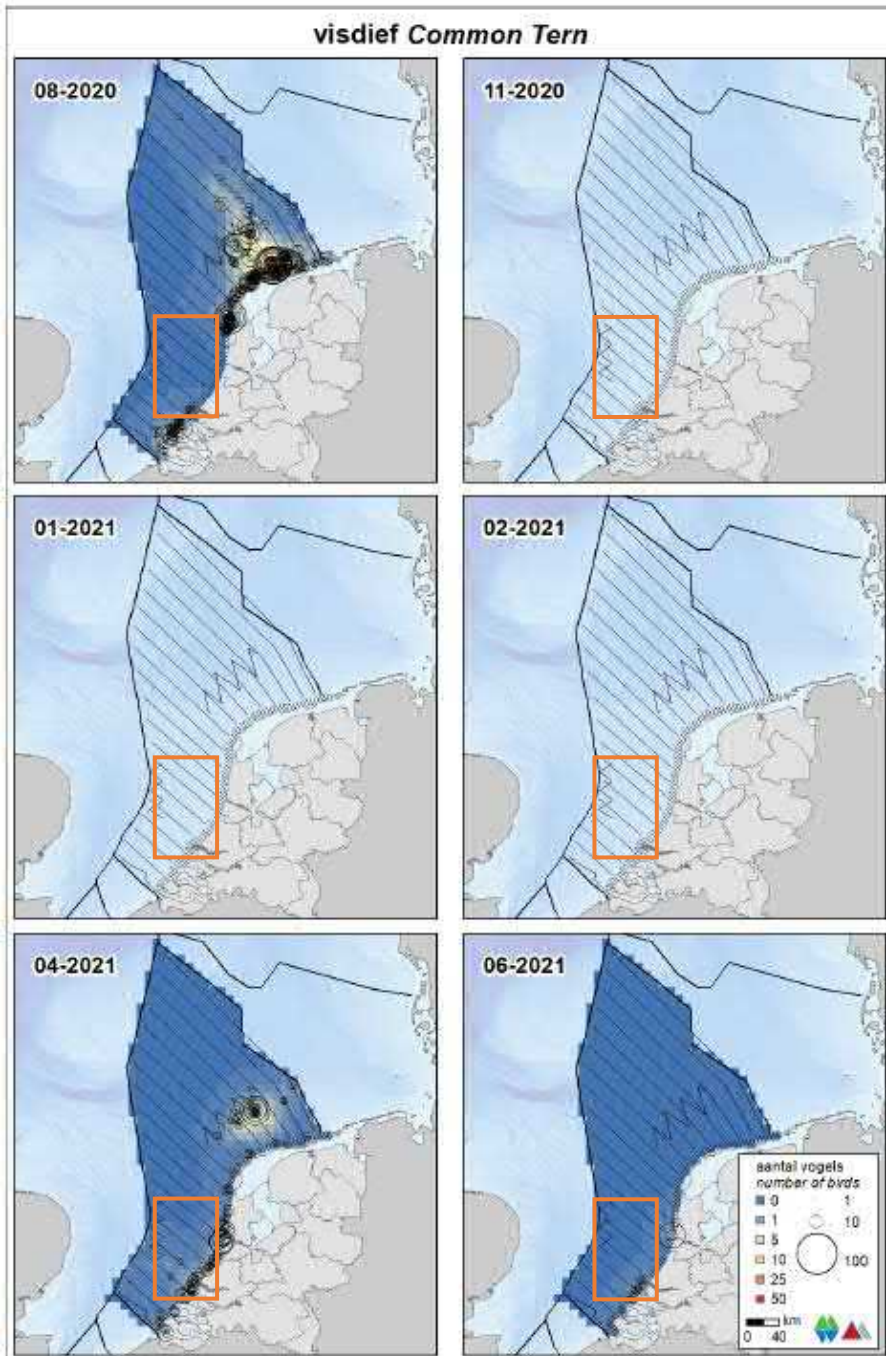
Visdief

Visdief (*Sterna hirundo*) is een koloniebroeder met voorkeur voor eilanden en kustgebieden. De visdief overwintert in Zuid-Europa en Afrika en is aanwezig in Nederland tussen eind maart en begin oktober, met pieken op het NCP in oktober, Figuur 31. De visdief broedt voornamelijk in het Deltagebied, de Waddenzee en het IJsselmeer (Fijn et al., 2022). Kleine broedpopulatie komen verspreid door het land voor en bij de Maasvlakte komt een relatief grote kolonie voor, zie Figuur 30. Het drijvende eiland De Visdief in de Slufter is zelfs de grootste visdiefkolonie in het Deltagebied (Lilipaly et al., 2020). De staat van instandhouding van de visdief als broedvogel in Nederland is zeer ongunstig. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 15.000-16.200 broedparen (Fijn et al., 2022). De trend is licht negatief met tussen 1990 en 2017 een significante afname van minder dan 5% per jaar. Ook in 2018 en 2019 blijft de licht negatieve trend zich voortzetten. Voedselgebrek kan ertoe leiden dat er jaren zijn waarbij jongen amper volwassen worden.

Een grote kolonie visdieven komt tijdens de broedtijd voor in het plangebied, welke een belangrijk broed- en foerageerfunctie biedt voor de visdief. Het plangebied wordt als belangrijk beschouwd voor de landelijke instandhouding van de visdief.



Figuur 30 Verspreiding broedlocaties van de visdief in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021g)

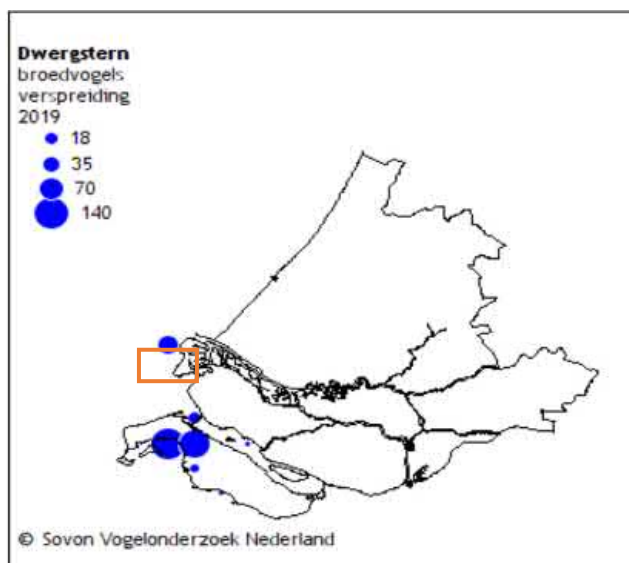


Figuur 31 Verspreiding van de visdief op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer. In de afgelopen jaren zijn geen visdieven waargenomen in de maand januari.

Dwergstern

De dwergstern (*Sternula albifrons*) is de minst voorkomende sternsoort in Nederland. De populatie is ruwweg van half april tot half september in Nederland. De broedpopulatie wordt in 2018 geschat op zo'n 800 dieren (Sovon, 2021b). De broedkolonies bevinden zich vooral in het Deltagebied (ongeveer 2/3 van de populatie) waarvan een deel op de Maasvlakte (Figuur 32). Aangezien de dwergstern relatief dicht rond het nest foerageert en dus weinig uitwijkmogelijkheden heeft (actieradius van 3 km (Del Hoyo et al., 1996), is er groot belang bij dat de dwergstern niet verstoord wordt tijdens het broeden.

In kleine tientallen komt de dwergstern in het plangebied voor en broedden de vogels vooral in het zuidelijk deel van het Deltabied, rond het Grevelingenmeer. Het plangebied wordt als niet essentieel beschouwd voor de landelijke instandhouding van de dwergstern.



Figuur 32 Verspreiding broedlocaties van de dwergstern in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021b)

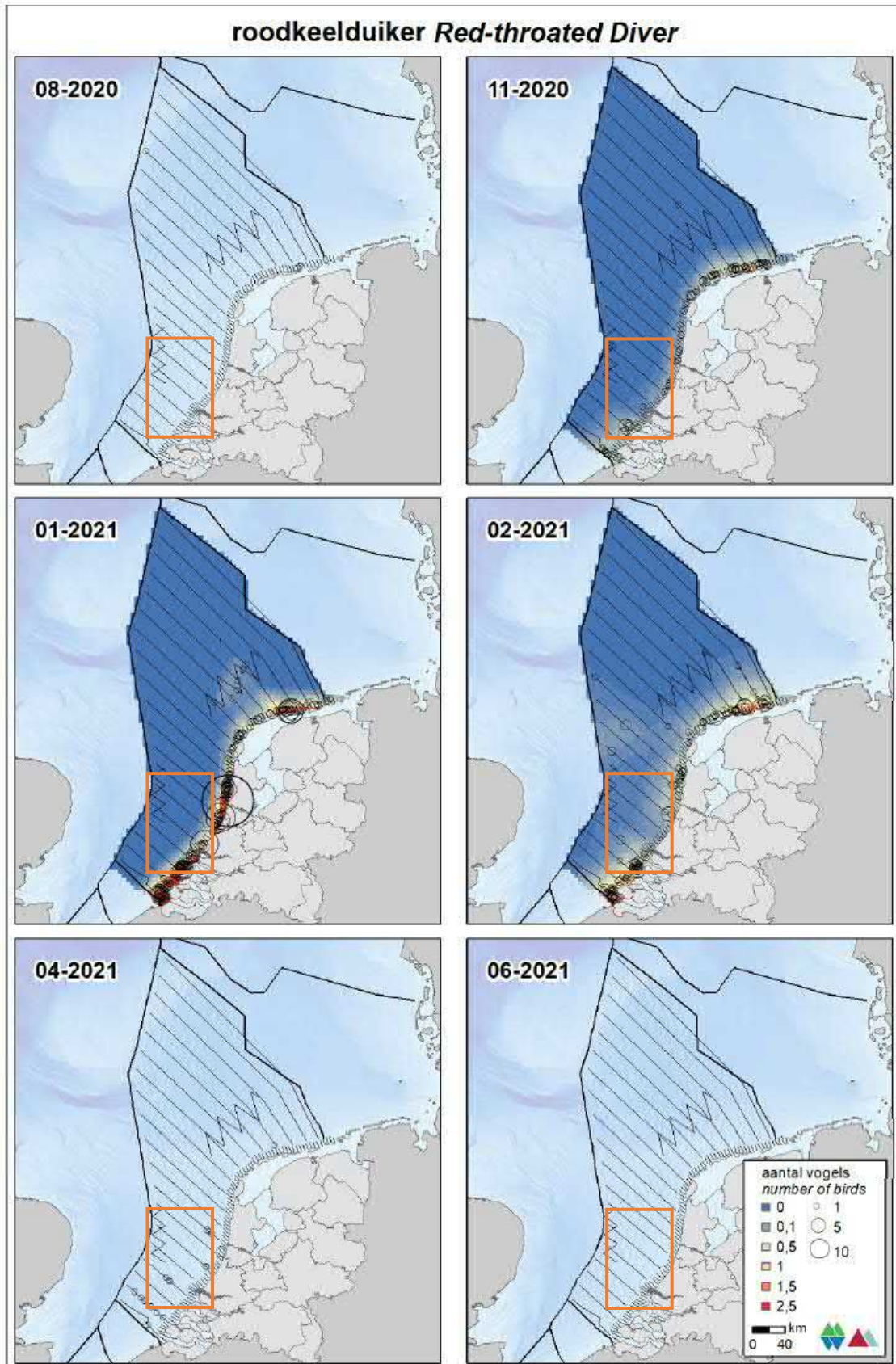
Duikers

In het Nederlandse deel van de Noordzee komen verschillende soorten duikers voor zoals de roodkeelduiker en de parelduiker. De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) komt alleen in de winter voor in Nederland, van oktober tot mei. Ook de parelduiker (*Gavia arctica*) is een wintergast in Nederland, van september tot mei is de soort aanwezig langs de kust en op open water.

Roodkeelduiker

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021f). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2022). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn et al., 2020). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2018 en januari, februari, april en juni 2019 zijn weergegeven in Figuur 34.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). De roodkeelduiker eet enkel vissen zoals kabeljauwachtigen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, haring, sprot en zandspiering (Ministerie van LNV, 2008e; Verdaat, 2006). De roodkeelduiker foerageert voornamelijk in het zuidelijke deel van de Voordelta. De soort komt sporadisch in lage aantallen in het plangebied voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als belangrijk beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de roodkeelduiker.



Figuur 33 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Parelduiker

De parelduiker (*Gavia arctica*) lijkt sterk op de veel talrijkere roodkeelduiker en wordt hier vaak mee verward. Duikers zijn moeilijk te monitoren, omdat ze een groot deel van de tijd onder water doorbrengen (Fijn et al., 2016).

De parelduiker komt vooral voor in de tot 30 m diepe kustzone van de Noordzee en kiest daar waarschijnlijk een leefgebied uit dat vergelijkbaar is met het leefgebied van de roodkeelduiker. Anders dan de roodkeelduiker komt de parelduiker echter ook in kleine aantallen voor op grote binnenwateren. De ecologische vereisten van parelduikers buiten het broedseizoen zijn nauwelijks bekend. De parelduiker is afhankelijk van vis. Welke prooi ze in Nederland kiezen is onbekend. Uit onderzoek in de Oostzee blijkt dat de parelduikers alle vissen eten die door hun keelgat passen (Ministerie van LNV, 2008d).

De parelduiker is een soort die incidenteel wordt gespot in het plagenbied en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Het plangebied wordt als niet belangrijk beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de parelduiker.

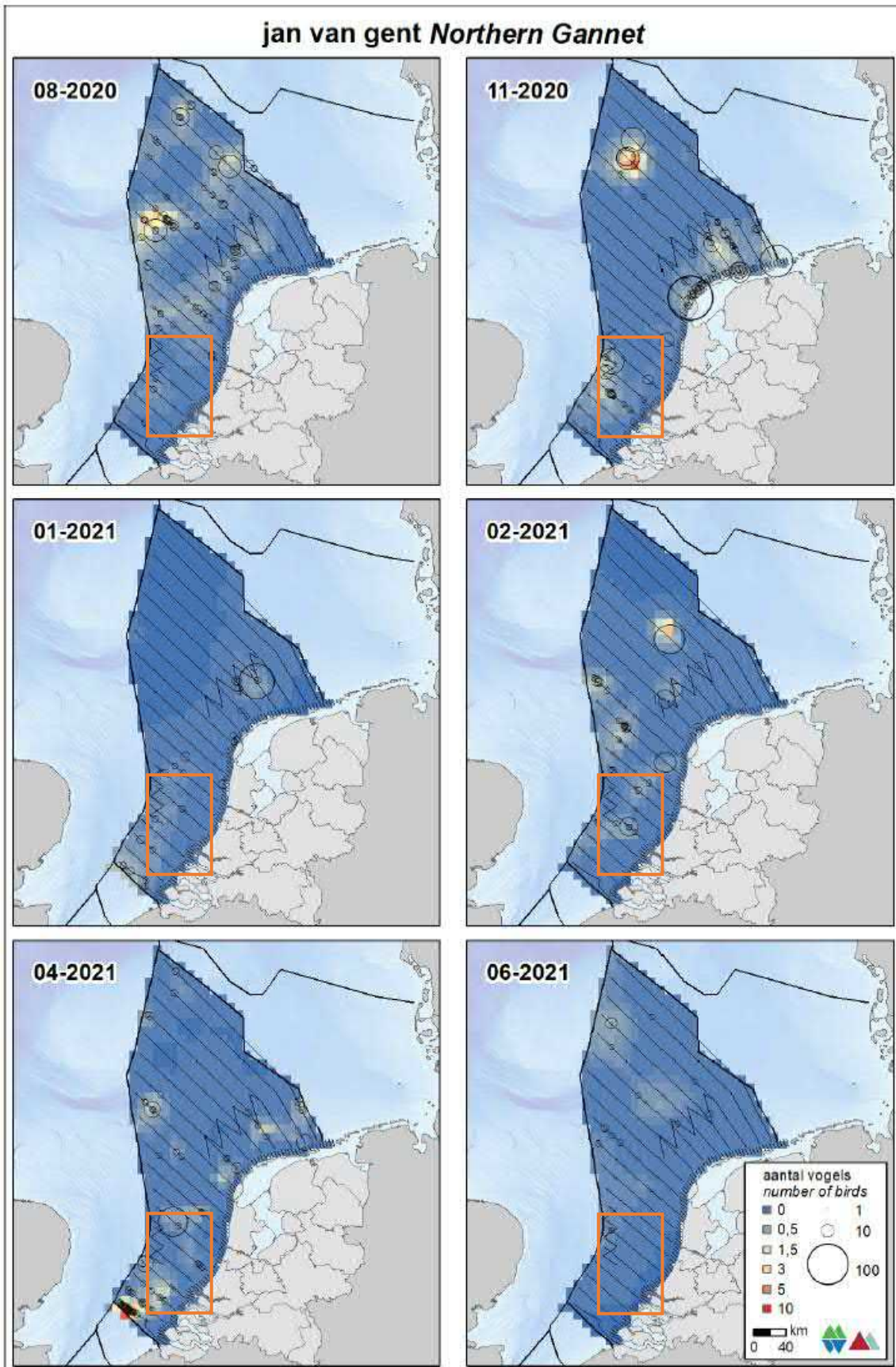
Overige vogels

In de Nederlandse wateren van de Noordzee komen veel verschillende vogels voor die niet in een van de bovengenoemde categorieën horen, maar die wel belangrijk zijn voor de soortenbeschermingstoets. Hier worden de jan-van-gent, grote jager en de zeeoet behandeld.

Jan-van-gent

De jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig maar het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Net als de aalscholver is de jan-van-gent een echte viseter; de aantallen gaan omhoog bij een hoger voedselaanbod van bijvoorbeeld jonge haring. De Noordzeepopulatie wordt geschat op 390.000 paar, echter in Nederland zijn geen broedgevallen bekend. De broedpopulaties bevinden zich met name in Groot-Brittannië. Deze soort komt in het studiegebied vooral voor bij de Bruine Bank. In de Bruine Bank is de Jan-van-gent geschat tijdens het hoogseizoen (augustus- september) tussen de 300 en 500 individuen (Fijn et al., 2020), Figuur 34.

De jan-van-gent gebruikt de Bruine Bank als foerageergebied en broed op de rotsige kusten van Groot-Brittannië. De soort wordt in kleine tientallen gespot binnen het plangebied en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als belangrijk beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de jan-van-gent.



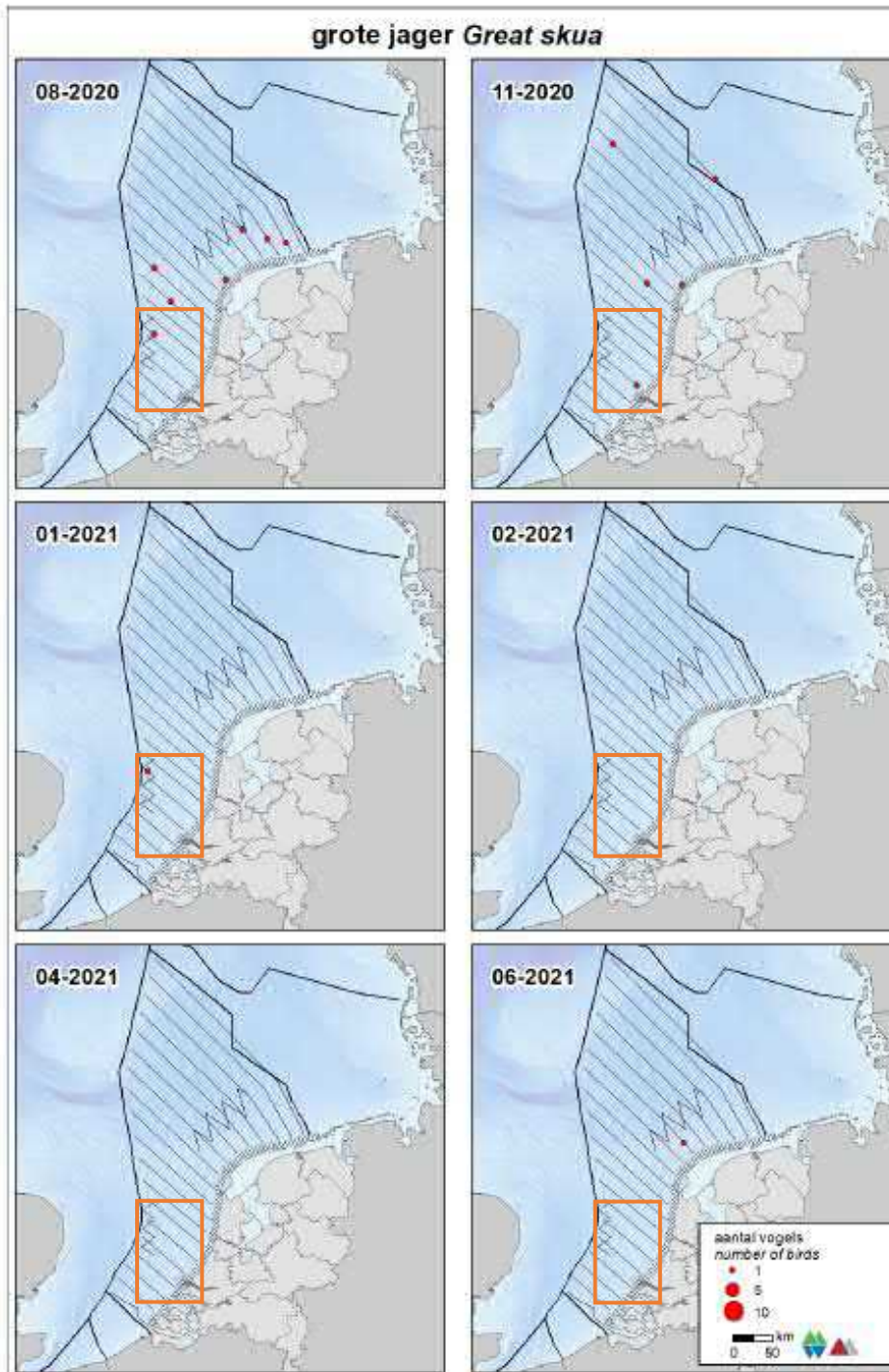
Figuur 34 Verspreiding van de Jan-van-gent op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Grote jager

De grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. Het is een opportunistische soort met een gevarieerd dieet. Ook steelt de grote jager vis van andere zeevogels (w.o. jan-van-gent, alken), daarbij achtervolgt hij andere vogels net zolang totdat ze hun prooi loslaten of uitbraken. De grote jager doodt ook vogels (vooral drieteenmeeuw, papegaaiduiker), verder eet het dier pijlinktvis en aas. De grote jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (Jak et al., 2009). De ruiperiode begint in augustus en loopt parallel met de najaarstrek. In september werden hogere aantallen grote jagers op de Bruine Bank waargenomen (van Bemmelen et al., 2012). Figuur 35 geeft de verspreiding van de grote jager weer op het NCP in 2020-2021 (Fijn et al., 2022).

Grote Jagers zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van hun vliegvermogen. De soort kan het zich niet permitteren het vliegvermogen volledig te verliezen en ruit daarom niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012).

De grote jager is een zeevogel die vooral rond de herfst lang de Nederlandse kust trekt. Sporadisch wordt de grote jager waargenomen binnen het plangebied en is hierdoor niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding.

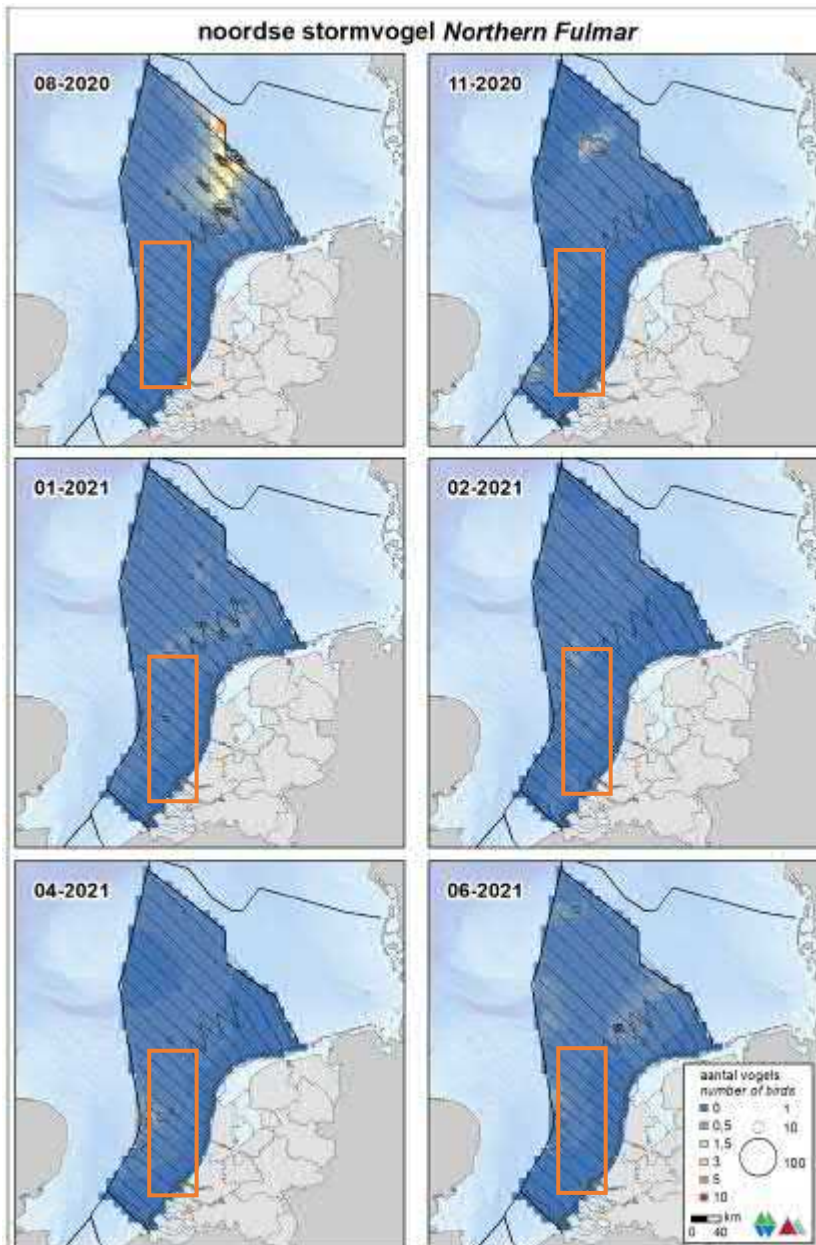


Figuur 35 Grote jager tellingen in 2020 en 2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Noordse stormvogel

De noordse stormvogel is een vrij algemeen voorkomende soort op de Nederlandse Noordzee, zie Figuur 36. De Atlantische populatie wordt geschat op 2.700.000 – 4.100.000 exemplaren, de Noordwest-Europese populatie op 535.000 broedparen (Fijn et al., 2020). De noordse stormvogel komt in Nederland vrijwel niet aan de kust voor.

De Noordse stormvogel komt in Nederland op zee voor en broed voornamelijk op de rotsige kusten van Groot-Brittannië en IJsland. In het plangebied komt de noordse stormvogel in zeer kleine aantallen voor en heeft het gebied geen effect op de landelijke staat van instandhouding van dit soort.



Figuur 36 Verspreiding van de Noordse stormvogel op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

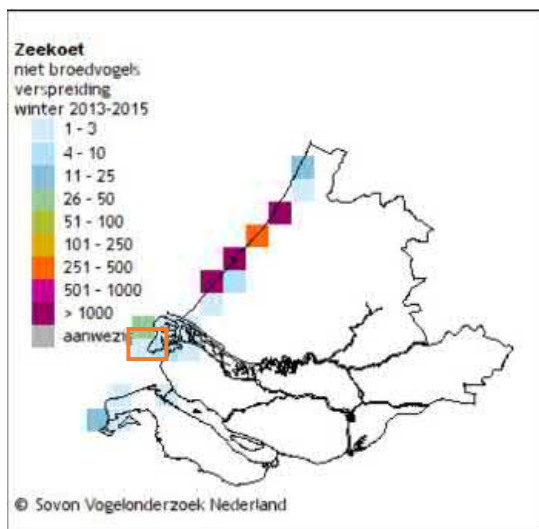
Zeekoet

De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 38). Op het NCP werden er in februari 2021 rond de 287.400 individuen geschat. Dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. In november 2020 werd de zeekoet geschat op ongeveer 369.200 individuen in de kustzone (Fijn et al., 2022). Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 38.

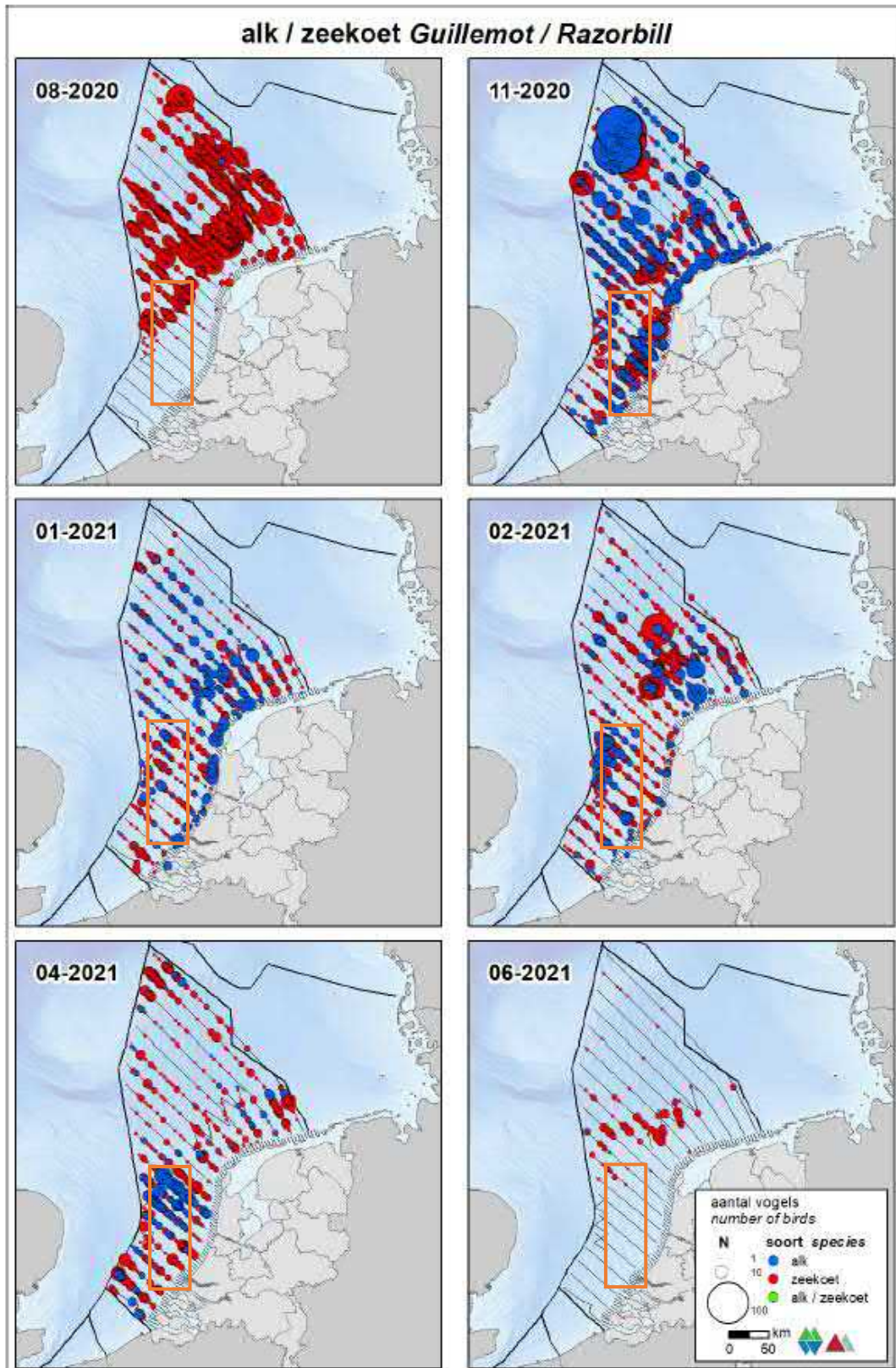
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed (zie Tabel 3, Figuur 39 en Figuur 40).

Zeekoeten jagen onderwater naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Belangrijke prooi-soorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (Jak et al., 2009).

De zeekoet is het meest kwetsbaarst tijdens de ruiperiode in de zomer, gedurende deze maanden zijn de waarnemingen in het plangebied gering. De zeekoet foerageert in Nederland voornamelijk op de Bruine Bank en komt in kleine tientallen voor binnen het plangebied, en heeft het gebied geen invloed op de landelijke instandhouding van de zeekoet.



Figuur 37 Verspreiding van de zeekoet als niet broedvogel in de winters van 2013-2015 in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021h)



Figuur 38 Verspreiding van de alk en zeekoet op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Alk

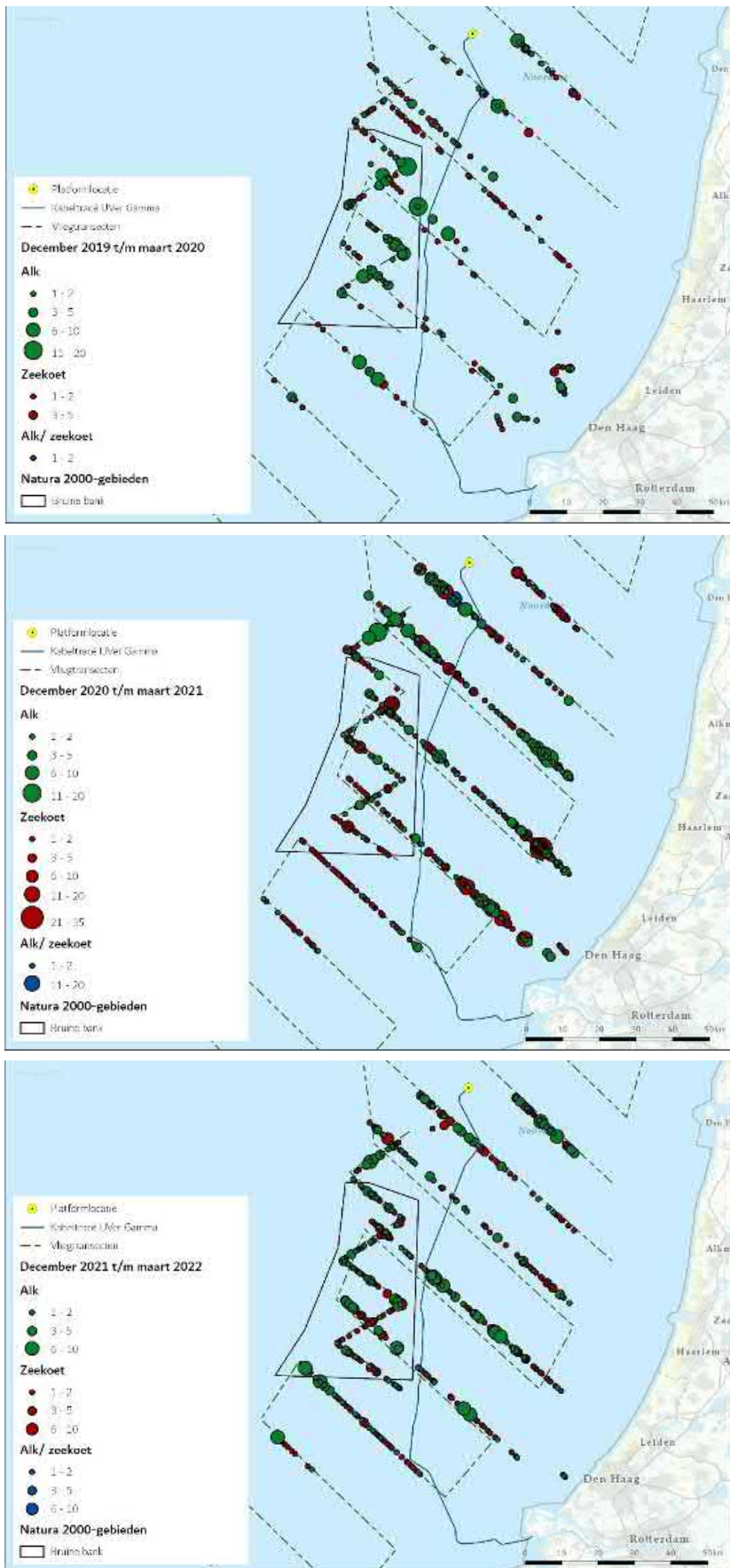
De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 38). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee. In november 2020 zijn de aantallen van de alk geschat op ongeveer 208.500 individuen op het NCP (Fijn et al., 2022).

Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (van Bemmelen et al., 2012). In deze ruiperiode kunnen de alken, net als de zeekoet, hun vliegvermogen verliezen waardoor ze tijdens de aanlegactiviteiten van het tracé en platform lastig kunnen uitwijken en dus extra gevoelig zijn voor de verstoring. Het aantal alken en zeekoeten zijn weergegeven in de onderstaande tabellen en figuren, zie Tabel 3, Figuur 39 & Figuur 40.

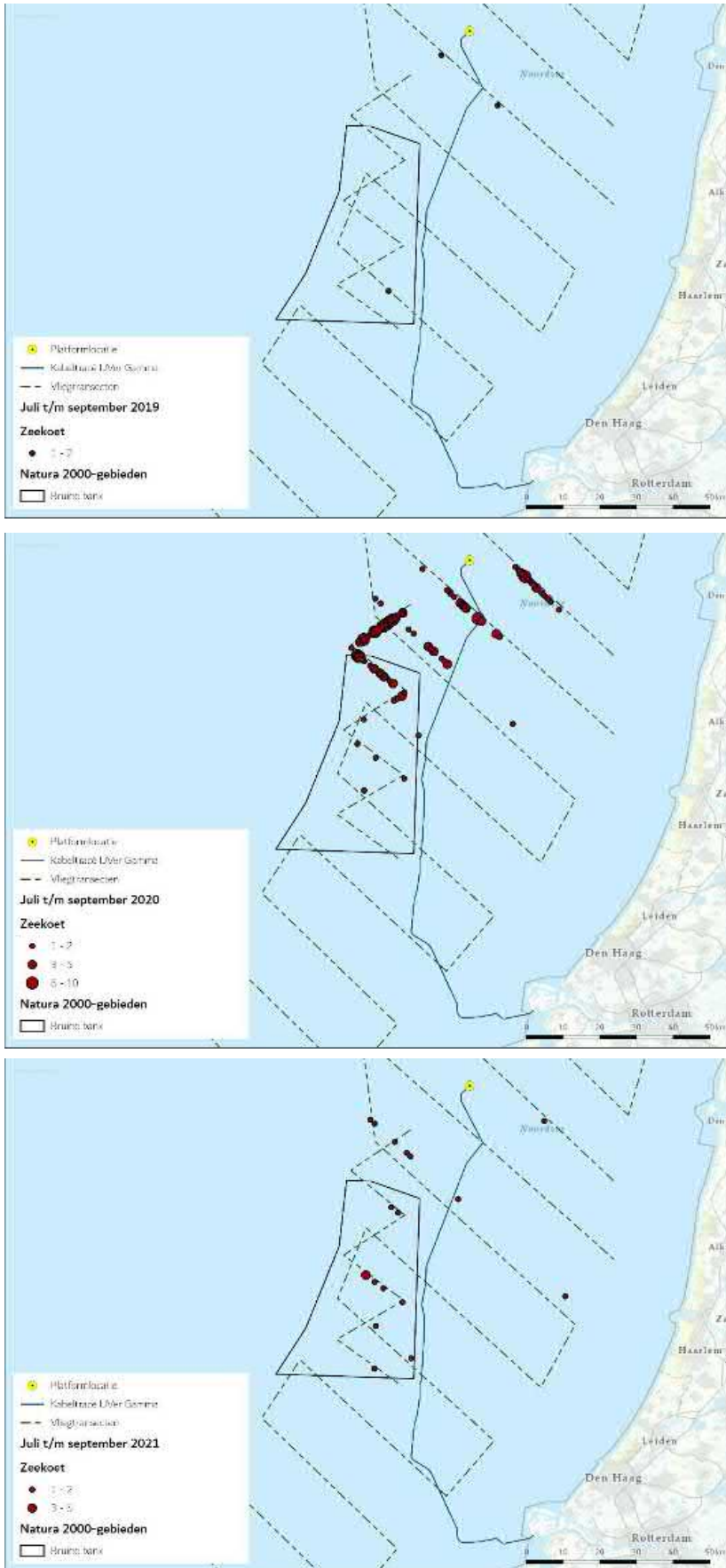
De Alk komt, net als de zeekoet, in tientallen voor binnen het plangebied maar het grootste deel van de populatie foerageert rond de Bruine Bank. Het plangebied is niet van essentieel belang voor de landelijke instandhouding van de alk.

Tabel 3 Geschatte populatiedichtheid en populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2020-2021 op de Bruine Bank (Fijn et al., 2022).

Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km ²)	Populatie	Dichtheid (km ²)	Populatie
Aug	2,863	3.915	0,001	1
Nov	2,887	3.949	1,631	2.230
Jan	1,992	2.725	1,169	1.599
Feb	4,789	6.550	1,089	1.490
Apr	2,986	4.084	0,883	1.207
Jun	0	0	0	0



Figuur 39 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode december tot en met maart, voor de tellingen van 2016/2017, 2017/2018 en 2018/2019 (Fijn et al., 2019a)



Figuur 40 Verspreiding van alk en zeekoet rond de Bruine Bank in de periode juli tot en met september, voor de tellingen van 2017, 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019a)

4.2.2 Vleermuizen

Vleermuizen maken net als vogels ook gebruik van het NCP als trek- en foerageergebied. Hier jagen de vleermuizen dan op insecten. Insecten worden aangetrokken door structuren als boten en windturbines. Overdag schuilen vleermuizen op boorplatformen en in windparken. Het gaat om de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Deze soorten zijn verspreid over de gehele Noordzee (Noordzeeloket, 2017). De aanwezigheid van de ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis op zee is sterk seizoensgebonden, wat erop duidt dat de soorten die worden waargenomen aan het migreren zijn (Lagerveld et al., 2017). Tussen 2013 en 2019 heeft ringonderzoek aangetoond dat vleermuizen de Noordzee met succes kunnen oversteken (Bat Conservation Trust, 2020). In het onderzoek van (Lagerveld et al., 2017) werden op offshore locaties zoals platformen de hoogste aantallen vleermuizen waargenomen tijdens de migratieperiode naar de winterverblijven (eind augustus/september). Tijdens migratieperiode in het voorjaar tussen maart en juni, wanneer de vrouwtjes terugkeren om kraamkolonies te vormen werden vleermuizen waargenomen. In juli en begin augustus waren de vleermuizen zeldzaam.

Er komen verschillende vleermuissoorten in de gebieden langs de kust voor. Dit betreft soorten zoals de ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, grootoorvleermuis, meervleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis (Verspreidingsatlas Website NDFD, 2020). Ze jagen tussen zonsondergang en -opkomst op verschillende soorten insecten. Hierbij zijn lijnvormige elementen als lanen, bosranden, bomenrijen, houtwallen en oeverbegroeiing van belang als oriëntatielijnen tijdens het vliegen tussen verblijfplaats en jachtgebied. Vleermuissoorten hebben verschillende zomer en winterverblijven. De afstanden die vleermuizen afleggen tussen de zomer en winterverblijven zijn soort afhankelijk. Zo gelden laatvliegers als zogenaamde standvleermuizen die zich vaak verplaatsen over enkele kilometers, hooguit 45 kilometer. Daarentegen zijn er andere vleermuissoorten zoals de tweekleurige vleermuis en de ruige dwergvleermuis die vergelijkbaar met vogels trekgedrag vertonen. De ruige dwergvleermuis trekt vanaf augustus/september uit Midden- en Oost-Europa in zuidwestelijke richting om onder andere in Nederland te overwinteren. In het voorjaar trekken de vrouwtjes weer terug naar Midden- en Oost-Europa om daar kraamkolonies te vormen en de jongen groot te brengen. De belangrijkste trekroute volgt de kustlijn van de Oost- en Noordzee, zie Figuur 41.

Het plangebied fungeert als migratiezone voor vleermuizen maar bied geen essentieel leef- en rustgebied. Daarmee is het dus niet essentieel voor de landelijke instandhouding van deze soorten.



Figuur 41 Belangrijke migratie route van de ruige vleermuis (UNEP/GRID-Arendal, 2011)

4.2.3 Zeezoogdieren

Op het Nederlands Continentaal Plat komen verschillende soorten zeezoogdieren voor. De meest voorkomende soorten zijn de bruinvis, de gewone zeehond en de grijze zeehond. Deze soorten zijn het jaar rond te vinden op het NCP. De overige soorten worden op het eind kort behandeld.

Bruinvis

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 42). Veelal worden de dieren alleen of in kleine groepjes waargenomen, soms worden groepen van enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen, het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van plaatselijk voedselaanbod.

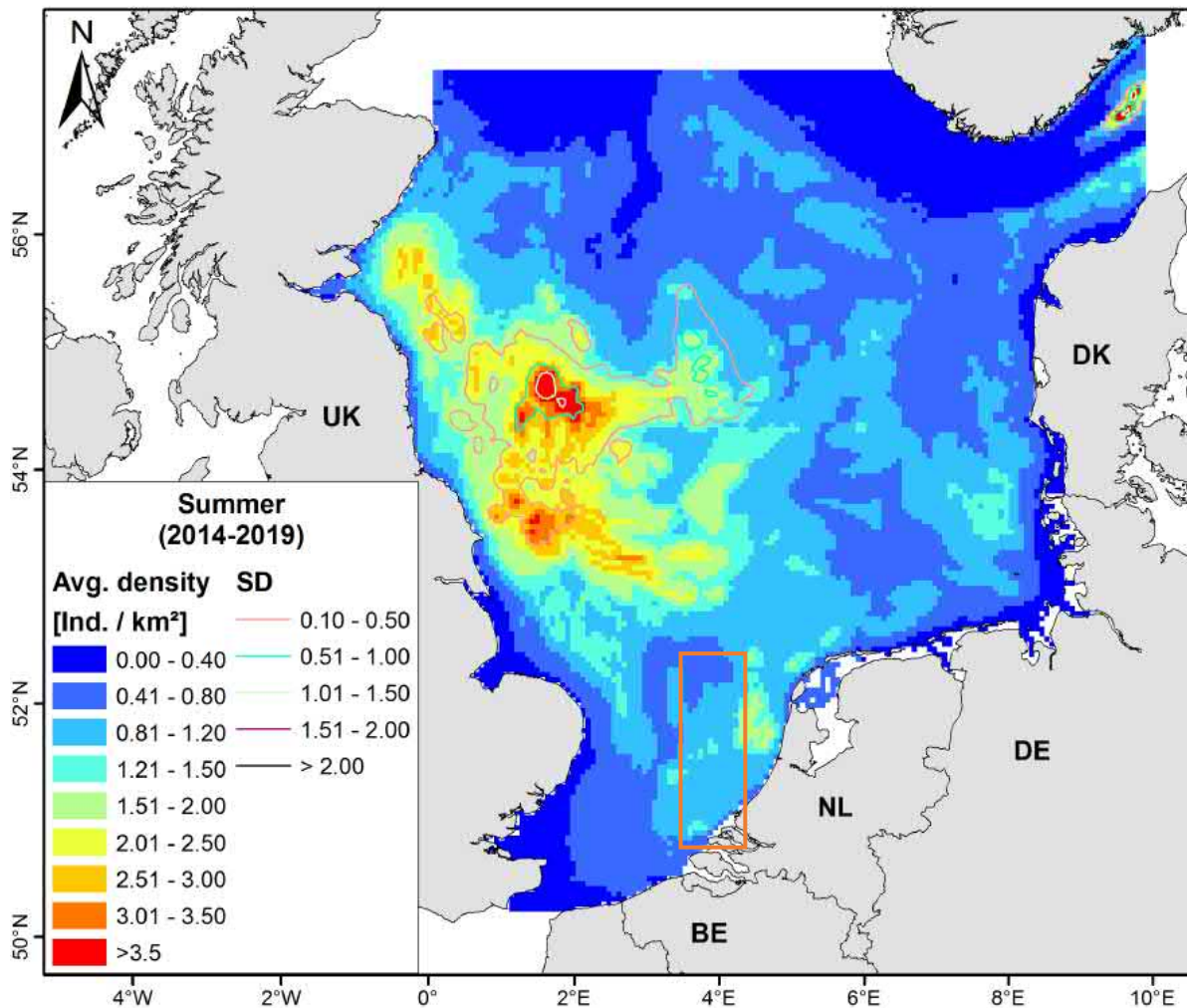
Het belangrijkste leefgebied van de bruinvis omvat de kustwateren van de gematigde en subarctische delen van het noordelijke halfrond. De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend, zie Figuur 42. Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste twee zomertellingen is weergegeven in Figuur 42. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2017 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied, Figuur 42. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.

De bruinvis migreert door het plangebied naar Britse en vermoedelijk Duitse wateren. Hun leefgebied beslaat de gehele NCP en het plangebied wordt dus niet als essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de bruinvis.



Figuur 42 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van maart t/m mei. Data zijn van 2014 t/m 2019. Het projectgebied is weergegeven met het oranje kader (Gilles et al., 2020)

Gewone zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is het meest voorkomende zoogdier in de Nederlandse kustwateren. De gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. Hierbij trekken ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op om te foerageren. De soort is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en verstoring van de populaties dient dan met name voorkomen te worden (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

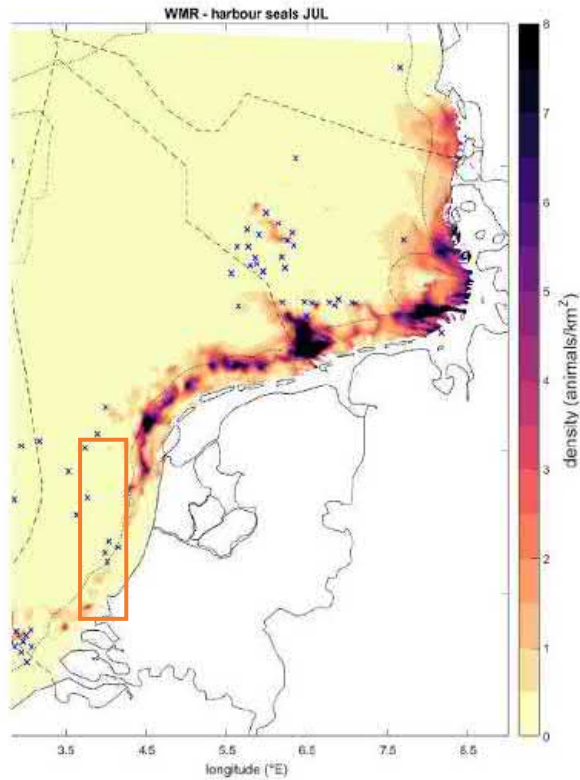
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen voor een langere periode wegblijven of zich in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeelt. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens) op de populatie ontwikkelingen.

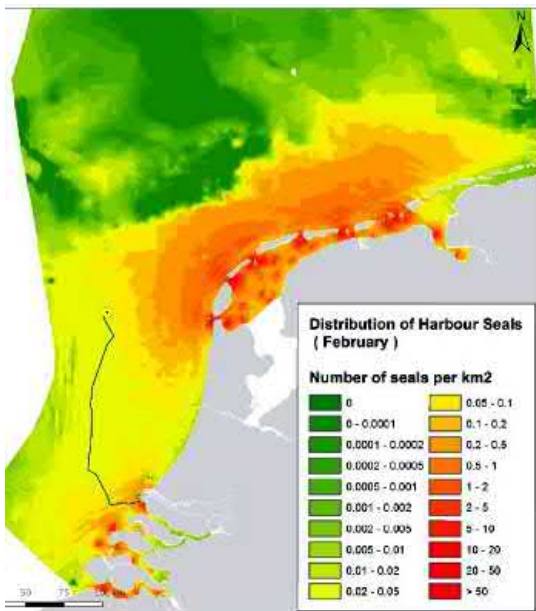
Gewone zeehonden komen voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Deltagebied om te rusten, verharen en zogen en foerageren voornamelijk op de Noordzee.

De algehele verspreiding van gewone zeehonden op het NCP, in de Waddenzee en Delta is weergegeven in Figuur 43 en Figuur 44 (Aarts et al., 2016). De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die (foerageer)tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Het model is een combinatie van een habitatmodel en teldata van zeehonden op ligplaatsen in de Waddenzee en Deltagebieden. De dichtheden zeggen wat over de gebruiksfunctie van het gebied voor de zeehonden. Liggebieden van de gewone zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 45. De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de hinderplaat, worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats, ook met jonge gewone zeehonden.

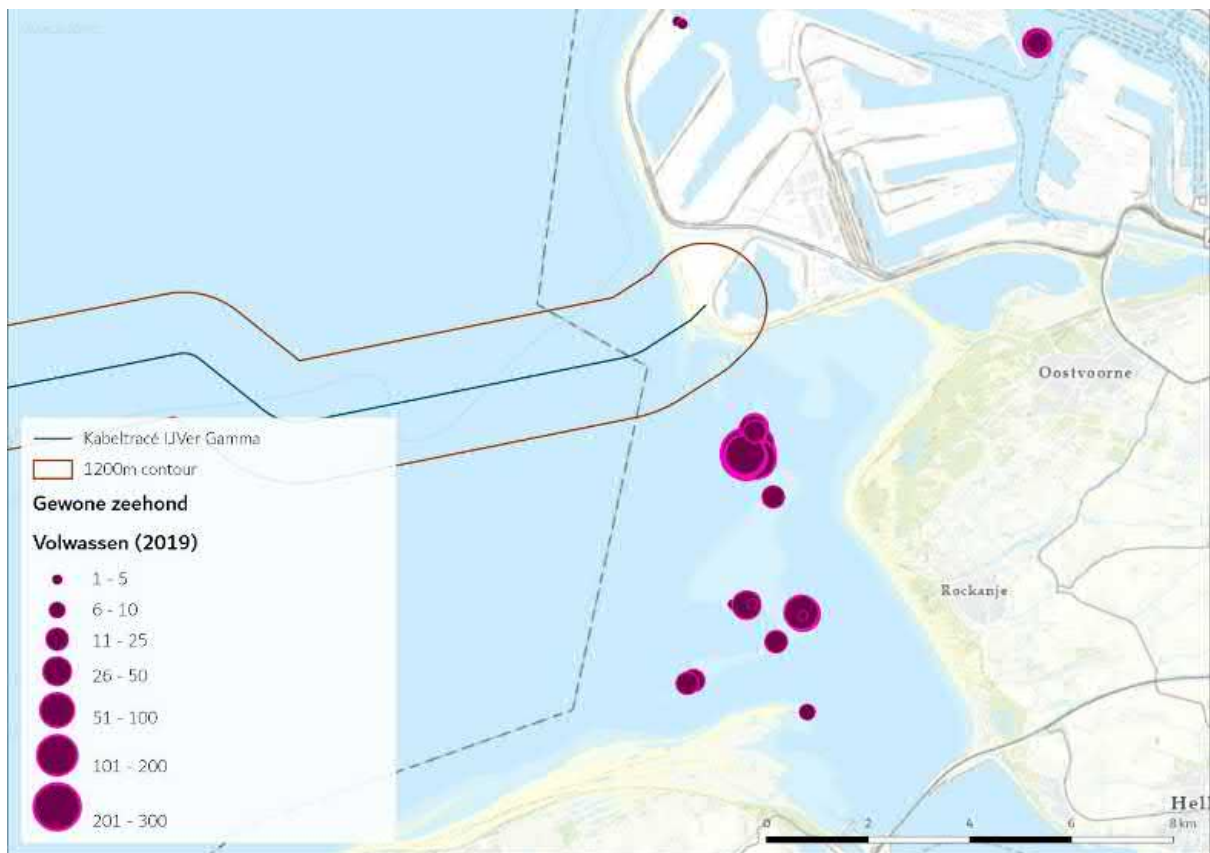
De gewone zeehond komt in grote getallen voor aan de Nederlandse kust, met name in het Waddengebied waar een groot deel van de populatie (90%) leeft. Het plangebied beslaat een klein deel van het leefgebied van de gewone zeehond en wordt hoofdzakelijk gebruikt als foerageerfunctie. Het plangebied is niet van essentieel belang voor de landelijke instandhouding van de gewone zeehond.



Figuur 43 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden in het Nederlands deel van de Noordzee. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in juli. De blauwe kruizen geven de geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt. Het oranje kader geeft het projectgebied weer (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)).



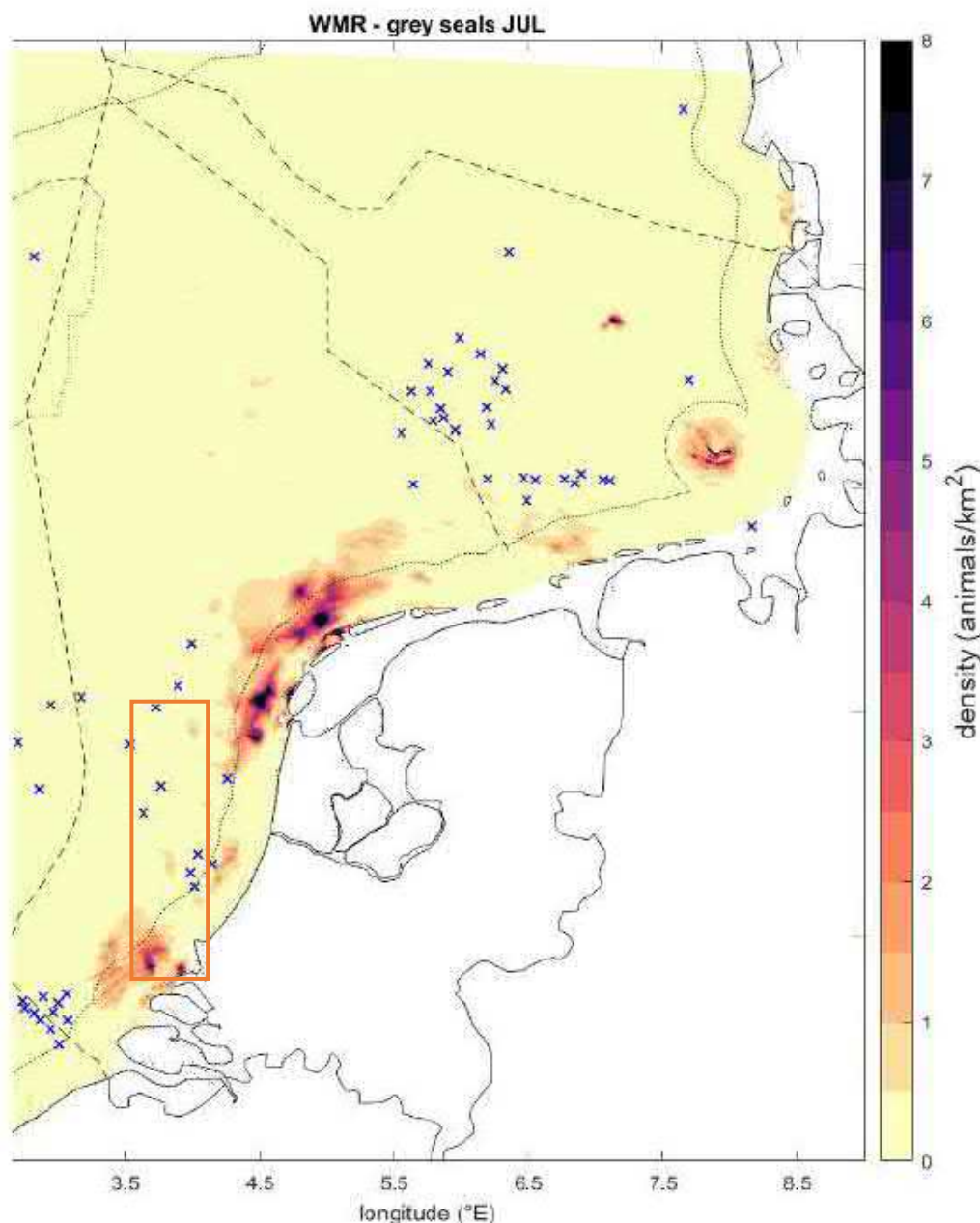
Figuur 44 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven zijn de verspreiding in september (links) en februari (rechts). Ligging van platform en tracé is hierin aangegeven (Aarts et al., 2016).



Figuur 45 Ligplaatsen van gewone zeehonden (links) en van jonge gewone zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020)

Grijze zeehond

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied, zoals is weergegeven voor de gewone zeehond, is niet beschikbaar voor de grijze zeehond. Wel is een verspreidingskaart beschikbaar exclusief waarnemingen op het NCP, zie Figuur 46.



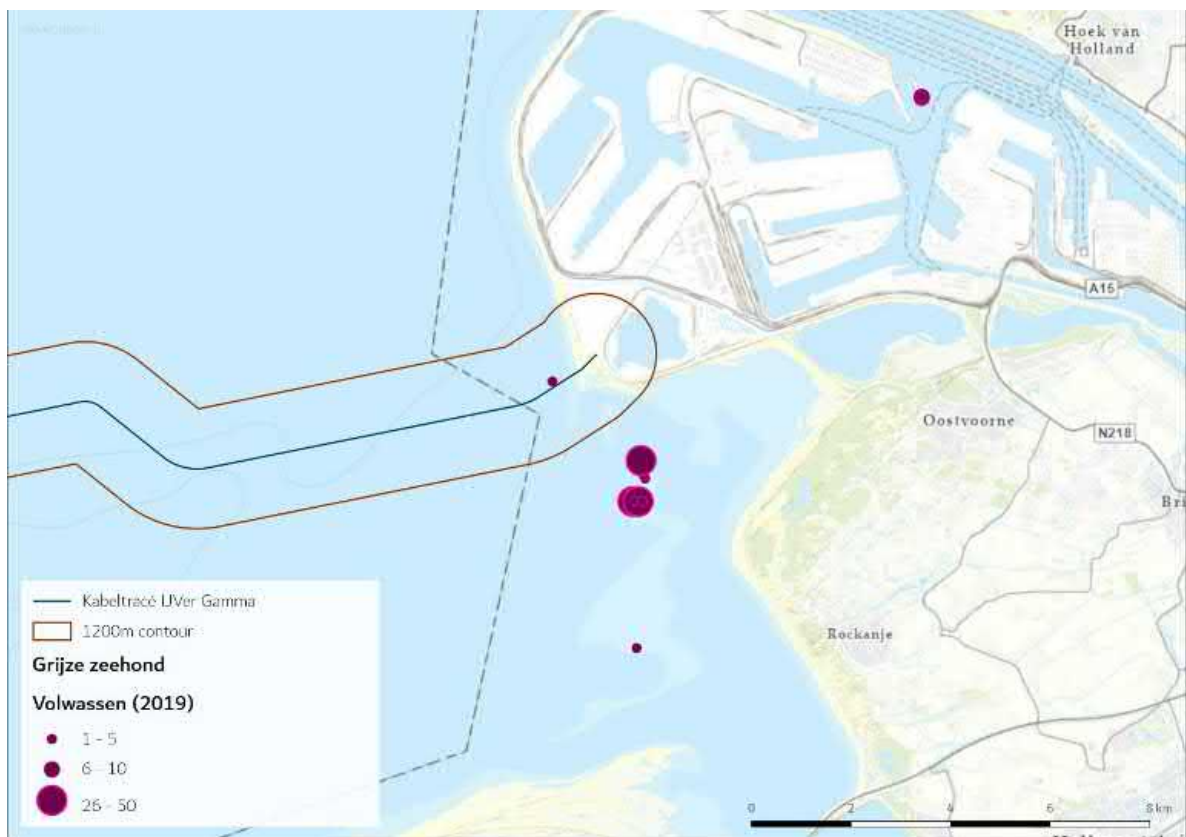
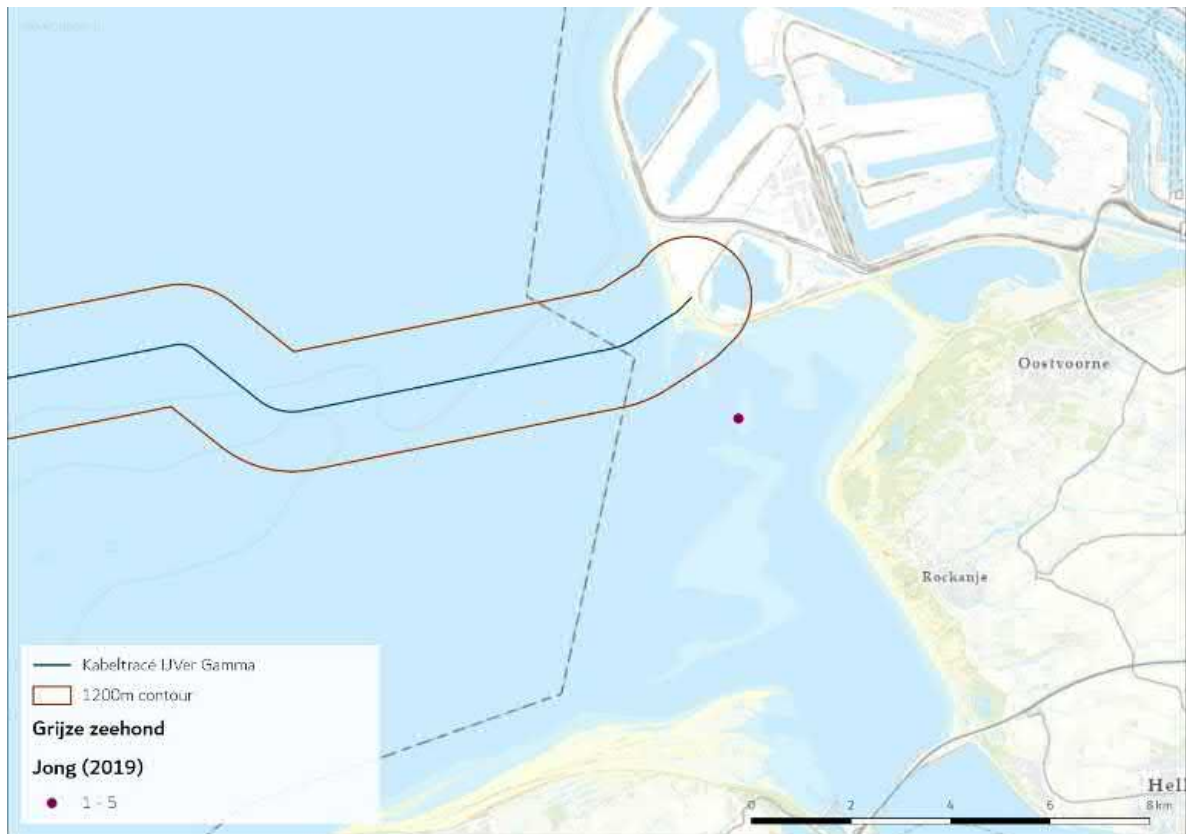
Figuur 46 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlands deel van de Noordzee. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in juli. De blauwe kruizen geven de geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt. Het oranje kader geeft het projectgebied weer (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)).

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 47.

De platen nabij de Maasvlakte, waaronder de Hinderplaat, worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats. Op de Hinderplaat zijn ook enkele jonge grijze zeehonden waargenomen, zie het rechter plaatje in Figuur 47.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).

Net als de gewone zeehond komt de grijze zeehond voor aan de gehele Nederlands kust. In het plangebied zijn enkele ligplaatsen van de grijze zeehond kenbaar, voornamelijk op de Hinderplaat. Aangezien het plangebied maar een deel van het leefgebied beslaat, wordt het als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de grijze zeehond.



Figuur 47 Ligging van jonge grijze zeehonden (boven) en adulte grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020)

Overige zeezoogdieren

De dwergpotvis, gestreepte dolfin, gewone spitsdolfijn, gewone vinvis, grijze dolfin, kleine zwaardwalvis, narwal, Noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfijn zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2020) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2015 tot 2020, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptera novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot ongeveer 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. De laatste jaren zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2017a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring.

De gewone dolfin (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfinsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit 'zandloperpatroon' op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfijnen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2015 en 2020 waren dan ook veelal van solitaire individuen (Waarneming.nl, 2017b). Gewone dolfijnen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfinachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinnen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn er in 2015 en 2018 waarnemingen gedaan van 1 (2018) tot 8 à 10 (2015) dieren (website NDFF, 2019).

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfin met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren '60 door afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). Van 2015 tot 2020 zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfijn met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfijnsoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfijnsoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). Van 2014 tot 2019 zijn er waarnemingen bekend met aantallen van 1 tot 7 dieren rond Den Haag en Wijk aan Zee (Website NDFF, 2020). In 2019 is de witsnuitdolfijn op de overtocht tussen Nederland en Groot-Brittannië zeven keer geteld (Rugvin, 2020). Het blijft moeilijk om de gewone dolfijn, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en in het studiegebied. De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

4.2.4 Vissen

De visbiodiversiteit in de Noordzee is groot. Onder de Wnb geldt de zorgplicht voor alle vissen in het plangebied. Om een afgebakende situatieschets te kunnen geven is in deze paragraaf alleen aandacht besteed aan beschermde vissoorten, ter illustratie van de effecten op alle vissen. Vanuit de Wnb-soortenbescherming zijn de houting en de steur beschermde soorten. Onder de Wnb-gebiedsbescherming zijn zeeprik, rivierprik, elft en fint beschermd.

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens jaarlijkse monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014 tot 2018 zijn deze soorten niet gevangen (Goverse, 2018; Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal ook niet verwacht in het studiegebied.

Europese steur

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren en op open zee leeft. De Europese steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Voor de voortplanting trekken de volwassen dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens blijkt dat de paaitrek altijd plaatsvond tussen half mei en eind juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai gebeurt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2021a). Onvolwassen

vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet.

Oorspronkelijk kwam de Europese steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Europese steur zich nog voortplant.

Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen door (beroeps)vissers. Echter betreft dit in de meeste gevallen exotische steursoorten afkomstig van tuincentra. Deze exotische soorten bemoeilijken de herintroductie van de inheemse Europese steur waar momenteel aan gewerkt wordt. Als onderdeel van dit herintroductieprogramma van de Europese steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Om de herintroductie van de steur te monitoren is een website gelanceerd waar waarnemingen van de Europese steur bijgehouden worden (<https://steuren.ark.eu>), zie Figuur 48. In dit figuur is te zien dat ook bij de monding van het Haringvliet Europese steur is waargenomen.

De Europese steur is een anadrome vis die paait in de Nederlandse rivieren. Het plangebied ligt aan de uitmonding van de Haringvliet, waar enkele steuren zijn waargenomen die richting zee trekken om te volgroeien. Aangezien het om enkele waarnemingen gaat, wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de Europese steur.



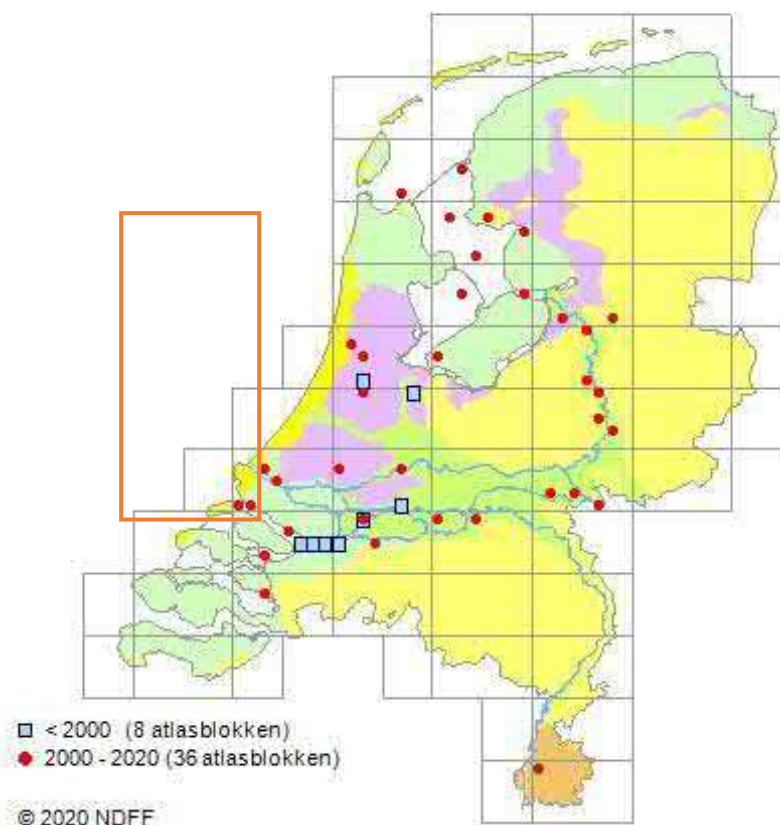
Figuur 48 Recente waarnemingen (laatste 10 jaar) van de Europese steur, van: steuren.ark.eu (06-11-2019)

Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2021b). De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van het Nederlandse Deltagebied en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde en de Haringvlietmonding nabij het plangebied hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als ‘gevoelig’ beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2021b). Er zijn succesvolle her-populatieprogramma’s gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 49. Uit de meeste recente visatlas van Zeeland (Calle et al., 2020) blijkt dat houting inmiddels voorkomt in het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta. Onderzoekers van RAVON zagen tijdens de metingen in 2018 ten behoeve van het Kierbesluit jonge exemplaren van deze soort de rivier afzakken van de Biesbosch naar de Voordelta.

De houting is, net als de Europese steur, een anadrome trekvis die in zijn volwassen stadium richting de kustwateren trekt. Het leefgebied van de houting beslaat het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta, waarin het plangebied ligt. Bij de uitmonding van het Haringvliet zijn er enkele vissen

waargenomen, maar omdat het plangebied maar een klein deel van het leefgebied beslaat, wordt het niet als essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de houting.



Figuur 49 Verspreiding houting 2000-2020. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (RAVON, 2021b). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2024, in werkelijkheid gaat deze data echter tot en met 2020

4.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd)

Op het NCP, rondom de Bruine Bank, bevinden zich zandkokerwormriffen. Zandkokerwormen zijn nog niet aangewezen als beschermde soort, maar kunnen dat in de toekomst mogelijk wel worden (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020), en worden daarom in deze soortenbeschermingstoets meegenomen.

De gestekelde zandkokerworm, *Sabellaria spinulosa*, is onder aandacht gekomen door een onderzoek in 2019 van OCEANA over de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen op de Bruine Bank (Garcia et al., 2019). In het noordoosten van de Bruine Bank zijn riffen aangetroffen van 1600m². Voorheen werd er gedacht dat riffen van deze soort niet meer op de Noordzee voorkwamen (Stichting de Noordzee, 2018). Bij het opstellen van de wetgeving rondom Natura 2000 gebieden en Kaderrichtlijn Mariene strategie zijn de riffen dan ook niet aangewezen als beschermd. Recent zijn in het Noordzeeakkoord (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020) afspraken gemaakt over mogelijke aanvullende natuurgebieden op de Noordzee. In het akkoord is opgenomen dat er vanaf 2020 een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid en de verspreiding van de zandkokerwormriffen. Als dat onderzoek tot toepasbare conclusies leidt

kunnen relevante locaties beschermd worden via de beschermingsmaatregelen van habitatrichtlijn of Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Om deze reden worden de zandkokerwormriffen dan ook uit voorzorg meegenomen in dit rapport.

De gestekelde zandkokerworm is een rifvormende zandkokerworm. De wormen omringen zich met een koker van zandkorrels, steentjes en schelpenstukjes. Dit is ook de reden dat de zandkokerworm vooral in zanderige gebieden voorkomt. Daarnaast heeft het een sterke influx van water nodig om voedsel uit te kunnen vangen. Om deze redenen zijn zandkokerwormen veelal te vinden in de diepere geulen van de Noordzee, waar de stroming sterk is en er veel zand aanwezig is voor het bouwen van riffen. Deze riffen zijn gevoelig voor habitataantasting en sedimentatie (Arcadis, 2020). De gestekelde zandkokerworm wordt voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied. De wormen hebben wel zelf hard substraat nodig om hun kokers aan te hechten, maar vormen op zichzelf ook hardsubstraat dat als geschikt habitat voor allerlei verschillende soorten kan dienen. Binnen de riffen zijn verhoogde aantallen mosselen, krabben, garnalen en andere wormen gevonden. Bovendien lijken ze ook uiterst geschikte kraamkamers te vormen voor platvissen, wat vervolgens kan doorwerken op de rest van de voedselketen.

De gestekelde zandkokerworm komt vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voor, in de diepere delen van de Noordzee voor, rond Groot-Brittannië. Binnen het plangebied zijn enkele zandkokerwormen waargenomen, maar dit beslaat een klein deel van het leefgebied van de soort. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding voor de gestekelde zandkokerworm.

4.3 Beschermden soorten op land

4.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat

Het voorkeurstracé op land ligt voornamelijk op braakliggend terrein met vegetaties van pioniersomstandigheden. Dergelijke pioniersvegetaties met open zand zijn geschikt voor verschillende beschermde flora en fauna. Zo zijn hier glad biggenkruid, rugstreepad, zandhagedis en diverse algemene tot schaarse broedvogels bekend (Website NDFF, 2020).

Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens, zijn in Tabel 4 per soortgroep de soorten opgenomen die rond het voorkeurstracé voorkomen. Per soort(groep) is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn en of dit gebied betreft nabij het kabeltracé. Algemene soorten grondgebonden zoogdieren en amfibieën kunnen incidenteel voorkomen in het plangebied. Deze zijn vrijgesteld van een ontheffing bij ruimtelijke ontwikkeling en daarom niet meegenomen in de inventarisatie en effectbeschrijving. De Zorgplicht is voor alle soorten van toepassing, hierop wordt ingegaan in hoofdstuk 6.

Tabel 4 Beschermde soorten uit de omgeving van het voorkeustracé

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen	Nader beoordelen
Vogels			
Diverse soorten, waaronder Rode lijst-soorten	Duinen, struweel en ruderaal gebieden op bedrijventerreinen	Meeuwenkolonies	Ja
Soorten met jaarrond beschermde nestlocaties (m.n. roofvogels en uilen)	Bosgebied en struweel, singels, erven met opgaande beplanting	Nee	Nee
Zoogdieren			
Konijn			
Noordse woelmuis	Droge, zandige gebieden en halfopen landschappen	Aangetroffen nabij het voorkeustracé	Ja
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	Waarnemingen bekend uit Voornes Duin en Westplaat	Ja
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Nee	Nee
Reptielen			
Zandhagedis	Duingebieden of ander open zand	Bekend nabij Slufter	Ja
Amfibieën			
Rugstreeppad	Duinen, polders en industrieterrein	Aangetroffen nabij Slufter en converterstation	Ja
Insecten			
Bruin blauwtje, oranje zandoogje, heivlinder, grote parelmoervlinder, grote vos, kleine parelmoervlinder (geen beschermde soorten)	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	Geen leefgebied bekend nabij de tracés of betreft zwervende exemplaren	Nee
Flora			
Glad biggenkruid	Akkers, open gronden langs spoorwegen en industrieterreinen	Aangetroffen bij het voorkeustracé en converterstation Maasvlakte	Ja
Diverse Rode lijst-soorten	Natuurterreinen, duinvalleien en zandplaten.	Aangetroffen ten zuiden van de Noorzeeboulevard nabij het voorkeustracé	Nee

4.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied

In Tabel 5 is een overzicht van de werklocaties op land weergegeven.

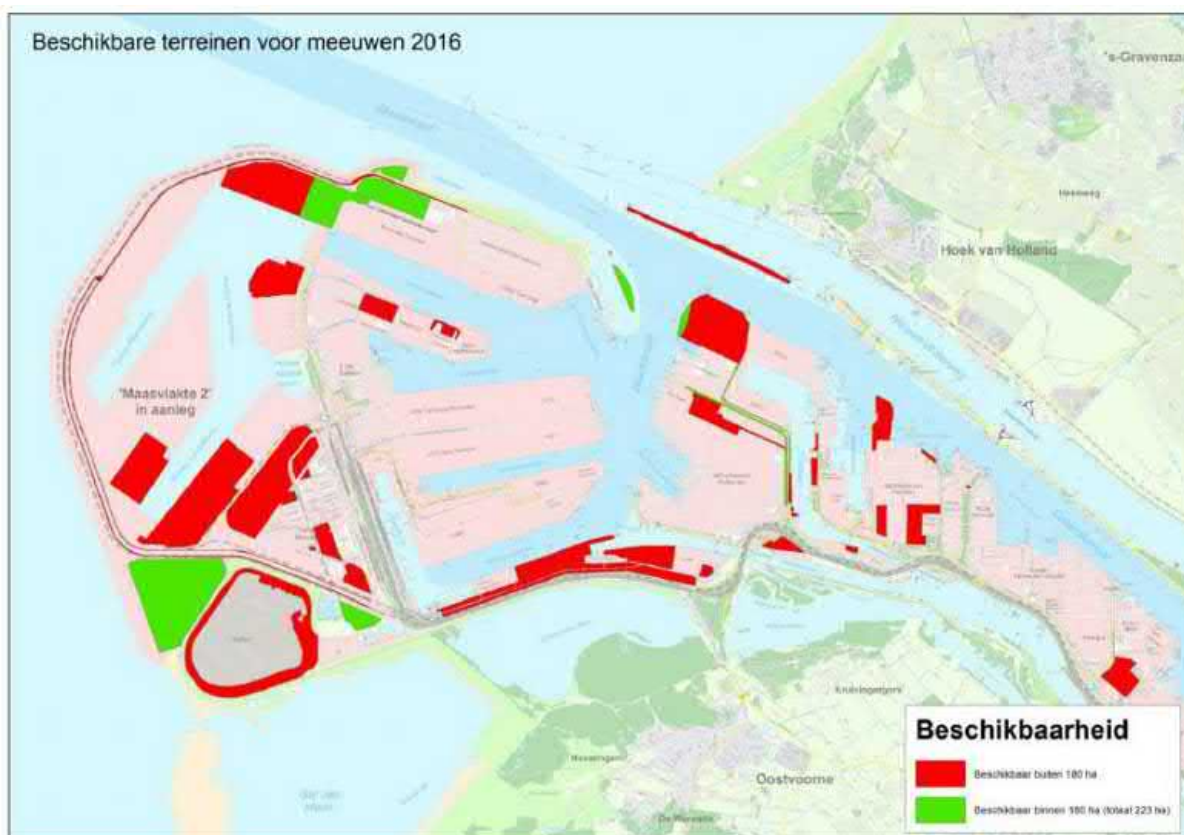
Tabel 5 Overzicht werklocaties.

Locatie	Resultaat
	<p><i>Zuidkant van het voorkeustracé (rode lijn)</i></p> <p>Braakliggend terrein met laag struweel en vegetaties van pioniersomstandigheden. Het tracé loopt grotendeels door de berm (open duin en pioniervegetatie) naast het fietspad en de Noordzeeboulevard. Langs het fietspad ligt ook duinbos, dat wordt echter niet geraakt.</p> <p>Relevante beschermde soorten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Glad biggenkruid Zandhagedis Noordse woelmuis Zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw Rode lijst soorten (flora) Rugstreeppad
	<p><i>Oostkant van het voorkeustracé (rode lijn)</i></p> <p>Berm van de N15 met lage kruidenvegetatie</p> <p>Relevante beschermde soorten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Glad biggenkruid Zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw Konijn
	<p><i>Converterstation locatie en wisselstroomkabels</i></p> <p>Het converterstationterrein bestaat uit droog grasland, met open zand met typische lage pioniersvegetatie.</p> <p>Relevante beschermde waarden aanwezig</p> <ul style="list-style-type: none"> Glad biggenkruid Rugstreeppad Broedvogels, met name meeuwen

4.3.3 Verwachte aanwezige soorten

Broedvogels

Het onbebouwde havengebied van de 2^e Maasvlakte bestaat hoofdzakelijk uit zandvlakten of ruderaal terrein met een vegetatie van pionierssoorten. Hierdoor zijn deze terreinen zeer geschikt als broedterrein voor diverse vogelsoorten waaronder meeuwen. De bodem en vegetatiestructuur komen overeen met het natuurlijk broedhabitat van deze soorten: kwelders, open duinen en groene stranden. In het havengebied van Rotterdam broeden met name: stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw (Lensink, 2015). Ook andere soorten meeuwen en sterns kunnen in een vergelijkbaar habitat broeden, zo broeden jaarlijks een aantal exemplaren van de kokmeeuw en de visdief in het havengebied.



Figuur 50 Beschikbare broedterreinen voor meeuwen op de Maasvlakte. Het havenbedrijf heeft de groene gebieden aangewezen als broedgebied voor meeuwen. De rode gebieden zijn ook geschikt voor broedende meeuwen, maar zijn niet aangewezen als broedgebied door het havenbedrijf. Figuur uit (van Kan, 2016)

In het havengebied is in het faunabeheerplan meeuwen van het havenbedrijf Rotterdam ruimte gereserveerd voor verschillende meeuwensoorten om te kunnen broeden, om zo te zorgen dat de gunstige staat van instandhouding van deze soorten niet in geding komt (Lensink, 2015). Deze terreinen zijn in het groen weergegeven in Figuur 50 (van Kan, 2016). Omdat een steeds groter deel van de Europoort, Maasvlakte I, en Maasvlakte II in gebruik is door bedrijven en daarmee de oppervlakte die door meeuwen benut kan worden als broedplaats afneemt, is beleid voor het broeden van meeuwen in het havengebied ontwikkeld (Heinis & Baptist, 2012). Dit gaat ervan uit dat ongeveer 170 hectare geschikt broedgebied benodigd is om een aantal van 25.000 tot 30.000 paar kleine mantelmeeuwen te kunnen herbergen (Jaspers et al., 2009). In totaal streeft het havenbedrijf

naar een beschikbare ingerichte kolonieruimte van 180 hectare. De groene delen die in Figuur 50 zichtbaar zijn betreffen samen een areaal van 223 hectare. Op dit moment is nog sprake van een bepaalde mate van overcapaciteit ten opzichte van het doel. De rode gebieden betreffen gebieden die niet zijn aangewezen en ingericht als broedgebied, maar wel geschikt zijn voor broedende meeuwen.

Het voorkeurstracé ligt na de aanlanding ten zuiden van de dijk bij het speciedepot de Slufter (Tabel 5). In Figuur 50 is te zien dat de Slufter aangewezen is als broedgebied voor meeuwen, echter loopt het voorkeurstracé aan de andere kant van de dijk waarmee het buiten dit broedgebied ligt. Tijdens de veldinventarisatie over het gehele oostelijke gedeelte het voorkeurstracé is een vrij groot aantal broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuw aangetroffen. De soorten zaten vooral in het noordoostelijke deel van het voorkeurstracé, ruwweg de zuidelijke 1.000 meter. De hoogste concentratie (inschatting 100 tot 150 nesten) bevond zich in de omgeving van de Rail Terminal West 2 (Figuur 51). Het voorkeurstracé loopt ten oosten van de waargenomen hoge concentratie broedende meeuwen en doorkruist dit gebied niet.



Figuur 51 Grote concentraties broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn aangetroffen op het oostelijke gedeelte van voorkeurstracé tijdens het veldbezoek in 2019 en 2022. De hoogste concentraties (100-150 nesten) zijn weer gegeven in het rood.

Het voorkeurstracé doorkruist ter hoogte van de Rail Terminal West 2 het gebied waar in 2020 hoge aantallen broedende meeuwen werden waargenomen. De hoogste concentraties (100 - 150 broedparen) werden net ten westen van het tracé waargenomen (Figuur 52) maar over een groot deel van de terminal waren nesten aanwezig. Dit gebied is niet gereserveerd voor broedende meeuwen en is ook niet aangegeven als geschikt broedgebied, toch komen er meeuwen tot broeden.

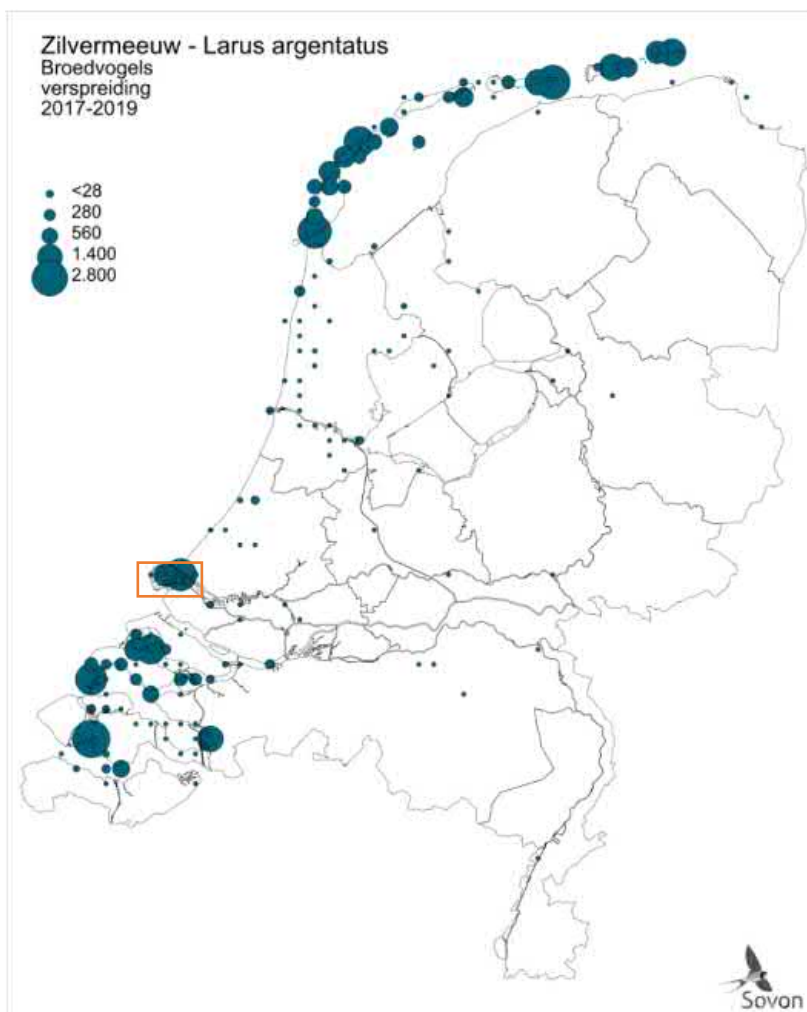


Figuur 52 Grote concentraties broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn aangetroffen op het oostelijke gedeelte van voorkeurstracé tijdens het veldbezoek in 2020 en 2022. De hoogste concentraties (100-150 nesten) zijn weer gegeven in het roze.

Zilvermeeuw

Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) is een kolonievogel en komt het gehele jaar voor in Nederland. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 32.000-35.000 paren (Fijn et al., 2022). De soort broedt in kolonies in duingebieden, vooral op de Waddeneilanden en in het Deltagebied (Figuur 53). Het broedseizoen begint eind april. Het broeden duurt ongeveer een maand waarna de jongen nog zeker vijf tot zeven weken op het nest blijven (Vogelbescherming, 2020b).

Het plangebied wordt door een klein percentage van de Nederlandse populatie als broed- en foerageerplek gebruikt. Voor de landelijke staat van instandhouding van de zilvermeeuw wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.

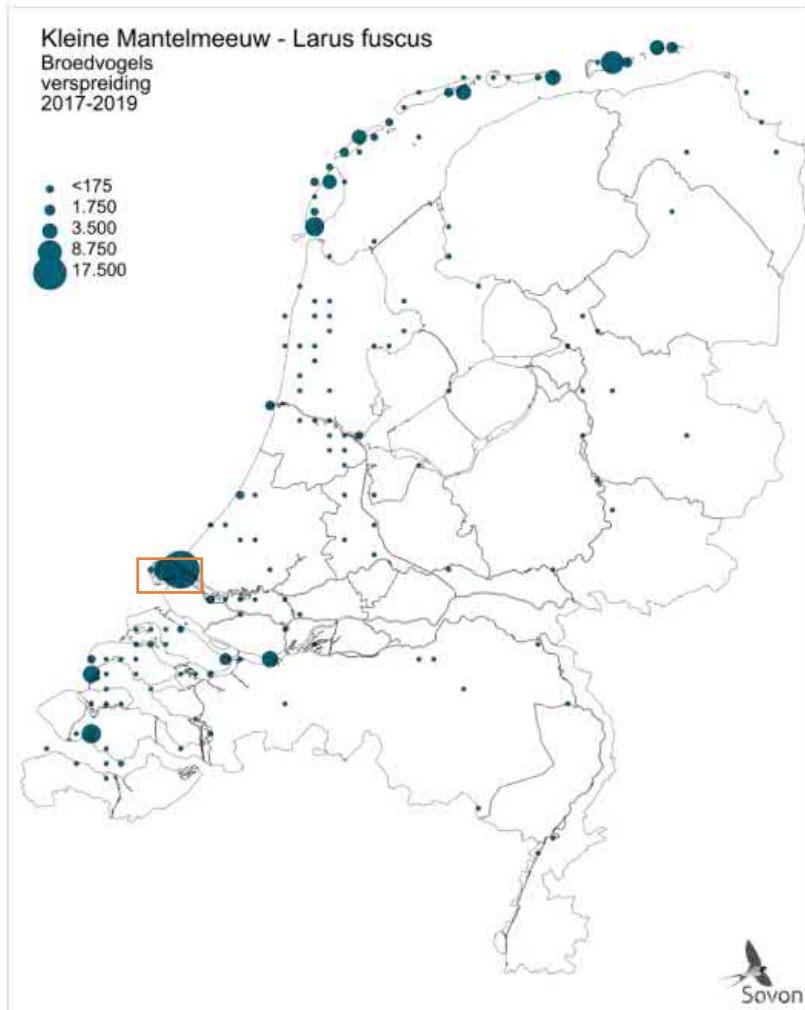


Figuur 53. Verspreiding broedplekken van de zilvermeeuw (Sovon, 2021i). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Kleine mantelmeeuw

Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland vooral voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 80.000-85.000 (Fijn et al., 2022). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De soort broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren en kwelders (Ministerie van LNV, 2008c). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2020). De broedperiode begint eind april, twee maanden later kunnen de jongen vliegen. De kolonie op de Maasvlakte wordt geschat op 30.000 paren, mogelijk de grootste van Europa (Vogelbescherming, 2020a).

Het plangebied beslaat een deel van de Maasvlakte-Europort, waar een van de grootste broedpopulaties van de kleine mantelmeeuw in Europa zich vestigen, zo'n 30.000 paren (Figuur 54). Voor de gunstige instandhouding nationale schaal zijn ten minste 20 sleutel populaties (400 paren) vereist (Ministerie van LNV, 2008c), hierdoor wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de kleine mantelmeeuw. Het plangebied beslaat namelijk maar een klein gedeelte van de broedpopulatie die zich op de Maasvlakte-Europort bevindt.

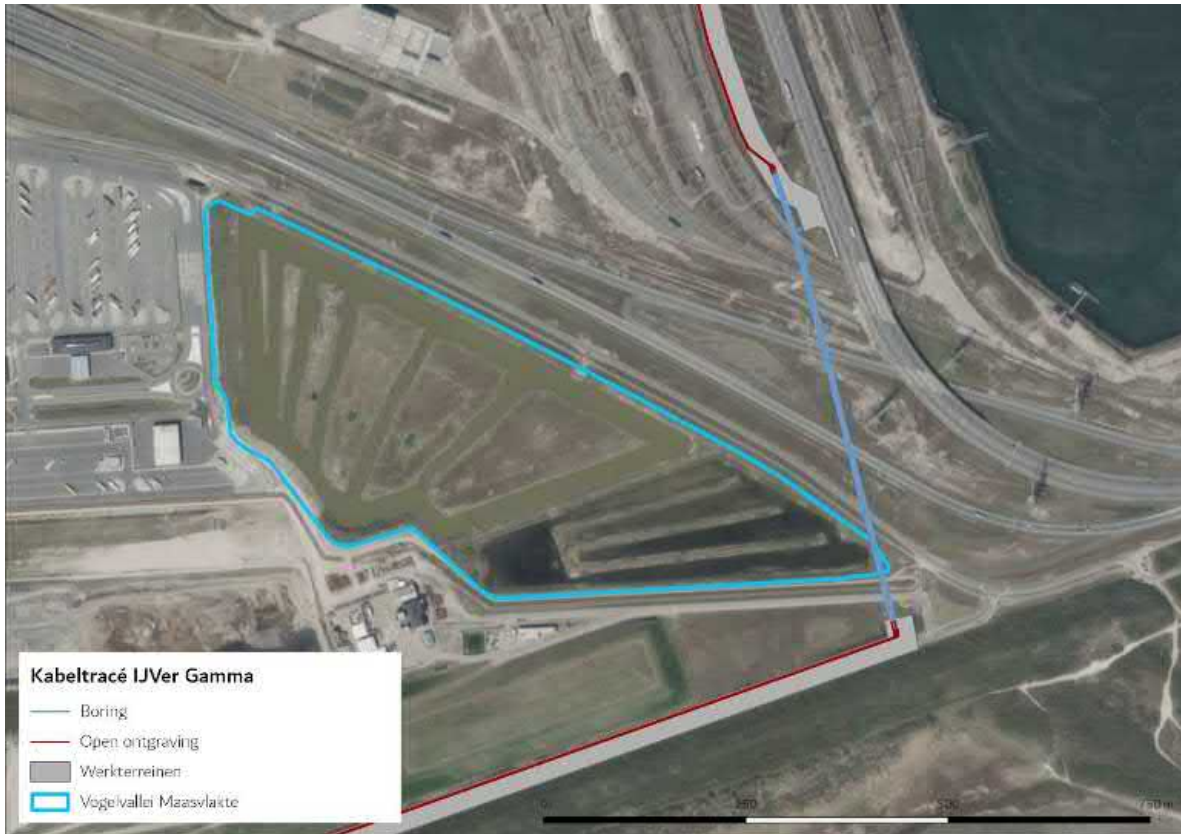


Figuur 54 Verspreiding broedplekken van de mantelmeeuw (Sovon, 2021d). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Overig relevant vogelbroedgebied

Naast de meeuwenkolonies zijn ook enkele andere geschikte broedlocaties in de omgeving van het tracé aanwezig. Dit betreffen de Vogelvallei en speciedepot de Slufter.

De Vogelvallei is in verband met de aanleg van de Maasvlakte Plaza tijdens de winter van 2015/2016 heringericht en uitgebreid, zie Figuur 55. Het gebied heeft een oppervlakte van 21 hectare en bestaat uit zes eilanden van verschillende grootte en grondsoort. De eilanden zijn omgeven door een vrij diepe zoetwaterpartij. De vegetatie bestaat uit snelgroeiende ruigtekruiden (o.a. witte honingklaver, akkerdistel, grassen). Sinds 2019 is op enkele eilanden ook opslag van houtige gewassen zoals wilg en duindoorn. De enige begrazing is die door konijnen en diverse ganzensoorten. In het gebied zijn in 2019 broedparen waargenomen van lepelaar (26 paar), kluut (1 paar), kokmeeuw (354 paar), zwartkopmeeuw (3 paar), kleine mantelmeeuw (223 paar), zilvermeeuw (22 paar) en visdief (66 paar) (Lilipaly et al., 2020).



Figuur 55 Vogelvallei heringericht en uitgebreid met een oppervlakte van 21 hectare bestaande uit een zestal eilanden.

Het grootschalige baggerdepot is in 1985 aangelegd ten behoeve van de berging van verontreinigd slib uit het Rotterdamse havengebied. Het depot heeft een bergingscapaciteit van 150 miljoen m³ specie en een oppervlakte van circa 300 hectare en is omgeven door een ringdijk met een hoogte van NAP +24 m. Doordat het depot langzaam gevuld raakt met baggerspecie vallen inmiddels aan de randen enkele slikplaten en eilandjes permanent droog. Deze drooggevallen gronden worden door kluten, kokmeeuwen en visdieven als broedgebied gebruikt. In 2008 werd een drijvend eiland “de Visdief” aangelegd en in het noordwestelijke deel van de Slufter voor anker gelegd. In 2019 zijn in het gebied broedparen waargenomen van kluut (202 paar), bontbekplevier (1 paar), kokmeeuw (13 paar), stormmeeuw (1 paar) en visdief (577 paar) (Lilipaly et al., 2020).

Vleermuizen

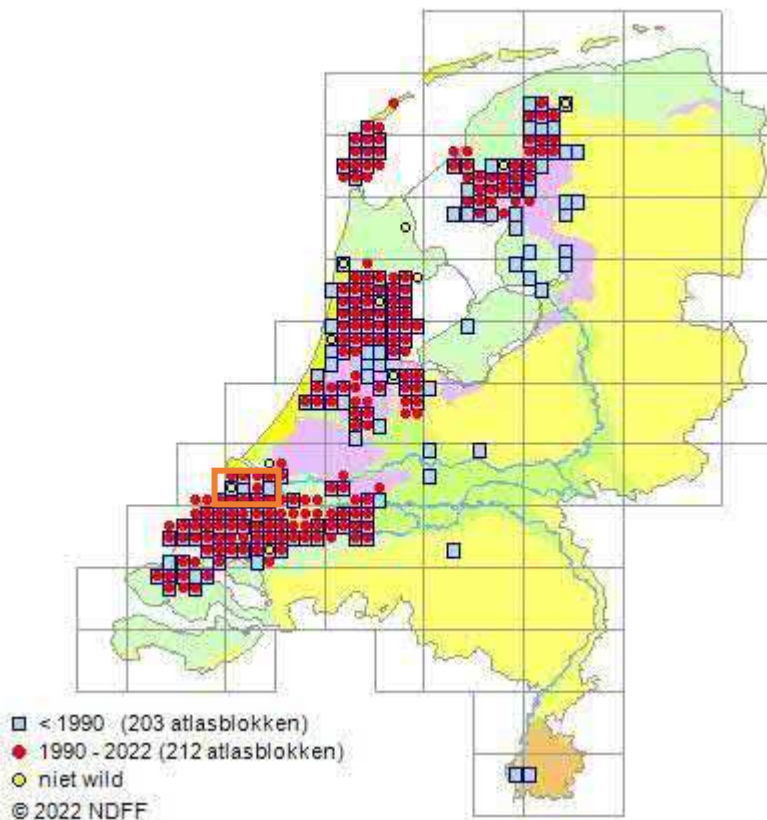
In de afgelopen tien jaar zijn in het projectgebied vijftien waarnemingen gedaan van vleermuizen (Website NDFD, 2020). Het projectgebied biedt geen geschikte vaste rust- of verblijfplaatsen in de vorm van bomen of geschikte gebouwen en beschikt ook niet over bekende vliegroutes voor vleermuizen. Daarnaast is het gebied geen essentieel foerageergebied voor vleermuizen, omdat in de omgeving ruim voldoende alternatief leefgebied en betere alternatieven aanwezig zijn en verbinding tussen de duinen aanwezig zijn. Tijdens de aanleg van de kabel op land zijn aspecten omtrent verlichting ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting (op onder meer vleermuizen) zo veel mogelijk te beperken. Er wordt geen negatief effect verwacht op vleermuizen. Voor de landelijke staat van instandhouding van vleermuizen wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.

Noordse woelmuis

De noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) is een grote woelmuis met in het algemeen een donkerbruine rugvacht en een lichte buikvacht (BIJ12, 2017a). De noordse woelmuis is endemisch voor Nederland en is erg gevoelig voor concurrentie met onder andere de aardmuis en veldmuis. De soort leeft voornamelijk onder de grond in een gangenstelsel met nest- en voorraadkamers. Hij komt voor in regio's waar voldoende voedsel aanwezig is en een variatie aan vegetatie, zoals diverse kruiden, zeggen en overgangszones tussen land en water met riet (BIJ12, 2017a). Hij wordt ook wel een moerasbewoner genoemd (Ministerie van LNV, 2016), dit uit zich ook in het landelijke verspreidingsgebied. De populatie in het Deltagebied, waar het plangebied aan grenst (zie Figuur 56), is relatief stabiel.

De kwetsbare perioden van de noordse woelmuis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt van april tot en met september. De kwetsbare periode van de winterrust loopt van november tot en met februari (BIJ12, 2017a). Uit 2019 is een waarneming bekend van noordse woelmuis ten zuiden van de Noordzeeboulevard in de Slikken van Voorne nabij het voorkeurstracé (Bekker, 2020; NDFF, 2021). De vindplaats betreft de buitendijkse delen van de kwelders die onder invloed staan van getijdewerking. De bermen van de meer inlands gelegen Noordzeeboulevard en het voorkeurstracé zijn geen geschikt biotoop van noordse woelmuis. Aangezien ook andere woelmuisachtigen zijn waargenomen (veldmuis), die de noordse woelmuis vaak wegconcurreren en geen geschikt habitat rond het tracé aanwezig is voor deze soort, zal deze soort geen leefgebied hebben rondom de werkzaamheden.

De noordse woelmuis komt voor rondom, maar niet op de 2^e Maasvlakte. Het plangebied ligt op de rand van het verspreidingsgebied. Voor de landelijke staat van instandhouding van de noordse woelmuis wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 56 Verspreidingsgebied van de noordse woelmuis (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

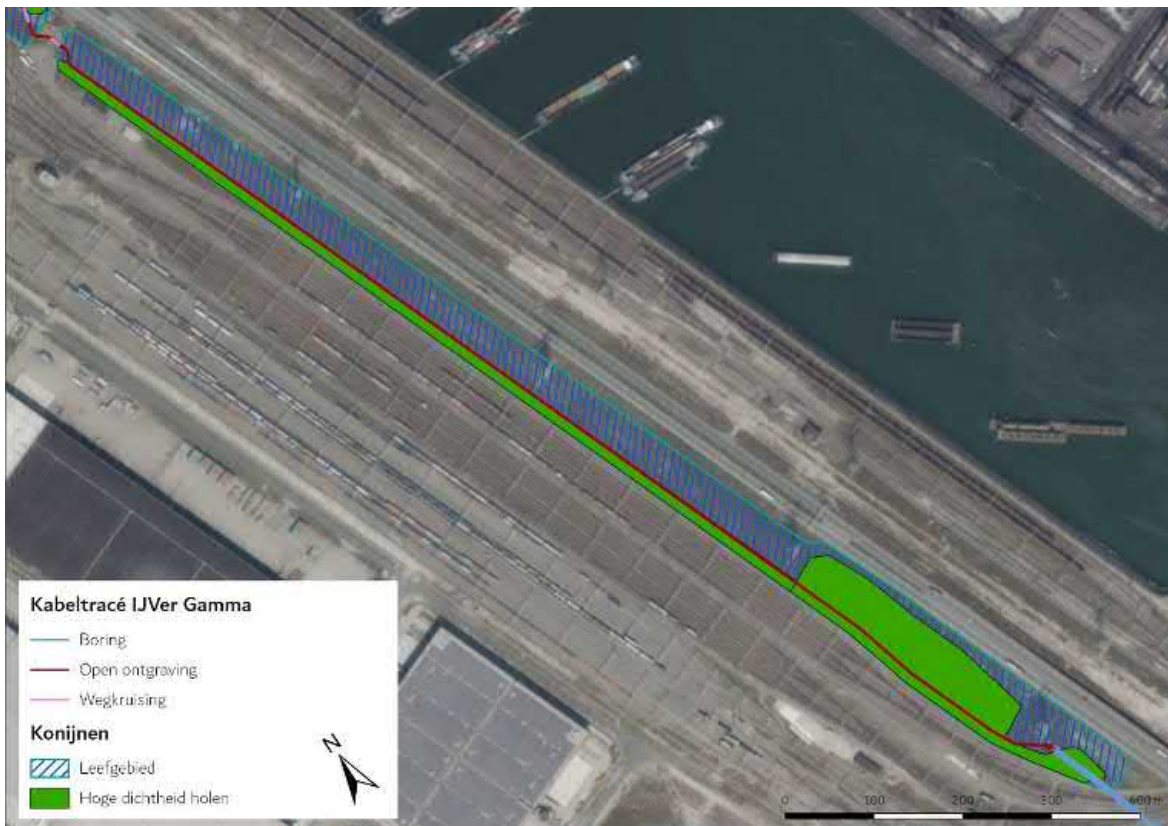
Konijn

Konijn (*Oryctolagus caniculus*) is een compact gebouwde haasachtige en heeft een grijsbruine vacht met een okerkleurige nek. Konijnen zijn voornamelijk in de schemering en in de nacht actief. Een konijn is plaatstrouw. Konijnen leven in hollen en hebben daarom een voorkeur voor zandige bodems waarin het makkelijk graven is. Ze prefereren halfopen landschappen zoals perken, tuinen en bosranden en mijden vochtige terreinen zoals moeras en veen of zware klei, omdat ze daarin geen hollen kunnen graven. Ook in open polderlandschap ontbreekt het konijn veelal. In de duinen zijn konijnen belangrijke grazers. Het voorplantingsseizoen is van januari tot en met juli. Het konijn staat op de Rode lijst 2020 onder 'gevoelig'. De aantallen van konijn zijn sinds 1950 met 60-70% geslonken (Zoogdiervereniging, 2021).

Het konijn komt voor op de 2^e Maasvlakte (zie Figuur 59). Nabij het voorkeurstracé zijn tijdens het veldbezoek meerdere individuen van konijnen waargenomen en zijn er meerdere grote burchten aangetroffen, zie Figuur 57 en Figuur 58. In deze figuren zijn binnen de groene vlakken hoge dichtheden konijnenhollen aangetroffen. De blauw gearceerde delen behoren tot het leef-/foerageergebied. Daarnaast is in de blauw gearceerde delen mogelijk ook sprake van gangenstelsels. Deze kunnen zich tot 40m vanaf de ingang van het hol uitstrekken. Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locaties geschikt leefgebied is voor konijn.

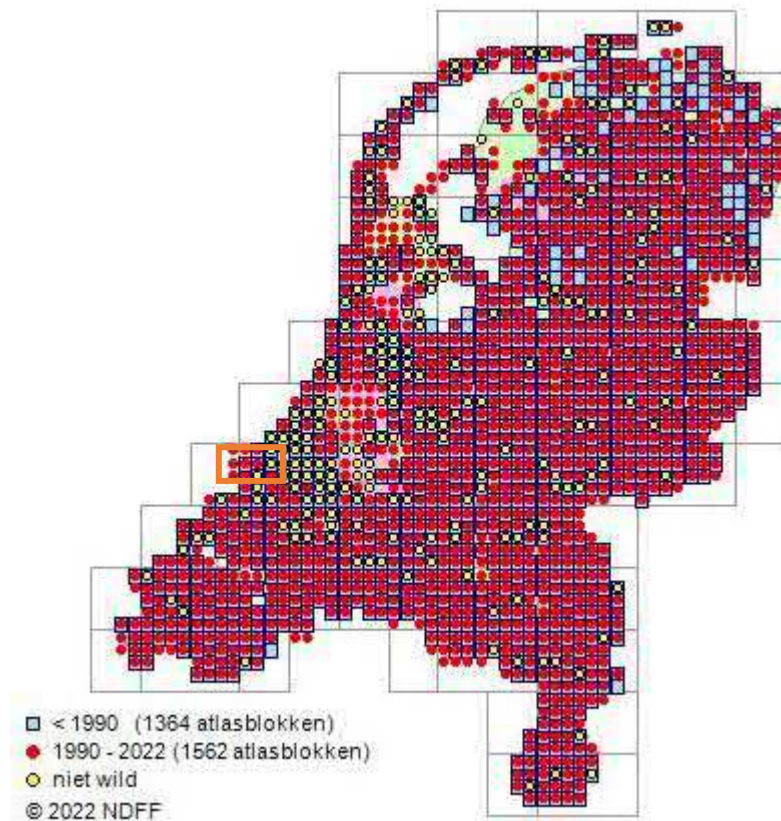


Figuur 57 aanwezigheid konijnenholen en leefgebied in het noordelijke deel van het oostelijke tracé.



Figuur 58 aanwezigheid konijnenholen en leefgebied in het zuidelijke deel van het oostelijke tracé.

Het plangebied beslaat een klein onderdeel het verspreidingsbied, dat ongeveer het gehele land beslaat. Voor de landelijke staat van instandhouding van het konijn wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 59 Verspreidingsgebied van het konijn (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

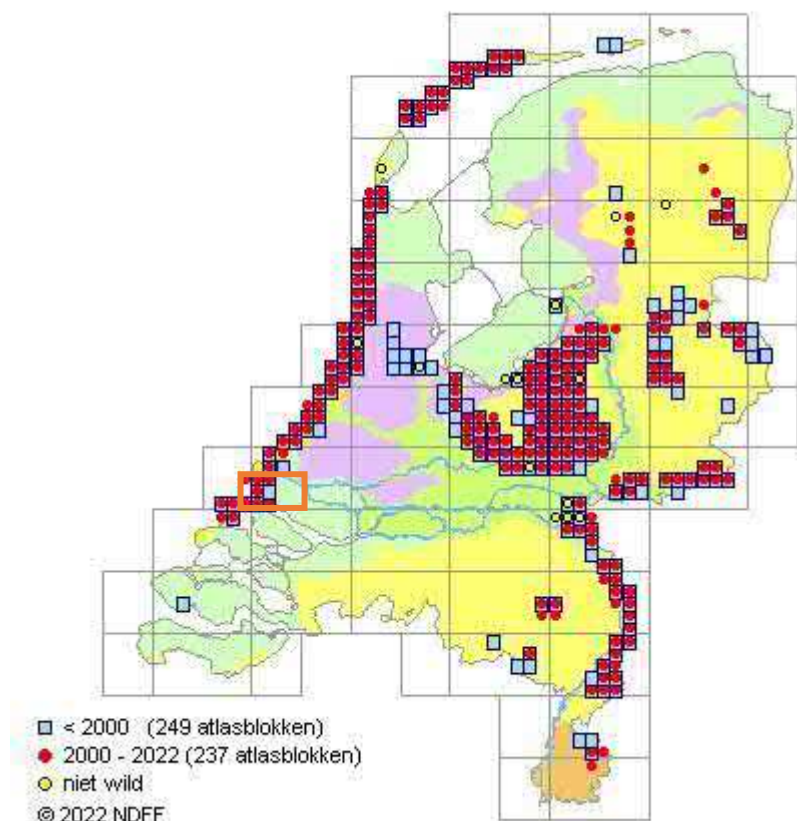
Zandhagedis

Zandhagedis (*Lacerta agilis*) is een vrij robuust gebouwde hagedis die tot 21 centimeter groot kan worden. Hij eet voornamelijk geleedpotigen (zoals insecten). De soort is in Nederland sterk gebonden aan duin- en heidegebieden. In kalkrijke duinen komt de soort voornamelijk voor in open duin struweel. In de kalkarme duinen bevindt hij zich vooral in droge struikheideterreinen. Zandhagedis prefereert een habitat waarbij de bodem bestaat uit open zand en een mozaïek van rijk gestructureerde duinvegetatie. De kwetsbare perioden van de zandhagedis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt van april tot en met augustus. De kwetsbare periode van de winterrust loopt van half september tot en met maart (Bij12, 2017).

Nabij het voorkeurstracé zijn in de laatste vijf jaar meerdere individuen van zandhagedissen waargenomen (NDFF, 2021), die deel uitmaken van de Zuid-Hollandse duinen-populatie. Deze waarnemingen bevonden zich allen in het zuiden van het tracé, langs de Noordzeeboulevard. Hier biedt het struweel en de ruigte aan de zuidkant van de Noordzeeboulevard geschikte dekking als habitat voor de soort (Bij12, 2017). Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locatie geschikt leefgebied is voor zandhagedis. Aan de noordkant van de Noordzeeboulevard gaat

het voorkeurstracé ook door delen duinvegetatie, dat in principe geschikt leefgebied vormt maar van de bekende leefgebieden wordt gescheiden door de weg.

De zandhagedis komt voor rondom de 2^e Maasvlakte (zie Figuur 60). Het plangebied ligt op de rand van het verspreidingsbied. Voor de landelijke staat van instandhouding van de zandhagedis wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 60 Verspreidingsgebied van de zandhagedis (NDFP, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Rugstreppad

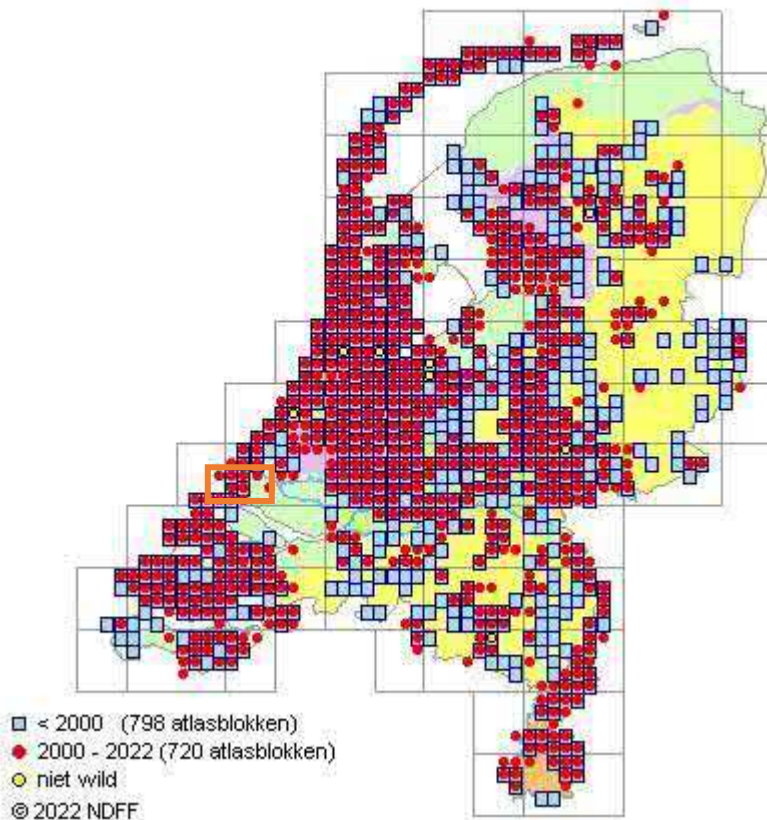
Rugstreppad (*Epidalea calamita*) is een bekende soort uit het duingebied en van de Maasvlakte. Het is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatzen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën, waterinsecten of vis. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreppad niet voor, met mogelijke uitzondering ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. De soort is alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems waarin rugstreppad zich ingraaft. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals opgeslagen tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes. Het winterrustgebied moet boven grondwatervniveau zijn en vorstvrij.

De Slufter op de 2^e Maasvlakte vormt ideaal leefgebied voor rugstreeppadden. Langs de noordwestzijde van de Slufter zijn tijdens het veldbezoek in 2020 waarnemingen van de rugstreeppad gedaan. De inschatting is dat het totaal gaat om enkele tientallen individuen. Deze locatie is geen onderdeel van het tracé. Er zijn tijdens veldbezoek in 2022 waarnemingen gedaan van de rugstreeppad ter plaatse van het converterstation. Enkele exemplaren zijn aangetroffen op land en kooractiviteit (> 50 exemplaren) is waargenomen in de sloot ten zuidoosten van de converterstation locatie (zie Figuur 61).



Figuur 61. Waarnemingen van rugstreeppad op en nabij het converterstation tijdens het veldbezoek in 2022.

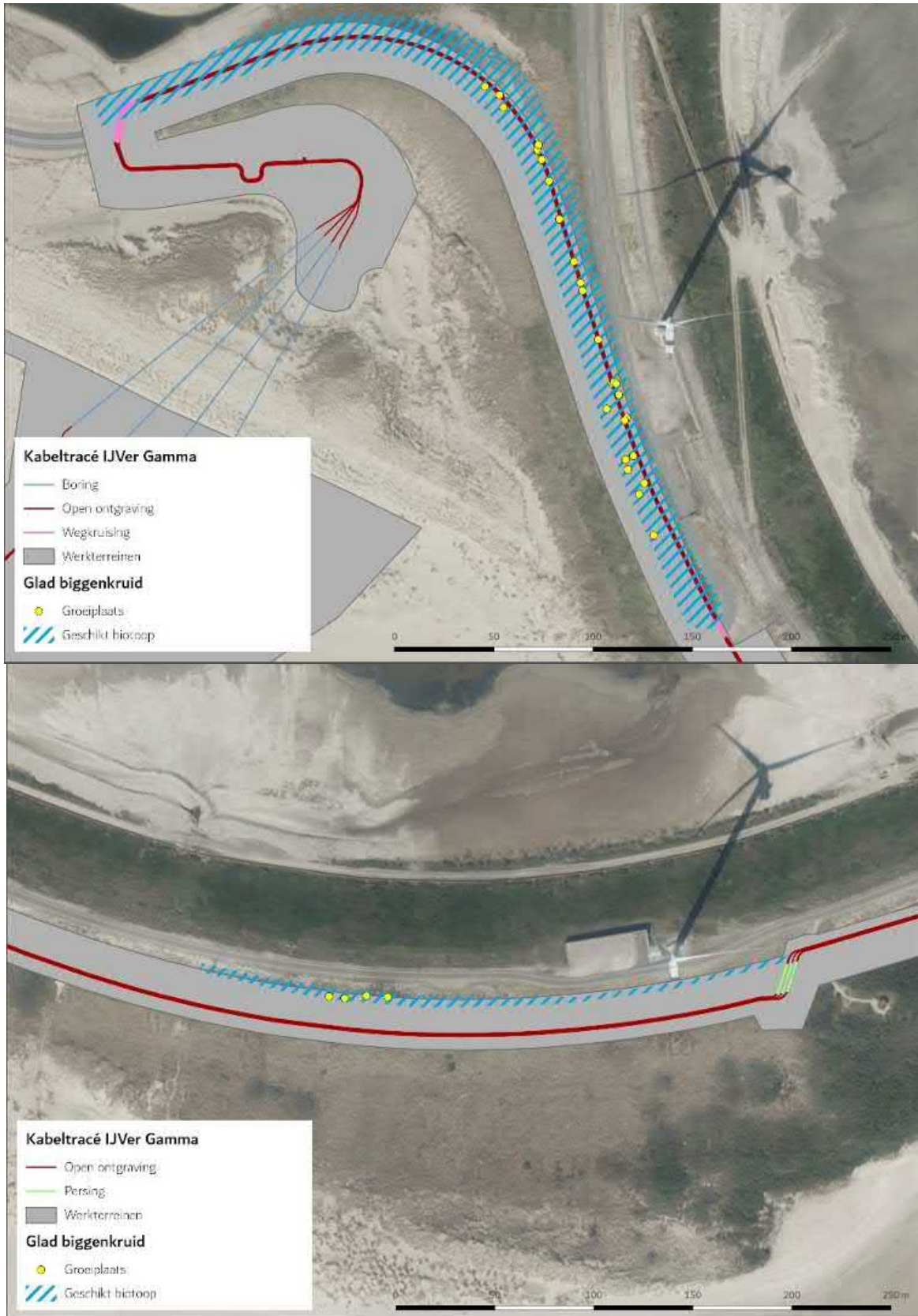
De rugstreeppad komt voor op de 2^e Maasvlakte en binnen het plangebied. De soort komt echter in het grootste gedeelte van Nederland voor, met name in duinen, het rivierengebied en polders (zie Figuur 62). Voor de landelijke staat van instandhouding van de rugstreeppad wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 62 Verspreidingsgebied van de rugstreeppad (NDFP, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een lage (10-30 cm), eenjarige, zomerbloeiende akkerplant. De bloeiende plant heeft lichtgele bloemen. Glad biggenkruid bloeit van juli tot oktober. Zaden kiemen in zowel het voorjaar als het najaar (Bakker et al., 2000). De plant komt in Nederland vooral voor op akkers, maar komt ook voor in kalkarme, open duingraslanden, zoals de 2^e Maasvlakte en ook ter plaatse van het voorkeustracé en het converterstation (zie Figuur 63 en Figuur 64). De waarnemingen zijn gedaan tijdens het soortgerichtonderzoek in 2022.



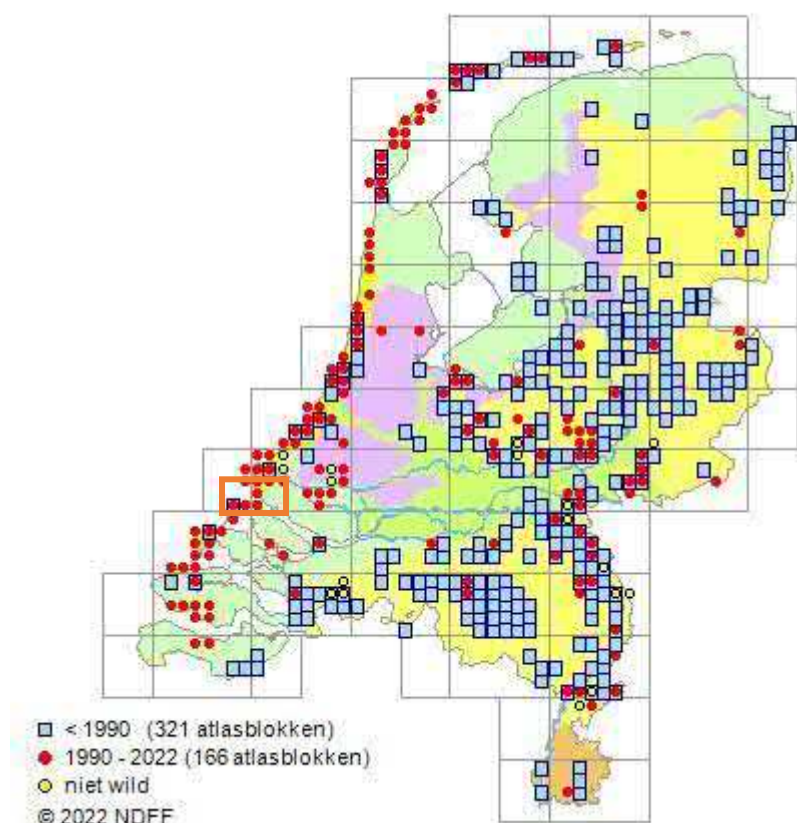
Figuur 63 Groeiplaatsen en geschikt biotoop van glad biggenkruid in of nabij de werkzaamheden bij de aanlanding en onder de slufteer waargenomen tijdens het veldbezoek in 2022.



Figuur 64 Groeiplaatsen en geschikt biotoop van glad biggenkruid in of nabij de werkzaamheden in het noordoostelijke deel van het tracé en bij het converterstation waargenomen tijdens veldbezoek in 2022. Het noordoost gedeelte van de converterstationlocatie bestaat uit gronddepot voor vervuilde grond met Japanse duizendknoop, deze locatie is ongeschikt voor glad biggenkruid.

Glad biggenkruid komt voor op de 2^e Maasvlakte en binnen het plangebied. De plant komt bij het converterstation veelvuldig voor. Op een groot deel van het tracé is glad biggenkruid waargenomen of is geschikte biotoop voor de soort aanwezig. De soort komt echter langs de gehele kust in

Nederland voor en ook verspreid over de rest van het land (zie Figuur 65). Voor de landelijke staat van instandhouding van het glad biggenkruid wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 65 Verspreidingsgebied van glad biggenkruid (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

4.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten

4.4.1 Op zee

Voor alle eerder beschreven beschermde soorten op zee kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden niet op voorhand worden uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in hoofdstuk 5.

4.4.2 Op land

Voor de aangetroffen beschermde soorten op land kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden voor broedvogels in het algemeen, konijn, zandhagedis, rugstreeppad en glad biggenkruid niet op voorhand worden uitgesloten. Negatieve effecten op overige soorten die onderdeel uitmaken van de Rode-lijst zijn niet op voorhand uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in hoofdstuk 5.

5 Effectbepaling

In dit hoofdstuk worden de effecten beschreven op de beschermde soorten die zijn beschreven in hoofdstuk 4. De effecten worden beschreven aan de hand van de mogelijke effecten die staan in hoofdstuk 3.

5.1 Vogels

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vogels verder toegelicht. Vogels kunnen gevolgen ondervinden van vertroebeling, sedimentatie en bovenwaterverstoring. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen twee gebieden: op zee (zowel binnen als buiten de kustzone) en op land. Voor de vogels op zee worden effecten beschreven van vertroebeling, sedimentatie, bovenwaterverstoring en verstoring door licht. Voor vogels op land worden effecten door verstoring op land beschreven.

5.1.1 vertroebeling

Vertroebeling treedt alleen op in de aanlegfase en heeft alleen effect op vogels die op zicht jagen zoals sternsoorten, futen, zaagbekken, zeekoeten en aalscholvers.

Schelpdieren die een voedselbron vormen voor vogels kunnen omgaan met hoge concentraties van vertroebeling. Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus*) liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010).

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/L en na een periode van dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau. Deze concentratieverhoging is een fractie (5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratievermogen lieten zien. Tevens is de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Indirecte effecten, zoals die van vertroebeling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn hierdoor verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven. De modelstudie van vertroebeling is beschreven in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie.

Effecten op zichtjagende vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het voorkeustracé bevinden kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Voor soorten als dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk is de Bruine Bank belangrijk foerageergebied (zie paragraaf 4.2.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (bijvoorbeeld zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom ook van belang is, de zogenoemde dieptegemiddelde vertroebeling. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala,

2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele voorkeustracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit, zoals te zien in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 48, 164 hectare is. Dit is 0.12% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De maximale waarde, direct langs het voorkeustracé, is niet hoger dan 5 mg/L (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeeoet is de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging te verwaarlozen. Zo betreft het maximale oppervlakte in het dieptegemiddeld enkele hectare en komt de concentratie niet boven de 2,5 mg/L (daggemiddeld). Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L.



Figuur 66 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 48, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2,5 mg/L is. De slibpluim beweegt mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel

uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels. Zodoende is er geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Effecten op broedende sternsoorten

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Het gaat om broedkolonies van de dwergstern, Noordse stern, grote stern en visdief. Om het mogelijke effect te bepalen is het ingeschat hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties in het studiegebied.

Zoals in paragraaf 4.2.1 is uiteengezet liggen de broedkolonies van de dwergstern op de 2^e Maasvlakte. Ook de grote stern, Noordse stern, visdief en grote stern broeden dicht bij het plangebied. De actieradius waarin gefoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 6.

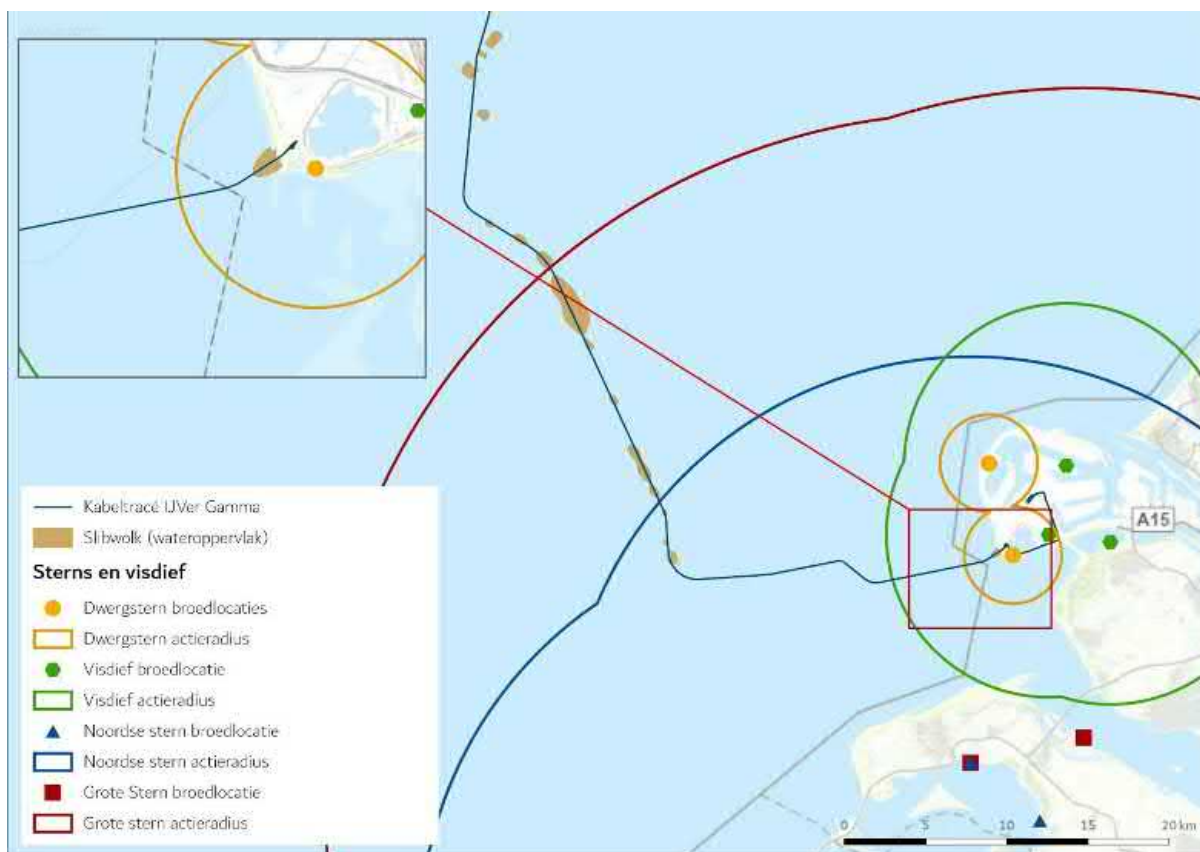
Slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen voornamelijk vanaf 20 km uit de kust, Figuur 67. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 km), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van deze grotere slibwolken uit de kust. Alleen de grote stern heeft een actieradius die overlapt met deze slibwolken. Bij de aanlanding van de kabel treedt er vertroebeling van het wateroppervlak op van een gebied van ongeveer 1 hectare, Figuur 67. Dit valt binnen de actieradius van de visdief en dwergstern.

De slibpluim beweegt mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Zoals in de figuren is te zien hebben alle sternsoorten voldoende uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied beschikbaar om geen verstoring te ondervinden van de tijdelijke slibwolken.

Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op het vangsucces van sternsoorten.

Tabel 6 Actieradius van aanwezige sternsoorten

Soort	Actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo et al., 1996)
Visdief	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Brenninkmeijer & Stienen, 1992)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015)



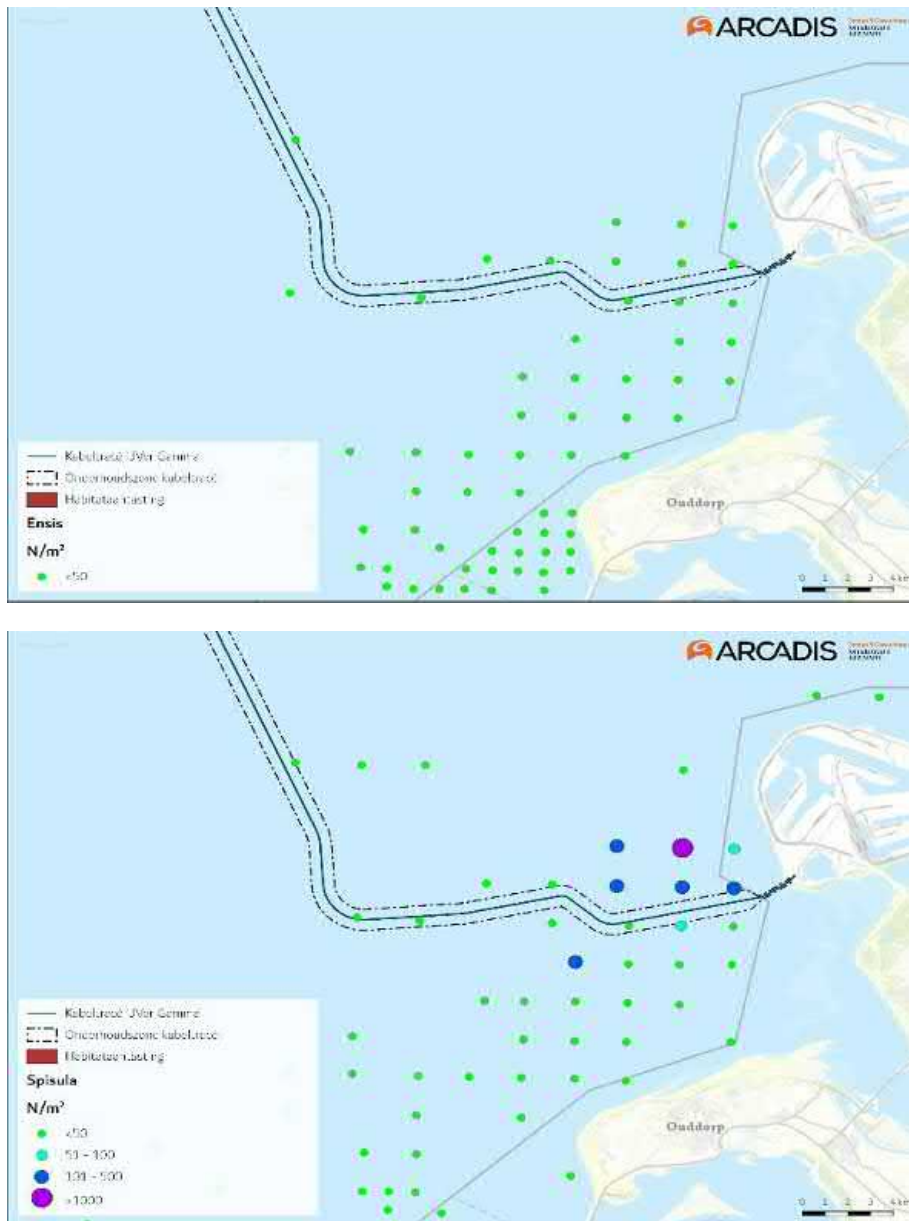
Figuur 67 De actieradius van de grote stern (40km), de noordse stern (25km), visdief (10km) en dwergstern (3km) vanuit bekende broedlocaties nabij het voorkeurstracé. De maximale reikwijdte van de slibwolk (>2 mg/L) aan het wateroppervlak is weergegeven in het bruin. Broedlocaties afkomstig uit NDFF (2021) en Sovon (2019)

5.1.2 Sedimentatie

Sedimentatie treedt alleen op in de aanlegfase. In Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie is de slibstudie weergegeven, waarop het sedimentatiemodel is gebaseerd. Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment wat kan doorwerken op het voedselaanbod voor vogels. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al., 1998). (Baan et al., 1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

Door (Bijkerk, 1988b) is de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5,67 mm/dag (*Mya*, *Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017b) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppigen als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort.

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag van het door het verspreiden opgewerkte slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Behalve enkele hectare treedt er geen sedimentatie op van boven de 0,33mm/dag in de kustzone. In dit gebied komen geen schelpdierbanken voor. Dit betekent dat de bodemdierpopulatie niet wordt beïnvloed. Over het gehele voorkeurstracé langs de kust worden geen schelpdierbanken door sediment bedolven. Er blijft voldoende voedsel voor vogels (zoals duikeenden) beschikbaar, zie Figuur 68.



Figuur 68 Maximale sedimentatiesnelheid en Ensisbanken (links) en Spisulabanken (rechts)

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar

zijn op systeemniveau. En op benthos foeragerende vogels zullen geen negatieve effecten op systeemniveau ondervinden.

Conclusie: Er is geen (indirect) negatief effect van sedimentatie op vogels.

5.1.3 Bovenwaterverstoring

Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt tijdens de aanlegfase gelijktijdig op en kunnen doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 3.6). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de aanlegfase buiten 150 meter uitgesloten. Doordat de verstoringscontour van licht binnen dat van geluid en beweging valt tijdens de aanlegfase wordt er voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring. Tijdens de gebruiksfase is licht echter wel een op zichzelf staande verstoringsbron. Effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de gebruiksfase kunnen niet worden uitgesloten binnen de 150 meter contour.

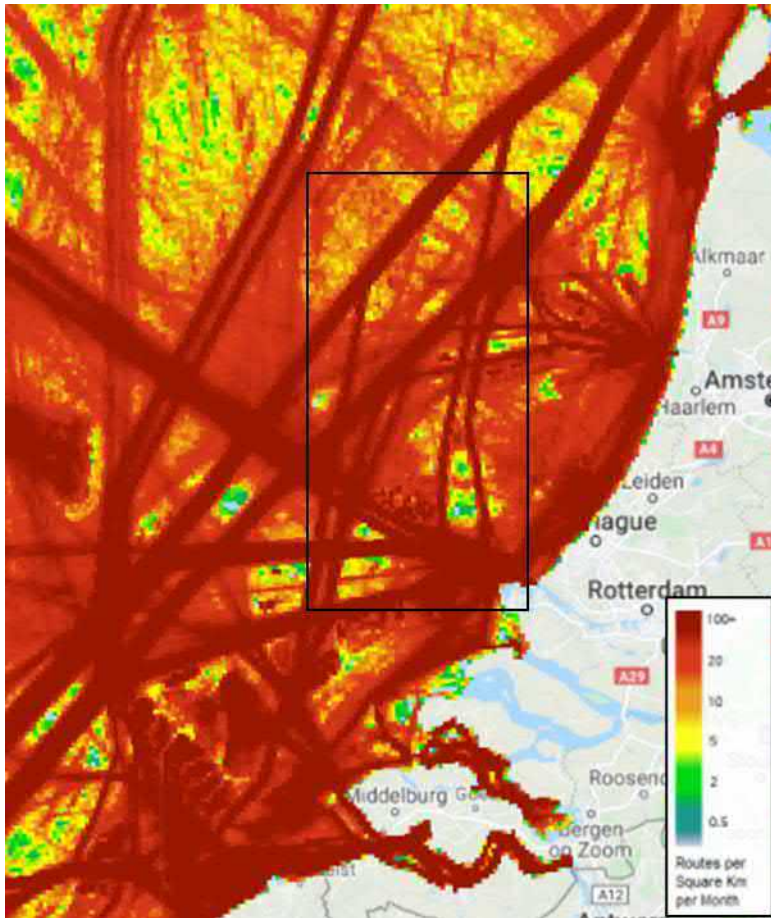
Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op droogvallende platen), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. Zoals eerder vermeld in hoofdstuk 3.6.1 is de verstoringsafstand voor de meeste vogelsoorten op groot open water 500 meter. Dit biedt voldoende zekerheid tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Voor ruiende en verstoringsgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) heeft verstoring boven water een maximale reikwijdte van 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringscontour van 2.000 meter gebruikt voor binnen (<10km) de kustzone.

In het plangebied voorkomende foeragerende en duikende vogels kunnen tijdens periode van de werkzaamheden verstoord worden. Daarnaast kunnen ruiende vogels worden verstoord wanneer de werkzaamheden in de ruiperiode worden uitgevoerd.

In totaal wordt er langs het gehele tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma voor gevoelige vogels een areaal van maximaal 640 km² verstoord (tracé lengte tot aanlanding * 2.000 * 2 (weerzijdes schip) + 2.000² * π (straal voor en achter)). Voor brilduiker, eidereens, zeekoet en alk is dit 317 km². De verstoring is echter tijdelijk en zal maar op één á twee plaatsen tegelijk optreden (straal van 1000/ 2000 meter rondom de kabelinstallatieschepen en bij het platform) en niet in de hele contour tegelijk. Hiermee wordt maximaal ongeveer 25 km² (2 * 12,5 km²) aan areaal gelijktijdig verstoord door bovenwaterverstoring. Afhankelijk of er 'Simultaneous Lay and Burial' (SLB) of 'Post Lay Burial' (PLB) als aanlegstrategie voor de kabels wordt gebruikt kan hier nog 1 extra verstoringscontour van 12,5 km² bijkomen.

Bovendien is de verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepvaartintensiteit op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 69. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig, zie Figuur 69. De werkzaamheden zullen slechts een beperkt aantal schepen aan deze scheepvaartintensiteit

toevoegen. Zodoende wordt naast het oppervlakte verstoord gebied, ook de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot.



Figuur 69 Aanwezige scheepvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via <https://www.emodnet-humanactivities.eu>). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km² worden gevaren.

In de onderstaande paragrafen is de effectbeschrijving van bovenwaterverstoring als gevolg van (werkzaamheden aan) het tracé op vogels opgedeeld in vier stukken:

- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte binnen (<10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de gebruiksfase
- Het gedeelte op land

Op zee buiten de kustzone, tijdens de aanlegfase

Zeevogels zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw zijn rondom het tracé buiten (>10km) de kustzone te vinden (Fijn et al., 2020; Leopold & van Der Wal, 2015). Zoals toegelicht in paragraaf 3.6 zijn vogelsoorten tijdens de rui (verstoring contour 1.000 – 1.200 meter) verstoring gevoeliger dan buiten de rui (500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van het gebied rondom het platform en het tracé (met name rond de Bruine Bank, zie 4.2.1).

Als minder gevoelige vogels verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, kunnen zij uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 4.2.1) Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringfactoren. Zeekoeten kunnen in de rui geheel niet vliegen. De zeekoet en alk zijn in relatief grote getalen aanwezig rondom het tracé (4.2.1). Zoals toegelicht zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september. De ruiperiode van winterkleed naar zomerkleed (voor de zeekoet van december tot februari en voor de alk van januari tot en met maart) zijn ze minder gevoelig (Dunn et al., 2019; van Bemmelen et al., 2013).

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor rondom het tracé (zie Tabel 3). Aantallen voor de Bruine Bank worden gebruikt aangezien het tracé dicht langs de Bruine Bank gaat. Dichtheden in het gebied zijn berekend aan de hand van aantallen alken en zeekoeten op de Bruine Bank en het oppervlak van de Bruine Bank (1.336 km²). Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2020-2021 van circa 1,9 (januari) tot 4,8 (februari) individuen per km² en voor de alk 0,001 (augustus) tot 1,6 (november) individuen per km² (Fijn et al., 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringcontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar (zie Figuur 39 en Figuur 40) en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de andere periode waarin zeekoeten ruien op de Bruine Bank, van juli tot en met de eerste helft van september, zijn de aantallen ruiende vogels lager (zie Tabel 3 en Figuur 39). De maximale dichtheid lag in augustus 2020 rond de 2,9 individuen per km². Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren. Aanwezigheid van ruiende zeekoeten op of in de buurt van het tracé is in deze periode niet uit te sluiten, maar de trefkans is lager.

De werkzaamheden leiden met een verstoringcontour van 1.000 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 km tot een verstoord oppervlak van circa 168 km² (70 km * 1,2 km * 2). Met de berekende dichtheden op basis van aantallen uit Fijn et al., (2022) en het oppervlak van de Bruine Bank zijn het aantal verstoorde zeekoeten en alken ten gevolge van de werkzaamheden berekend voor augustus en februari. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met maximaal geschatte aantallen uit 2020/2021 (Fijn et al., 2022), zie Figuur 39. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van februari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In augustus 2020-2021 is de geschatte populatiegrootte op de Bruine Bank 3.915 zeekoeten en 1 alk. Gebaseerd op de populatiegrootte van de alk in augustus op de Bruine Bank zullen er geen alken

verstoord worden tijdens werkzaamheden in augustus. Het aantal zeekoeten is echter een stuk hoger. De dichtheid zeekoeten op de Bruine Bank is in de maand augustus 2,93 ind./km² (3.915/1.336 (oppervlakte Bruine Bank)). De werkzaamheden in de ruiperiode in augustus leiden tot 493 (2,93* 168) verstoorde zeekoeten. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten is dit verstoring circa 0,48 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,03 % van de populatie (Fijn et al., 2022). Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker (zie Figuur 38).

In de ruiperiode in februari werden er in 2020/2021 6.550 zeekoeten en 1.490 alken waargenomen. Dichtheden op de Bruine Bank in februari voor de zeekoet is 4,79 ind./km² (6.550/1.366) en voor de alk is 1,1 ind./km² (1.490/1.366). De werkzaamheden in de ruiperiode in februari leiden tot 807 (4,8* 168) verstoorde zeekoeten en 183 (1,09 * 168) verstoorde alken. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 102.042 zeekoeten en 6.928 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,79 % en 2,6 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,05 % en circa 0,06 % van de populatie (Fijn et al., 2022).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord (Figuur 69), zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is zullen effecten geen of nauwelijks effect hebben op de populatie. Daarnaast geldt dat ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag is t.o.v. de verstoring door regulier aanwezige scheepvaartintensiteit (Figuur 69). Hierdoor kan enige mate van gewinning optreden bij de vogels, individuen die hier wel hinder van ondervinden hebben zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringcontour gevestigd.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels buiten (>10km) de kustzone uitgesloten.

Op zee binnen de kustzone, tijdens de aanlegfase

Het voorkeurstracé loopt voor een klein stuk door het kustgebied. Voor minder gevoelige vogels resulteert het plaatsen van het tracé in een tijdelijke verstoring van circa 1,5% (1.277 ha) van het totale areaal van het open water van de Voordelta. De soorten hebben echter genoeg ruimte en aangezien de verstoring klein is, zal maar een zeer klein deel van de populatie verstoord worden.

In de omgeving van het tracé komen lage aantallen roodkeelduiker en zwarte zee-eend voor. Deze soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met een verstoringcontour van 2.000 meter. In totaal wordt er 3.939 ha verstoord voor de roodkeelduiker en 4.213 ha voor de zwarte zee-eend, dit is circa 5% van het oppervlak van de Voordelta. Hierbij treedt de verstoring niet over het hele gebied tegelijkertijd op maar beweegt met de werkzaamheden mee. Eventueel verstoorde individuen hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden.

In de sluffer op de Maasvlakte, rondom de plek waar het voorkeustracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de sluffer kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie 4.2.1. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt.

In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt ook verstoring plaats door reeds aanwezige reguliere scheepvaart, zie Figuur 69. Hier is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Eventuele individuen die toch worden verstoord hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. Roodkeelduiker en zwarte zee-eend zullen op populatieniveau geen negatieve effecten ondervinden van deze verstoring. De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn daarnaast aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 4.2.1). Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour.

Bij het aanlandingspunt bevindt een deel van het Maasvlaktestrand zich binnen de 500-meter verstoringscontour, welke voor recreatieve doeleinden wordt gebruikt, ook bevindt er zich een doorgaande weg. Rond dit gebied vindt daarmee al enige mate van verstoring plaats. Het betreft bovendien geen essentieel leefgebied voor in de omgeving voorkomende vogels, waaronder verschillende soorten steltlopers.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels binnen (<10km) de kustzone zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden op de bergeend te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.1. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting van bergeenden op land plaatsvinden.

Op zee buiten de kustzone, tijdens de gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase kan lichtverstoring mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels. Dit zal alleen rondom het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan (Hoofdstuk 2 in deel A) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 m van het platform. Hierdoor zal er slechts een zeer beperkt areaal buiten Natura-2000 gebieden verlicht zijn. Zodoende wordt er geen extern negatief effect verwacht.

Op land

Kabeltracé

In de nabijheid van het voorkeurstracé wordt 21 hectare aan potentieel broedgebied tijdelijk ongeschikt door de aanleg van de kabels. Nadat de werkzaamheden zijn uitgevoerd is het gebied weer beschikbaar, de effecten zijn daarmee tijdelijk van aard. Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden kunnen worden vernietigd of verstoord.

De verstoring die optreedt tijdens de werkzaamheden doormiddel van geluid, licht en optiek reikt wel verder dan het terrein dat daadwerkelijk vergraven wordt. Het kabeltracé ligt nabij bestaande industrie en toegangswegen, N-wegen en spoorbanen die ook tot verstoring leiden van het potentiële broedgebied. Hierdoor zijn de soorten al enigszins blootgesteld aan continu (werk)geluid. Het valt echter niet uit te sluiten dat broedende vogels worden verstoord door werkzaamheden tijdens het broedseizoen.

Het zuidelijke gedeelte van het voorkeurstracé gaat door delen struweel, dat voor de aanleg gekapt moet worden. Het kappen en verwijderen van het struweel kan leiden tot vernietiging of beschadiging van nesten en vaste rust- en verblijfplaatsen.

Daarnaast raken de verstoringscontouren van het zuidelijk deel het tracé het vogelbroedgebied Vogelvallei Maasvlakte. Het aanpassen van dit broedgebied is geen optie. Om te voorkomen dat broedvogels in dit gebied verstoord worden dient rond deze locatie altijd gewerkt te worden buiten het broedseizoen.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op broedvogels door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

Converterstation

Ondanks dat bij het terrein van het converterstation geen broedende meeuwen zijn waargenomen tijdens de veldinventarisatie in 2020, is niet uit te sluiten dat in komende seizoenen wel meeuwen (of andere vogels) broeden. Voor dit terrein gelden dezelfde effecten als hierboven beschreven. Door de aanleg van het converterstation verdwijnt circa 4,5 hectare potentieel broedgebied. Uit het faunabeheerplan meeuwen Maasvlakte (Lensink, 2015) blijkt dat ongeveer 180 hectare aan geschikte broedgebied nodig is om de gunstige staat van instandhouding van de op de Maasvlakte aanwezige meeuwensoorten te kunnen waarborgen. Momenteel is 223 hectare aan broedgebied over de gehele Maasvlakte ingericht en beschikbaar voor broedende meeuwen (van Kan, 2016). Op

dit moment is nog sprake van enige mate van overcapaciteit ten opzichte van het gestelde minimale aantal broedparen. Hierdoor leidt de afname van 4,5 hectare potentieel broedgebied, dat tevens geen onderdeel is van aangewezen en ingericht broedgebied, niet tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding van de soorten. Het areaalverlies heeft hierdoor weinig tot geen effect op populatieomvang van kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw. Beide soorten zijn niet honkvast en lopen geen populatieverlies op (Dekkers et al., 2016).

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op vogels door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

5.2 Vleermuizen

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vleermuizen verder toegelicht. Vleermuizen kunnen verstoring ondervinden van licht.

5.2.1 Verstoring op zee

Tijdens de aanleg- en gebruiksfase is er verlichting aanwezig op het platform en op de schepen benodigd voor werkzaamheden ten behoeve van o.a. de veiligheid. Vleermuizen ondervinden hier hinder van. Alle aspecten omtrent verlichting worden ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO). Gezien dit verlichtingsplan als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op vleermuizen als gevolg van verstoring door licht, uitgesloten.

Zoals eerder genoemd is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog, zoals te zien in Figuur 69. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vleermuizen op zee uitgesloten.

5.3 Zeezoogdieren

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op zeezoogdieren verder toegelicht. Zeezoogdieren kunnen verstoring ondervinden van continu-onderwatergeluid, impuls-onderwatergeluid, bovenwaterverstoring en elektromagnetische velden.

5.3.1 Continu onderwatergeluid

Verstoring door continu onderwatergeluid kan optreden tijdens de gebruiksfase maar is worst-case in de aanlegfase. Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd reikt vijf kilometer ver. Dit kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) door continu geluid oploopt, is omdat het breedbandig is en gezien de in de praktijk voorkomende niveaus, verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen (Arends et al., 2009b). De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent threshold shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar. Doordat de verstoring door continu geluid tijdelijk van aard is en de werkzaamheden zich verschuiven langs het tracé is er op geen enkel moment een ononderbroken geluidsbarrière parallel aan de kust aanwezig is. Hierdoor wordt migratie en uitwisseling tussen verschillende populaties niet geblokkeerd.

Samengevat is het gebied wat verstoord wordt als gevolg van continu geluid tijdens de werkzaamheden, maar een zeer klein deel van het totale areaal dat beschikbaar is. Zoals eerder besproken is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied al relatief hoog, zoals te zien in Figuur 69. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit. De tijdelijke toename van verstoring heeft daarmee geen gevolgen voor de fitness van individuele dieren en de populaties

Conclusie: Er zijn geen effecten van continu onderwatergeluid op zeezoogdieren. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.

5.3.2 Impuls-onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen besproken. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringafstanden. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid.

Impuls-onderwatergeluid vindt alleen plaats tijdens de aanlegfase en wordt geproduceerd bij heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. Daarom wordt de optie van een stalen jacket beoordeeld als

worst-case. Daarnaast zal er ook impuls-onderwatergeluid plaatsvinden door de UXO+ pre survey. Deze zullen ook in dit hoofdstuk worden beoordeeld.

Zoals toegelicht in deel A hoofdstuk 2 wordt de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen getoetst. In deze paragraaf wordt het effect van impuls onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en (trek)vissen behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 3.5. Ook geldt er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten

Voor het onderzoek naar het verstoorte areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale heien-energie van 2.000 kJ. Verder wordt uitgegaan van een totaal van 16 palen met een paaldiameter van 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Dit verschilt ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (de Jong & Binnerts, 2022).

Geluidsnormen

De geluidsnorm die werd gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) voor de platforms van windparken na 2023 (Heinis et al., 2019a). Uit het KEC 4.0 blijkt dat deze waarden echter de ecologische norm voor het beschermen van de bruinvispopulatie op het NCP overschrijden en daarom niet aan te raden zijn. Met een toepassing van een SELss = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) zal dit vermeden kunnen worden.

De TNO studie laat zien dat er bij het heien van het platform Net op zee IJmuiden ver Gamma impuls- en continu geluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Deze overschrijding moet gemitigeerd worden. Dit is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor de het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend en getoetst te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 613 km² tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' hieronder beschreven, de kans op PTS bij zeezoogdieren mitigeren.

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Naast de heiwerkzaamheden worden nog surveys uitgevoerd. Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys. In de berekening is uitgegaan van een totale corridoroppervlakte van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km². De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km² met een verstoringsoppervlak van 24 km² per dag. Dit verstoringsoppervlak valt binnen het berekende verstoringsoppervlak van een sparker voor geofysische surveys in het KEC 4 (84 km²) (Heinis et al., 2022). Mogelijke mitigerende maatregelen, zoals een slow start en een ADD, moeten ook bij een geofysische survey worden ingezet om de kans op PTS bij zeezoogdieren te mitigeren.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 44). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Conclusie: Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking voor de grijze en/of gewone zeehond kunnen worden uitgesloten.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvis

Impuls-onderwatergeluid door heivactiviteiten

Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (C. de Jong & Binnerts, 2018). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls-onderwatergeluid tevens zwemmen bruinvissen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit.

In het KEC wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC-aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring door impuls geluid onder de SELs = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m grenswaarde valt wordt aan de norm waarmee is gerekend in het KEC 4 voldaan en valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 5.3.2 vindt er een overschrijding (SELs = 167 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m) van de grenswaarde (SELs = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m) plaats bij het heien van het platform IJmuiden Ver Gamma. Dit leidt tot een verstoord areaal van 1.133 km² dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impuls geluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoord areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren mitigeren (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verskil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO-berekeningen zijn anders dan de uitgangspunten waarmee in het KEC 4 wordt gerekend. Zo wordt er in het KEC 4 uit gegaan van 6 palen van 3 m in diameter voor platform IJmuiden Ver Gamma en worden er in de berekeningen 2 á 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 5.3.2 wordt in de TNO-studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er 16 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor platform IJmuiden Ver Gamma is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op Zee projecten. Het heien van 10 extra palen is 0,57% van het totaal te heien palen (1.762 palen), Tabel 7. In verhouding met het totaal te heien palen voor windparken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,15%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 7 Aantal te heien palen per land voor Wind op Zee projecten.

Table 3.1 Installed capacity and number of days on which there will be piling for the installation of wind turbine foundations in the period 2016-2030 in Belgium (BE), Denmark (DE), Germany (DE), the Netherlands (NL) and the United Kingdom (UK) on the basis of the underlying assumptions stated above.

2016-2030	Installed capacity (MW)	Proportion	Number of piles (turbines)*	Proportion
Total	77,484		6,384	
BE	3,650	5%	370	6%
FR	598	1%	48	1%
DK	1,751	2%	165	3%
DE	15,319	20%	1,244	19%
NL (calculation variant III)	26,543	34%	1,762	28%
UK	29,623	38%	2,797	43%

* For the Dutch wind farms, the scenario includes 114 extra piling days for the installation of foundations for the transformer platforms.

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 kunnen het aantal extra bruinvisverstoringdagen voor het platform worden berekend. Het verschil in 10 palen zal voor meer bruinvisverstoringdagen leiden dan berekend in het KEC 4.

Uitgaande van 10 extra palen betekent dit worst-case 10 extra heidagen (1 heidag per paal). Op basis van het KEC 4 is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa2s op 750 m 1.190 bruinvisverstoringdagen optreden. 10 extra heidagen zorgen in dat geval voor 11.900 extra bruinvisverstoringdagen. Tijdens de aanleg zal het aantal extra bruinvisverstoringdagen lager liggen aangezien er met een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m wordt gewerkt. Hiervan zijn echter niet het aantal bruinvisverstoringdagen per heipaal berekend in het KEC 4.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor IJmuiden Ver Gamma in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van Wind op Zee. De grens van 5% wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op ongeveer 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 11.900 extra bruinvisverstoringdagen als gevolg van 10 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen. De populatiereductie grens van 5% wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op Zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen worden berekend. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa2s op 750 m.

Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een (dubbel) bellenscherm en soft start en/of een ADD te worden getroffen.

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Naast de heiwerkzaamheden worden surveys van de waterbodem uitgevoerd. Dit betreft eerst een ronde met globale surveys (route survey) langs het tracé en vervolgens gedetailleerde surveys (UXO+ pre survey). Voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma tracé is al een route survey (globale geofysische surveys) uitgevoerd, waarbij 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig waren. In het KEC 4 wordt aangenomen dat voor de globale en gedetailleerde surveys hetzelfde aantal bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit betekent dat voor de gedetailleerde survey ook 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit valt binnen het aantal berekende bruinvisverstoringdagen in het KEC 4, zie Tabel 8. In het KEC 4 wordt er namelijk uitgegaan van totaal 1.840 bruinvisverstoringdagen per survey (1.227+613). Met het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en de ‘slow and soft start’ kan de kans op PTS bij zeezoogdieren mitigeren.

Tabel 8 Verwachte bruinvisverstoringdagen veroorzaakt door de geofysische surveys van het kabel tracé IJmuiden Ver Alpha & Beta (1.227 bruinvisverstoringdagen) en gamma, IJmuiden Ver Noord, (613 bruinvisverstoringdagen).

Transformer platform	Length of route to land (km) (estimate)	Route width (km) – estimate	Area of route (km ²)	number of km ² surveyed per day	Number of survey days	Disturbance area per day (km ²)	Density in spring (ind/km ²)	harbour porpoise disturbance days
Borssele 1&2	61	1.2	73	10	7	36	0.71	187
Borssele 3&4	68	1.2	82	10	8	36	0.71	209
HK-ZH I&II	48	1.2	58	10	6	36	0.71	147
HK N	20	1.2	24	10	2	36	0.71	61
HK-ZH III&IV	40	1.2	48	10	5	36	0.71	123
HKW alpha & beta	87	1.2	104	10	10	36	0.71	534
TNW	120	1.2	144	10	14	36	0.97	503
IJmuiden Ver alpha & beta	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
HKW-Z	80	1.2	96	10	10	36	0.71	245
IJmuiden Ver Noord	200	1.2	240	10	24	36	0.71	613
Search area 2 (South alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
Search area 5 (East alpha & beta)	133 × 2	1.2	160	10	16	36	0.97	1,115
Search area 1 (South)	238	1.2	286	10	29	36	0.71	730
Search area 2 (North alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
total								8,148

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de UXO+ pre survey (‘gedetailleerde geofysische surveys’) te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de route surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen.

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel dient een ADD en ‘slow start’ gebruikt te worden tijdens het uitvoeren van de geofysische survey. In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringdagen nog anders (waarschijnlijk lager, maar mogelijk ook hoger) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de gedetailleerde surveys is

nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys. Deze maatregelen zijn verder toegelicht in paragraaf 6.10.4.

Conclusie: In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm en uitgangspunten in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen voor het uitvoeren van de geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SEL_{ss} = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m) op (zie paragraaf 5.3.2). Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringdagen voor het platform IJmuiden Ver Gamma hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden.

Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op Zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen. De populatiereductie grens van 5% wordt niet overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringdagen minder.

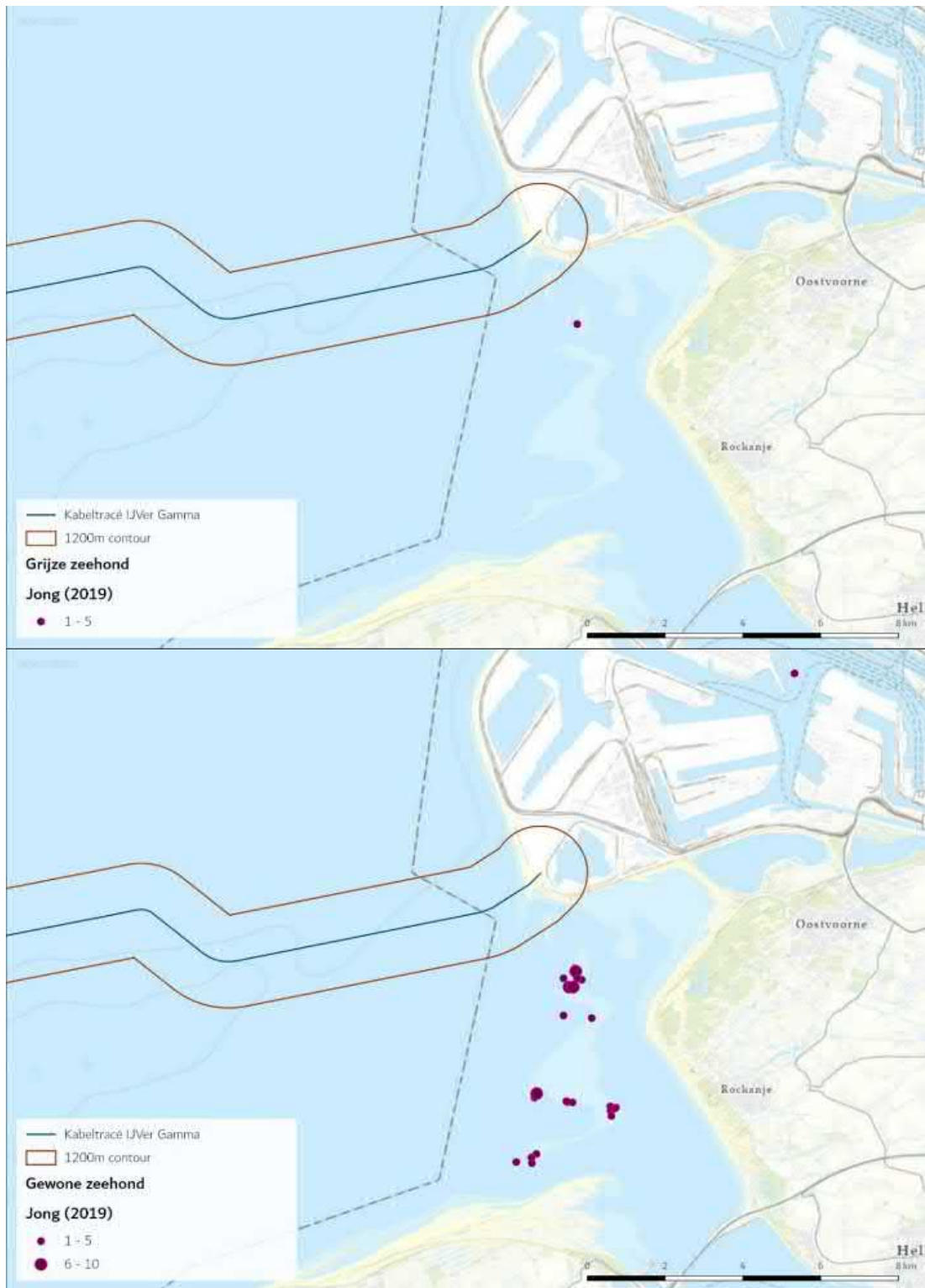
Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de UXO+ pre survey overschrijdt net als de route surveys het aantal bruinvisverstoringdagen niet (benodigd 1.636 bruinvisverstoringdagen en berekend 1.840 bruinvisverstoringdagen). Voor geofysische surveys kan gebruikt gemaakt worden van mitigerende maatregelen zoals een ADD en een 'soft and slow start' hierdoor wordt de kans op PTS bij bruinvissen gemitigeerd.

Met het nemen van de bovengenoemde mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de UXO+ pre survey wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Ondanks deze mitigerende maatregelen zal er echter wel verstoring plaatsvinden op individuen. Daarom moet voor de bruinvis ook een ontheffing worden aangevraagd.

5.3.3 Bovenwaterverstoring

Bovenwaterverstoring kan optreden tijdens de gebruiksfase maar is worst-case in de aanlegfase. De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen uit 2019 van zogende zeehonden (Figuur 70).

Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringcontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringafstand (Andersen et al., 2012).



Figuur 70 Verspreiding jonge gewone – en grijze zeehonden in de buurt van het voorkeustracé in 2019

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is toegankelijk voor bezoekers en er loopt een doorgaande weg niet ver vandaan. Dit gebied is zodoende al verstoord. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragraaf 4.2.3). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart, zie paragraaf 4.2.3), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter, waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren in dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het voorkeustracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel kan een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 6.10.3.

Conclusie: Indien deze maatregel uitgevoerd wordt, zal er geen negatief effect ontstaan voor jonge en zogende zeehonden.

5.3.4 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase. Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de mogelijke effecten op bruinvissen.

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) toont aan dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit toont aan dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-kabels, de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma hebben een grote voltage, namelijk 525kV. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren.

Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waarden werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 μT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

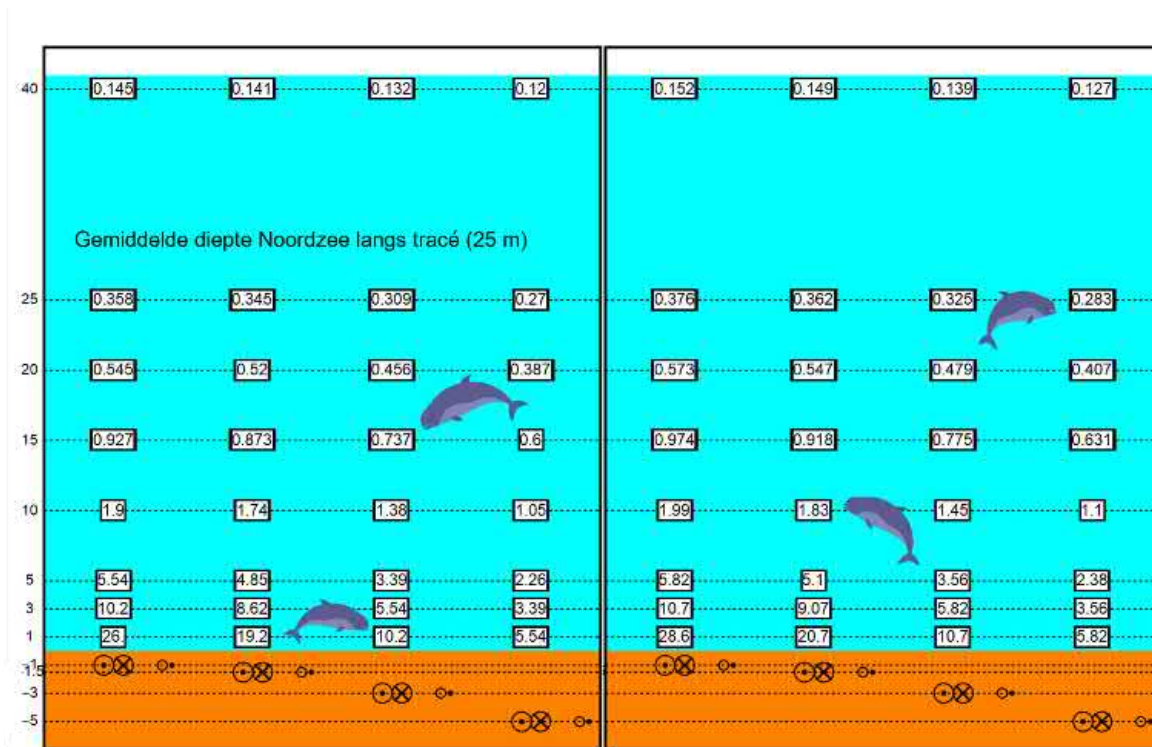
Deze waarde van 0,05 μT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde,

zie o.a. (van Essen, 2021a)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 μT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 71. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben 0,145 μT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 μT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 μT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden. In het geval van een storing in zal het elektromagnetisch veld een waarde van 1,15 μT hebben op 40 meter hoogte. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de standaardwaarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 μT . Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 μT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte). Een kabel zoals die van Net op zee IJmuiden Ver Gamma heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van ongeveer 7 μT in de waterkolom op 25 meter (vanuit gaand van een kabel van 185 mm en 3 meter onder de grond). Dit zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen.

Conclusie: Op basis van de huidige gegevens in Bijlage VII-D blijkt er geen aantoonbaar negatief effect te zijn op bruinvissen.

300 m 0,05 μ T grenswaarde



Figuur 71 Magneetveldzone in μ T van de 525kV-zeekabel bij een kabeldiameter van 185 (links) en 150 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2020). De bovenste zwarte lijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 μ T kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 μ T komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-zeekabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 μ T zijn en dus onder het kritieke punt

5.4 Vissen

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vissen verder toegelicht. Vissen kunnen verstoring ondervinden van vertroebeling, continu-onderwatergeluid, impuls-onderwatergeluid en elektromagnetische velden.

5.4.1 vertroebeling

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De onder Europese habitatrichtlijn beschermde houting en steur zijn anadrome trekvissen. Dit geldt ook voor andere trekvissen in het gebied waarvoor vanuit gebiedsbescherming instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld; de rivierprik, zeebek, elft en fint. Anadrome vissen zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (bijvoorbeeld via het Haringvliet en de Voordelta) optrekken om te paaien, om daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. In de kustzone treedt er alleen

enkele hectare vertroebeling op van het wateroppervlak, dieptegemiddeld of bodem rond de aanlanding (Figuur 3). De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van het Haringvliet en er zullen geen effecten zijn op trekvisseren.

Conclusie: vertroebeling van de werkzaamheden heeft geen negatief effect op trekvisseren.

Effect van vertroebeling op vissen in het algemeen (zorgplicht)

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uiteengezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (S. J. de Groot, 1979). (Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprout) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren.

Conclusie: vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op vissen in het algemeen.

5.4.2 Continu en impuls-onderwatergeluid

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. Die, zoals eerder besproken, doorgaans in hoge mate aanwezig zijn in het projectgebied, zie Figuur 69. Het beperkte aantal schepen t.b.v. de werkzaamheden voegt zodoende maar een kleine fractie toe ten opzichte van de al aanwezige reguliere scheepvaart.

Continu onderwatergeluid

De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (gemiddeld bereik ligt tussen de 50-500 Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Haringachtigen, zoals de fint, zijn gevoeliger voor geluid door fysiologische verschillen met andere vissen. De range van deze soorten licht veel hoger (tot 4000 Hz) (Ladich & Fay, 2013). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 m voor normale vaartuigen tot 400 m voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 m bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden zijn de effecten van continu onderwatergeluid van varende schepen op vissen verwaarloosbaar op het NCP. Tijdens de migratie trekken trekvisseren naar gebieden toe. Hierdoor zijn de vissen minder verspreid over het NCP en komen zij in hogere aantallen voor in delta's (Winter et al., 2021). Er zijn ook soorten, zoals de houting, die niet ver de open zee optrekken omdat de houting geen voorkeur hebben voor volledig zout water (Winter et al.,

2021). Voor deze soorten zijn de kustzone en het deltagebied van groot belang (Winter et al., 2021). Bij een worst-case aanname dat er binnen 500 meter van de bron verstoring optreedt is er aantasting van 1,53% van het areaal van het kustgebied de Voordelta.

Impuls onderwatergeluid

Uit onderzoek blijkt dat vissen nog geen schade ondervinden van met heiklappen overeenkomend impulsgeluid van zeer hoge niveaus (Halvorsen et al., 2012; Hawkins & Popper, 2014). Bij vissen zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten) bleken aan een cumulatieve SEL van circa 207 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen.

Gehoorgevoelige vissen zoals de fint en elft zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% op het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). Impuls-onderwatergeluid reikt echter niet tot de kustzone.

Conclusie: Er is geen negatief effect van continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen.

5.4.3 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase.

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, evertelaten en bepaalde zeezoogdieren.

Voor verschillende soorten vissen en ongewervelden die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium (Gill, 2015b). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en ongewervelden wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 μT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 μT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waarden nemen echter snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zullen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2021b) en in Figuur 71.

Conclusie: Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.

5.5 Konijn

In het plangebied van het voorkeustracé zijn in de laatste vijf jaar enkele honderden waarnemingen van konijn gemeld (NDFP, 2022). De waarnemingen bevonden zich verspreid over het gehele kabeltracé. Tijdens het veldbezoek zijn konijnen en hun burchten waargenomen, deze bevonden zich langs de oostzijde van het tracé. De zandondergrond maakte een geschikt habitat voor de soort. Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locatie geschikt leefgebied is voor konijn. Het tracé gaat direct door de greppel waar een grote burcht aanwezig is. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden in deze gebieden is hierbij sprake van directe aantasting van het leefgebied en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden.

Omdat het gebied van het voorkeustracé zich bevindt in geschikt leefgebied van konijn, is sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining en versnippering leefgebied. Na afronding van de werkzaamheden zal het leefgebied zich herstellen. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn niet te verwachten als gevolg van bijvoorbeeld bodemverdichting. De periode van mindere geschiktheid van het gebied is hierdoor beperkt.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.8.

5.6 Zandhagedis

In het plangebied van het voorkeustracé zijn in de laatste vijf jaar driemaal zandhagedissen waargenomen (NDFP, 2021). Deze waarnemingen bevonden zich allen in het zuiden van het tracé, langs de zuidzijde van de Noordzeeboulevard. Hier biedt het struweel en de ruigte geschikte dekking als habitat voor de soort (Bij12, 2017). Op basis hiervan wordt gesteld dat het plangebied rond deze locatie geschikt leefgebied is voor zandhagedis. Ook aan de noordkant van de Noordzeeboulevard gaat het voorkeustracé door delen duinvegetatie, dat geschikt leefgebied vormt. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden in deze gebieden is hierbij sprake van directe aantasting van het leefgebied en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden.

Omdat het gebied van het voorkeustracé zich bevindt in geschikt leefgebied van zandhagedis, is sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining en versnippering leefgebied. Na afronding van de werkzaamheden zal het leefgebied zich herstellen. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn niet te verwachten als gevolg van bijvoorbeeld bodemverdichting. De periode van mindere geschiktheid van het gebied is hierdoor beperkt.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.5.

5.7 Rugstreepad

Rugstreepad is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatzen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatie loos en zonder concurrentie van andere amfibieën of waterinsecten. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreepad niet voor, met mogelijke uitzondering de ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. Rugstreepadden zijn alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems, hier graven de rugstreepadden zich in. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes.

Zoals beschreven in paragraaf 4.3.3 is het gebied rondom de Slufter geschikt als leefgebied voor rugstreepad. Ook zijn er waarnemingen gedaan van de rugstreepad ter plaatse van het converterstation. Aangezien het niet uit te sluiten is dat rugstreepad in de directe omgeving van de Slufter en het voorkeustracé overwintert, kunnen werkzaam in het winterseizoen (van oktober tot en met maart), leiden tot directe aantasting van de winterrustverblijven en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden. Bovendien wordt de soort aangetrokken door pioniersomstandigheden met open zand en tijdelijk water, wat vaak ontstaat op bouwterreinen, hierdoor kan bij de werkzaamheden en herinrichting de soort ineens opduiken op dergelijke locaties. Indien dat gebeurt, treedt door de bouwwerkzaamheden verstoring en schade aan individuen en/of leefgebied op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming.

Het geluid van het converterstation is tijdens de gebruiksfase niet meer dan de bestaande bedrijvigheid en leidt daardoor niet tot verstorende effecten op rugstreepad.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.6.

5.8 Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een typische, eenjarige zomerbloeiër en groeit op open, zonnige plaatsen. Deze soort komt voor op droge, kalkarme, meestal zwak zure, betrekkelijk voedselarme zandgrond. Dit kan in open grasvegetaties op humus- en stikstofarm zand, op akkers en in de duinstreek ook op droog, licht betreden grasland en duinzand dat oppervlakkig ontkalkt is. De soort is een bekende soort van duinvegetaties, maar komt ook voor op door mensen gerealiseerde locatie met vergelijkbare groeiomstandigheden als spoortaluds en braakliggende terreinen (met opgebracht zand).

Door de aanleg van het tracé op land worden groeiplaatsen van glad biggenkruid vergraven. Ter plaatse van het tracé en werkterreinen gaat het om tijdelijke effecten, omdat na aanleg de groeiplaatsen hersteld kunnen worden. Omdat glad biggenkruid een soort is van pioniersomstandigheden zal de soort zich na de werkzaamheden weer kunnen vestigen op deze locatie. Ter plaatse van het converterstation gaat het om permante effecten, omdat na de bouw van het converterstation geen glad biggenkruid meer kan groeien.

Conclusie: Negatieve effecten (vernielen, ontwortelen) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.7.

5.9 Niet beschermde soorten

In deze paragraaf zijn enkele bijzondere soorten behandeld die niet zijn beschermd via Wnb artikel 3.1, 3.5 of 3.10. Voor alle soorten geldt echter wel de zorgplicht. In het kader daarvan is besloten om effecten op onderstaande rode-lijstsoorten en zandkokerworm te onderzoeken. Voor de rode-lijstsoorten is dit nodig geacht omdat deze soorten bedreigd zijn. Voor zandkokerwormriffen geldt dat lang gedacht werd dat deze niet meer aanwezig waren in het Nederlandse deel van de Noordzee. Aangezien dit habitat recent is aangetroffen en in de belangstelling ligt, is het besloten deze nader te belichten in deze soortbeschermingstoets.

5.9.1 Zandkokerworm

De zandkokerwormriffen kunnen mogelijk effecten ondervinden van sedimentatie, vertroebeling en habitataantasting. De effecten worden in de onderstaande paragrafen nader uitgelegd.

Sedimentatie

S. spinulosa riffen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Hierbij zijn de wormen niet meer in staat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker' met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand, wat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden.

Vertroebeling

Uit (Pearce, 2017) blijkt dat *S. spinulosa* waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom. Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55.5

mg/L suspended particulate matter) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat *S. spinulosa* riffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/L komen, en dit is niet het geval (zie paragraaf 3.2). Aangezien de bodemsamenstelling in het NCP rond het platform en het kabeltracé voornamelijk uit zand bestaat dat snel bezinkt, zullen de effecten van vertroebeling op aanwezige zandkokerwormen gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van het kabeltracé.

Habitataantasting

Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen verdwijnen of afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding van het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig weggevaagde riffen gaan. Zo wordt algemeen aangenomen dat het beperkte (en voorheen onwaarschijnlijk geachte) voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (Garcia et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). Doordat bodemvisserij binnen het Windpark IJmuiden Ver in de toekomst niet meer is toegestaan bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

Het valt echter niet uit te sluiten dat er tijdens de aanleg van het voorkeurstracé ook riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 72 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa*, zie Figuur 73 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar veel wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn alleen niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *'De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'*.

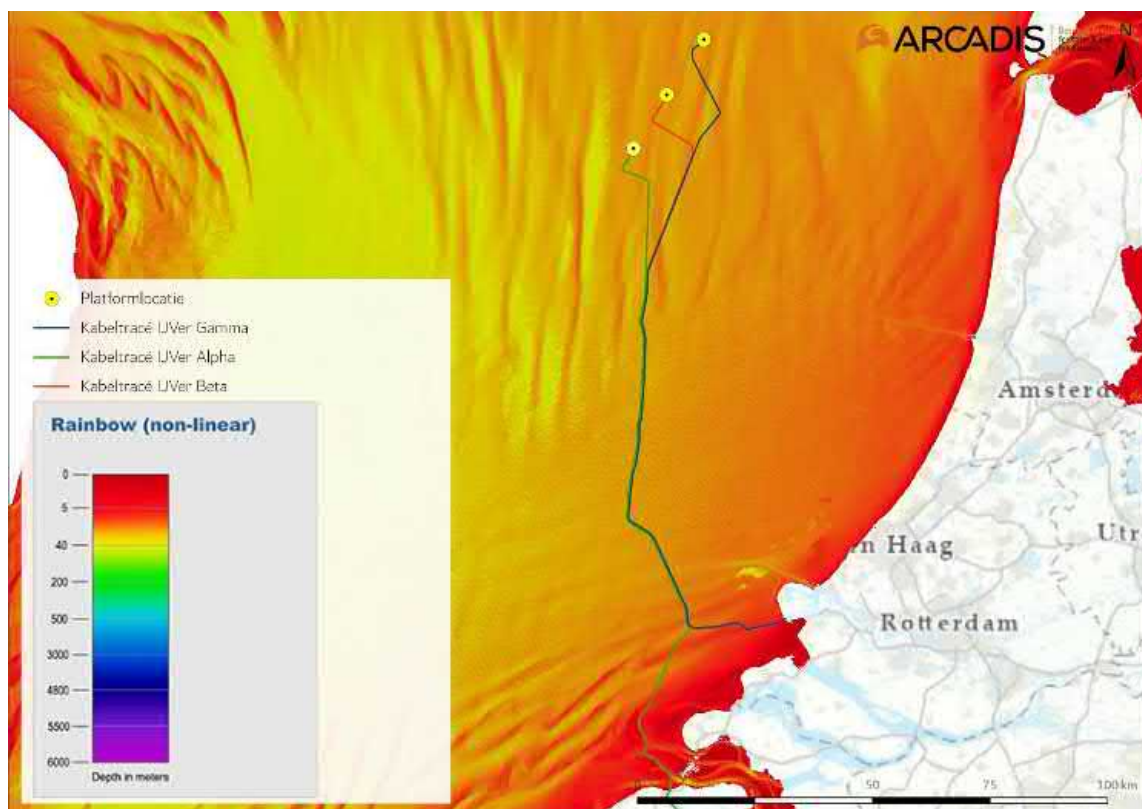
De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het voorkeurstracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot de reikwijdte het bagger/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de *S. spinulosa* riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke verwoesting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting kunnen (grotendeels) lege velden na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De

doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).

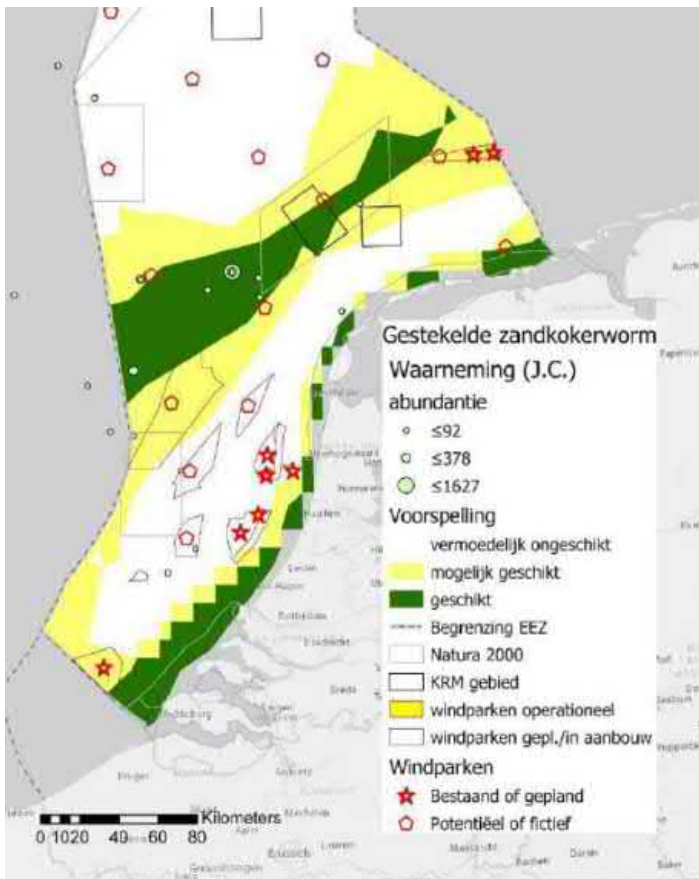
Om negatieve effecten op de soort te voorkomen kunnen de volgende maatregelen plaatsvinden:

- Met de huidige informatie kan niet worden vastgesteld of en waar de riffen op de tracés voorkomen. Door het analyseren van de Multibeam data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Multibeam scan of gericht onderzoek kan met meer zekerheid een tracé optimalisatie van het voorkeurstracé worden uitgevoerd binnen de aangestelde corridor (micro-rerouten). Zo kunnen (zover dit technisch mogelijk is) delen van het rif ontzien worden, waardoor herstel sneller plaats kan vinden.
- De resultaten van de Multibeam analyse, evenals de keuze voor de optimale route die hierop wordt gebaseerd, dienen vastgelegd te worden in een logboek.

De bovengenoemde maatregelen zijn gericht op het voorkomen van incidentele schade, echter is kans op verstoring of doden van exemplaren tijdens de werkzaamheden niet uit te sluiten. Voor de zandkokerwormriffen gelden momenteel nog geen beschermingsmaatregelen, waardoor een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen niet noodzakelijk is. De algemene zorgplicht is wel van toepassing.



Figuur 72 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, bathymetriegegevens (EMODnet, n.d.)



Figuur 73 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa* uit Bos et al(2019)

5.9.2 Rode lijst-soorten: insecten

In het projectgebied zijn geen beschermde insectensoorten waargenomen. Ten aanzien van de Rode lijst-soorten is het aannemelijk dat het vergraven impact heeft op het leefgebied. De verstoring is slechts van tijdelijke aard en er zijn in de omgeving echter voldoende alternatieven beschikbaar. Hierdoor zullen de populaties van deze soorten niet in gevaar komen.

5.9.3 Rode lijst-soorten: flora

Ten aanzien van de Rode lijst-soorten zijn met name ten zuiden van de Noordzeeboulevard groeiplaatsen bekend. De werkzaamheden hebben geen direct negatief effect op Rode lijst-soorten, echter kan het materieel (onbedoeld) leiden tot schade.

De bekende groeiplaatsen dienen daarom vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld gemarkeerd met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen en ander materieel.

6 Toetsing

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld of de effecten die optreden als gevolg van het leggen van de kabels, het heien van het platform en de aanleg van het converterstation ten behoeve van Net op zee IJmuiden Ver Gamma kunnen leiden tot overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten uit de Wet natuurbescherming (artikelen 3.1, 3.5 en 3.10).

6.1 Vogels

In Tabel 9 zijn de relevante verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 9 Relevante verbodsbepalingen voor vogels

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Alle vogelsoorten	Artikel 3.1 Wnb	Lid 1: Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen. Lid 4 en 5: Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen (lid 4). Dit verbod is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

6.1.1 Zichtjagende vogels

In Tabel 9 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Zichtjagende vogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring en vertroebeling. Uit de analyse in paragraaf 5.1.1 blijkt dat zichtjagende vogels op zee (rondom de bruine bank) en zichtjagende broedvogels zoals dwergstern, grote stern, noordse stern en visdief genoeg areaal hebben om te jagen en zodoende niet verstoord worden door vertroebeling. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan tevens worden uitgesloten dat zichtjagende vogels verstoord worden door bovenwaterverstoring.

6.1.2 Trekvogels

In Tabel 9 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Trekvogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring, vooral wanneer deze aan het ruien of rusten zijn. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan worden uitgesloten dat alle trekvogels behalve de bergeend verstoord worden door bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden wanneer het verlichtingsplan in acht wordt genomen. Voor de bergeend is er een mitigerende maatregel nodig, opgenomen in paragraaf 6.10.1, om uit te sluiten dat verbodsbepalingen overtreden worden.

6.1.3 Broedvogels

In Tabel 9 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan niet worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 6.10.2. Met deze maatregelen kan worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Er is daarom geen ontheffing benodigd voor broedvogels op land.

Voor schadelijke werkzaamheden aan broedende vogels in het broedseizoen wordt geen ontheffing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Werkzaamheden vinden daarom plaats buiten het broedseizoen, tenzij niet anders mogelijk is wegens gegronde redenen, bijvoorbeeld m.b.t. werkveiligheid. In dit geval dienen tijdig maatregelen getroffen te worden zoals buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aan te passen zodat het niet meer geschikt broedgebied betreft.

6.2 Vleermuizen

In Tabel 10 zijn de verbodsbepalingen voor vleermuizen opgenomen.

Tabel 10 Relevante verbodsbepalingen voor vleermuizen

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Verscheidene vleermuissoorten	Artikel 3.5 Wnb	Geen. Door toepassing van het verlichtingsplan is ook Lid 2 (het is verboden dieren opzettelijk te verstoren) niet van toepassing.

Op basis van de analyse in paragraaf 5.2 kan, doordat wordt gewerkt conform een op wettelijke richtlijnen gebaseerd verlichtingsplan (welke dient voor de minimalisatie van verstoring van o.a. vleermuizen), worden uitgesloten dat vleermuizen verstoord worden. Aanvullende maatregelen of een ontheffing zijn niet aan de orde, er wordt voldaan aan de zorgplicht. Door het incidentele voorkomen van vleermuizen bij het landdeel is opzettelijke verstoring ook hier uitgesloten.

6.3 Zeezoogdieren

6.3.1 Zeehonden

In Tabel 11 zijn de relevante verbodsbepaling voor zeehonden opgenomen. Zeehonden kunnen verstoring ondervinden door bovenwaterverstoring en impuls-onderwatergeluid. Uit paragraaf 5.3.2 blijkt dat met toepassing van alle mitigerende maatregelen (zoals beschreven in paragraaf 6.10.3) de werkzaamheden hoogstens kunnen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar dat er geen sprake is van significante effecten op populatieniveau.

Uit paragraaf 5.3.3 blijkt dat met toepassing van mitigerende maatregelen de werkzaamheden geen zogende zeehonden verstoord en zodoende geen significante effecten heeft op populatieniveau. De Wet natuurbescherming verbiedt verstoring van zeehonden niet, wat betekent dat als aan de zorgplicht voldaan is (door de mitigerende maatregelen) er geen verdere acties, zoals het aanvragen van een ontheffing, genomen te hoeven worden.

Tabel 11 Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond	Artikel 3.10 Wnb	Geen relevante verbodsbepaling voor verstoring
Grijze zeehond		
Bruinvis	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren

6.3.2 Bruinvissen

In Tabel 11 zijn de verbodsbepalingen voor bruinvissen opgenomen. De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfinen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfinen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen. De bruinvis kan mogelijk verstoring ondervinden door impuls-onderwatergeluid.

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm (paragraaf 5.3.2) kan niet worden uitgesloten dat deze overschreden wordt. Daarom zijn er maatregelen nodig, deze zijn opgenomen in hoofdstuk 6.10.4.

Met deze maatregelen wordt de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast als gevolg van heien van de platforms en turbines. Ter controle dient echter tijdens de werkzaamheden een monitoringsprogramma uitgevoerd te worden. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of genomen maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Ondanks deze mitigerende maatregelen zijn significante effecten op het individu niet uitgesloten. Hierom moet er een ontheffing voor de Wet Natuurbescherming worden aangevraagd.

6.4 Vissen

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen.

Tabel 12 Relevante verbodsbepalingen voor vissen

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Houting	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren
Steur		Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

In de Wnb geldt voor de houting en de steur een beschermingsregime. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend aan fluctuerende slibconcentraties. Tevens betreft het een zeer klein oppervlakte waar vertroebeling plaatsvindt. Aan de hand van de toetsing in paragraaf 5.4.1 blijkt dat de kans op verstoring van individuele dieren daarmee verwaarloosbaar is.

Op de locaties waar werkzaamheden plaatsvinden komen geen voortplantingsplaatsen van beide soorten voor. Beschadiging of vernieling van voortplantingsplaatsen door werkzaamheden is daarom uitgesloten.

Ook is de kans op verstoring door continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen uitgesloten, aangezien deze niet in het plangebied zijn waargenomen rondom het platform.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.5 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

6.5 Konijn

In Tabel 13 zijn de relevante verbodsbepalingen voor konijn opgenomen.

Tabel 13 Relevante verbodsbepalingen voor konijn.

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Konijn	Artikel 3.10 Wnb*	Lid 1a: Het is verboden in het wild levende zoogdieren (...) van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel A, bij deze wet, opzettelijk te doden of te vangen. Lid 1b: Het is verboden om de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in onderdeel a opzettelijk te beschadigen of te vernielen.

*Konijn is beschermd conform Artikel 3.10, maar is voor voorliggend project vrijgesteld voor een ontheffing voor de uitvoering van werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting (bevoegd gezag RvO).

Op basis van de analyse in paragraaf 5.5 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat konijn gedood wordt of dat voortplantingsplaatsen of rustplaatsen worden beschadigd of vernield, waardoor de verbodsbepaling wordt overtreden. Konijn staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'gevoelig' en 'zeer sterk achteruitgegaan' (website Zoogdierverseniging). Dat de staat van instandhouding zeer ongunstig is wordt onderbouwd in Ter Harmsel et al. (2022)¹. Verstoring, doden en/of vernietigen van verblijfplaatsen heeft mogelijk gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding van de (lokale) populatie. Hoewel er sprake is van een vrijstelling van ontheffingsplicht bij ruimtelijke ontwikkeling en inrichting zijn, gezien de negatieve trend van de soort, maatregelen in het kader van de zorgplicht wenselijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.8.

6.6 Zandhagedis

In Tabel 14 zijn de relevante verbodsbepalingen voor zandhagedis opgenomen.

Tabel 14 Relevante verbodsbepalingen voor zandhagedis

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Zandhagedis	Artikel 3.5 Wnb	Lid 1: Het is verboden in het wild levende dieren [...] in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

Op basis van de analyse in paragraaf 5.5 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat leefgebied wordt vernield en dat zandhagedissen verstoord worden, waardoor verbodsbepalingen overtreden worden. Zandhagedis staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'kwetsbaar'. De langjarige trend in aantallen van de soort vertoont een matige toename (laatste 10 jaar onzeker). De langjarige trend in verspreiding vertoont een matige toename (website Ravon). Wanneer te veel aantasting van leefgebied en verstoring plaatsvindt kan dit gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 6.10.5. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat

¹ Harmsel, R. ter, R.J. Bijlsma, E. van der Grift, N. Villing, M. van Eupen, L. Biersteker & S. Los, 2022. Staat van instandhouding haas en konijn. Wageningen, Wageningen Environmental Research, rapport 3153.

verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor zandhagedis.

6.7 Rugstreepad

In Tabel 15 zijn de relevante verbodsbepalingen voor rugstreepad opgenomen.

Tabel 15 Relevante verbodsbepalingen voor rugstreepad

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Rugstreepad	Artikel 3.5 Wnb	Lid 1: Het is verboden in het wild levende dieren [...] in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen. Lid 2: Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren Lid 4: Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

Op basis van de analyse in paragraaf 5.7 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat leefgebied wordt vernield en dat rugstreepadden verstoord worden, waardoor verbodsbepalingen worden overtreden. Rugstreepad staat op de Rode lijst geclassificeerd als 'gevoelig' en de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Ravon). Wanneer te veel aantasting van leefgebied en verstoring plaatsvindt kan dit gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 6.10.6. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor rugstreepad.

6.8 Glad biggenkruid

In Tabel 16 zijn de relevante verbodsbepalingen voor glad biggenkruid opgenomen.

Tabel 16 Relevante verbodsbepalingen voor flora

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Glad biggenkruid	Artikel 3.10 Wnb	Lid 1c: Het is verboden vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Op basis van de analyse in paragraaf 5.8 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat glad biggenkruid vernietigd wordt, waardoor de verbodsbepaling wordt overtreden. Glad biggenkruid staat op de Rode lijst geclassificeerd als ‘bedreigd’ en ‘zeer sterk achteruitgegaan’, de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Floron). Vernietiging van een standplaats heeft dus gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding van de (lokale) populatie. Om de negatieve effecten door de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.10.7. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor deze soort.

6.9 Zandkokerworm(riffen)

Voor zandkokerworm(riffen) zijn geen verbodsbepalingen opgenomen, aangezien de soort niet beschermd is. Wel treedt de zorgplicht op (zie paragraaf 6.10.8).

6.10 Mitigerende maatregelen

6.10.1 Bergeend

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op de bergeend dienen de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen:

Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (juni t/m september) van de bergeend op de 2^e Maasvlakte wordt er gebruikt gemaakt worden van een professionele vogelwaarnemer die zich aan boord van het schip bevindt. Aangezien bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringafstand de werkzaamheden voor één of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel in de kustzone dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1500 m van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hiervoor geschikt is. Indien het zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

6.10.2 Broedvogels

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op algemene broedvogels dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen:

- Voer de werkzaamheden in potentieel broedgebied van vogels uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli). Indien dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen;
- Aangezien de meeuwensoorten niet jaarrond beschermd en niet honkvast zijn, kan buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aangepast worden zodat het niet meer geschikt is om in te gaan broeden. In dit geval zou dan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt kunnen worden. Een mogelijke mitigerende maatregel zou zijn om tussen half februari en augustus de beoogde werktracés vrij te houden. Dit kan worden gedaan door honden op de tracés te laten lopen en netten toepassen om de meeuwen weg te houden.
- Het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecoloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen of broedende vogels).

De zorgplicht blijft, ongeacht de status van de soorten, wel van kracht. Geadviseerd wordt een controle van het plangebied uit te voeren direct voorafgaande aan de werkzaamheden. Enkele vogelsoorten kunnen afhankelijk van de weersomstandigheden het hele jaar door broeden.

6.10.3 Zeehonden

Met het oog op effecten op zeehonden door bovenwaterverstoring dient de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Tijdens werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de 2^e Maasvlakte moet er gebruik gemaakt worden van een professionele zeehondenwaarnemer. Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen, mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer kan indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. De zeehondenwaarnemer zal verifiëren of er zeehonden aanwezig zijn tot 1.200 m vanaf het schip of vanaf de aanlandingswerkzaamheden. De zeehondenwaarnemer zal zelf een inschatting maken welk gereedschap hiervoor geschikt is. Indien het zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen.

Voor effecten op zeehonden door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende heien-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:

- Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm vanuit het KEC. Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee wordt de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen worden dan in de uitvoering toegepast.
- Om te borgen dat de uit te voeren UXO+ pre surveys binnen de berekeningen van deze toets (zie paragraaf 5.3.2) blijven, nemen we op dat voorafgaand aan de start van de surveys specifieke berekeningen worden uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). In deze toets is aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de route surveys. Indien uit de berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze Wnb-Soortenbescherming opgenomen effecten, worden aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te getroffen.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

6.10.4 Bruinvissen

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende heien energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van een bellenscherm, en wanneer nodig een tweede bellenscherm
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft worden de volgende maatregelen getroffen ter controle:
 - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELs = 160 dB re 1 μ Pa2s (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee zal de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
 - Om te borgen dat de uit te voeren UXO+ pre surveys binnen de berekeningen blijven, worden voorafgaand aan de start van de surveys specifieke berekeningen uitgevoerd door de uitvoerder van de surveys (op basis van werkelijk in te zetten materieel). In deze

toets is aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de route surveys. Indien uit de berekeningen van de uitvoerder blijkt dat niet voldaan kan worden aan de bovengrens van de in deze Wnb-Soortenbescherming opgenomen effecten, worden aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD getroffen.

- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bruinvissen als gevolg van heien van de platforms en turbines en het uitvoeren van de geofysische surveys geen negatieve effecten (Heinis et al., 2019b). Dit dient echter tijdens de aanlegwerkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

6.10.5 Zandhagedis

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen dient met het volgende rekening gehouden te worden:

- Een effect is te voorkomen door werkzaamheden in (mogelijk) zandhagedisleefgebied uit te voeren buiten het actieve seizoen van de zandhagedis. De periode buiten dit actieve seizoen (i.e. het inactieve seizoen) loopt van midden oktober tot en met midden maart.
- Indien werkzaamheden toch (deels) moeten worden uitgevoerd tijdens het actieve seizoen, bijvoorbeeld wegens gegronde redenen m.b.t. werkveiligheid zijn maatregelen noodzakelijk die ervoor zorgen dat zandhagedissen niet op het werkterrein terecht komen. Een maatregel is het afschermen van de randen van het werkterrein met een tijdelijk reptiel-werend scherm. Het plaatsen van het scherm dient vóór maart gebeurd te zijn. Het te plaatsen scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog waarbij minimaal 10 centimeter wordt ingegraven. Het scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op o.a. kieren en overhangende vegetatie, dit om goed functioneren van het reptielenscherm te waarborgen. Dit moet worden uitgevoerd voor de maand maart en voorafgaand aan de werkzaamheden functioneel zijn. Indien er toch zandhagedissen op het werkterrein aanwezig zijn, moeten deze worden weggevangen en buiten het werkgebied in een geschikt habitat teruggezet worden. Hiervoor moet een combinatie van afvangmethodes worden gebruikt.

Met het toepassen van de mitigerende maatregelen worden negatieve effecten zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Wel is sprake van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, waardoor wel een ontheffing nodig is.

6.10.6 Rugstreeppad

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen noodzakelijk.

- Een effect is te voorkomen door werkzaamheden in (mogelijk) rugstreeppadleefgebied uit te voeren buiten het actieve seizoen van de rugstreeppad. De periode buiten dit actieve seizoen (i.e. het inactieve seizoen) loopt van midden oktober tot en met midden maart.
- Bij uitvoering buiten de actieve periode (oktober tot en met eind maart), zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Indien de uitvoering in de actieve periode (eind maart tot en met begin oktober) plaatsvindt, moet voorafgaand aan de activiteiten het projectgebied ontoegankelijk gemaakt worden voor rugstreeppadden door een ecologisch deskundige. Hierbij worden de randen van het werkterrein met een tijdelijk amfibie-werend scherm afgeschermd. Het plaatsen van het scherm dient vóór maart gebeurd te zijn. Het te plaatsen scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog waarbij minimaal 10 centimeter wordt ingegraven. Het scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op o.a. kieren en overhangende vegetatie, dit om goed functioneren van het amfibie-werend scherm te waarborgen. Indien er toch rugstreeppadden op het werkterrein aanwezig zijn, moeten deze worden weggevangen en buiten het werkgebied in een geschikt habitat teruggezet worden.
- Daarnaast kunnen overwinterende rugstreeppadden zich bij het converterstation bevinden in de periode oktober tot en met maart. Deze moeten worden weggevangen en buiten de invloedssfeer van de activiteiten in een geschikt habitat teruggezet worden. Het is van belang dit zonder langdurige tussentijdse opslag te doen en dat dit voor de periode waarin ei-afzet plaatsvindt gebeurt. Globaal genomen betreft dit de periode april tot en met juli. Bij het afvangen dient er gebruikt te worden gemaakt van een combinatie van afvangmethodes. Eventueel aangetroffen eieren en larven dienen naar geschikt water in de nabijheid van het project te worden overgezet.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregelen zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

6.10.7 Glad biggenkruid

Als er groeiplaatsen ter plaatse van de locatie van het converterstation of tracé verloren gaan door de aanlegwerkzaamheden, is het verplaatsen en compenseren van de soort noodzakelijk. Bij het huidige ontwerp en de voorziene werkterreinen gaat het om het tracé, het converterstation en bijbehorende werkterreinen. Op basis van de uitgevoerde inventarisatie zal bij het converterstation een gebied van 2,25 ha geschikt biotoop voor gladbiggenkruid verloren gaan. Bij het converterstation wordt geadviseerd om een jaar voorafgaand aan de werkzaamheden de locatie te onderzoeken op groeiplaatsen van gladbiggenkruid. De voorkeur gaat uit naar een min of meer bestendige groeiplaats, zo dichtbij mogelijk bij de bestaande locatie. De nieuwe groeiplaats dient van minimale gelijkwaardige kwaliteit zijn: open, zonnige plaats op droge, kalkarme, betrekkelijk voedselarme zandgrond (zowel lemig als leemarm mag); in duingebied is ook licht betreden grasland en oppervlakkig ontkalkt duinzand geschikt. Een aantal plaatsen op de Maasvlakte komen hiervoor in aanmerking, bijvoorbeeld het terrein in de nabijheid van het converterstation en het kabeltracé.

Op de delen van het kabeltracé waar open ontgraving wordt uitgevoerd wordt gladbiggenkruid na de aanleg teruggeplaatst. Daarnaast dient er na de werkzaamheden leefgebied voor gladbiggenkruid ter compensatie van het verlies aan groeiplaats ter plaatse van het nieuwe converterstation en werkterreinen te worden ingericht.

Het verplaatsen van glad biggenkruid moet buiten de bloeiperiode (die loopt van juni tot september) uitgevoerd worden. De zode, het gaat om een eenjarige plant zodat ook de zaadbank van belang is, dient geplagd en verplaatst te worden naar de nieuwe groeiplaats. Mogelijk is het noodzakelijk om de zoden tijdelijk op depot te plaatsen (afhankelijk van volgordelijkheid in uitvoering). Daarnaast zal zaad worden verzameld om bij te zaaien bij het terugplaatsen, om de slagingskans te vergroten. De exacte werkwijze bij het verplaatsen en de geschikte locatie dient uitgevoerd en begeleid te worden door een deskundig ecooloog. Vanwege tijdsverloop is te zijner tijd een actuele inventarisatie en markering van standplaatsen nodig. Bij de aanvang van de werkzaamheden zal een Ecologisch werkprotocol (EWP) worden opgezet waarin deze inventarisatie plaatsvindt en waarin wordt beschreven waar de plant naartoe wordt verplaatst. Na de afronding van het kabeltracé dient er twee jaar lang monitoring plaats te vinden op aanwezigheid van (nieuwe) planten op het kabeltracé waar uitgezaaid is. Mocht blijken dat niet of onvoldoende herstel is opgetreden dient actief zaad gewonnen te worden uit bestaande populatie en actief uitgezaaid op die delen van het traject waar geen of onvoldoende herstel heeft plaats gevonden. Er is sprake van voldoende herstel als minimaal hetzelfde aantal planten aanwezig is in de herstelde situatie als geteld in de aangetaste situatie. Het monitoringsrapport dient dit helder weer te geven, zowel in aantal als in locatie.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregel worden negatieve effecten op glad biggenkruid zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van verwijderen van exemplaren van de huidige groeiplaats, is een ontheffing nodig.

6.10.8 Zorgplicht

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op soorten in het algemeen dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen in het kader van de zorgplicht.

- Verplaats binnen het werkgebied aangetroffen soorten, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten, naar veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan muizen in winterslaap. Een ecooloog wordt ingeschakeld om passende maatregelen te nemen. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht uit artikel 1.11 van de Wet natuurbescherming, die alle in het wild voorkomende soorten beschermt.

Daarnaast dient tijdens de werkzaamheden te allen tijde rekening gehouden te worden met de algemene zorgplicht:

- Werk zo veel mogelijk in de richting waarin soorten kunnen vluchten.
- Het materieel moet zorgvuldig en deskundig worden gebruikt, zodat geen onnodige schade wordt veroorzaakt of onnodige verstoring van flora en fauna optreedt.

Konijn

Om negatieve effecten op de soort te voorkomen en/of te verzachten zijn de volgende maatregelen aanbevolen.

- Bij uitvoering binnen en buiten de actieve periode gaan ontgravingen zoveel als mogelijk niet door konijnenburchten heen en er wordt enkele meters afstand gehouden, zodat ingangen en/of tunnels niet instorten.
- Indien burchten niet geheel ontzien kunnen worden is ernstige verstoring en/of doden van konijnen te voorkomen door werkzaamheden in konijnleefgebied uit te voeren buiten het

actieve seizoen van het konijn. De periode buiten dit actieve seizoen loopt van augustus tot en met december.

- Werkzaamheden die de konijnenburchten aantasten kunnen alleen binnen de actieve periode plaatsvinden wegens gegronde redenen m.b.t bijvoorbeeld de werkveiligheid.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregelen worden negatieve effecten zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit.

Zandkokerworm(riffen)

Aangezien zandkokerwormriffen niet kunnen vluchten tijdens de werkzaamheden wordt er vanuit ecologie geadviseerd om gericht onderzoek te doen naar de aanwezigheid hiervan. Dit kan met de volgende mitigerende maatregelen:

- Door het analyseren van de Multibeam data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Multibeam scan of gericht onderzoek kan met meer zekerheid een tracé optimalisatie van het voorkeurstracé worden uitgevoerd binnen de aangestelde corridor (micro-rerouten). Zo kunnen (zover dit technisch mogelijk is) delen van het rif ontzien worden, waardoor herstel sneller plaats kan vinden.
- De resultaten van de Multibeam analyse, evenals de keuze voor de optimale route die hierop wordt gebaseerd, dienen vastgelegd te worden in een logboek.

De praktische haalbaarheid van deze mitigerende maatregelen is echter niet zeker omdat het niet volledig duidelijk is of zandkokerwormriffen gelokaliseerd kunnen worden in vooronderzoek en de mogelijkheden van rerouting binnen de corridor afhankelijk van de ruimte in de corridor in relatie tot de omvang van de riffen.

Rode lijst flora

De groeiplaatsen van Rode lijst-soorten, met name ten zuiden van de Noordzeeboulevard, dient vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen of ander materieel. Toplaag/plaggen met bijzondere vegetatie moeten altijd op depot gezet worden en teruggelegd worden na ingreep.

6.11 Conclusie

6.11.1 Op zee

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, significant negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten voor de bruinvis. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepaling op bruinvis.

6.11.2 Op land

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, significant

negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten voor de rugstreeppad, zandhagedis en glad biggenkruid. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepalingen op de rugstreeppad, zandhagedis en glad biggenkruid.

7 Referenties

- Aarts, G. (2021). *Memo “Estimated distribution of grey and harbour seals” for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.
- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16, November*, 43. <http://dx.doi.org/10.18174/400306>.
- Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 113–121. <https://doi.org/10.1002/aqc.1244>
- Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009a). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009b). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.
- Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*. RWS Centrale Informatievoorziening.
- Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. (1998). *Risico Analyse Mariene Systemen (RAM) verstoring door menselijk gebruik* (No. T1660). Rijkswaterstaat.
- Bakker, P., van der Berg, A., Aukes, P., & Heemsbergen, H. (2000). Factsheet glad biggenkruid. *Rapport / Directie Natuurbeheer;Nr. 43*.
- Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. V. D. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50, January*, 69.
- Bat Conservation Trust. (2020). *Surveys*. <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey>
- Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). *Sterna hirundo Common Tern*. *BWP Update*, 6, 91–137.
- Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERA Report*.
- BIJ12. (2017a). *Kennisdocument Noordse woelmuis*.
- BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.
- BIJ12. (2017c). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.
- Bij12. (2017). *Kennisdocument Zandhagedis Lacerta agilis*.
- Bijkerk, R. (1988a). *Ontsnappen of begraven blijven*.
- Bijkerk, R. (1988b). *Ontsnappen of begraven blijven*.
- Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.
- Boele, A., van Bruggen, J., Hustings, F., Koffijberg, K., Vergeer, J.-W., van der Meij, T., de Boer, V., Deuzeman, S., van Diek, H., de Jong, A., Kampichler, C., van Kleunen, A., Marx, L., Schekkerman, H., Schoppers, J., van Turnhout, C., Zoetebier, D., & van der Jeugd, H. (2015). *Broedvogels in Nederland in 2013*.

- Boele, A., van Bruggen, J., Slaterus, R., Vergeer, J.-W., & van der Meij, T. (2018). *Broedvogels in Nederland in 2016*.
- Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. <https://doi.org/10.18174/494566>
- Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpaalt en de Hooge Platen*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*.
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis)*. RIN-rapport 92/17.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.
- Buijs Ecoconsult BV. (2019). *Ecologisch werkprotocol Realisatiefase net op zee Hollandse Kust (zuid), betreffende de land gebonden activiteiten op de Maasvlakte Projectnummer 180901*.
- Bureau Stadsnatuur. (2013). *Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam*.
- Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises*. 580, 221–237.
- de Groot, A. V., Scholl, M. M., & Kuiters, A. T. (2016). *HPZ: verwachting 2015 over ontwikkeling vegetatie, duinen en habitats na 4 en 20 jaar*.
- de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.
- de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

- De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>
- Dekkers, J., Scholten, A., & Dirkes, M. (2016). *Aanvullende informatie n.a.v. Tussentijds oordeel Commissie voor de milieueffectrapportage* (No. 0; Vol. 31, p. 22).
- Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.
- Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, 50(7), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jav.02012>
- Ecomare.nl. (2017). *Dolfijnen*. <https://www.ecomare.nl/verdiep/leesvoer/dieren/dolfijnen/>
- EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
- Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019a). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019b). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., Engels, B. W. R., de Jong, J. W., Collier, M. P., Gyimesi, A., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., & Lilipaly, S. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199*.
- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020* (p. 135). <http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018>
- Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (No. 21–281). Bureau Waardenburg.
- Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 86(4), 277–285.
- Garcia, S., Álvarez, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.
- Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.

- Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20, February, 23*.
- Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.
- Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. 61, 127–136.
- Gill, A. B. (2015a). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B. (2015b). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.
- Goverse, E. (2018). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018*. Stichting RAVON i.o.v. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.
- Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Woodley, C. M., Carlson, T. J., & Popper, A. N. (2012). Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. *PLoS One*, 7(6), e38968.
- Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 36(1), 41–55.
- Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 39–64.
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Assessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635–651.
- Heinis, F., & Baptist, H. (2012). *Kolonies van Kleine mantelmeeuwen in het havengebied, visie op beheer, HbR NV*.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019a). *Kader Ecologie en Cumulatie—2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen*.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019b). *Kader Ecologie en Cumulatie—2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen*.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.
- Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
- Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. OCS Study BOEM 2018-003, 254.

- Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j.*
- Jaspers, C. J., Tuitert, D., Smith, K. C., Wessels, S., & van Dullemen, M. (2009). *Strategie m.b.t. Meeuwenkolonies in het havengebied van Rotterdam, Grontmij Houten.*
- Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C* (pp. 1–19).
- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.*
- Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*
- Ladich, F., & Fay, R. R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *23*(3), 317–364. <https://doi.org/10.1007/s11160-012-9297-z>
- Lagerveld, S., Gerla, D., Tjalling Van Der Wal, J., De Vries, P., Brabant, R., Stienen, E., Deneudt, K., Manshanden, J., & Scholl, M. (2017). *Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area.* Wageningen Marine Research.
- Lensink, R. (2015). Faunabeheerplan meeuwen havengebieden van Rotterdam, Dordrecht en Alblasserdam 2015-2019. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 14-146.*
- Leopold, M. F. (2017). *Seabirds? What seabirds? An exploratory study into the origin of seabirds visiting the SE North Sea and their survival bottlenecks.* <https://doi.org/10.18174/416194>
- Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."* www.imares.wur.nl
- Lilipaly, S. J., Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). *Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019. Deltamilieu Projecten Rijkswaterstaat.*
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielchets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351.*
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielchets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365.*
- Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielchets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364.*

- Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan* (p. 155).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saefthinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.
- Ministerie van LNV. (2008a). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137* (pp. 1–8).
- Ministerie van LNV. (2008b). *Dwergmeeuw (Larus minutus) (A177)*.
- Ministerie van LNV. (2008c). *Kleine mantelmeeuw (Larus graellsii) 22 A183* (pp. 1–4).
- Ministerie van LNV. (2008d). *Parelduiker (Gavia arctica) A002*.
- Ministerie van LNV. (2008e). *Roodkeelduiker (Gavia stellata) A001*.
- Ministerie van LNV. (2008f). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065* (pp. 1–4).
- Ministerie van LNV. (2016). *Noordse woelmuis (Microtus oeconomus ssp. Arenicola) | Beschermde natuur in Nederland*.
- Mitson, R. B. (1995). Underwater noise of research vessels Review and Recommendations. *ICES Cooperative Research Report, 209*, 61.
- Molenaar, J. G. (2003a). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.
- Molenaar, J. G. (2003b). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.
- Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000a). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
- Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000b). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering, 108*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- Noordzeeloket. (2017). *Vleermuizen*. In *Wind op Zee Ecologisch Programma*.
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. *US Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE, 9*.
- Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulowicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential effects of electrical energy transmission—the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanobiography*. <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018>
- Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving. (2020). *Het Akkoord voor de Noordzee* (p. 58).
- Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*. University of Plymouth in collaboration with Marine Ecological Surveys Limited and Plymouth Marine Laboratory.
- Prins, T., Van der Meer, J., & Herman, P. (2020). Eindrapportage monitoring—En onderzoeksprogramma Natuurcompensatie Voordelta (PMR-NCV). *Wageningen University & Research Report C053/20 Deltares:1230156-001-ZKS- 0001*.
- RAVON. (2021a). *Atlantische steur*. <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/europese-steur>
- RAVON. (2021b). *Houting*. <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/noordzeehouting>

- Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation* 1997 6:4, 6(4), 567–581. <https://doi.org/10.1023/A:1018385312751>
- Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017a). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
- Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017b). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie*.
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017a). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017b). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
- Rugvin. (2020). *Monitoringsresultaten Noordzee*.
- Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting versturende invloed werkparken ADT op vogels*.
- Snoek, R., de Swart, R., Didden, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- Sovon. (2021a). *Bontbekplevier*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/4700>
- Sovon. (2021b). *Dwergstern*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/6240>
- Sovon. (2021c). *Grote Stern*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/6110>
- Sovon. (2021d). *Kleine Mantelmeeuw*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/5910>
- Sovon. (2021e). *Noordse Stern*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/6160>
- Sovon. (2021f). *Roodkeelduiker*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/20>
- Sovon. (2021g). *Visdief*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/6150>
- Sovon. (2021h). *Zeekoet*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/6340>
- Sovon. (2021i). *Zilvermeeuw*. <https://www.sovon.nl/provincies#euring=5920&prov=ZL&lang=nl>
- Sovon. (2021j). *Zwarte zee-eend*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130>
- Stichting de Noordzee. (2018). *Verloren geachte riffen herontdekt—Stichting De Noordzee*. <https://www.noordzee.nl/verloren-geachte-riffen-herontdekt/>
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas, February*.
- UNEP/GRID-Arendal. (2011). *Nathusius'Pipistrelle distribution and migration*.

- van Bemmelen, R. S. A., Arts, F., & Leopold, M. F. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*. Imares. www.imares.wur.nl
- van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
- van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008>
- van Essen, M. (2020). *Ijmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
- van Essen, M. (2021a). *Ijmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.
- van Essen, M. (2021b). *Ijmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. <https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/>
- van Kan, D. H. A. W. (2016). Aanvullende informatie n.a. Tussentijdse oordeel Commissie voor milieueffectrapportage (Net op zee Hollandse Kust (zuid)). *Witteveen & Bos Projectcode AH579-21*.
- Verdaat, H. J. P. (2006). *Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (Gavia stellata) in de Voordelta*.
- Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.
- Vogelbescherming. (2020a). *Kleine Mantelmeeuw*. <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/kleine-mantelmeeuw>
- Vogelbescherming. (2020b). *Zilvermeeuw*. <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/zilvermeeuw>
- Waarneming.nl. (2017a). *Bultrug—Megaptera novaeangliae*. https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15
- Waarneming.nl. (2017b). *Gewone Dolfijn—Delphinus delphis*. <https://waarneming.nl/soort/view/1375>
- Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.
- Website NDFF. (2020). *Nationale Databank Flora en Fauna*. <https://www.ndff.nl/>
- Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017. Monitoring van diadrome vissen met focus op intrekende glasaal en driedoornige stekelbaars. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal*.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)

- Winter, H. V., Mulder, I. M., & Tangelder, M. (2021). *Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta*.
- Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.
- Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 107, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031>

COLOFON

Soortenbeschermingstoets Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Watertoetsen



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemene toetsingen	4
1.2	Doelstelling Watertoets	4
1.3	Leeswijzer.....	4
2	Afbakening	5
2.1	Inleiding.....	5
2.2	Vertroebeling	6
2.3	Sedimentatie	9
2.4	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	10
2.5	Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid	11
2.6	Bovenwaterverstoring op zee	16
2.6.1	Door geluid en visuele storing	16
2.6.2	Verstoring door licht	18
2.7	Habitataantasting.....	19
2.8	Elektromagnetische velden.....	20
2.8.1	Magneetvelden op zee voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma	20
2.9	Verontreiniging op zee.....	24
2.10	Warmteontwikkeling	24
2.11	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	24
3	Kaderrichtlijn Mariene Strategie.....	27
3.1	Wet- en regelgeving.....	27
3.1.1	Inleiding.....	27
3.1.2	D1. Biologische diversiteit.....	28
3.1.3	D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	29
3.1.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.....	30
3.1.5	D4. Voedselwebben	30
3.1.6	D5. Eutrofiëring.....	30
3.1.7	D6. Integriteit van de zeebodem	31
3.1.8	D7. Hydrografische eigenschappen	32
3.1.9	D8. Vervuilende stoffen	32
3.1.10	D9. Vervuilende stoffen in visproducten	33
3.1.11	D10. Zwerfvuil	33
3.1.12	D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid	34
3.2	Effectbepaling	35
3.2.1	Inleiding.....	35

3.2.2	Vertroebeling	36
3.2.3	Sedimentatie	48
3.2.4	Verstoring door continu onderwatergeluid	49
3.2.5	Verstoring door impuls onderwatergeluid	49
3.2.6	Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	56
3.2.7	Habitataantasting en habitatverandering	63
3.2.8	Elektromagnetische velden	66
3.3	Toetsing KRM	69
3.3.1	Inleiding	69
3.3.2	D1. Biologische diversiteit	69
3.3.3	D2. Niet-inheemse soorten	71
3.3.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	71
3.3.5	D4. Voedselwebben	72
3.3.6	D5. Eutrofiëring	72
3.3.7	D6. Integriteit van de zeebodem	72
3.3.8	D7. Hydrografische eigenschappen	72
3.3.9	D8. Vervuilende stoffen	72
3.3.10	D9. Vervuilende stoffen in visproducten	73
3.3.11	D10. Zwerfvuil	73
3.3.12	D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid	73
3.4	Conclusie	73
4	Kaderrichtlijn Water	74
4.1	Wet- en regelgeving	74
4.1.1	Inleiding	74
4.1.2	Chemische kwaliteit	75
4.1.3	Ecologische kwaliteit	75
4.2	Betrokken KRW-waterlichamen	77
4.2.1	KRW-doelstellingen	79
4.3	Effectbepaling	81
4.3.1	Inleiding	81
4.3.2	Vertroebeling	82
4.3.3	Continu-onderwatergeluid	83
4.3.4	Habitataantasting	84
4.3.5	Elektromagnetische velden	85
4.4	Toetsing KRW	86
4.4.1	Inleiding	86

4.4.2	Toetsingskader deel 1	89
4.4.3	Toetsingskader deel 3	90
4.4.4	KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust	90
4.4.5	Haringvliet-west	91
4.4.6	Hollandse kust.....	91
4.5	Conclusie	92
5	Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren.....	93
5.1	Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren	93
5.2	Effectbepaling	93
5.2.1	Verdroging.....	93
5.3	Toetsing.....	94
5.3.1	Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.....	94
5.3.2	Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen	94
5.4	Conclusie	95
6	Referenties.....	96
	Colofon.....	109

1 Inleiding

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders getoetst.

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets), dit rapport;
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water & Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit een:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water & Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren (Watertoets).

1.2 Doelstelling Watertoets

Op voorhand is niet vast te stellen of de aanleg en het gebruik van Net op zee IJmuiden Ver Gamma geen negatieve effecten heeft op de ecologie en milieudoelstellingen van de wateren waarin dit project wordt aangelegd. Het voorliggende rapport betreft daarmee een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A) aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW). Gezamenlijk de Watertoets genoemd.

1.3 Leeswijzer

De Watertoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Watertoets staan de aanleiding (hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (hoofdstuk 2) van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma weergegeven.

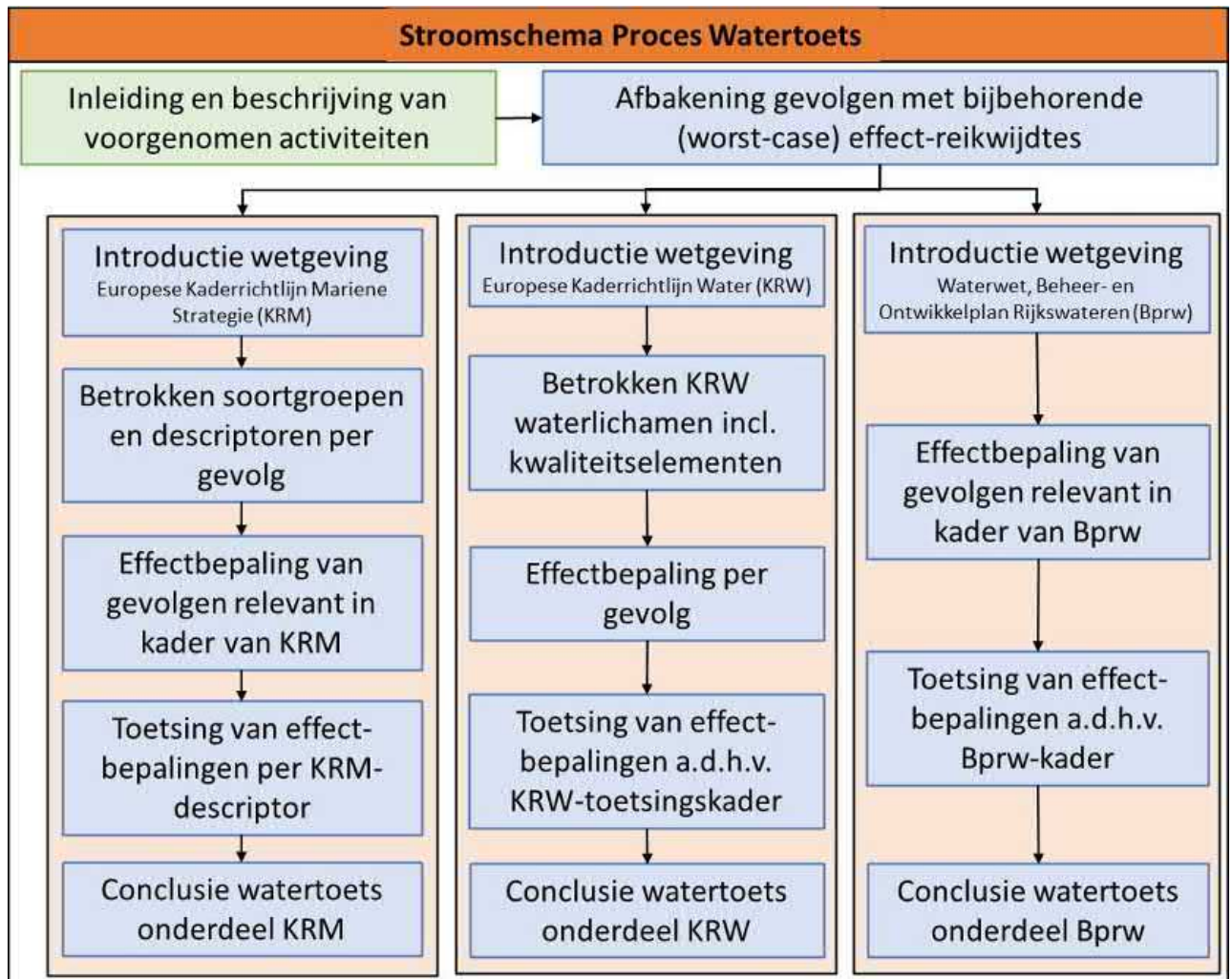
In deel B van de Watertoets vindt in hoofdstuk 2 de afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht moeten worden. Hierna wordt ieder beleidskader (KRM, KRW en BPRW) per hoofdstuk behandeld. Zo wordt in:

- Hoofdstuk 3 getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In paragraaf 3.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRM, waarna in paragraaf 3.2 de effectbepaling voor de KRM wordt gedaan. In paragraaf 3.3 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader en in paragraaf 3.4 is de conclusie opgesteld.
- Hoofdstuk 4 getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In paragraaf 4.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRW, waarna in paragraaf 4.2 een opsomming van de betrokken KRW-waterlichamen wordt gegeven. In paragraaf 4.3 wordt de effectbepaling

voor de KRW gedaan en in paragraaf 4.4 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader. Daarna wordt in paragraaf 4.5 de conclusie opgesteld.

- Hoofdstuk 5 getoetst aan Beheer- en Ontwikkelingsplan Rijkswateren. In paragraaf 5.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de BPRW, waarna in paragraaf 5.2 de effectbepaling voor de BPRW wordt gedaan. In paragraaf 5.3 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader en in paragraaf 5.4 is de conclusie opgesteld.

De stappen die worden doorlopen in deze watertoets zijn weergegeven in het stroomschema in Figuur 1.



Figuur 1 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen voor de Watertoetsen. Het groene blok is beschreven in deel A. De blauwe blokken zijn hier beschreven.

2 Afbakening

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma plaats voor het worst-case scenario. De activiteiten beschreven in deel A

hebben een aantal gevolgen die vervolgens een permanent of tijdelijk effect kunnen hebben op de ecologische waarden.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terechtkomt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
 - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
 - Door impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting door mechanische effecten op zee.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het gebruik van het in gebruik nemen van de kabels
- Verontreiniging, als gevolg van het opwoelen van chemische stoffen in het sediment tijdens werkzaamheden en gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling, als gevolg van het gebruik van de kabels in de gebruiksfase

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Effecten worden beschreven op basis van de uitvoeringsmethode die het grootste effect heeft. Per gevolg wordt gekeken hoe ver worst-case het gevolg van de activiteit reikt. Deze worst-case benadering is ook van toepassing op methodes die minder effect hebben. Zo zijn er voor het leggen van kabels twee verschillende methodes een (1x4)-kabelconfiguratie en een (2x2)-kabelconfiguratie (deel A hoofdstuk 2). De (2x2)-kabelconfiguratie is de worst-case en heeft de grootste versturende effecten en hierom worden dus alleen deze reikwijdtes benoemd. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringcontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

2.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 2.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (Zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De slibstudie is gemodelleerd vanaf de aanlanding bij de Maasvlakte II tot aan het platform. vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 2 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er geen vertroebeling op. Langs het gehele voorkeustracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op.



Figuur 2 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven) en boven de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie

2.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur sync. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya*, *Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigt de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodellerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het voorkeurstracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 2.2.

Figuur 3 weergeeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele voorkeurstracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.



Figuur 3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenoemde werkzaamheden

2.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen tijdens de aanlegfase treedt er verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid op door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van belLEN gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren schepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als Bijlage VIII is opgenomen in de ‘Ronde 2’ Passende Beoordeling voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardij schepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 4 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringcontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook

vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 4 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

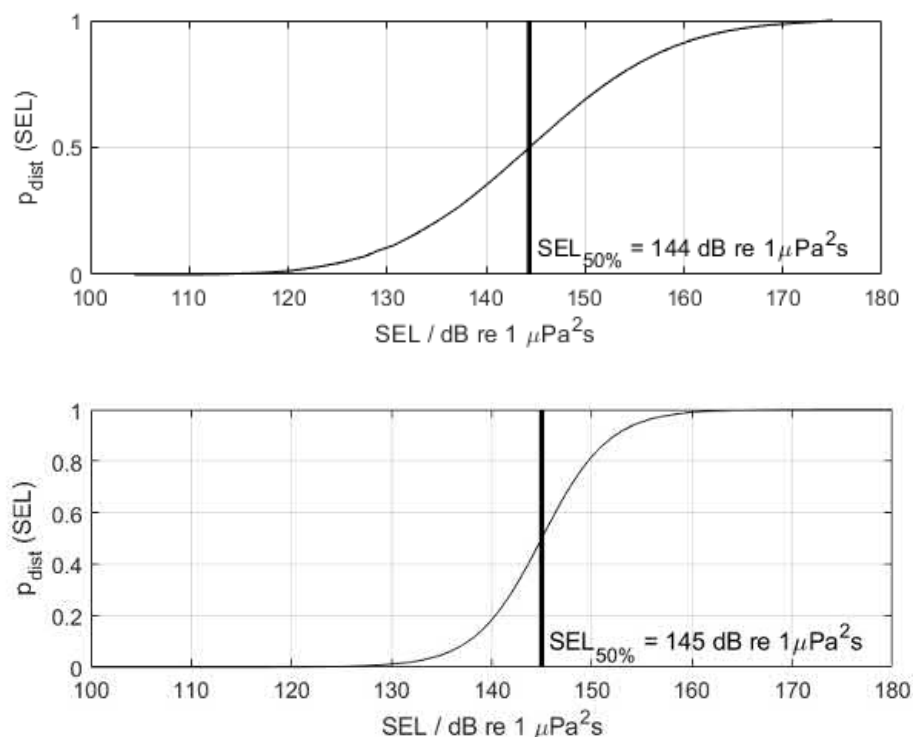
2.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er bij de aanleg van het platform impuls-onderwatergeluid op door heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie wordt alleen bij de optie van een stalen jacket geheid wat leidt tot de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls-onderwatergeluid op.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidsterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls-onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van wind op zee op bruinvissen en zeehonden berekend. Hiervoor gebruikt het KEC verstoringberekeningen die gebruik maken van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Van de bruinvis- en zeehondpopulaties in de Noordzee mag niet meer dan 5% verdwijnen door de aanleg van windparken op zee.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 5.



Figuur 5 Relaties tussen geluidsdosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven SEL_{50%}-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

- Er is 50% kans op verstoring van de dieren bij de volgende waarden:
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 144 dB re 1 µPa²s.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waarden berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:

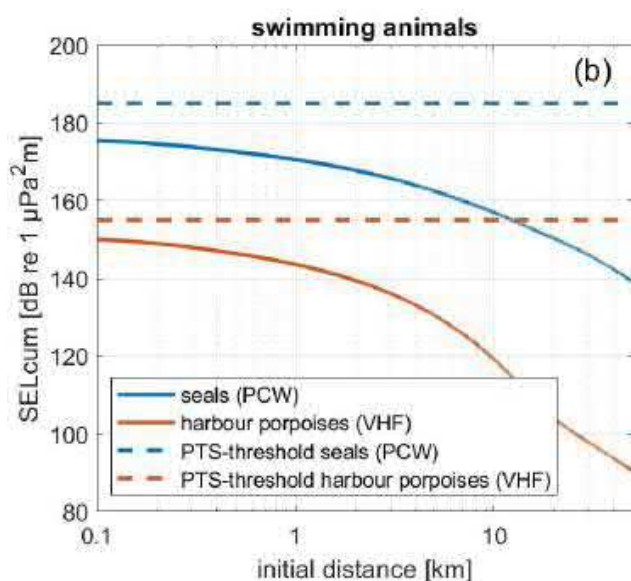
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa²s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is voornamelijk geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaarden van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waarden meegenomen in het KEC, en

wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van de resultaten van (Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaarden worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaarden voor TTS en PTS boven de genoemde waarden voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaarden voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens het KEC 4.0 is de kans op PTS echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uitgegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 6). Grenswaarden uit het KEC 4.0 zijn de maatstaf voor de toetsing in deze toets.



Figuur 6 Cumulatieve blootstelling aan heigeluid voor zwemmende zeezoogdieren (zeehonden (blauwe lijn) en bruinvissen (rode lijn)) en de PTS-drempelwaarde (Heinis et al., 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee IJmuiden Ver Gamma (TNO 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ is op 750 m. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring door heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 633 km² en voor bruinvissen 1.133 km² (zie Figuur 7).

Geofysische survey

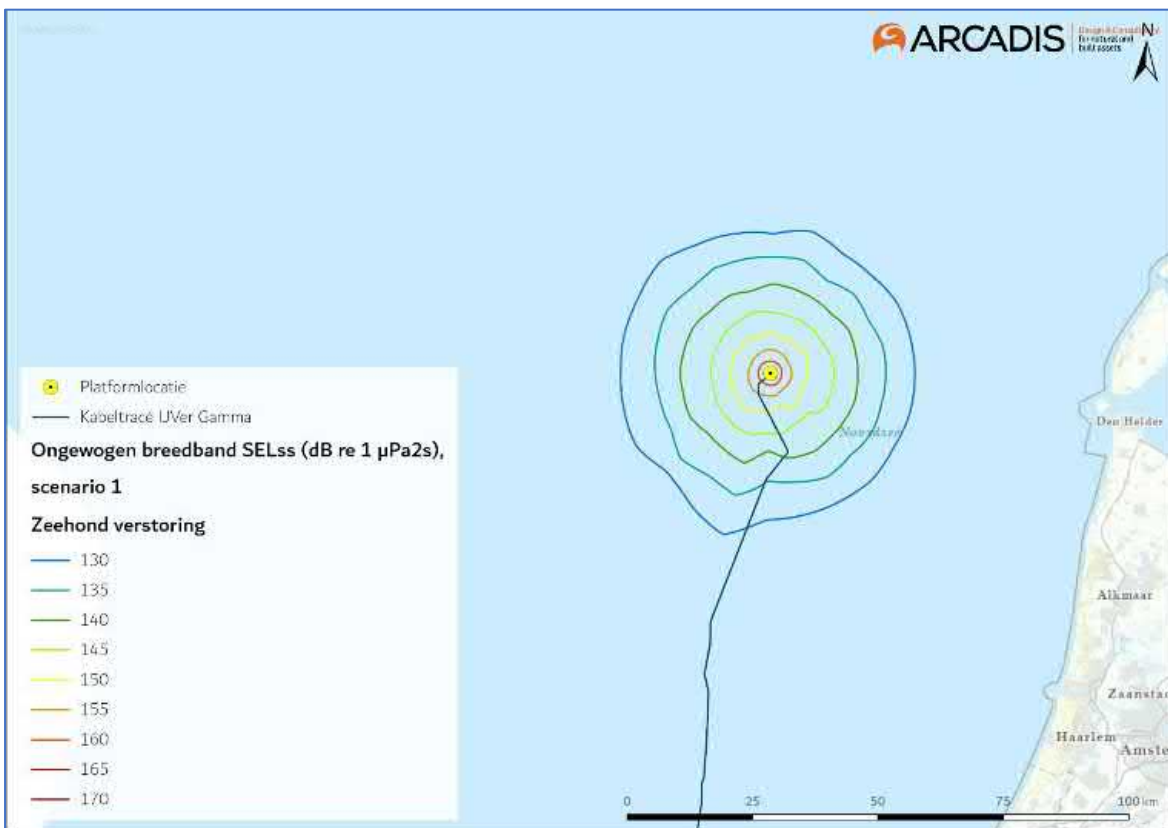
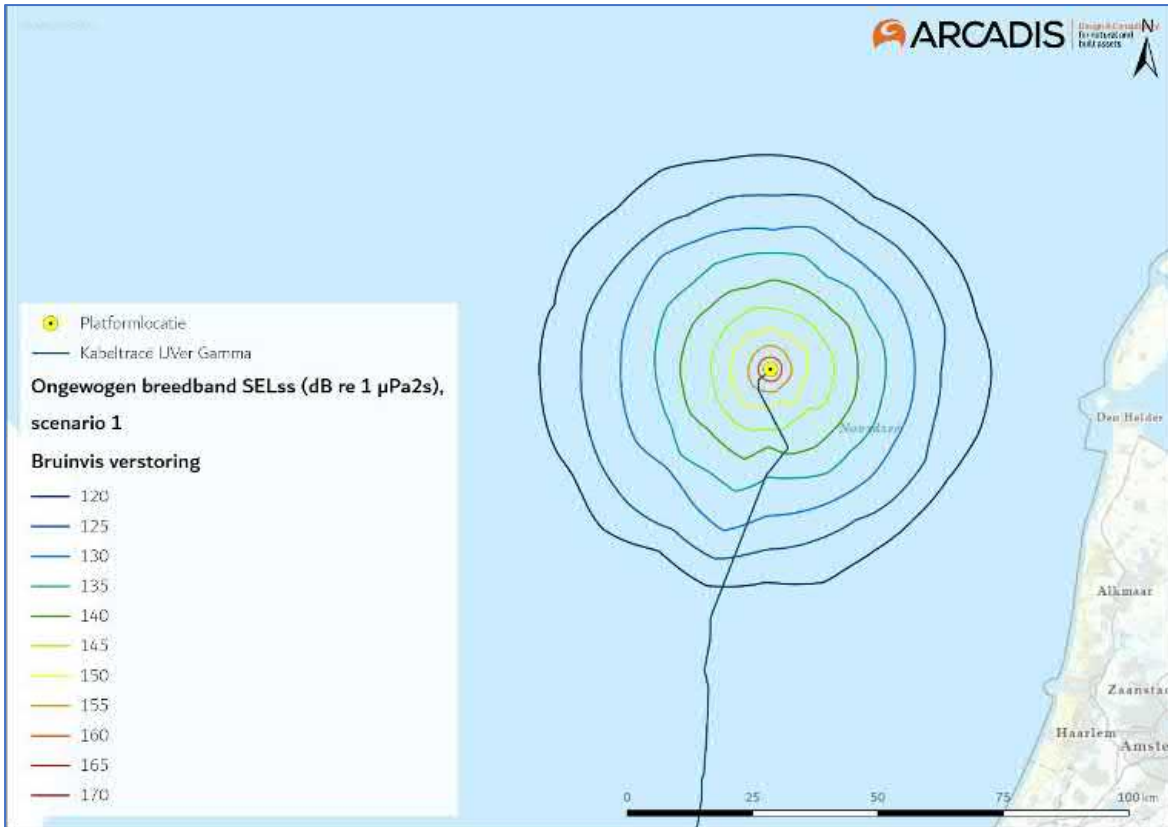
Het impulsgekluid dat vrijkomt bij de geofysische surveys is anders dan dat vrijkomt bij het heien. Tijdens de aanleg van windpark zijn er vier verschillende momenten waarop er geofysische surveys gedaan worden, namelijk:

- Globale fysische surveys van het gebied van het windpark
- Gedetailleerde survey van de locaties van de turbines, platform en kabels in het park

- Globale survey Net op zee
- Gedetailleerde survey Net op zee

In deze studie wordt gekeken naar de gedetailleerde survey van de locaties van de turbines, platform en kabels in het park. Het berekenen van het verstoringsoppervlak dat vrijkomt bij de geofysische surveys is berekend in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022). Uitgangspunten voor deze indicatieve berekening zijn:

- Een geofysische survey beslaat 10 km² per dag en gaat 24 uur per dag door en wordt alleen onderbroken wanneer er slecht weer is of wanneer er een nieuwe bemanning aan boord komt. Het aantal dagen dat er per windpark nodig is om de geofysische survey uit te voeren is oppervlakte wind park / oppervlakte van de geofysische survey (10 km²).
- Er wordt vanuit gegaan dat deze survey 1 voor de constructie van het park wordt gedaan.
- De geofysische survey wordt gedaan met een multibeam, sidescan sonar, magnetometer, sub-bottom profiler en een multi-channel sparker. Het gebruik van de multi-channel sparker is worst-case en deze heeft een bereik van 3 kilometer.
- Geen specifieke akoestische berekeningen zijn gedaan van het projectgebied van IJmuiden Ver Gamma. Gebaseerd op een gescand areaal van 10 km² en het gebruikt van een sparker met een verstoringscontour van 3 kilometer treedt verstoring op in een gebied van 84 km² (Heinis et al., 2022).



Figuur 7 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder)

2.6 Bovenwaterverstoring op zee

2.6.1 Door geluid en visuele storing

De aanwezigheid van het kabellegschip, baggerschepen en een helikopter, de vaarbewegingen van diverse schepen, de bouw van het platform en het verspreiden van baggerspecie tijdens de aanlegfase kan leiden tot permanente of tijdelijke verstoring door bovenwatergeluid, en tot optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is.

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verhareen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn waarbij de meest verreichende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Tijdens de aanlegfase zijn deze factoren tegelijk aanwezig en is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 2.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed, Wal, et al., 2011). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zwarte zee-eenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes (zoals rui of broedseizoen, maar ook voor overwintering) kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, namelijk 1.000 meter voor de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk (Krijgsveld et al., 2022). De roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend vliegen vaak ver weg na verstoring en hebben een trage terugkeertijd. De invloed van verstoring is voor deze soorten zeer groot en daarom wordt er een verstoringsafstand van 2.000 meter gehanteerd voor deze zeer gevoelige soorten (Krijgsveld et al., 2022).

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op

deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dicht naar het wateroppervlak gaan dan op het platform zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Didden & Bouma, 2012) blijkt de verstoringafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 8. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 8 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

2.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft in potentie effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017, p. 12), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring door licht is daarmee niet relevant als autonome verstoringbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringcontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers

van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient er o.a. voor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor scheepvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport).

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en eventuele werkverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Dit geldt ook voor de platformverlichting. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt binnen de reikwijdte van geluid tijdens de aanlegfase maar niet tijdens de gebruiksfase. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt hierom apart behandeld.

2.7 Habitataantasting

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse omgewoeld. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen habitattypen aangetast worden. Tijdens de gebruiksfase vindt er geen habitataantasting plaats.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Omdat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) varieert langs het voorkeustracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het voorkeustracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 2.2). Buiten (>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen de kustzone volstaat trenchen. Bij de aanlanding op de Maasvlakte wordt over een lengte van 1 kilometer gebaggerd voorafgaand het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die circa 5 meter van elkaar afliggen. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabels, met een totale breedte van 65 meter.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Langs het grootste deel van het voorkeurstracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust wordt de onderhoudscorridor smaller en is die ongeveer 200 meter breed. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

De effecten van habitataantasting op zee, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in paragraaf 3.2.7.

2.8 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld wordt echter niet afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels als deze in werking treden.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

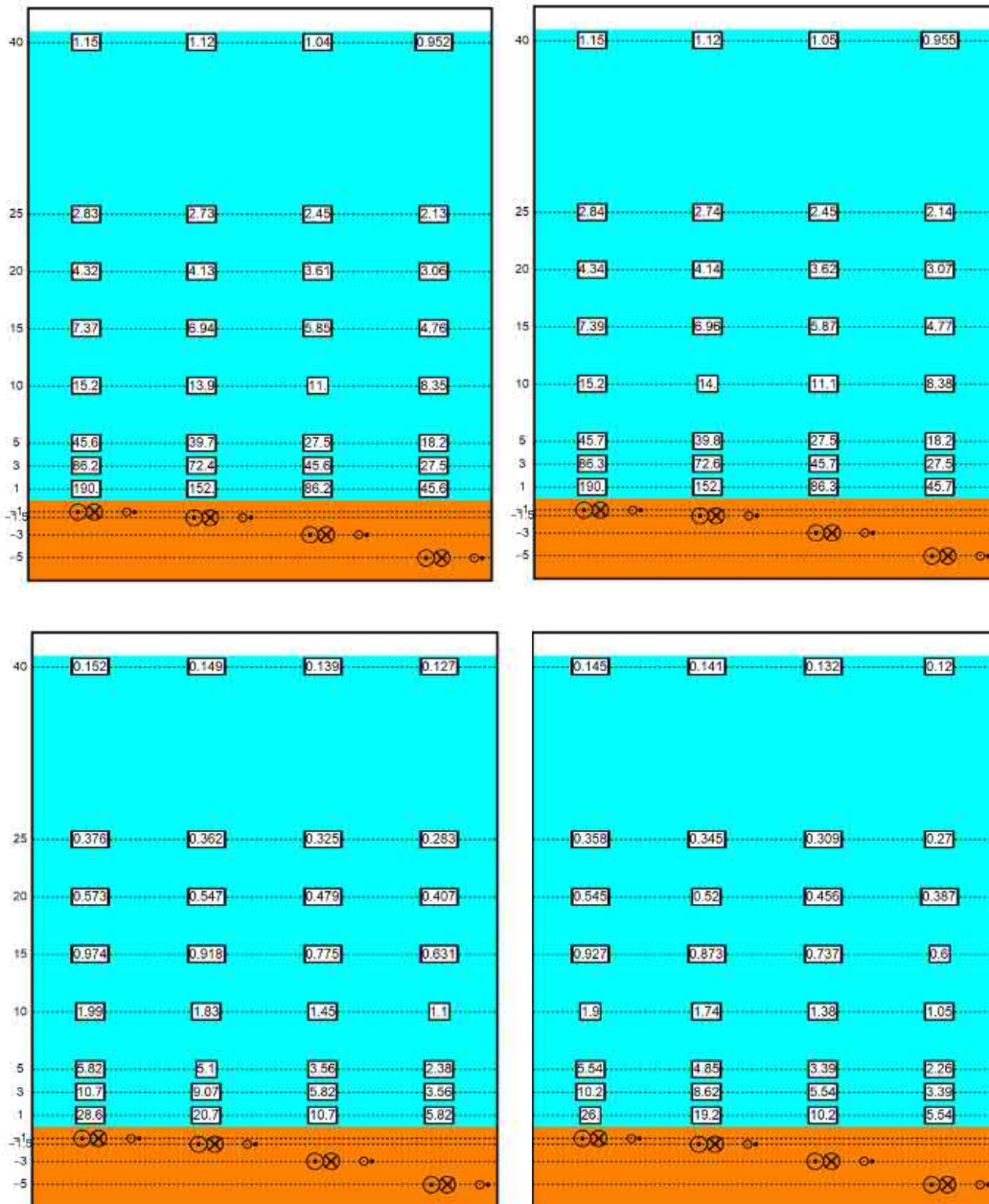
2.8.1 Magneetvelden op zee voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 9 is de worst-case magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 10. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase $0,145 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en $0,152 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)).

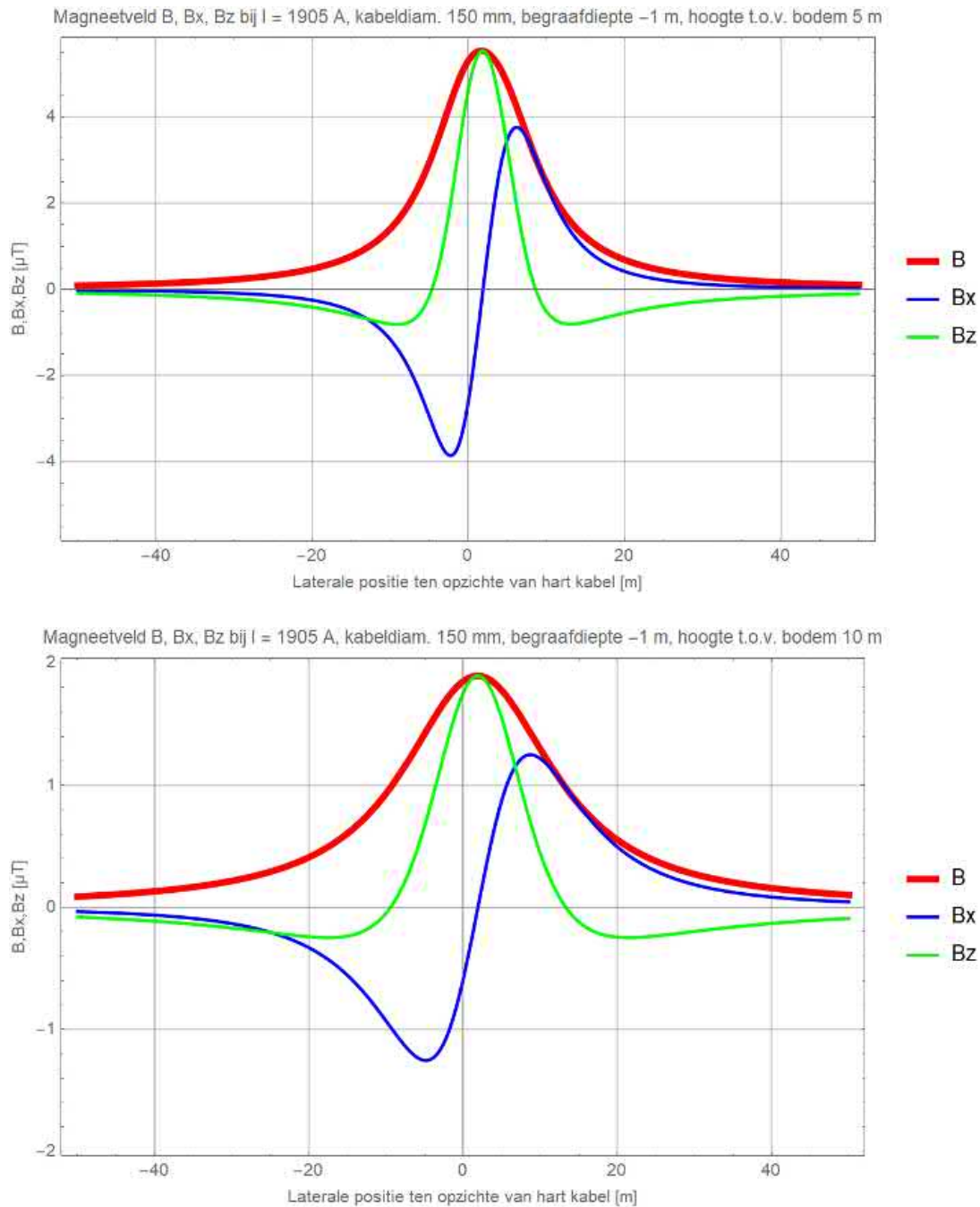
In Figuur 9 is ook de elektromagnetische veldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/-polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 10 (bodem) tot 40 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021a). Het elektromagnetisch veld zal in

die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 μT in het geval van beide kabeldiktes. Normale waardes bij een kabeldikte van 150 mm waren voorheen 0,034 μT en waardes bij een kabeldikte van 185 mm waren voorheen 0,0419 μT . Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid voor in een periode van 40 jaar.

Recentelijk is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een HVDC-kabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 9 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).



Figuur 10 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in μT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021b).

2.9 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, welk in hetzelfde gebied ligt als Gamma, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodempkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen. Aangezien het kabeltracé van Gamma zich direct naast het kabeltracé van Beta bevindt zijn de resultaten van het verkennend onderzoek ook toepasbaar voor de aanleg van kabeltracé IJmuiden Ver Gamma. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is.

Bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Opgevangen hemelwater wordt gecontroleerd op mogelijke contaminatie van olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden, afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het gezuiverde water grotendeels geloosd in zee en een kleine hoeveelheid ongezuiverd materiaal zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Omdat bij de werkzaamheden tijdens zowel de aanleg en gebruiksfase geen verontreiniging vrijkomt, wordt dit niet verder meegenomen in de beoordeling en verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

2.10 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijneffecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur circa 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor bentische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet beïnvloed worden. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, zal de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar zijn (Müller et al., 2016), naast dat deze zeer lokaal is. Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken voorbij de veiligheidszone (ordegrootte tientallen tot honderden meters) tot aan de volgende kabel. Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

2.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 11 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Aanleg- /gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Aanleg	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het voorkeustracé en reikt niet tot de kustzone. Concentratieverhogingen van de slibwolken komen niet boven de 5 mg/L.
Sedimentatie		Aanleg	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed). Sedimentatiesnelheid komt niet boven de 1mm/dag.
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Beide, maar aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer
	Impuls- onderwatergeluid	Aanleg	Heien: rondom platform Zeezoogdieren (bruinvissen 1.133km ² en zeehonden 633 km ²) en trekvissen. Geofysische survey: 84 km ² verstoord areaal per dag (bruinvissen)
Bovenwater verstoring	Geluid en visueel	Beide, maar aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels 1.200 meter voor zeehonden 2.000 meter voor extra gevoelige vogels
	Licht	Beide, maar gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg Bij de platforms
Habitataantasting		Aanleg	65 meter voor pre-sweepen en baggeren 25 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
Elektromagnetische velden		Gebruik	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Verontreiniging		Aanleg	Geen effect
Warmteontwikkeling		Gebruik	Geen effect



Figuur 11 Studiegebied werkzaamheden op zee

3 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

3.1 Wet- en regelgeving

3.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. In de periode 2018-2021 vindt een actualisatie plaats van de Mariene Strategie. In maart 2022 is er een actualisatie van deel 3 van de KRM geweest. Deel 3 van de KRM betreft de actualisatie van de versie uit 2015 met een looptijd van 2012 tot 2020. Deel 3 geldt voor de periode 2022-2027 en geeft invulling aan artikel 13 van de KRM, dat lidstaten verplicht een programma van maatregelen op te stellen waarmee de GMT kan worden bereikt en behouden. Deze actualisatie heeft het doel van de KRM niet veranderd. In 2023 zal de KRM worden herzien, wat gedurende de planperiode kan leiden tot bijstellen of aanvullen van (de implementatie van) het beleid van het Programma Noordzee en de implementatie van de KRM als onderdeel daarvan (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022).

De KRM is in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf 'descriptorren':

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptorren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

3.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor

De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand

Soorten, vogels

De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren

De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap

De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats

Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats

Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthosoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Soorten, vogels

- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2)
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren

- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).

- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1 en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvisen moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvisen in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 3.1.7).

3.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand

Het aantal via menselijke activiteiten nieuw in het wild geïntroduceerde niet-inheemse soorten per beoordelingsperiode (zes jaar), gemeten vanaf het referentiejaar wordt tot een minimum beperkt en waar mogelijk tot nul teruggebracht.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

3.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevestigd visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY): $F \leq F_{msy}$ (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel bevestigde vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadvisen; CFP) (D3C2).

3.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

3.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor

Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand

- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost inorganisch stikstof) en DIP (Dissolved Inorganic Phosphor; opgelost anorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiering in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties winter DIN en DIP

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa

- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzone is niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzonewateren voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: in deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/L zuurstof gevonden (D5C5).

3.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrictlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

3.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties vervuilende stoffen

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritair stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrond-evaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

3.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline

Hoeveelheid door zoogdieren opgenomen afval en microafval

- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid van de desbetreffende soorten. Zie onder D10C1

3.1.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

3.2 Effectbepaling

3.2.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 3.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 2. In paragraaf 3.2 worden de effecten beschreven. De effecten worden vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 3.3.

Tabel 2 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptors

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	<ul style="list-style-type: none"> Algen (primaire productie) Trekvissen Filterfeeders Zichtjagende vogels 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls- onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruïen of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Vogels Zeehonden 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> Bodem Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Niet-inheemse soorten (D2) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6) Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Gevoelige vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)

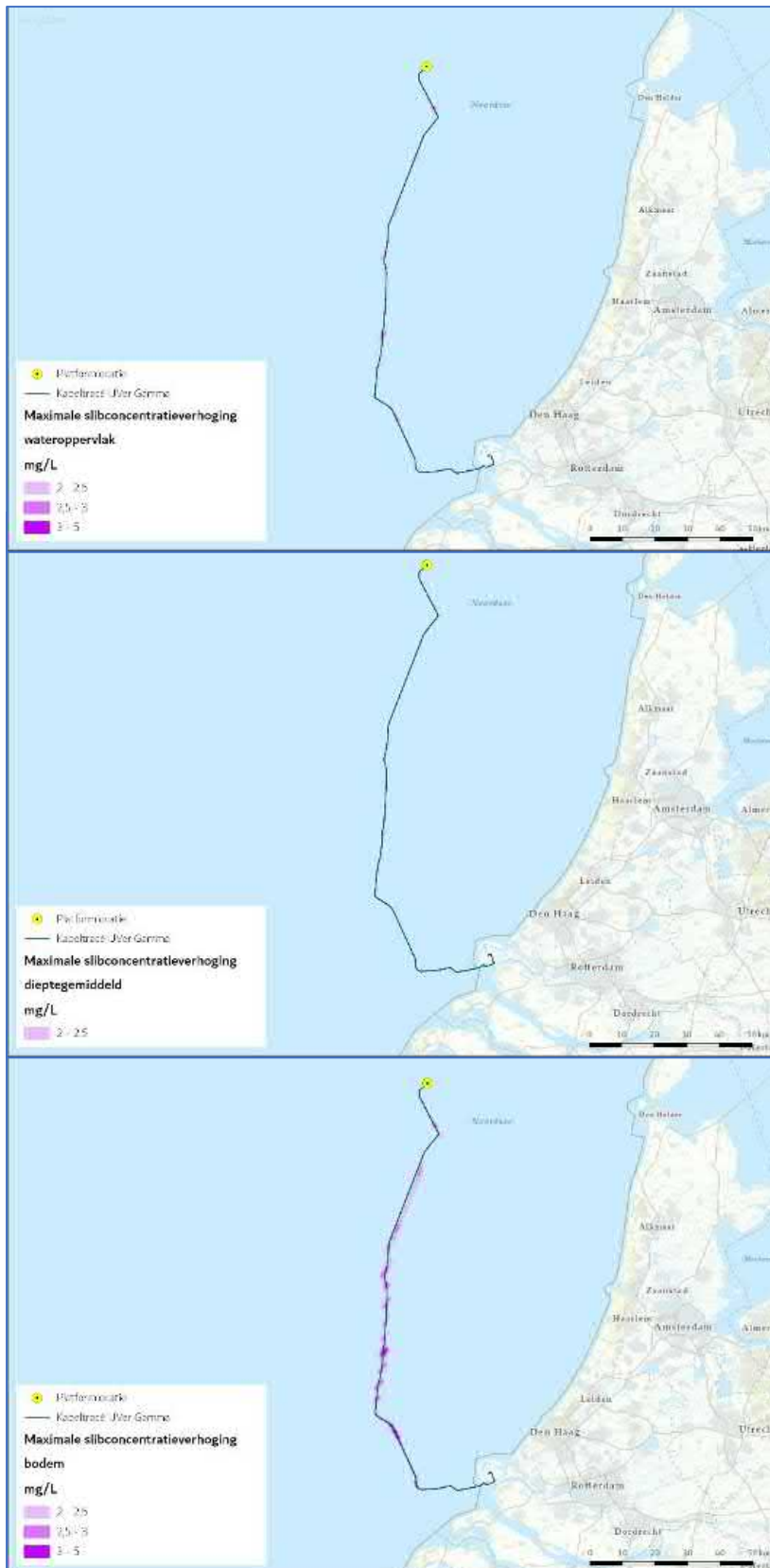
3.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4) en Integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3, D4 en D6), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie (D4) beschouwd. Om dit te kunnen doen wordt eerst een nadere verdieping van de reikwijdte en over de gebruikte studie uiteengezet.

Modelstudie

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het voorkeurstracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is er in het model is aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de aanlanding op Maasvlakte II naar het platform op zee en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone van de Noordzee. Ten behoeve van een worst-case beoordeling voor vertroebeling (en sedimentatie) is de snelst mogelijke aanleg gemodelleerd. Dit veroorzaakt namelijk maximale vertroebelingsconcentraties (en sedimentatiesnelheden). De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid langer kunnen duren, dit zal altijd leiden tot lagere vertroebelingswaarden (en sedimentatiesnelheden) met minder grote effecten. Bij de baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en aansluitend daarop vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Deze uitgangspunten voor de snelst mogelijke werkwijze zijn niet van toepassing op de beoordeling van bijvoorbeeld verstoring.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde) en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvis en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen. In Figuur 12 wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



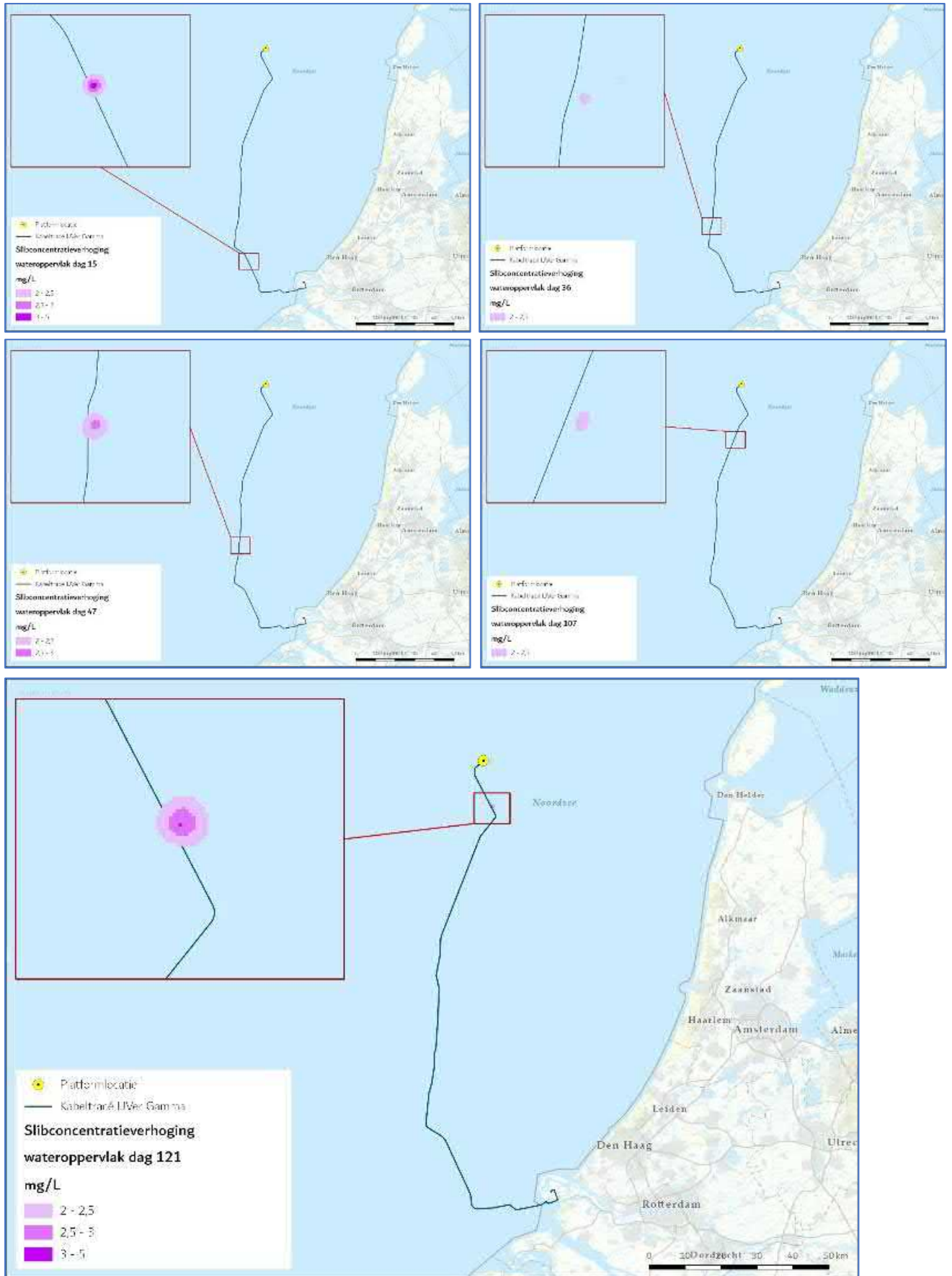
Figuur 12 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor dieptegemiddeld (boven), wateroppervlak (midden) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L)

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 12 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 13 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 160 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 47, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (160) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 47 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en zal bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit dit figuur valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het voorkeustracé en neemt snel af.
- De maximale daggemiddelde slibconcentratieverhoging op de bodem en aan het wateroppervlak is niet hoger dan 5 mg/L.
- Er treedt weinig vertroebeling in de waterkolom op. De maximale daggemiddelde slibconcentratieverhoging in de waterkolom is niet hoger dan 2,5 mg/L.



Figuur 13 Verspreiding van vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlakte, van links naar rechts, boven naar onder dag 15, 36, 47, 107, en 121

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

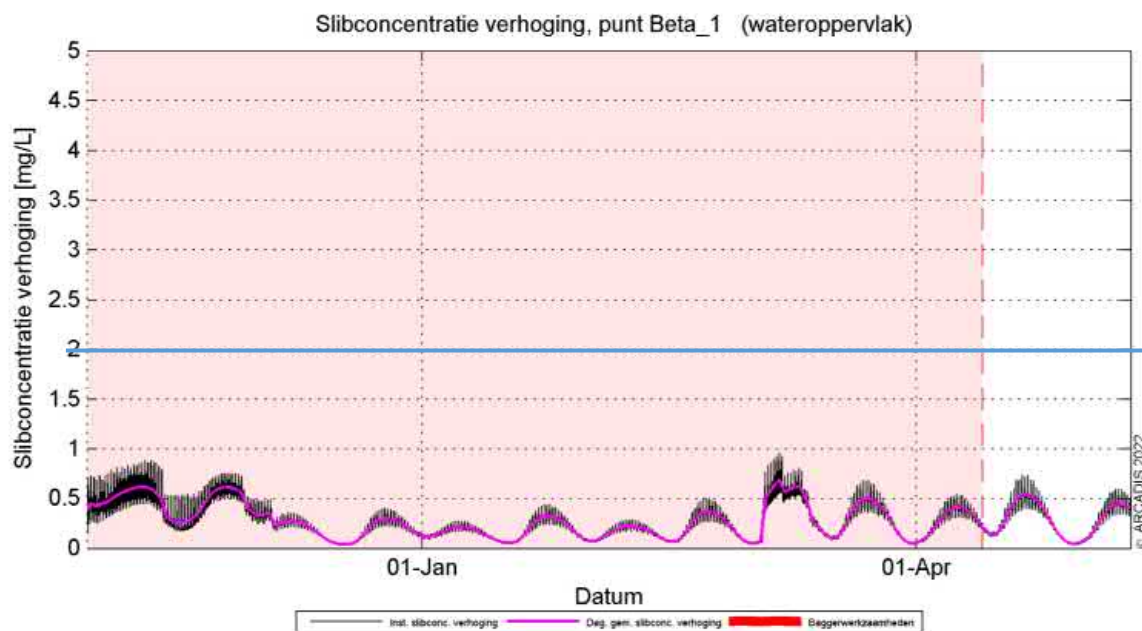
In de slibmodellerstudie (Bijlage VII-F Slibmodellerstudie) zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 14 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodellerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het voorkeustracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het voorkeustracé beschouwd.



Figuur 14 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd

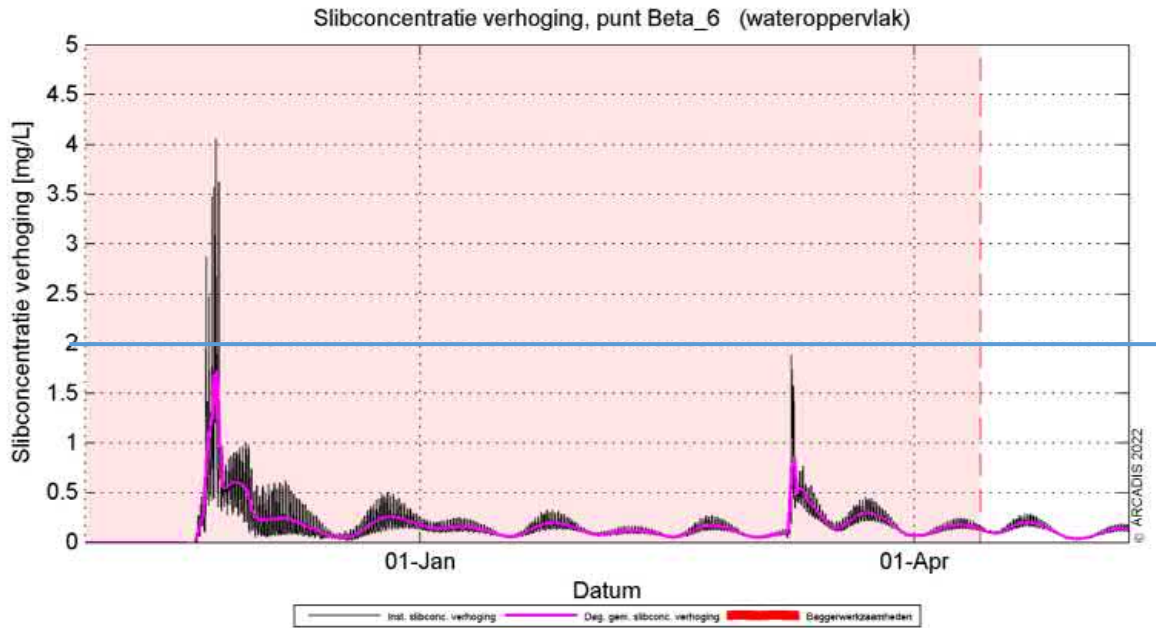
In Figuur 15 tot en met Figuur 18 zijn de slibconcentraties van het dieptegemiddelde in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodellerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (ongeveer 160 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippelijijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 15. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/L. De grootste toename in concentratie valt tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (laatste 6 weken). In de na-ijl periode zal er ook nog vertroebeling optreden van ongeveer 1 mg/L.



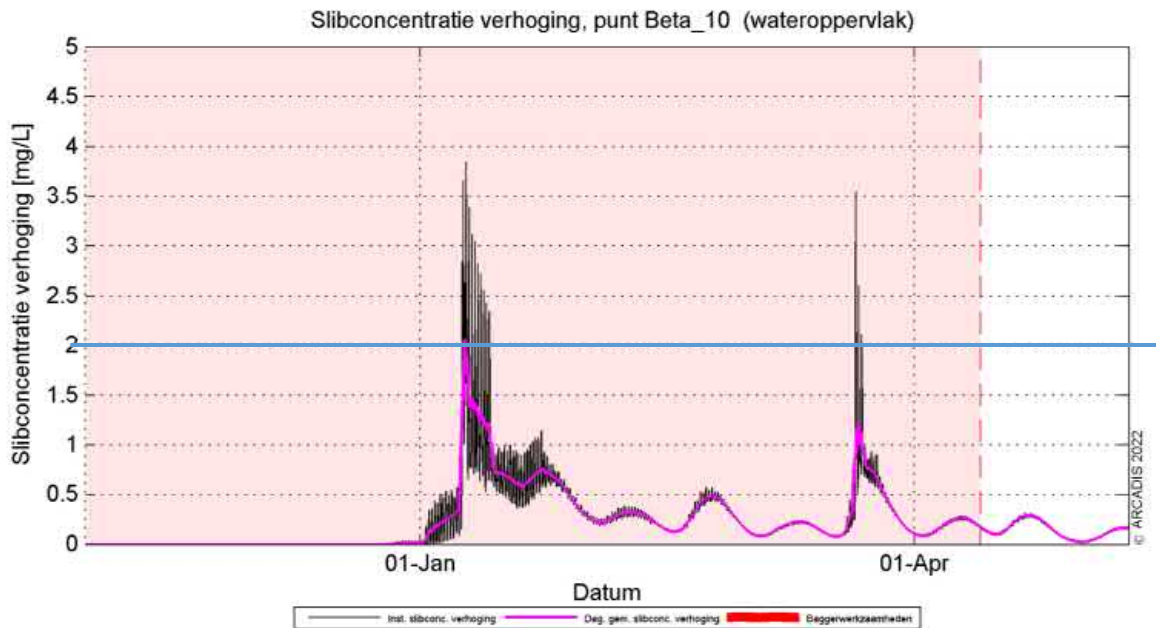
Figuur 15 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m³ per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van maximaal 2 mg/L daggemiddeld. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 16 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 1 mg/L.



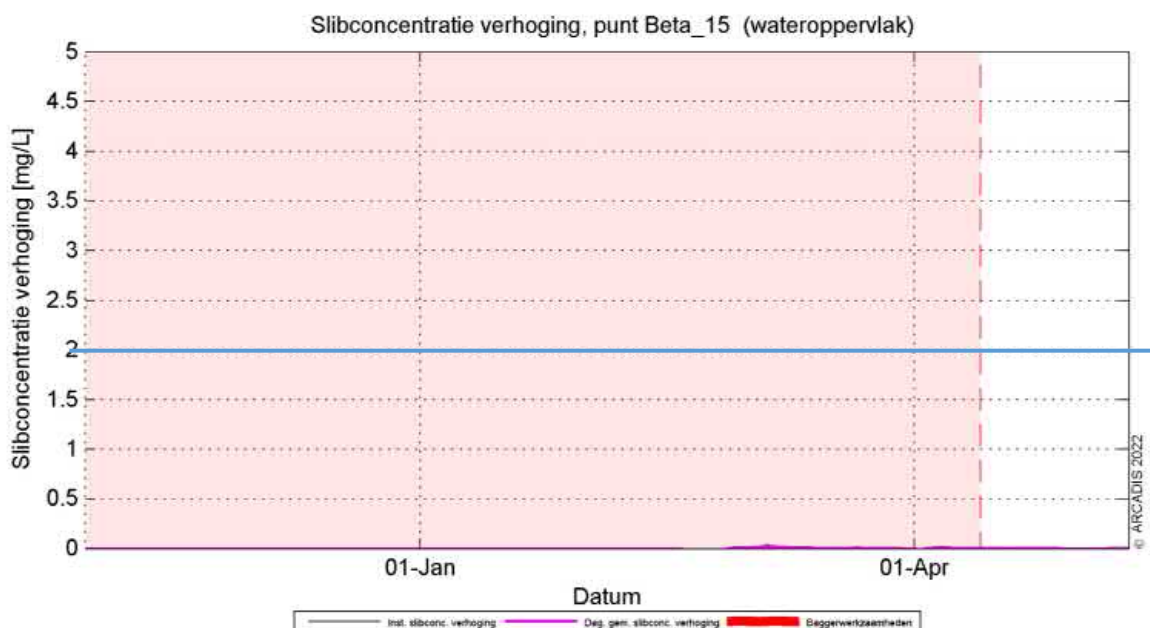
Figuur 16 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 17. De werkzaamheden langs het voorkeustracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot 2 mg/L (daggemiddeld). Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie onder de grens van 2 mg/L.



Figuur 17 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Langs het voorkeurstracé (nabij het platform) is er bijna geen concentratieverhoging te zien (zie locatie Beta 15, Figuur 18). Tijdens de gehele periode ligt de concentratie onder de 2 mg/L grens.



Figuur 18 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/L door stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007)

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/L), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

Effecten op vogels

Vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Er wordt onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (zoals meeuwen, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een

onderwater achtervolging (zoals zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht. Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele voorkeustracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dooft snel uit. Binnen een periode van enkele dagen tot een week daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden. Voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte buiten de kustzone van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 47, circa 164 ha is, zie Figuur 13. Dit is 0,003% van de totaaloppervlakte (ruim 57.000 km²) van het NCP. De maximale concentratie van de slibwolk, direct langs het voorkeustracé, is niet hoger dan 5 mg/L (daggemiddelde).

De dag en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging komt niet boven de 2 mg/L (daggemiddelde). Duikende vogels zoals de alk en zeekoet zullen geen effecten van vertroebeling ondervinden.

Vogels binnen de kustzone

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Het gaat om kolonies van de dwergstern, Noordse stern, grote stern en visdief. Om het mogelijke effect te bepalen is het ingeschat hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties in het studiegebied. De actieradius waarin gefoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 4.

Slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen voornamelijk vanaf 20 km uit de kust, Figuur 12. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 km), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van deze grotere slibwolken uit de kust. Alleen de grote stern heeft een actieradius die overlapt met deze slibwolken. Bij de aanlanding van de kabel treedt er vertroebeling van het wateroppervlak op van een gebied van ongeveer 1 hectare, Figuur 12. Dit valt binnen de actieradius van de visdief en dwergstern. Zoals in de figuren is te zien hebben alle sternsoorten voldoende uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied beschikbaar om geen verstoring te kunnen ondervinden van de tijdelijke slibwolken die door de werkzaamheden vormen.

Tabel 4 Actieradius van aanwezige sternsoorten

Soort	Actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo et al., 1996)
Visdief	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Brenninkmeijer & Stienen, 1992)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015)

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct

langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dooft de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor (zichtjagende) vogels binnen en buiten de kustzone. Er is dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau.

Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk verstoord raken. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F is deze slibmodelleerstudie opgenomen, in Figuur 13 zijn resultaten hiervan weergegeven. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. Hoewel de slibwolk een groot deel langs de kust beslaat, gaat het om zeer lage concentraties, die slechts enkele dagen op de locatie zullen zijn. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen echter de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaatsvindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrièrewerking is op de trekvissen.

Anadrome vissen, zoals houting, steur, rivierprik, zeeprik, elft en fint, zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval voornamelijk via het haringvliet en de voordelta) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang.

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat bentische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Alle soorten trekvissen die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complexe interactie van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Effecten op vissen algemeen

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en

met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprout) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoorde areaal beschikbaar zal zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effecten op filterfeeders

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fractie (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus*) liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010).

Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten, totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). Concentratieverhogingen door de aanleg van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma vallen binnen de natuurlijke variatie. Tevens zal de slibwolk binnen enkele dagen weer tot onder de 2 mg/L dalen. Uitgaande van dit is de verwachting dat de kokkel populatie geen effecten ondervindt door vertroebeling.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar

deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998). Schelpdieren worden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord. Er zijn langs de gehele kust 893 locaties bemonsterd in het voorjaar van 2019, 1 april tot en met 17 juni (Perdon et al., 2019).

De zandkokerworm heeft waarschijnlijk een grote tolerantie voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom aangezien zij niet van zicht afhankelijk zijn om te foerageren (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/L) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat wormriffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/L komen en dit is niet het geval.

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 5 mg/L en na een periode van enkele dagen weer afneemt tot het achtergrondniveau. Dit is een kleine fractie (5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

In de kustzone treedt er alleen rond de aanlanding vertroebeling aan de bodem op. Hier komen geen schelpdierbanken voor. De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het kabeltracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is. Filterfeeders ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

Effecten op primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met circa een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014). Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Matsumoto et al., 2014), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar.

3.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang.

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 19 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppigen als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 19 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenoemde werkzaamheden

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 93 km² (zie Figuur 19). Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden.

S. spinulosa riffen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Hierbij zijn de

wormen niet meer instaat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker' met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand dat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden.

Ten slotte zal de habitat herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

3.2.4 Verstoring door continu onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 2.4. In totaal wordt er een areaal van circa 1.610 km² verstoord. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Bovendien is de hoeveelheid scheepsvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepsvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er vrijwel geheel binnen de bestaande vaarweg wordt gebleven, waar de scheepsvaart intensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepsvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord is ruim voldoende onverstoord areaal aanwezig om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

3.2.5 Verstoring door impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van

energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang.

Leeswijzer

Zoals toegelicht in paragraaf 2.5 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen en de UXO+ pre survey beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en (trek)vissen behandeld in deelparagrafen. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringafstanden. De berekende verstoringafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden besproken in paragraaf 2.5. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Impuls-onderwatergeluid vindt alleen plaats tijdens de aanlegfase en wordt geproduceerd bij heien. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. Daarom wordt de optie van een stalen jacket beoordeeld als worst-case. Daarnaast zal er ook impuls-onderwatergeluid plaatsvinden door de UXO+ pre survey. Deze zullen ook in dit hoofdstuk worden beoordeeld.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten

Voor het onderzoek naar het verstoorte areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma uitgegaan van een totaal van 16 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is circa 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. De berekeningen van de TNO studie voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma verschilt ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid. In de TNO-modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (de Jong & Binnerts, 2022).

Geofysische survey

Voor het berekenen van de verstoringsoppervlak en het aantal bruinvisverstoringdagen die veroorzaakt worden door de geofysische surveys in het KEC 4.0 worden de volgende uitgangspunten gebruikt voor de indicatieve berekening:

- Een geofysische survey beslaat 10 km² per dag en gaat 24 uur per dag door en wordt alleen onderbroken wanneer er slecht weer is of wanneer er een nieuwe bemanning aan boord komt. Het aantal dagen dat er per wind park nodig is om de geofysische survey uit te voeren is oppervlakte wind park / oppervlakte van de geofysische survey (10 km²).
- Er wordt vanuit gegaan dat deze survey 1 voor de constructie van het park wordt gedaan.

- De geofysische survey wordt gedaan met een multibeam, sidescan sonar, magnetometer, sub-bottom profiler en een multi-channel sparker. Het gebruik van de multi-channel sparker is worst-case en deze heeft een bereik van 3 kilometer.
- Er zijn geen specifieke akoestische berekeningen van het projectgebied van IJmuiden Ver Gamma. Gebaseerd op een gescand areaal van 10 km² en het gebruik van een sparker met een verstoringscontour van 3 kilometer treedt verstoring op in een gebied van 84 km² (Heinis et al., 2022).

Geluidsnormen

In het KEC 4.0 is inzichtelijk gemaakt welke invloed uitgaat van onderwatergeluid voor de bouw van de verschillende windparken op zee en de Netten op zee. Daaruit blijkt dat negatieve effecten voor de bruinvispopulatie vermeden kunnen worden bij een geluidsnorm van een SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa_{2s} (op 750 m). In de rapportage van TNO en FME bij het KEC 4.0 is deze analyse uitgevoerd.

De TNO studie (Bijlage VII-E) laat zien dat er bij het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma impulsgeluid vrijkomt van SEL_{ss} = 167 dB re 1 μPa_{2s} op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa_{2s} op 750 m met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

Uit voorzorg wordt aanbevolen het effect van de gekozen mitigerende maatregel door te rekenen en te beoordelen voordat de werkzaamheden aanvangen.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 613 km² tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen.

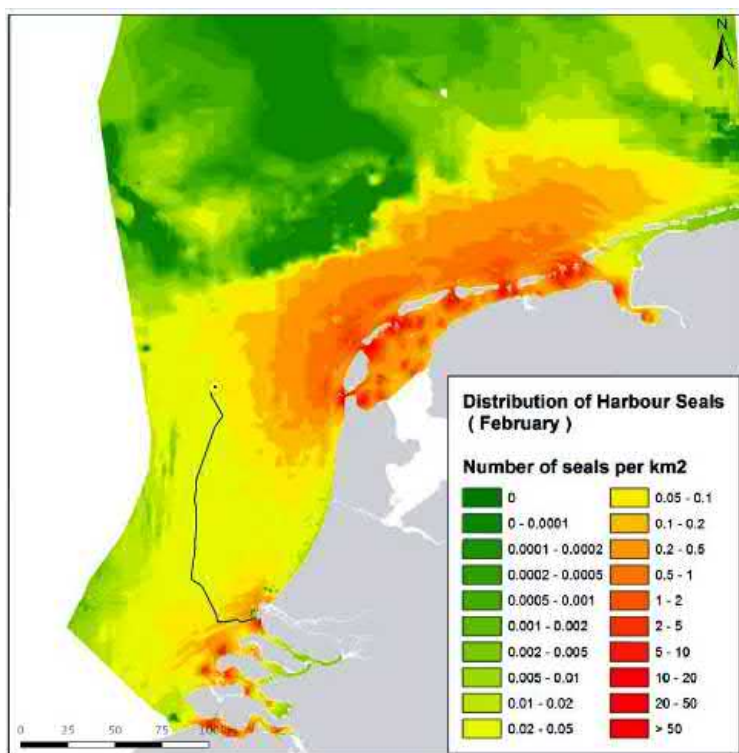
Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie

van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Naast de heiwerkzaamheden worden ook surveys uitgevoerd. Zoals toegelicht in paragraaf 2.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys. In de berekening is uitgegaan van een totale corridoroppervlakte van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km². De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km² met een verstoringsoppervlak van 24 km² per dag. Dit verstoringsoppervlak valt binnen het berekende verstoringsoppervlak van een sparker voor geofysische surveys in het KEC 4 (84 km²) (Heinis et al., 2022). Mogelijke mitigerende maatregelen, zoals een slow start en een ADD, moeten ook bij een geofysische survey worden ingezet om de kans op PTS bij zeezoogdieren te verminderen.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 20). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.



Figuur 20 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven zijn de verspreiding in september (links) en februari (rechts). Ligging van platform en voorkeurstracé is hierin aangegeven (Aarts et al., 2016).

Conclusie:

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van

impuls-onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking voor de grijze en/of gewone zehond kunnen worden uitgesloten.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heivactiviteiten

Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (C. de Jong & Binnerts, 2018). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls-onderwatergeluid tevens zwemmen bruinvissen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van windenergie op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringdagen per activiteit.

In het KEC wordt voor de verstoringberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC-aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring door impuls geluid onder de SELs = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m grenswaarde valt, wordt aan de norm waarmee is gerekend in het KEC 4 voldaan en valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Er vindt bij het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma een overschrijding plaats (SELs = 167 dB re 1 μ Pa2s op 750 m) van de grenswaarde (SELs = 160 dB re 1 μ Pa2s op 750 m). Dit leidt tot een verstoord areaal van 1.133 km² dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impuls geluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoord areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren mitigeren (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verskil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen zijn anders dan de uitgangspunten waarmee in het KEC 4 wordt gerekend. Zo wordt er in het KEC 4 uit gegaan van 6 palen van 3 m in diameter voor platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma en 2 à 3 palen geheid per dag. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). In de TNO studie wordt gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform; er worden 16 palen geheid i.p.v. 6 palen. Het heien van de palen voor het platform Net op zee IJmuiden Ver

Gamma is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse windenergie op zee projecten. Het heien van 10 extra palen is 0,57% van het totaal te heien palen in Nederland (1.762 palen), Tabel 5. In verhouding met de totaal te heien palen voor windparken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,15%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85 m voor platforms en 5,5 m en 7,5 m voor monopiles).

Tabel 5 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

Table 3.1 Installed capacity and number of days on which there will be piling for the installation of wind turbine foundations in the period 2016-2030 in Belgium (BE), Denmark (DE), Germany (DE), the Netherlands (NL) and the United Kingdom (UK) on the basis of the underlying assumptions stated above.

2016-2030	Installed capacity (MW)	Proportion	Number of piles (turbines)*	Proportion
Total	77,484		6,384	
BE	3,650	5%	370	6%
FR	598	1%	46	1%
DK	1,751	2%	165	3%
DE	15,319	20%	1,244	19%
NL (calculation variant III)	26,543	34%	1,762	28%
UK	29,623	38%	2,797	43%

* For the Dutch wind farms, the scenario includes 114 extra piling days for the installation of foundations for the transformer platforms.

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 kunnen de extra bruinvisverstoringdagen voor het platform worden berekend. Het verschil in 10 palen zal leiden tot meer bruinvisverstoringdagen dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 10 extra palen betekent dit worst-case 10 extra heidagen (1 heidag per paal). In het KEC 4 is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m 1.190 bruinvisverstoringdagen optreden. 10 extra heidagen zorgen in dat geval voor 11.900 extra bruinvisverstoringdagen. Tijdens de aanleg zal het aantal extra bruinvisverstoringdagen lager liggen aangezien er met een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m wordt gewerkt. Hiervan zijn echter niet het aantal bruinvisverstoringdagen per heipaal berekend in het KEC 4.

In het KEC 4.0 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9%. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op ongeveer 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De grens van 5% wordt dus niet overschreden. De worst-case 11.900 extra bruinvisverstoringdagen die vrijkomen bij het heien van 10 extra palen mee zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen. Tevens zal de populatiereductie grens van 5% niet worden overschreden. Het effect valt echter weg bij de schaal en grootte van alle windenergie op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen te worden berekend. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 μ Pa_{2s} op 750 m. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze toets opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring voorgelegd worden aan het BG (bijvoorbeeld ter onderbouwing van het EWP).

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Naast de heiwerkzaamheden worden surveys van de waterbodem uitgevoerd. Dit betreft eerst een ronde met globale surveys (route survey) langs het tracé en vervolgens gedetailleerde surveys (UXO+ pre survey). Voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma tracé is al de route-survey (globale geofysische surveys) uitgevoerd, waarvoor 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig waren. Er wordt echter ook nog een UXO+ pre survey uitgevoerd (gedetailleerde survey). In het KEC 4 wordt aangenomen dat voor de globale en gedetailleerde surveys hetzelfde aantal bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit betekent dat voor de gedetailleerde survey ook 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig zijn. Dit valt binnen het aantal berekende bruinvisverstoringdagen in het KEC 4, zie Tabel 6. In het KEC 4 wordt er namelijk uitgegaan van totaal 1.840 bruinvisverstoringdagen per survey (1.227+613). Met het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en de 'slow and soft start' kan de kans op PTS bij zeezoogdieren gemitigeerd worden.

Tabel 6 Verwachte bruinvisverstoringdagen veroorzaakt door de geofysische surveys van het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta (1.227 bruinvisverstoringdagen) en Gamma (IJmuiden Ver Noord, 613 bruinvisverstoringdagen).

Transformer platform	Length of route to land (km) (estimate)	Route width (km) – estimate	Area of route (km ²)	number of km ² surveyed per day	Number of survey days	Disturbance area per day (km ²)	Density in spring (ind/km ²)	harbour porpoise disturbance days
Borssele 1&2	61	1.2	73	10	7	36	0.71	187
Borssele 3&4	68	1.2	82	10	8	36	0.71	209
HK-ZH I&II	48	1.2	58	10	6	36	0.71	147
HK N	20	1.2	24	10	2	36	0.71	61
HK-ZH III&IV	40	1.2	48	10	5	36	0.71	123
HKW alpha & beta	87	1.2	104	10	10	36	0.71	534
TNW	120	1.2	144	10	14	36	0.97	503
IJmuiden Ver alpha & beta	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
HKW-Z	80	1.2	96	10	10	36	0.71	245
IJmuiden Ver Noord	200	1.2	240	10	24	36	0.71	613
Search area 2 (South alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
Search area 5 (East alpha & beta)	133 × 2	1.2	160	10	16	36	0.97	1,115
Search area 1 (South)	238	1.2	286	10	29	36	0.71	730
Search area 2 (North alpha & beta)	200 × 2	1.2	240	10	24	36	0.71	1,227
total								8,148

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de UXO+ pre survey te worden uitgevoerd. Er is nu aan deze surveys gerekend op basis van de uitgangspunten van de route surveys. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruiken van een soft start en/of een ADD te worden getroffen. Deze moeten ter goedkeuring voorgelegd worden aan het BG (bijvoorbeeld ter onderbouwing van het EWP).

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel dient een ADD en 'slow start' gebruikt te worden tijdens het uitvoeren van de geofysische survey. In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringdagen nog anders (waarschijnlijk lager, maar mogelijk ook hoger) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de gedetailleerde surveys is nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys.

Conclusie:

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvisen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen voor het uitvoeren van de geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa_{2s} op 750 m) op. Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringdagen voor het platform Net op zee IJmuiden Ver Gamma hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de UXO+ pre survey ('gedetailleerde geofysische surveys) overschrijdt net als de globale surveys het aantal bruinvisverstoringdagen niet (benodigd 1.636 bruinvisverstoringdagen en berekent 1.840 bruinvisverstoringdagen). Ook voor de geofysische surveys moet gebruikt gemaakt worden van mitigerende maatregelen zoals een ADD en een 'soft and slow start'.

Met het nemen van de bovengenoemde mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de UXO+ pre survey wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Ondanks deze mitigerende maatregelen zal er echter wel verstoring plaatsvinden op individuen.

3.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1) en Voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 2.6.2), deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring.

Vogels

Rondom het voorkeurstracé komen zeevogels voor, zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, drietenmeeuw, roodkeelduiker, zwarte zee-eend en bergeend (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen. Voor de ruiende en verstoringgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) is de reikwijdte van bovenwaterverstoring 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringcontour van 2.000 meter gebruikt.

Figuur 8 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard en zal dus niet over de hele verstoringcontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringcontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

In de omgeving van het voorkeustracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor. Deze twee soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van 3.939 ha leefgebied voor de roodkeelduiker en 4.213 ha aan leefgebied voor de zwarte zee-eend. In dit gebied waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit. In dit gebied is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorde vogels. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele voorkeustracé tegelijk op. Er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen.

Ruiende vogels, zoals alken, zeekoeten, grote jagers en bergeenden hebben dezelfde verstoringcontour als de roodkeelduiker. Ruiende vogels kunnen, afhankelijk van de periode, echter moeilijk uitwijken voor verstoringfactoren omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote Jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal en zodoende is er ruim onverstord areaal beschikbaar.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018). Eventueel verstoorde ruiende zeekoeten kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstord areaal. Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor in het noorden van het voorkeustracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit rui seizoen in 2020-2021 van circa 1,9 (januari) tot 4,8 (februari) individuen per km² en voor de alk 0,001 (augustus) tot 1,6 (november) individuen per km² (Fijn et al., 2022). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was

in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, in 2020 en 2021 lagen de seizoensmaxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 15 tot 10 lager, namelijk tussen de 6.500 en 10.000 individuen (Fijn et al., 2021, 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het voorkeurstracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het voorkeurstracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2020 rond de 0,001 individuen per km², in augustus 2019 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn et al., 2020, 2022). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2022).

De werkzaamheden leiden tot een totale verstoringscontour van 210 km², gebaseerd op een verstoringsafstand van 2.000 meter over een lengte van 70 km. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorte individuen is gerekend met gegevens uit 2019. Zoals hierboven al beschreven is, is dit het jaar met de hoogste gevonden aantallen bij de monitoring middels vliegtransecten (Fijn et al., 2019). Door te rekenen met het (exceptioneel) hoge aantal uit telseizoen 2018-2019 wordt een worst-case scenario aangehouden, in 2018 en 2020 lagen zeekoet aantallen een factor 10 tot 15 lager. Tevens worden de geschatte maximale dichtheden gebruikt. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van februari genomen, aangezien in deze maand van de gevoelige periode (januari en februari) de hoogste dichtheden alken en zeekoeten werden aangetroffen. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de dichtheden in augustus.

Gebaseerd op data uit 2020 verstoren werkzaamheden in de ruiperiode in augustus maximaal 3.915 zeekoeten. Dit is een verstoring van circa 0,14 % van de Noordzeedeelpopulatie. Alken zijn in deze periode niet waargenomen in het gebied rondom de werkzaamheden. Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker. In de ruiperiode van februari 2022 zouden de werkzaamheden resulteren in verstoring van circa 6.550 zeekoeten en 1.490 alken. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,42 % en circa 0,46 % van de populatie (Fijn et al., 2022).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten.

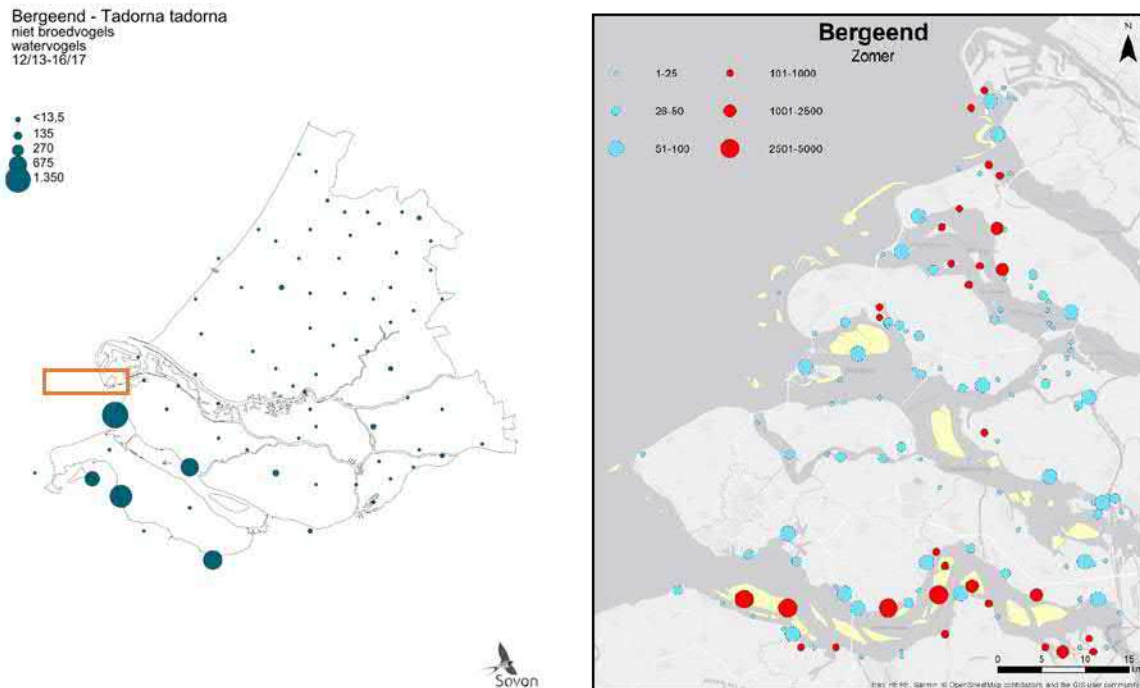
Naast het gegeven dat het verstoorte oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog. Dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Doorgaans is de scheepsvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorte oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.

Zoals Figuur 21 laat zien komen in de slufteer op de Maasvlakte, rondom de plek waar het voorkeustracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor in het ruiseizoen. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002).

Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden. Ruiende bergeenden in de slufteer kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 21. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt in de slufteer of rond de Slikken van Voorne. Om verstoring te voorkomen wordt een vogelwaarnemer ingezet. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden en kan verstoring van ruiende bergeenden worden voorkomen.

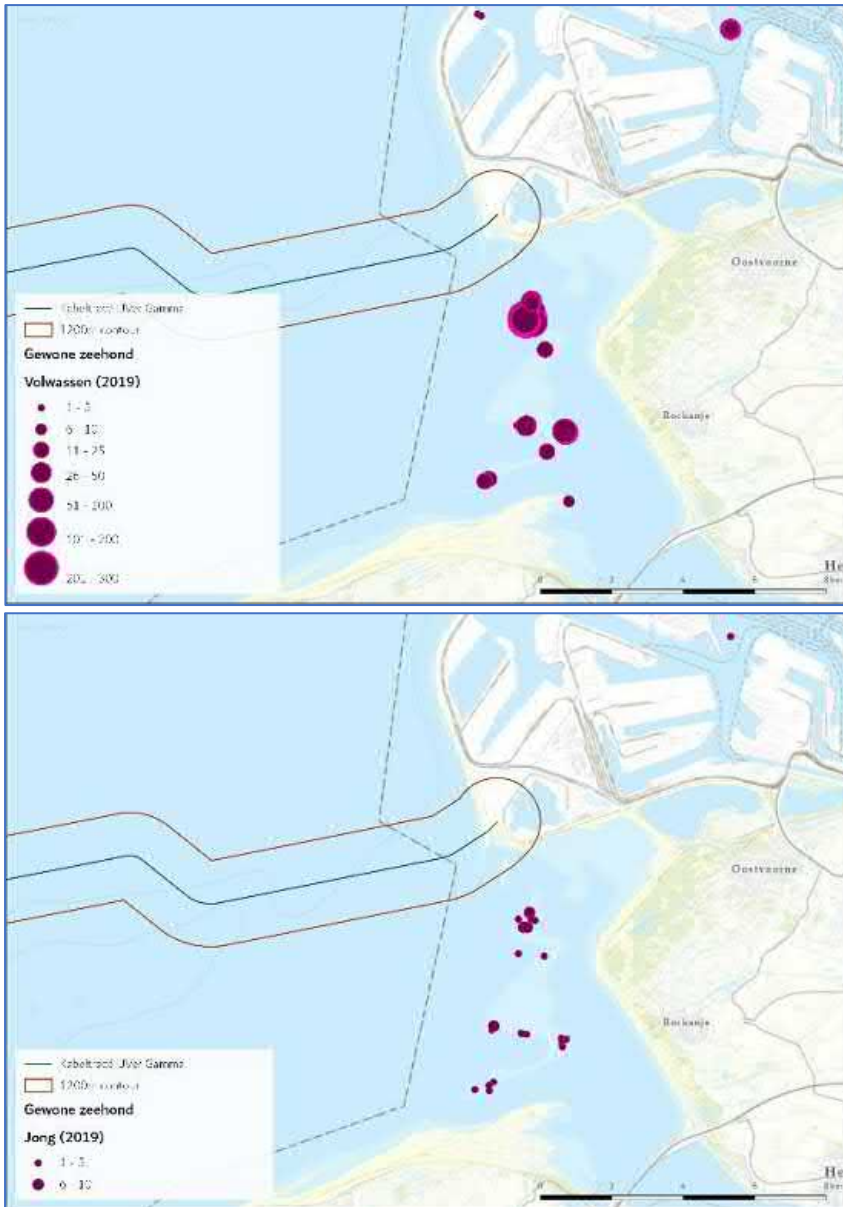
Wanneer als mitigerende maatregel een professionele vogelwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de ruitijd waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau.



Figuur 21 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

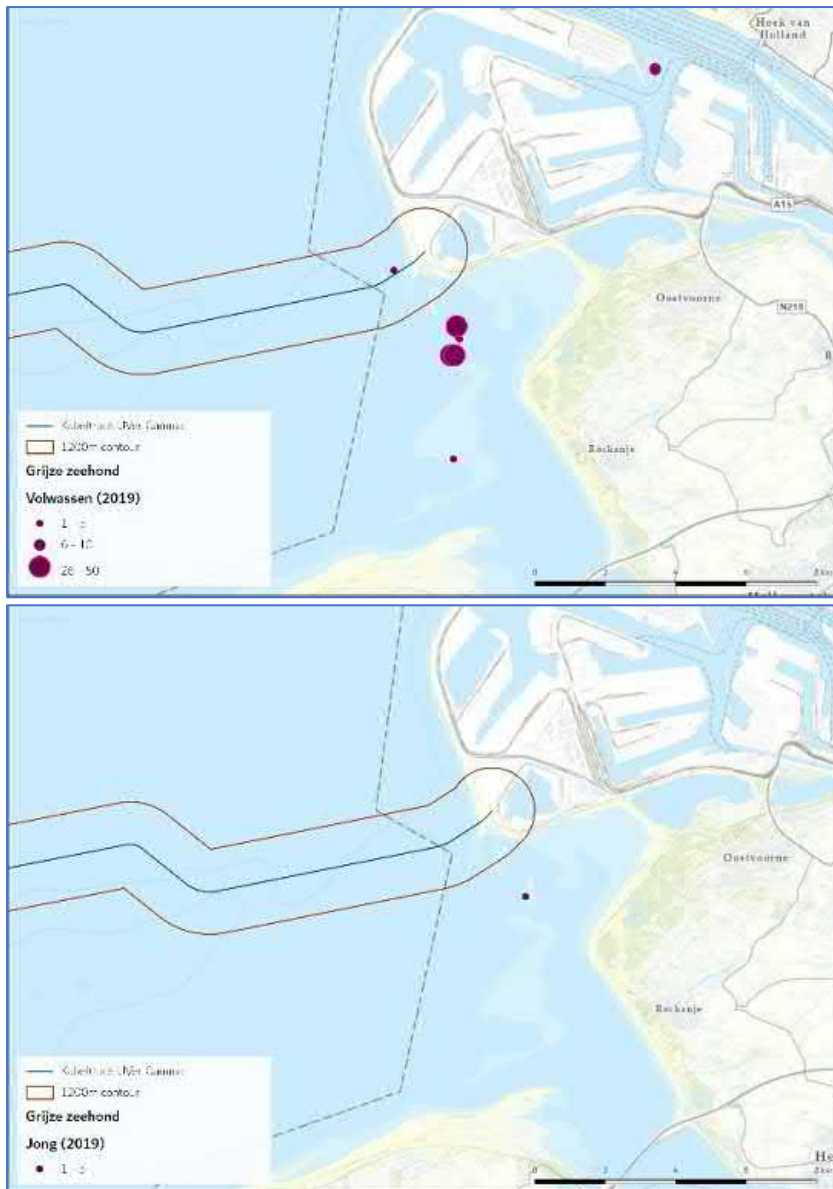
Zeehonden

De Hinderplaat nabij de kust wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 22 en Figuur 23). Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het voorkeustracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen). In de huidige ligging van de platen raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap.



Figuur 22 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven) en van jonge gewone zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar Hoekstein et al. (2020).

In voorgaande paragraaf is omschreven dat de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart in het projectgebied relatief hoog is, zo ook hier (voor verdere details zie Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma). Op dit traject is een hoge scheepsvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorte oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 23 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (boven) en van jonge grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar Hoekstein et al. (2020).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (Ministerie van Economische Zaken, 2014b, 2014a). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren in dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het voorkeustracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied. Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Hierdoor hoeven de werkzaamheden niet tijdens het gehele zoogseizoen gestopt te worden.

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat en zijn

alleen volwassen grijze zeehonden waargenomen. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Volwassen zeehonden kunnen uitwijken van verstoringsbronnen en hiervoor blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Wanneer als mitigerende maatregel een professionele zeehondwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau.

3.2.7 Habitataantasting en habitatverandering

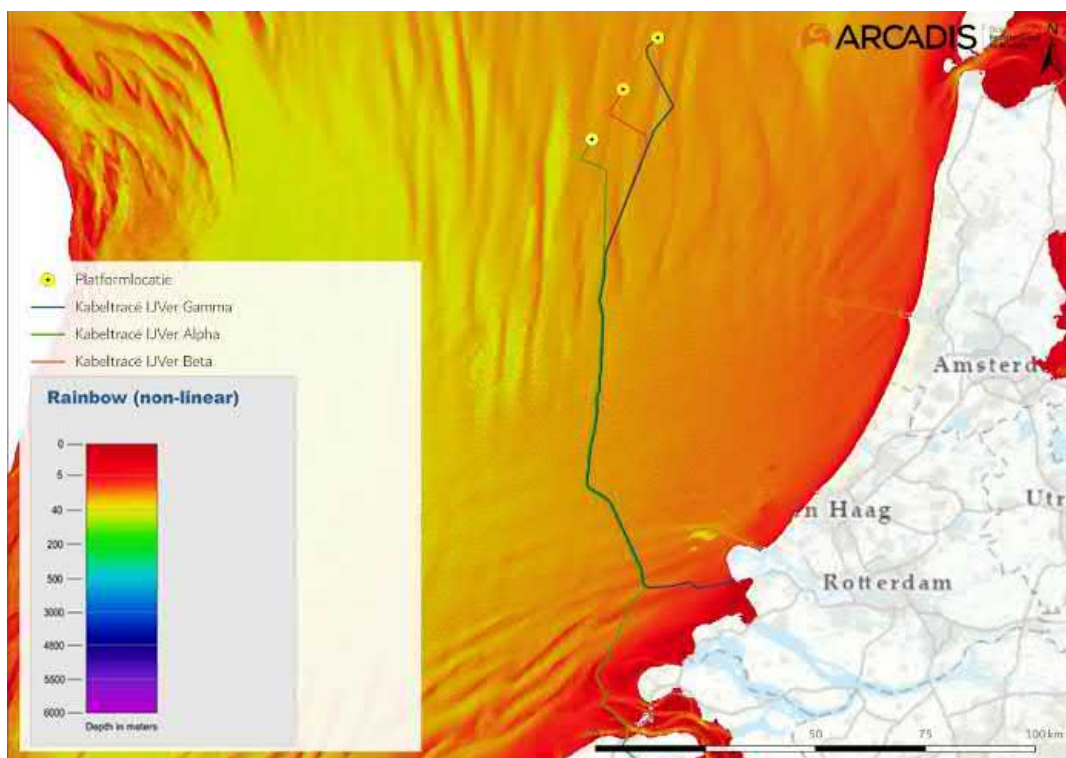
In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en habitatverandering op de descriptorren Biologische diversiteit (D1), Niet-inheemse soorten (D2), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), Integriteit van de zeebodem (D6) en Hydrografische eigenschappen (D7) beschouwd.

De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal op het NCP door de aanleg van het voorkeustracé aantasting plaatsvinden van circa 9,5 km².

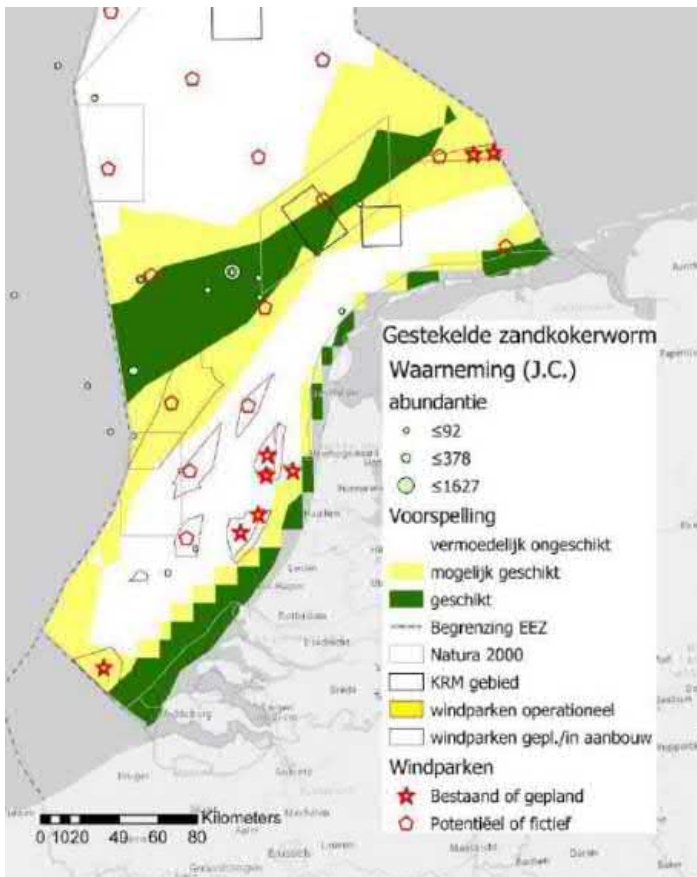
Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap et al., 2016).

S. spinulosa kan effecten ondervinden van habitataantasting. Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen verdwijnen of afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding van het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig weggevaagde riffen gaan. Zo wordt algemeen aangenomen dat het beperkte (en voorheen onwaarschijnlijk geachte) voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (Garcia et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). Doordat bodemvisserij binnen het Windpark IJmuiden Ver niet meer is toegestaan wanneer het gebied in gebruik wordt genomen bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

Het valt echter niet uit te sluiten dat er tijdens de aanleg van het voorkeustracé ook riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 24 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa*, zie Figuur 25 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar veel wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn alleen niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: ‘De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)’.



Figuur 24 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, bathymetriegegevens (EMODnet, n.d.)



Figuur 25 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa* uit Bos et al. (2019)

De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het voorkeustracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot de reikwijdte het bagger/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de *S. spinulosa* riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke verwoesting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting (grotendeels) lege velden kunnen na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

3.2.8 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden (EMV) op de descriptoren Biologische diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), en Toevoer van energie (D11) beschouwd.

EMV kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijvoorbeeld haaien en roggen), ongewervelden (bijvoorbeeld krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijvoorbeeld bepaalde dolfinsoorten) (zie de Bijlage VII-D). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Schaal- en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 μT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van (Otremba et al., 2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 μT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMV (maximaal 14 μT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 μT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 μT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel,

ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen

Zoutwatertrekvisseren kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermd of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprík (*Petromyzon marinus*), rivierprík (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrinchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeepríkken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprík zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprík is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 μT kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 μT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van Gill et al. (2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, er kan niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's waarschijnlijk waarneembaar zijn voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van (Hutchison et al., 2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 μT , zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen

kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al. (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking.

Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 μT , zoals beschreven in Normandeau et al. (2011) en Snoek et al. (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink, (1990) waar deze data vandaan komen, is gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt Snoek et al., (2016) dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrugwalvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Er is op 350-400 meter hoogte gemeten. Hieruit bleek dat veranderingen van 0.05 μT (op deze hoogte) in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent dat als de veldsterkte op de zeebodem ertoe leidt dat er 0.05 μT gemeten wordt op een hoogte van 350-400 meter, deze dieren verstoord zouden raken. Is het magneetveld zwakker, dan is er geen effect aantoonbaar. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze op magneetvelden kunnen reageren, voor de rest van de soorten is nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981). Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie

Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en invertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaarden. Veel onderzoeken spreken over waarden van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het EMV van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, zoals berekend door van Essen, (2020, 2021), in Figuur 9 en Figuur 10.

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 μT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch veld sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt, zal deze waarde van 0.05 niet bereikt worden op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd.

3.3 Toetsing KRM

3.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 3.1, getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 3.2. Tabel 2 toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

3.3.2 D1. Biologische diversiteit

In hoofdstuk 2 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In paragraaf 3.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 7. De categorieën zijn als volgt: neutraal (kleurloos) geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Uit Tabel 7 blijkt dat de meeste effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Wanneer er gebruikt gemaakt wordt van mitigerende maatregelen zal de geluidsnorm niet worden overschreden. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstord leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten. De

aanwezigheid van jonge of zogende zeehonden op de hinderplaat is niet uit te sluiten. Met het nemen van een mitigerende maatregel is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten.

Tabel 7 Effecten op de biologische diversiteit. *neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoorde areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impulsgeluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Bovenwater verstoring	Vogels, Zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeezoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeezoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten. Met een mitigerende maatregel zijn verstoring van zogende en jonge zeehonden, en effecten op populatieniveau uit te sluiten.	
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 2-5 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal de habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, gevoelige vissen,	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten	

De vertroebeling die optreedt bevindt zich in nutriënt-gelimiteerd gebied tijdens de zomer. Daarnaast is in de winter de primaire productie activiteit zo laag dat het bijkomend effect van tijdelijke lokale vertroebeling verwaarloosbaar is. Verminderde lichtinval als gevolg van vertroebeling door de activiteit zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in het Noordzeegebied. Ook treedt geen barrièrewerking voor trekvissen op. Filterfeeders hebben het vermogen zich aan te passen aan tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 2 tot 5 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook worden er extra kansen

gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten opzichte van het gehele Noordzeegebied.

Op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden is het niet aannemelijk dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Walvissen en dolfijnen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

3.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem omdat voor de aanleg schepen worden gebruikt met anti-exootsystemen die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten

De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste inheemse soorten aangetroffen zoals *Caryophyllia smithii* en mossel (*Mytilus edulis*) (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). Deze soorten zijn gewenst doordat ze inheems zijn. De mossel is tevens een belangrijke voedselbron voor soorten en creëert ook habitat voor andere soorten (Mouritsen et al., 2022; Norling & Kautsky, 2007). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

3.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten

van impulsgeluid door hei-werkzaamheden. Effecten van vertroebeling, sedimentatie en elektromagnetische velden hebben geen effect op populaties. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

3.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Met het nemen van een mitigerende maatregel, d.m.v. van het plaatsen van een zeehondenwaarnemer, is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

3.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

3.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn tasten de activiteiten het bentische ecosysteem niet onevenredig aan. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers bentisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

3.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (ruim 57.000 km²). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

3.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en trenchen voor het voorkeustracé zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden, maar uit onderzoek is gebleken

dat de kans hierop verwaarloosbaar is. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

3.3.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Zoals hierboven vermeld, geldt ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

3.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

3.3.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis dat het niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 3.2.5, zal ook het impuls geluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

3.4 Conclusie

In Tabel 8 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven. Uit de tabel kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

Tabel 8 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

4 Kaderrichtlijn Water

4.1 Wet- en regelgeving

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische stoffen en die van de ecologische kwaliteit (Figuur 26). De ecologische kwaliteit bestaat uit de beoordeling van de ecologische toestand (onderverdeeld in vier biologische kwaliteitselementen), ondersteunende fysisch-chemische parameters, een selectie van verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit.

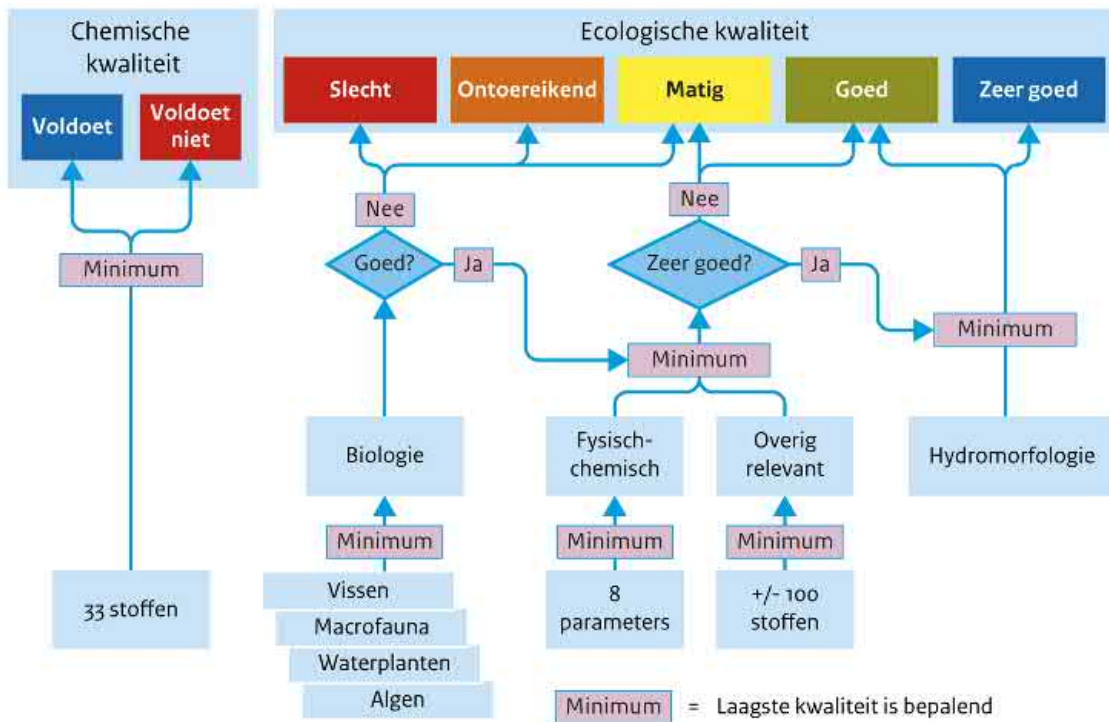
Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van de categorieën:

- Natuurlijk water
- Sterk-veranderd water
- Kunstmatig water.

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland nauwelijks voor. Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klassen: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

Beoordeling waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water



Bron: PBL

PBL/jul20
www.clo.nl/nh141205

Figuur 26 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020)

4.1.2 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

4.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'Hydromorfologie' (zie Figuur 26). Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit

Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegeedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton
- Overige waterflora (met fyto benthos, macrofyten en angiospermen)
- Macrofauna (benthische invertebraten)
- Vis

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Fytoplankton

De maatlat “fytoplankton” (algen) wordt alleen gebruikt voor meren (incl. sloten en kanalen) en overgangs- en kustwateren. Hiervoor worden twee deelmaatlatten gebruikt waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen abundantie (de mate van voorkomen) en soort samenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soort samenstelling is een referentielijst van soorten beschikbaar met grenswaarden voor het optreden van een bloei. Hierbij speelt ook de eerder genoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

Overige waterflora

Voor de maatlat “overige waterflora” wordt voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren gekeken naar angiospermen, hiervoor wordt de score voor schorren/kwelders en zee gras gemiddeld.

Angiospermen (alleen voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren): hier wordt de kwaliteit van schorren/kwelders en zee grasvelden beoordeeld. De maatlat bestaat uit de deelmaatlat voor abundantie en soort samenstelling van schorren/kwelders en de deelmaatlat voor zee gras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van de kwaliteit. Voor zee gras geldt als maat voor de kwantiteit het percentage van het totale begroeibaar areaal dat bedekt is met zee grasvelden. Een zee grasveld is pas een zee grasveld als minimaal 5% van de bodem bedekt is met een van beide soorten zee gras. De kwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van de beide soorten Groot en Klein zee gras.

Macrofauna

Ook voor macrofauna geldt een andere wijze van beoordeling bij de verschillende watertypen. Bij de grote, brakke tot zoute meren en de overgangs- en kustwateren is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. De verschillende habitats (ecotopen) worden apart beoordeeld. Er is een deelmaatlat voor soortenrijkdom (aantal soorten), een voor de diversiteit (Shannon-index) en de AMBI-index (Marine Biodiversiteits Index). De EKR per ecotoop is het gemiddelde van deze drie deelmaatlatten. De EKR-score van het waterlichaam is het areaalgewogen gemiddelde van de EKR-scores voor de afzonderlijke ecotopen.

Vis

De maatlat voor vis maakt gebruik van lijsten van specifieke soorten per KRW-watertype. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap (indeling in gildes) en niet op individuele (zeldzame) soorten. De soortsaanstelling, abundantie (aantallen en gewicht) en leeftijdsopbouw speelt hierbij een rol. In Kustwateren is het kwaliteitselement Vis geen onderdeel van de KRW-beoordeling.

Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlatten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Overige relevante chemische stoffen

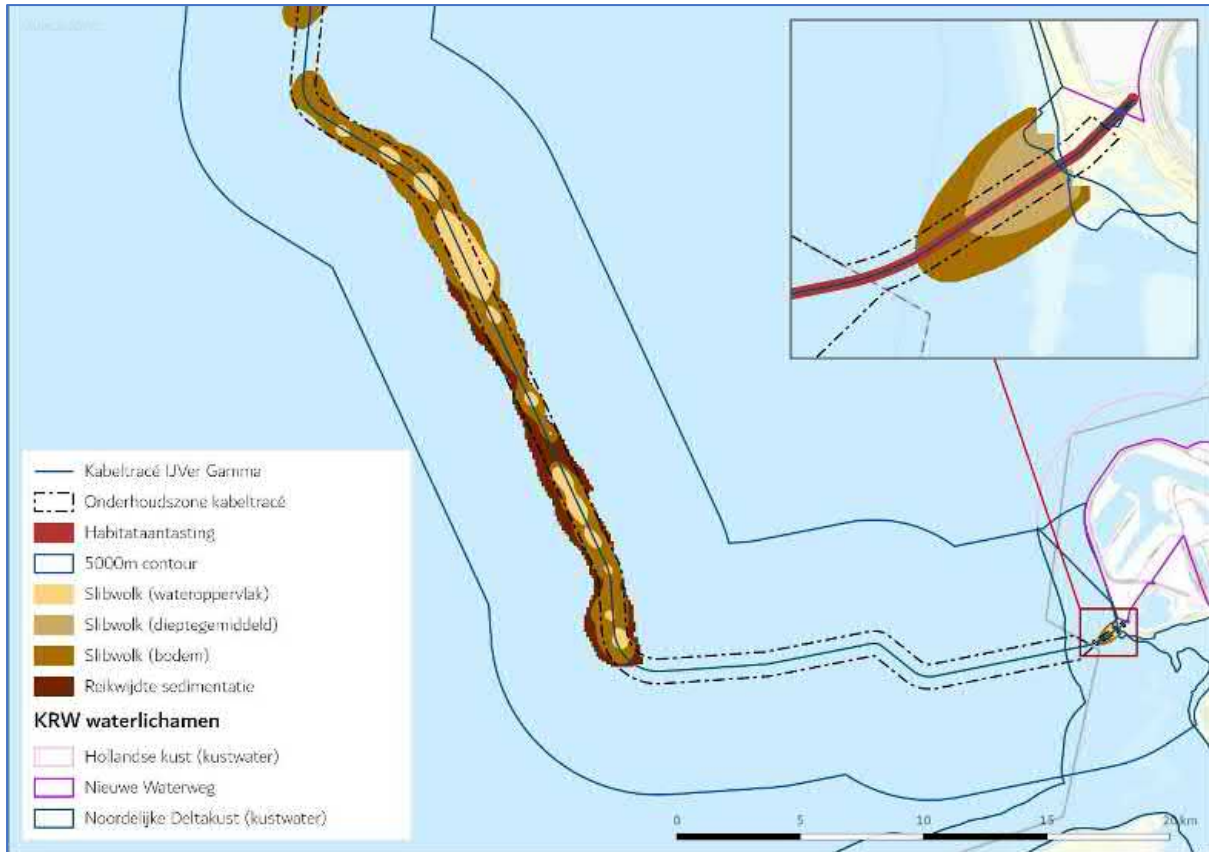
Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

Hydromorfologie

Hydromorfologie is de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water. Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

4.2 Betrokken KRW-waterlichamen

In hoofdstuk 2 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze hebben. In Figuur 27 zijn de reikwijdtes getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. De figuren laten zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust en Hollandse kust, Tabel 9. Daarnaast zijn er door EMV in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust, voor de monding van de Haringvliet, mogelijk uitstralingseffecten op Haringvliet-west.



Figuur 27 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen

Tabel 9 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam; U = mogelijk uitstralingseffect

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	X	X
Haringvliet-west				U
Hollandse kust		X		

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 10). De KRW-gebieden hebben een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 11.

Tabel 10 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden (IenW, 2020)

KRW-waterlichaam	Beschermde gebieden
Noordelijke Deltakust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> Vogelrichtlijngebieden Habitatrichtlijngebieden Zwemwatergebieden
Haringvliet-west	<ul style="list-style-type: none"> Habitatrichtlijngebied Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden
Hollandse kust	<ul style="list-style-type: none"> Habitatrichtlijngebied Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden

Tabel 11 Watertype en status van de KRW-waterlichamen op het voorkeustracé (IenW, 2022)

KRW-gebied	Water type	Status
Noordelijke Deltakust (kustwater)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Haringvliet-west	Estuarium met matig getijverschil (O2)	Sterk veranderd
Hollandse kust	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk

4.2.1 KRW-doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt de chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en het mogelijk bereiken van doelbereik voor 2027 beschreven (IenW, 2022). Regels met 'n.v.t.' (niet van toepassing) geven aan dat deze parameters niet toepasbaar zijn voor het watertype.

Noordelijke Deltakust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Deltakust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang.

Tabel 12 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Fysisch-chemische toestand Noordelijke Deltakust			
Fysisch-chemische parameters	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Redelijk zeker
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 13 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Ecologische toestand Noordelijke Deltakust			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Matig	Goed	Redelijk zeker
Overige waterflora	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Vis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Fytoplankton	Goed	Matig	Redelijk zeker

Haringvliet-west

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Haringvliet-west zijn weergegeven in Tabel 14 en Tabel 15. Voor het KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alle deelmaatlaten (macrofauna, overige waterflora, vis en fytoplankton) van belang.

Tabel 14 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Haringvliet-west voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Fysisch-chemische toestand Haringvliet west			
Fysisch-chemische parameters	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	redelijk zeker
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 15 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Haringvliet-West voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Ecologische toestand Haringvliet west			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Matig	Redelijk zeker
Overige waterflora	Goed	Slecht	Onzeker
Vis	Ontoereikend	Matig	Redelijk zeker
Fytoplankton	Matig	Matig	Vrijwel zeker

Hollandse kust

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor Hollandse kust zijn weergegeven in Tabel 16 en Tabel 17. Voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de deelmaatlaten (macrofauna en fytoplankton) van belang.

Tabel 16 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Hollandse kust voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Fysisch-chemische toestand Haringvliet west			
Fysisch-chemische parameters	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Ontoereikend	Ontoereikend	redelijk zeker
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 17 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2022)

Ecologische toestand Haringvliet west			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Matig	Goed	Redelijk zeker
Overige waterflora	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Vis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Fytoplankton	Goed	Goed	Vrijwel zeker

4.3 Effectbepaling

4.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRW is toegelicht in paragraaf 4.1. Hiermee is bepaald welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit nader onderzocht moeten worden voor welke KRW-kwaliteitselementen, zie Tabel 18. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in paragraaf 4.4.

Tabel 18 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor welke biologische kwaliteitselementen

Gevolgen	Effect	KRW Biologisch kwaliteitselement
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	<ul style="list-style-type: none"> Fytoplankton Macrofauna Overige waterflora
Verstoring door continu geluid onderwater	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Vissen Macrofauna
Habitataantasting	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> Macrofauna Overige waterflora
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> Vissen Macrofauna

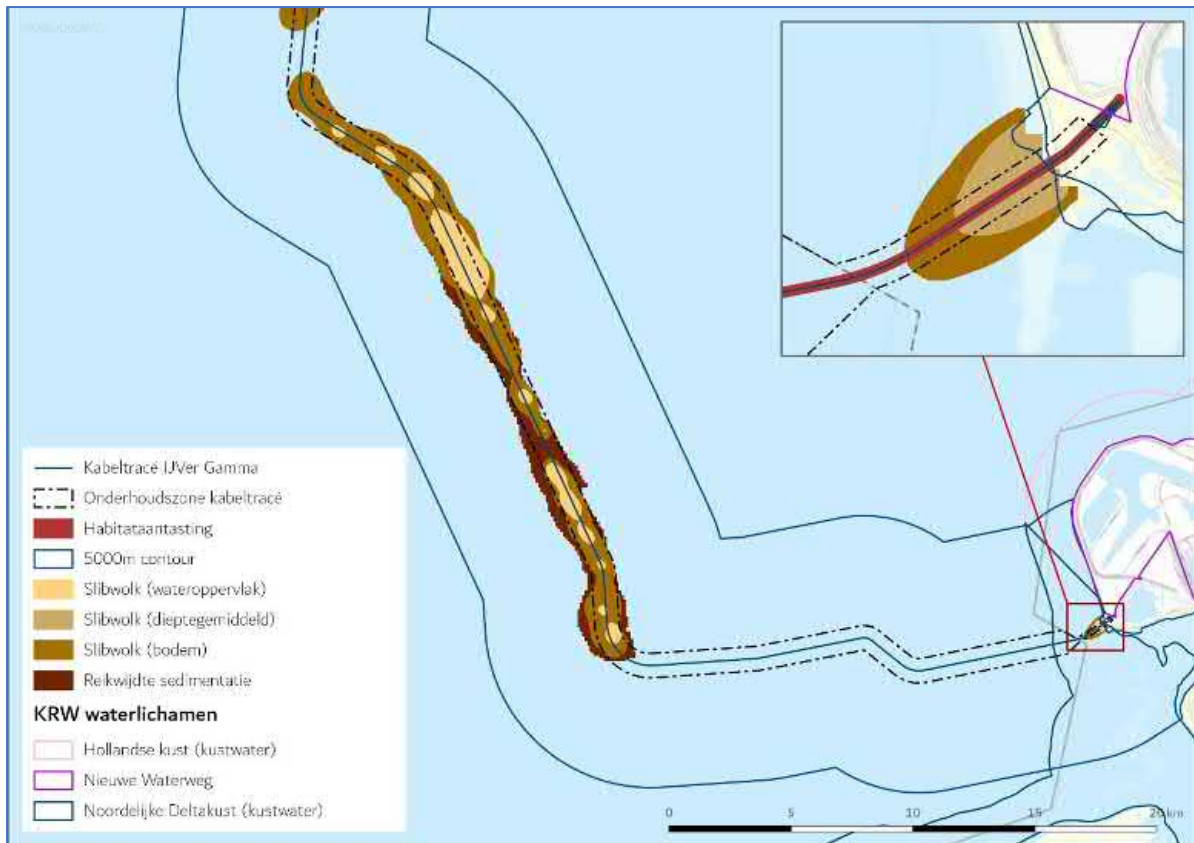
Afhankelijk van welke parameters wel en niet toepasbaar zijn per KRW-waterlichaam (zie paragraaf 4.2.1), kan bepaald worden welke van de in een KRW-waterlichaam optredende gevolgen (zie Tabel 19) in dat KRW-waterlichaam nader onderzocht moeten worden. In KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust is het kwaliteitselement ‘vis’ niet van toepassing. Onderwaterverstoring hoeft daarvoor dus niet nader onderzocht te worden. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west wordt gekeken naar een mogelijk extern effect van EMV op biologisch kwaliteitselement ‘vis’ (trekvissen).

Tabel 19 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam, U = mogelijk uitstralingseffect

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	X	X
Haringvliet-west				U
Hollandse kust		X		

4.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling en de studie die hiernaar gedaan is zijn toegelicht in paragraaf 2.2. Figuur 28 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater). De effecten van vertroebeling op filterfeeders, primaire productie en trekvissen zijn uitgebreid toegelicht in paragraaf 2.2.



Figuur 28 Maximale omvang baggerpluim in relatie tot KRW-waterlichamen gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak, waterkolom en bodem. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden komen niet boven een daggemiddelde van 5 mg/L

Noordelijke deltakust

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) treedt vertroebeling op in de waterkolom en aan de bodem (circa 55 ha), zie Figuur 28. Aan het wateroppervlak treedt geen vertroebeling op. De wolk is van tijdelijke aard en verdwijnt binnen enkele dagen. In het gebied is primaire productie doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het voorkeustracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Perdon et al., 2019). Deze of andere schelpdiersoorten kunnen ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen (Troost et al., 2021). Uit de modelstudie blijkt dat bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/L en dat deze na een periode van enkele dagen afneemt tot het achtergrondniveau. Macrofauna in dit gebied is gewend aan variatie in de mate van vertroebeling. Na stormperiodes loopt de achtergrondconcentratie in de kuststrook op tot 30 – 100 mg/L. Tijdelijke en permanente effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.

4.3.3 Continu-onderwatergeluid

De reikwijdte van continu onderwatergeluid en de studie die hiernaar gedaan is, zijn toegelicht in paragraaf 2.4. Figuur 28 toont de maximale reikwijdte van continu onderwaterverstoring ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Continu-onderwatergeluid reikt tot KRW-

waterlichamen Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust. Macrofauna kunnen effecten ondervinden van onderwatergeluid (continu en impuls) (Solan et al., 2016).

Noordelijke deltakust

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) treedt continu-onderwatergeluid op in een gebied van 2977 hectare (35,5% van het gebied), zie Figuur 28. Rond de Maasvlakte en in de Delta varen veel schepen waardoor er in het KRW-gebied al continu onderwaterversoring optreedt. Door de werkzaamheden zullen macrofauna tijdelijk met een toename in continu onderwaterversoring te maken krijgen. Dit zal echter niet verschillen van de verstoring waar macrofauna in het KRW-waterlichaam al aan gewend is. Tijdelijke en permanente effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten. Macrofauna is vooral gevoelig voor geluid met hoge dB-waardes die vooral bij impuls-onderwatergeluid vrijkomt (André et al., 2011; de Soto, 2016)

Hollandse kust

In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) treedt continu-onderwatergeluid op in een gebied van 394 hectare (1,5% van het gebied), zie Figuur 28. Aangezien dit een zeer klein areaal is en er rondom dit gebied al veel continu onderwaterversoring is, zijn tijdelijke en permanente effecten op populatieniveau en in de voedselketen uitgesloten.

4.3.4 Habitataantasting

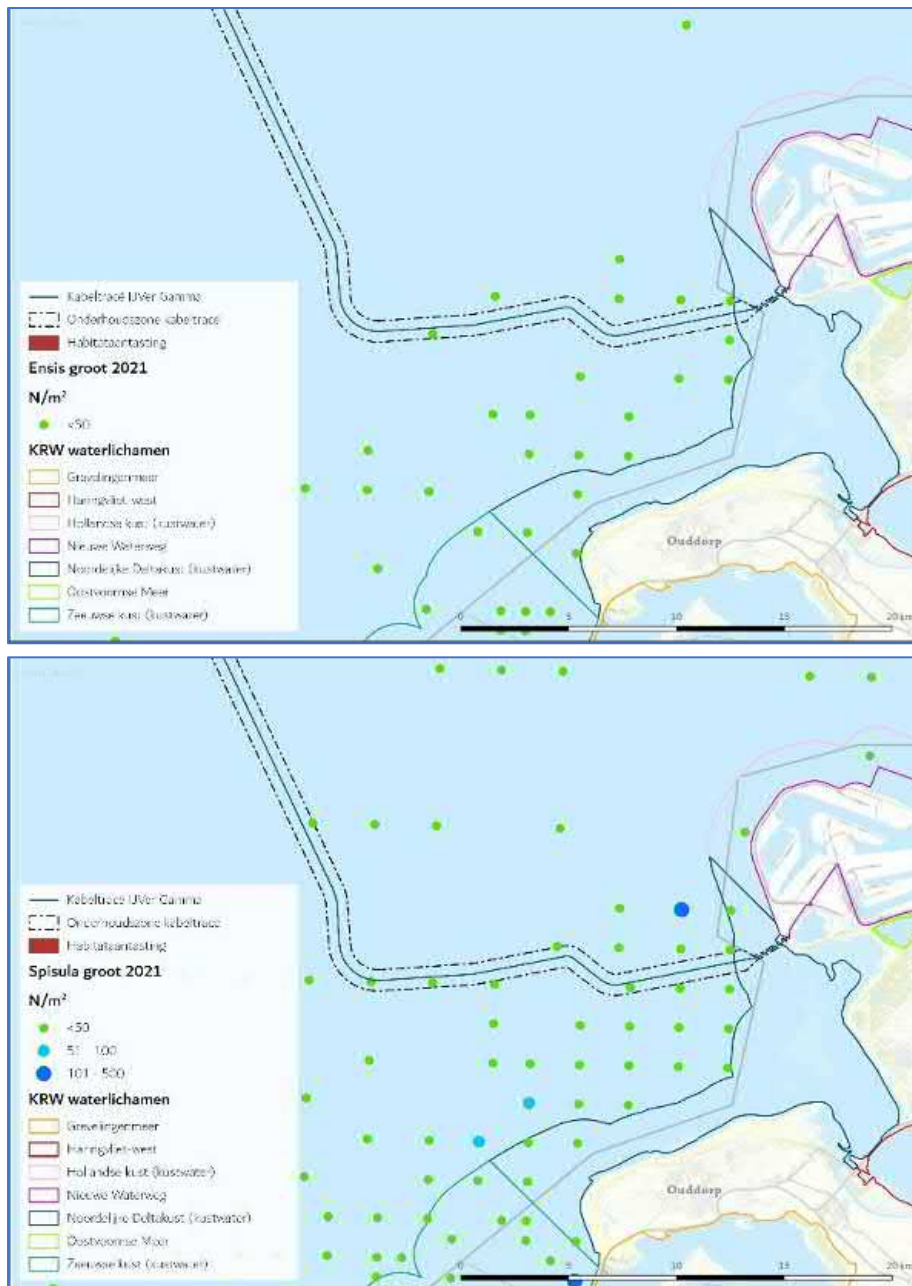
Noordelijke deltakust

De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Er kan in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) aantasting plaatsvinden van circa 15,5 ha. Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (8376 ha; < 0,2 %). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 65 meter. In de praktijk zal in de Noordelijke deltakust grotendeels getrencht worden en wordt er slechts de laatste kilometer voor aanlanding gebaggerd voorafgaand aan het trenchen. Trenchen heeft een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het voorkeurstracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in mindere mate mesheften (*Ensis*) (Figuur 29; Perdon et al., 2019). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen, echter worden er in de buurt van het KRW-gebied geen hotspots van schelpdieren waargenomen, (Figuur 29). Het voorkeurstracé loopt niet door bekende hotspots van schelpdiersoorten en de soorten zijn verspreid in de omgeving waargenomen. Voor het KRW-gebied langs het voorkeurstracé wordt ervan uit gegaan dat schelpdierbank dichtheden hetzelfde zijn als in het deel buiten het KRW-gebied waarlangs het voorkeurstracé gaat. Het areaal dat verstoord wordt door habitataantasting in KRW-lichaam Noordelijke deltakust heeft geen tot weinig belang voor macrofauna. Tevens worden de fysieke eigenschappen van het gebied niet aangetast.

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect (dit geldt ook voor het bovengenoemde gevolg sedimentatie). Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts

één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Permanente en tijdelijke negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.



Figuur 29 Ensis banken (boven) en Spisula banken (onder) in het kust gebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en >18 mm voor Spisula

4.3.5 Elektromagnetische velden

Noordelijke deltakust (kustwater)

In paragraaf 3.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen

soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waarden van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, zoals berekend door (van Essen, 2020, 2021b) in Figuur 9 en Figuur 10. Aangezien niet alle soortgroepen gedekt zijn in deze onderzoeken noch onderzoeken naar langdurige effecten in vivo zijn gedaan, wordt er nog uitgegaan van een kennisleemte op het gebied van EMV omtrent ongewervelden. In combinatie met bovenstaande informatie en bronnen uit Bijlage VII-D wordt er op basis van de meest actuele beschikbare kennis vanuit gegaan dat aanwezige ongewervelden geen significant permanente en tijdelijke negatieve effecten zullen ondervinden van de waarden die door de kabel aanwezig zullen zijn.

Haringvliet-west

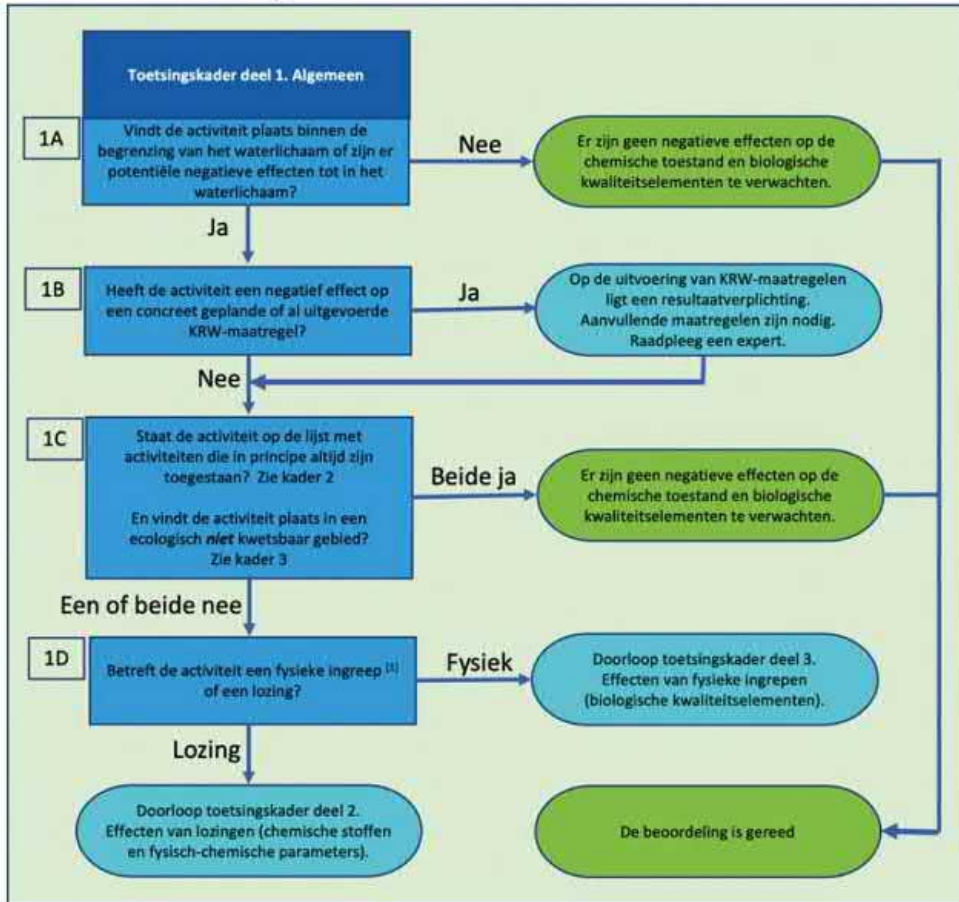
In paragraaf 3.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Het elektromagnetisch veld van de kabel reikt niet tot in de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west, maar wordt deels aangelegd in de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvissen. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat trekvissen permanent en tijdelijke significant negatieve effecten zullen ondervinden.

4.4 Toetsing KRW

4.4.1 Inleiding

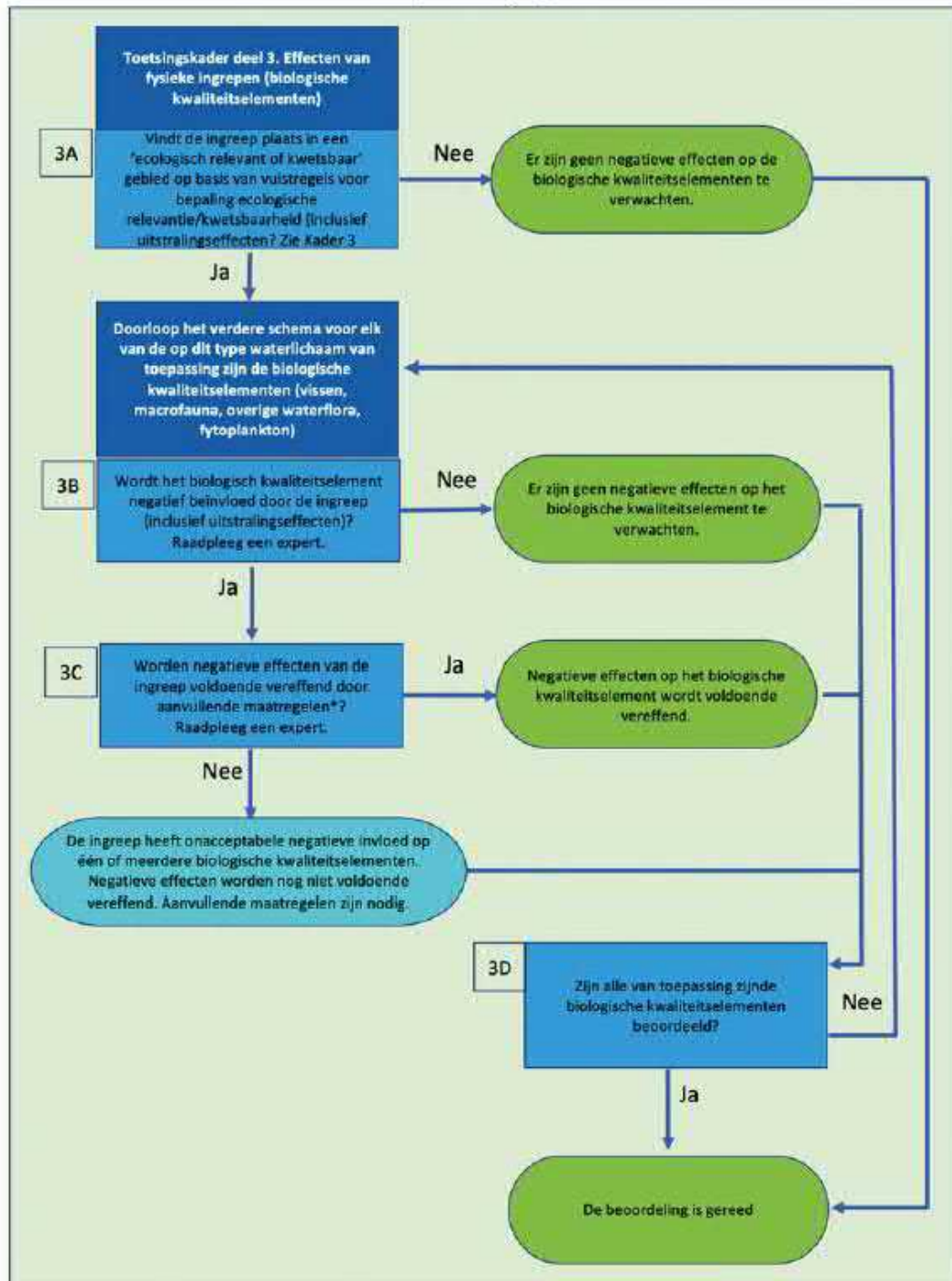
Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 30. Het "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 31.

Stroomschema deel 1. Algemeen.



Figuur 30 "Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit

Stroomschema deel 3. Effecten van fysieke ingrepen.



Figur 31 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust. De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

4.4.2 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 30) wordt doorlopen voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma blijkt:

Noordelijke deltakust (kustwater)

- 1A. De ingreep vindt plaats in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het voorkeustracé. Uitgevoerde maatregelen zijn gericht op voorlichting en onderzoek. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020). De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het voorkeustracé loopt deels door dit gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep.

Uit bovenstaande blijkt dat als vervolgstap “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen moet worden.

Haringvliet west

- 1A. De activiteit heeft mogelijk via barrièrewerking uitstralingseffecten van elektromagnetische velden naar KRW-waterlichaam Haringvliet-west.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het voorkeustracé. Uitgevoerde maatregelen in 2010 t/m 2015 waren een verkenning naar aangepast beheer voor drinkwaterbeschermingszones en optimalisatie van vooroeerverdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. In 2016 t/m 2021 waren maatregelen gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, onderzoek naar vaststellen van herkomst van stoffen, onderzoek naar drinkwaterbeschermingszone en optimalisatie en vooroeerverdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. Voor 2022 t/m 2027 zijn maatregelen gepland gericht op het uitvoeren van onderzoek en voor vis passeerbaar maken van kunstwerken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Deze maatregelen ondervinden geen effect van het voorkeustracé.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Hollandse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van onderwatergeluid naar Hollandse kust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het voorkeustracé. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, uitvoeren van onderzoek, geven van voorlichting en 1

maatregel geclassificeerd als overige emissie maatregel. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).

- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. Onderwatergeluid treedt op in het gebied binnen de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

4.4.3 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 31.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de drie KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 4.4.2).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de drie waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

4.4.4 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 20 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Het areaal waar vertroebeling aan het wateroppervlak optreedt is zeer beperkt en de concentratieverhoging is tijdelijk. Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). De remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zal er geen permanente of tijdelijke afname zijn van het kwaliteitskenmerk. Hierdoor zal er geen permanent of tijdelijk significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 21 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie
Vertroebeling	Filterfeeders Bodemdieren	Geen significante effecten	

Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 2-5 jaar herstellen.	
Onderwaterverstoring	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Elektromagnetische velden	Bodemdieren	Geen significante effecten	

Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken, maar zij kunnen zich na 2 tot 5 jaar hersteld hebben. De slibconcentratieverhoging is tijdelijk en blijft binnen ranges waar de macrofauna in de dynamische kuststrook aan gewend is. Continu onderwatergeluid zal geen effect hebben op macrofauna. Gevonden waardes voor elektromagnetische velden waarbij soorten mogelijk negatieve effecten ondervinden zijn hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. Hoewel habitataantasting wel zorgt voor een tijdelijke negatieve verandering in het gebied zal dit niet leiden tot een tijdelijke negatieve afname van het kwaliteitskenmerk macrofauna. Dit komt doordat het aangetaste areaal zeer klein is. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen permanent of tijdelijk significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

4.4.5 Haringvliet-west

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam van kwaliteitselement 'vis', door mogelijke uitstralingseffecten door barrièrewerking als gevolg van elektromagnetische velden. Daarom wordt er gekeken naar het effect op dit kwaliteitselement.

Vis

Tabel 22 Relevante effecten voor kwaliteitselement Vis in KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie
Elektromagnetische velden	(trek)vissen	Geen significant effect	

Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Hierdoor zal er geen permanente of tijdelijke afname zijn van het kwaliteitskenmerk. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat vissen.

4.4.6 Hollandse kust

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam van het kwaliteitselement 'macrofauna' als gevolg van continu onderwatergeluid. Daarom wordt er gekeken naar het effect op dit kwaliteitselement.

Macrofauna

Tabel 23 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater).

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Onderwatergeluid	Bodemdieren	Geen significant effect	

Continu-onderwaterverstooring als gevolg van de werkzaamheden die tijdelijk optreedt rond dit gebied beslaat een klein oppervlak van het KRW-lichaam Hollandse kust. Tevens is het aanwezige macrofauna reeds gewend aan continu onderwatergeluid. Hierdoor zal er geen permanente of tijdelijke afname zijn van het kwaliteitskenmerk. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

4.5 Conclusie

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Noordelijke deltakust (kustwater) zijn er geen effecten gevonden die permanent of tijdelijk nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) en habitataantasting, continu onderwatergeluid en elektromagnetische velden op de macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig permanent of tijdelijk effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van dit KRW-waterlichaam. De vertroebeling zal geen barrièrewerking hebben voor trekvis. Op basis van de nu beschikbare informatie zal ook geen barrièrewerking optreden door elektromagnetische velden op (trek)vissen. Er wordt daarom geen nadelig permanent of tijdelijk effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor het KRW-waterlichaam Hollandse Kust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor dit KRW-waterlichaam. Het ecologisch kwaliteitskenmerk macrofauna zal geen significant negatieve effecten ondervinden van continu onderwatergeluid. Er wordt daarom geen nadelig permanent of tijdelijk effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

5 Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren

5.1 Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21, in samenhang met artikel 2.1, het toetsingskader voor de beslissing op de vergunningsaanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.

In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functie vervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Bij de voorgenomen activiteit worden geen veranderingen in de structurele integriteit van waterkeringen of waterbassins veroorzaakt. Zodoende zijn wateroverlast en overstromingen uitgesloten. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 4) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

5.2 Effectbepaling

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW.

De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 4) en wordt hier niet nogmaals behandeld. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken.

5.2.1 Verdroging

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties.

Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boerspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging (Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekeningen). Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het voorkeurstracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna.

5.3 Toetsing

5.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het voorkeurstracé is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot negatieve effecten als gevolg van verdroging leidt.

5.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Op grond van de Waterwet kent het Rijk in het Nationaal Waterplan 2016-2021 en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021 (BPRW) gebruiksfuncties toe aan de rijkswateren die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW). Het Rijk wil terughoudend omgaan met het ruimtelijk vastleggen van gebruiksfuncties. Gebruiksfuncties die toegekend worden zijn drinkwater en drinkwaterbeschermingszones, zwemwater, Natura 2000-gebied, schelpdierenwateren. Naast deze gebruiksfuncties vervullen de rijkswateren ook tal van andere gebruiksfuncties die niet formeel zijn toegekend via het Nationaal Waterplan, het BPRW of andere planfiguren.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

5.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

6 Referenties

- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, November, 43.
<http://dx.doi.org/10.18174/400306>.
- Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 113–121. <https://doi.org/10.1002/aqc.1244>
- André, M., Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Quero, C., Mas, A., Lombarte, A., van der Schaar, M., López-Bejar, M., Morell, M., Zaugg, S., & Houégnigan, L. (2011). Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(9), 489–493. <https://doi.org/10.1890/100124>
- Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 6(9). <https://doi.org/10.7489/1621-1>
- Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, January, 69.
- Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). *Sterna hirundo* Common Tern. *BWP Update*, 6, 91–137.
- Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERA Report*.
- BIJ12. (2017). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C.,

Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(3), 557–569.

<https://doi.org/10.1139/f99-290>

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalftsen, J. A. (2012).

Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties.

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 25(7), 498–502. <https://doi.org/10.1002/bem.20019>

Boele, A., van Bruggen, J., Hustings, F., Koffijberg, K., Vergeer, J.-W., van der Meij, T., de Boer, V.,

Deuzeman, S., van Diek, H., de Jong, A., Kampichler, C., van Kleunen, A., Marx, L.,

Schekkerman, H., Schoppers, J., van Turnhout, C., Zoetebier, D., & van der Jeugd, H. (2015).

Broedvogels in Nederland in 2013.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen

Marine Research. <https://doi.org/10.18174/494566>

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van

de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg,*

Rapport 16-161.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpaalt en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden*

op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.

- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18.
<https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis)*. RIN-rapport 92/17.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.
- Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150(PB), 271–280.
- Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.
- Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water*.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.
- Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: Artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, 8, e140.
<https://doi.org/DOI: 10.1017/S1755267215001165>

- Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises*. 580, 221–237.
- de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.
- de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.
- De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>
- de Soto, N. A. (2016). Peer-Reviewed Studies on the Effects of Anthropogenic Noise on Marine Invertebrates: From Scallop Larvae to Giant Squid. In A. N. Popper & A. Hawkins (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life II* (Vol. 875, pp. 17–26). Springer New York.
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2981-8_3
- Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.

- Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, 50(7), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jav.02012>
- EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
- Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3*.
- Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*.
- Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (No. 21–281). Bureau Waardenburg.
- Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.
- Garcia, S., Álvarez, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.
- Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

- Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), *OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES)*. (pp. 86–103).
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).
- Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode, 2017*, 2171–2185.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria*. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.
- Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren*. STOWA, rapport 2007-02.
- Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. Rapport IRKZ-98.013*.

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

IenW. (2020). *Factsheets Oppervlaktewater—Kaderrichtlijn Water*.

IenW. (2022). *Factsheets Oppervlaktewater—Kaderrichtlijn Water*.

International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*.

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx>

Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C* (pp. 1–19).

Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C*.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzian Amphuiae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 96(6), 691–700.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Marine Biology and Ecology*, 61, 283–286.

- Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.
- Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoring gevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoring gevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*
- Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."*
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

- Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(2), 143–151.
- Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western Pacific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(9), 6523–6534.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater)*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Factsheet KRW - behorende bij Ontwerp Stroomgebiedbeheerplan 2022—2027, versie maart 2021*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2022). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2022-2027 (deel 3)*.
- Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.

- Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.
- Mouritsen, K. M., Dalsgaard, N. P., Flensburg, S. B., Madsen, J. C., & Selbach, C. (2022). *Fear of parasitism affects the functional role of ecosystem engineers*.
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering, 108*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: Chondrichthyans. *Journal of Fish Biology, 95*(1), 135–154. <https://doi.org/10.1111/jfb.14068>
- Norling, P., & Kautsky, N. (2007). *Structural and functional effects of Mytilus edulis on diversity of associated species and ecosystem functioning*.
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species*.
- Öhman, M. C., Sigraý, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio, 36*(8), 630–633. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[630:OWATEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2)
- Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulowicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential effects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanobiography*. <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018>
- Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management, 31*(1), 1–11.
- Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*.

- Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).
- Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.
- RIVM. (2017). *Risico's van stoffen* | KRW.
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de -20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
- RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016—2021*.
- Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
- Solan, M., Hauton, C., Godbold, J. A., Wood, C. L., Leighton, T. G., & White, P. (2016). *Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties*.
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moulting location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, 599, 239–251. <https://doi.org/10.3354/meps12624>

- STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor de natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroy, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (*Homarus gammarus*). *Aquatic Toxicology*, 220(105401), 8.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, February.
- Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., van der Pool, J., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2021). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020*.
- van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.
- van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
- van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*.
- van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olf, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of *Sabellaria spinulosa* reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, 144, 85–94.
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008>

- van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, 11(1).
- van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
- van Essen, M. (2021a). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.
- van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.
<https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/>
- Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15(5–6), 369–375.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(4), 855–875.
[https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)
- Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.
- Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.
- Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

COLOFON

Watertoetsen Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee Net op zee IJmuiden Ver Beta



Datum: 16 april 2021
Versienummer: V1
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Effecten van elektromagnetische velden

Electrische, magnetische en elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Magnetisch veld

In de literatuur is er geen studie gedaan met een 525 kV-kabelsysteem op gelijkstroom. De meest vergelijkbare studie is gedaan met een 500 kV-kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert (Neptune Regional Transmission System). Fluctuaties met het aardmagnetisch veld zijn gemeten op de zeebodem. Het magnetisch veld van deze kabel op 1 meter begraafdiepte is 20.7 μT (microtesla, de eenheid voor magnetische fluxdichtheid). Op een begraafdiepte van 2 meter is het magnetisch veld afgenomen tot 6.9 μT (Hutchison et al., 2018). Het magnetische veld van een kabel dat gelijkstroom transporteert is gemiddeld geschat op aan de hand van Normandeau et al., (2011). Een kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert, gelegen op 1 meter diepte, heeft recht boven de kabel (0 meter) op de zeebodem een magnetisch veld van gemiddeld 80 μT (gemiddelde van 8 verschillende gelijkstroomkabelsystemen, waarbij de hoogst gemeten waarde op 160 μT ligt en de laagste gemeten waarde op de 20 μT). Op een afstand van 2 meter (horizontaal langs de zeebodem) is dit afgenomen tot gemiddeld 20 μT . Hierbij is het niet zo dat de kabel waar de meeste stroom doorheen loopt ook daadwerkelijk het grootste veld in de waterkolom veroorzaakt. Dit is ook sterk afhankelijk van andere factoren zoals bijvoorbeeld de oriëntatie van de kabel ten opzichte van andere kabels (parallelligging).

Bij het huidige 525 kV-kabelsysteem van Net op zee IJmuiden Ver komen de waardes bij een begraafdiepte van 1 meter gemeten direct boven de kabel niet hoger dan 17,6 μT (Tennet, 2020). Hiermee ligt dit kabelsysteem onder het gemiddelde van de bovengenoemde gelijkstroomkabelsystemen die al in de zeebodem liggen.

Elektrisch veld

Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Hierbij zorgt een loodrechte beweging voor het genereren van een maximum iEF (Snoek et al., 2016). Voor de Neptune-kabel (die beschreven is in de vorige paragraaf) is dit veld gemeten op gemiddeld 0,4 mV/m (4 $\mu\text{V}/\text{cm}$) recht boven de kabel (Hutchison et al., 2018). Verder weg van de kabel wordt het veld zwakker.

Effecten op organismen

Elektrische, induced electric fields en elektromagnetische velden komen allen rondom de werkende kabels voor. Verschillende organismen ervaren andere effecten hiervan. In de volgende paragrafen informatie weergegeven per organismen, waarbij de verschillende velden worden door elkaar zijn gebruikt.

Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd, dit zijn effecten op (Snoek et al., 2016):

1. Gedragmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Ook voor andere organismen geldt dat de meeste effecten van elektromagnetische velden onder te verdelen zijn in één van deze categorieën. Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 μT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Andrew B Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 μT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 μT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51.3 μT) van een DC stroomkabel (330 MV, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften die in een omheining werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Voor krabben is gevonden dat deze minder agressief werden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Voor rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische DC-velden met stroomdichtheden van 0,4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen

waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 μT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een gelijkstroom-kabel passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008). Uit recent onderzoek is gebleken dat magnetische velden geen effect hebben op Europese paling (Otremba et al., 2019).

Pelagische vissen

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en via de soortenbescherming de houting (*Coregonus oxyrinchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is op moment van schrijven geen openbare informatie beschikbaar over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 μT kan waarnemen (A.B. Gill, 2015). De kans dat deze soorten ook effecten ondervinden is daardoor aanwezig.

Dat deze soorten dit kunnen waarnemen betekent niet dat ze er last van hebben of een verandering van gedrag vertonen. Zo liet een experiment geen veranderingen in gedrag zien van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). In het experiment passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 μT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai is bekend dat deze magnetische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektrische

velden op deze soorten. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor elektromagnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven DC-stroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het EMF hoger was dan 52.6 μT , zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren.

Verder is bekend dat de Hondshaai onderscheidt kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er is geen bewijs voor de aanwezigheid van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al. (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking. Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 μT , zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink (1990), waar deze data vandaan komen, zijn de data gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeld Snoek et al. (2016) dat navigatie van bruinvissen niet gebaseerd is op elektromagnetische velden, maar dat dit afhankelijk is van andere waardes, zoals bathymetrie en temperatuur. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus*

griseus), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Hier is gemeten op 350-400 meter hoogte dat veranderingen van 0.05 μT in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent niet dat als deze verstoring boven de 0.05 μT uitkomt op de zeebodem, deze dieren al verstoord raken. Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden.

Conclusie

Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren wel dieren zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertibraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 μT (wat ver boven het aardmagnetisch veld zit, wat zich rond de 48 μT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond).

Voor de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, aangezien er nog veel kennisleemtes zijn over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 μT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende schadelijke effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt hoe verder weg gemeten van de kabel, zal deze waarde van 0.05 μT niet bereikt worden met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er reikwijdtes kunnen worden vastgesteld.

Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor de kans klein is dat bentische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden celsius (Müller et al., 2016). Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

Referenties

- Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 6(9). <https://doi.org/10.7489/1621-1>
- Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 25(7), 498–502. <https://doi.org/10.1002/bem.20019>
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.
- Gill, A.B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A.B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), *OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES)*. (pp. 86–103).
- Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd (Issue 68)*.
- Gill, Andrew B, Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
- Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzian Amphuiae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.
- Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review -*.
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, 108, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajjura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, 95(1), 135–154. <https://doi.org/10.1111/jfb.14068>
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species*.
- Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, 36(8), 630–633. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[630:OWATEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2)
- Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulowicz, E. (2019). *Oceanological and Hydrobiological Studies Potential effects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea)*. <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018>

- Rijkswaterstaat. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1 – Desk Study*.
- RIVM. (2020). *Elektromagnetische Velden | RIVM*.
- Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D’eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (*Homarus gammarus*). *Aquatic Toxicology*, 220(105401), 8.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas, February*.
- Tennet. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel* (Issue December).
- TenneT. (2008). *Elektrische en magnetische velden*.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15(5–6), 369–375.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer

-

Datum

16 april 2021

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Notitie TNO 2022 M10087**Aan**

Arcadis Nederland B.V.
T.a.v. Bernd van Kuijk

Van

Christ de Jong & Bas Binnerts

Onderwerp

Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver

Defence, Safety & Security

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Projecnummer

060.35787/01.28

Contactpersoon

Dr. ir. C.A.F. de Jong

E-mail

christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer

+31888668034

1 Inleiding

Arcadis Nederland BV heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien voor het Gamma-platform voor de IJmuiden Ver windparken. Dit betreft berekeningen volgens de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie¹ (KEC).

2 Aanpak

In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELs) is op 750 m van de heilocatie, en binnen welk oppervlak rond de heilocatie bruinvissen en zeehonden verstoord worden.

Bij het bepalen van het verstoringsoppervlak is gebruik gemaakt van de nieuwste methode die in het KEC 4.0 is ontwikkeld. KEC 4.0 is een update van KEC 3.0 (Heinis et al, 2019) die in het eerste kwartaal van 2022 gepubliceerd zal worden.

3 Heilocatie

De geplande locatie van het IJmuiden Ver Gamma platform is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de afstand tussen de palen verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de referentieafstand (750 m) en de berekende verstoringsafstanden is alleen de centrale locatie van het platform als bronlocatie genomen.

Tabel 1: Coördinaten locatie IJmuiden Ver Gamma platform, weergegeven in Rijks Driehoeks coördinaten en WGS84.

X_RD (new)	Y_RD (new)	NORTHING	EASTING
41394,581902	560782,809584	53° 01.318' N	3° 41.643' E

¹ <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/>

Datum

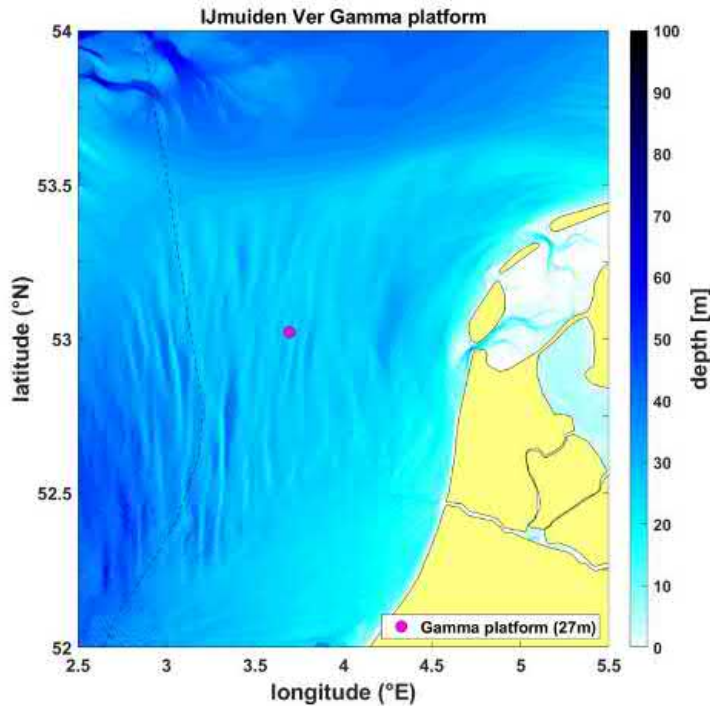
19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

2/11



Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en platformlocatie. De zwarte streeplijn geeft de grens van het NCP aan.

4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.

	Platformpalen
Aantal palen	16
Paaldiameter	2,5 m
Wanddikte	60 / 80 mm
Massa ram (IHC-S-2500 / IHC-S-3500)	126 ton / 175 ton
Massa aambeeld ²	126 ton / 175 ton
Contactstijfheid	20 GPa
Hei-energie (voor beide hamers)	2000 kJ

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

² Bij gebrek aan verdere detailinformatie gaan we uit van de realistische schatting dat de massa's van hamer en aambeeld gelijk zijn.

5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit (Ainslie, 2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekeningsresultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore windpark (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, http://www.emodnet-bathymetry.eu/ , zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$)
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m ³
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250 \text{ Hz}}\right)^{1.8} \times 0,88$ dB/golflengte voor $f < 250$ Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m ³
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

3/11

6 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie (Tabel 1) een maximumwaarde van de ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, bij heien zonder mitigatiemaatregelen, zie Tabel 4. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben, zie ook sectie 10 van deze notitie.

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

4/11

Tabel 4: Berekende SELss of 750 m afstand voor vier combinaties van hamertype en paalgeometrie

nr	massa ram/aambeeld	wanddikte	SELss(750m)
	ton	mm	dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$
1	126	60	167
2	126	80	167
3	175	60	164
4	175	80	164

In de berekeningen voor KEC 4.0 is in eerste instantie uitgegaan van een verwachte geluidsnorm voor SELss(750m) van 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Uit de KEC 4.0 berekeningen bleek echter dat de ecologische norm voor het beschermen van de bruinvispopulatie op het NCP in de berekeningen mogelijk wordt overschreden bij het toepassen van deze geluidsnorm bij de versnelde aanleg van windparken in de periode tot 2030. Door toepassing van een geluidnorm van SEL_{SS} (750 m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ voor de windenergiegebieden IJmuiden Ver en de windenergiegebieden van die versnelling zou de overschrijding van de ecologische norm vermeden kunnen worden. De kavelbesluiten voor de IJmuiden Ver gebieden zullen te zijner tijd specificeren onder welke normwaarde de SELss(750m) dient te blijven tijdens de aanleg. Wanneer in de kavelbesluiten een geluidsnorm van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ wordt opgenomen, dan dienen maatregelen getroffen te worden om het risico op overschrijding met 4-7 dB te mitigeren, bijvoorbeeld door middel van het plaatsen van een bellenscherm.

De wanddikte van de funderingspaal (60 of 80 mm) heeft nauwelijks invloed op het gerekende onderwatergeluid. Toepassen van een zwaardere hamer en aambeeld bij dezelfde heiklapenergie leidt tot een reductie van het onderwatergeluid. Verhogen van de ram- en aambeeld-massa van 126 naar 175 ton leidt volgens de berekeningen tot een reductie van het onderwatergeluid met 3 dB. Een 3 dB reductie kan in theorie ook worden bereikt door het halveren van de maximale heiklapenergie.

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, zoals weergegeven in Figuur 2 tot en met Figuur 5. Deze figuren tonen de SELss contouren rond de heilocatie in stappen van 5 dB.

Datum

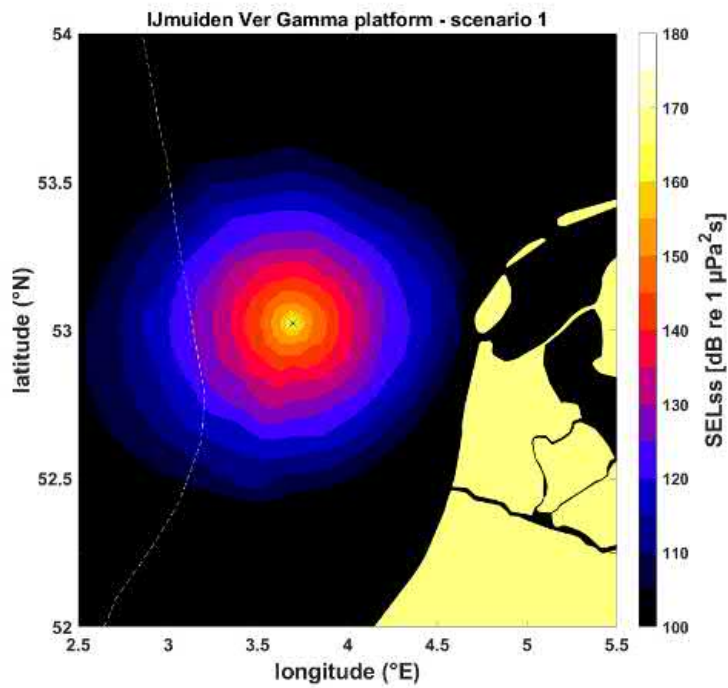
19 januari 2022

Onze referentie

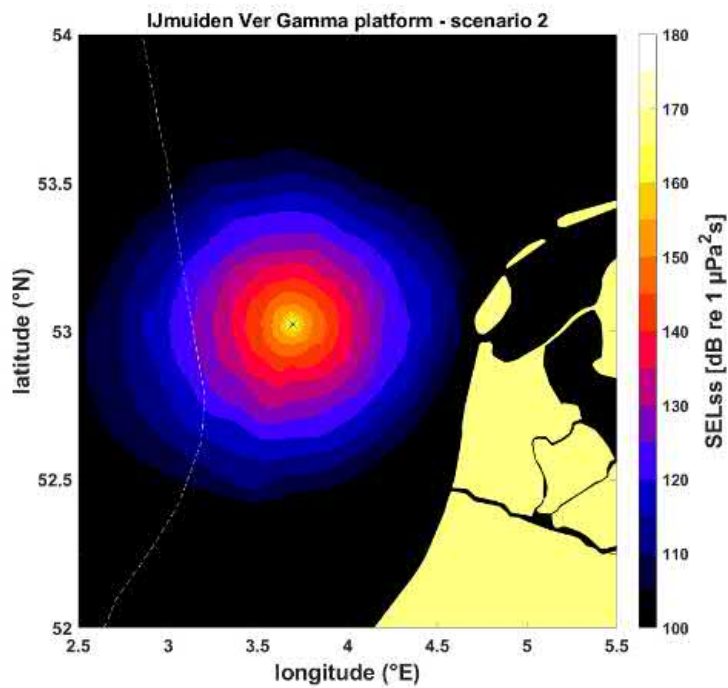
DHW-2022-AS-100343209

Blad

5/11



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.1.

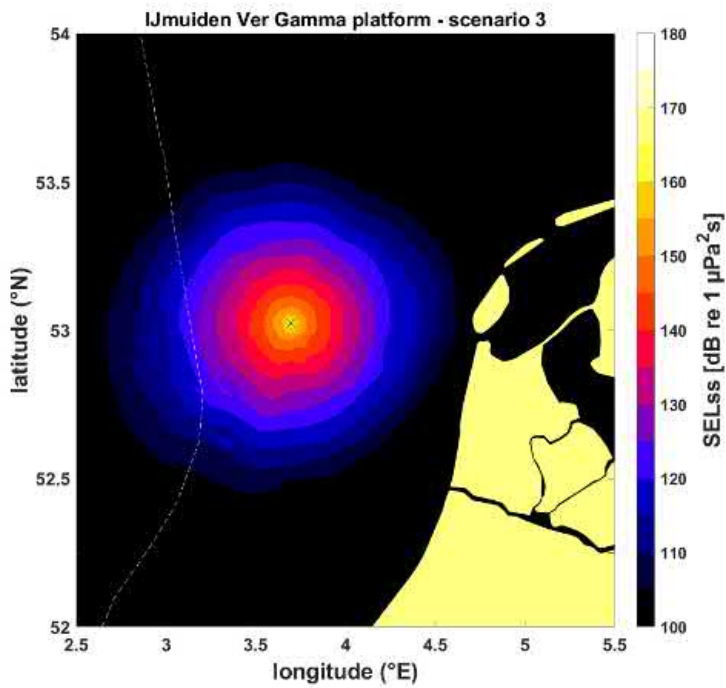


Figuur 3 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.2.

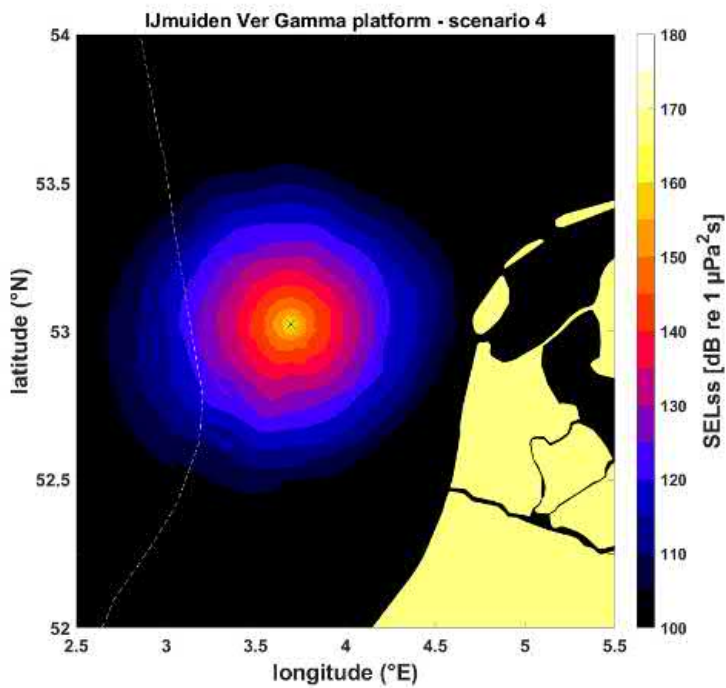
Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
6/11



Figuur 4 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.3.



Figuur 5 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.4.

7 Dosis-effect relatie

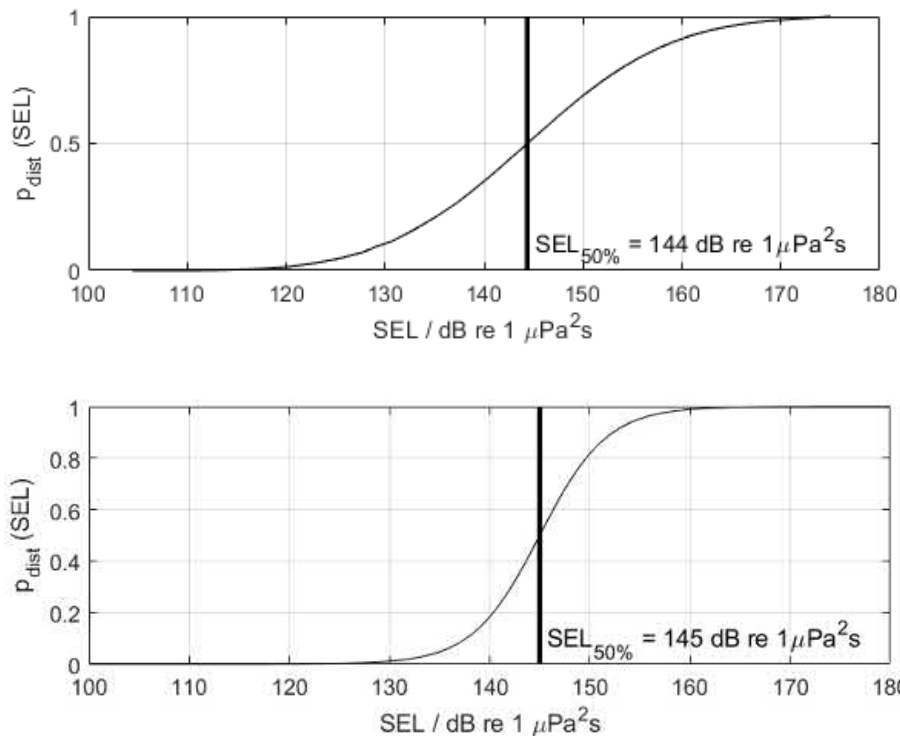
De verstoring van dieren door geluid varieert per individu en is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Tyack & Thomas (2019) benadrukken het belang van het toepassen van dosis-respons relaties bij het schatten van het aantal dieren dat mogelijk beïnvloed wordt, en geven aan dat het toepassen van een discrete drempelwaarde tot een foute inschatting kan leiden. Daarom is in het KEC 4.0 (Heinis et al, 2022) besloten om gebruik te maken van dosis-respons relaties in plaats van de in KEC1.0-3.0 (Heinis et al, 2019) toegepaste discrete drempelwaarden voor verstoring.

Voor bruinvissen is deze relatie geschat op basis van waarnemingen rond heiwerkzaamheden in Nederland, Duitsland en Schotland (o.a. Geelhoed et al. 2019, Brandt et al. 2018, Graham et al. 2019) en voor zeehonden op basis van Kastelein et al. (2011), Russel et al. (2016), Whyte et al. (2020) en Aarts et al. (2018). De gebruikte relaties zijn in Figuur 6 weergegeven.

Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
7/11



Figuur 6 Relaties tussen geluidsdosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). Er is van uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$ -waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans op verstoring van de dieren is. Uit Heinis et al (2022).

Voor verdere details over de toegepaste dosis-effect relaties voor bruinvissen en zeehonden verwijzen we naar het in 2022 te verschijnen KEC 4.0 rapport (Heinis et al, 2022).

Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
8/11

8 Oppervlak waarover dieren verstoord worden door geluid

Uit de geluidverspreiding (Figuur 2 tot en met Figuur 5) is per locatie op de kaart de kans op verstoring van bruinvissen en zeehonden berekend door het toepassen van de dosis-effectrelaties (Figuur 6). Het effectieve verstoringsoppervlak is vervolgens berekend door per punt op de kaart de berekende kans te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de geluidkaart. De resulterende oppervlakken zijn opgenomen in Tabel 5.

Tabel 5: Berekende verstoringsoppervlak voor vier combinaties van hamertype en paalgeometrie

nr	massa ram/aambeeld ton	wanddikte mm	verstoringsoppervlak	
			bruinvissen km ²	zeehonden km ²
1	126	60	1133	613
2	126	80	1114	597
3	175	60	895	446
4	175	80	885	439

9 Aantal verstoorde dieren per dag waarop geheid wordt

In het KEC 4.0 is gebruik gemaakt van de meest recente verspreidingskaarten van bruinvissen en gewone en grijze zeehonden. Het aantal verstoorde dieren per heidag is voor de drie soorten berekend door voor elk punt in de geluidkaart de kans op verstoring te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt én met de lokale schatting van de dichtheid van de dieren op dit punt (uit de dierverspreidingskaarten, geïnterpoleerd naar hetzelfde grid als de geluidkaarten) en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de kaart.

Voor **bruinvissen** is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt.

Voor **zeehonden** op het NCP is uitgegaan van de ten behoeve van het KEC 4.0 samengestelde kaarten van Aarts et al. (2021). Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd.

De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel 6.

Tabel 6: Berekend aantal verstoorde dieren per heidag voor vier combinaties van hamertype en paalgeometrie. Voor de zeehonden is het aantal per kalendermaand berekend, waarvan de getallen in de tabel het minimum, gemiddelde en maximumaantal verstoorde dieren gegeven.

nr	Aantal verstoorde dieren per heidag		
	bruinvissen	gewone zeehonden	grijze zeehonden
1	1075	20 – 38 - 94	29 – 37 - 52
2	1057	19 – 37 - 92	28 – 35 - 50
3	847	14 – 27 - 69	20 – 25 - 36
4	838	14 – 27 - 67	20 – 25 - 36

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

9/11

10 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELs uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB af te wijken van de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van het verstoringsoppervlak is in deze studie uitgegaan van de dosis-effect relaties zoals in het KEC 4.0 gehanteerd. Metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze berekening mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Mogelijke verklaringen voor deze discrepanties kunnen zitten in de hypothese dat ook de frequentie-inhoud een rol kan spelen in de verstorende werking van het geluid (Tougaard et al. 2015).

Ook de berekening van het mogelijke aantal verstoorde dieren per heidag is onzeker, vanwege diverse leemten in kennis over de aanwezigheid en het gedrag van bruinvissen en zeehonden, zie Heinis et al (2022).

11 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Gamma-platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, met een onzekerheid van minimaal 3 dB.

Het geluidniveau kan volgens de berekeningen met ongeveer 3 dB gereduceerd worden door toepassing van een zwaardere hamer en aambeeld, bij dezelfde maximale heiklapenergie, of door verlagen van de maximale heiklapenergie.

De berekeningen geven aan dat ongemitigeerd heigeluid bruinvissen kan verstoren binnen een oppervlak van maximaal 1133 km² rond het platform en zeehonden binnen een oppervlak van 613 km². Op basis van de meest recente schattingen van dichtheden van dieren in het gebied wordt het maximale aantal verstoorde bruinvissen geschat op ruim 1000. Het maximale aantal verstoorde gewone zeehonden per heidag wordt geschat op ongeveer 100 en het maximale aantal verstoorde grijze zeehonden op ongeveer 50.

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

10/11

12 Referenties

- Aarts et al, 2018. Behavioural response of grey seals to pile-driving. Wageningen University & Research report C006/18
- Aarts, G., 2021, memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0, Wageningen Marine Research.
- Ainslie, 2010. Principles of Sonar Performance Modeling, Springer-Praxis
- Binnerts et al, 2016. Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound, report TNO 2016 R11338
- Brandt et al, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213 – 232
- Deeks & Randolph, 1993. Analytical modelling of hammer impact for pile driving, *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol.17: 279-302
- de Jong et al, 2018. Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions, report TNO 2018 R11671.
(https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predictions_tno_2019.pdf)
- Geelhoed et al, 2019. Gemini Tc: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015, Wageningen University & Research report C020/17
- Gilles et al, 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7: e01367. 10.1002/ecs2.1367.
- Gilles et al, 2020 Update of distribution maps of harbor porpoises in the North Sea. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation. Institute for Terrestrial and Aquatic Wildlife Research (ITAW) report to RWS.
- Graham et al, 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6: 190335.
- Kastelein et al, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds, SEAMARCO Ref: 2011/01
- Heinis et al, 2019. Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.
(https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf)
- Heinis et al, 2022. Kader Ecologie en Cumulatie 2021 (KEC 4.0) – zeezoogdieren. Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren door de versnelde aanleg van windparken in de periode 2016 – 2030. Concept-rapport, verwachte publicatie via het Noordzeeloket in het eerste kwartaal van 2022
- Russell et al, 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology*
- Southall et al, 2017. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations", *Aquatic Mammals* 33(4): 411-521
- Tougaard et al, 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises, *Marine Pollution Bulletin* 90, 196–208
- Tyack & Thomas, 2019. Using dose–response functions to improve calculations of the impact of anthropogenic noise. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.* 29(S1):242–253
- Whyte et al, 2020. Estimating the effects of pile driving sounds on seals: Pitfalls and possibilities. *J. Acoust. Soc. Am.* 147 (6): 3948–3958

Datum

19 januari 2022

Onze referentie

DHW-2022-AS-100343209

Blad

11/11

Net op zee IJmuiden ver (Gamma)

**Slibmodellerstudie (vertroebeling)
TenneT TSO B.V.**

16 September 2022

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doelstelling	4
1.2	Locatiebeschrijving	4
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	6
2	Realisatie voorkeurstracé	7
2.1	Aanlegmethodiek	7
2.1.1	Algemene methodiek	7
2.1.2	Pre-sweeping	7
2.1.3	Baggeren	7
2.1.4	Trenchen	9
2.1.5	Ingezet materieel	9
2.1.6	Fasering baggerwerkzaamheden	10
2.2	Baggervolumes	10
3	Delft3D model opzet	13
3.1	Rekenroosters en modelbathymetrie	13
3.2	Randvoorwaarden	13
3.3	Simuleren van de baggerwerkzaamheden	14
3.4	Sedimenteigenschappen in het model	15
4	Modelresultaten	16
4.1	Vertroebeling	16
4.1.1	Achtergrondconcentratie	16
4.1.2	Baggerpluim	16
4.1.3	Tijdseries	18
4.2	Sedimentatie	22
4.2.1	Sedimentatiesnelheid	22
4.2.2	Sedimentatie laagdikte	23
5	Conclusies	24
6	References	25
	Colofon	26

1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de vertroebelingstudie welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor het Net op zee IJmuiden Ver Gamma (IJver Gamma). De werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) zijn beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van het VKA-tracé op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de MER-onderdeel Natuur op zee inzake de aanleg van de kabelsystemen naar IJver Gamma is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de (2x2)-kabelconfiguratie wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in het MER-hoofdstuk Natuur op zee gepresenteerd.

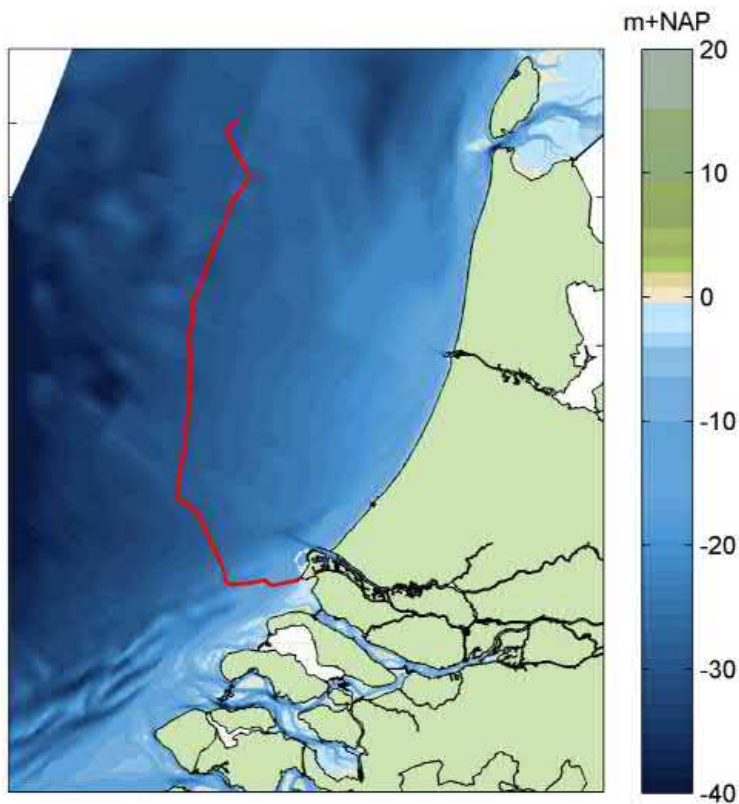
1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Net op Zee Hollandse Kust. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen op de Maasvlakte II, de vertroebelingstudie zal gaan tot aan aanlanding zoals te zien is in Figuur 1.

In het bodemprofiel langs het voorkeurstracé (IJver Gamma) zijn vijf verschillende gebieden te onderscheiden:

1. Kust: Aanlanding Maasvlakte II
2. Kust: Actieve zone; Voordelta
3. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, voorkeurstracé richting NW: met zandgolven
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, voorkeurstracé richting N: met zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, voorkeurstracé richting NO: met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 3 t/m 5, waarbij een groot deel bestaat uit zandgolven. Deze zandgolven liggen van parallel aan de kabel tot loodrecht erop, waardoor baggervolumes per gebied variëren.

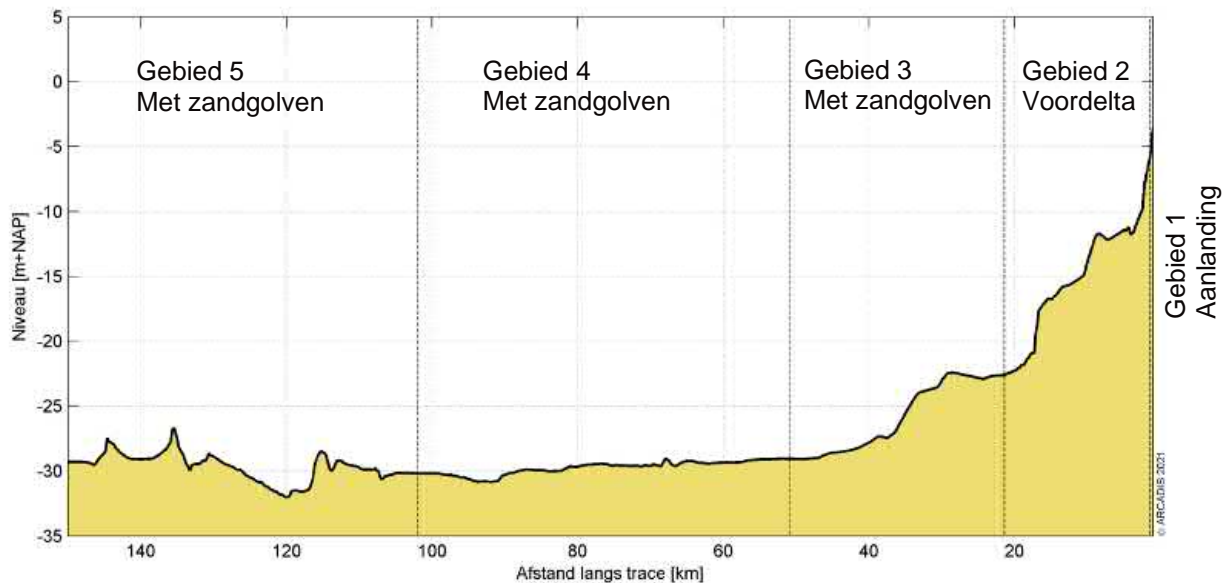


Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en voorkeustracé IJver Gamma.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstrooming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Door de monding van de Haringvliet heeft zich in het verleden op de zeebodem een delta (de Voordelta) gevormd, waarbij een geulen-banken patroon is ontstaan. Deze morfologie zorgt tevens voor een andere dynamiek dan verder offshore op de zeebodem, waar zich zandgolven en tidal-ridges bevinden. De geulen in de Voordelta verplaatsen zich deels na sluiten van de Haringvliet, waardoor erosie en ook sedimentatie plaatsvindt. Ter hoogte van het voorkeustracé IJver Gamma heeft er sinds de afsluiting erosie plaatsgevonden.

Het is nog niet bekend hoe de baggerwerkzaamheden bij de aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd. Daarom is er vanuit gegaan dat ook bij de werkzaamheden in dit gebied sediment zal vrijkomen, wat vertroebeling en sedimentatie kan veroorzaken.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 2. In de offshore gebieden worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen over het gehele voorkeustracé vanaf KP 20 tot aan het platform. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 2 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met zandgolven, afhankelijk van richting van de zandgolven ten opzichte van het voorkeustracé.

1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de aanlegmethodiek en baggervolumes;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase is het af te graven voorkeustracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht, ofwel sediment concentratie, en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het voorkeustracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Hoofdstuk 3 beschrijft de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 5.

2 Realisatie voorkeurstracé

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast. Hierbij is gebruik gemaakt van de informatie die gegeven is vanuit TenneT in de 'Typical Installation Methods' (TIM).

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het voorkeurstracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes van een (2x2)-kabelconfiguratie en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het voorkeurstracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere zones wordt geïntroduceerd.

2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (knijpen/snijden, met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment ($< 63 \mu\text{m}$). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels de bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (van de kruinen van zandgolven), waarna via trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

2.1.2 Pre-sweeping

Pre-sweeping is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Om de kabels op de beoogde diepte te kunnen installeren onder de mobiele zandgolven, zullen de kruinen van de zandgolven op de route moeten worden afgevlakt, voorafgaande aan het installeren van de kabels. Dit wordt gedaan om geen onderhoud te hoeven plegen gedurende de levensduur van de kabels. Het pre-sweepen van de zandgolven zal gebeuren over een groot deel van het voorkeurstracé. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 125 km van het voorkeurstracé zandgolven bevinden (gebieden 4 t/m 7), waarbij de noodzaak tot pre-sweepen afhankelijk is van de ligging van de kabel ten opzichte van de zandgolven. De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Eventueel zijn na het pre-sweepen nog aanvullende baggerwerkzaamheden nodig.

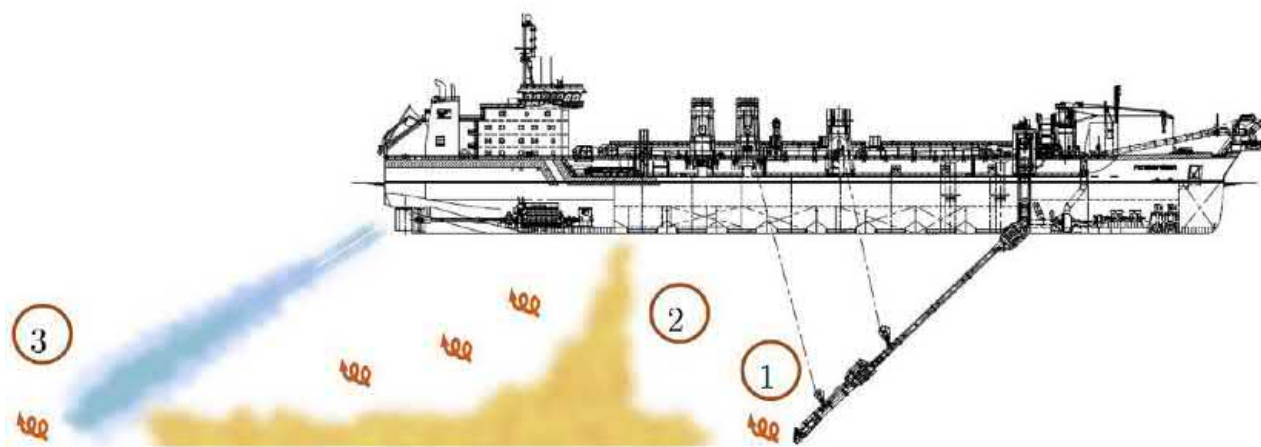
2.1.3 Baggeren

Daar waar het water te ondiep is voor het installeren van kabels, zal een toegang moeten worden gebaggerd voor de installatie schepen. Daarvoor zullen op zee en in binnenwateren sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) ingezet worden. Sleephopperzuigers verweken de grond met waterjets en zuigen het grond-watermengsel op via hun sleepkoppen. De grond komt in de bopper (het beun, laadruim) van het schip terecht terwijl het opgezogen water overboord stroomt. Bij de aanlanding van de kabel op het land, bij de aanlandingen in het Veersemeer en op plekken die voor een sleephopperzuiger lastig of niet bereikbaar zijn, kunnen snijkopzuigers (cutter-suction-dredger, CSD) of graafmachines op pontons (backhoe-dredgers) in worden gezet. Daarbij wordt de

opgebaggerde grond ofwel in beunschepen gelost, die het dan naar een stortlocatie transporteren, of de grond wordt door leidingen weggepompt naar een stortlocatie. Het totale baggervolume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 3 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeed materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 3 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

4. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggersaaiers willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

5. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terecht komen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

6. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeed materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwerpen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dicht bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een "green-valve" wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de

valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het voorkeursstracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloei-installatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door scheepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

2.1.4 Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet-zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet-trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte. Door het verweken van de zeebodem zullen nabij het zeebed gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Deze activiteit is niet te vergelijken met baggeren betreffende de vertroebeling. vertroebeling door trenchen is in de orde van grootte vergelijkbaar met het slepen van visnetten over de bodem.

2.1.5 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één CSD en meerdere sleephopperzuigers voor precisie baggeren en pre-sweepen van de zandgolven.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee snijkopzuigers met een conservatieve productie van 25.000 m³ per snijkopzuiger per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat drie sleephopperzuigers met een productiviteit van 12.000 m³ per dag, ofwel 84.0000 m³/week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen en aan de andere kant tijd, zodat het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door aan te nemen dat alle schepen tegelijk bezig zijn in een bepaald deel. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

2.1.6 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het voorkeurstracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone en offshore op de Noordzee. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 3.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 6 à 7 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologisch gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode de voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer. Verder kan het zijn dat de uitvoering van de aanleg over een langere periode loopt dan de hierboven aangegeven 6 à 7 maanden. In dat geval is de concentratie die vrijkomt over een langere periode verdeeld en valt dan niet te zien als worst-case. Verder is aangenomen dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Dit is conservatief, aangezien er op die manier tussentijds minimale uitdemping kan plaatsvinden.

2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuur 1 en Figuur 2 voor de ruimtelijke weergave). In deze tabel zijn ook de lengtes van de tracédelen opgenomen. Verder zijn de baggervolumes per deelgebied gegeven. Voor het offshore gebied zijn deze gebaseerd op gegevens die aangeleverd zijn door TenneT. Aan de berekende baggervolumes van TenneT is vervolgens 15% toegevoegd om rekening te houden met het scenario van een (2x2)-kabelconfiguratie. Voor het nearshore gebied zijn de lengtes van de tracédelen en het te baggeren volume gebaseerd op het Bèta tracé. Voor het gamma tracé is dit gebied 300 m langer, wat in gebied 2 valt.

Hiermee komt de totale lengte van het tracé uit op 145 km, met een totaal baggervolume van 5.816.550 m³ exclusief trenchen. Voor windmolenpark IJmuiden Ver Gamma wordt één voorkeurstracé gerealiseerd. De effecten van IJmuiden Ver Alpha en Beta als ook de cumulatie zijn los beschouwd.

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	0: Geen slib	1	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muilen)	Aanlanding Maasvlakte:	Voordelta	Area 2 met zandgolven	Area 3 met zandgolven	Area 4 met zandgolven
Begraafdiepte	nvt	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer
Techniek(en)*	nvt	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Lengte [m]	400	1.000	20.000	29.500	51.100	43.000
Te baggeren volume [m ³]*	0	300.000	0	1.109.750	2.878.450	1.528.350

*Trenchen is niet meegenomen in het te baggeren volume voor de berekeningen, omdat hiermee de hoeveelheid slib die vrijkomt nihil is.

Er is een aantal metingen beschikbaar waaruit blijkt dat het massapercentage slib tussen de 0,7% en 1,3% ligt, wat een volumepercentage geeft tussen de 1,4% en 2,6%. Bij de vorige slibverspreidingsstudies (Alpha en Beta) waren deze gegevens nog niet bekend en was aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 5% of 10% is van het totaalvolume. Dit is voor deze slibverspreidingsstudie (Gamma) niet aangepast, om een veilige marge te houden. Wel is er nu (ook met nieuwe berekeningen voor Alpha en Beta) een onderbouwd onderscheid gemaakt tussen de fijne en de grove slibfractie om een minder conservatief en meer realistisch resultaat te krijgen. De sedimenteigenschappen worden verder besproken in Paragraaf 3.4.

Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN, HKWA en HKWB is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie, 2018; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie, 2020). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk is of dit een gewichtpercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtpercentage van 2,5 tot 3,5% (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7%. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 5% is gekozen voor de Voordelta bij de Maasvlakte en sluit aan bij de bevindingen uit de grondanalyse voor BritNed, waar IJver Gamma naast komt te liggen. De 10% is gekozen voor het deel op de Noordzee en sluit aan bij de recente grondanalyse voor HKN en HKWA, waar naar voren kwam dat in de eerste 1-2 m vooral zand aanwezig was met minder dan 5% aan slib, maar op iets diepere delen werd zelfs hogere percentages aangetroffen. Aangezien het grootste deel dat gebaggerd wordt uit de bovenste laag bestaat is 10% een redelijke inschatting. Uit de nieuwe metingen blijkt dat deze aanname wel enigszins conservatief is.

Zoals in Tabel 3 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 566.655 m³.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m³

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	5%	5%	10%	10%	10%	
IJver Gamma [m ³]	0	15.000	0	110.975	287.845	152.835	566.655

Aan de hand van de bagger volumes in Tabel 2 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 1 van IJver Gamma met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 12 weken nodig zijn (300.000 m³ / 25.000 m³/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 6 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 4. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-sweepen en trenchen. Echter is gebied 2 niet meegenomen in de

doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. Verder is er rekening gehouden dat voor gebied 3 tot en met 5 niet gewacht hoeft te worden op de baggerwerkzaamheden in gebied 1.

Tabel 4 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	0	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	CSD/ backhoe	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger (CSD)			
Productiviteit baggerschip [m3/week]	n.v.t.	25.000	n.v.t.	84.000	84.000	84.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	n.v.t.	3	3	3	
IJver Gamma [weken]	0	6	0	4,5	11,5	6	22

3 Delft3D model opzet

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark IJmuiden Ver op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 40 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is, wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

3.1 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden olopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 746 x 425 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, olopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreide materiaal. Figuur 1 toont de modelbathymetrie van het studiegebied.

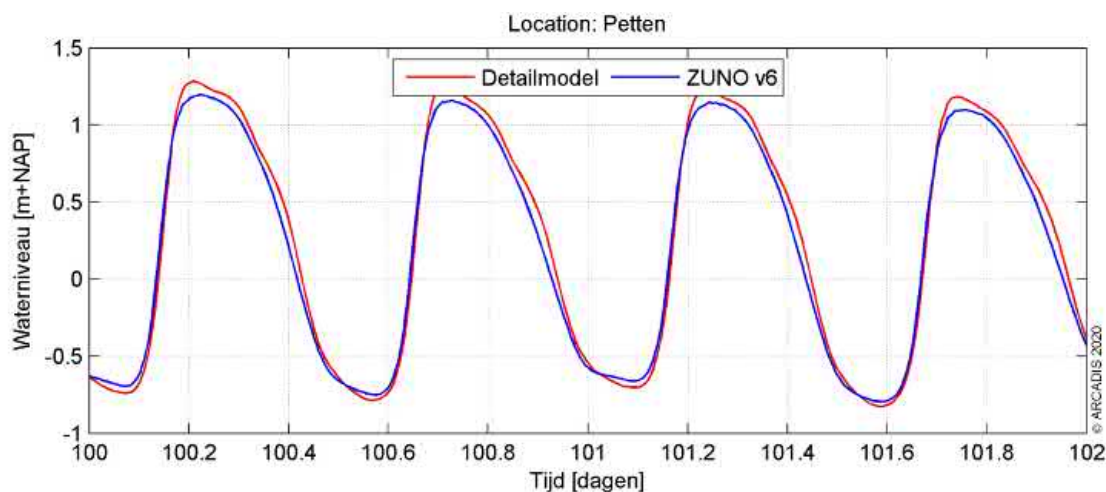
3.2 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden en zuiden, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. De westelijke rand parallel aan de kust bestaat uit een waterstandsrand. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

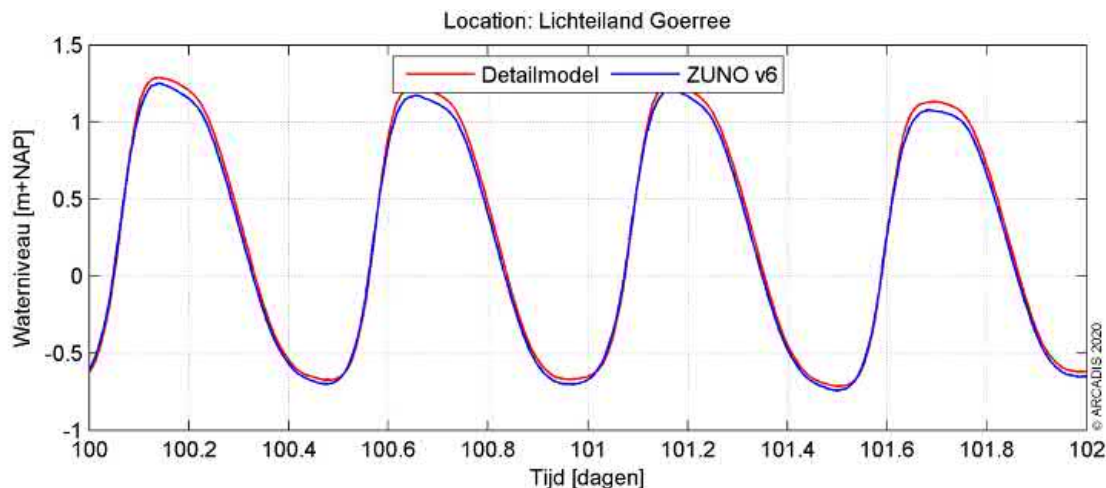
De randvoorwaarden voor de Riemann-randen en waterstandsrand zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann- en waterstandsrandvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en Lichteiland Goerree, midden in het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de ebwaterstanden komen zeer goed overeen. De vloedwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat in het Detailmodel de bodemhoogte afwijkt ten opzichte van het ZUNO-model, doordat er sprake is van een hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 4 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.



Figuur 5 Waterstandssignaal bij meetpunt Lichteiland Goerree.

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het voorkeustracé opschuift. De verplaatsingsnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het voorkeustracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-sweeped dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het offshore platform (noordwest), waarbij in de winter zich vaker condities voordoen waarbij het werk moet worden stilgelegd. Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd, gezien vanuit de maximale productiesnelheid die de baggerschepen hebben. Vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Ook is er gekeken naar aanleg van de kabel in omgekeerde richting:

voor beide gebieden (offshore en nearshore) richting de kust. In deze studie wordt gekeken wat de consequentie is van alleen de baggerwerkzaamheden voor IJver Gamma.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sediment fracties die beide 50% van de totale slibfractie vormen. Deze slib fracties zijn representatief voor de fractie met een korrel diameter kleiner dan 32 μm (fijne slib fractie) en 32-63 μm (grove slib fractie). Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 μm . Bij de fijne fractie wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,1 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft. Voor de grove fractie is 1 mm/s gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m² (fijne fractie) is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg. Voor de grove fractie is dit iets hoger, namelijk 0,5 N/m².

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m³). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$\text{Droge dichtheid} = 350 + 1250 * (\text{zandfractie})^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m³. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m³ aangehouden.

Tabel 5 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde fijne fractie	Waarde grove fractie	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	2650	[kg/m ³]
Droge dichtheid	500	500	[kg/m ³]
Valsnelheid	0,1	1	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	1000	[N/m ²]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	0,5	[N/m ²]
Erosie parameter	0,0001	0,0001	[kg/m ² /s]

4 Modelresultaten

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het voorkeurstracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn weergegeven in Paragraaf 4.2.

4.1 Vertroebeling

4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

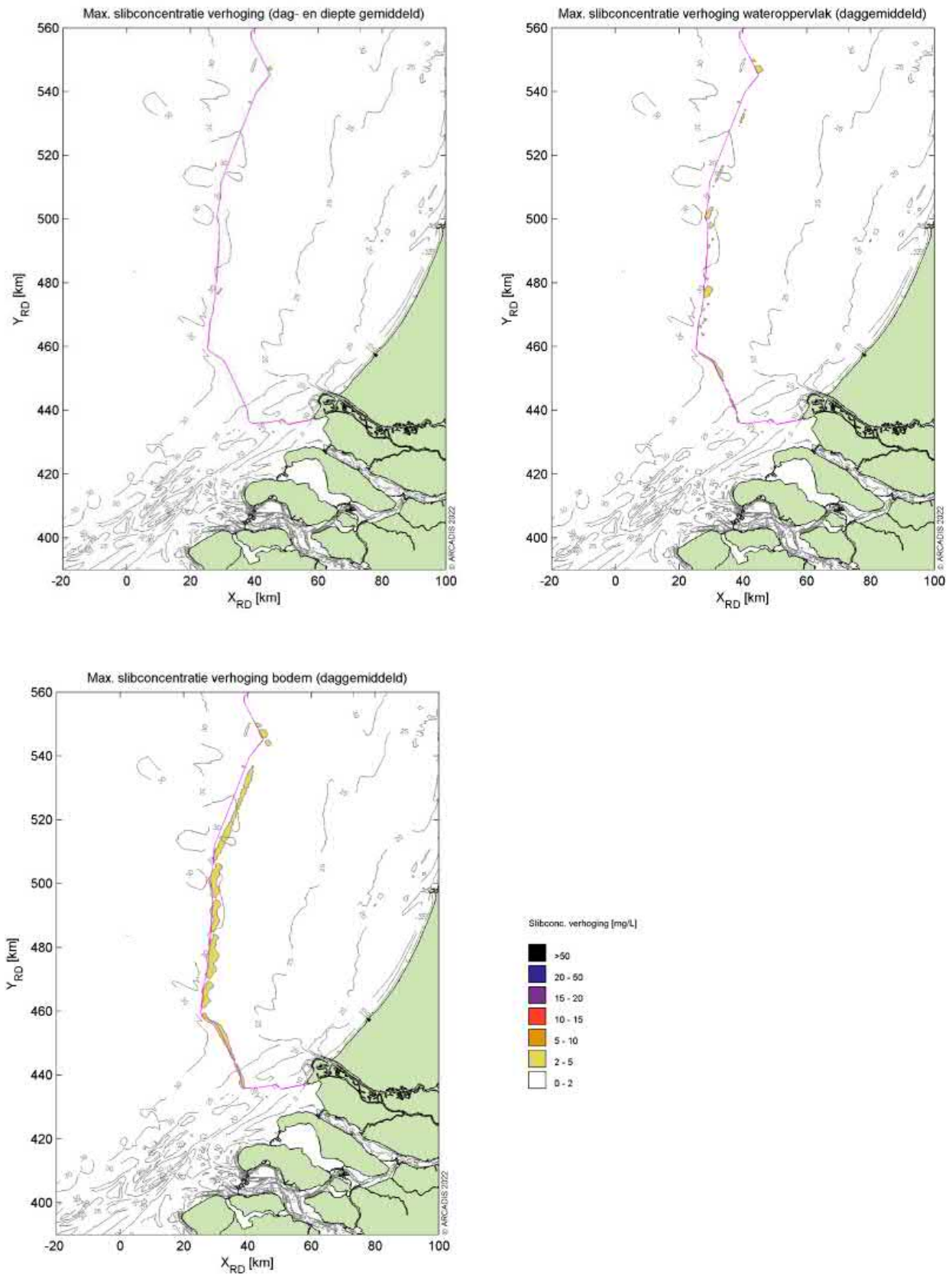
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

4.1.2 Baggerpluim

Figuur 6 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie. Van boven naar onder en links naar rechts is de concentratieverhoging in mg/l getoond diepte gemiddeld, aan het wateroppervlak en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het voorkeurstracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het voorkeurstracé, en met name langs het deel waar de zandgolven worden afgevlakt/gebaggerd. De concentratieverhoging komt nergens boven de 5 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat de slibconcentratie over een klein gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk aan de bodem langs het voorkeurstracé gebeurt en al snel afneemt, zodat bij de kust geen verhogingen boven de 2 mg/l worden voorspeld.

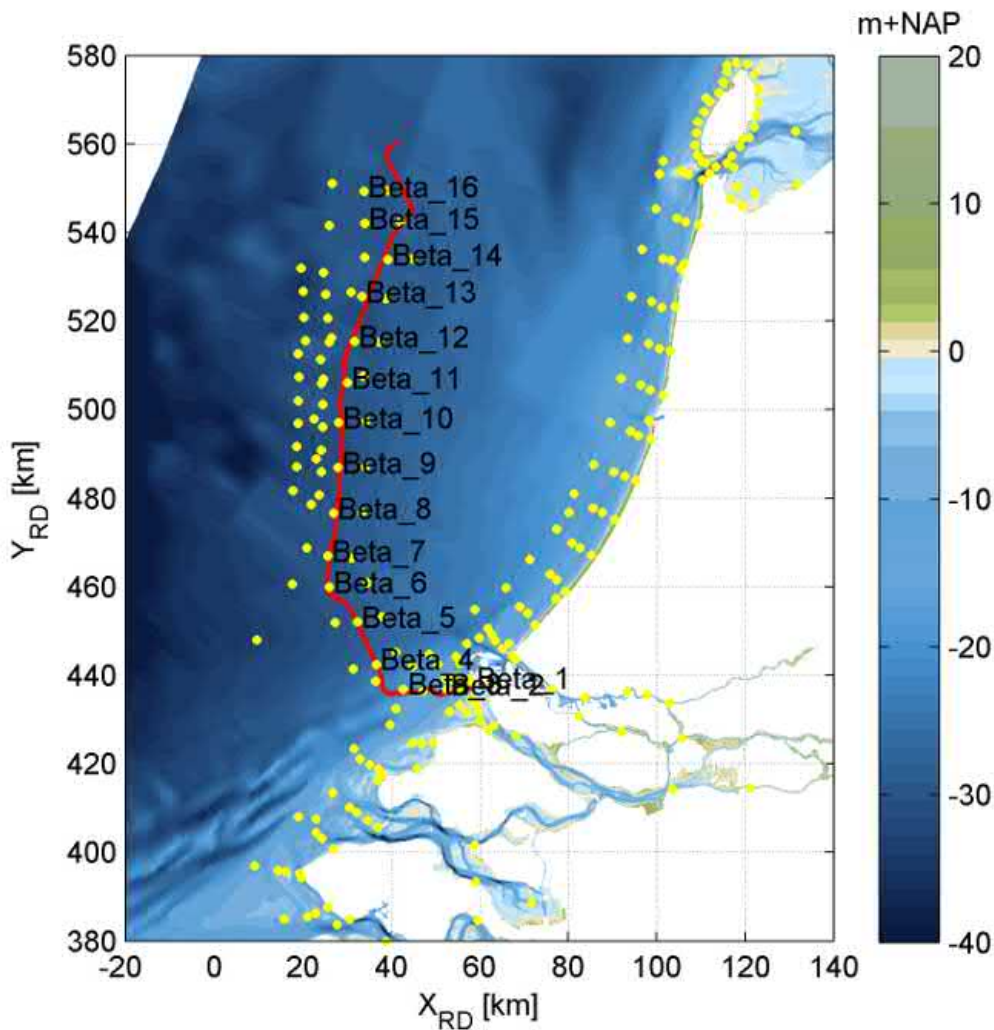


Figuur 6 Maximale omvang baggerpluim.

4.1.3 Tijdsseries

Langs het voorkeurstracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdsseries uitgewerkt is (Figuur 7). Observatiepunten 1 tot en met 16 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het voorkeurstracé. Dit zijn dezelfde punten als voor het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta omdat deze op ongeveer dezelfde locatie ligt. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten westen en ten oosten toegevoegd om de ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van alle observatiepunten. Verder zijn de volgende ecologisch interessante locaties meegenomen, kustlangs op 1, 3, 5 en 10 km van de kustlijn, rondom Texel, in de natura 2000 gebieden de Voordelta en de Bruine Bank. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

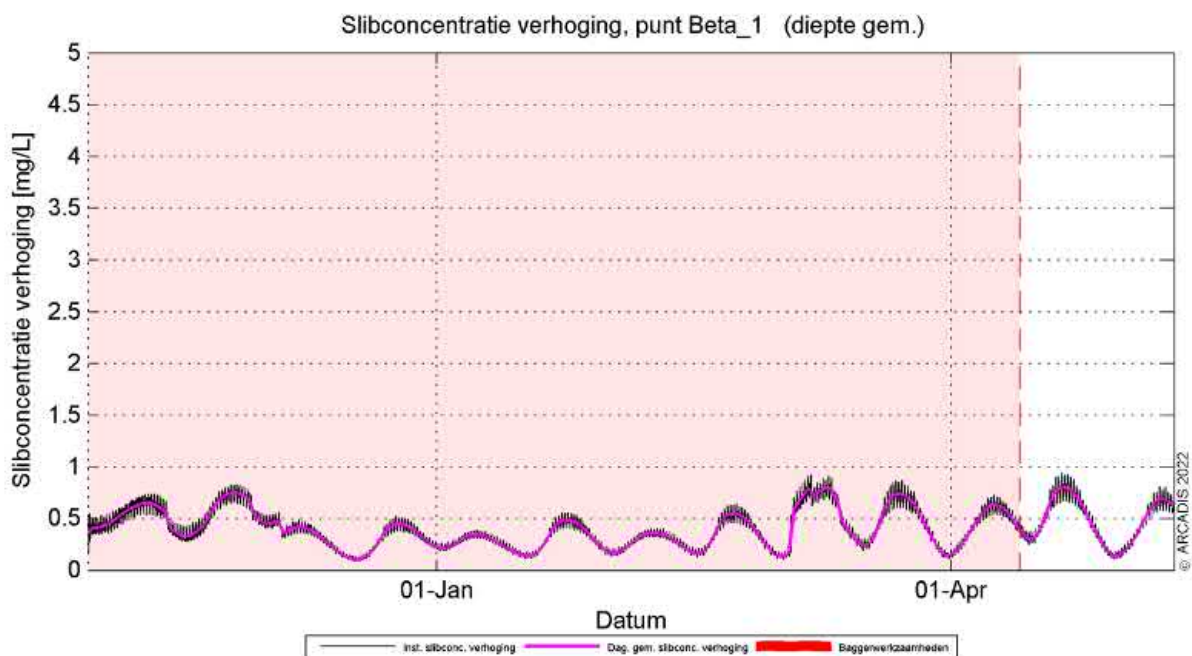
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 mei. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 7. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie. De observatiepunten voor het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn ook voor Gamma gebruikt.

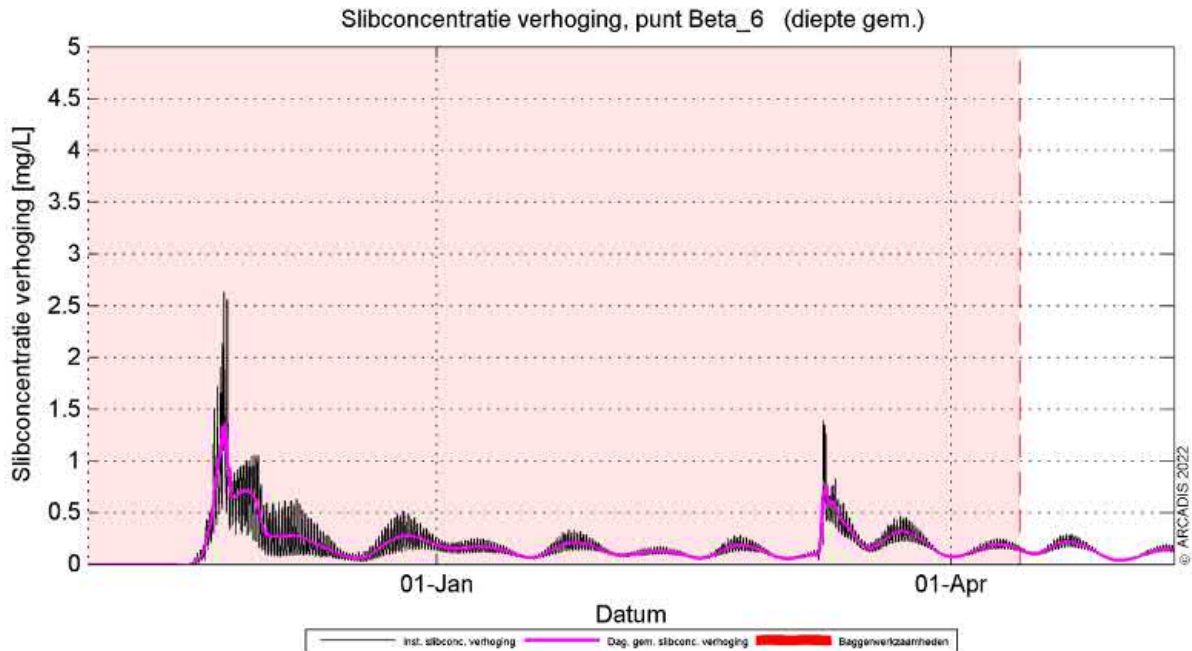
Omdat buiten het voorkeurstracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het voorkeurstracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven.

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 8. Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet volledig tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (ongeveer de eerste maand), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging niet uit, het vrijgekomen slib zal zich niet ver verspreiden en de modelinstellingen voorkomen consolidatie van het slib op het moment dat het neerslaat.



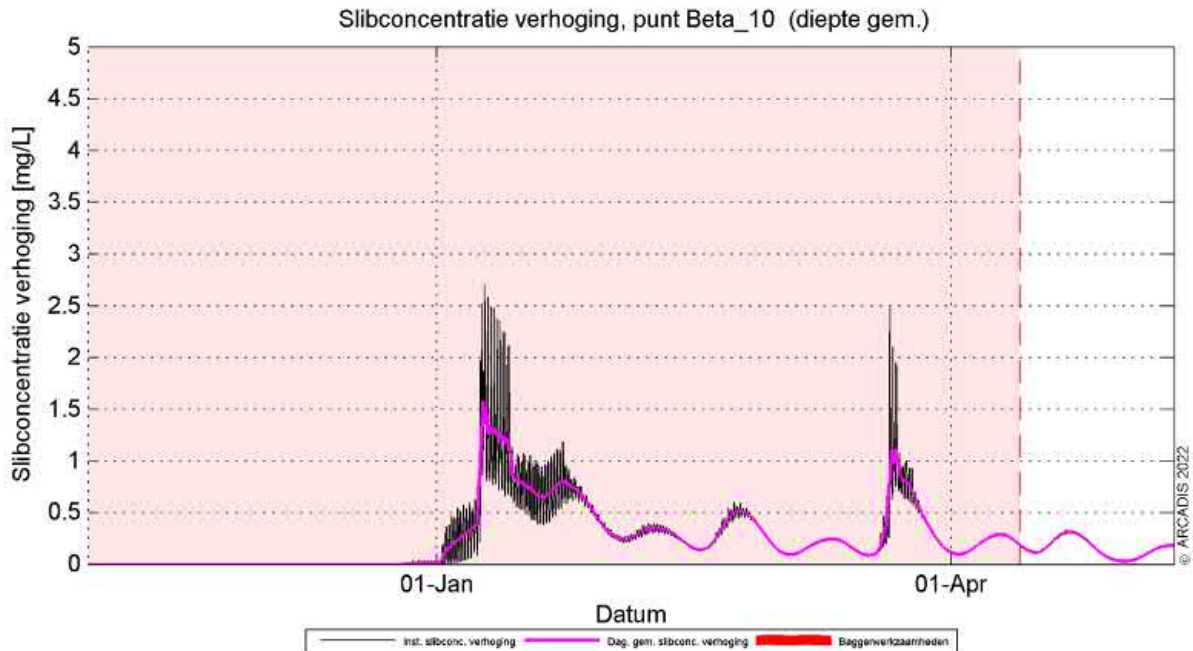
Figuur 8 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

Trenchen volstaat tot aan 21 km KP (kustprofiel), waardoor concentraties slib lager zijn. Rond observatiepunt 6 ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een daggemiddelde vertroebeling van minder dan 2 mg/l. De 10 minutenwaarde komt daar wel een aantal keer bovenuit. Ook bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden is een kleine piek te zien, maar deze is nog lager en komt dus ook niet boven de grenswaarde van 2 mg/l uit. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit (Figuur 9).

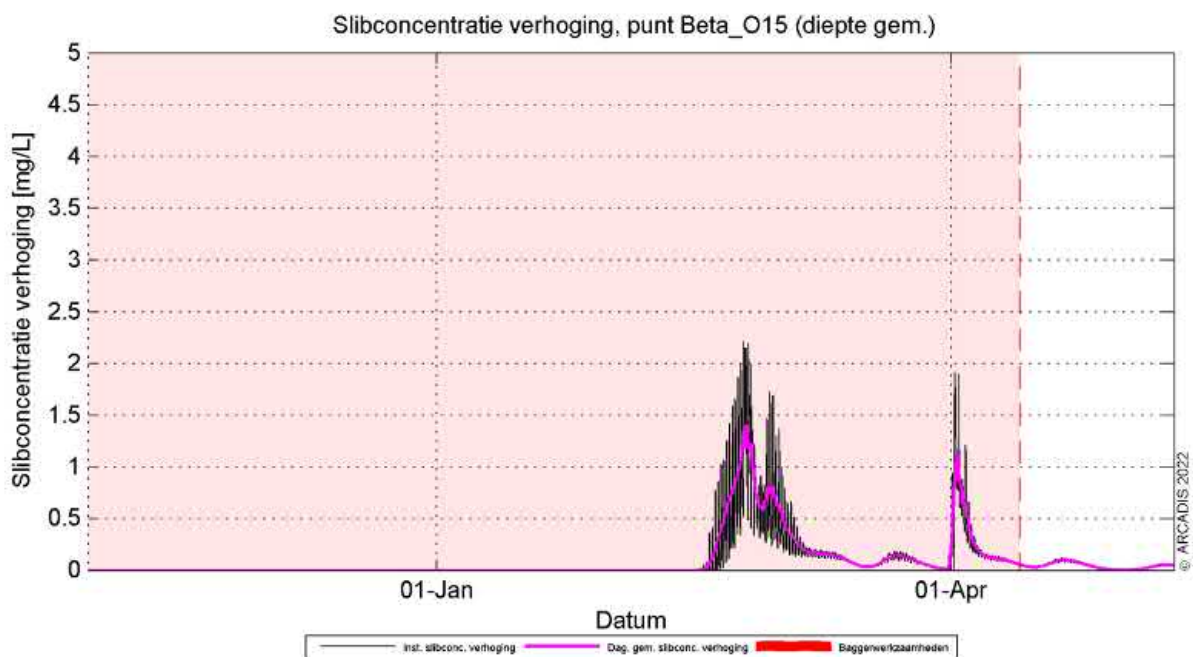


Figuur 9 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6.

Observatiepunt 10 bevindt zich ter hoogte van de Bruine Bank en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 10. Op het moment van baggeren neemt de daggemiddelde concentratie toe tot ongeveer 1,5 mg/l. De daggemiddelde concentratie op deze locatie blijft dus onder de grens van 2 mg/l en de piek op het moment van baggeren dempt daarna snel uit. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, maar met nog lagere concentraties (zie Figuur 11). Hier komt de daggemiddelde concentratie dus ook niet boven de 2 mg/l grens en de 10 minuten waarde nog maar net, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is. Ook hier is bij beide locaties een piek te zien bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden die niet boven de grenswaarde uitkomt.



Figuur 10 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 10.



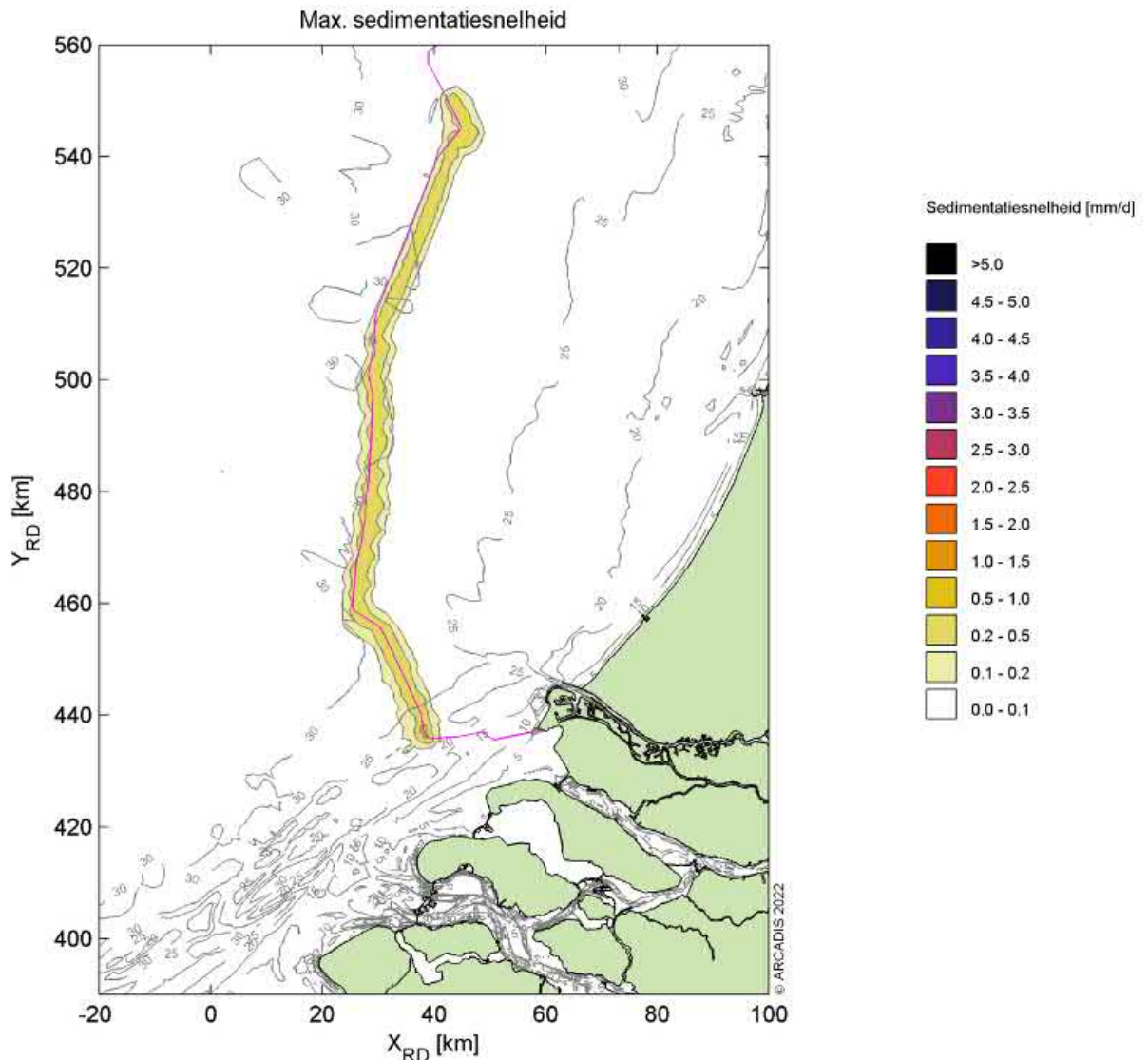
Figuur 11 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 15.

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het voorkeurstracé toe op het moment dat er gebaggerd wordt. De daggemiddelde piek komt echter nergens boven de grens van 2 mg/l. Bij observatiepunten 2 en 3 wordt er alleen getrencht en laten een vergelijkbaar beeld zien met observatiepunt 1.

4.2 Sedimentatie

4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 12 is de maximale sedimentatiesnelheid getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats langs het voorkeurstracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid onder de 0,1 mm/dag. Langs het voorkeurstracé ligt de sedimentatiesnelheid op de meeste plaatsen op maximaal 0,5 mm/dag en plaatselijk tot maximaal 1 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met het voorkeurstracé waar het lokale baggervolume het grootst is, terwijl de sedimentatiesnelheid minder is voor de kustzone waar de baggersnelheid het hoogst is. Een reden hiervoor kan zijn dat de stromingscondities langs de kust sterker zijn en daardoor het slib makkelijker verspreid. De sedimentatiesnelheid is nergens meer dan 1 mm/d.

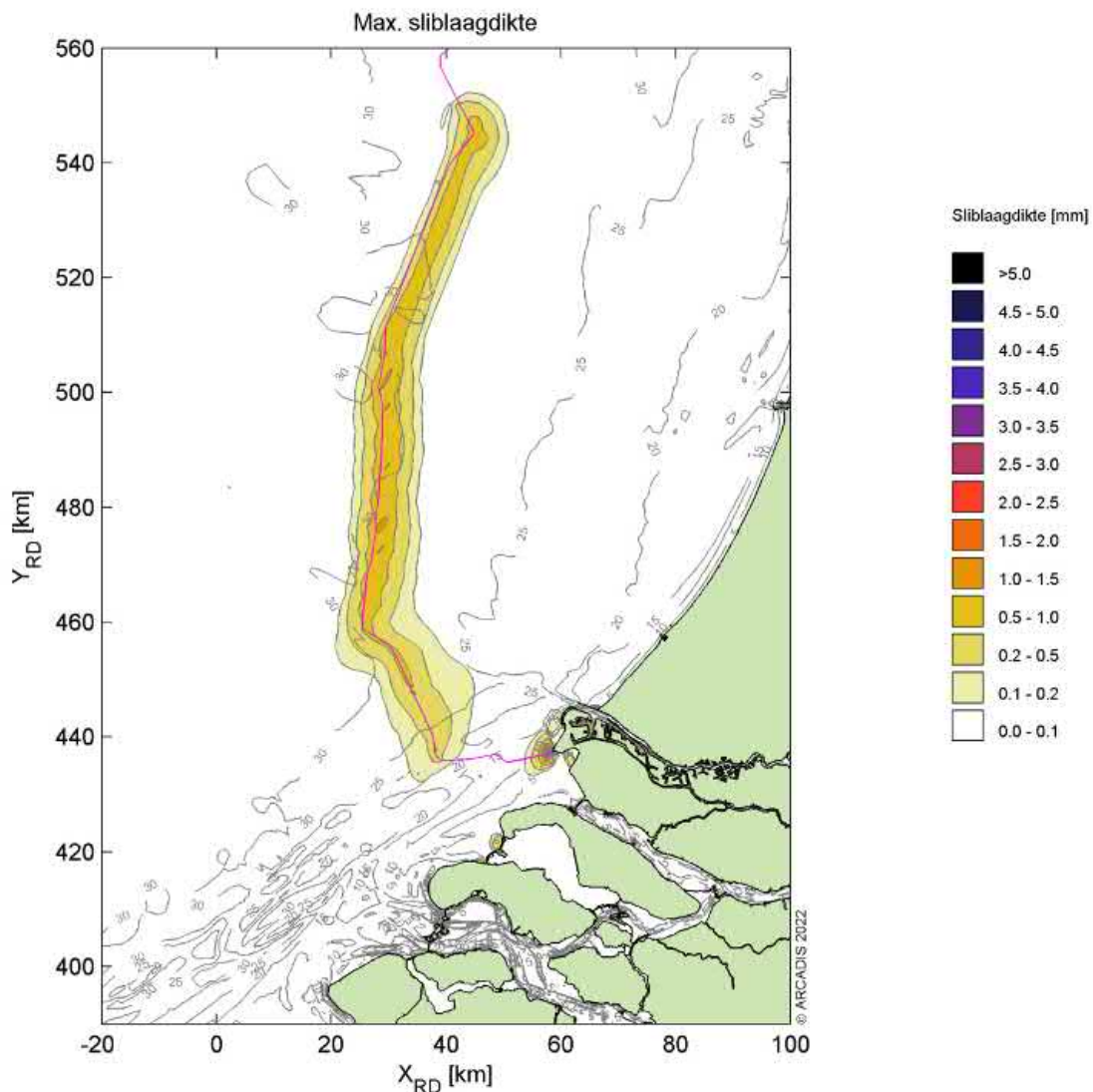


Figuur 12 Maximale sedimentatiesnelheid.

4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 13 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in die specifieke periode per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze laagdiktes daarna weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte langs het gehele voorkeurstracé tot aan platform IJver Gamma groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen kustwaarts en langs de kust zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het voorkeurstracé neerslaan. Hierdoor is ook een dikkere sliblaag te zien bij de Brouwersdam, zuidelijker langs de kust wordt de grenswaarde van 0,1 mm niet overschreden. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 1 mm waargenomen wordt rond de aanlanding bij de Maasvlakte en plaatselijk op sommige punten langs het voorkeurstracé met de hoogste concentraties rond de aanlanding bij de Maasvlakte. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 13 Maximale laagdikte.

5 Conclusies

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor IJmuiden Ver Gamma gesimuleerd. De aanleg van de kabel kan worden uitgevoerd binnen een jaar over een periode van 6 à 7 maanden wanneer er meerdere schepen worden ingezet. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform.

Er is gewerkt met twee slibfracties, waarbij de grove siltfractie snel neerslaat en dus voornamelijk voor sedimentatie zorgt. De fijne siltfractie heeft een lagere valsnelheid en veroorzaakt voornamelijk de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Zo ontstaat voor beide processen een realistische worst-case. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

De concentratieverhoging loopt op tot 2-5 mg/l rond het tracé, voornamelijk bij de bodem. Dieptegemiddeld komt de concentratieverhoging vrijwel niet boven de 2 mg/l uit. De hogere pieken komen voornamelijk voor langs het voorkeustracé, doordat hier met een hogere productie wordt gebaggerd ten opzichte van de kustzone. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slibconcentratie afneemt.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen rond het voorkeustracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de het voorkeustracé waar het lokale baggervolume het grootst is. Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat het voorkeustracé en plaatselijk bij de Brouwersdam. Echter, de grootste laagdikte wordt waargenomen in de directe nabijheid van de aanlanding van het voorkeustracé op de Maasvlakte. Dit gebied is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier echter relatief beperkt.

6 References

- Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX*. Beijing, China.
- Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele*. Arcadis.
- Arcadis. (2018). *Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodellerstudie*. Zwolle: Arcadis.
- Arcadis. (2020). *Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodellerstudie*. Amersfoort: Arcadis.
- Becker, J., van Eekelen, E., van Wiechen, J., de Lange, W., Damsma, T., Smolders, T., & van Koningsveld, M. (2015). Estimating source terms for far field dredge plume modelling. *Journal of Environmental Management*, 282-293.
- Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments*. Delft: Deltares.
- Geolab Wiertsema. (2022). *Geotechnical Laboratory Analyses P1705 Offshore Grid NL - TenneT - Route IJmuiden Ver (LAB)*. VN-78913-6.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria*. Haskoning.
- Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE* 91, 105-139.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027*. Rijkswaterstaat.
- Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua*, No. 125.
- van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports*. Delft: Deltares.
- Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentation and Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord*. Witteveen en Bos.
- WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding*. Delft: WL | Delft Hydraulics.

Colofon

NET OP ZEE IJMUIDEN VER (GAMMA)
SLIBMODELLEERSTUDIE (VERTROEBELING)

KLANT
TenneT TSO B.V.

AUTEUR

PROJECTNUMMER
30077194

ONZE REFERENTIE
D10056053:11

DATUM
16 September 2022

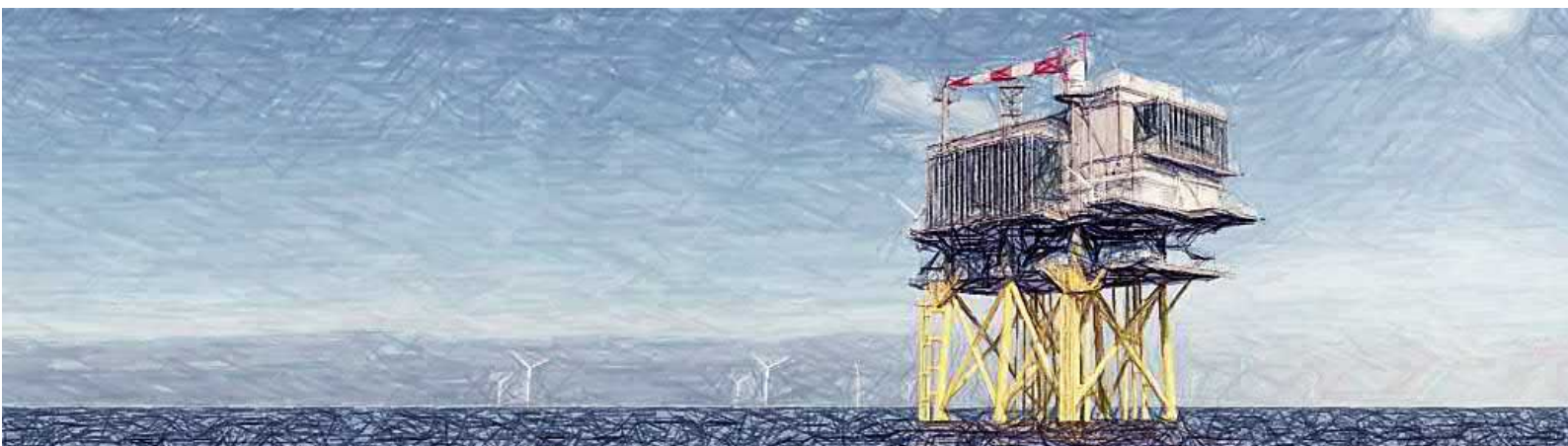
STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Aanpak kennisleemten EMV mariene ecologie Netten op zee Routekaart 2030

Document te gebruiken als bijlage Passende Beoordeling en
MER en als bespreekdocument



Datum: 28-05-2021
Versienummer: 1
Status: def.

In opdracht van van:

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
Leeswijzer.....	2
1 Doelstelling onderliggend document.....	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Omschrijving vraagstuk: wat zijn de leemten	5
1.3 Wat is al in gang gezet?.....	6
1.4 Uitgangspunten en aanpak op hoofdlijnen.....	9
1.4.1 (Ecologische) Kennismodules.....	9
1.4.2 Kennis vergroten in en parallel aan de netten op zee Routekaart 2030	10
1.4.3 Kennis vergroten in overleg met diverse stakeholders	10
2 Kennismodules.....	12
2.1 Meten van veldsterktes EMV.....	12
2.2 Kennisontwikkeling soortgroepen	12
2.3 Mitigatie mogelijkheden	14
2.4 Integratie van de kennis.....	14
3 Mogelijke inbedding in (toekomstige) projecten.....	16
3.1 Projecten Routekaart 2030	16
3.1.1 Aangrijpingspunten projecten	16
3.1.2 Kenmerken en stand projecten Routekaart 2030.....	16
3.2 Inbedding in projecten.....	19
3.2.1 Kennismodules in relatie tot projecten	19
3.2.2 Individuele projecten	20
3.2.3 Versnelling voor 2030 (VAWOZ)	21
3.3 Overleg met stakeholders.....	22

Leeswijzer

Leeswijzer

Voor u ligt een notitie waarin de stand van zaken (mei 2021) rondom kennis van elektromagnetische velden (EMV) en mariene ecologie bij de netten op zee Routekaart 2030 is weergegeven. Voorliggend document is bedoeld voor TenneT om bij te voegen bij de Passende Beoordeling en MER van verschillende projecten. Tevens is het bedoeld om in overleg met andere partijen handvaten aan te reiken om de kennis de komende jaren gestructureerd te vergroten.

In hoofdstuk 1 worden de aanleiding, het doel en de aanpak op hoofdlijnen beschreven. Hoofdstuk 2 schetst vier verschillende kennismodules die voorgesteld worden voor het vergroten van kennis en invullen van kennisleemten. Hoofdstuk 3 bevat een overzicht voor netten op zee Routekaart 2030-projecten en de stappen die TenneT kan nemen om de leemten verder te structureren, en hierover in gesprek te gaan met diverse stakeholders. De bijlagen bevatten uitleg over de werking van elektromagnetische velden, diverse overzichten m.b.t. wettelijke kaders en wetenschappelijke inzichten over EMV.

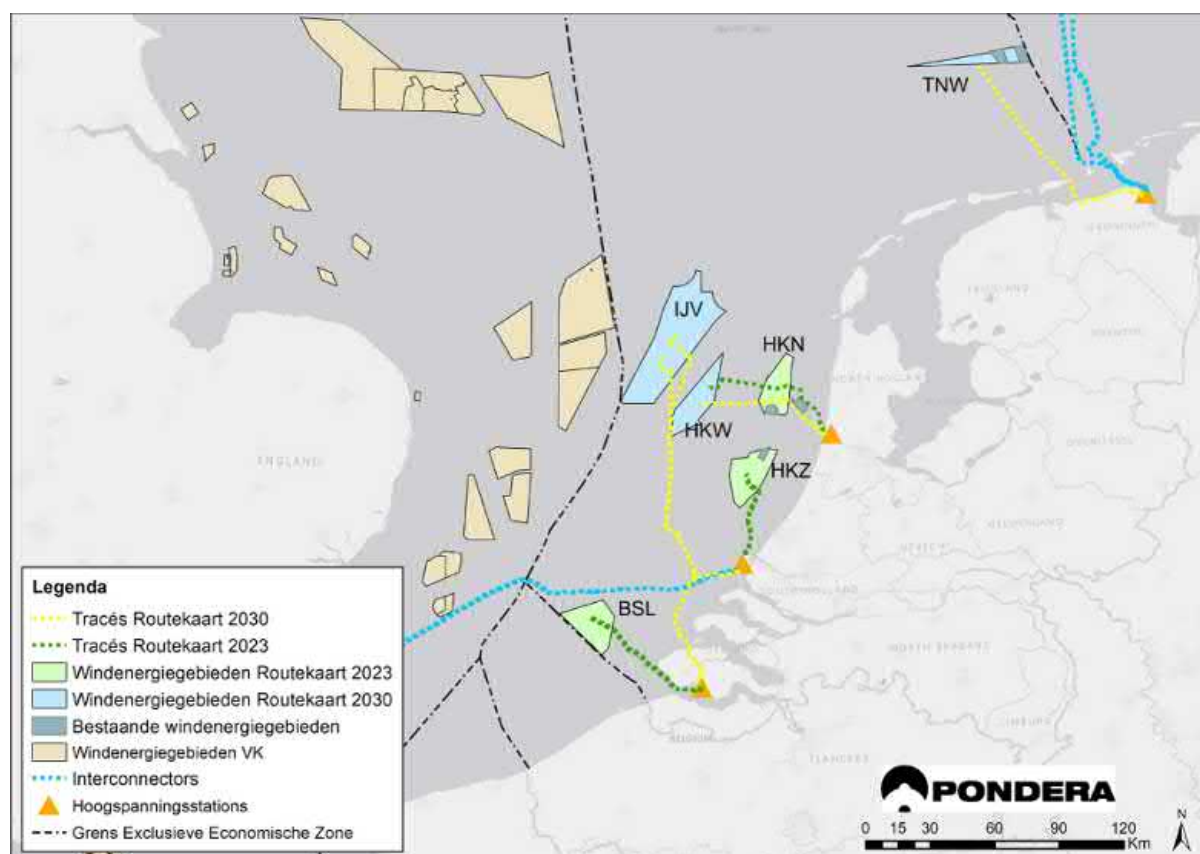
Dit document is een momentopname. Het vergroten van de kennis betreft geen 'statisch' proces, indien onderzoeksresultaten, inzichten of andere ontwikkelingen daartoe aanleiding geven, kunnen stappen worden aangepast en kan verder voortgebouwd worden op dit document.

1 Doelstelling onderliggend document

1.1 Aanleiding

Bij de verschillende procedures voor de Netten op zee zijn er leemten gesignaleerd in kennis over de precieze effecten van elektromagnetische velden (EMV) op mariene ecologie. Deze notitie geeft richting aan de wijze waarop kennis vergroot en leemten ingevuld kunnen worden, en wat TenneT en andere partijen hierin zouden kunnen betekenen. Hierbij ligt de focus op de Routekaart 2030-projecten en projecten die voort kunnen komen uit de versnellingsoperatie VAWOZ (verkenning aanlanding windenergie op zee).

In de onderstaande afbeeldingen zijn de Netten op zee Routekaart 2023 en Routekaart 2030¹ opgenomen. De 2023 en 2030 Net op zee-projecten vallen onder de doelstellingen uit het klimaatakkoord. Naast deze projecten wordt binnen VAWOZ onderzocht welke mogelijkheden er zijn om voor 2030 extra (boven op het klimaatakkoord) elektrische aanlandingen te realiseren.



Figuur 1-1 Overzicht van de bestaande en geplande netten op zee

Diverse betrokken partijen (zoals TenneT, betrokken overheden en belangenorganisaties) hebben behoefte aan het vergroten van kennis over de effecten van EMV op mariene ecologie. Een deel van deze partijen heeft dit ook kenbaar gemaakt tijdens de huidige m.e.r.- en vergunningenprocedures voor Routekaart 2023- en Routekaart 2030-projecten (o.a. in zienswijzen). Daarnaast geeft wet- en

¹ Routekaart 2023: Netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Routekaart 2030: Netten op zee Hollandse Kust (west Alpha), Hollandse Kust (west Beta), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver Alpha en IJmuiden Ver Beta.

regelgeving ook aanleiding om deze kennis te vergroten (overzicht in bijlage 3). De behoefte hieraan wordt versterkt doordat het aantal projecten toeneemt waardoor inzicht in het al dan niet optreden van cumulatieve effecten nodig is en omdat het vraagstuk daarmee de reikwijdte van een afzonderlijk net op zee-project overstijgt.

Het doel van deze notitie is dat TenneT het kan bijvoegen bij de Passende Beoordeling en MER van verschillende projecten. Tevens is het bedoeld om in overleg met andere partijen handvaten aan te reiken om de kennis de komende jaren gestructureerd te vergroten.

Dit gebeurt door middel van:

1. Een overzicht te geven van de beschikbare en relevante informatie rond elektromagnetische velden en marien ecologische parameters.
2. (Ecologische) kennismodules aan te reiken waarmee de leemten ingevuld kunnen worden en aan te geven op welke wijze deze kennismodules ingevuld kunnen worden. In het vervolg en parallel aan de Net op zee-projecten.
3. Voor de Net op zee Routekaart 2030 projecten (Hollandse Kust (west Beta)², Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver Alpha en Beta) en projecten die uit de versnellingsoperatie VAWOZ naar voren komen structuur te bieden voor de geconstateerde leemten in kennis in:
 - a. de voorbereidingsfase (MER, vergunningen e.d.),
 - b. uitvoeringsfase (opstellen monitoringsplan, doen van nulmetingen ed.),
 - c. gebruiksfase (uitvoeren monitoring e.d.).

Door steeds nieuwe kennis te vergaren, bijvoorbeeld door het verrichten van metingen aan kabels bij reeds gerealiseerde projecten, en in elk project de meest recente kennis toe te voegen, wordt de kennisbasis uitgebreid en daarmee worden de leemtes steeds verder ingevuld.

Uitgangspunten

Deze notitie is tot stand gekomen op basis van de onderstaande uitgangspunten:

1. De notitie richt zich op de hoogspanningskabels van de Netten op zee 2030 (van de platforms op zee voor transport van de windenergie naar land, ook wel offshore exportkabels of HVAC/HVDC genoemd). Er wordt uitgegaan van:
 - a. de wisselstroom (AC-)verbindingen: 700 MW voor Hollandse Kust (west Beta) en 700 MW Ten noorden van de Waddeneilanden);
 - b. de gelijkstroom (DC-)verbindingen: IJmuiden Ver Alpha en Beta, beide 2 GW, en
 - c. de informatie kan tevens toegepast worden op project die uit de versnellingsoperatie VAWOZ naar voren komen.
2. de notitie richt zich niet op 66kV-interlink verbindingen tussen de Net op zee platforms omdat deze alleen in noodgevallen stroom vervoeren en dus sporadisch een elektromagnetisch veld kennen;
3. het plan richt zich niet op de inter array kabels van de windturbines binnen de windenergiegebieden die naar een platform lopen;
4. er wordt uitgegaan van de momenteel (mei 2021) beschikbare kennis en informatie uit bestaande en lopende projecten zoals de Routekaart 2023-projecten en interconnectors;
5. er wordt geen meerjarige langlopende informatie verzameld voor deze notitie;
6. de notitie richt zich op de kennisleemten van EMV van hoogspanningsverbindingen op zee (effecten op mariene ecologie). Cumulatie met eventuele andere drukfactoren, zoals onderwatergeluid, valt buiten de scope.

² Net op zee Hollandse Kust (west Alpha) is onderdeel van de procedure Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) en vormt geen onderdeel van deze notitie.

1.2 Omschrijving vraagstuk: wat zijn de leemten

Elektrische stroom wordt door een kabel getransporteerd. Door het transporteren van stroom wordt een elektromagnetisch veld veroorzaakt. In de huidige kabelontwerpen wordt het elektrisch veld door de mantel in de kabel ingesloten. Het magneetveld reikt tot buiten de kabel in de omringende bodem en in het water. Dit is ook het geval rond de kabels van de netten op zee. Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels veroorzaken verschillende soorten (elektro)magnetische velden. Hoe groot dit veld is ter hoogte van het zeebed, hangt af van diverse factoren waaronder de diepteligging van de kabel, het ontwerp en de oriëntatierichting van de kabel t.o.v. het aardmagnetisch veld en de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt. Zie voor meer uitleg bijlage 2.

Gelijkstroom en wisselstroom

Er is onderscheid te maken in gelijkstroom (hierna DC)- en wisselstroom (hierna AC)-verbindingen. Wisselstroom wordt voor de Netten op zee gebruikt om elektriciteit over relatief korte afstanden (ongeveer tot ca. 120 kilometer op zee) te verplaatsen. De bestaande windparken in de Nederlandse Noordzee zijn momenteel met AC-kabels op de wal aangesloten. De windparken van Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west) en Ten noorden van de Waddeneilanden worden met AC-verbindingen aangesloten.

Gelijkstroom wordt gebruikt om elektriciteit over langere afstanden te verplaatsen (vanaf ca. 120 km). In de Duitse Noordzee is het merendeel van de windparken aangesloten met DC-kabels, en ook de interconnector-kabels die landen verbinden, zoals de COBRA en NorNed, zijn DC. Ook voor de windparken van IJmuiden Ver gaat gelijkstroom toegepast worden. In de toekomst worden naar verwachting voor de windparken op zee op grotere afstanden van de kust DC-kabels gebruikt zoals gepland voor IJmuiden Ver. Dit afgezien van de nieuwe vormen van afvoer (waterstof ed.) waarover wordt nagedacht door diverse organisaties (overheid, netbeheerders, industrie e.d.)

Diverse mariene organismen zijn gevoelig voor EMV omdat ze voor hun fysiologische processen (processen in levende wezens) gebruik maken van elektromagnetische zintuigen en het aardmagnetische veld (zie voor meer toelichting bijlage 2). Op het Nederlandse continentaal plat zijn al verschillende hoogspanningskabels aanwezig en daarnaast zitten er verschillende plannen in de pijplijn.

De EMV gegenereerd door deze hoogspanningskabels overlappen met de habitat van bentische (op de zeebodem levende) soorten. Op basis van de huidige kennis lijken de EMV van waarneembare grootte (zie ook bijlage 2, 4A en 4B). Dit kan mogelijk een effect hebben op het mariene milieu (Scott et al 2018, Hutchinson et al 2018). Hutchinson (2020) zegt hierover: “antropogene (door menselijke activiteiten veroorzaakte) EMV vertegenwoordigen een slecht begrepen, maar potentieel belangrijk en toenemende emissie in het mariene milieu, wat vitale omgevingsfactoren voor EM-gevoelige soorten kan verstoren of maskeren.”

Mogelijke effecten van EMV zijn:

- Barrièrewerking: kabels die sterke EMV genereren kunnen mogelijk barrières vormen in migratie en zo de connectie tussen belangrijke foerageer-, paai- en opgroeigebieden verstoren;
- effect op de navigatie- of oriëntatiemogelijkheden;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten;
- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien en;
- fysiologische en ontwikkelingseffecten (Taormina et al 2018).

Er is momenteel onvoldoende kennis om vast te stellen voor welke soorten de antropogene EMV geen effecten hebben. Wel kan er op basis van de fysiologie gesteld worden dat de effecten voor bepaalde soortgroepen in de Noordzee³ naar verwachting groter zullen zijn, zoals:

1. Zeezoogdieren zoals de bruinvissen (*Phocoena Phocoena*) en andere walvis- en dolfijnachtigen;
2. de onderklasse der Elasmobranchii (haaien en roggen);
3. orde der Pleuronectiformes (platvissen);
4. familie der Petromyzontidae (prikken);
5. familie der Salmonidae (zalmachtigen);
6. familie der Clupeidae (haringachtigen); en
7. familie der Anguillidae (palingen).

Zeehonden zijn vanuit hun fysiologie (lichaamsbouw- en -processen) niet in staat EMV waar te nemen. Voor een gedetailleerd overzicht van bekende effecten van EMV per soortgroep uit wetenschappelijke studies zie bijlage 4A.

In deze notitie wordt de prioriteit gelegd bij effecten op aantal wettelijk beschermde zeezoogdieren en wettelijk beschermde en commerciële vissoorten. Effecten op evertetraten (ongewervelden, zoals kreeften en garnalen) worden niet meegenomen, omdat het wettelijke beschermingsregime niet of nauwelijks van toepassing is en de prioriteit voor projecten in eerste instantie ligt bij wettelijk beschermde soorten.

1.3 Wat is al in gang gezet?

De kennisleemte rond EMV in relatie tot de uitrol van het Net op Zee wordt erkend door meerdere partijen en er zijn al diverse zaken in gang gezet en uitgevoerd. Hiervan is hieronder een beschrijving opgenomen.

Netbeheerder op zee TenneT

Vanuit de netbeheerder van Nederland, TenneT, wordt de kennisleemte rond EMV herkend en worden er ook stappen ondernomen om deze te verkleinen en de mogelijke effecten te duiden. Dit wordt ingevuld door het coördineren van een grootschalig monitorings- en evaluatieprogramma (MEP) als onderdeel van het invullen van de vereisten in de vergunningen voor de Wet natuurbeheer (Wnb). Daarnaast is het ontwikkelen van EMV-kennis opgenomen in de Corporate Social Responsibility (CSR)-strategie van TenneT.

³ Het gaat hier ook om de wateren die rechtstreeks in contact staan met de Noordzee, waaronder de Waddenzee en de grote wateren. Daarbij wordt opgemerkt dat een eventueel verschil in EMV veroorzaakt door het verschil in zoutconcentratie binnen de marge valt.

Monitorings- en Evaluatieplan netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)

Als eigenaar en dus vergunningshouder van de kabels van het Net op Zee Borssele is TenneT ook verplicht de EMV effecten te monitoren middels het Monitorings- en Evaluatieplan (MEP) EMV voor de export kabels van het windpark Borssele. In het kader van de verleende Natuurbeschermingswet vergunning voor het export kabels van het offshore wind park Borssele is een “Monitorings- en evaluatieplan elektromagnetische velden Net op Zee Borssele” (2020) opgesteld om de mogelijke effecten van de EMV op mariene ecologie te onderzoeken.

Het MEP bestaat uit vijf deelonderzoeken, te weten:

1. EMV-sterkte en reikwijdte;
2. effecten op zeezoogdieren (nummer 1 bovenstaand rijtje);
3. effecten op kraakbeervis (Elasmobranchii, nummer 2 bovenstaand rijtje);
4. effecten op diadrome vis (diverse vissoorten uit de groepen 3 t/ 7 uit bovenstaande opsomming); en
5. effecten op: bentische vis (Pleuronectiformes, nummer 3 bovenstaand rijtje).

Daarnaast wordt er in het MEP beschreven hoe het plan bijdraagt aan de bredere monitoring van de ecologische effecten van EMV bij de verdere uitrol van het net op zee. Dit wordt mede beschreven door de implementatie van een adaptieve monitoringscyclus. Dit MEP voor Borssele is vastgesteld in oktober 2020 waarna de uitvoering plaatsvindt in 2020 en 2021. Veldonderzoek start De metingen in mei 2021 en de resultaten komen voor de zomer beschikbaar.

De monitoringsplannen EMV voor de andere Routekaart 2023-projecten, te weten Net op zee Hollandse Kust (zuid) en voor Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) volgen dezelfde aanpak als dat van Net op zee Borssele.

Metten EMV-sterkte NorNed-kabel

Voor NorNed is een plan van aanpak opgesteld voor het meten van EMV-sterktes. NorNed is een gelijkstroom-kabel van Nederland naar Noorwegen van 580 km lang met een capaciteit van 700 MW. Het meten van de veldsterktes wordt meegenomen in een gepland onderzoek (start vanaf maart 2021) naar de huidige begraafdiepte. Het doel van de metingen is onder meer:

1. Verkrijgen van informatie over EMV van gebundelde (en eventueel ongebundelde) kabels.
2. Vergelijken van velddata met gemodelleerde waarden en indien nodig het kalibreren van de modellen.
3. Bijdragen aan de discussie met institutionele stakeholders / bevoegde gezagen en overige stakeholders (natuur- en visserij belangenorganisaties) rondom toekomstige vergunningaanvragen en monitoringsvereisten, specifiek voor het 2 GW-concept.⁴
4. Bijdragen aan de milieueffectrapportages voor het 2 GW-concept.

De metingen worden in april 2021 gestart en komen voor de zomer beschikbaar.

⁴ Zoals toegepast wordt voor IJmuiden Ver Alpha en Beta.

Overig

TenneT loopt samen met de Franse netbeheerder RTE voorop in het samenbrengen van alle Noordzee-netbeheerders om het onderwerp te agenderen, alsmede onderzoeksinspanningen te stroomlijnen. Daarnaast is TenneT ook lid van het Elasmopower consortium (zie tekstkader).

Elasmopower

Het “Elasmopower” onderzoek heeft als primair doel een dosis-effect relatie vast te stellen tussen het gedrag van hondshaai (*Scyliorhinus canicula*), blonde rog (*Raja brachyura*) en stekelrog (*Raja clavata*) in relatie tot verschillende EMV sterktes die vergelijkbaar zijn met de daadwerkelijke situatie. Het onderzoek bestaat uit het bepalen van de omvang van het huidige en toekomstige EMV netwerk op het Nederlands continentaal plat, het bepalen van dosis-effect relatie middels laboratorium testen en deze bevindingen te valideren in het veld. Het Elasmopower onderzoek wordt uitgevoerd door een consortium van Wageningen Universiteit, Wageningen Marine Research, Naturalis, Stichting de Noordzee, WOZEP, Witteveen+Bos en TenneT.

Verskil tussen modelberekeningen en praktijk veldsterktes AC-kabels

Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Overheid: KEC⁵ en WOZEP⁶

Vanuit de overheid, in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC), worden EMV veroorzaakt door kabels genoemd als een drukfactor in de gebruiksfase. Dit wordt verder uitgewerkt in het Wind Op Zee Ecologisch Programma (WOZEP) waar twee vragen zijn geformuleerd rond EMV:

1. Welke soorten worden door elektromagnetische velden verstoord, in welke manier (verlies van leefgebied, barrière-effect, enz.) en in welke mate?; en
2. Wat zijn de populatie-effecten van elektromagnetische velden voor deze soorten?

Om deze vragen te beantwoorden heeft WOZEP een literatuurstudie laten uitvoeren naar de stand van zaken (Snoek et al 2016) en recent een survey laten uitvoeren naar de bestaande EMV-velden van de parken Egmond aan Zee, Prinses Amelia en Luchterduinen (Snoek et al 2020). De bedoeling van deze survey was, naast het verzamelen van data, ook een nieuwe opstelling uitproberen met een camera die voortgetrokken wordt over de zeebodem, waarbij de camerabeelden werden gesynchroniseerd met het EM-veld. De verzamelde data bleek echter niet geschikt voor modelberekeningen. Daarnaast steunt WOZEP een onderzoek naar de effecten van EMV op elasmobranchen “Elasmopower” (zie bovenstaand tekstkader).

⁵ In het KEC (sinds 2015) gaat de aandacht uit naar mogelijke cumulatieve effecten op de populaties van te beschermen soorten gedurende de bouw en exploitatie van de windparken op zee tot 2030. Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/>

⁶ WOZEP (sinds 2016) heeft als doel de kennisbasis over de effecten van windparken op beschermde soorten te vergroten, zodat tijdens de voorbereiding van realisatie van windenergiegebieden er een zo goed mogelijke inschatting gedaan kan worden van de effecten op de ecologie. Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch-programma-wozep/>

1.4 Uitgangspunten en aanpak op hoofdlijnen

1.4.1 (Ecologische) Kennismodules

Uitgangspunten

1. De vraag naar het vergroten van kennis en invullen van leemten rondom EMV wordt onderbouwd doordat:
 - a. Het is vastgesteld dat antropogene EMV van offshore stroomkabels overlappen met het waarnemend vermogen van verschillende mariene soorten.
 - b. De exacte effecten van EMV op verschillende mariene soorten onduidelijk is.
2. Er is een standaardisatie van meetmethodiek benodigd.
3. Resultaten van modellen wijken soms af van de praktijk, daarom zijn velddata nodig.

Om informatie over de effecten te vergroten en gericht te verzamelen is een viertal kennismodules gedefinieerd, die in hoofdstuk 2 worden uitgewerkt.

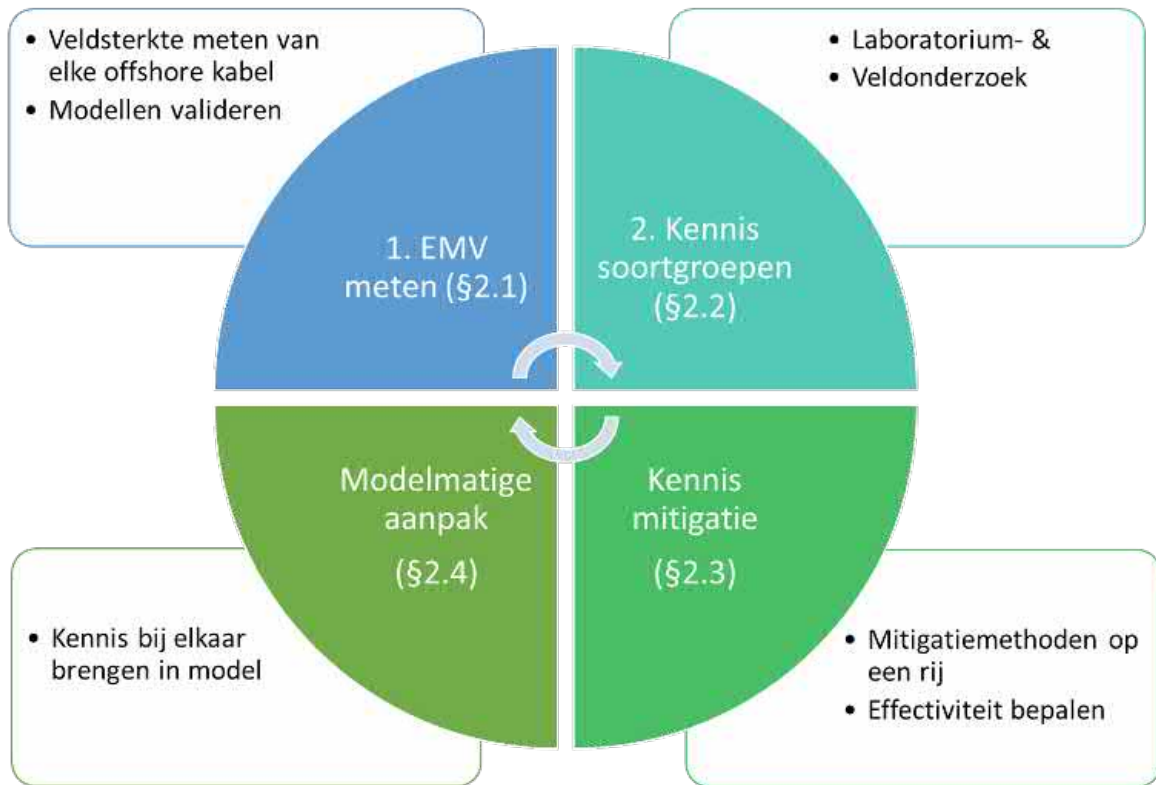
Om de kennis in te vullen is het voorstel om voor de relevante soorten informatie te verzamelen over:

- De dosis-effect-relaties;
- het effect van EMV op relevante soorten; en
- inzicht in cumulatieve effecten.

Om beter inzicht te krijgen in de effecten van EMV is het in eerste instantie van belang om vast te stellen wat de huidige EMV-veldsterktes zijn en hoe deze zich verhouden tot de gehanteerde rekenmodellen. Organismen in het veld wordt blootgesteld aan het daar vastgestelde (dat wil zeggen gemeten) EMV-niveaus. De andere kant is het vaststellen hoe verschillende soortgroepen reageren op de EMV. Indien nodig kunnen de effecten van het elektromagnetische veld wat veroorzaakt wordt door werkzame kabels door verschillende technieken gemitigeerd worden.

Uiteindelijk moet alle kennis die verzameld is geïntegreerd worden en bruikbaar worden voor effectbeoordeling. Door dit effectief aan te pakken kunnen ook effecten van cumulatie beter in beeld worden gebracht.

De vier kennismodules zijn weergegeven in de onderstaande figuur. Met de pijlen wordt aangegeven dat het een iteratief proces is. Uiteindelijk kan deze informatie leiden tot een mathematisch model waarmee effecten van een (nieuwe) kabel op marien ecologische parameters kan worden voorspeld. Met een dergelijk mathematisch model waarin alle kennis is geïntegreerd kunnen ook cumulatievraagstukken worden onderzocht.



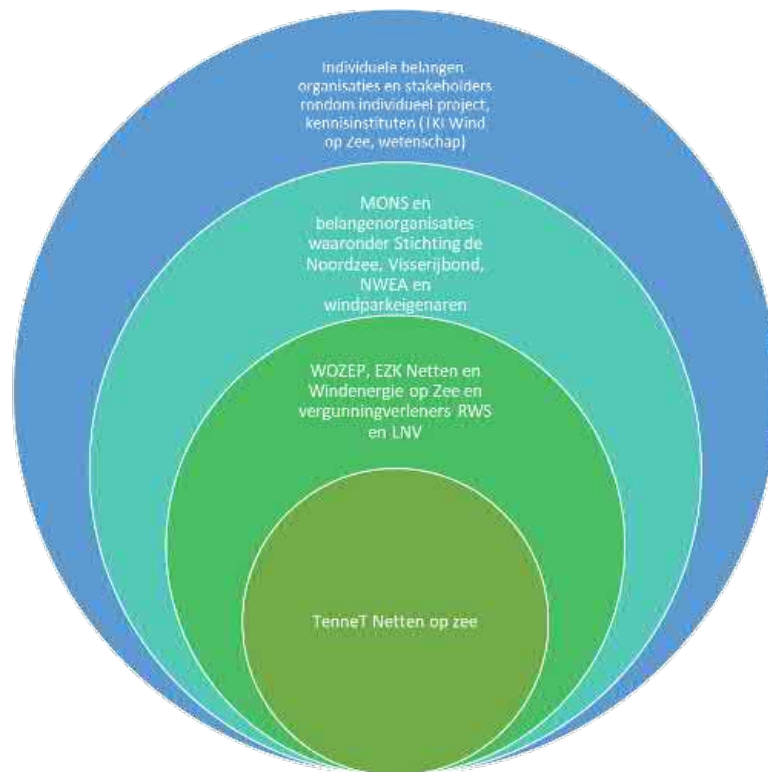
Figuur -2 Vier kennismodules voor invullen leemten

1.4.2 Kennis vergroten in en parallel aan de netten op zee Routekaart 2030

Het vergroten van de kennis en invullen van de leemten kan voor een deel binnen of parallel aan individuele projecten plaatvinden. In hoofdstuk 3 worden mogelijke aangrijpingspunten binnen de Routekaart 2030-projecten genoemd. Hierbij kan slim gebruikt gemaakt worden van benodigde ‘standaard’-veldonderzoeken (surveys) naar bijvoorbeeld de begraafdiepte van de kabels. Daarnaast is er sprake van project-overkoepelend onderzoek of aggregatie van informatie (kennismodule 3 en 4). Op deze wijze kan steeds voortgebouwd worden op de in individuele projecten en onderzoeken opgedane kennis.

1.4.3 Kennis vergroten in overleg met diverse stakeholders

Om een beeld te geven van de betrokkenen (stakeholders) rondom het vraagstuk EMV – mariene ecologie zijn in de onderstaande figuur de belangrijkste stakeholders weergegeven. Deze partijen zijn betrokken bij de ontwikkeling van windenergie en de Netten op zee, verantwoordelijk voor (een deel van de) procedures rondom de netten op zee, vertegenwoordigen een natuur- of visserijbelang of zijn bezig met kennisontwikkeling.



Figuur 1-3 Belangrijkste stakeholders⁷

Deze notitie kan gebruikt worden als basis voor overleggen tussen de verschillende stakeholders. In paragraaf 3.3 wordt hier verder op ingegaan.

⁷ WOZEP = Wind Op Zee Ecologisch Programma, EZK = ministerie van Economische Zaken en Klimaat, RWS = Rijkswaterstaat, LNV = ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, NWEA = Nederlandse Windenergie Associatie, MONS = Monitoring Onderzoek Natuurversterking en Soortenbescherming (Noordzeeakkoord), TKI = Topconsortium voor Kennis en Innovatie.

2 Kennismodules

Rolverdeling en beheer van de kennis

Om informatie over de effecten te vergroten en gericht te verzamelen is een viertal kennismodules gedefinieerd in dit hoofdstuk. TenneT ziet als TSO een trekkende rol voor de module Meten van veldsterktes EMV (paragraaf 2.1) en de module Mitigatiemogelijkheden (paragraaf 2.3). De invulling en planning van de module Kennisontwikkeling soortgroepen (paragraaf 2.2) en de module Integratie van de kennis (paragraaf 2.4) zou een plek moeten krijgen in lopende programma's en trajecten zoals KEC, WOZEP en MONS met name door RWS en kennisinstituten. TenneT wil hier actief betrokken zijn om te bepalen op welke wijze kennis uit 2.1 en 2.3 wordt toegepast. TenneT zal dit bespreken met een aantal stakeholders, genoemd in voorgaande paragraaf.

2.1 Meten van veldsterktes EMV

Om beter inzicht te krijgen in de effecten van EMV is het in eerste instantie van belang om vast te stellen wat de huidige EMV-veldsterktes zijn en hoe zich deze verhouden tot de modellen. Hiervoor is een aantal stappen benodigd, toepasbaar op zowel AC- als DC-kabels. Voor AC-kabels kunnen sinds kort de metingen worden uitgevoerd bij de kabels van Net op zee Borssele omdat deze hetzelfde ontwerp en sterkte hebben als de nog aan te leggen AC-kabels voor de Netten op zee Hollandse Kust (west Beta) en Ten noorden van de Waddeneilanden. Voor de DC-kabels is het nodig om bij bestaande kabels te meten, en mogelijk ook bij de interconnector kabels. Voor NorNed is dit inmiddels in gang gezet met een plan van aanpak (zie beschrijving paragraaf 1.3).

De volgende stappen worden voorgesteld:

- Het monitoren van EMV op vergelijkbare spanning als voorzien voor de kabels van de Netten op zee Hollandse Kust (west Beta) (AC), Ten noorden van de Wadden (AC) en IJmuiden Ver Alpha en Beta (DC). Hierbij wordt zowel het magnetische veld als het geïnduceerde elektrische veld gemeten (zie voor uitleg velden bijlage 2), gekoppeld aan gedetailleerde informatie over de spanningsniveaus gedurende de meting. Voor DC-velden geeft het meer inzicht om zowel bij gebundelde als ongebundelde kabels te meten.⁸
- Bepalen van parameters die de reproduceerbaarheid van EMV-metingen onder water beïnvloeden (bijv. meetdiepte, substraat).
- Bepalen van EMV-sterktes gedurende verschillende (met name hogere); windomstandigheden en in verschillende seizoenen, mogelijk door een permanent EMV-monitoringsstation, en;
- Definitie en validatie van invoerparameters voor bestaande mathematische EMV-modellen middels validatie van resultaten.

2.2 Kennisontwikkeling soortgroepen

Het vaststellen van de EMV-niveaus in het veld is de helft van het verhaal, de andere kant is gebaseerd op het vaststellen hoe verschillende soortgroepen reageren op de EMV. Onderstaand is aangegeven welke stappen idealiter doorlopen moeten worden om deze dosis-effect relaties te kunnen vaststellen. Dit is uitgesplitst tussen vissen en zeezoogdieren.

⁸ De EMV-meetcampagnes worden al gepland voor de netten op zee Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) (AC) en NorNed (DC). Mogelijk geven daarna de EMV-meetcampagnes voor de netten op zee Hollandse Kust (west Beta), IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta en Ten noorden van de Waddeneilanden geen meerwaarde en kunnen deze achterwege blijven.

Vissen

Er zijn verschillende soortengroepen vissen waarbij EMV invloed kan hebben. Deze zijn te onderscheiden in hoofdgroepen (zie opsomming paragraaf 1.2). Voor deze soorten is het onderzoeksverloop op hoofdlijnen hetzelfde en bestaat uit de volgende stappen:

1. Literatuuronderzoek naar wetenschappelijk en in de grijze literatuur gepubliceerde dosis-effect relaties en verspreidings- en migratie gedrag;
2. Experimenteel laboratorium onderzoek om de dosis-response relaties vast te stellen. Dit kan middels gedragsexperimenten in een gecontroleerde omgeving (aquarium of bassin/laboratorium);
3. Voor specifieke soorten zoals platvis effecten op voorkomen en dichtheid middels (boomkor)vis onderzoek op- en rond de kabels; en
4. (gedragsonderzoek in het veld door zenderen van dieren en/of het maken van video opnames. Hiermee kan het gedrag rondom kabels worden bestudeerd. Dit is veelbelovend voor trekvissen die door een rivier (monding) zwemmen, waardoor het effect van de EMV van de kabel mogelijk te bepalen is.

Voor elasmobranchen is weinig bekend over de levensloop van deze soorten, belangrijke gebieden paai- en opgroeigebieden en migratiegedrag, allen in relatie tot EMV. Dit type onderzoek valt echter buiten de scope van deze notitie omdat het wordt meegenomen binnen het Elasmopower-onderzoek (zie paragraaf 1.3).

Zeezoogdieren

Het experimenteel vaststellen van dosis-effect-relaties bij zeezoogdieren is complex onderzoek. Het is echter mogelijk om in gecontroleerde omstandigheden experimenten uit te voeren met bijvoorbeeld bruinvissen. Hierbij kan gecontroleerd de dosis-effect-relatie worden bestudeerd. Alternatief kan gedrag het veld worden bestudeerd, bijvoorbeeld door het zenderen van bruinvissen. Beide sporen (experimenteel onderzoek en zenderen) vereisen langdurige en uitgebreide voorbereiding.

Een alternatief voor dit onderzoek is om initieel te focussen op bestaande informatie. Daarbij kunnen de volgende stappen worden voorzien:

1. Literatuuronderzoek naar in de literatuur gepubliceerde dosis-effect relaties.
2. Ecoprofielen rondom de walvissen en dolfijnen van de Noordzee updaten, verspreiding van de soorten, trekroutes en habitatpreferenties hierin meenemen. Een dergelijk ecoprofiel geeft ook inzicht in de populatie-dynamica van de soort.
3. Relaties tussen werkzame kabels in de Noordzee (internationaal) en de verspreiding van walvissen en dolfijnen onderzoeken.
4. Bruinvisstrandingen Europa breed onderzoeken en relatie tot werkzame kabels in kaart brengen.

Voorstel is om stapsgewijs het experimenteel onderzoek en zenderen wel te programmeren, en parallel de meer eenvoudige routes om informatie te verzamelen ook uit te voeren.

Overige soorten (ongewervelden)

Het is ook van belang om effecten op bentische soorten zoals krab- en kreeftachtigen te onderzoeken. Deze soorten zijn in deze notitie echter niet meegenomen omdat de prioriteit wordt gelegd bij soorten die beschermd zijn vanuit de bestaande wet- en regelgeving, alsmede commercieel beviste soorten. Daarnaast loopt er al onderzoek naar deze soorten in zowel Engeland

bij het St. Abbs Marine Station, als in Frankrijk (Taormina et al. 2019) en de Verenigde Staten zoals het recente onderzoek gefinancierd door het Bureau of Ocean Energy Management (BOEM, 2018).

2.3 Mitigatie mogelijkheden

De effecten van het elektromagnetische veld wat veroorzaakt wordt door werkzame kabels kan op voorhand door allerlei technieken gemitigeerd worden. Doel van dit deel van het onderzoek is deze mitigerende maatregelen breed in kaart te brengen, en om te bepalen welke het waard zijn verder uit te werken. Dit dient te gebeuren in samenhang met andere traceringsprincipes.

Op voorhand kunnen er al een aantal mitigerende maatregelen worden voorzien, zoals:

- Kabel dieper begraven;
- Kabeltunnels;
- Bundelen of juist niet bundelen;
- Andere configuratie van de fases in de kabel (alleen voor AC);
- Gebieden vermijden;
- Oriëntatie kabels aanpassen door deze parallel aan het aardmagnetisch veld te leggen.

Het voorstel is het bovenstaande uit te werken door de mogelijke vormen van mitigatie in kaart te brengen. Deze maatregelen kunnen vervolgens, bijvoorbeeld in een werksessie, beoordeeld worden op haalbaarheid, kosten en effectiviteit. Dit kan worden voorbereid door een schriftelijke ronde met een in te vullen vragenlijst / 'huiswerk'. De mitigerende maatregelen met de hoogste kansrijkheid worden vervolgens gezamenlijk (door diverse stakeholders) uitgewerkt tot bruikbare mitigerende maatregelen voor de verschillende Net op zee projecten.

2.4 Integratie van de kennis

Uiteindelijk moet alle kennis die verzameld is, geïntegreerd worden en bruikbaar worden voor effectbeoordeling. Door dit effectief aan te pakken, kunnen ook effecten van cumulatie beter in beeld worden gebracht. Voorstel is om alle kennis die in voorgaande kennismodules is verzameld, bij elkaar te brengen in een mathematisch model. Met een dergelijk mathematisch model kan het gedrag van organismen onder verschillende omstandigheden, veroorzaakt door de elektromagnetische velden van de kabels, worden gesimuleerd, en ook bijvoorbeeld het effect van diverse kabels (cumulatie). Omdat in het 'ElasmoPower' project er al een dergelijk model voor roggen en haaien wordt gebouwd is het voorstel om in deze kennisintegratie een zeezoogdier als gidssoort te nemen, en wel de bruinvis, omdat hierover al relatief veel bekend is. Een bijkomend voordeel van een model is dat het ook ingezet kan uitgebreid voor andere diersoorten.

Een techniek die hier zich uitstekend voor leent is Individual-Based Modelling (IBM). Dit gaat uit van de populatie (of community) benadering en kan in hoge mate de complexiteit van individueel gedrag en interactie tussen soorten en hun omgeving beschrijven. In IBM worden populaties als een set van individuen gemodelleerd. Elk individu heeft zijn eigen set aan variabelen welke zijn of haar gedrag bepaalt. Te denken valt hierbij aan effect van locatie, fysiologische eigenschappen en gedragseigenschappen. Deze set aan variabelen kan ook door de tijd heen variëren per individu. Ook variabelen als groei, reproductie, habitatselectie, voedsel zoeken en verspreiding kunnen worden meegenomen. IBM zijn 'bottom-up' modellen waarin het uiteindelijke effect op de populatie wordt bepaald door het effect op de individuen.

In onderstaande tabel is weergegeven hoe de verschillende onderdelen (bouwstenen en kenmerken) een plek krijgen in dit model.

Tabel 3-1 Onderdelen IBM

Bouwsteen	Kenmerk	Gebruik
Kabels	- Ligging van de kabels - Kenmerken van de kabels - Elektromagnetisch veld veroorzaakt door de kabels - Seizoensvariatie in het elektromagnetische veld	Input
Individueel gedrag	Voedsel verzamelen, reproductie, habitatselectie, etc.	Parameter
Populatie kenmerken	Leefgebied	Parameter
Migratiepatronen	Trekroutes, trekstroken	Parameter
Gevoeligheid	Gevoeligheidskenmerken voor EMF, gedragsrespons	Parameter
Verspreidingsgegevens	Verspreidingskaarten bruinvis	Kalibratie en validatie
Strandingsgegevens		Kalibratie en validatie

Door bij aanvang al te starten met modelbouw wordt samenhang tussen het onderzoek en de modelbouw gegarandeerd (er zit immers een feedback loop in, door het model elke keer bij te werken kan het vervolgonderzoek gestuurd worden).

De rol van TenneT hierbij is dat in monitorings- en evaluatieplannen parameters en effecten worden bestudeerd. Het laten landen van de resultaten in een model, is een rol voor een gespecialiseerd bureau of instituut.

Om deze kennismodules gestalte te geven kunnen deze ingebed te worden in de (voorbereiding van) toekomstige net op zee projecten. De aangrijpingspunten voor deze inbedding worden besproken in het volgende hoofdstuk.

3 Mogelijke inbedding in (toekomstige) projecten

3.1 Projecten Routekaart 2030

3.1.1 Aangrijpingspunten projecten

Er zijn diverse momenten waarop het vraagstuk EMV-mariene ecologie een rol speelt binnen de Net op zee-projecten. Dit kunnen momenten zijn waarop bureau- of veldonderzoek gedaan kan en moet worden en/of momenten waarop in de procedure het onderwerp EMV aan de orde is. Hieronder is een aantal zogenaamde 'aangrijpingspunten' geformuleerd:

1. MER fase 1: effectbeoordeling voor vergelijking van tracé-alternatieven.
2. MER fase 2 en Passende Beoordeling: effectbeoordeling voor het voorkeursalternatief (VKA).
3. Vergunningen (en inpassingsplan): vereisten vanuit diverse vergunningen, o.a. monitoringsplan.
4. Voorbereidende onderzoeken (surveys); deze lopen in de tijd deels parallel aan voorgaande 'aangrijpingspunten'.
5. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan.
6. Testfase: mogelijkheden voor 0-meting of verzamelen velddata kennismodules.
7. Ingebruikname: verzamelen velddata voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Het is aan te bevelen om het bovenstaande zo slim als mogelijk te combineren met benodigde 'standaard'-surveys voor een Net op zee-project, waaronder bijvoorbeeld een survey naar de begraafdiepte.

3.1.2 Kenmerken en stand projecten Routekaart 2030

In deze paragraaf vindt een korte analyse plaats van wat er in verschillende projecten speelt: stroomsterkte, van welke voor EMV relevante soorten estuaria (Waddenzee etc.) is sprake binnen het plangebied en welke informatie is er tot op heden in de procedure verzameld.

Tabel 3-1 Overzicht kenmerken Routekaart 2030-projecten

Project	Operationeel in	Capaciteit en stroomsterkte	AC/DC	Meest relevante soorten	Relevante N2000-gebieden / estuaria
HKwB (Beverwijk)	Q4 2026	700 MW en 220kV	AC	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Noordzeekustzone
TNW (Eemshaven)	Q4 2027	700 MW en 220kV	AC	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Noordzeekustzone en Waddenzee
IJmuiden Ver Alpha (Borssele)	Q4 2028/ Q1 2029	2 GW en 525kV	DC gebundeld	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Voordelta & Veerse Meer
IJmuiden Ver Beta (Maasvlakte)	Q4 2029/ Q1 2030	2 GW en 525kV	DC gebundeld	Zeezoogdieren en (trek)vissen	Voordelta
Versnelling VAWOZ <2030	Voor 2030	Tussen 700 MW/220 kV (AC) en 2 GW / 525 kV (DC)	AC of DC	n.t.b. / afhankelijk van ligging gebied	n.t.b. / afhankelijk van ligging gebied

Inmiddels is of wordt er voor de Routekaart 2030-projecten een milieueffectrapport (MER) en Passende Beoordeling opgesteld. Hieronder zijn in het kort de bevindingen hieruit per project weergegeven. Let wel, deze bevindingen zijn (deels) nog niet formeel gepubliceerd (moment van schrijven maart 2021).

Net op zee Hollandse Kust (west Beta) (HKWB)

Voor Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in februari 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting eind mei 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 zijn ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW en een bijlage over elektromagnetische velden opgenomen. Uit deze toetsen blijkt dat bij een rekenstroom van 606 ampère door de AC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand van maximaal 50 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Hiermee reikt het veld niet tot in het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone en zijn er geen effecten op beschermde habitattypen te verwachten.

Voor het bepalen van mogelijke effecten in waterkolom (o.a. barrièrewerking) op (trek)vissen en walvisachtigen wordt in de toetsen de vergelijking gemaakt met de magneetveldsterkte berekeningen van Net op Zee Borssele (rekenstroom 500 ampère AC-kabel). Hieruit blijkt dat ook voor net op zee Hollandse Kust (west Beta) de veldsterktes ook ver onder de gehanteerde grenswaarde van 0,05 μT op 300 meter hoogte blijven. Deze 0,05 μT wordt gehanteerd omdat er deze waarde (gemeten op 300 meter hoogte vanuit een vliegtuig) een grotere kans was op stranding van bruinvissen (Kirschvink, 1990). Het is dus aannemelijk dat bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) veranderingen in het magnetisch veld van deze grote orde kunnen waarnemen. In de toetsen wordt geconcludeerd dat individuele (trek)vissen of bruinvissen (en andere walvisachtigen) mogelijk gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld, maar dat er geen sprake is van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW)

Voor Net op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is MER fase 1 samen met de integrale effectanalyse gepubliceerd in juni 2020. Momenteel bevindt het project zich in MER fase 2. In deze fase worden de milieueffecten van het voorkeursalternatief nader onderzocht. Het MER (fase 1 en fase 2) wordt samen met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in februari 2022 gepubliceerd.

Bij MER fase 2 zijn ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW en een bijlage over elektromagnetische velden opgenomen. De effecten hebben vanuit Natura 2000 betrekking op de Waddenzee en Noordzeekustzone. Effecten op de Noordzee zijn daarbij ook voor deze gebieden relevant voor soorten met een groot ruimtegebruik.

Voor de TNW AC-kabel met een stroomsterkte van 600A per circuit is door ENSOL, bij 60% vermogen en ligging op 1m diepte, een magnetisch veld berekend van maximaal 20uT bij een standaard-berekening en 12,5uT bij een gedraaide kabel. Een EMV van 0,05uT bevindt zich op circa 13 meter van de kabel.

De effecten van EMV op zeedieren is in diverse studies onderzocht, maar de gegevens hebben betrekking op een beperkt aantal soorten en de resultaten hiervan zijn veelal niet zonder meer door

te vertalen naar de TNW situatie. Diverse onderzoeken laten ook sterk wisselende resultaten zien. Daarbij is er weinig tot geen onderzoek verricht naar de effecten van AC kabels, waarvan de effecten relevant anders kunnen zijn, gezien het wisselende magnetisch veld. Bovenstaande leidt ertoe dat er nogal wat onzekerheden zijn over de mogelijke effecten van EMV.

De mogelijke relevante effecten van EMV op basis van onderzoek lijken zich vooral toe te spitsen op walvisachtigen en kraakbeenvissen. Zeehonden zijn voor zover bekend weinig gevoelig voor lage waarden van de kabels. Ongewervelden kunnen de lage waarden veroorzaakt door de kabel naar verwachting wel waarnemen, maar uit onderzoek zijn geen fysiologische of gedragseffecten aangetoond bij de berekende waarden voor de TNW kabel.

Warneke (2001) beschrijft een detectierange van zeezoogdieren tussen de 0,03-0,06 μT , met de mogelijkheid dat ze nog lagere waarden kunnen detecteren. Onderzoek door Kirschvink et al. (1986) suggereert tevens dat walvisachtigen kleine geomagnetische variaties kunnen oppikken en kunnen leiden tot gedragsverandering/aanspoelingen. Van bruinvissen is theoretisch afgeleid dat zij gevoelig zijn voor magneetvelden vanaf 0,05 μT (Kirschvink 1990). Dit zou ertoe kunnen leiden dat bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfinen) in delen van het plangebied met een waterdiepte van minder dan 13 meter (Waddenzee, Noordzeekustzone) effecten op het gedrag teweeg kunnen brengen, waaronder vermijding.

Uit onderzoek bij vissen blijkt dat roggen en haaien velden van minstens 25 μT kunnen waarnemen (Hodson 2000; Meyer et al. 2005). Dit sluit niet uit dat lagere magnetische velden niet kunnen worden waargenomen. Voor haaien en roggen zijn ook de door magnetische velden geïnduceerde elektrische velden van belang voor het predator/prooi interacties en mogelijk ook communicatie en navigatie. De elektrische velden van een kabel zijn weliswaar gering, maar sommige soorten kunnen veel lagere waarden waarnemen. Het is dus aannemelijk dat kraakbeenvissen zowel de magnetische als elektrische velden van kabel zullen kunnen waarnemen. Dit kan leiden tot fysiologische en ook gedragsveranderingen, zoals in bepaalde onderzoeken ook is aangetoond, hoewel dit voornamelijk DC kabels betrof. Beenvissen zoals palingen kunnen magnetische velden van ca 5uT waarnemen, het is niet duidelijk in hoeverre dat kan leiden tot gedragsverandering.

Uit bovenstaande analyse blijkt dat veel soorten de magnetische dan wel elektrische velden van de kabel zullen kunnen waarnemen en dat dit bij bepaalde soorten kan leiden tot fysiologische effecten of gedragsveranderingen. In het algemeen zullen de effecten zeer lokaal zijn (enkele tientallen meters) en de effecten in relatie tot het gehele leefgebied van de betreffende soorten op populatieniveau gering. De effecten op de bruinvis zijn in dit kader het meest relevant. Nader onderzoek in onze kustzone is nodig om de effecten beter in beeld te kunnen brengen.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Voor IJmuiden Ver Alpha is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in juni 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in december 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 worden ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW, een bijlage over elektromagnetische velden en een literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op mariene soorten worden opgenomen. Uit deze toetsen blijkt dat bij een stroom van 1.905 ampère door de DC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand ongeveer 20 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Het veld reikt tot in de Natura 2000-gebieden Voordelta en Veerse Meer. Uit de literatuurstudie en berekeningen van de elektromagnetische velden blijkt

dat verschillende soorten vissen, evertibraten en bepaalde zeezoogdieren pas waarden kunnen waarnemen die minimaal een factor tien hoger zijn dan de waarden van het magneetveld van IJmuiden Ver Alpha. Effecten op deze soort(groepen) zijn daarom niet verder beschouwd in de toetsen. Voor de bruinvis (en daarmee andere walvisachtigen en dolfijnen) wordt een grenswaarde van 0,05 μT veld op 300 meter hoogte gehanteerd (gemeten vanuit vliegtuig), waarbij mogelijke effecten kunnen optreden. Het magneetveld van IJmuiden Ver Alpha zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van maximaal 0,0419 μT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm begraven op 1 m diepte). Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 μT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, is het niet aannemelijk dat door de 525kV-kabels verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) optreden. Verdere studies zijn nodig om grenswaarden voor deze soorten duidelijk in beeld te brengen.

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Voor IJmuiden Ver Beta is MER fase 1 samen met een integrale effectenanalyse gepubliceerd in juni 2020. Dit MER fase 1 wordt samen met MER fase 2 en met het ontwerp inpassingsplan en de vergunningen naar verwachting in december 2021 gepubliceerd. Bij MER fase 2 worden ook een Passende Beoordeling, Soortbeschermingstoets, toetsing KRM & KRW, een bijlage over elektromagnetische velden en een literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op mariene soorten gevoegd. Uit deze toetsen blijkt dat bij een stroom van 1.905 ampère door de DC-kabel op zee het magnetisch veld tot een afstand ongeveer 20 meter in horizontale richting rondom de kabel reikt. Hiermee reikt het veld tot in Natura 2000-gebied de Voordelta. Uit de literatuurstudie en berekeningen van de elektromagnetische velden blijkt dat verschillende soorten vissen, evertibraten en bepaalde zeezoogdieren pas waarden kunnen waarnemen die minimaal een factor tien hoger zijn dan de waarden van het magneetveld van IJmuiden Ver Beta. Effecten op deze soort(groepen) zijn daarom niet verder beschouwd in de toetsen. Voor de bruinvis (en daarmee andere walvisachtigen en dolfijnen) wordt een grenswaarde van 0,05 μT veld op 300 meter hoogte gehanteerd (gemeten vanuit vliegtuig), waarbij mogelijke effecten kunnen optreden. Het magneetveld van IJmuiden Ver Beta zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van maximaal 0,0419 μT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm begraven op 1 m diepte). Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 μT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, is het niet aannemelijk dat door de 525kV-kabels verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen optreden. Verdere studies zijn nodig om grenswaarden voor deze soorten duidelijk in beeld te brengen.

3.2 Inbedding in projecten

3.2.1 Kennismodules in relatie tot projecten

Deze notitie kan toegevoegd worden als bijlage bij de Passende Beoordeling en MER van de verschillende projecten.

Bij het uitwerken van de eerste twee kennismodules (meten van veldsterktes, kennisontwikkeling soortgroepen) zijn er diverse aangrijpingspunten in de projecten. Deze zijn hieronder beschreven.

Voor het uitwerken van de derde kennismodule (mitigatiemogelijkheden) kan er voor de verschillende projecten een gezamenlijke aanpak opgezet worden. Zie hiervoor paragraaf 2.3.

De vierde kennismodule (integratie van de kennis) reikt ook over de verschillende projecten heen. Paragraaf 2.4 kan de basis vormen voor de invulling, de integratie en beheer van kennis ligt bij institutionele stakeholders (zie ook paragraaf 3.3).

3.2.2 Individuele projecten

De ondergenoemde publicatiedatums is wat op moment van schrijven (mei 2021) verwacht wordt. Het onderstaande is een voorstel en is afhankelijk van de stand van kennis en noodzaak op dat moment. Tevens dient het overlegd te worden met verschillende partijen.

Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de ontwerp IP en vergunning Wnb eind mei 2021. De definitieve besluiten worden naar verwachting eind november 2021 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ en HKN. Voor HKwB is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeervis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) bentische vis (Pleuronectiformes).
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring Borssele (en misschien Hollandse Kust (zuid)).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de vergunningaanvraag Wnb. De ontwerpbesluiten worden naar verwachting in februari 2022 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ, HKN en HKwB. Voor TNW is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeervis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) bentische vis (Pleuronectiformes).
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring Borssele en misschien Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) en (west Alpha).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

Netten op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

1. MER fase 2 en Passende Beoordeling wordt ingediend als onderdeel van de vergunningaanvraag Wnb eind augustus 2021. De ontwerpbesluiten worden medio december 2021 gepubliceerd.
2. Vergunningen (en inpassingsplan): vereiste monitoringsplan voortbouwend op het MEP Borssele, HKZ, HKN en HKwB en TNW. Voor IJver is het waarschijnlijk gericht op: zeezoogdieren, kraakbeenvis (Elasmobranchii), diadrome vis (diverse vissoorten) benthische vis (Pleuronectiformes). Hierbij de resultaten van het meten van de veldsterktes van NorNed toevoegen.
3. Voorbereidende onderzoeken (surveys): nader te bepalen of eventueel kennis aanwezigheid soorten vergroot kan worden.
4. Bouwfase: opstellen en goedkeuren monitoringsplan. Verwerken eerste resultaten monitoring DC-project (NorNed).
5. Testfase: nader te bepalen of er mogelijkheden zijn voor 0-meting / meten veldsterkte of verzamelen velddata kennismodules.
6. Ingebruikname: nader te bepalen of het nodig is om velddata te verzamelen voor monitoringsplan en andere kennismodules.

3.2.3 Versnelling voor 2030 (VAWOZ)

Binnen de verkenning aanlanding netten op zee (VAWOZ) wordt gekeken naar opties voor elektrische aanlanding van extra windenergie op zee voor 2030, d.w.z. extra boven op de Routekaart 2030-projecten. Dit om invulling te geven aan de extra doelstellingen vanuit Europa (Green Deal) voor de vermindering van de CO₂-uitstoot. Om deze projecten voor 2030 te realiseren dient uiterlijk in het derde kwartaal van 2021 een RCR-procedure te starten. Uit de voorverkenning van de VAWOZ is Net op zee IJmuiden Ver Gamma naar voren gekomen als project waarvoor al eerder in 2021 een RCR-procedure gestart kan worden. De verwachting is dat besluitvorming over de uitkomsten van VAWOZ voor de opties voor 2030 in het derde kwartaal 2021 beschikbaar komt. Hierna wordt per project een RCR-procedure doorlopen waarin, op soortgelijke wijze als in deze notitie voor de Routekaart 2030-projecten is beschreven, de kennis over EMV ingebracht en vergroot kan worden.

TenneT wil anticiperen op een toekomstige situatie waarbij meerdere kabelsystemen van verschillende netten op zee naast elkaar liggen. Hiervoor heeft TenneT recent bureauonderzoek laten uitvoeren naar cumulatie van magneetvelden voor een fictieve corridor van vier DC-kabelcircuits samen met vier AC-kabelcircuits (Arcadis, februari 2021). De conclusie is dat er een licht accumulatief effect is, vooral op grote afstand van de kabelsystemen. Op die grote afstand zijn de veldsterkten dan ook zeer laag. Als de meetwaarden op 100 meter afstand en 200 meter worden vergeleken is er vrijwel geen verschil en geen cumulatie.

3.3 Overleg met stakeholders

Deze notitie kan gebruikt worden als basis voor gesprekken tussen verschillende stakeholders. We kunnen ons voorstellen dat hierbij de volgende partijen in beeld zijn:

- WOZEP-RWS, RWS-vergunningverlening en handhaving, RWS-CIV (monitoring van RWS) en LNV vergunningverlening.
- Natuurorganisaties (Verenigd in Stichting de Noordzee).
- Belangenorganisaties visserij (zoals Visserijbond en Visned).

De notitie kan tevens gebruikt worden voor gesprekken met institutionele stakeholders over op welke wijze de kennismodules uitgewerkt en opgezet kunnen worden en wie hierbij verantwoordelijk is voor wat.

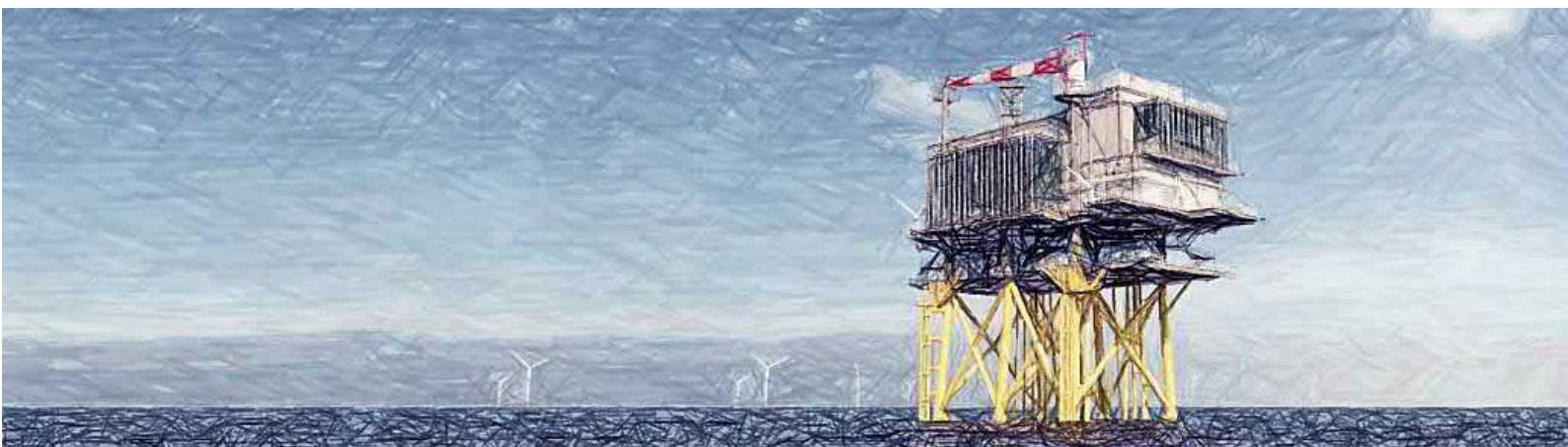
Daarnaast kan informatie uit deze notitie gebruikt worden:

- In gesprekken met individuele stakeholders bij individuele net op zee-projecten, denk aan een lokale of regionale natuurorganisatie of visser.
- Om de netten en Wind op zee-projecten bij het ministerie van EZK via het programmateam Netten op zee te informeren.
- Om de NWEA en individuele windparkeigenaren te informeren.

Bijlagen Aanpak kennisleemten EMV mariene ecologie

NOZ Routekaart 2030

Document te gebruiken als bijlage Passende Beoordeling en MER en als bespreekdocument



Datum: 28-05-2021
Versienummer: 1
Status: def.

In opdracht van van:



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
Bijlage 1 Gebruikte bronnen	2
Bijlage 2 Uitleg elektromagnetische velden	3
Bijlage 3 Overzicht bestaande kaders wet- en regelgeving	7
Bijlage 4A Tabel overzicht van veldwaardes uit literatuur	11
Bijlage 4B Korte beschrijving effecten EMV per soortgroep uit literatuur	12

BIJLAGE 1 GEBRUIKTE BRONNEN

- DNV-GL, 2015. Magneetvelden Exportkabel PAWP. Meting en berekening magnetische veldsterkten. Rapport nr.: 16-0144 v2a
- Gill, A.B., I Gloyne-Phillips, K.J. Neal, and J.A. Kimber. 2005. COWRIE 1.5 Electromagnetic Fields Review - The Potential Effects of Electromagnetic Fields Generated by Sub-Sea Power Cables Associated with Offshore Wind Farm Developments on Electrically and Magnetically Sensitive Marine Organisms – a Review.
- Gill, A., Huang, Y., Gloyne-Phillips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. C. (2009). 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. Report by Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Centre for Intelligent Monitoring Systems (CIMS), Centre for Marine and Coastal Studies Ltd (CMACS), Cranfield University, and University of Liverpool, 128.
- Gill, A. B., Gloyne-Phillips, I., Kimber, J. & Sigray, P. Marine renewable energy, electromagnetic (EM) fields and EM-sensitive animals in Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions (eds. Mark A. Shields & Andrew I. L. Payne) 61–79 (Springer Netherlands, 2014).
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A. B., King, J., & Gibson, C. (2018). Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM, 3.
- Hutchison, Z., Gill, A. B., Sigray, P., King, J.W. (2019). An experimental approach to determine if anguillid eels respond to the electromagnetic field of subsea buried cables. Poster, Conference on Wind and Wildlife 2019.
- Love, M. S., Nishimoto, M. M., Clark, S., McCrea, M., & Bull, A. S. (2017b). The organisms living around energized submarine power cables, pipe, and natural Sea floor in the inshore waters of Southern California. Bulletin, Southern California Academy of Sciences, 116(2), 61-88.

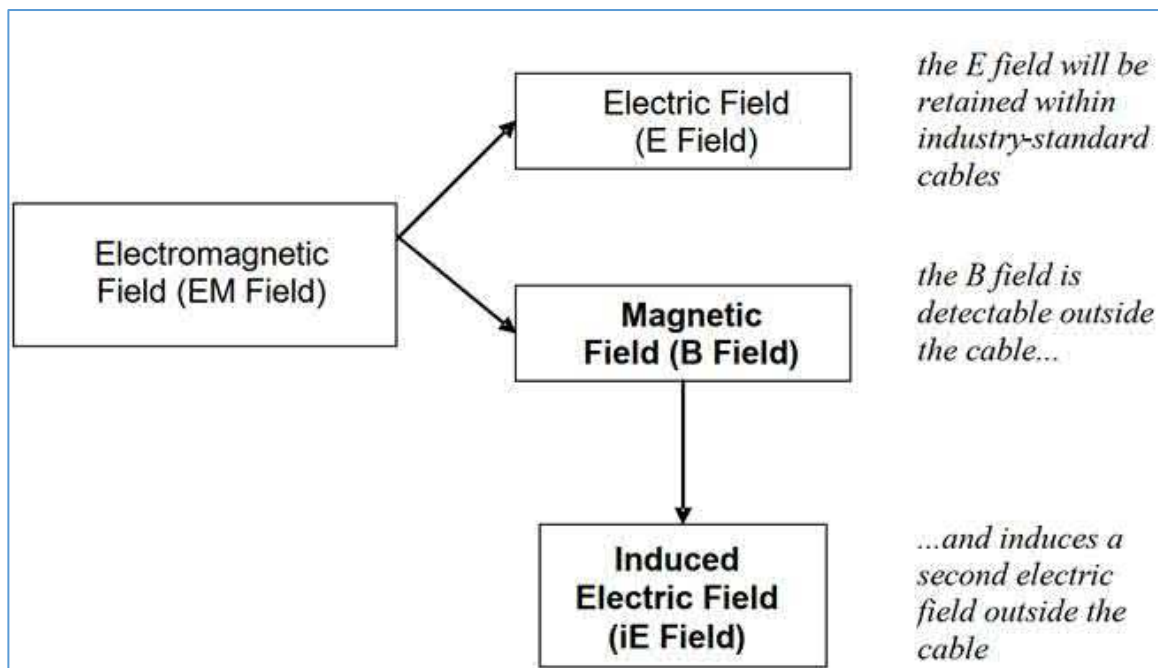
BIJLAGE 2 UITLEG ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Wat zijn elektromagnetische velden

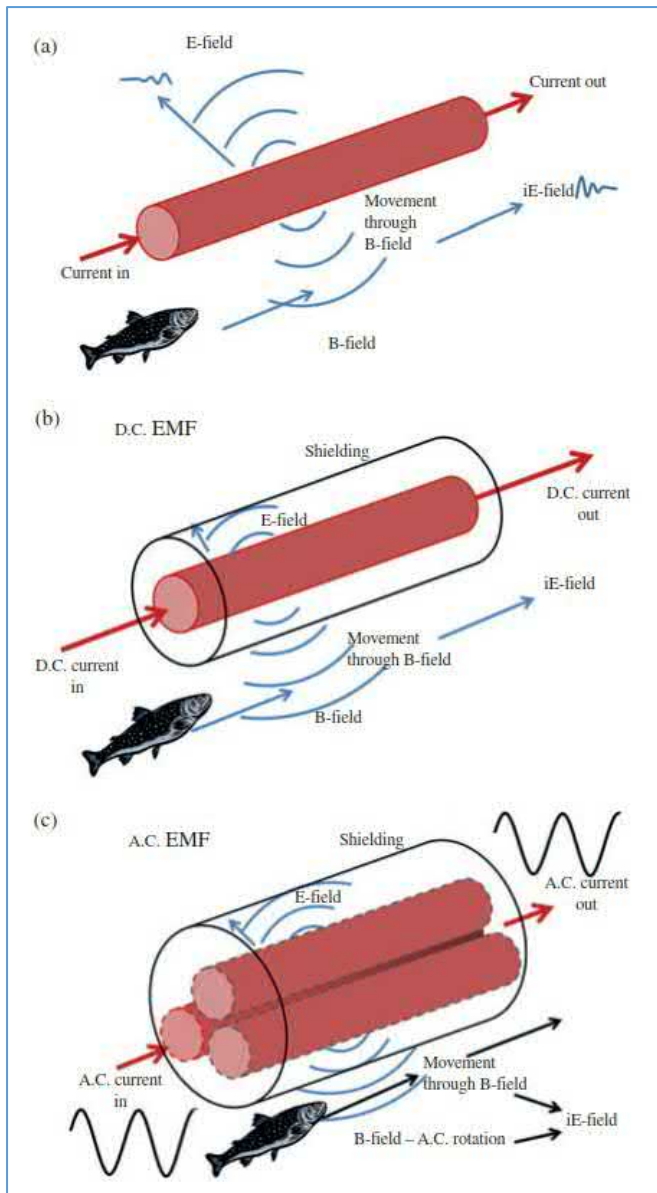
Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en wordt uitgedrukt in Volt. Het elektrisch veld wordt gemeten in Volt per meter (V/m). Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt. Pas als er stroom door een kabel loopt ontstaat er naast het elektrisch veld ook een magnetisch veld. De magnetische veldsterkte wordt gewoonlijk uitgedrukt in microTesla (μT), een miljoenste deel van de Tesla. De sterkte van de velden is afhankelijk van de aanwezige spanning (elektrisch veld) of de stroomsterkte (magnetisch veld), maar is ook sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Voor elektrische en magnetische velden neemt de veldsterkte snel af wanneer de afstand tot de bron groter is.

Elektromagnetische velden (EMV) zijn overal en maken deel uit van de natuurlijke omgeving van de aarde. De meest dominante natuurlijke EMV's in het mariene milieu zijn het aardse geomagnetisch veld (25–65 μT) en bewegings-geïnduceerde elektrische velden, als gevolg van geleidend zeewater dat door het geomagnetische veld stroomt (Gill et al 2014).

EMV ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel. Het B-veld wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. Door het bewegen van een organisme door het B-veld wordt een elektrisch veld geïnduceerd, het zogenaamde iE-veld (voor meer informatie zie Gill et al 2012 en Snoek et al 2016). De stroomkabel produceren dus een magnetisch (B) veld, en onder bepaalde omstandigheden ook een geïnduceerd elektrisch of iE-veld. Dit is te zien in onderstaande afbeeldingen.



Figuur 1-1 Vereenvoudigd overzicht hoe geïnduceerde elektrische velden geproduceerd worden door AC kabels - bron (Gill et al. 2009)



Figur 1-2 Overzicht van de elektrische en magnetische velden (EMF) die horen bij een onderzeese kabel. (a) Een schematisch diagram van de elektromagnetische velden die horen bij een niet-afgeschermd kabel (deze worden niet gebruikt door TenneT). (b) Een hoogspanning (HV = High Voltage) gelijkstroom (DC)-kabel met een mantel die het E-directe veld insluit. Het iE -veld wordt door de vis geïnduceerd terwijl deze beweegt door het B-veld. iE -velden worden ook veroorzaakt door water dat door het B-veld beweegt. (c) Een HV-wisselstroom (AC)-kabel toont de drie kernen met de wisselstroom die een typische sinusgolf veroorzaakte die heen en weer gaat door elke kern. Net als bij de DC-kabel, worden iE -velden veroorzaakt door de beweging van water en vissen. Overgenomen uit Gill et al. 2012.

Gelijkstroom en wisselstroom

Er is onderscheid te maken in gelijkstroom (hierna DC)- en wisselstroom (hierna AC)-verbindingen. Wisselstroom wordt voor de netten op zee gebruikt om elektriciteit over relatief korte afstanden (ongeveer tot ca. 120 kilometer op zee) te verplaatsen. De bestaande windparken in de Nederlandse Noordzee zijn momenteel met AC-kabels op de wal aangesloten. De windparken van Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west) en Ten noorden van de Waddeneilanden worden met AC-verbindingen aangesloten.

Gelijkstroom wordt gebruikt om elektriciteit over langere afstanden te verplaatsen (vanaf ca. 120 km). In de Duitse Noordzee is het merendeel van de windparken aangesloten met DC-kabels, en ook de interconnector-kabels die landen verbinden, zoals de COBRA en NorNed, zijn DC. Ook voor de windparken van IJmuiden Ver wordt gelijkstroom toegepast. In de toekomst worden naar verwachting voor de windparken op zee op grotere afstanden van de kust DC-kabels gebruikt zoals gepland voor IJmuiden Ver.

Wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels veroorzaken verschillende soorten elektromagnetische velden. Hoe groot dit veld is ter hoogte van het zeebed, hangt onder andere af van de diepteligging van de kabel en de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt. Gemodelleerde waarden geven aan dat een wisselstroomkabel van 220kV en 700 MW, zoals gebruikt is bij Borssele, begraven op 1 meter diepte een magneetveld creëert maximaal circa 35 μT boven het aardmagnetisch veld en dat deze vervalst binnen circa 25 meter aan beide zijde tot de achtergrondwaarden van het aardmagnetisch veld. Een gebundelde DC kabel van 525kV en 2GW genereert circa maximaal 35 μT boven het aardmagnetisch veld waarbij de waardes van een ongebundelde kabel wel kunnen oplopen tot twee pieken van circa 360 μT , circa 50 meter uit elkaar (afhankelijk van de begraaf afstand).

Naast AC en DC, de verschillen tussen het magnetisch veld en iE-veld en eigenschappen van de kabel (type, configuratie, begraafdiepte, ontwerp en oriëntatie ten opzichte van het aardmagnetisch veld) is de hoogte van het EMV direct afhankelijk van de hoeveelheid stroom die door de kabel gaat, gebonden aan een maximum wat de kabel kan transporteren, en het ontwerp van de kabel. Deze hoeveelheid getransporteerde stroom is sterk afhankelijk van de hoeveelheid opgewekte stroom, en dus de wind. Dit betekent dat de EMV-niveaus verschillen gedurende de dag maar ook anders zijn per seizoen. In de winter waait het immers meer dan in de zomer. Recente studies geven aan dat met lagere windsnelheden (Beaufort 3-4) EMV waar te nemen zijn tussen de 15-50 meter van de kabel bij een 3-fase 150kV-AC-kabel (Snoek et al. 2020). De verwachting is dat bij hogere windsnelheden en kabels met een hogere spanning (220kV) de reikwijdte van het veld groter zal zijn.

Daarnaast is vaak bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is (TenneT, 2021).

Betekenis EMV voor mariene organismen

Organismen zelf zenden zwakke maar belangrijke bio-elektrische velden uit cellulaire processen en spierbewegingen (Bedore et al 2013). Elektromagnetische zintuigen bij sommige zeedieren zijn zo ontwikkeld zodat deze bio-elektrische velden kunnen worden waargenomen ten behoeve van foerageren (voedsel zoeken) en voortplanting (Newton et al 2019). Magneto-gevoelige dieren reageren op kleine veranderingen in de sterkte, vorm en/of richting van een magnetisch veld (Nordmann et al 2017). Ze gebruiken een magnetisch kompas ten behoeve van migratie over korte en lange afstanden (Lohmann et al 2008). De exacte rol die EMV speelt in de levensloop van EMV-sensitieve soorten is nog voldoende onduidelijk, maar het is duidelijk van fundamenteel ecologisch belang – zie hieronder.

De EMV gegenereerd door de hoogspanningskabels voor de Netten op zee overlappen met de habitat van bentische (op de zeebodem levende) soorten en lijken, op basis van de huidige kennis, van waarneembare grootte. Antropogene (door menselijke activiteiten veroorzaakte) EMV vertegenwoordigen een slecht begrepen, maar potentieel belangrijk en toenemende emissie in het mariene milieu, wat vitale omgevingsfactoren voor EM-gevoelige soorten kan verstoren of maskeren (Hutchinson, 2020). Mogelijke effecten van EMV zijn onder andere:

- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten;
- effect op de navigatie of oriëntatiemogelijkheden en;
- fysiologische en ontwikkelingseffecten (Taormina et al 2018).

Op het Nederlandse continentaal zijn verschillende hoogspanningskabels aanwezig. Naast de wisselstroom-kabelverbindingen van de windparken van Egmond aan Zee (2007, 34kV-kabels), Prinses Amelia (2008, 22kV-kabels), Luchterduinen (2015, 150kV-kabel), Gemini (2017, 220kV-kabel) en sinds kort Borssele (2020, 220kV-kabels) zijn er ook verschillende interconnector kabels die verschillende landen met elkaar verbinden zoals NorNed (2008, 450kV-gelijkstroomkabel), BritNed (2011, 450kV-gelijkstroomkabel) en de Cobra Cable (2019, 320kV-gelijkstroomkabel). De EMV die door deze kabels worden gegenereerd liggen zeker in het bereik dat mogelijk een effect heeft op het mariene milieu (Scott et al 2018, Hutchinson et al 2018). Bovendien gaan lagere EMV-sterktes niet noodzakelijk gepaard met minder impact. Zwakke EMV kunnen een belangrijk ecologische signaal zijn, zoals bijvoorbeeld zwakke wisselstroomvelden veroorzaakt door prooien (platvis) en kleine gelijkstroomvariaties in het geomagnetische veld die gebruikt worden voor navigatie tijdens migratie.

Kabels die sterke EMV genereren kunnen mogelijk barrières vormen in migratie en zo de connectie tussen belangrijke foerageer-, paai- en opgroeigebieden verstoren.

Vanuit de literatuur is het te verwachten dat op basis van de gemodelleerde EMV waarden die bij een 220kV AC, dan wel een gebundelde 2 GW DC kabel, maximaal gegenereerd worden de volgende twee effecten het meest waarschijnlijk zijn:

- effecten op interacties tussen roofdieren en prooien;
- vermijden / aantrekken en andere gedragseffecten

De mate waarin er een effect is op interacties tussen roofdieren en prooien, dan wel het vermijden / aantrekken of andere gedragseffecten is niet bekend. Dat de kabels een barrièrewerking veroorzaken lijkt op dit moment onwaarschijnlijk. Effect op de navigatie of oriëntatiemogelijkheden is niet uit te sluiten, maar zal waarschijnlijk optreden bij hogere EMV waarden zoals bij ongebundelde DC kabels. Fysiologische en ontwikkelingseffecten zijn, op basis van de huidige literatuur, alleen te verwachten bij hogere en vooral langdurige constante blootstelling. Deze situatie zal niet voorkomen in het veld op basis van de huidige omstandigheden.

BIJLAGE 3 OVERZICHT BESTAANDE KADERS WET- EN REGELGEVING

Inleiding

Voor de realisatie van windenergie in de aangewezen gebieden zijn de volgende besluiten nodig:

1. Kavelbesluit(en): aanwijzen van kavels voor elk windpark binnen het windenergiegebied. Hierin wordt opgenomen waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden;
2. Net op zee: het vastleggen van de netaansluiting van de windenergiegebieden op het hoogspanningsnet op land. Hiervoor moeten diverse procedures doorlopen worden, inpassingsplannen opgesteld en besluiten van kracht zijn, waaronder ook een Wnb-vergunning.

Evenals als op land is op zee en in de grote wateren de Nederlandse Wet natuurbescherming (Wnb) van toepassing. Binnen de Wnb wordt onderscheid gemaakt tussen de bescherming van soorten en gebieden. In deze wet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verankerd. Daarnaast zijn de afspraken uit de Conventie van Bonn (ASCOBANS) en CITES (haakt aan bij Wet Natuurbescherming) van belang. Verder zijn randvoorwaarden uit het OSPAR-verdrag (Oslo Parijs, 1992), het integraal afwegingskader Noordzee (uit het Beheerplan Noordzee 2015) en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) van toepassing. Tenslotte speelt de Kaderrichtlijn Water een rol. Deze kaders, en de relevantie voor EMV, zijn hierna kort toegelicht.

Wet natuurbescherming (Wnb)

Op zee en in de grote wateren is de Nederlandse Wet natuurbescherming (Wnb) van toepassing. In deze wet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verankerd. Daarnaast zijn de afspraken uit Conventie van Bonn (ASCOBANS) en CITES (haakt aan bij Wet Natuurbescherming) van belang.

De Wet natuurbescherming regelt de bescherming van:

- Natura 2000-gebieden. Dit zijn speciale beschermingszones op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. De minister wijst deze gebieden aan.
- Dier- en plantsoorten.

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten, ook voor soorten die niet beschermd zijn (art 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (art 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (art 1.11, lid 3).

Relevantie EMV

In de Natuurbeschermingswet (Nbw)-vergunning voor Net op zee Borssele is een verplichting voor monitoring van EMV voor zeezoogdieren en vissen opgenomen, zie Figuur 2.1. In paragraaf 2.2 is dit monitorings- en evaluatieplan verder toegelicht. Voor de Nbw-vergunning voor Net op zee Hollandse Kust (zuid) is de monitoringsvereiste alleen gericht op vissen, en voor de Wnb-vergunning Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) is de vereiste gelijk aan de formulering van Nbw-vergunning van Borssele. Deze formulering is in onderstaand kader opgenomen.

Monitoring

35. De vergunninghouder legt 8 weken voor de start van de gebruiksfase schriftelijk of per e-mail (nbwetteam@minez.nl) een Monitorings- en evaluatieplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag voor. In dit Monitorings- en evaluatieplan wordt vastgelegd op welke wijze en met welke frequentie zeezoogdieren en vissen worden gemonitord. De monitoring heeft als doel om vast te stellen of en zo ja, in welke mate er negatieve effecten op de hiervoor genoemde soortgroepen optreden door elektromagnetische velden van de onderzeese kabels.
36. Het Monitorings- en evaluatieplan geeft verder aan hoe en met welke frequentie de resultaten van de monitoring worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag.
37. Het Monitorings- en evaluatieplan dient te worden bijgesteld indien de tussentijdse resultaten, gelet op het in het voorschrift 35 aangegeven doel, naar het oordeel van het bevoegd gezag daartoe aanleiding geven. Dergelijke tussentijdse wijzigingen behoeven de schriftelijke instemming van het bevoegd gezag alvorens zij worden doorgevoerd.

Figuur 2 Natuurbeschermingswet Net op zee Borssele vergunning artikel 35, (publiekelijk beschikbaar op puc.overheid.nl via https://puc.overheid.nl/natuurvergunningen/doc/PUC_4823_17/1/)

Waterwet

De Waterwet is de basis voor beheer en uitvoering van de belangrijkste watertaken. De Waterwet gaat uit van integraal beheer van het hele watersysteem: het samenhangend geheel van één of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken. De Waterwet vormt de wettelijke basis voor het Nationaal Waterplan (NWP) en Beleidslijn Kust 2015.

Relevantie EMV

In de Watervergunning worden de voorschriften voor de begraafdiepte van de kabels opgenomen, waarbij in de kustzone (tot 3 kilometer van de kustlijn) in principe een diepteliggingseis van 3 meter onder de zeebodem wordt opgelegd en op open zee een diepteliggingseis van 1 m onder de zeebodem (tot -10m LAT). De diepteliggingseis betekent dat de genoemde bodemdekking te allen tijde gewaarborgd dient te blijven.

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) heeft tot doel Europa's zeeën en oceanen te beschermen en te herstellen. De KRM verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf 'descriptoren'. De KRM kent (nog) geen toetsingskaders.

Relevantie EMV

Geen van de elf descriptoren ziet rechtstreeks toe op EMV. Een (in)direct effect van EMV op een aantal descriptoren kan op basis van de huidige kennis over EMV niet worden uitgesloten. Het gaat om de volgende descriptoren:

- D1 Biodiversiteit: De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.
- D3 Commerciële visbestanden: Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.
- D4 Voedselweb: Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.
- D6 Bodemintegriteit: Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name bentische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.
- D11 Energietoevoer: De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent. De mariene strategie (deel 1) zegt hierover “Andere vormen van energie betreffen licht (van platforms en windturbines), elektromagnetische straling en warmtestraling. Criteria voor deze vormen van energie zijn er nog niet en daarom zijn hiervoor nog geen goede milieutoestand en milieudoelen geformuleerd. Dat neemt niet weg dat Nederland (vanuit het voorzorgbeginsel) bij vergunningverlening al wel rekening houdt met deze vormen van energie.”

De vraag of en welke gevolgen EMV heeft op de goede milieutoestand kan op dit moment niet worden beantwoord, daarvoor is meer kennis nodig over EMV en de effecten daarvan.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

Het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie hebben op 23 oktober 2000 de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld. Het doel van deze richtlijn is om aquatische ecosystemen te beschermen en duurzaam gebruik van water te bevorderen. Verder beoogt de richtlijn grondwaterverontreiniging te verminderen en de gevolgen van zowel perioden van overstroming als perioden van droogte te verminderen. Een belangrijk uitgangspunt van de KRW is het ‘stand still beginsel’. Dat wil zeggen dat na het jaar 2000 geen achteruitgang van de chemische en ecologische toestand van het water mag plaatsvinden. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2018). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

Relevantie EMV

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het ‘Toetsingskader waterkwaliteit’ een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. Daarbij wordt o.a. gekeken naar de biologische kwaliteitselementen (vissen, macrofauna, overige waterflora, fytoplankton), EMV wordt als zodanig niet genoemd in de KRW.

OSPAR

Het OSPAR-verdrag (1972) heeft als doel door internationale samenwerking het maritieme milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) te beschermen. Het verdrag heeft als belangrijkste doelstellingen: het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu, het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten (teneinde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden) en het herstellen van aangetaste zeegebieden. Verder streeft het

verdrag naar een duurzaam beheer van het betrokken gebied. Om dit te bereiken nemen de verdragspartijen, afzonderlijk en gezamenlijk, programma's en maatregelen aan en harmoniseren zij hun beleid en strategieën. Daarbij moet een aantal principes worden toegepast:

- Het voorzorgsbeginsel: neem preventieve maatregelen als er een redelijk vermoeden is dat er een nadelige impact op het milieu zal zijn, zelfs al is daar geen bewijs voor;
- Het beginsel de vervuiler betaalt;
- De beste beschikbare technieken, beste milieupraktijk (best practice) en schone technologie aanwenden.

Relevantie EMV

De OSPAR doelstellingen zijn grotendeels bij de KRM ondergebracht. Voor EMV is mogelijk toepassing van het voorzorgsprincipe relevant.

ASCOBANS

Ascobans (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and the North Seas) is een internationale overeenkomst die in 1992 werd gesloten. In februari 2008 kwam er een deel van de Atlantische oceaan bij het verdrag, wat de naam veranderde naar 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas'. Met 'Small Cetaceans' worden ook dolfijnen en kleine walvissen bedoeld, inclusief de bruinvissen (deze behoren biologisch gezien tot de familie van de walvissen). In de Nederlandse wateren worden walvissen en dolfijnen beschermd onder de Wet Natuurbescherming, deze omvat alle ASCOBANS-criteria.

Relevantie EMV

Geen apart toetsingskader, alle criteria ondergebracht onder de Wnb.

Noordzeeakkoord

Op 19 juni 2020 heeft het Kabinet het Noordzeeakkoord vastgesteld en aangeboden aan de Tweede Kamer. Het Akkoord bevat de afspraken tussen het Rijk en belangenpartijen. Zoals natuur- en milieubeschermingsorganisaties, de visserij-, energie- en zeehavensector. De afspraken moeten activiteiten en drie transitie (natuur, voedsel en energie) op de Noordzee met elkaar in balans brengen. Tot en met 2030 en daarna. Het doel van het Akkoord is een duurzaam gebruik van de Noordzee. Door het beschermen en herstellen van het mariene ecosysteem. De werkgroep Monitoring Onderzoek Natuurversterking en Soortenbescherming (MONS) is opgericht in het kader van het Noordzeeakkoord. De werkgroep zal een monitoring- en onderzoeksprogramma opstellen en daarmee antwoorden geven op de kennisvragen over de Noordzee.

Relevantie EMV

Nagaan of deel van de kennisvragen over EMV afgestemd en/of ondergebracht kunnen worden bij MONS.

BIJLAGE 4A TABEL OVERZICHT VAN VELDWAARDES UIT LITERATUUR

Overzicht wetenschappelijke kennis veldwaardes en effecten ecologie

Er zijn rekenmodellen die relatief accuraat de EMV kunnen voorspellen. In Nederland zijn deze modellen gebaseerd op de EMV rekenregels van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Deze regels zijn echter gericht op EMV op land, en er zijn weinig offshore velddata beschikbaar om deze modellen te valideren. Er is (recent) een aantal studies afgerond die een eerste inzicht geven in de veldwaardes van offshore EMV. Het is belangrijk om op te merken dat deze data voornamelijk bij lage windsnelheden zijn verzameld door de beperkingen rond werken op zee met hogere golven.¹ Daarnaast missen veel benodigde gegevens zoals begraafdiepte van de kabel, windsnelheden/stroombelasting tijdens de metingen, en details over het ontwerp van de desbetreffende kabel. Voorbeelden van onderzoeken met EMV-velddata zijn weergegeven in de tabel in deze bijlage. Hoewel deze tabel een overzicht geeft van de gemeten waardes zijn de verschillende meettechnieken niet in alle gevallen direct vergelijkbaar. Het is voor vergelijkbaarheid van belang dat er een gestandaardiseerde meettechniek wordt vastgesteld.

Tabel Overzicht gemeten EMV-niveaus uit literatuur

Auteurs	Absolute EMV niveau	EMV niveau boven achtergrond	Kabelspecificaties	Omgevingsdata	HVAC/HVDC
(Snoek et al., 2020)	- OWEZ 0.04 to 0.052 μ T - PAWP 0.046 μ T to 0.071 μ T - LUD 0.0363 μ T to 0.0356 μ T	- OWEZ 0.008 tot 0.02 μ T (a = 0.0325 μ T) - PAWP 0.015 μ T tot 0.039 μ T (a = 0.0325 μ T) - LUD 0.004 μ T (a = 0.032 μ T)	3-phase - OWEZ 34 kV 108 MW - PAWP 150 kV 120MW - LUD 150 kV 129 MW	Wind 3/4 bft, begraafdiepte circa 1.5 tot 2m	HVAC
(Thomsen et al., 2016)	niet beschreven	- Wind turbine 0.3 mV/m en 0.004 μ T (interarray cable) (a = 0.8 μ V/m en 0.14 μ T) - 1.5 mV/m en 0.0017 μ T (export cable) - op afstand 15 meter	3-phase	51±9 A, 50 Hz export kabel, 70 A bij export cable, gemeten in Thorntonbank <i>Wind Farm</i> , begraafdiepte en windsnelheid niet beschreven, achtergrond gemeten op land	HVAC
(Gill et al., 2009)	- maximaal 0.6 μ T, genormaliseerd naar 100 A 0.23 μ T en 30 μ V/m, 15 μ V/m op 150 meter (Burbo) - maximaal 110 μ V/m (North Hoyle) (maar invloed van andere EMV bronnen) - maximaal 8 μ T en iE 2.2 μ V/m (Ardtoe)	niet beschreven	36 kV	Data genormaliseerd naar 100 A, data verzameld bij npower at North Hoyle and SeaScape Energy at Burbo, begraafdiepte circa 1m	HVAC
(Hutchison et al., 2018)	niet samengevat, zie tabel 3.4 in rapport	- 0.4-18.7 μ T DC en 0.15 μ T en 0.7 mV/m AC (unexpected) (CSC) - 1.3-20.7 μ T DC en 0.04 μ T en 0.4 mV/m AC (unexpected) (Neptune Cable)	- CSC 300 kV 330 MW max current 1175 A - Neptune cable 500 kV 660 MW	Boven achtergrond niveau, reikwijdte EMF boven achtergrond tot 5-10m van de kabel voor DC en 100m voor AC, CSC begraafdiepte 2m, NC begraafdiepte 1.2 tot 1.8m, achtergrond 51.3 μ T.	HVDC
(DNV-GL, 2015) geciteerd in Snoek et al., 2020	- 0.125 μ T tot 3.2 μ T op 2m - 6.54 μ T op 0.5m	niet beschreven	PAWP 3-phase 150 kV 120MW - 436 A - 432 A	Export kabel PAWP, 50 hz	HVAC
(Love et al., 2017)	- 107.6 μ T ± 36.6 (kabel met stroom) - 0.5 μ T ± 0.6 (kabel zonder stroom)	niet beschreven	35 kV Kabel niet begraven, reikwijdte EMF boven achtergrond tot 1m van de kabel	Gemeten op 0, 0,5 en 1m van de kabels die offshore olie platformen van stroom voorzien bij Las Flores Canyon, southern California	HVAC

* a = achtergrond

¹ De hoogte van EMV is direct afhankelijk van de hoeveelheid getransporteerde stroom die sterk afhankelijk is van de hoeveelheid opgewerkte stroom, en dus de wind. Dit betekent dat de EMV-niveaus verschillen gedurende de dag maar ook anders zijn per seizoen. In de winter waait het immers meer dan in de zomer.

BIJLAGE 4B KORTE BESCHRIJVING EFFECTEN EMV PER SOORTGROEP UIT LITERATUUR

Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren (elektromagnetische velden)

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 μT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Andrew B Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 μT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) werd het ruimtelijke gedrag en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 μT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 μT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018a). De kreeften die in een omheining van 5 x 3,5 x 2,5 meter werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen (elektromagnetische velden)

Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd (Snoek et al., 2016). Dit zijn effecten op:

1. Gedragmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium

(Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 μT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen (magnetische velden)

Zoutwatertrekvisseren kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermd of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrinchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 μT kan waarnemen (A.B. Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 μT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van (Gill et al., 2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, en kan er niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonde ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 μT , zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren (magnetische velden)

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al. (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.

Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 μT , zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink (1990), waar deze data vandaan komen, is gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt Snoek et al. (2016) dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*),

witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Er is op 350-400 meter hoogte gemeten. Hieruit bleek dat veranderingen van 0.05 μT (op deze hoogte) in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent dat als de veldsterkte op de zeebodem ertoe leidt dat er 0.05 μT gemeten wordt op een hoogte van 350-400 meter, deze dieren verstoord zouden raken. Is het magneetveld zwakker, dan is er geen effect aantoonbaar. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze op magneetvelden kunnen reageren, voor de rest van de soorten is nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981). Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie

Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren, wel diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. De mate van kennis verschilt per diergroep. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 μT . Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter in de zeebodem).

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 μT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt, zal deze waarde van 0.05 μT niet bereikt worden op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er grenswaardes voor gevoeligheid voor EMV kunnen worden vastgesteld.

Net op zee IJmuiden Ver Gamma Natuurnetwerk Nederland (NNN) toets



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
1.1	Plantoelichting	2
1.2	Juridisch kader	3
1.2.1	Huidige wetgeving.....	3
2	Planbeschrijving	4
2.1	Net op zee IJmuiden Ver Gamma	4
2.2	Kabels op land.....	5
2.3	Ligging ten opzichte van het NNN.....	5
3	Aanwezigheid wezenlijke waarden NNN	6
3.1	Actuele natuurwaarden	6
4	Afbakening en toetsing effecten.....	8
4.1	Afbakening en reikwijdte effecten.....	8
4.2	Toetsing ruimtebeslag.....	8
4.3	Toetsing mechanische effecten	8
4.4	Toetsing verstoring door geluid, licht en optische verstoring	9
5	Conclusie en samenvatting	10
6	Referenties.....	11
	Colofon.....	12

1 Inleiding

1.1 Plantoelichting

Dit rapport betreft de toetsing aan het beleid ten aanzien van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) voor het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma. In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Hierbij worden netaansluitingen gerealiseerd die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Een van die verbindingen is Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

In de voorliggende rapportage worden de effecten van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op het NNN in beeld gebracht en vindt er een toetsing plaats aan het beschermingsregime dat van toepassing is op het gebied (zie ook Figuur 1 voor de ligging).

Behalve toetsing aan NNN vindt er binnen dit project ook toetsing plaats aan:

- Wet Natuurbescherming, onderdeel soortbescherming (Soortbeschermingstoets)
- Wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming
- Kaderrichtlijn Water/Beheerplan Rijkswateren
- Kaderrichtlijn Mariene Strategie



Figuur 1 Overzicht van de ligging het voorkeurstacé op zee en land en de locatie van het converterstation ten opzichte van NNN-gebieden.

1.2 Juridisch kader

Het plangebied overlapt voor een deel met het NNN. Het NNN is een netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden waarmee de biodiversiteit behouden en versterkt wordt. Het NNN is planologisch verankerd in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012) en op provinciaal niveau in de Provinciale Structuurvisie en bijbehorende Zuid-Hollandse Omgevingsverordening (Provincie Zuid-Holland, 2021).

Het NNN heeft als doel om bijzondere en beschermde natuurgebieden te vergroten en met elkaar te verbinden. Het NNN is beschermd via de regelgeving van de ruimtelijke ordening. In het kader van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) is het beschermingsregime vastgelegd in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro). De beleidsmatige verankering wordt gevormd door de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012). Sinds 2014 zijn de provincies verantwoordelijk voor de begrenzing en de ontwikkeling van dit natuurnetwerk.

1.2.1 Huidige wetgeving

Op provinciaal niveau is de planologische bescherming van het NNN geregeld via de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening (Provincie Zuid-Holland, 2021). Het NNN is begrensd met een groene contour. Nieuwe plannen, projecten of handelingen binnen deze contour zijn in beginsel niet toegestaan indien deze de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied aantasten, tenzij er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van groot openbaar belang (het 'nee, tenzij'- regime). Dit staat toegelicht in de provinciale Omgevingsverordening. Als een ingreep (onder bovengenoemde voorwaarden) wordt toegestaan, moet de initiatiefnemer de (potentiële) natuurwaarden die verloren gaan, op eigen kosten compenseren. De te nemen stappen hiervoor zijn opgenomen in de herziene provinciale beleidsregel (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 2013).

2 Planbeschrijving

2.1 Net op zee IJmuiden Ver Gamma

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet projecten aangewezen die tussen 2024 en 2030 goed zijn voor 6,1 gigawatt (GW) aan windparken op zee. Inmiddels is duidelijk dat er meer wind op zee nodig is om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen. Bovendien zijn in april 2021 de Europese doelstellingen voor CO₂-reductie in 2030 aangescherpt. Om de aangescherpte doelstellingen te bereiken, is het aan land brengen ('aanlanden') van extra windenergie op zee nodig. Net op zee IJmuiden Ver Gamma maakt het mogelijk om uiterlijk in 2030 2 gigawatt (2 GW) aan duurzame energie naar land te transporten en draagt zodoende bij aan het behalen van de (aangescherpte) klimaatdoelstellingen.

Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de derde ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied IJmuiden Ver naar het vasteland. De andere verbindingen, Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, doorlopen beide een apart rijkscoördinatieregeling. De verbinding Net op zee IJmuiden Ver Gamma is bestemd voor het aansluiten van 2 GW windenergie en bestaat uit het aanleggen van de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee: Hier worden alle individuele windturbines op aangesloten en wordt het spanningsniveau getransformeerd van 66kV-wisselstroom (alternating current (AC) oftewel wisselstroom) naar 525kV-gelijkstroom (direct current (DC) oftewel gelijkstroom).
2. Een 525kV-gelijkstroomkabelverbinding van het platform op zee naar het converterstation op land (op de Maasvlakte).
3. Realisatie van een converterstation op land waar de 525kV-gelijkstroom (DC) wordt omgezet in 380kV-wisselstroom (AC) en een AC-verbinding die de geconverteerde stroom verbindt met het nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningsstation Amaliahaven.

Onderdeel 2 is voor deze toets relevant. Het relevante deel van het projectgebied is weergegeven in Figuur 1. Het overige deel van het projectgebied bevindt zich op land en zee. Een gedeelte van de Noordzee maakt deel uit van het NNN. De kern van de bescherming van het NNN is dat de kernwaarden van het gebied niet mogen worden aangetast door een ingreep zoals beschreven in de Nota Ruimte (VROM, 2005). Echter in de Structuurvisie Wind op Zee (vervolg op de Nota Ruimte) is de doelstelling opgenomen voor windparken op de Noordzee in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Realisatie van deze windparken geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang. Hiermee wordt aangegeven dat windparken op zee in NNN-gebied Noordzee toegestaan worden. Daarnaast is het basisprincipe van het NNN dat een ononderbroken netwerk van natuurgebieden op land en water wordt gecreëerd dat aansluit aan het Europees netwerk. De aanleg van een windpark zal geen belemmering vormen voor dit doel. Als gevolg van beide redenen zal het NNN op zee dan ook niet verder beschouwd worden in onderhavig rapport.



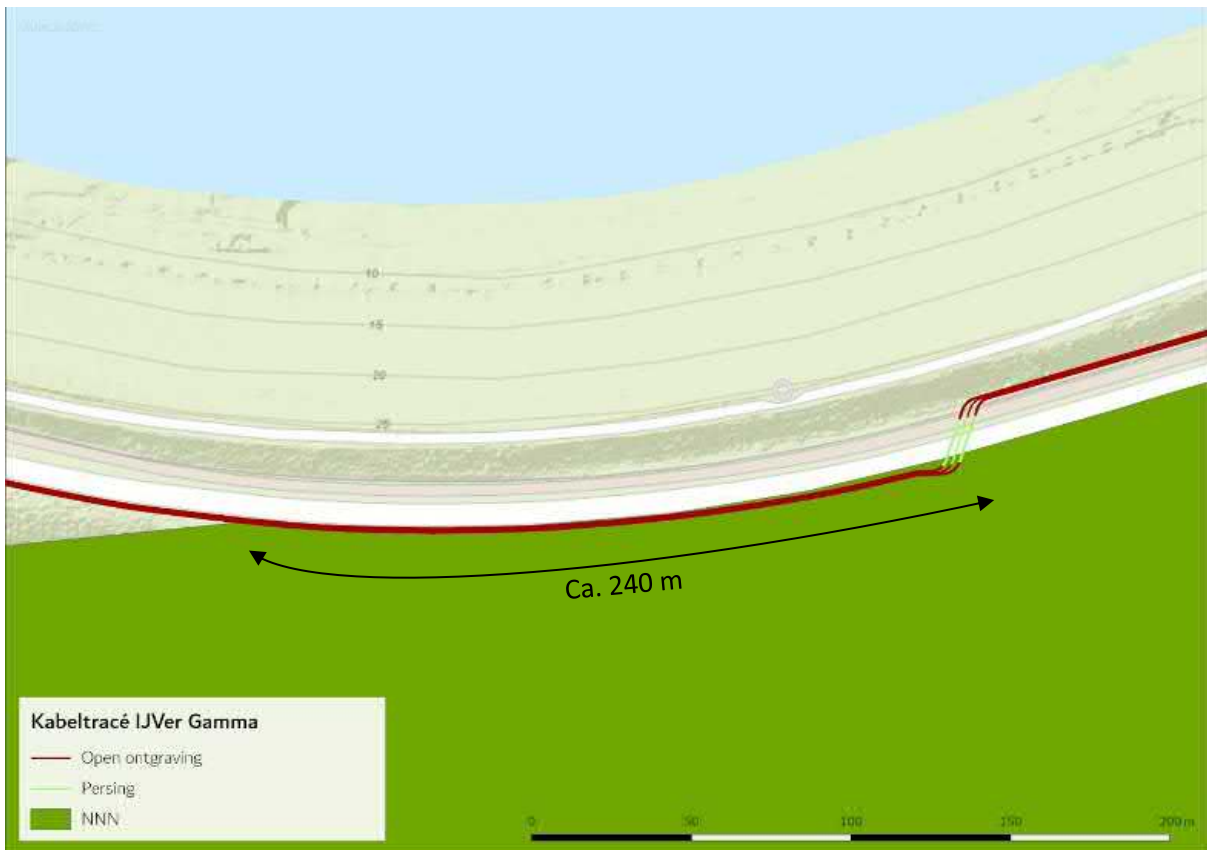
Figuur 2 Ingezoomde kaart van het voorkeurstracé op land inclusief in/uittredepunten, open ontgravingen, boringen en het converterstation.

2.2 Kabels op land

Een beschrijving van de kabels op land is te vinden in Deel A – Inleiding en Activiteitenbeschrijving.

2.3 Ligging ten opzichte van het NNN

Het voorkeurstracé ligt circa 240 meter binnen de begrenzing van het NNN. De werkzaamheden voor het aanleggen van het voorkeurstracé langs de Noordzeeboulevard (breedte werkstrook open ontgraving circa 6 m) vinden hierdoor deels plaats binnen het NNN over een oppervlak van circa 0,15 hectare (Figuur 3). De locatie van het converterstation en de rest van het voorkeurstracé liggen buiten NNN. Er liggen geen mofputten binnen het NNN.



Figuur 3 Ligging plangebied voorkeustracé waar het overlap heeft met het NNN. Het overlappende oppervlak is 0,15 hectare.

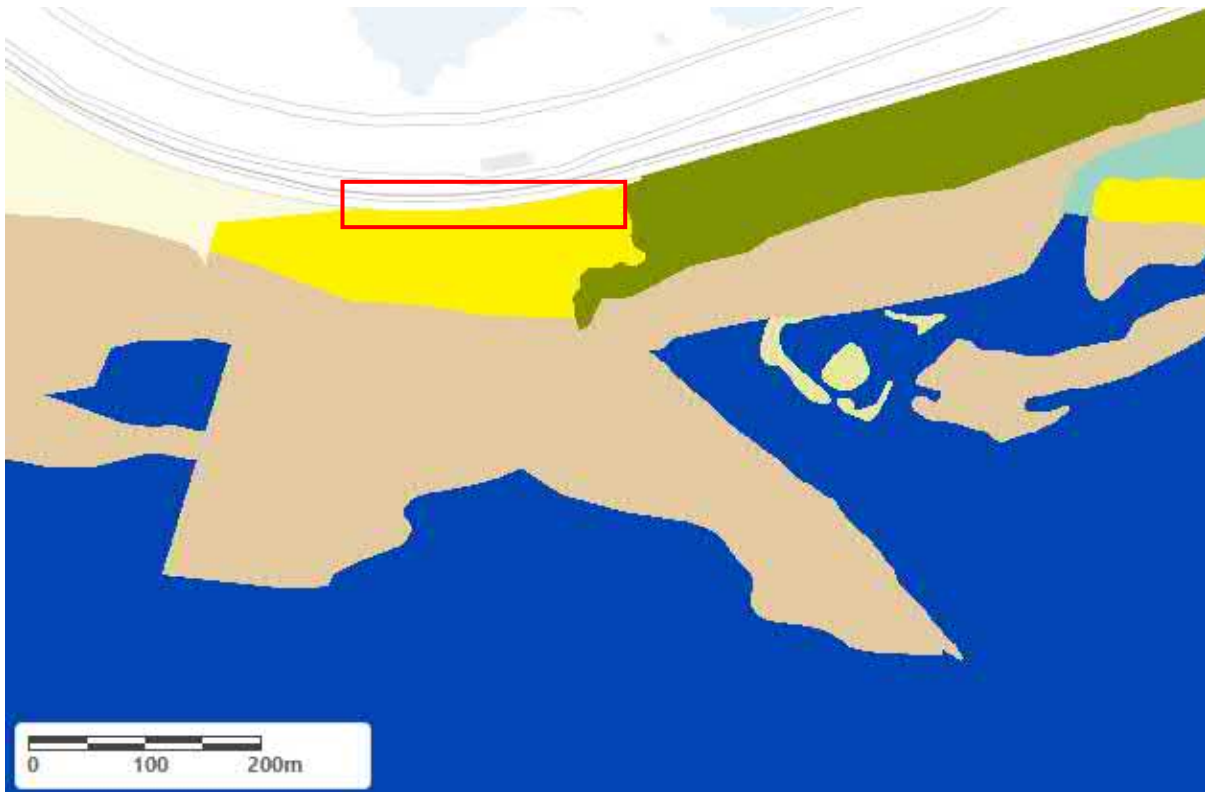


Figuur 4 Visualisatie van locatie waar het voorkeustracé door NNN-gebied loopt.

3 Aanwezigheid wezenlijke waarden NNN

3.1 Actuele natuurwaarden

Het gebied waar het voorkeustracé in het NNN ligt, is begrensd als N08.02 Open duin. Oostelijk van het plangebied is het NNN bestemd als duinbosgebied N15.01 en zuidelijk als N08.01 Strand en embryonaal duin.



Figuur 5 Het NNN-gebied dat wordt geraakt door het voorkeustracé betreft N08.02 Open duin (geel). De omliggende natuurbeheertypen zijn N15.01 Duinbos (donkergroen) en N08.01 Strand en embryonaal duin (lichtbruin). Bron: Beheertypenkaart 2022, Natuurbeheerplan Zuid-Holland.

3.1.1 Algemeen

Open duin bevat structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen. Processen zoals verstuiving en begrazing zorgen voor variatie. Zout spatwater waait de duinen in en kan het blad van bomen verbranden, maar zorgt ook voor extra bufferstoffen in de bodem. Open duin bestaat uit een afwisseling van lage mos- en korstmossrijke vegetaties, grazige vegetaties met onder andere helm, kruidenrijke duingraslanden, zoomvegetaties, ruigte en laag struweel zoals duindoornstruweel en braamstruweel. Open duin ontstaat bij aanwaskusten op natuurlijke wijze uit strand en embryonaal duin. Hoewel Open duin in Nederland vrij veel voorkomt, is het internationaal gezien zeldzaam. Nederland kent daarom een bijzondere verantwoordelijkheid. Open duin is van belang voor veel planten (duindoorn, zeewolfsmelk, blauwe zeedistel, helm, duinroosje, kleverige reigersbek, ruw vergeet-mij-nietje, duinviooltje, mossen, korstmossen en paddenstoelen) en ook voor diverse diersoorten zoals roodborsttapuit, velduil, tapuit, duinparelmoervlinder, blauwvleugsprinkhaan en zandhagedis. Open duin vormt vaak een overgang naar bijvoorbeeld Strand en embryonaal duin en Duinbos (bron: website BIJ12).

3.1.2 Locatiespecifiek

De strook ter hoogte van de open ontgraving in het NNN is begroeid met diverse mossen, korstmossen en voor een deel helmvegetatie. Het betreft voornamelijk wegberm met weinig variatie aan begroeiing daar waar de bodem geregeld verstoord wordt. Daar waar de bodem niet verstoord wordt (enkele meters vanaf de verharding) is een redelijk gevarieerde bodemvegetatie van duingebied aanwezig die het zand heeft vastgelegd. Hier staat ook enig duindoornstruweel.

4 Afbakening en toetsing effecten

4.1 Afbakening en reikwijdte effecten

Als gevolg van de werkzaamheden kunnen de volgende effecten optreden binnen het NNN:

- Tijdelijk ruimtebeslag: oppervlakteverlies en/of versnippering van leefgebied of groeiplaatsen.
- Verstoring door geluid, licht, trillingen en optische prikkels.
- Vernietiging van leefgebied voor planten als gevolg van mechanische effecten (vergraven en betreden).

De natuurbeheertypen en leefgebieden die binnen het tracé liggen zijn niet gevoelig voor verdroging. Daarnaast is bronbemaling nabij NNN niet nodig.

Tabel 1 Effecten, reikwijdte van de effecten en gevolgen op waarden van NNN

Effect	Reikwijdte	Gevolg op
Tijdelijk ruimtebeslag	Ter plaatse van de werkzaamheden	Natuurtype N08.02 Open duin
Mechanische effecten	0,15 hectare op het werkterrein	Huidige staat van vegetatie (mos- en korstmosrijke vegetaties, grazige vegetaties) en bodem wordt aangetast. Het lokaal open leggen van de bodem kan in een systeem van open duin leiden tot toename in diversiteit. Daarbij zijn kale bodem en/of open pioniervegetatie een typisch onderdeel van het natuurbeheertype N08.02 Open duin.
Verstoring door geluid, licht en optische verstoring	Rondom open ontgraving in NNN	Verstoringsgevoelige (vogel)soorten

4.2 Toetsing ruimtebeslag

Ter plaatse van de werkzaamheden treedt geen permanent oppervlakteverlies van NNN-gebied op omdat het om een tijdelijke ingreep gaat. De werkzaamheden zorgen voor een tijdelijk ruimtebeslag op NNN. Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan het gebied weer zijn functie als NNN vervullen. Er is geen significant negatief effect op de wezenlijke kenmerken en waarden.

4.3 Toetsing mechanische effecten

Mechanische effecten treden op ter hoogte van de open ontgraving in het NNN. De open ontgraving is via de openbare weg te bereiken. De open ontgraving binnen het NNN ligt in de duinen en is begrensd als natuurtype Open duin (N08.02). Het gaat om circa 0,15 hectare werkterrein. Vergraving is hier noodzakelijk, waardoor op lokale schaal de huidige waarden verdwijnen.

Het effect van ontgraven en betreden is dat vegetatie en de bodemopbouw verstoord worden. Gedurende de realisatie is het gehele werkgebied niet beschikbaar. Het betreft hier een recent aangelegd kunstmatig duingebied met mossen en helmvegetatie, waardoor er nog weinig tot geen bodemvorming en vegetatieontwikkeling heeft plaatsgevonden. Omdat bij dit habitattype een nutriëntrijke humuslaag nagenoeg ontbreekt, is geen sprake van bodemaantasting (lagen) door vergravingen. De kwalificerende waarden worden dan ook niet aangetast, omdat een groot deel van

N08.02 Open duin dient te bestaan uit kale bodem en/of open pioniervegetatie. Het geheel van het hier aanwezige beheertype wordt mogelijk zelfs verbeterd door het lokaal 'openmaken' van de bodem en het bloot te stellen aan winddynamiek. Na afronding van de aanlegwerkzaamheden is er geen beperking van herstel van de bodem en de vegetatie. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn beperkt, lokaal en door de recente aanleg van korte duur. Significant negatieve effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN en het functioneren van het NNN zijn daardoor niet aan de orde.

4.4 Toetsing verstoring door geluid, licht en optische verstoring

De drie verstoringvormen geluid, licht en optische verstoring worden in de duinen veroorzaakt door graafwerkzaamheden binnen NNN-gebied. Het grootste deel van de duinen rondom wordt gevormd door het beheertype Open duin (N08.02), Strand en embryonaal duin (N08.01) en Duinbos (N15.01). De biotische kwaliteit van deze typen wordt primair bepaald door de vegetatie, maar ook vogels zijn voor beide typen een kwaliteitsindicator. Voor het Open duin gaat het om zowel zeldzame, erg verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwe kiekendief, eider, velduil, grauwe klauwier) als om schaarse, minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. kneu, nachtegaal, graspieper). Voor Strand en embryonaal duin zijn dit zeldzame en erg verstoringsgevoelige soorten (o.a. dwergstern, eider en strandplevier). Voor het Duinbos betreft het enkele typische bossoorten, die matig verstoringsgevoelig zijn (o.a. zwarte specht, groene specht, kleine bonte specht, blauwborst).

De open ontgraving ligt direct aan de Noordzeeboulevard. Daarnaast staan windturbines opgesteld aan de andere kant van de Noordzeeboulevard op circa 25 meter van de open ontgraving. Deze delen van de duinen zijn al aan verstoring onderhevig (zowel geluid, licht en visueel) door het aanwezige verkeer en de draaiende windturbines. Aanwezigheid van zeldzame, kritische soorten als blauwe kiekendief of velduil in dit deel van de duinen is daarom zeer onwaarschijnlijk. Minder kritische soorten (zoals graspieper) zouden hier wel voor kunnen komen (zowel in de duinen als in het duinbos richting het oosten). De werkzaamheden zijn tijdelijk (ca. 10 weken). Tijdens deze werkzaamheden zal tijdelijk verstoring door geluid, licht of visuele verstoring optreden, waardoor aanwezige vogels het gebied tijdelijk kunnen verlaten. Er komen geen kritische soorten voor in het gebied, waardoor er geen significante effecten optreden op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN.

5 Conclusie en samenvatting

TenneT is voornemens om netaansluitingen te realiseren die zorgt voor stroomverbindingen van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Eén daarvan is Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

De werkzaamheden voor het aanleggen van de 525kV-gelijkstroomkabels op land voor de aansluiting naar het converterstation vindt voor het voorkeurstracé voor 0,15 hectare plaats binnen het NNN. De locatie van het converterstation en de rest van het voorkeurstracé liggen buiten het NNN. Deze werkzaamheden zijn tijdelijk van aard en hebben alleen een effect op het NNN tijdens de aanlegfase. De kabels komen onder de grond te liggen waardoor effecten tijdens de gebruiksfase zijn uitgesloten.

De beschreven effecten op het NNN (natuurbeheertype N08.02 Open duin) zijn van tijdelijke aard. De functionaliteit van het overige NNN-gebied blijft tijdens de aanleg behouden. Ruimtebeslag, mechanische effecten en permanente verstoring door licht, geluid en optische verstoring vinden niet plaats waardoor er geen permanent effect op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN is. Er zijn daarom geen verdere procedures vereist in het kader van het NNN.

6 Referenties

Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland. (2013). *Beleidsregel Compensatie Natuur, Recreatie en Landschap Zuid-Holland 2013*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*.

Provincie Zuid-Holland. (2021, december 15). *Zuid-Hollandse Omgevingsverordening* . Retrieved from Decentrale regelgeving overheid: <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/omgevingsbeleid/zuid-hollandse-omgevingsverordening/>

COLOFON

NNN-toets Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Concept

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VIII–B Effecten van elektromagnetische velden op land

Net op zee IJmuiden Ver Beta



Datum: 16 april 2021
Versienummer: V1
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Effecten van elektromagnetische velden

Toelichting

Hoogspanningslijnen wekken elektromagnetische velden op (hierna: EMV), net zoals veel huishoudelijke apparatuur, et cetera. Aan elektromagnetische velden is initieel veel onderzoek verricht vanwege berichten dat hoogspanningslijnen gezondheidseffecten zouden veroorzaken (zie voor nadere informatie achtergronddocument Ruimtegebruik en Leefomgevingskwaliteit). Naderhand is meer onderzoek verricht naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden op dieren.¹

Laboratoriumonderzoek

Er zijn diverse studies naar de effecten van elektromagnetische velden op fysiologie en gedrag van dieren onder laboratoriumcondities uitgevoerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat in veel studies een hogere blootstelling aan elektromagnetische velden (langer en/of hogere intensiteit) is toegediend dan in normale praktijksituaties kan optreden.

Bij ratten bleek geen kanker te ontstaan als gevolg van EMV, wel werd bij een aantal experimenten de groei van geïnitieerde tumoren versneld². In ratten en koeien blijken diverse lichaamseigenschappen, zoals bloedglucosewaarden en waarden van diverse andere stoffen in het bloed te wijzigen³. Sommige studies naar het immuunsysteem van laboratoriumdieren laten veranderingen zien⁴ andere daarentegen niet⁵. Hetzelfde geldt voor studies naar het zenuwstelsel⁶. Ook onderzoeken naar het reproductieve systeem leiden tot tegengestelde resultaten, met deels wel⁷ en deels geen effecten⁸. De ontwikkeling van embryonale zebravis vertoonde geen afwijkingen bij blootstelling aan magnetische velden tot twee uur na bevruchting, maar wel bij blootstelling aan magnetische velden na 48 uur⁹. Meer consistente resultaten zijn er voor wat betreft melatonine, een hormoon dat geassocieerd is met de aanwezigheid van daglicht en onder andere het slaap-waak ritme reguleert. Elektromagnetische velden lijken de aanmaak van melatonine te remmen¹⁰. Gedragsonderzoek leidt niet tot eenduidige resultaten, maar sterktes van elektromagnetische velden, zoals die in praktijksituaties voorkomen, zijn niet schadelijk¹¹. Ook onderzoek naar stresshormonen leidt tot niet-consistente resultaten, met in sommige studies verhoging van de concentratie van stresshormonen en in andere studies een afname daarvan.¹²

¹ Duke Engineering & Services, 2001

² Lee e.a. 1996, NIEHS 1999, Yasui e.a. 1997, Baum e.a. 1995, Ekstrom e.a. 1998, Mevissen e.a. 1993, Mevissen e.a. 1996, Mevissen e.a. 1998

³ Babovich en Kozyarin 1979, Shandala e.a. 1979, Burchard e.a. 1999

⁴ Morris 1985, Maudeville e.a. 1995

⁵ Morris en Philips 1983, Cerretelli e.a. 1979, Anderson 1991, LeBars e.a. 1983

⁶ Hansson 1981, Jaffe e.a. 1980, Vasquez e.a. 1988a, 1988b, Albert e.a. 1984, Jaffe 1985, Portet e.a. 1984, Margonato e.a. 1995

⁷ Juutilainen e.a. 1987, Sikov e.a. 1987, Andrienko 1977, Burack 1984

⁸ Kowalczyk en Saunders 1990, Martin 1992, Kowalczyk e.a. 1994, Cerretelli e.a. 1979, Le Bars e.a. 1983, Seto e.a. 1984, Graves 1985, Fam 1981

⁹ Skauli e.a. 2000

¹⁰ Wilson e.a. 1981, 1983, 1986, Lee e.a. 1996, NIEHS 1999

¹¹ NIEHS 1999

¹² Quinlan e.a. 1985, Portet en Cabanes 1988, Free e.a. 1981, De Bruyn en De Jager 1994, Seto e.a. 1982a, 1982b, Hsieh e.a. 1983

Samenvattend zijn er geen eenduidige resultaten te destilleren uit het onderzoek naar de effecten van elektromagnetische velden op dieren onder laboratoriumcondities, zowel niet voor wat betreft de fysiologie als wat betreft het gedrag. Met uitzondering van de aanmaak van het hormoon melatonine, dat invloed heeft op het slaap-waak ritme en op activiteitspatronen, en dat lijkt af te nemen bij blootstelling aan elektromagnetische velden.

Veldonderzoek

Planten

Op planten zijn geen effecten van elektromagnetische velden gevonden, met uitzondering van beschadigingen aan de toppen van vooral spitse bladeren (zoals van naaldbomen)¹³.

Insecten

Elektromagnetische velden leiden tot schadelijke effecten bij honingbijen, blijktens studies van Greenberg e.a. (1981) en Rogers e.a. (1982) die kolonies direct onder hoogspanningslijnen plaatsten. De sterfte van bijen nam toe, terwijl de winteroverleving van kolonies afnam. De effecten werden geminimaliseerd door een geaard draadscherm op de bijenkasten te plaatsen. De bijen werden dus beïnvloed door elektrische velden, niet door magnetische velden. Orlov (1990) vond een afname van de activiteit van insecten (muggen en bijen) onder hoogspanningslijnen, bij veldsterktes van respectievelijk 7 kV/m en 50 kV/m.

Zoogdieren en vogels

Bij zoogdieren en vogels zijn geen bewijzen gevonden voor negatieve effecten van elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen. Wel zijn er veranderingen als gevolg van elektromagnetische velden waargenomen in concentraties van stoffen als hormonen in het lichaam van dieren en reproductieve eigenschappen (bijvoorbeeld eigenschappen van eieren van vogels), maar effecten op overleving en voortplanting kunnen niet worden aangetoond of zijn afwezig.¹⁴

Conclusies

Elektromagnetische velden lijken in laboratoriumsituaties effect onder hoge dosering te hebben op het functioneren van planten en dieren. De laboratoriumonderzoeken zijn echter gedaan bij sterktes van elektromagnetische velden die in veldsituaties niet of nauwelijks optreden en zijn daarom weinig voorspellend voor wat in het veld gebeurt. In die studies zijn met name bij dieren veranderingen merkbaar in gehalten van diverse stoffen in het lichaam. De bestaande studies leveren tot dusverre geen bewijs voor schade aan dieren die in vrije condities leven. In de literatuur wordt gerapporteerd over onderzoek dat is uitgevoerd met veel hogere veldsterktes dan de veldsterktes ter hoogte van deze hoogspanningslijn. Bij de onderzoeken konden geen eenduidige effecten worden gevonden. Op basis van het literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat geen substantiële/relevante effecten zullen optreden. Het onderwerp wordt derhalve niet nader uitgediept.

¹³ McKee 1985, Hodges en Mitchell 1984, Hilson e.a. 1983, Parsch en Norman 1986

¹⁴ Lee e.a. 1996, Goodwin 1975, Lee 1980, Hanowski 1993, Schreiber e.a. 1976

COLOFON

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer

Datum

16 april 2021

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919

6800 AX Arnhem

Nederland

+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Bijlage X-A Visualisaties zichtbaarheid en beleving converterstation IJmuiden Ver Beta



Datum: 16-09-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van van:

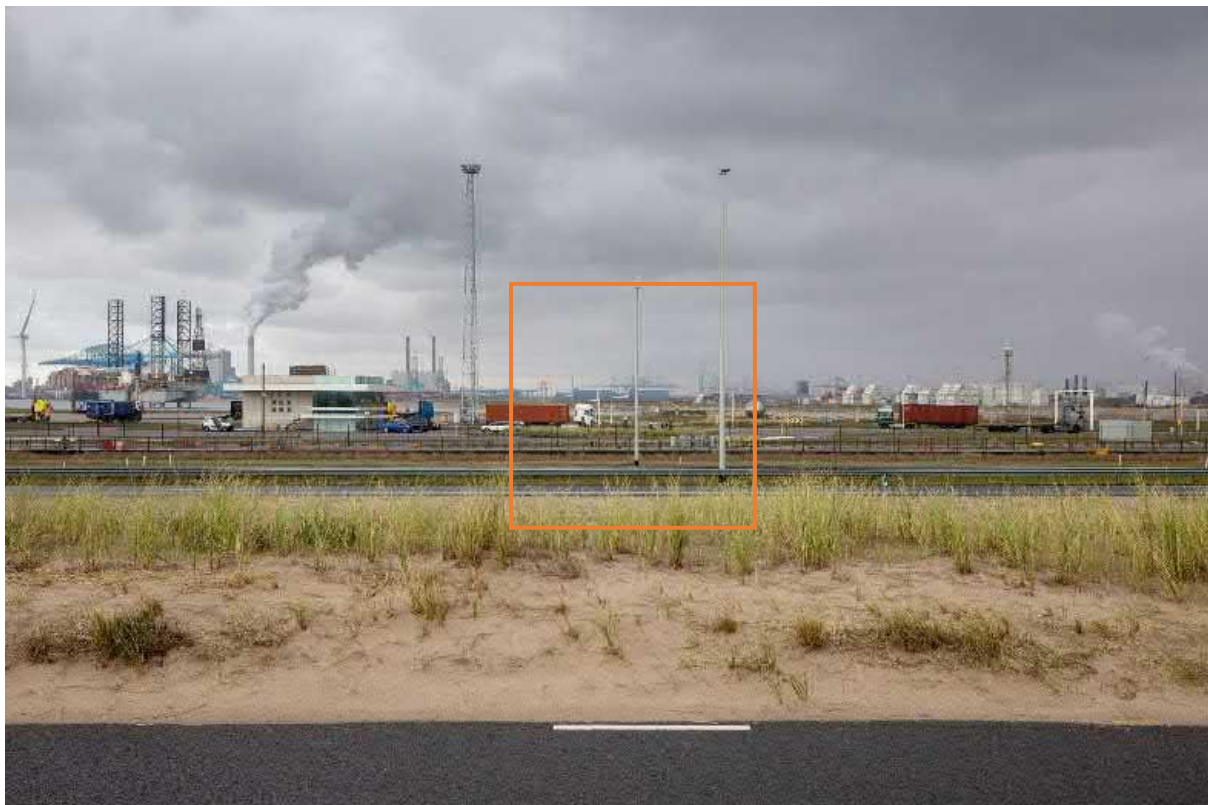


Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

IJmuiden Ver Beta, MER fase 1, locatie converterstation



Figuur 1 Overzicht standpunten en kijkrichting visualisaties converterstation Maasvlakte Midden



Figuur 2 Standpunt 2.2



Figuur 3 Standpunt 2.3



Figuur 4 Standpunt 3

COLOFON

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Projectnummer

Datum

16-09-2022

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919

6800 AX Arnhem

Nederland

+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bureauonderzoek

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

**Voorkeursalternatief
MER-fase 2**

Periplus Archeomare rapport 21A002-04

Auteurs:

R. van Lil en R.W. Cassée

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	2.0 (definitief)
Datum	20-04-2022
Periplus Archeomare referentie	21A002-04
Klant (project) referentie	Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 21A002-04

Bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Gamma
Voorkeursalternatief - MER fase 2

Auteurs: R. van Lil & R.W. Cassée

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersonen: W. Zijl en D. Knapen

© Periplus Archeomare - april 2022.

Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

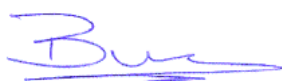
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Rev	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Definitief (opmerkingen bevoegd gezag verwerkt)	RvL/RC	SvdB	BvM	20-04-2022
1.2	Opmerkingen opdrachtgever verwerkt	RvL/RC	SvdB	BvM	09-02-2022
1.1	Opmerkingen opdrachtgever verwerkt	RvL/RC	SvdB	BvM	10-12-2021
1.0	Concept	RvL/RC	SvdB	BvM	25-11-2021



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare BV

Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1. Algemeen	5
1.2. Voorgenomen activiteiten	6
1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden	9
1.4. Aanleiding	10
1.5. Doelstelling	11
1.6. Onderzoeksvragen	11
1.7. Onderzoekskader	11
1.8. Kwaliteitsborging	12
1.9. Bronnen	13
2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek	14
2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)	14
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)	17
2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)	24
2.4. Geologische gegevens (LS04)	29
2.5. Archeologische waarden (LS04)	39
2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)	51
3. Beantwoording onderzoeksvragen	54
4. Conclusies en advies	57
Lijst met afbeeldingen	59
Lijst met tabellen	60
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen	61
Referenties	63
Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal	66
Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems	67
Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het IJV Gamma VKA-tracé	68
Bijlage 4: Overzicht van alle NCN contacten in onderzoeksgebied van het IJV Gamma VKA-tracé	69

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	Na Chr.	-	Heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	Na Chr.	-	1850	Na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	Na Chr.	-	1650	Na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	Na Chr.	-	1500	Na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	Na Chr.	-	1050	Na Chr.
Romeinse tijd	12	Voor Chr.	-	450	Na Chr.
IJzertijd	800	Voor Chr.	-	12	Voor Chr.
Bronstijd	2000	Voor Chr.	-	800	Voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	Voor Chr.	-	2000	Voor Chr.
Mesolithicum (Middensteentijd)	8800	Voor Chr.	-	4900	Voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	Voor Chr.	-	8800	Voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

<i>Provincies:</i>	Zuid-Holland			
<i>Gemeente:</i>	Rotterdam			
<i>Plaats:</i>	Noordzee			
<i>Toponiem:</i>	Net op zee IJmuiden Ver Gamma			
<i>Kadastrale gegevens:</i>	n.v.t.			
<i>Kaartbladen:</i>	1801-1, 360			
<i>Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)</i>	Centrum:	E 550872 N 5812779		
	West	E 533393	Noord	N 5875941
	Oost	E 568352	Zuid	N 5749618
<i>Gehanteerde buffers</i>	Platform locatie - 1000 meter straal Voorkeursalternatief + corridors: - 500 meter aan weerszijde van de hartlijn			
<i>Oppervlakte onderzoeksgebied</i>	Onderzoeksgebied: 158 km ²			
<i>Lengte tracé (offshore + nearshore)</i>	156.7 km			
<i>Huidig watergebruik</i>	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
<i>Waterstaatkundige gegevens</i>	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming			
<i>Beheerder gebied:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Rotterdam			
<i>Contactpersoon namens bevoegd gezag:</i>	Dhr. J. van Zoonen, Mevr. P. Schouten			
<i>Adviesorgaan namens bevoegd gezag:</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; Archeologie Rotterdam			
<i>Deskundige namens het bevoegd gezag:</i>	Mw. M. Snoek (RCE); J. Opdebeeck (RCE); B.I. Smit (RCE)			
<i>ARCHIS-zaaknummer:</i>	5130745100			
<i>Periplus-projectcode:</i>	21A002-04			
<i>Periode van uitvoering:</i>	November 2021			
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare heeft in opdracht van Arcadis Nederland voor haar opdrachtgever TenneT TSO een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van het Net op Zee IJmuiden Ver Gamma. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Gamma is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridor van het VKA-tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn acht scheepswrakken bekend, waarvan vier met een archeologische waarde. Van de overige vier wrakken is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap dat onder de jongere mariene zanden schuilgaat.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting van het VKA-tracé te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	Opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	Wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	Morfologische karakterisering van wraklocaties; Opsporen van (deels) begraven wrakken met een slijpgeul	In aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	Opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	Aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	Karteren <i>pleistocene</i> landschap; specificeren van verwachting	Ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Magnetometer	Opsporen en karteren van geologie (paleogeulen)	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; toetsen van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Wanneer de onderzoeksmethoden zoals in de tabel beschreven worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE). Het PvE met de onderzoeksvragen dient voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door het bevoegd gezag.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

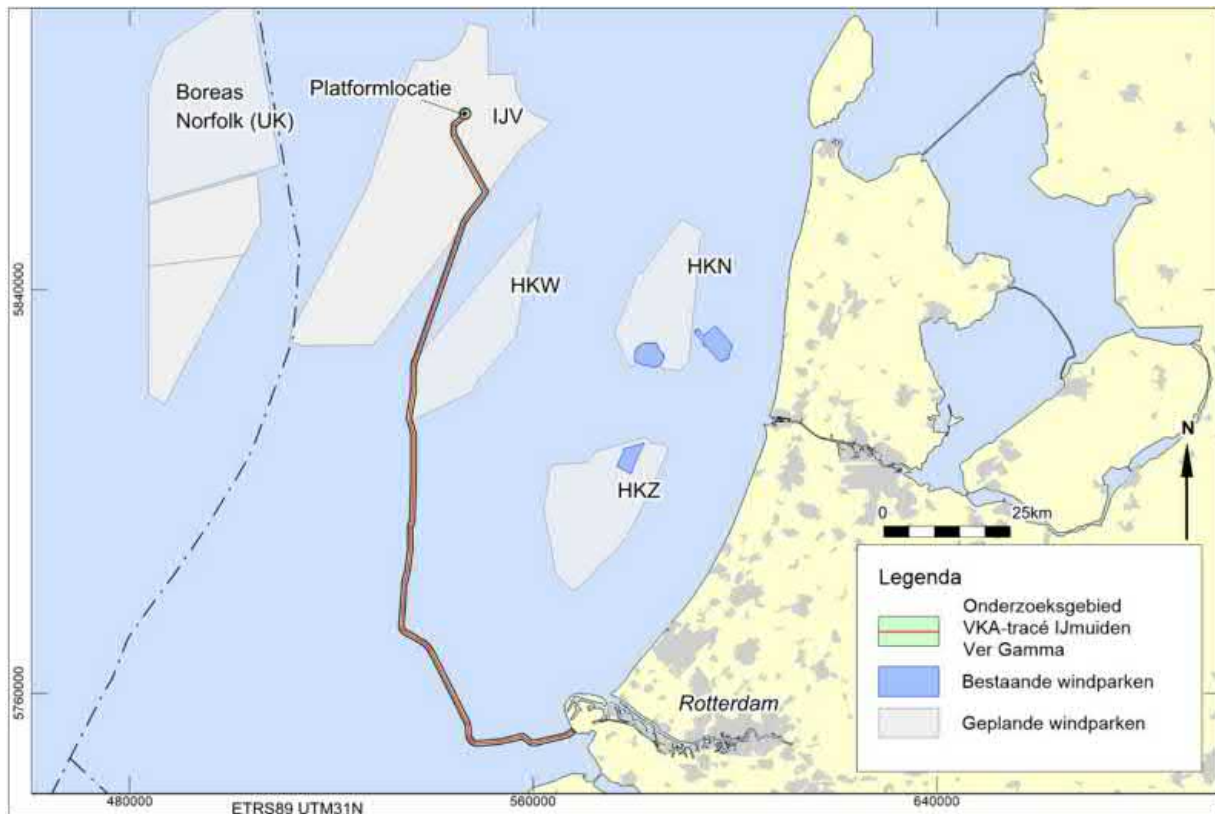
1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op Zee IJmuiden Ver Gamma. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Gamma is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet.

Voor Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn tijdens MER-fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) een aantal tracéalternatieven onderzocht. Voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is maar één tracéoptie onderzocht: het tracé dat zowel op zee als op land vrijwel volledig parallel aan het Net op zee IJmuiden Ver Beta ligt. In een verkenning in het najaar van 2020 is namelijk gebleken dat deze parallelligging tot synergievoordelen leidt. De synergievoordelen zorgen ervoor dat het Net op zee IJmuiden Ver Gamma de meest kansrijke optie is om het noordelijke deel van het windenergiegebied uiterlijk in 2030 aan te sluiten op het net op land. De synergievoordelen bestaan onder meer uit deze aspecten: de parallelligging met Net op zee IJmuiden Ver Beta maakt efficiënt ruimtegebruik mogelijk en biedt mogelijkheden voor een kortere planfase. Daarnaast kunnen onderzoeken en aanbestedingen gecombineerd worden.

Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta worden het archeologisch potentieel van het VKA-tracés en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabels op dit archeologisch potentieel nader onderzocht. Het onderhavige bureauonderzoek richt zich enkel op de waterbodem van de platformlocatie IJmuiden Ver Gamma en het kabeltracé op zee naar het aanlandingspunt van de Maasvlakte 2. Het onderzoeksgebied is gedefinieerd als de platformlocatie met een bufferzone van 1 kilometer rondom en het VKA-tracé op zee met een bufferzone van 500 meter aan weerszijde van de hartlijn.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn separate rapporten opgesteld^{1,2}.

1.2. Voorgenomen activiteiten³

TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Er wordt gebruik gemaakt van een platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Wanneer wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Gamma dan omvat dat de onderstaande onderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. De kabels en het converterstation op land evenals de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform IJmuiden Ver Gamma loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust. De kabels worden in en 2x2 of 1x4 kabelconfiguratie aangelegd. Een 2x2 kabelconfiguratie betekent dat vanuit het platform één verbreding naar de kust wordt aangelegd bestaande uit 2 bundels van 2 kabels:

- Bundel 1: Pluspool (+525 kV) en een minpool-kabel (-525 kV)

¹ Lil e.a., 2021; Periplus Archeomare rapport 20A024-01A.

² Lil e.a., 2021, Periplus Archeomare rapport 20A024-01B

³ Deels overgenomen uit: Project Net op zee IJmuiden Ver Gamma Voornemen project en voorstel tot participatie. TenneT TSO B.V.

- Bundel 2: glasvezel en metallic return (MR)

De onderlinge afstand tussen de twee bundels is ca. 5 meter. Een 1x4 kabelconfiguratie betekent dat het kabeltracé bestaat uit 1 bundel van 4 kabels, met daarin de plus- en minpool-kabel, de MR en de glasvezelkabel. Aan weerszijden van de hartlijn wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter offshore (zie afbeelding 2) en 200 meter nearshore. Er is geen verschil in de corridorbreedte tussen de 1x4 en 2x2 kabelconfiguratie.



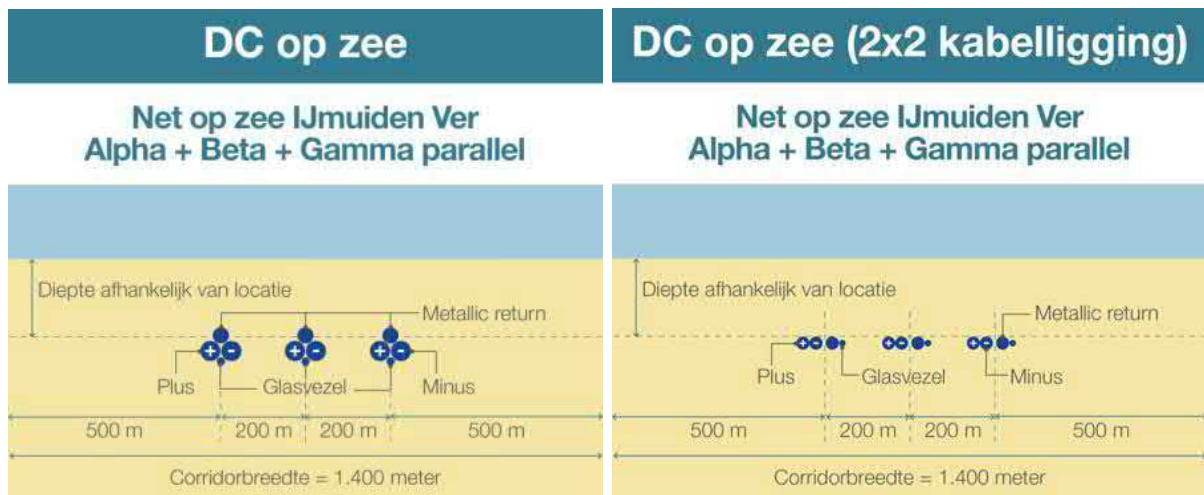
Afbeelding 2. Corridorbreedte van één kabeltracé op zee met links de 1x4 kabelconfiguratie en rechts de 2x2 kabelconfiguratie (bron: TenneT).

De tracés van de geoptimaliseerde voorkeursalternatieven van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen de drie kabelbundels maximaal op 200 meter van elkaar te liggen. Binnen de sectie waar de kabelbundels van Alpha, Beta en Gamma parallel lopen is de corridorbreedte 1400 meter (zie afbeelding 3)⁴.

De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

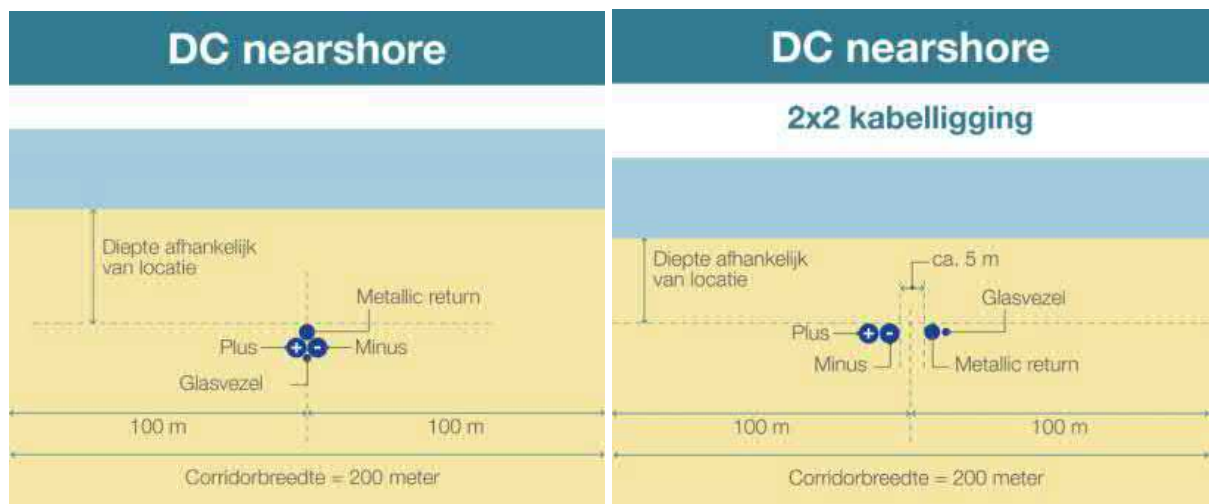
- Tweemaal onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

⁴ Bron: Project Net op zee IJmuiden Ver Gamma Voornemen project en voorstel tot participatie. TenneT TSO B.V.



Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met drie parallelle kabeltracés (Alpha, Beta en Gamma naast elkaar; bron: TenneT).

Nearshore wordt binnen de gemeente Rotterdam voor het zee-gedeelte een smallere onderhoudszone gehanteerd. De onderhoudszone is hier 100 meter aan weerszijden van de hartlijn. De corridor is hier dus 200 meter breed (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore in de gebundelde (links) en 2x2 kabelconfiguratie (rechts) ligging (bron: TenneT)

De tracés van de geoptimaliseerde voorkeursalternatieven van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma lopen in het nearshore gedeelte ook parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen de twee kabelbundels maximaal op 100 meter van elkaar te liggen. Binnen de sectie waar de kabelbundels van Beta en Gamma parallel lopen is de maximale corridorbreedte 300 meter (zie afbeelding 5).

De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

- Tweemaal onderlinge afstand tussen de kabels van 50 tot 100 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 100 meter.



Afbeelding 5. Corridorbreedte nearshore bij parallelligging van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Net op zee IJmuiden Ver Beta (bron: TenneT).

De secties van het voorkeustracé en de bijbehorende breedtes van de onderhouds corridors zijn in onderstaande tabel samengevat.

Sectie	Parallel aan Alpha tracé?	Parallel aan Beta tracé?	Breedte corridor	Opmerking
Gamma platformlocatie	N.v.t.	N.v.t.	1000 m	500 m rondom centrum platformlocatie
Offshore	Nee	Nee	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Offshore	Nee	Ja	1200 m	Gezamenlijke onderhouds corridor: 200 m tussen VKA Beta en VKA Gamma 500 m west van VKA Beta 500 m oost van VKA Gamma
Offshore	Ja	Ja	1400 m	Gezamenlijke onderhouds corridor: 200 m tussen VKA Alpha, VKA Beta en VKA Gamma 500 m west van VKA Alpha 500 m oost van VKA Gamma
Offshore	Nee	Ja	1200 m	Gezamenlijke onderhouds corridor: 200 m tussen VKA Beta en VKA Gamma 500 m west van VKA Beta 500 m oost van VKA Gamma
Nearshore (gem. Rotterdam)	Nee	Ja	250 – 300 m	Gezamenlijke onderhouds corridor: 50 - 100 m tussen VKA Beta en VKA Gamma 100 m west van VKA Beta 100 m oost van VKA Gamma

Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Gamma

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden⁵

De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zullen worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de corridors. Deze corridors worden in het inpassingsplan (tot twee km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van de kabels dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

⁵ Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen.

De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.
2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip etc. Een umbilical van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties en dat in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.
2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichter bij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van VKA-tracé op zee inclusief de onderhoudscorridors.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (KNA 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems), S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA-archeoloog waterbodems i.o.).

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het *Pleistoceen* en het *Vroeg Holoceen*, is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geoarcheologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het '*North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)*' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostasy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009).

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus⁶. Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landschap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: *'Locaties en alle omliggende fenomenen die zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.'* Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA).

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA-waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;

⁶ AMZ = Archeologische Monumentenzorg cyclus: een serie van opeenvolgende processtappen die dienen te worden doorlopen tijdens archeologisch onderzoek. Zie ook Bijlage 1 bij dit rapport.

- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen de onderzoekscorridor;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling van het IJV Gamma VKA-tracé wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- TNO-NITG; geologische boringen en kaarten
- ARCHIS 3, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 63.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 61.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

Om het platform op zee van windpark IJmuiden Ver Gamma aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet is gekozen om een kabelbundel aan te leggen. De benodigde diepte waarop de kabelbundel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabels ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabels zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in “*simultaneous lay and burial*” begraven en “*post lay burial*” begraven⁷.

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren “*pre sweeping*” genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van “*simultaneous lay and burial*”. Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt “*post lay burial*” genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

⁷ Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1.5 meter binnen een VSS.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperiodes verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het VKA-tracé worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolge van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot drie kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal drie meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de *trenchdiepte* in dit deel van het VKA-tracé vijf meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot acht meter onder het bodemniveau zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal één meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1.5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen of *suction buckets*, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (*topside*); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 tot 16 palen met een diameter van 2.5 meter per stuk. De heipalen worden 80 meter tot 50 meter diep de bodem ingebracht.

Indien wordt gekozen voor een fundering met *suction buckets*, zal deze waarschijnlijk bestaan uit 8 *suction buckets* met een diameter van circa 8 meter en een totaal een oppervlak van circa 400 m². De *jacket* wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor een onderdruk

wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen zes tot 8 meter de zeebodem ingaan.

De plaatsing van het platform leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid of de *suction buckets* in de bodem worden verzonken. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform.

Een impressie van het te plaatsen platform is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 6. Impressie van het toekomstige IJV Gamma platform⁸.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld⁹. Bij de vaststelling van de locatie van het Gamma platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform is. Vervolgens is een UXO-DAS survey uitgevoerd voor de identificatie van magnetische anomalieën in een gebied van 400 x 275 m. De locatie van het platform is daarna zo gekozen dat de afstand van elke magnetisch contact minimaal 50 m tot het platform is. De centrumcoördinaten van het platform staan vast (X 546553.6; Y 5874940.2) de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

⁸ Uitgangspunten MER Gamma versie 2_171121

⁹ Erp Taalman Kip, 2021.

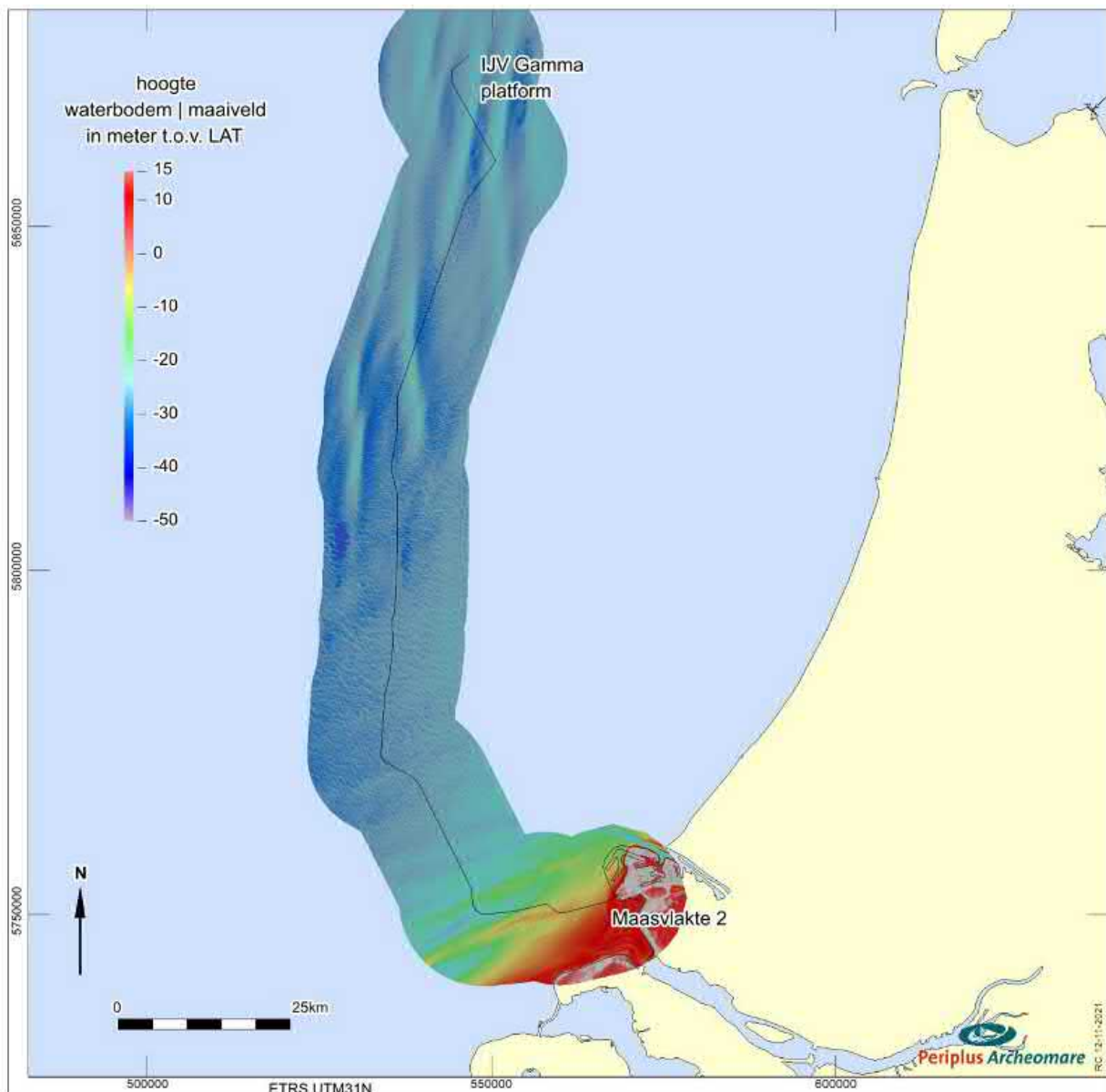
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 7 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke hoogtekaart van de zeebodem en het maaiveld. De gegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland. Het referentievlak van de gegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland is m NAP. De lodingsgegevens van de Dienst der Hydrografie zijn in m LAT. Ter plaatse van de Maasvlakte 2 ligt het LAT-vlak 0.96 m onder NAP. In afbeelding 7 is voor dit verschil gecorrigeerd en zijn alle hoogten weergegeven in m LAT.

De hoogte van de waterbodem in het onderzoeksgebied van het VKA-tracé varieert van -0 tot -34 m LAT.

Tracé	Minimum	Maximum	Gemiddeld
IJV Gamma VKA-tracé	-33.8	0	-26.5

Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT

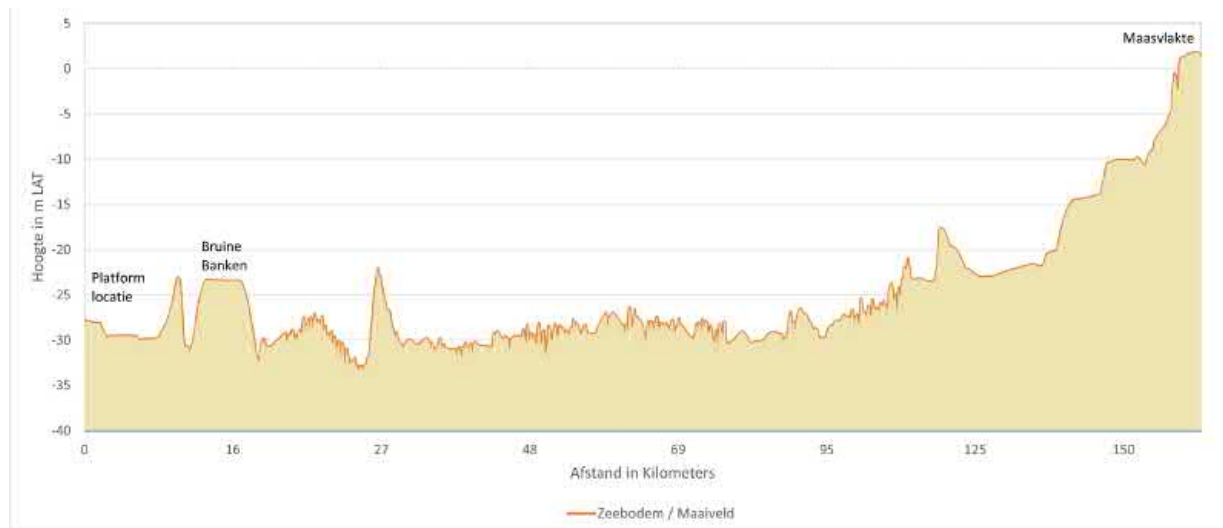


Afbeelding 7. Ligging van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht)

In het profiel van de zeebodem (afbeelding 8) is te zien dat de waterbodem op veel plaatsen langs het tracé rond -30 m LAT ligt. De morfologie van de zeebodem wordt gekenmerkt door westnoordwest – oostzuidoost strekkende zandduinen. De duinen zijn tot 6 meter hoog. De gemiddelde afstand tussen de kruinen en de dalen is 300 meter.

In afbeelding 7 is te zien dat in het noordelijke deel van het kabeltracé grote noord-zuid georiënteerde ruggen voorkomen. De ruggen zijn tot 20 meter hoog en over tientallen kilometers te vervolgen. De afstand tussen de ruggen bedraagt gemiddeld circa 9 kilometer. Rond KP 27 komt een rug duidelijk naar voren in het profiel van de zeebodem (afbeelding 8) De hierboven beschreven zandduinen zijn gesuperponeerd op de ruggen.

In het zuidelijke deel van het kabeltracé komen eveneens ruggen voor. Het gaat hierbij om uitlopers van ruggen die bekend zijn als de Zeeland Ridges. De ruggen zijn in het onderzoeksgebied zuidzuidwest – oostnoordoost georiënteerd; meer naar het zuiden zijn de ruggen zuidwest – noordoost georiënteerd. Hier zijn de ruggen 5 tot 15 m hoog en 9 tot 39 km lang. De afstand tussen de ruggen varieert van 3 tot 7 km. De ontstaanswijze van deze ruggen is niet bekend¹⁰.



Afbeelding 8. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (profiel).

Het VKA-tracé wordt gekruist door 20 kabels en 3 pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen is gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (februari 2021). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen¹¹. Deze kabels worden tijdens de route survey met magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

Nr.	Naam	Type	Methode	Van	Naar	Status
KB0001	UK - NL 5	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0002	Concerto 1 Segment 1 East	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Zeebrugge (B)	Verlaten
KB0003	Concerto 1 Segment 1	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Sizewell (GB)	In gebruik

¹⁰ Hommes 2007.

¹¹ Bron: TenneT.

Nr.	Naam	Type	Methode	Van	Naar	Status
	North					
KB0015	Rembrandt 1	Telecom	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0018	Telecomkabel TAT14 Segment I	Telecom	Geploegd	Katwijk (NL)	Saint Valery en Caux (F)	In gebruik
KB0019	UK - NL 6	Telecom	Surface Laid	Katwijk (NL)	Covehite (GB)	Verlaten
KB0020	BRITNED route	Elektra	-	Splitsing bij aansluiting MV2	Engeland	In gebruik
KB0029	PANGEA Segment 2	Telecom	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0030	Ulysses 2	Telecom	Geploegd	IJmuiden (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0033	Hermes 1	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Aldeburgh (GB)	Verlaten
KB0045	Circe 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0051	UK - NL 4	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0065	UK - NL 10	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Telecom	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0067	UK - NL 14	Telecom	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	Verlaten
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0078	COAM	Telecom	-	Cork	Katwijk	Toekomstig
KB0107	BT North Sea	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0113	Scylla HDD	Telecom	-	IJmuiden	Lowesoft	Toekomstig
KB0115	Circe North 2 replacement	Telecom	-	Zandvoort	UK	Toekomstig

Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels

Type	In gebruik	Toekomstig	Verlaten	Totaal
Electrakabel	1	-	-	1
Telecom	6	4	9	19
Totaal	7	4	9	20

Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels

Nr.	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief
PL0125_PR	Wintershall	Gas	10-inch	P2-NE	P6-A	Verlaten*
PL0176_PR	BBL Company V.O.F.	Gas	36	Balgzand (NL)	Bacton (GB)	Actief

Tabel 8. Kruisende pijpleidingen

* De status van de 10-inch gas pijpleiding van P2-NE naar P6-A geeft aan dat de pijpleiding is verlaten (*abandoned*). Elders in de database is echter aangegeven dat de status aangeduid is als geannuleerd (*cancelled*).

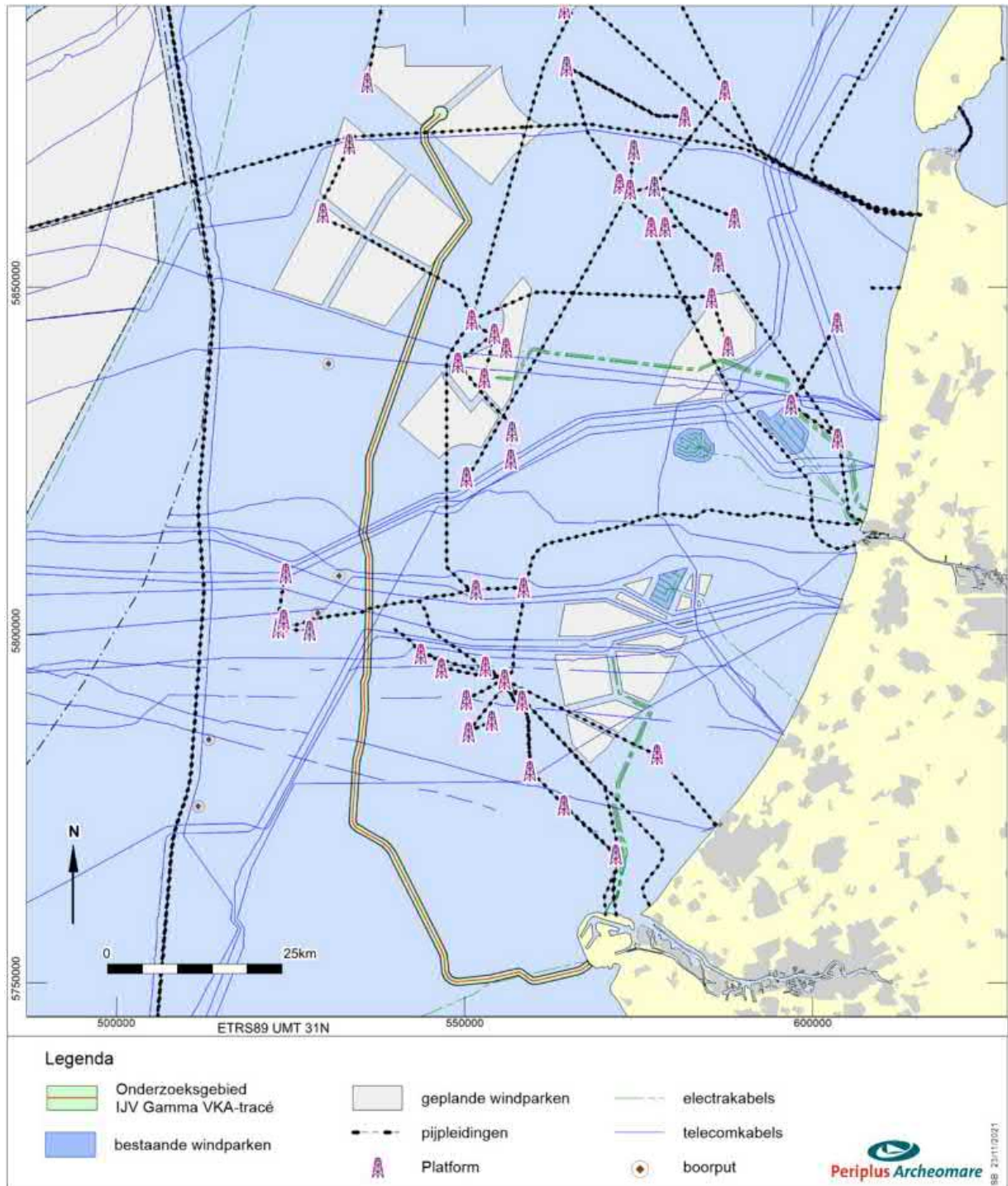
In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend (zie afbeelding 9).

Overige infrastructuur

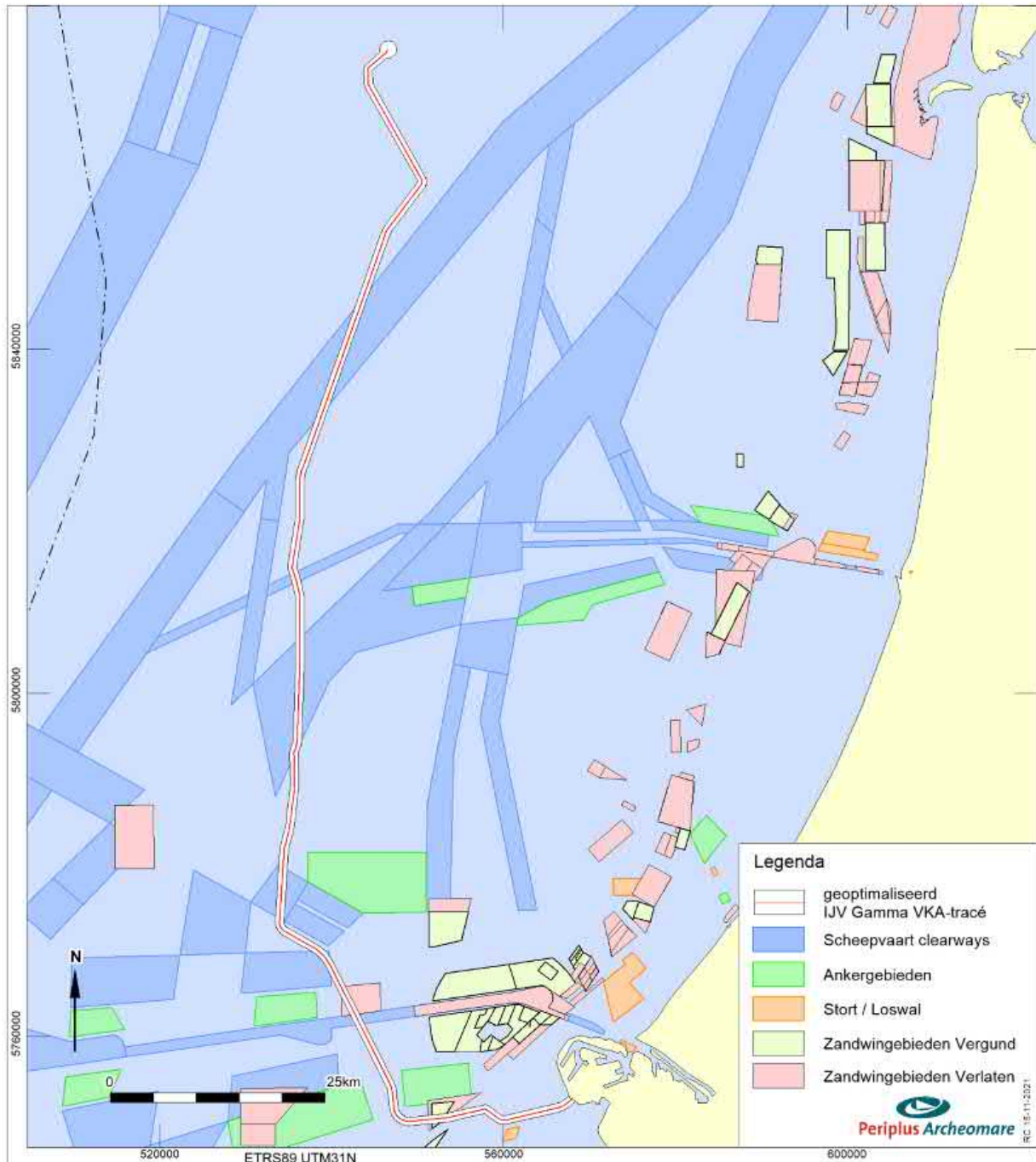
Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied van het VKA-tracé gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta, juli 2021). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 10. Het VKA-tracé kruist drie zandwingebieden: S3A, S3A1 en P17A. Details van dit gebied zijn opgenomen in tabel 9. Volgens Rijkwaterstaatdata van juli 2020 is S3A1 in gebruik.

Naam	Omschrijving	Status	In Gebruik	Uitgeput	Winddiepte (m)
S3A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2
S3A1	Zandwinning	Vergund	Ja	Nee	2
17A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2

Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het IJV-Gamma VKA-tracé worden gekruist



Afbeelding 9. Kruisende kabels en leidingen

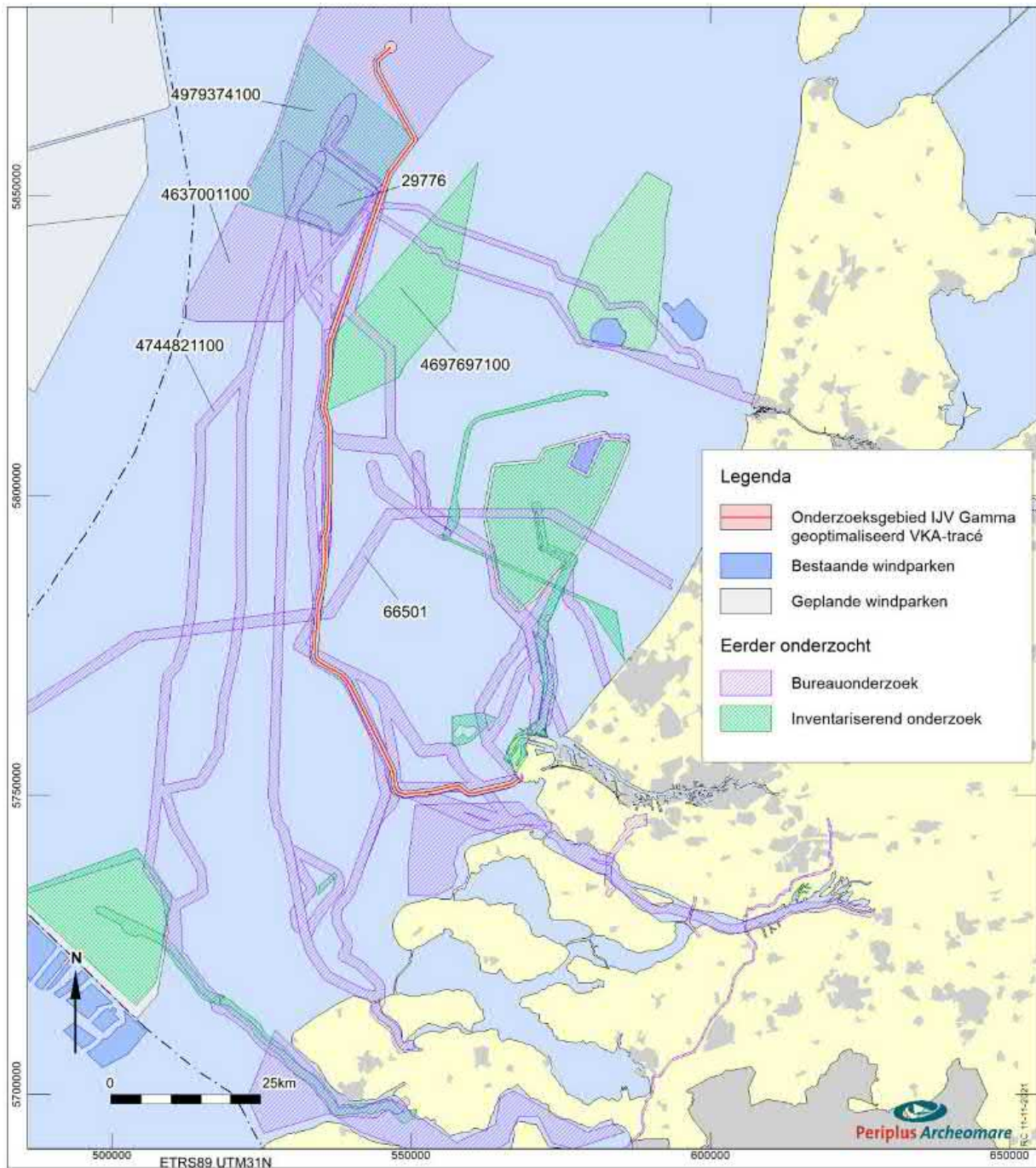


Afbeelding 10. Overige infrastructuur

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken langs het onderzoeksgebied van het VKA-tracé is weergegeven in afbeelding 11. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 10¹².

¹² Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.



Afbeelding 11. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

ARCHIS 3 Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 2 alternatieven Alpha & Beta	BO	2021	Periplus Archeomare
4979374100	IJmuiden Ver Wind Farm Zone	IVO	2021	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare

Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 63.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

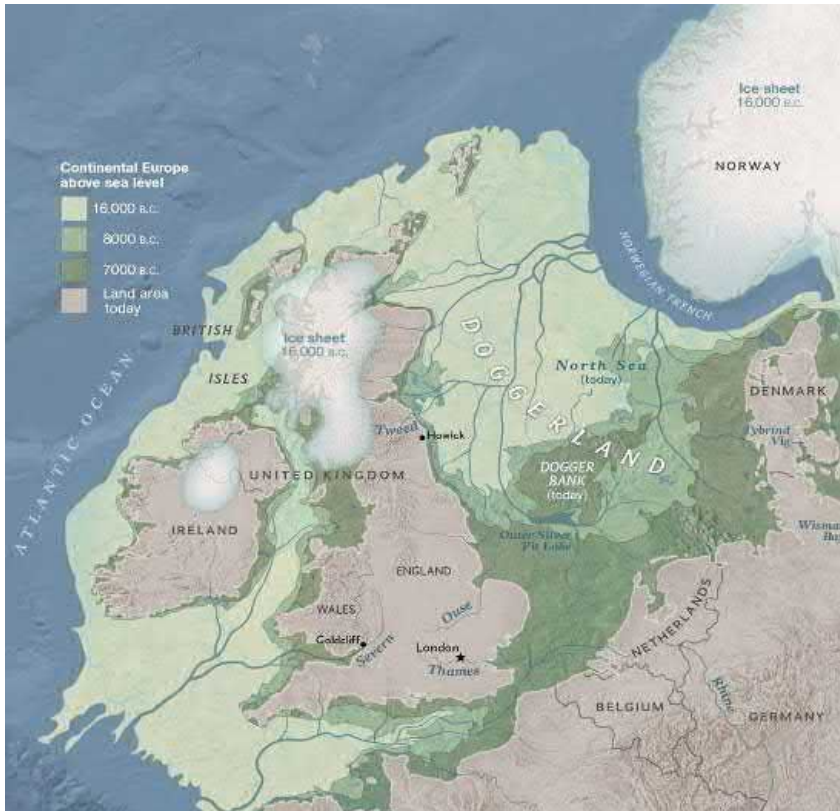
Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken¹³.

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevisst. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevisst in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 13). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevisst¹⁴. Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 14). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

¹³ Gaffney e.a. 2005.

¹⁴ Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)



Afbeelding 13. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 14. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrechtz 2018)

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust¹⁵. Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat *Pleistocene* en Vroeg *Holoceen*, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau¹⁶.

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum* en *Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters¹⁷.

¹⁵ Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

¹⁶ Moree 2015.

¹⁷ Verhart 2005 159.

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland¹⁸. Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee¹⁹. Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg²⁰. Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehalennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^e eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals dektegels.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland²¹. Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijkopen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee²². Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De aanlanding bij de huidige Maasvlakte was in de vroeg moderne periode een aanloop voor de haven van Rotterdam waar beruchte zandbanken lagen waarop verschillende schepen kunnen zijn vergaan²³. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

¹⁸ Hessing 1995, 98.

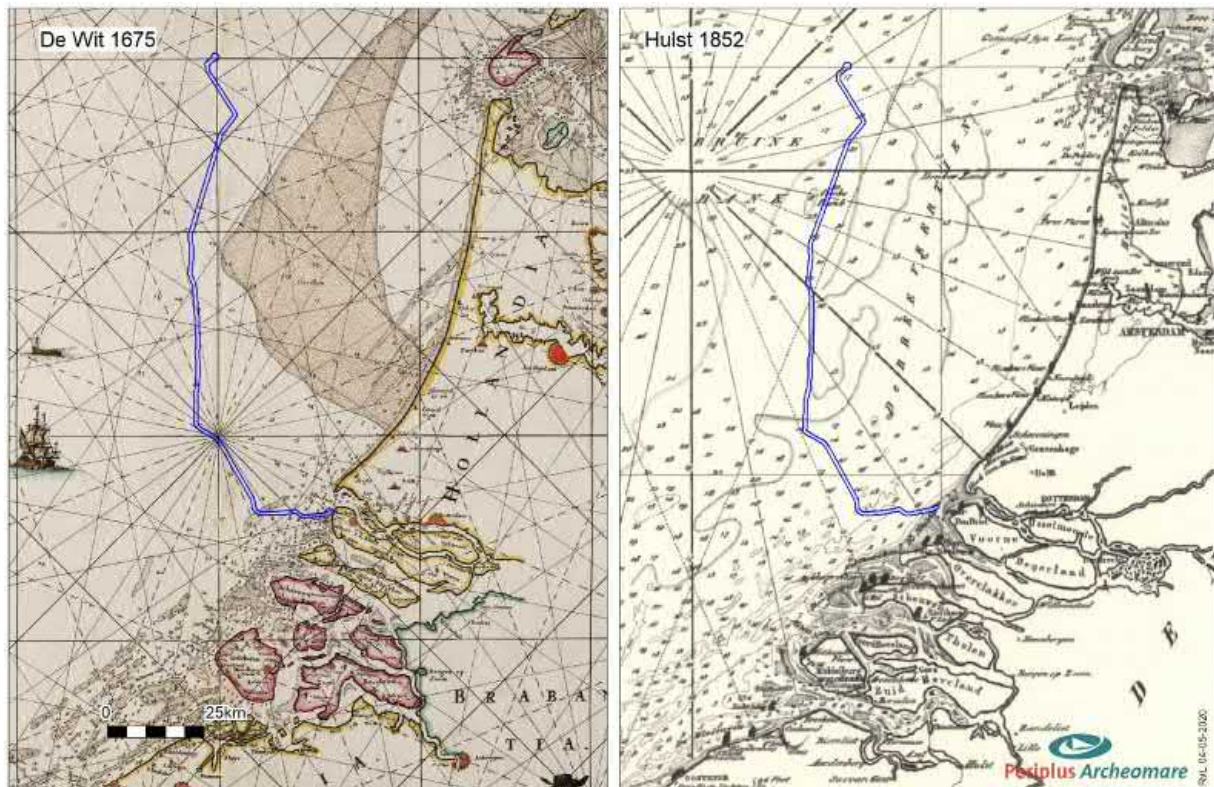
¹⁹ Dijkstra en Ketelaar 1965.

²⁰ Waasdorp 1999.

²¹ Van de Noort 2011.

²² Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.

²³ Pers. comm. J. Opdebeeck, 2021.



Afbeelding 15. Projectie van het VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst van Keulen (1852).

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de Tweede Wereldoorlog meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland²⁴. De verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen²⁵.

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken. Ter plaatse van de eerder besproken zandwingebieden (P17A, S3A en S3A1), die door het kabeltracé worden gekruist heeft zandwinning tot twee meter diepte plaatsgevonden (zie afbeelding 10).

²⁴ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

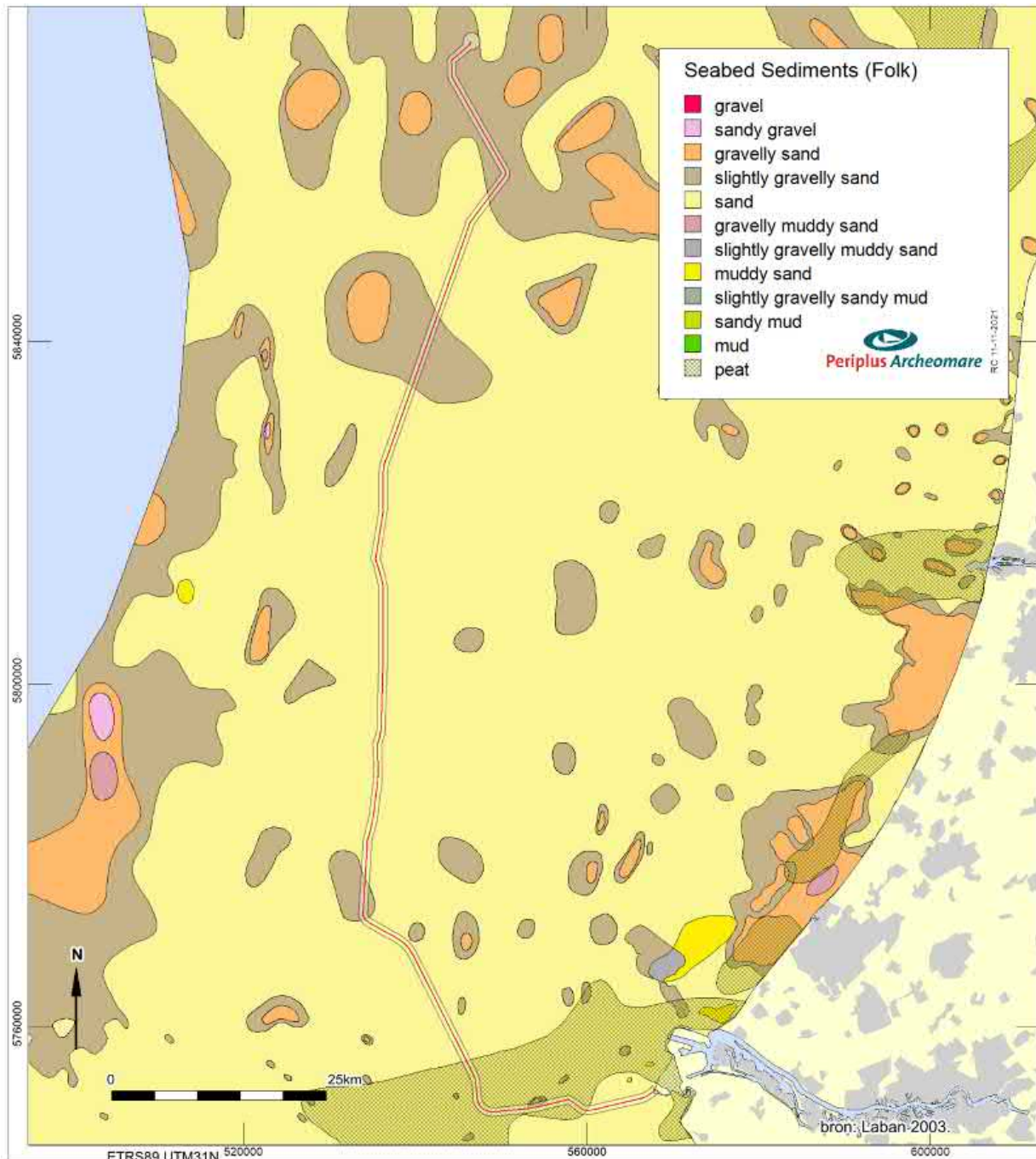
²⁵ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

2.4. Geologische gegevens (LS04)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 16). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het IJV Gamma VKA-tracé doorkruist gebieden met vroeg-*holocene* afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

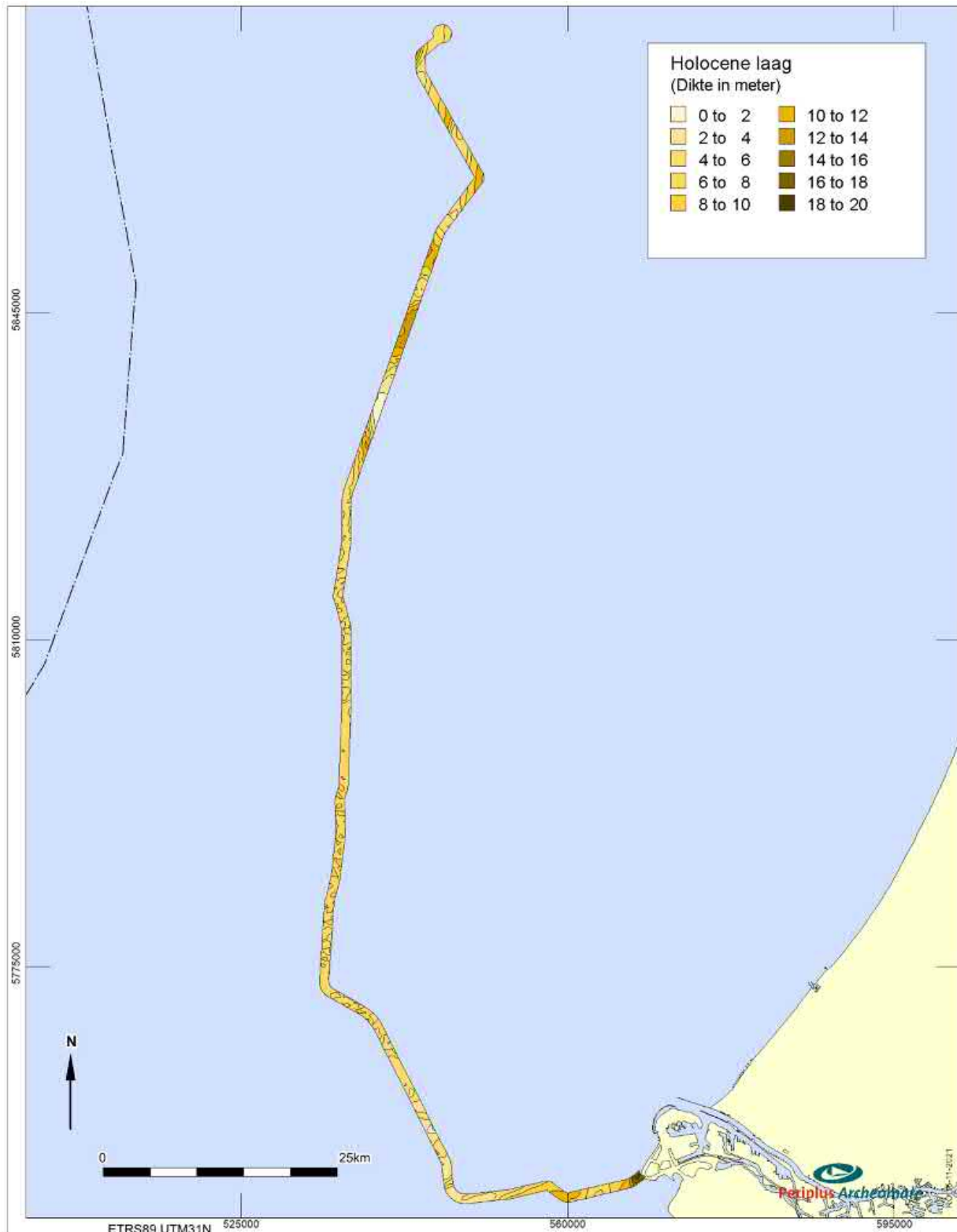
De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaan uit het *Bligh Bank Laagpakket*, de *Formatie van Naaldwijk*, de *Formatie van Echteld* en de *Formatie van Nieuwkoop*. Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridors van het VKA-tracé van 0 tot 20 meter.



Afbeelding 16. Oppervlakesedimenten

Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort*. Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data van het TNO top *pleistoceen* model en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie gebruikt²⁶. Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het niet uitgesloten, dat de kabelbundel plaatselijk zal worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 17).

²⁶ Ebbing 1992.

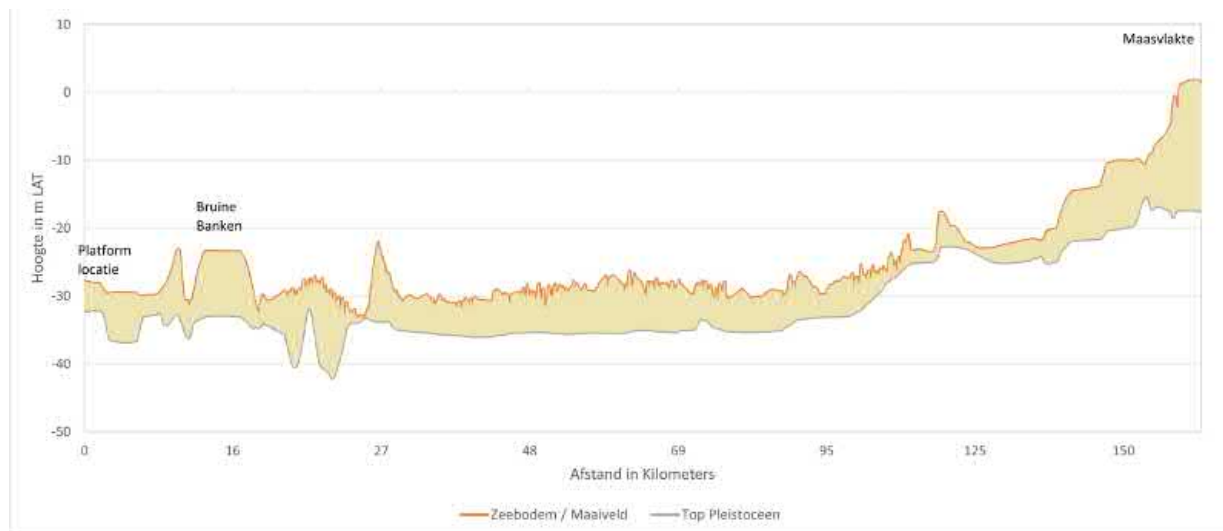


Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

De variaties van dikte van de *holocene* laag zijn weergegeven in de bovenstaande afbeelding. Over de gehele route varieert de dikte van de *holocene* laag van 0 tot 18 meter. De verschillen in dikte zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de toppen van de zandruggen ligt de top van de *pleistocene* afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen tussen de rugen. De

diepteligging van de *pleistocene* afzettingen varieert ook sterk (tot circa zes meter) tussen de toppen en dalen van zandruggen.

Toch is ook de top van het *pleistoceen* een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het *Pleistocene* werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het *pleistocene* landschap kan door erosie tijdens het *holoceen* zijn veranderd. Hierbij kan erosie het oorspronkelijke reliëfrijke landschap hebben genivelleerd en kunnen geulen zijn ingesneden in de *pleistocene* ondergrond. Een duidelijke verhoging geflankeerd door twee depressies is bijvoorbeeld zichtbaar bij km 16 ten zuiden van het Gamma-platform. De top van het *pleistocene* afzettingen kent relatief weinig hoogteverschillen tussen kilometer 27 en 95. De afzettingen liggen hier rond -36 m LAT. Vanaf kilometer 100 loopt de top van het *pleistoceen* geleidelijk op tot rond de -19 m LAT ter plaatse van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte 2.



Afbeelding 18. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen

Uit de subcropkaart (afbeelding 19) blijkt dat de sedimenten die onder de *holocene* afzettingen schuil gaan, bestaan uit uiteenlopende *pleistocene* afzettingen. De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket*, fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye* en eolische afzettingen van de *Formatie van Boxtel*.

Egmond Ground Formatie

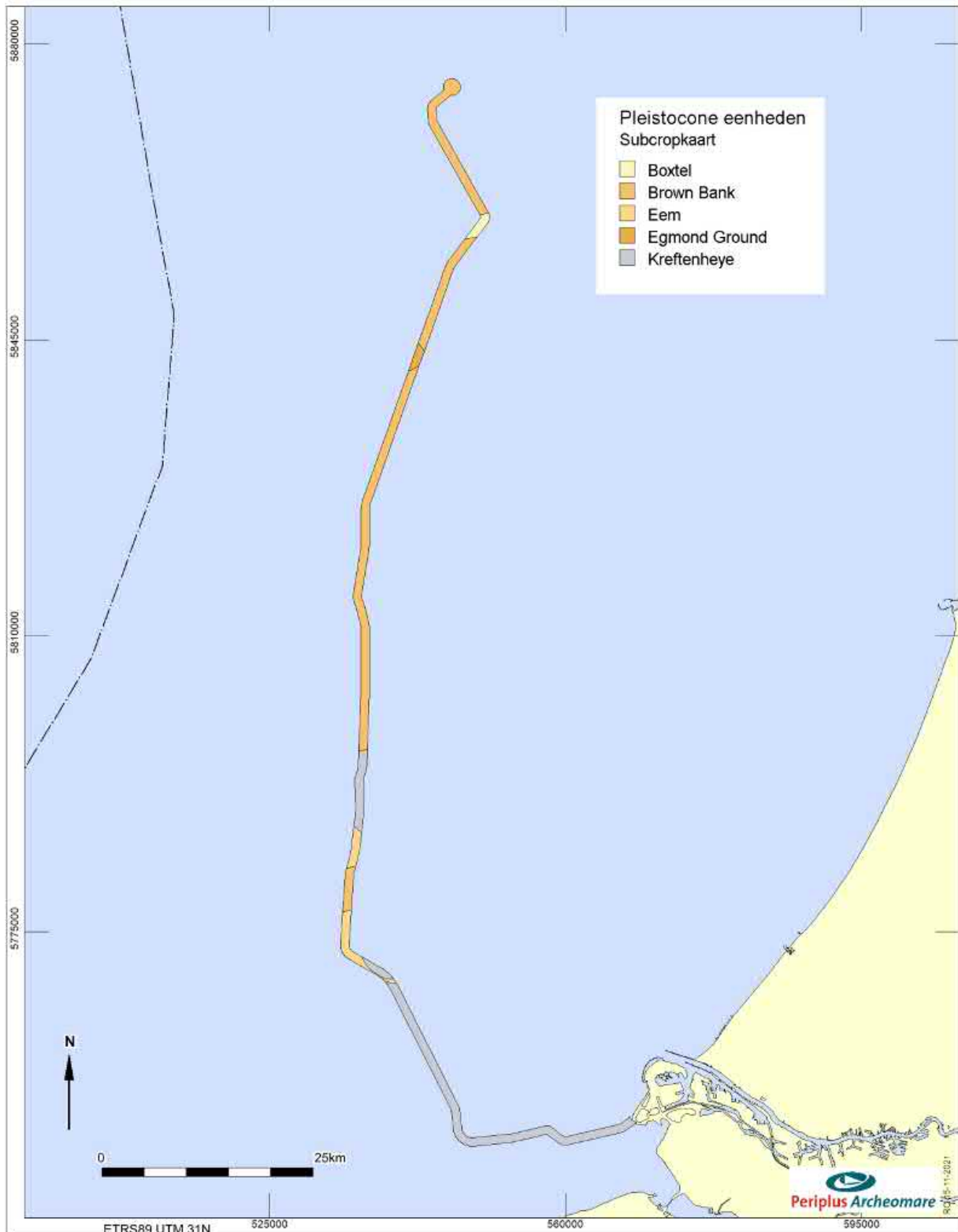
De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground Formatie* wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet²⁷. Op de overgang van

²⁷ Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achter bleven in de glaciële bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.



Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004).

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn²⁸. Tijdens het *Weichselien* traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. Binnen het VKA-tracé wordt de top van de Kreftenheye Formatie gevormd door de jongste afzettingen in de Rijn-Maas paleo-valley. De ouderdom van deze afzettingen is onshore met *OSL* vastgesteld op 24 tot 9 kjaar *BP*. De afzettingen bestaan uit bruin-grijs tot grijs-bruin matig fijn tot matig grof, grindig, kalkrijk zand dat naar boven toe fijner wordt. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*²⁹. Aan het eind van het *Weichselien* stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-*holocene* klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 20). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

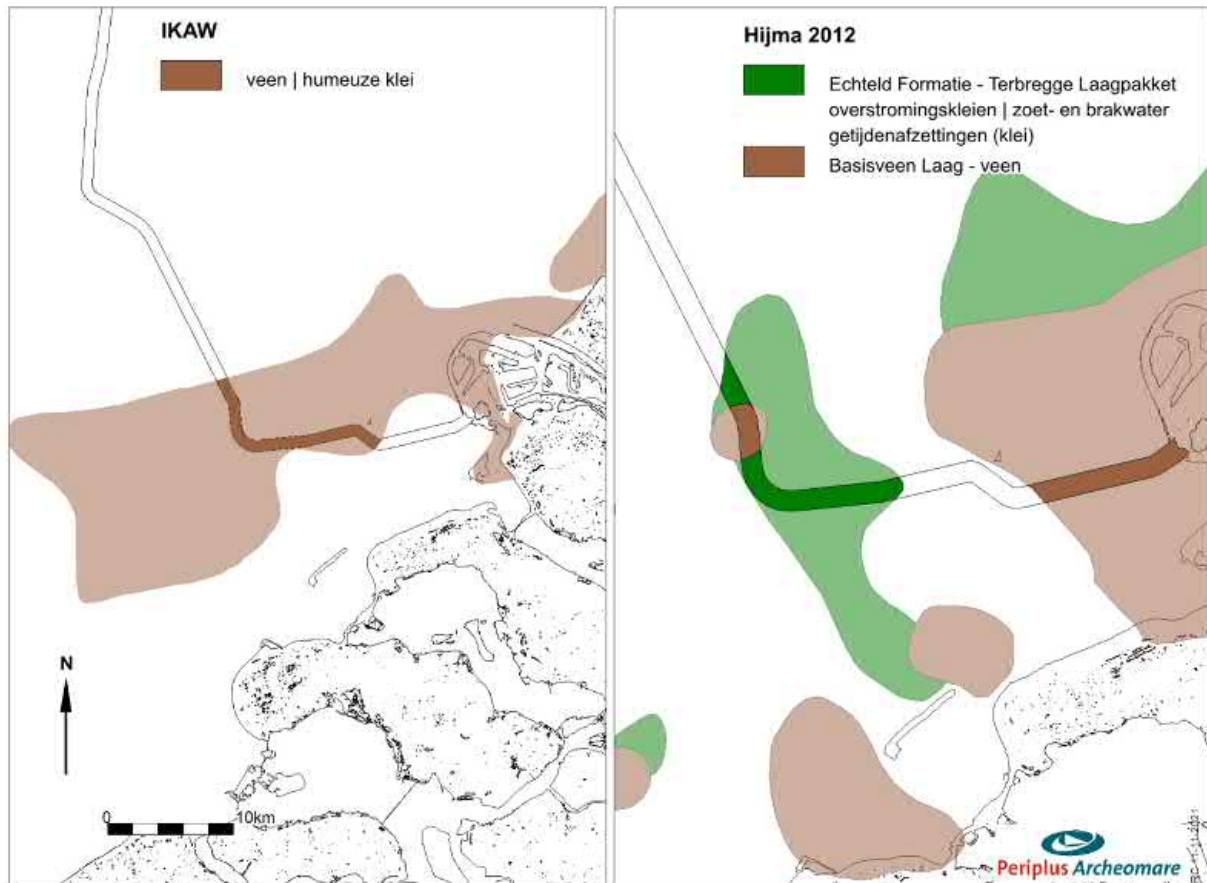
De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en het vegetatie-arme *pleistocene* landschap begroeid raakte.

In afbeelding 20 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma³⁰. Hijma heeft het voorkomen van veen (*Formatie van Nieuwkoop*|*Basisveen Laag*) en zoet- en brakwatergetijdenafzettingen (*Echteld Formatie*|*Terbregge Laagpakket*) gekarteerd. De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-*holocene* venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.

²⁸ Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

²⁹ Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.

³⁰ Hijma 2012.



Afbeelding 20. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket).

Formatie van Echteld | Terbregge Laagpakket

Rond 7.5 kjaar geleden was onder invloed van de snel stijgende zeespiegel een estuarium gevormd voor de Maasmonding. Binnen het estuarium vindt van 7.5 – 6.5 kjaar geleden sedimentatie van zoetwatergetijdeafzettingen plaats. De afzettingen bestaan uit stugge, humeuze zwak siltige tot zwak zandige klei. De klei wordt gerekend tot de Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld³¹. In het verleden zijn kleiafzettingen van het Terbregge Laagpakket ten onrechte als Laag van Velsen binnen het Laagpakket van Wormer aangemerkt (zie hieronder).

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)*.

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen en juveniele brakwaterkoksels. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen* aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)*.

³¹ Hijma 2009.

Bligh Bank Laagpakket

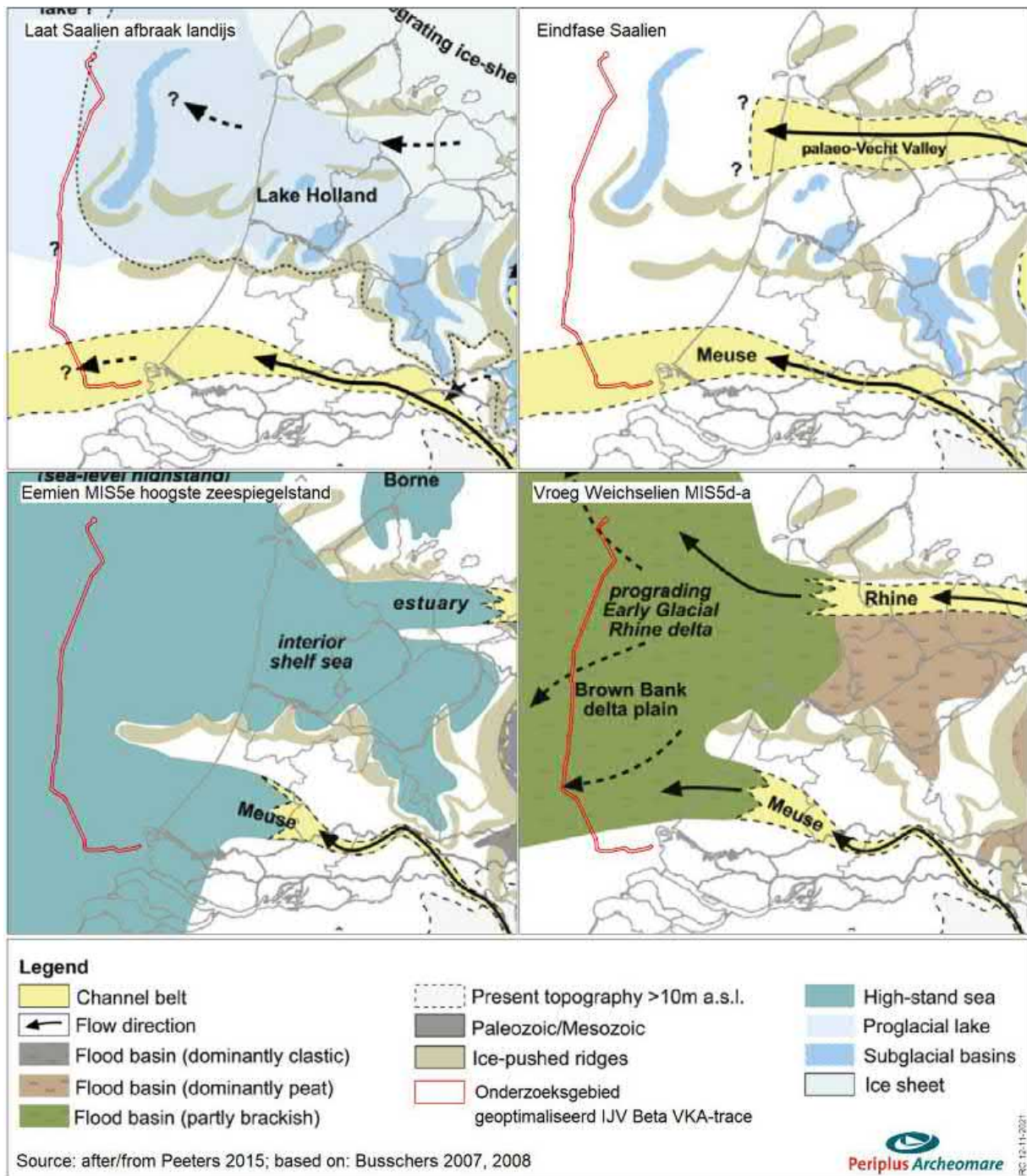
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het VKA-tracé in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 21; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 21.

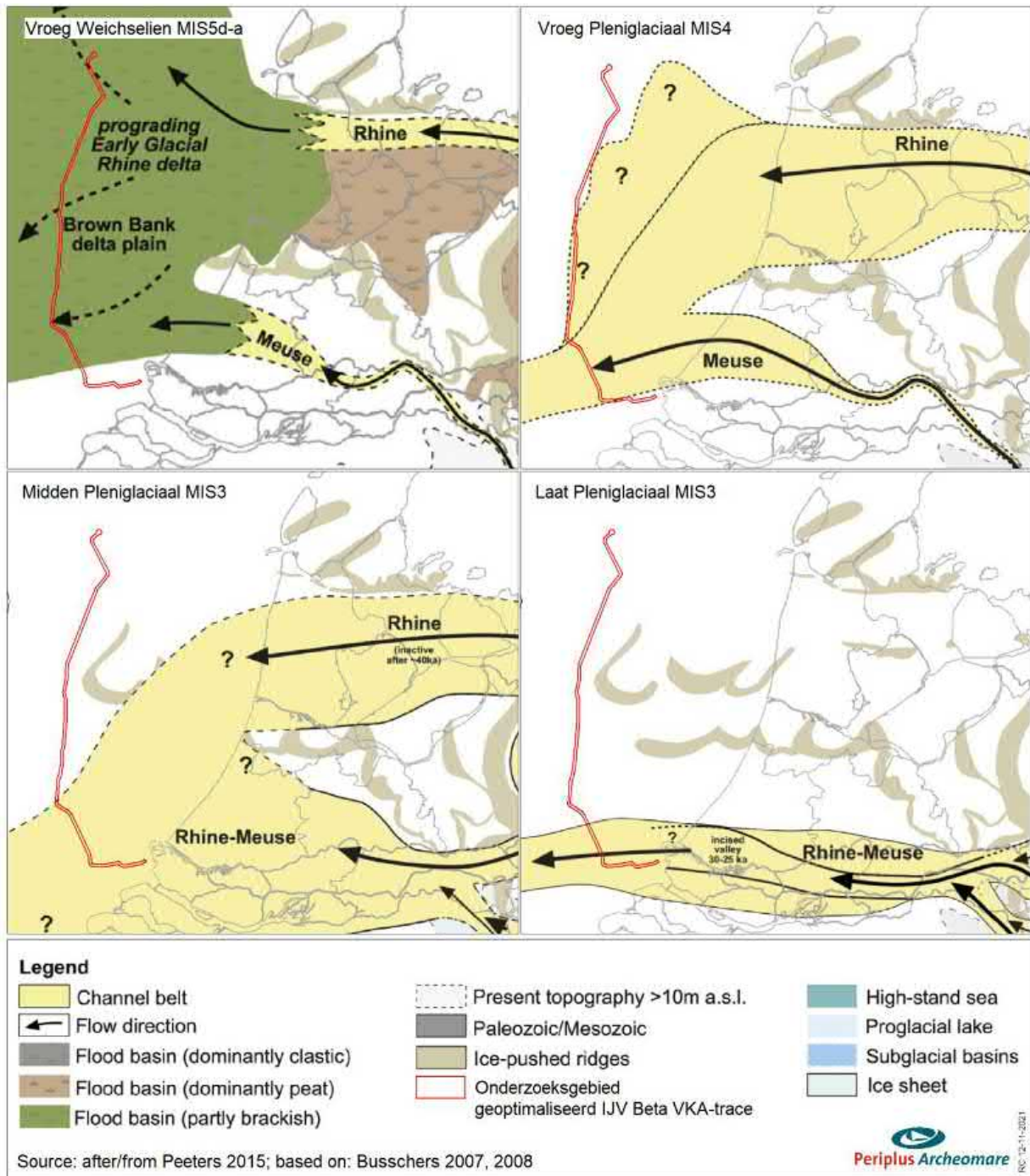
Afbeelding 22 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Weichselien* en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Het lijkt erop dat de vondsten van een Neanderthaler-artefact en een schedelfragment van een Neanderthaler afkomstig zijn uit de context van deze rivierafzettingen. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	Zand	<i>Holoceen</i>	Open marien	Mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	<i>Holoceen</i>	Marien	Strand
	Walcheren	Klei en zand	<i>Holoceen</i>	Marien	Getijdenafzettingen
	Wormer	Klei en zand	<i>Holoceen</i>	Marien	Getijdenafzettingen
	Velsen	Humeuze klei	<i>Holoceen</i>	Lagunaire	Kustzone
Echteld	Terbregge	Klei	<i>Holoceen</i>	Fluviatiel	Zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	Veen	Vroeg <i>Holoceen</i>	Organoleptisch	Kustveen
Boxtel	Delwijnen	Fijn zand	Weichselien tot Vroeg <i>Holoceen</i>	Eolisch	Rivierduinen
	Wierden	Fijn zand		Eolisch	Dekzand; poolwoestijn
	Singraven	Zand, leem, klei en veen		Fluviatiel	Beekafzettingen
Kreftenheye	-	Grof zand	Weichselien	Fluviatiel	Vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	Klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	Lagunair - lacustrien	Lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	Zand en klei	Eemien	Open marien	Schelpenhoudend
Egmond Ground	-	Fijn zand	Holsteinien	Open marien	Schelpenhoudend

Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.



Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien.

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 24)³².

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht³³. De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 23)³⁴. Deze archeologische potentiëkaart is grotendeels gebaseerd op de Top *Pleistocene* map³⁵, waarbij aan de door *holocene* afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-*holocene* klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie³⁶. Zo is in gebieden waar door Laban de Boxel Formatie is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuaire Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuaire’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuaire’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte lithostratigrafische eenheden

³² IKAW 3^e generatie, RCE 2008.

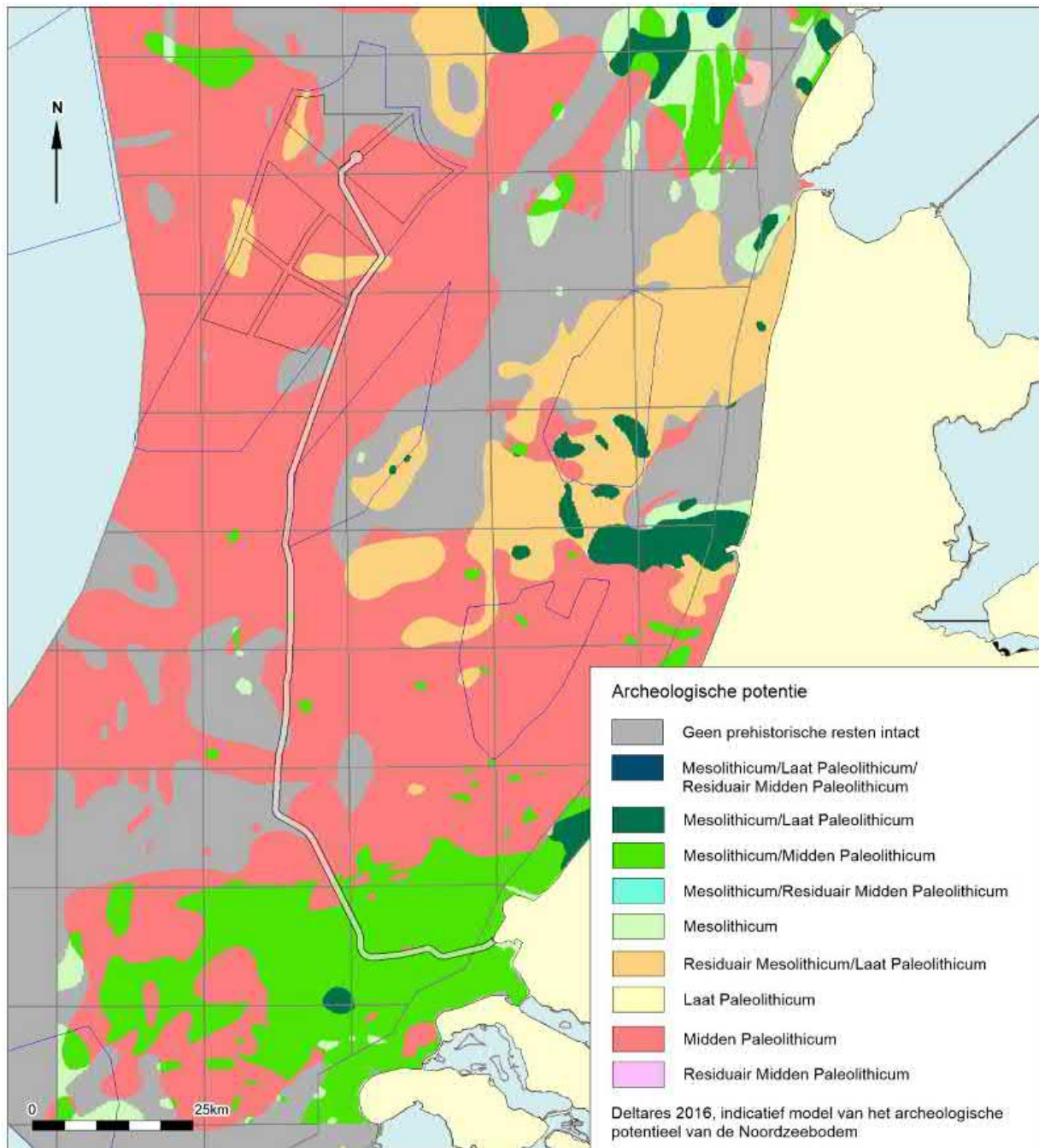
³³ Zie het project ‘North Sea paleolandscapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).

³⁴ Vonhögen. 2016.

³⁵ Laban 2004.

³⁶ Bronbestand veen en klei: IKAW.

gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



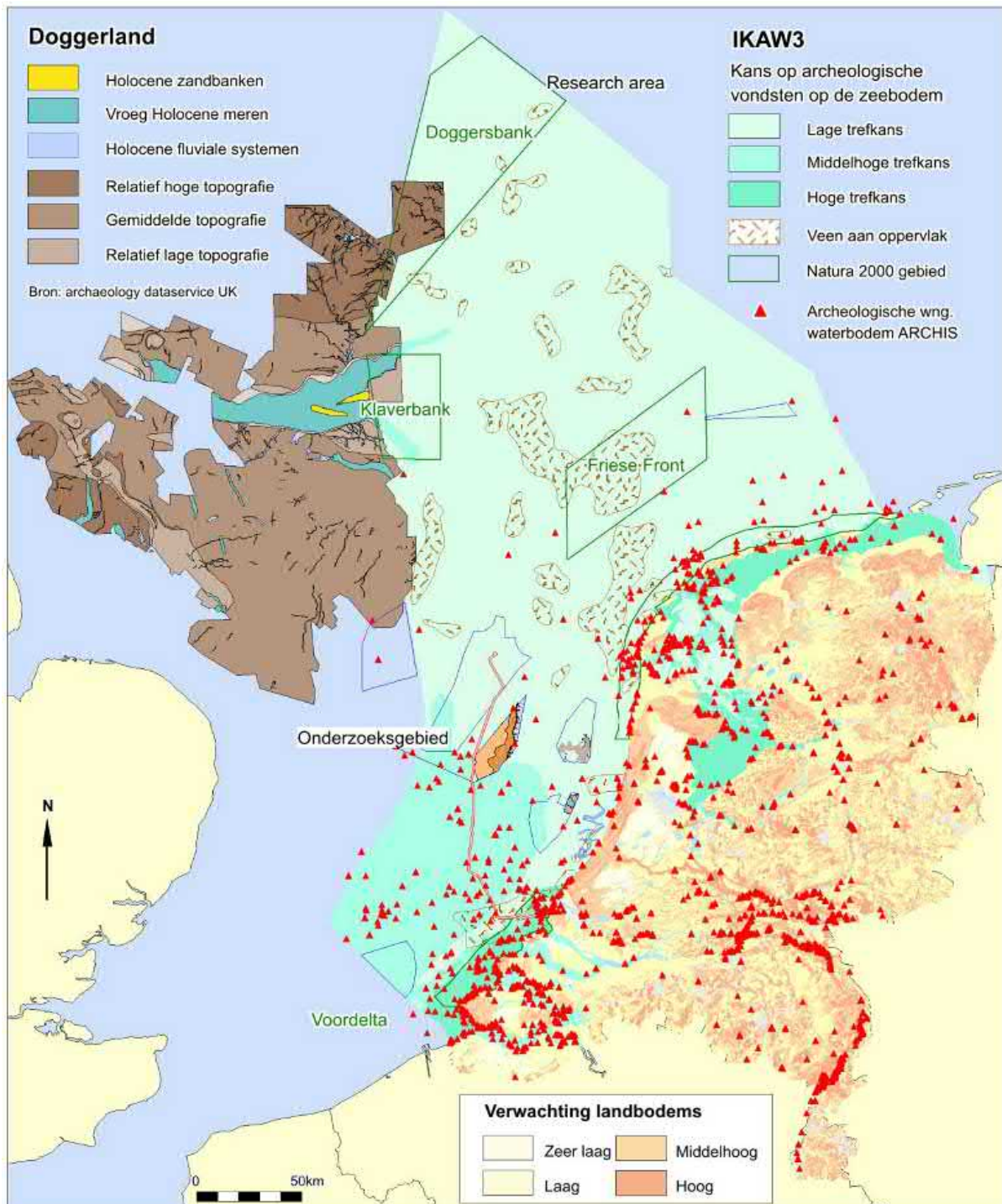
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten.

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het VKA-tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* en residuaire resten uit het *Mesolithicum* en het *Laat Paleolithicum* te verwachten. In het zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

Omgeving onderzoeksgebied

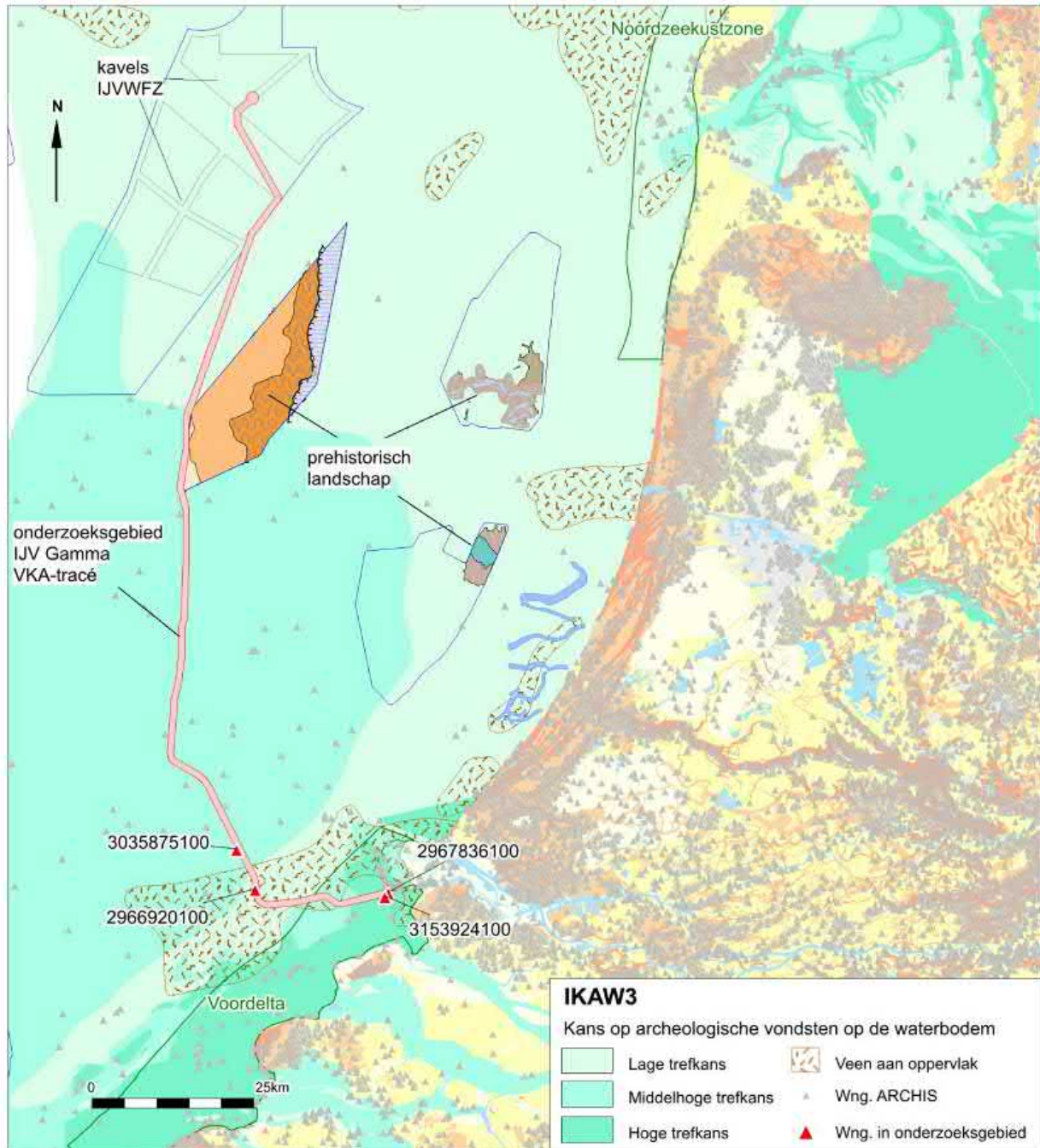
ARCHIS 3 is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 24. Overzichtkaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord.



Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.

Binnen het onderhavig onderzoeksgebied zijn vier archeologische vindplaatsen bekend. De vindplaatsen betreffen de locaties van vier scheepswrakken. De vondsten zijn beschreven in tabel 12; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 25.

ARCHIS	Locatie			Type	NCN
Zaakid.	RDx	Rdy	Toponiem		nr.
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	Schip	364
3035583100	28296	411980	Schouwen Banjaard 2	Schip	9317
2967836100	58346	437247	Noordzee Bollen 2 Ncp Blok S3	Schip	9211
3153924100	57800	436732	Noordzee Bollen 1 Ncp Blok S3	Schip	210

Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het VKA-tracé.

Vondsten van resten uit de prehistorie en (proto)historie zijn binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied niet bekend. Zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn in het Noordzeegebied en de Maasmonding wel diverse vondsten uit de Prehistorie bekend. Het gaat vooral om vuurstenen en benen artefacten, die in de netten van vissers zijn aangetroffen. Naast artefacten worden ook veel botten van grote zoogdieren die tijdens de laatste ijstijden het gebied bevolkten aangetroffen. Een mooi voorbeeld zijn de mammoetbotten die zijn aangetroffen tijdens het *trenchen* van de exportkabels van Hollandse Kust (zuid) naar de Maasvlakte³⁷. Op de kabeltrencher werden meer dan 45 kjaar oude mammoetbotten aangetroffen die uit primaire context afkomstig blijken te zijn. Deze context bestaat uit met fijn zand opgevulde geulen, waarin de botten zeer goed bewaard zijn gebleven. De vondsten hebben geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de Formatie van Kreftenheye worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

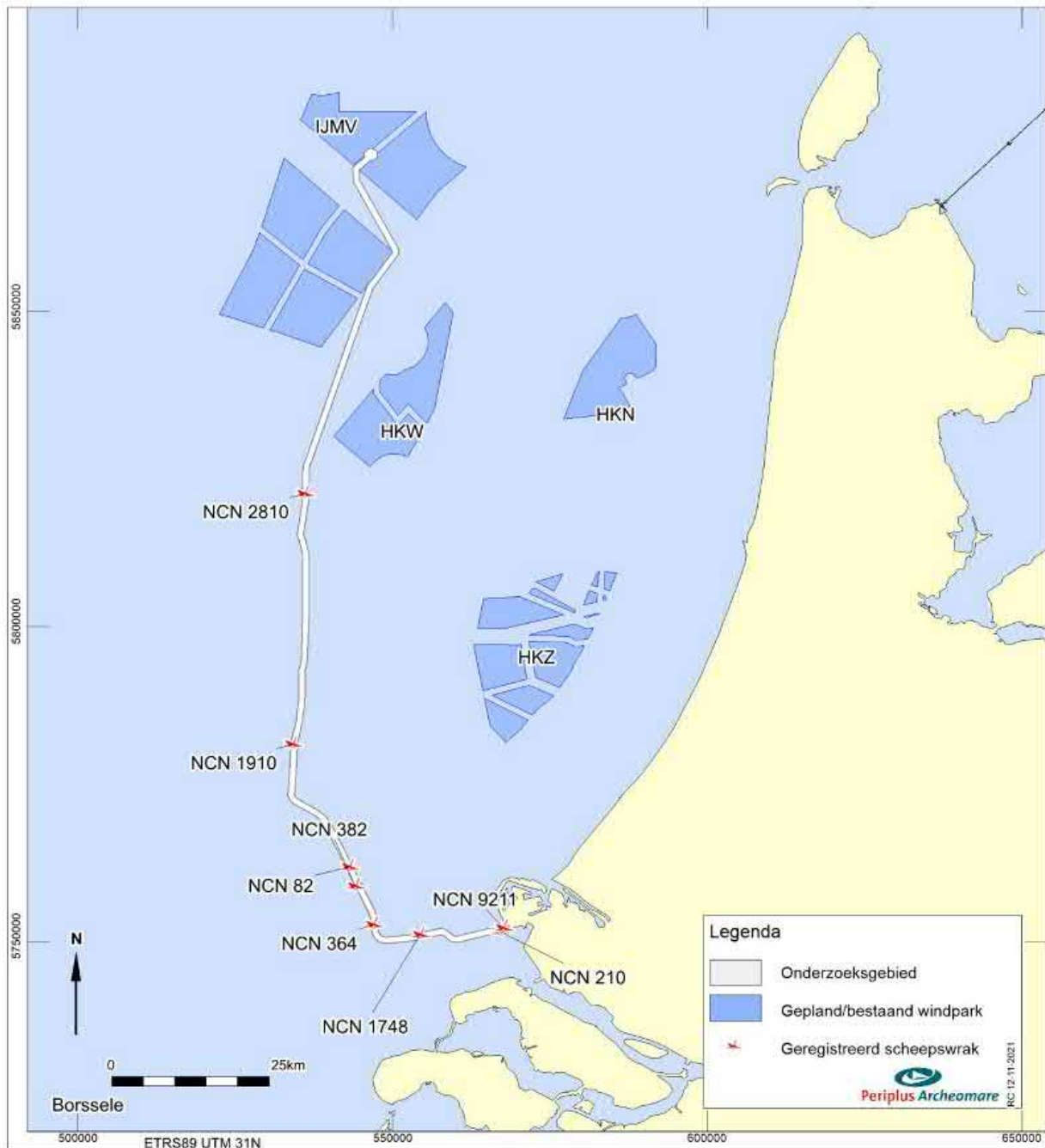
De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta³⁸.

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

In totaal zijn 8 scheepswrakken en 54 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 26. Een lijst van de 8 bekende scheepswrakken binnen de corridor van het IJV Gamma VKA-tracé is opgenomen in bijlage 3. Een lijst met alle bekende NCN objecten binnen de corridor IJV Gamma VKA-tracé is opgenomen in bijlage 4.

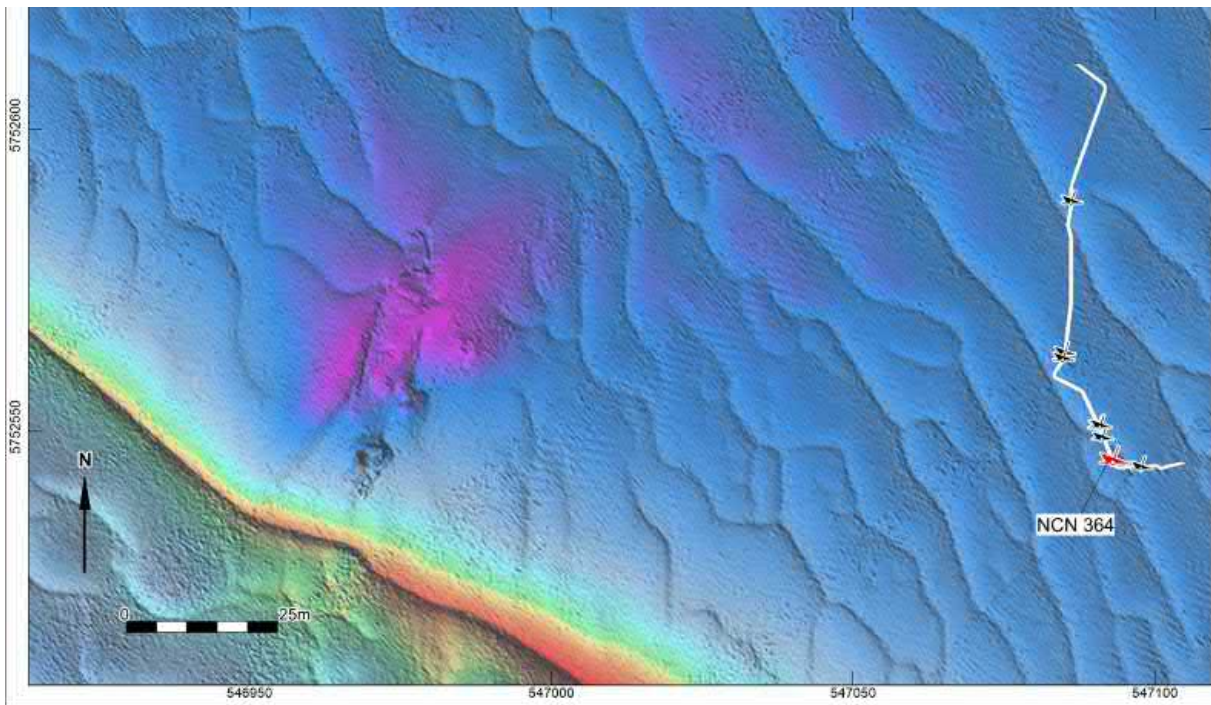
³⁷ Lil 2020.

³⁸ Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.

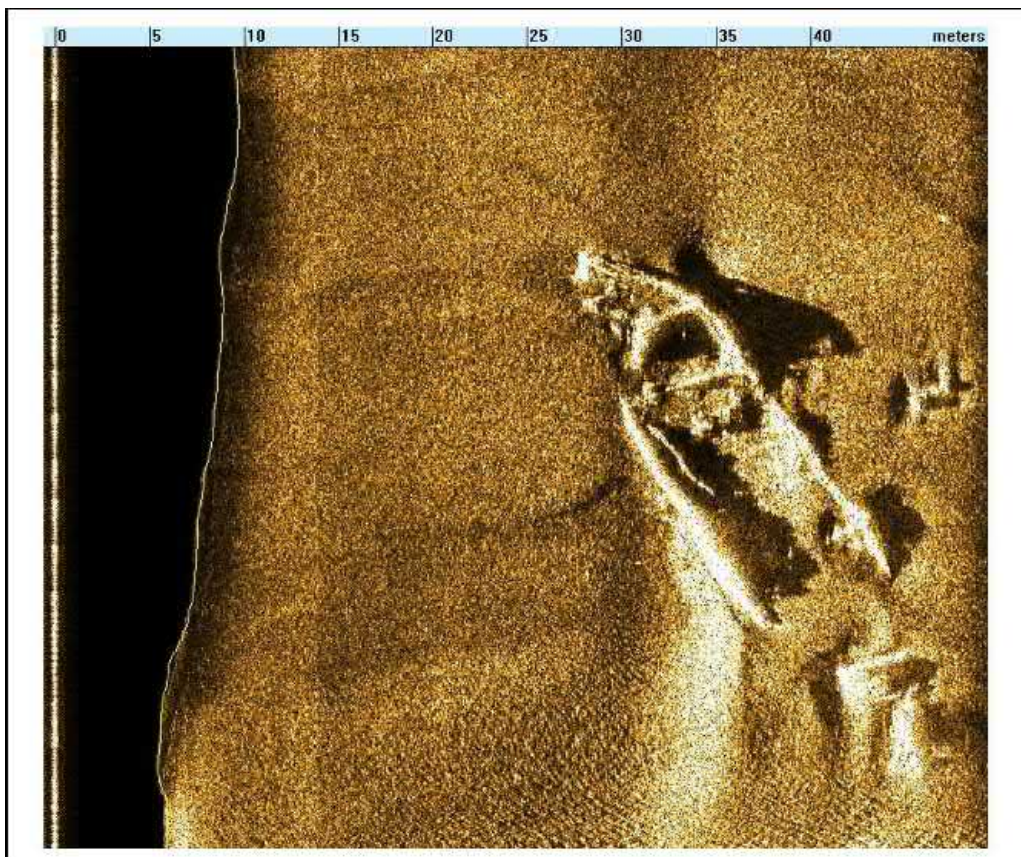


Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven.



Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk stoomschip, dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Van de in totaal acht wrakken die binnen het VKA-tracé bekend zijn, zijn vier wrakken opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (NCN 210, 364, 382 en 9211). Van vier wrakken (NCN 210, 1748, 1910 en 9211) is de locatie zeer onzeker. Het is daarom goed mogelijk dat deze wrakken zich niet bevinden op de locatie die in de NCN-database is geregistreerd. Het is dus mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen.

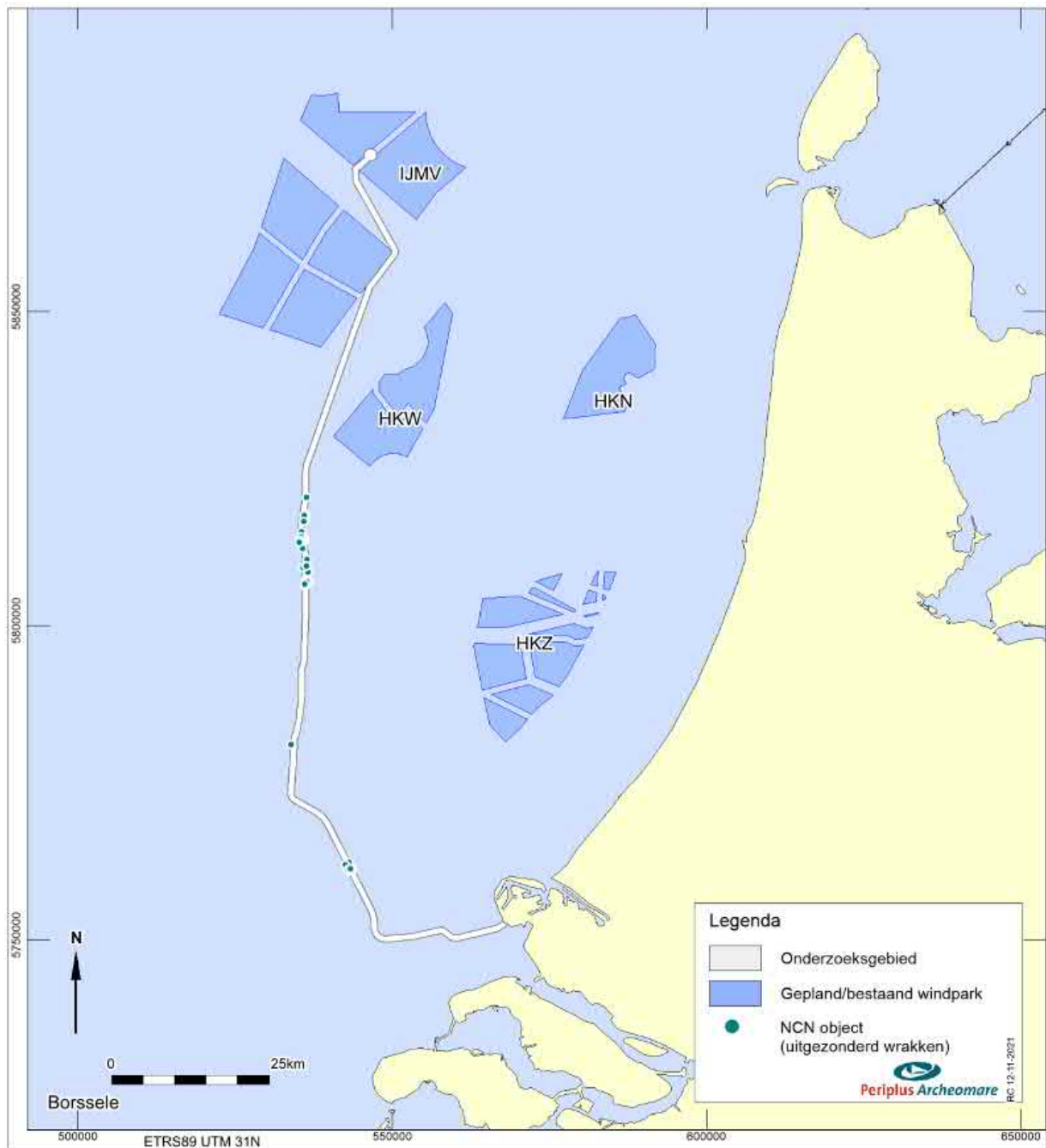
Van geen van de wrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan, dat alle wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel is bewezen. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 54 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 13 en afbeelding 29.

Object	Aantal
Bodemverstoring	4
Kabel / ketting	13
Onbekend object	18
Steen	19
Totaal	54

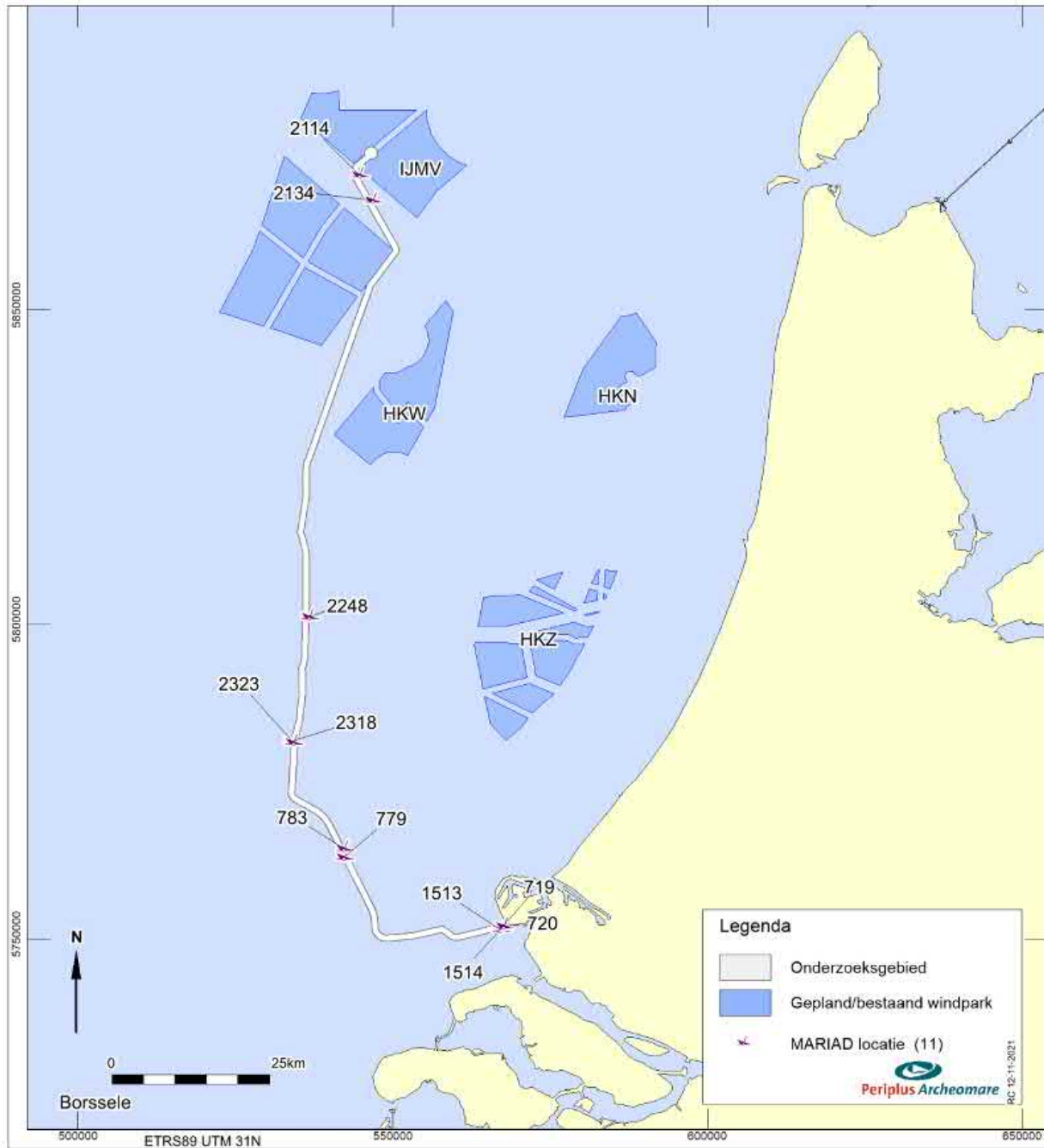
Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database.



Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten

MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS 3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD, wrak nummer 189.

Klass. nr. 262 351					Nr. A 189
<u>Wrakkenregister</u>					
<u>Wrak Nr.</u>	A 189				
<u>Naam</u>	:				
<u>Nationaliteit</u>	:				
<u>Tonnage</u>	:				
<u>Lading</u>	:				
<u>Soort schip</u>	:	Wissersvaartuig			
<u>Gestrand dd.</u>	:				
<u>Gezonken dd.</u>	:				
<u>Plaatsbepaling</u>	:	51° 58' 32"			
<u>in °</u>	:	03° 49' 08"			
t.o.v. kmr	:				
<u>in decca coördinaten</u>	:	(Delta Chain)			
<u>Afmetingen in m.</u>	:	L.	Br.	Holte	Diepgang
<u>Eigenaar</u>	:				
<u>Nr. Wrakkenregister</u>	:	159349			
<u>Hydrografie</u>	:				
<u>Verdere gegevens</u>					
Betreffende zinken 162/1266-96 Verbeterde positie zeilboom zichtbaar.			Betreffende opruiming		

Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

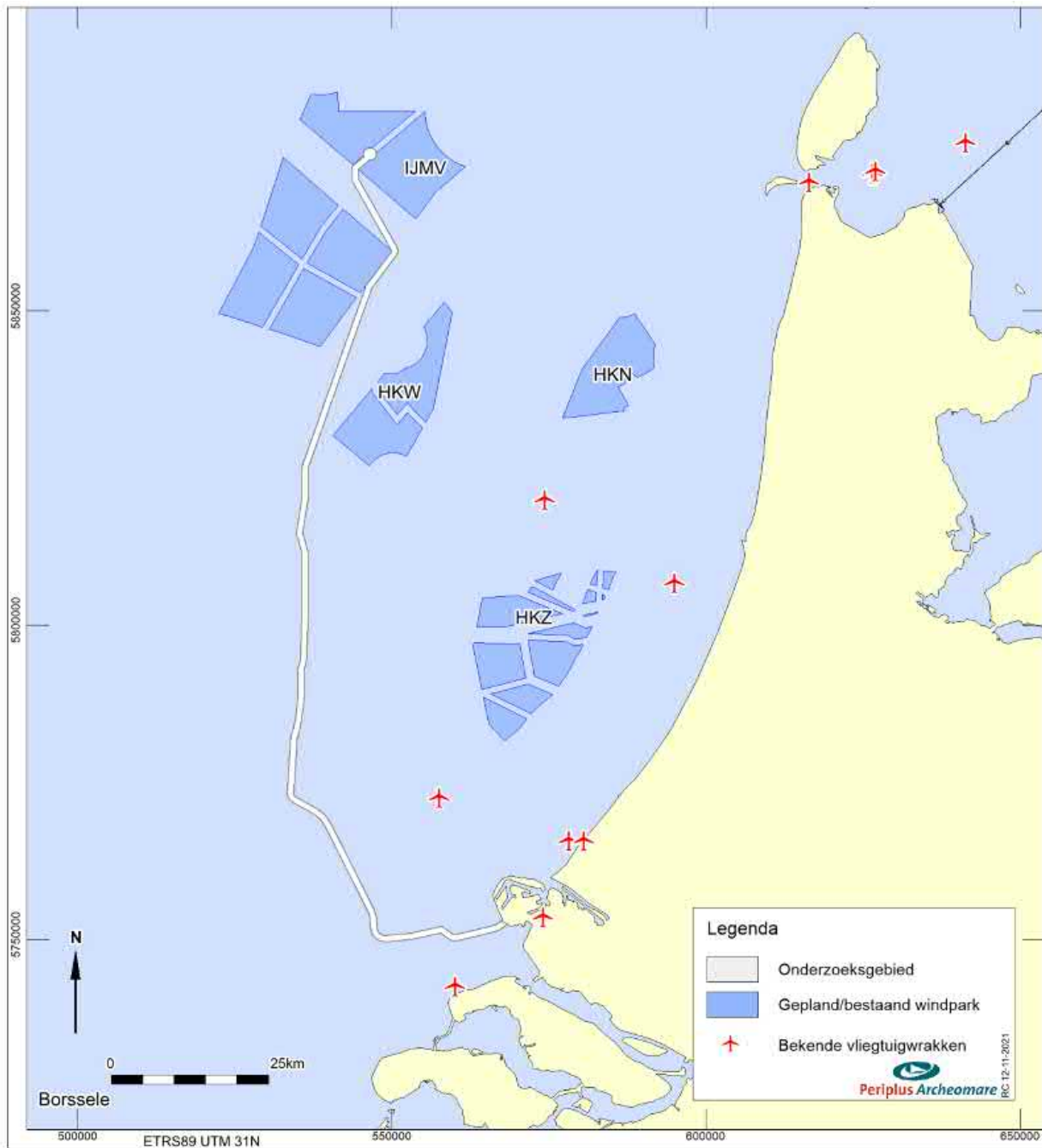
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland³⁹. Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden⁴⁰.

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet⁴¹. Afbeelding 32 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat.

³⁹ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

⁴⁰ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

⁴¹ Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.



Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het VKA-tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd vormt het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de *vroeg-holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	Zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
	Walcheren	Zand en klei	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
	Wormer	Klei en zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	Humeuze klei	<i>Holoceen</i>	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	Klei	<i>Holoceen</i>	II en IV, Mogelijk III	LPALÉO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	Veen	Vroeg <i>Holoceen</i>	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	Fijn zand	Weichselien tot Vroeg <i>Holoceen</i>	III	LPALÉO – VMESO
	Wierden	Fijn zand		III	LPALÉO – VMESO
	Singraven	Zand, leem, klei en veen		II en III	LPALÉO – VMESO
Kreftenheye	-	Grof zand	Weichselien	II en IV	LPALÉO
Eem	Brown Bank	Klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALÉO
	-	Zand en klei	Eemien	IV	MPALÉO
Egmond Ground	-	Zand en klei	Holsteinien	IV	PALÉO

Tabel 14. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuisen en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 14 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte

dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het VKA-tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de Formatie van Echteld verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het *Eemien* zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het vroeg-*holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg *Holoceen* en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-*mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: '*Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde*⁴².

Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-*holocene* landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

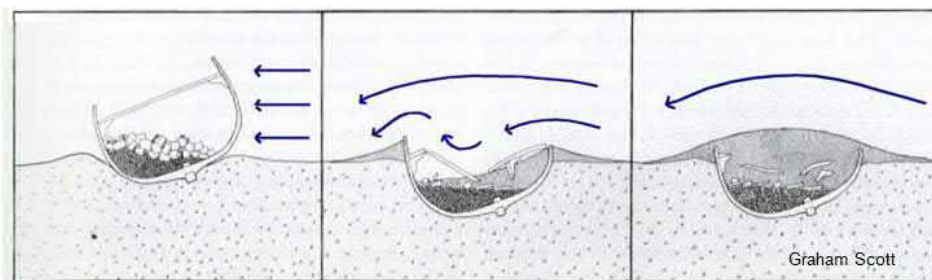
⁴² Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn acht scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.

Vooraf in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?

Ja. Binnen het onderzoeksgebied van het VKA-tracé zijn acht scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

Het NCN contact 364 betreft het wrak van een (vermoedelijk) 19^e-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het wrak meet 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Wrak NCN 382 bestaat uit de resten van een houten driemaster; NCN 9211 is mogelijk een houten schip.

Van vier wrakken (NCN 82, 364, 382 en 2810) is de locatie nauwkeurig bekend (binnen 5 m). Van de overige vier wrakken (NCN 210, 1748, 1910 en 9211) is de locatie onzeker. Het is daarom goed mogelijk dat deze wrakken zich niet bevinden op de locaties die in de NCN-database zijn geregistreerd. Het is zelfs mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen. Geen van de vindplaatsen is begrensd.

De datering van de wrakken is niet bekend. Voor de diepteligging van de wrakken en verdere details wordt verwezen naar Bijlage 3 bij dit rapport.

Vier van de wrakken (NCN 210, 364, 382 en 9211) hebben een archeologische waarde. Van de overige vier wrakken (NCN 210, 1748, 1910 en 9211) is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat deze wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Behalve vier scheepswrakken die ook in de NCN-database zijn geregistreerd, zijn in de ARCHIS-database geen archeologische vondsten bekend.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?

Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en intacte prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

a) Scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank* Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk verwacht. De dikte van de *Holocene* laag varieert langs het IJV Gamma VKA-tracé van 0 tot 18 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die

kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) Prehistorische nederzettingen

De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laet *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 18 m LAT⁴³.

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het Eemien naar het Weichselien (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-*holocene* afzettingen (*Basisveen Laag*, *Terbregge Laagpakket* en *Laag van Velsen*) verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
Egalisatie (*pre-lay sweep*), baggeren en het in de zeebodem begraven van de kabels kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar*, *magnetometer* en *subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

⁴³ LAT = Lowest Astronomical Tided: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2.4m bij Borsele.

Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?

Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar, multibeam en magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibro core; boreholes*) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied. Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang dat voordat de monsters worden gebruikt voor destructief onderzoek, zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven, een beeld wordt verkregen van de locaties waar boormonsters zijn genomen, waarvan de analyse kan bijdragen aan beantwoording van de archeologische doelstelling: het vaststellen van de genese van de afgedekte prehistorische landschappen.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kan het kabeltracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridors of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridor van het VKA-tracé van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn acht scheepswrakken bekend, waarvan vier met een archeologische waarde. Van de overige vier wrakken is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor het VKA-tracé en de onderhoudscorridors te toetsen⁴⁴. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap waarin jongere mariene zanden schuil gaan.

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	Opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	Wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	Morfologische karakterisering van wraklocaties; Opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	In aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	Opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	Aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	Karteren <i>pleistocene</i> landschap; specificeren van verwachting	Ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	Vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	Selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	Vaststellen lithostratigrafie	Correleren met boorgegevens

Tabel 15. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

⁴⁴ conform KNA waterbodems protocol 4103.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de *survey werkzaamheden* te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag⁴⁵.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

⁴⁵ conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	6
Afbeelding 2. Corridorbreedte van één kabeltracé op zee met links de 1x4 kabelconfiguratie en rechts de 2x2 kabelconfiguratie (bron: TenneT).....	7
Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met drie parallelle kabeltracés (Alpha, Beta en Gamma naast elkaar; bron: TenneT).....	8
Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore in de gebundelde (links) en 2x2 kabelconfiguratie (rechts) ligging (bron: TenneT).....	8
Afbeelding 5. Corridorbreedte nearshore bij parallelligging van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Net op zee IJmuiden Ver Beta (bron: TenneT).....	9
Afbeelding 6. Impressie van het toekomstige IJV Gamma platform.....	16
Afbeelding 7. Ligging van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht).....	17
Afbeelding 8. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (profiel).....	18
Afbeelding 9. Kruisende kabels en leidingen.....	21
Afbeelding 10. Overige infrastructuur.....	22
Afbeelding 11. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken.....	23
Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine).....	25
Afbeelding 13. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in ‘North Sea/Doggerland’ (bron: K. Tanis).....	25
Afbeelding 14. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrecht 2018).....	26
Afbeelding 15. Projectie van het VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst van Keulen (1852).....	28
Afbeelding 16. Oppervlaktensedimenten.....	30
Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY).....	31
Afbeelding 18. Profiel holocene laag top pleistocene afzettingen.....	32
Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004).....	33
Afbeelding 20. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket).....	35
Afbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.....	37
Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien.....	38
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten.....	40
Afbeelding 24. Overzichtkaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	41
Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.....	42
Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.....	44
Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364.....	45
Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364.....	45
Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten.....	47
Afbeelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD).....	48
Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD).....	49
Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied.....	50
Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	53

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Gamma.....	9
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema’s en onderwerpen (Peeters 2009).	12
Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT.....	17
Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels.....	19
Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels.....	19
Tabel 8. Kruisende pijpleidingen.....	19
Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het IJV-Gamma VKA-tracé worden gekruist.....	20
Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken.....	24
Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied.....	36
Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het VKA-tracé.....	43
Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database.....	46
Tabel 14. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie.....	51
Tabel 15. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.....	57

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	Omschrijving
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød</i>	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>interstadiaal</i>	
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>BP</i>	Before Present hierin is present het jaar 1950.
<i>Crevasse afzetting</i>	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
<i>Discordant</i>	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
<i>Geogenese</i>	Ontstaansgeschiedenis
<i>Geofysisch onderzoek</i>	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
<i>Geotechnisch onderzoek</i>	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>IKAW</i>	Indicatieve Kaart Archeologische Waarde
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Klastische rivierafzettingen</i>	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>LAT</i>	Lowest Astronomical Tide
<i>Lithostratigrafie</i>	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Mesolithicum</i>	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>OSL</i>	Optical Stimulated Luminescence is een dateringsmethode waarbij de leeftijd van sediment bepaald aan de hand van de opgenomen achtergrond straling sinds het moment van begraving of afzetting.
<i>Nearshore</i>	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
<i>Offshore</i>	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het <i>nearshore</i> gedeelte
<i>Paleolithicum</i>	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)

Term	Omschrijving
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het <i>Pleistoceen</i> eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i> , ca 11700 jaar geleden
<i>Seismiek</i>	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfolgie en type te classificeren
<i>Stratigrafie</i>	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: *What lies beneath ... Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape*. *Antiquity* 92 361 (2018): 22–37.
- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. *Geological map Flemish Bight*.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: *Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft*.
- De Mulder, E. e.a., 2003: *De ondergrond van Nederland*, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: *Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation)*, *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 45, 9-56.
- Erp Taalman Kip, W. van, 2021. *Uitgangspunten Net op Zee IJmuiden Ver Gamma - Ten behoeve van het MER en de vergunningaanvragen*. TenneT.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: *The Archaeology and geomorphology of the North Sea*, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: *Het Nederlandse kustgebied*, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), *De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust*, 89-102.
- Hommes, S., J.M.H. Hulscher and A. Stolk, 2007: *Parallel Modeling Approach to Assess Morphological Impacts of Offshore Sand Extraction*. *Journal of Coastal Research*, Vol. 23, No. 6, 2007.
- Hijma, M., 2009: *From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands*, *Netherlands Geographical Studies* 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: *Formatie van Maassluis*, In: *Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket)*.
- IMAGO projectgroep, 2003: *Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies*, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): *Koningen van de Noordzee, 250-850*, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): *Aardgastransportleidingstracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek*
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. *Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands*. - *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: *Archeologie onder water, het verleden van een varende volk*, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: *Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies*, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands*. *Early Holocene landscape development and habitation*, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.

- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: *Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands*. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: *Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach*. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Stulp, B., 2008. *Verdwenen dorpen in Nederland*. Falstaf Media
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. *Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele*. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. *Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid)*. Periplus Archeomare rapport 15A024-01
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. *Archaeological desk study Hollandse Kust (noord)*. Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. *Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust*. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, 2020. *Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver)*. Periplus Archeomare report 19A029-01
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. *Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust*. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. *Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee*. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. *Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust*. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. *Pipelines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results*. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. *Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé*. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. *Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1*. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. *Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW*. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. *Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results*. Periplus Archeomare report 19A015-01
- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. *Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés*. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. *Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field*. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): *Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis 150 kV*.

- Verhart, L., 2005: *Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee*, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. *Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem*. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: *Van Romeinse soldaten en Cananefaten*, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. *Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2*. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)

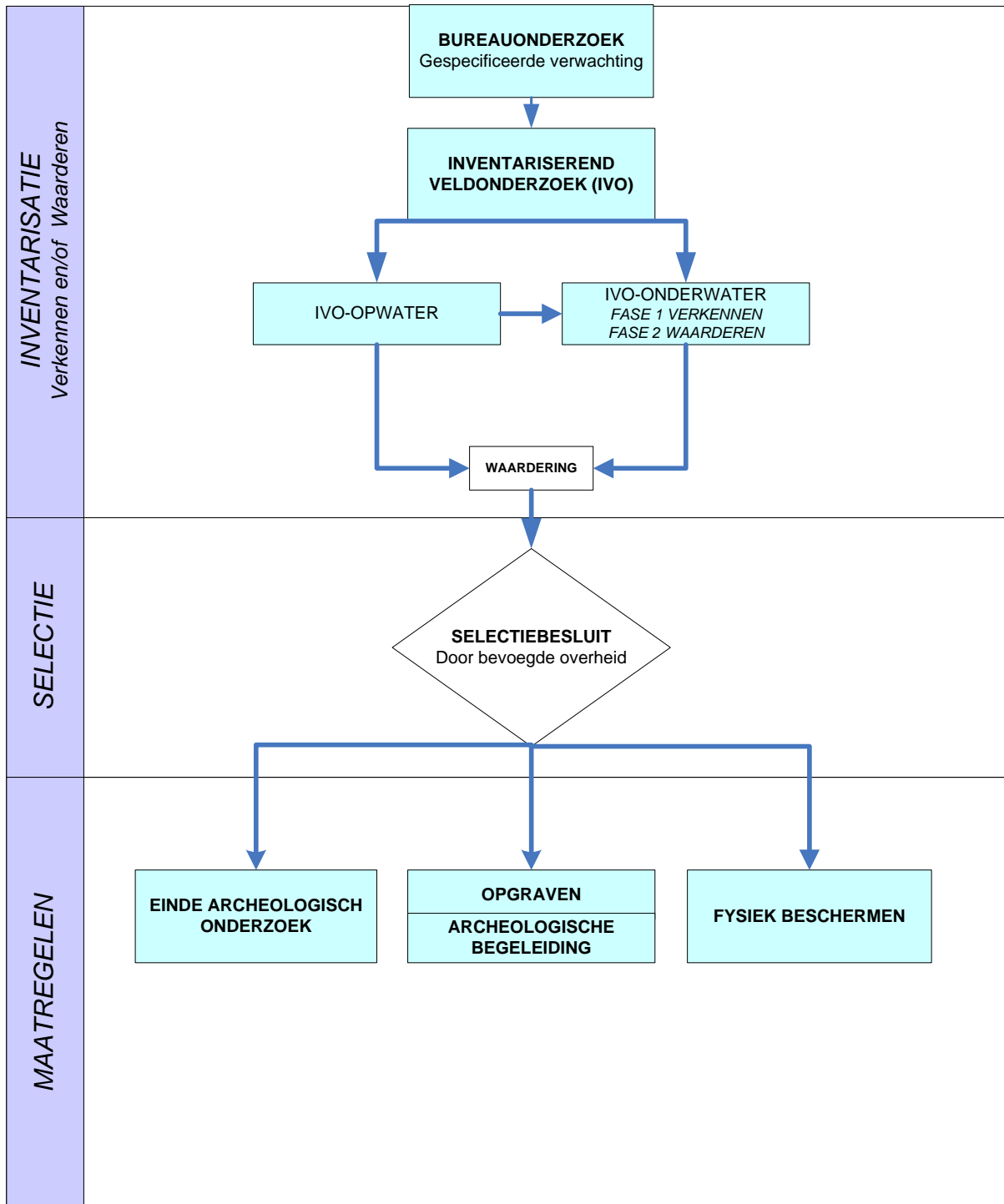
Overige bronnen

- ARCHIS 3, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE												
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK		DATERING										
Holoceen	Laat Subatlanticum	1150 n. Chr	Nieuwe tijd		C	1850									
					B	1650									
					A	1500									
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen		Laat	B	1250								
						A	1050								
					Vroeg	D	900								
						C	725								
						B	525								
						A	450								
	Romeinse tijd		Laat	270											
			Midden	70 n. Chr.											
Vroeg			15 v. Chr.												
Subboreaal	450 v. Chr	Metaaltijden	IJzertijd		Laat	250									
					Midden	500									
					Vroeg	800									
		Bronstijd		Laat	1100										
				Midden	1800										
				Vroeg	2000										
		Neolithicum		Laat	2850										
				Midden	4200										
				Vroeg	4900/5300										
		Mesolithicum		Laat	6450										
Midden	8640														
Vroeg	9700														
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Prehistorie		Steentijd		Paleolithicum		Laat	B	12.500				
												Jonge Dryas	11.000		
												Allerød	12.000		
												Oude Dryas	12.100		
												Bølling	13.000		
		Pleniglaciaal							L	Jong		A	35.000		
														17.000	
														Late Glacial Max	20.000
														31.500	
														Denekamp	34.000
	Vroeg Glaciaal	M	Midden		250.000										
						40.000									
						Hengelo	41.500								
						45.000									
						Moershoofd	50.000								
	Vroeg Glaciaal	V	Oud		250.000										
						71.000									
						Odderade	74.000								
						Brørup									
						Amersfoort									
114.000															
Eemien						126.000									
Saalien						236.000									
Oostermeer						241.000									
onbenoemd						322.000									
Belvédère	336.000														
onbenoemd	384.000														
Holsteinien	416.000														
Elsterien	463.000														

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het IJV Gamma VKA-tracé

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving	Type	Naam	Zink datum	Diepte LAT
82	607	5	-	543107	5761781	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Wrakresten	-	-	26.3
210	1822	-	46838	567032	5751541	1000	Werknaam de Sleipner, resten van een zeilschip, 20 tot 22 meter lang	Scheepswrak	Sleipner	-	-
364	2939	23876	46668	546959	5752570	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	-	-	19.9
382	3136	-	48566	544077	5758745	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D. van Weenen, houten driemaster	Historisch wrak	-	-	24.0
1748	1816	-	-	554368	5751048	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	-	-	18.8
1910	2062	-	-	534094	5781303	1000	HY09226 Hr. Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	-	-	30.2
2810	3428	-	-	535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	-	-	29.0
9211	-	-	9211	567563	5752074	1000	Houten wrak van een koopvaardijship. In 1902 opgeruimd tot LW -24 dm, in 1930 groene stompe ton gelegd	Scheepswrak	-	-	-

Bijlage 4: Overzicht van alle NCN contacten in onderzoeksgebied van het IJV Gamma VKA-tracé

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	DCC 210215	R95	Omschrijving	Type contact	Diepte LAT
82	607		543107	5761781	-30	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Scheepswrak	25.5
210	1822	46838	567032	5751542	422	1000	Werknaam de Sleipner, resten van een zeilschip, 20 tot 22 meter lang	Scheepswrak	-
364	2939	46668	546967	5752539	171	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	18.9
382	3136	48566	544219	5758727	352	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D. van Weenen, houten driemaster	Scheepswrak	24.7
1748	1816	-	554368	5751048	-272	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	18.6
1910	2062	-	534094	5781303	308	1000	HY09226 Hr. Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	28.4
2810	3428	-	535978	5821107	304	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	29.8
2870	3579	-	533939	5781422	470	-	Obstructie	Onbekend	28.2
7321	-	-	543544	5761853	-453	20	Contact	Onbekend	27.2
7326	-	-	543323	5762009	-326	20	Contact	Onbekend	28
7333	-	-	542617	5762090	268	20	Harde richel	Onbekend	25.7
7337	-	-	543155	5761996	-170	20	Contact	Onbekend	25.9
8185	-	-	543008	5762355	-200	20	Langwerpig contact	Onbekend	26.1
9211	-	46839	567563	5752074	284	1000	Houten wrak van een koopvaardijship. In 1902 opgeruimd tot LW -24 dm, in 1930 groene stompe ton gelegd	Scheepswrak	-
13550	-	-	542811	5762249	24	20	Contact	Onbekend	25.7
13885	-	-	536325	5807773	-44	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	28.2
13887	-	-	536632	5808880	-351	20	Bodemverstoring	Bodemverstoring	30
13894	-	-	536551	5807497	-270	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	28.4
13895	-	-	536058	5806672	223	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	27.6
13896	-	-	536400	5806985	-119	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	27.4
13898	-	-	536331	5806919	-50	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	28.8
13899	-	-	536731	5807216	-450	20	Contact	Onbekend	31.8
13900	-	-	536744	5807255	-463	20	Contact	Onbekend	31.2
13902	-	-	536180	5807058	101	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	28
13903	-	-	536759	5807457	-478	20	Bodemverstoring/mogelijk natuurlijk	Bodemverstoring	31
13904	-	-	536419	5807332	-138	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	25.7
13914	-	-	536130	5806996	151	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	29
13929	-	-	536444	5809260	-163	20	Langwerpig contact	Onbekend	26.1
13938	-	-	535878	5809652	403	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	26.1
13944	-	-	536372	5809851	-91	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	27.1
13954	-	-	536463	5810898	-182	20	Bodemverstoring	Bodemverstoring	28.7
13972	-	-	535787	5812635	152	20	Contact	Onbekend	29.3
17463	-	-	543101	5762721	-448	20	Langwerpig contact	Onbekend	-
17466	-	-	542612	5762336	162	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	25.3
17469	-	-	543000	5761581	155	20	Mogelijk kabel/ketting	Kabel / ketting	24.6
17777	-	-	543463	5761671	-298	20	Contact	Onbekend	24.7
18369	-	-	543377	5761371	-87	20	Contact	Onbekend	24.6
18370	-	-	543598	5761427	-309	20	Contact	Onbekend	-

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	DCC 210215	R95	Omschrijving	Type contact	Diepte LAT
18372	-	-	543000	5761479	201	20	Mogelijk ketting	Kabel / ketting	25.6
25716	-	-	543329	5761683	-184	20	Langwerpig contact	Onbekend	25
29383	-	-	536371	5820845	-90	20	Boulder	Steen	29.8
29394	-	-	536209	5817780	-350	20	Boulder	Steen	-
29395	-	-	536207	5817784	-348	20	Boulder	Steen	-
29397	-	-	536179	5818194	-256	20	Boulder	Steen	30.1
29398	-	-	536137	5817636	-301	20	Boulder	Steen	27.9
29399	-	-	536137	5817252	-361	20	Boulder	Steen	-
29401	-	-	536029	5817959	-145	20	Debris Height from MBES	Onbekend	28.2
29403	-	-	536009	5814133	-468	20	Boulder	Steen	-
29404	-	-	536007	5814138	-467	20	Boulder	Steen	-
29405	-	-	535982	5814143	-445	20	Boulder	Steen	-
29406	-	-	535982	5813931	-379	20	Boulder	Steen	-
29407	-	-	535980	5814021	-405	20	Boulder	Steen	-
29408	-	-	535977	5813990	-392	20	Boulder	Steen	-
29409	-	-	535939	5816966	-209	20	Boulder	Steen	30
29410	-	-	535831	5814282	-345	20	Debris	Onbekend	-
29411	-	-	535731	5814419	-292	20	Boulder	Steen	27.8
29412	-	-	535696	5814291	-220	20	Boulder	Steen	27.5
29413	-	-	535609	5815335	-134	20	Boulder	Steen	27.3
29414	-	-	535516	5814522	-120	20	Boulder	Steen	26.9
29415	-	-	535338	5814007	209	20	Depression	Bodemverstoring	25.5
29416	-	-	535246	5813936	318	20	Boulder	Steen	24.5
29417	-	-	535194	5813618	467	20	Boulder	Steen	26.7

ARCHEOLOGISCH BUREAUONDERZOEK IJMUIDEN VER GAMMA OP LAND

Arcadis Archeologische Rapporten 341

Tennet TSO B.V.

Contactpersoon

SJOERD LOOPER
Adviseur Erfgoed

T (+031) - 6 2169 4425
E sjoerd.looper@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	6
1.1 Aanleiding van het onderzoek	6
1.2 Plangebied en onderzoeksgebied	7
1.3 Administratieve gegevens	8
1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied	9
1.5 Doel van het bureauonderzoek	12
1.6 Werkwijze	12
1.7 Juridisch- en beleidskader	13
1.7.1 Verdrag van Malta (1992)	13
1.7.2 Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)	13
1.7.3 Gemeentelijk archeologiebeleid	14
2 LANDSCHAP	16
2.1 Inleiding	16
2.2 Landschappelijke ontwikkeling	16
2.3 Geomorfologie	21
2.4 Bodem	22
2.5 Verstoringen	22
2.6 Hoogtebestand AHN	22
2.7 Grondwater	23
2.8 Synthese landschap	24
3 HISTORIE	25
3.1 Inleiding	25
3.2 Historische informatie	25
4 ARCHEOLOGIE	33
4.1 Inleiding	33
4.2 Gemeentelijk archeologiebeleid	33

4.3	Archeologische informatie	35
4.4	Synthese archeologie	41
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	42
5.1	Conclusie	42
5.2	Gespecificeerd verwachtingsmodel	44
5.3	Advies	46
	BRONNEN	47
	COLOFON	48

SAMENVATTING

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland bv een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het landgedeelte van de kabelverbinding voor het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. In het pleistoceen lag het gebied droog en was het onderdeel van een vlechtend rivierlandschap, waarbij grind en zand zijn afgezet. In het Holoceen werd het warmer en steeg de zeespiegel. Aan het begin van het Holoceen worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstroomd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort. Daarnaast ontstonden er vanaf deze periode rivierduinen.

Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen. Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m -NAP reikte. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatig overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 voor Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdrinken onderwaterbodemplandschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de geërodeerde toppen van de duinen blijkt het vroegholocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzehaven (Moree en Sier 2016).

Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m + NAP ligt.

Op basis van de landschappelijke setting kunnen archeologische resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum worden verwacht. Volgens de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam kunnen deze waarden worden verwacht vanaf een diepte van 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Uitgevoerd onderzoek op de Maasvlakte heeft echter aangetoond dat deze waarde zich waarschijnlijk veel dieper bevinden. In de diepere delen van het oude landschap kunnen resten goed bewaard zijn gebleven. De hogere delen uit dit landschap, met name de toppen van de rivierduinen, zijn veelal geërodeerd en ter plaatse van deze zones worden geen archeologische waarden verwacht. Vanaf het Neolithicum tot Nieuwe tijd geldt er een verwachting op scheepsarcheologie (wrakken, visnetten). Binnen het onderzoeksgebied zijn geen scheepswrakken aangetroffen. Wel zijn er veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m – NAP. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is verder geen vondstlocatie bekend binnen het onderzoeksgebied.

Voor de Maasvlakte geldt dat de verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation.

De gestuurde boringen raken mogelijk wel een archeologisch interessante laag (afhankelijk van de aanlegdiepte van de boring), maar door de diepe ligging van deze lagen, de aanlegmethode en de slechte opspoorbaarheid van de te verwachten puntlocaties wordt er geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Voor het plangebied Maasvlakte wordt geen vervolgonderzoek geadviseerd.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland bv een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het landgedeelte van de kabelverbinding voor het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Parallel aan dit onderzoek is door Periplus een archeologisch bureauonderzoek voor het gedeelte op zee uitgevoerd. Beide onderzoeken worden uitgevoerd in het kader van de milieueffectrapportage (hierna: m.e.r.). De bureauonderzoeken worden uitgevoerd conform de vigerende KNA-regeling, versie 4.1. en conform de aanvullende archeologische richtlijnen van de provincie en gemeenten waarbinnen het plangebied zich bevindt. Het Net op zee IJmuiden Ver Gamma bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabelsysteem voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds 525kV-kabelsysteem op land voor het verdere transport naar een converterstation;
- Converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380 kV-wisselstroom;
- Een ondergronds 380kV-wisselstroom kabelsysteem voor het transport naar het 380kV station Amaliahaven

Dit rapport gaat over de effecten van de laatste drie onderdelen. Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied kunnen bevinden.



Figuur 1: Plangebied met daarop de aanlanding en de kabels van IJmuiden Ver Gamma op land.

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied en een zone van 100 meter of 500 meter daaromheen. Het plangebied bestaat uit de volgende elementen:

- Het ondergrondse landtracé (gelijkstroom) van de aanlanding naar het converterstation.
- Het converterstation.
- Het ondergronds landtracé (wisselstroom) van converterstation naar 380kV station Amaliahaven.

Voor de lineaire elementen (kabelverbindingen) wordt uitgegaan van 100 meter en voor de stationslocatie wordt uitgegaan van 500 meter. Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige archeologische waarden in en rondom het plangebied en kunnen resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd (Figuur 2).



Figuur 2: Tracé Maasvlakte

1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1. Objectgegevens onderzoek

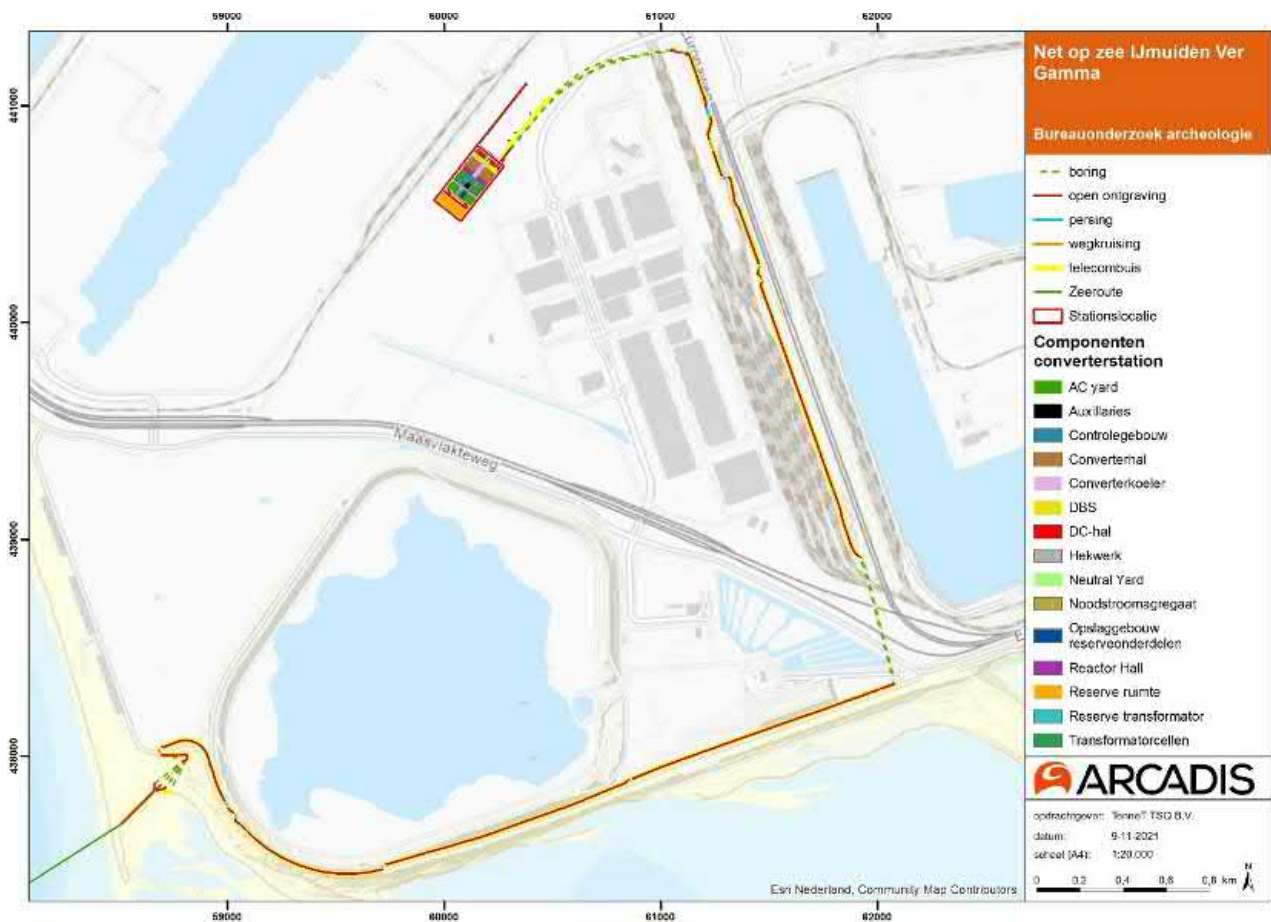
Objectgegevens onderzoek	
ISSN-nummer	2666-8718
Arcadis Projectnummer	30077194
Projectnaam	IJmuiden Ver Gamma op land
Plaats	Rotterdam
Gemeente en provincie	Maasvlakte Provincie Zuid-Holland Gemeente Rotterdam Gemeente Westvoorne
Coördinaten (X,Y) centrumcoördinaat	60.444; 441.223
Oppervlakte onderzoekgebied	Ca 295 ha
Onderzoeksmelding Archis3	5136489100
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Auteurs	Wanda Zijl Erfgoed adviseur en Senior KNA archeoloog Sjoerd Looper Erfgoed adviseur Eimert Goossens Erfgoed adviseur en Senior KNA archeoloog Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon	Sjoerd Looper Arcadis Nederland B.V. Sjoerd.looper@arcadis.com
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Bevoegd gezag	Gemeente Rotterdam Gemeente Westvoorne
Uitvoeringsperiode onderzoek	November - December 2021
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied

In de toekomstige situatie wordt in het plangebied een ondergronds kabelsysteem aangelegd om de stroom van de windturbines op zee naar het land te transporteren. Het ondergrondse kabelsysteem op zee wordt door middel van een open ontgraving geplaatst.

De 525 kV HVDC-kabel wordt op land gebundeld aangelegd. Ook wordt op land een converterstation gebouwd. De kabels binnen het plangebied op de Maasvlakte worden door middel van open ontgravingen en boringen uitgevoerd. Soms is het noodzakelijk boringen uit te voeren om bepaalde obstakels te vermijden.

Hieronder worden de geplande ingrepen kort toegelicht. De focus ligt daarbij op de ingrepen waarbij mogelijk archeologische waarden worden verstoord.



Figuur 3. Maatregelen Maasvlakte IJmuiden Ver Gamma.

HVDC-kabelverbinding op land

De HVDC-kabelconfiguraties voor het gebundelde gelijkstroom tracé op land, voor open ontgraving en een gestuurde boring, zien er als volgt uit:



Figuur 4. Open ontgraving DC op land (boven) en AC op land (onder).

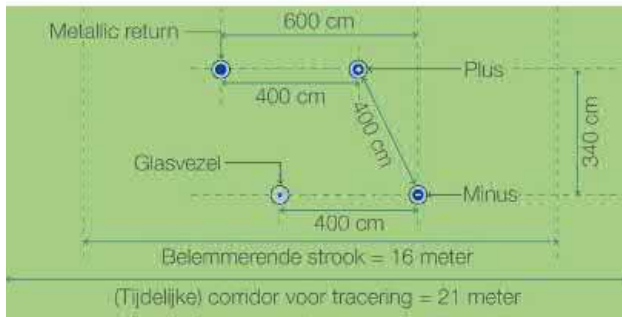
Tijdens de aanlegfase is er ook sprake van een tijdelijke werkstrook inclusief werkweg. De kabelconfiguratie in een open ontgraving voor een gebundeld gelijkstroom tracé op land inclusief werkterrein ziet er als volgt uit:



Figuur 5. Open ontgraving met werkstrookbreedte.

DC op land

Boringen (HDD)



Figuur 6. HDD-boring.

Mofputten (joint)

Om de circa 800 tot 1.200 meter is een verbindingsmof nodig om landkabels te verbinden. Er ligt een betonplaat op de moflocatie (permanent). Een joint heeft een afmeting van circa 6m x 30cm en is een soort metalen koffer. Er komt een verbindingsmof tussen de zeekabel en de landkabel, waar de kabel uitkomt op de Maasvlakte: De aanlanding van de kabels gaat via een mofput. Per kabelbundel wordt een mofput (van ongeveer 50 m²) aangelegd waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. Totaal is er 1 mofput voor de verbinding tussen land- en zeekabel. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien op maaiveldniveau.

Aardputten

Om de 3 tot 5 km komt een aardput op land. In beginsel is de aardput ondergronds gelegen afgedicht met een putdeksel op maaiveld. Tenzij de perceeleigenaar een bovengrondse aardput wenselijk acht. Het is dus afhankelijk van de perceeleigenaar of de aardput boven of ondergronds is. Het uitgangspunt is: een aardput is ondergronds en afgedekt met een putdeksel op maaiveld.

Dit betekent voor IJver Gamma: 2 aardputten (1 bij de joint zeekabel-landkabel aan de landzijde van de duinen en 1 bij de mofput vlak voor de boring onder de beschermingszone van de waterkering). Een aardput heeft afmetingen van circa 1m x 1m. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel. Vergelijkbaar met een putdeksel in de straat welke gelijk is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing box zit in de aardput verwerkt.

Converterstation Maasvlakte

De locatie voor het converterstation ligt nabij het bestaande 380kV-station aan de westelijke zijde van de N15 nabij de Dardanellenstraat. De HVDC-kabel gaat ten zuiden van de Slufter langs hetzelfde tracé als de BritNed kabel langs de Noordzeeboulevard en de N15 naar de converterstationslocatie.

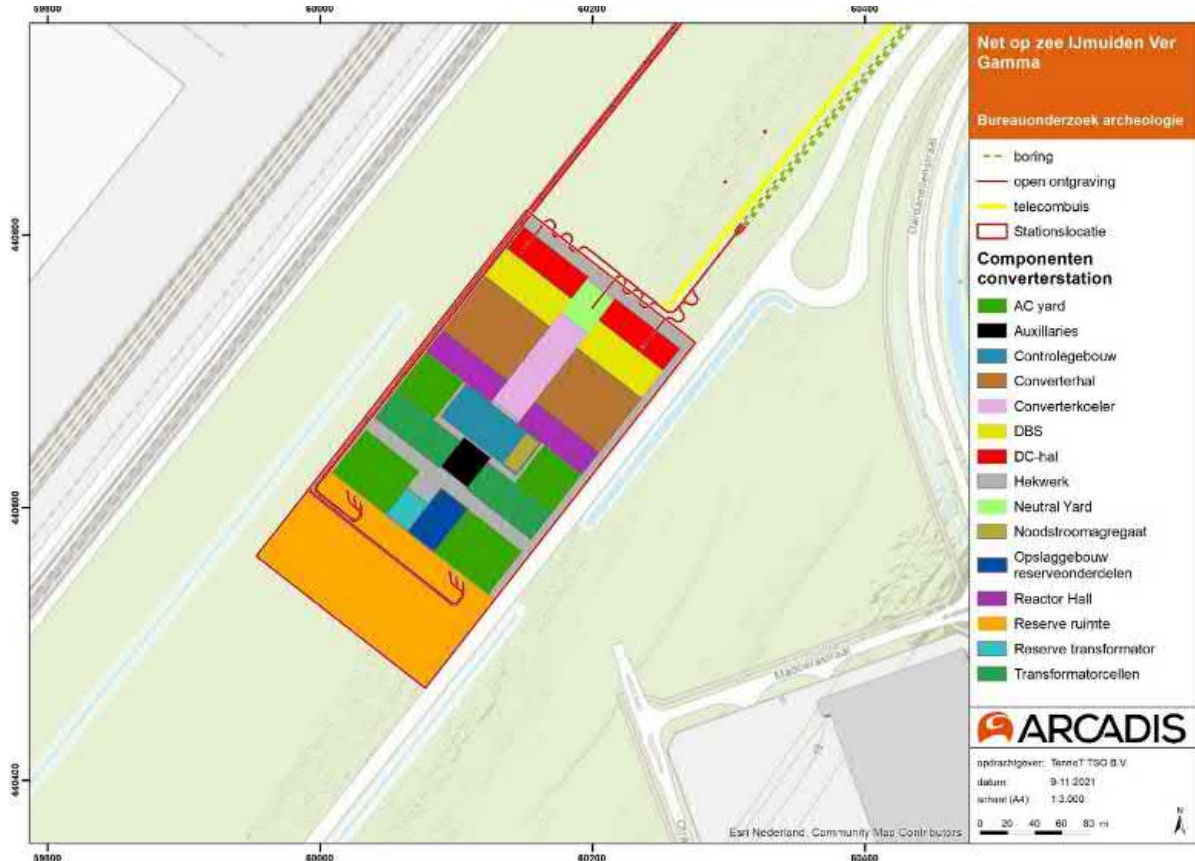
De benodigde ruimte voor het converterstation is ca 4 hectare. Het nieuwe 380kV-station (Amaliahaven) maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. De verwachte afmetingen van het converterstation zijn minimaal circa 157m x 240m en met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het maaiveld). De service building is circa 70x30x10m (lengte x breedte x hoogte).

De plot voor het converterstation ligt op een hoogte van circa +5,10 tot 7,00 meter NAP. Omdat de waterstand in de toekomst hoger kan worden en om de kans op een overstroming van de locatie te verkleinen wordt het maaiveld verhoogd met circa 0,39 meter. Niet het gehele perceel hoeft opgehoogd te worden omdat delen ervan op voldoende hoogte liggen.

Bij het aanbrengen van de grond dient rekening gehouden te worden met het inklinken hiervan. Voor het ophogen van de plot op Maasvlakte Gamma gaan we uit van het ophogen met 26.600 m³.

Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er zullen dus geen palen de grond in worden gebracht. Waar geen kelder is wordt er ontgraven tot 1,5 m – Mv.

Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat minimaal 2,10m diep de grond in tot maximaal 2,50m (vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 920 m² (46m x 20m).



Figuur 7. Converterstation.

1.5 Doel van het bureauonderzoek

1. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich mogelijk in het plangebied bevinden of verwacht worden.
2. Aan de hand van het bureauonderzoek wordt een gespecificeerd verwachtingsmodel opgesteld voor het aantreffen van archeologische resten en de risico's op het verstoren van deze resten binnen de planvorming.
3. Aan de hand van het bureauonderzoek wordt uitspraak gedaan over de noodzaak van archeologisch vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

1.6 Werkwijze

De landschappelijke en archeologische situatie wordt beschreven op basis van een aantal bronnen. De opbouw en ontwikkeling van het onderzoeksgebied zegt veel over de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden in het plangebied. In combinatie met gegevens over bekende archeologische vondsten en historische gegevens wordt een verwachting opgesteld voor de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de verwachte aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden. Voor het bureauonderzoek archeologie worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);

- Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart;
- Relevante publicaties van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek;
- Bodemkaart, geomorfologische kaart, het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), paleogeografische kaarten;
- Informatie uit Archis 3;
- Indien aanwezig geomorfologische kaart van de gemeente.

1.7 Juridisch- en beleidskader

1.7.1 Verdrag van Malta (1992)

Op 16 januari 1992 is door de Raad van Europa het Europese verdrag van Malta - ook wel bekend als de Conventie van Malta of het Verdrag van Valletta - gesloten. Aanleiding was de toenemende druk op het archeologisch erfgoed in Europa, onder meer door ruimtelijke ontwikkelingen, waardoor bodemarchief ongezien verloren dreigde te gaan. Het verdrag beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. Grondslag van het verdrag is dat dit archeologische erfgoed integrale bescherming nodig heeft en krijgt. In het verdrag zijn drie uitgangspunten ten aanzien van de omgang met archeologie geïntroduceerd:

- Het streven naar het behouden van archeologie in de bodem, het zogenaamde "behoud in situ" (artikel 4, tweede lid). Opgraven is het (gedocumenteerd) vernietigen van het bodemarchief en is in principe niet het eerste streven. De gedachte daarachter is dat er bodemarchief voor toekomstige generaties bewaard moet blijven.
- Tijdig rekening houden in de ruimtelijke ordening met de mogelijkheid of aanwezigheid van archeologische waarden, zodat er nog ruimte is voor archeologievriendelijke alternatieven (artikel 5). Zo wordt voorgesteld om steeds vooraf onderzoek te laten doen naar de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden om het bodemarchief beter te beschermen en om onzekerheden tijdens de bouw van bijvoorbeeld nieuwe wijken te beperken. Op deze manier kan daar bij de ontwikkeling van de plannen zoveel mogelijk rekening mee worden gehouden. Door er vooraf rekening mee te houden, wordt vertraging in bouwprocessen voorkomen.
- Elke lidstaat die het Verdrag van Malta ondertekent is verplicht maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat bij particuliere of openbare ontwikkelingsprojecten de kosten van de noodzakelijke archeologische maatregelen worden gedekt (artikel 6). In de Nederlandse wetgeving is dit vertaald in het 'de verstoorder betaalt'-principe (Wet op de archeologische monumentenzorg 2008). De ontwikkelaar is verantwoordelijk voor de kosten van het archeologisch onderzoek en de uitwerking van de resultaten. Dit principe is geïntroduceerd als een stimulans om locaties voor ruimtelijke ontwikkeling te zoeken waarbij de archeologische verwachtingswaarden minder hoog zijn.

1.7.2 Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)

Sinds 1 juli 2016 geldt de nieuwe Erfgoedwet. Deze wet harmoniseert de bestaande wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Een belangrijke wijziging voor archeologie is dat in de Erfgoedwet de regels voor de archeologische monumentenzorg aan de orde komen. De omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving wordt onderdeel van de Omgevingswet. Tot dat de Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen.

- Op grond van artikel 38a van de Monumentenwet 1988 en op grond van de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1.6 Besluit ruimtelijke ordening), zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. De verankering vindt plaats door het toekennen van de bestemming of dubbelbestemming 'Waarde – Archeologie'. In een gemeentelijke verordening en in het bestemmingsplan worden regels opgenomen met betrekking tot het gebruik van de grond. Aan deze regels kan een omgevingsvergunningstelsel voor onder meer het gebruik van de grond en bodemwerkzaamheden worden gekoppeld.
- Op grond van artikel 2.22, derde lid onder d, van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht kunnen in het belang van de archeologische monumentenzorg, voorschriften aan de omgevingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften kunnen inhouden dat de aanvrager van een

omgevingsvergunning een rapport overlegt, waarin de archeologische waarde wordt vastgesteld van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord.

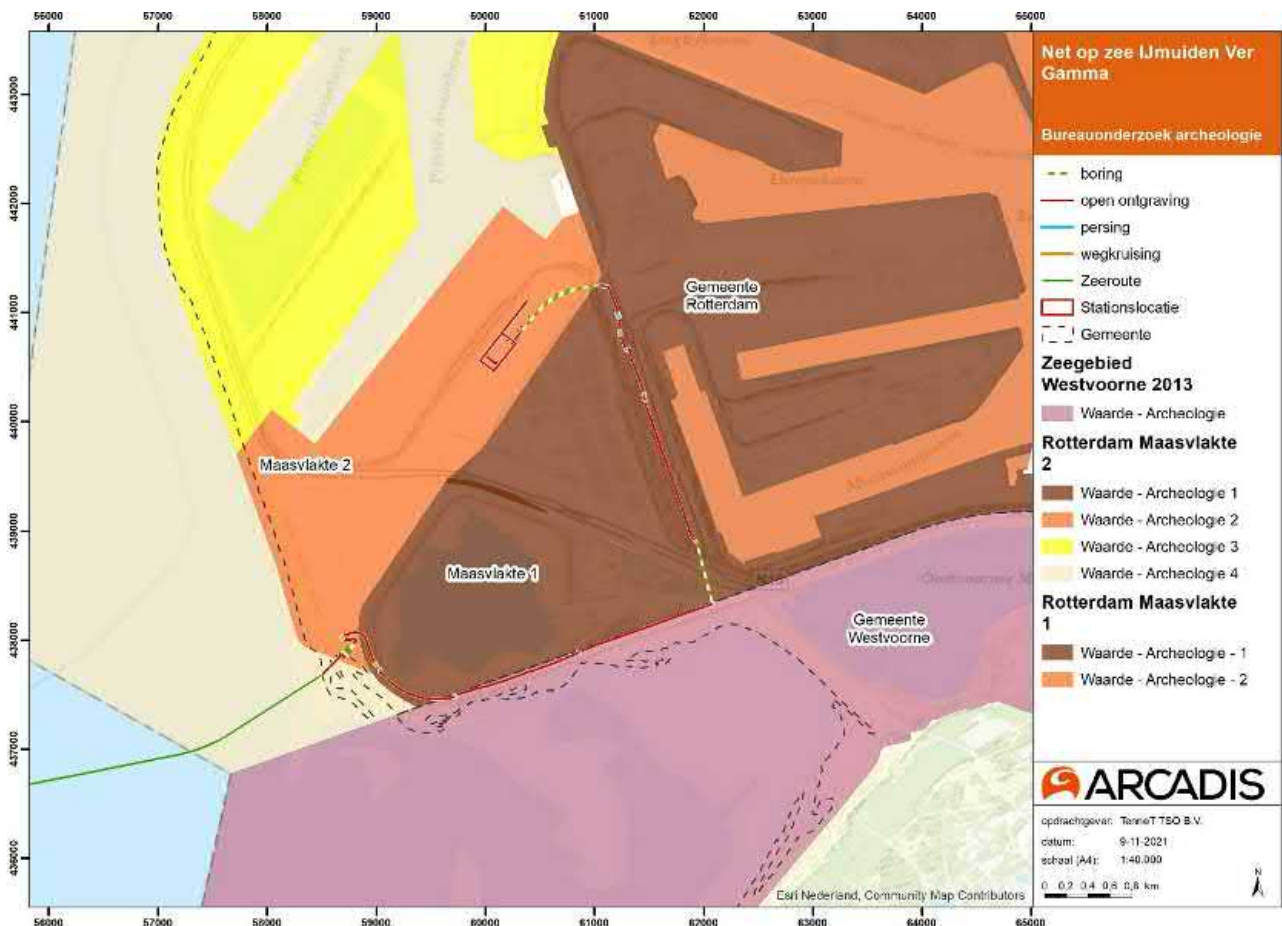
1.7.3 Gemeentelijk archeologiebeleid

Het gemeentelijk beleid toetst ingrepen aan een vastgesteld bestemmingsplan met archeologieparagraaf. Voor de gemeente Rotterdam zijn er de bestemmingsplannen Maasvlakte 1 en Maasvlakte 2, voor gemeente Westvoorne is er het bestemmingsplan Westvoorne Zeegebied (zie Figuur 8). Deze bestemmingsplannen zijn een uitwerking van het wat grovere archeologiebeleid van de gemeentelijke verwachtingskaarten (AWK Rotterdam 2005 en AWK Westvoorne 2008).

De locatie Maasvlakte ligt grotendeels in de gemeente Rotterdam. Het plangebied ligt hier deels in Bestemmingsplan Maasvlakte 1 en deels in bestemmingsplan Maasvlakte 2. Binnen deze bestemmingsplannen komen ter plaatse van het tracé twee typen dubbelbestemming Archeologie voor, namelijk 'Waarde – Archeologie 1' en 'Waarde – Archeologie 2', het beleid behorende bij deze dubbelbestemmingen staat beschreven in Tabel 2.

Een deel van het tracé bevindt zich in de gemeente Westvoorne. Het plangebied raakt hier de dubbelbestemming 'Waarde – Archeologie'. Binnen deze dubbelbestemming wordt er onderscheid gemaakt tussen twee verschillende functieaanduidingen met een specifieke vorm van waarde die door het tracé doorkruist worden (zie Tabel 2).

In beide gemeenten worden de vrijstellingsgrenzen voor het uitvoeren van archeologisch onderzoek overschreden.



Figuur 8: Bestemmingsplan Maasvlakte 1 en 2 (gemeente Rotterdam), en gemeente Westvoorne met de daar bijhorende dubbelbestemming Archeologie.

Tabel 2: Dubbelbestemmingen Archeologie en bijbehorend beleid gemeente Rotterdam en gemeente Westvoorne.

Dubbelbestemming	Beleid
Gemeente Rotterdam	
Waarde Archeologie 1	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m ² , dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 3 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 3 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is vastgesteld.
Waarde Archeologie 2	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m ² , dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 7 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 7 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is beschreven. Het rapport is ten minste gebaseerd op bureauonderzoek en reeds beschikbare informatie.
Gemeente Westvoorne	
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie	<p>Hier mogen alleen bouwwerken worden gebouwd met een bouwhoogte van ten hoogste 3 m.</p> <p>Er mag uitsluitend worden gebouwd indien de aanvrager van de bouwvergunning een rapport heeft overlegd waarin de archeologische waarde van de betrokken locatie naar het oordeel van burgemeester en wethouders in voldoende mate is vastgesteld.</p> <p>De betrokken archeologische waarden, gelet op dit rapport, door de bouwactiviteiten niet worden geschaad of mogelijke schade kan worden voorkomen door aan de bouwvergunning regels te verbinden, gericht op het behoud van de archeologische resten in de bodem, het doen van opgravingen dan wel het begeleiden van de bouwactiviteiten door een archeologische deskundige.</p>
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie, Specifieke vorm van waarde - 4	De regelgeving voor gebieden met een dubbelbestemming Waarde – Archeologie is niet van toepassing binnen de zone waarde – 4 indien graafwerkzaamheden niet dieper dan 3 m beneden NAP en zonder heiwerkzaamheden kan worden geplaatst of een oppervlakte beslaat van ten hoogste 200 m ² .
Dubbelbestemming Waarde – Archeologie, Specifieke vorm van waarde - 5	De regelgeving voor gebieden met een dubbelbestemming Waarde – Archeologie is niet van toepassing binnen de zone waarde – 5 indien graafwerkzaamheden niet dieper dan de onderwaterbodem of een oppervlakte beslaat van ten hoogste 200 m ² .

2 LANDSCHAP

2.1 Inleiding

De keuze voor een vestigingslocatie werd in het verleden in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving en de mogelijkheden die hierin geboden werden. De locatie was afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden en voorwaarden veranderden gedurende de perioden.

Een relatief hoge plaats ten opzichte van de omgeving en beschikbaarheid van (stromend) water gold voor nagenoeg alle perioden als voorwaarde voor een vestigingslocatie. Gedurende de jager/verzamelaar periode (tot en met het Neolithicum) was echter met name de beschikbaarheid van natuurlijke voedselbronnen van belang, terwijl de landbouwers (vanaf de Bronstijd tot en met de Late Middeleeuwen) de voorkeur hadden voor de aanwezigheid van vruchtbare gronden voor akkerbouw. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting.

2.2 Landschappelijke ontwikkeling

2.2.1 Geologie

Het plangebied maakt deel uit van de eerste en tweede Maasvlakte bij Rotterdam. Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Boringen tonen dat de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (Dinoloket). Daaronder komen afzettingen uit het Weichselien en het Vroeg Holoceen voor.

Gedurende de laatste ijstijd (Weichselien van ca. 115.000 tot 11.755 jaar geleden) stond de zeespiegel veel lager en lag de Noordzee langdurig droog. In deze periode was de Maasvlakte onderdeel van een vlechtend riviersysteem van wat nu de Rijn en Maas is. Dit riviersysteem heeft in een brede vlakte een dal uitgesleten en een dik pakket zand en grind afgezet. Deze hoofdzakelijk grindrijke, grofzandige afzettingen worden tot de Formatie van Kreftenheye gerekend en bevinden zich ter plaatse van de Maasvlakte in de diepere ondergrond (Koeman *et al.* 2016). Tussen het moment dat de Maasvlakte droog ligt (9000 v. Chr.) en het moment dat het onder water is gelopen (5500 v. Chr.) vinden verschillende ontwikkelingen plaats, die hieronder kort beschreven worden.

Aan het begin van het Holoceen (Preboreaal) worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstromd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort (Formatie van Kreftenheye). Ook kon vanuit de vaak geheel of gedeeltelijk droogliggende, brede en ondiepe rivierbedding verstuiwing optreden, waardoor langs de rivier zogenaamde rivierduinen werden gevormd, deze worden ook wel donken genoemd (Berendsen, 2004). Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen (preboreale tot begin boreale ouderdom; Moree en Sier 2014). Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m –NAP reikten. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatig overstromde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 v. Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdrinken onderwaterbodems landschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de toppen van de duinen blijkt het vroeg holocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzehaven (Moree en Sier 2016).

Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waarbij de Maasvlakte continu onder water stond (Figuur 12 & Figuur 12). Op deze zogenoemde transgressieve sedimenten ligt een complex van veel jongere mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL). Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr.

2.2.1.1 Geologische setting plangebied

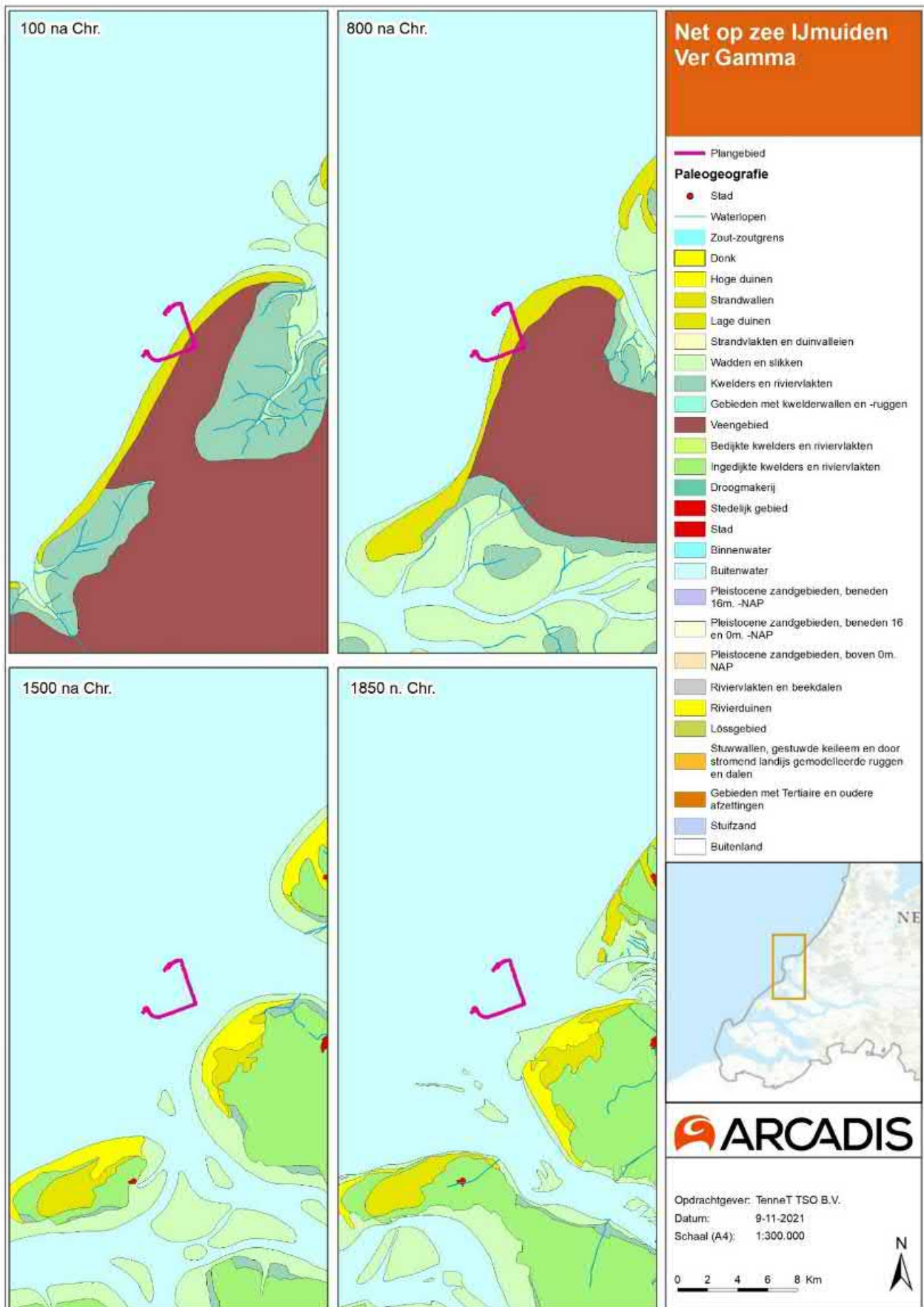
Het plangebied bevindt zich op de geologische overzichtskaart (Figuur 9: Geologische kaart) binnen de zones Sb1 Bligh Bank Lp. (zeezand), Na6 Lp. v. Walcheren (zeeklei en -zand) en Na2 Fm. v. Naaldwijk (zeeklei en -zand). Dit komt ook overeen met de gegevens afkomstig van een boring in de nabijheid van het plangebied en grotendeels op de Paleogeografische kaarten (Figuur 11 en Figuur 12). De diepere ondergrond onder het plangebied bestaat uit zand (Formatie van Kreftenheye). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye op 40,00 – 25,00 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Dit overstroomde vervolgens en er werd daarbij klei afgezet (Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen op 25,00 – 24,22 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Dit vernatte vervolgens vanaf circa 8400 v. Chr. en er begon veengroei plaats te vinden, behorend tot de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag. Nabij het plangebied wordt de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag op 24,22 – 23,80 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Vervolgens kwam het plangebied in het stroomgebied van een getijderivier/delta te liggen vanaf circa 7250 v. Chr. behorende tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk). Nabij het plangebied wordt het Laagpakket van Wormer op 23,80 – 21,00 m - NAP aangetroffen (DINO-loket, B37A0324). Vanaf 5500 v.Chr. ligt het gehele plangebied in zee, er werden mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL) afgezet. Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr. Vervolgens is dit stuk vanaf 1960 opgespoten met zand om de Maasvlakte aan te leggen. Deze antropogene afzettingen zijn nabij het plangebied aangetroffen vanaf 21,00 m – NAP (DINO-loket, B37A0324).

Tabel 3. Boorpunt B37A0324 direct ten oosten van het plangebied (DINO-loket).

Boorpunt Identificatie nr.	Lithostratigrafie	Diepteligging pakket (m - Mv.)	Diepteligging pakket (m - NAP)
B37A0324	Antropogene afzettingen	0.00 – - 24.00 m	3.00 – - 21.00 m
	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer	- 24.00 – - 26.80 m -	-21.00 – - 23.80 m
	Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag	- 26.80 – - 27.22 m	-23.80 – - 24.22 m
	Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen	- 27.22 – - 28.00 m	-24.22 – - 25.00 m
	Formatie van Kreftenheye	- 28.00 – - 43.00 m	-25.00 – - 40.00 m



Figuur 11: Het plangebied op de paleogeografische kaartenreeks (Vos e.a. 2018).



Figuur 12: Het plangebied op de paleogeografische kaartenreeks (Vos e.a. 2018).

2.2.2 Landschap en bewoningsmogelijkheden

De geologische ontwikkelingen in het Holoceen hebben in geomorfologisch opzicht geleid tot de vorming van een kwelderlandschap dat is ontstaan onder invloed van getijdenwerking en sedimentatie. Veenvorming, fluviaatiele processen en menselijk ingrijpen hebben het landschap gevormd. De hogere strandwallen, rivierduinen en oeverwallen waren goede plaatsen voor bewoning in het verleden en zijn tegenwoordig locaties waar archeologische resten verwacht kunnen worden. De lagere en nattere komgebieden boden minder goede kansen voor bewoning. In deze zones is de trefkans op archeologische waarden dan ook lager.

De top van het pleistocene dekzand bevindt zich tegenwoordig op 25,00 m – NAP (- 28.00 m – Mv). Theoretisch kunnen sporen en resten uit het Laat Paleolithicum en/of het Mesolithicum, de periode van de jagers-verzamelaars, aanwezig zijn op het dekzand of op de rivierduinen.

De Maasvlakte ligt droog tussen 9000 v. Chr. en 5500 v. Chr., daarna overstroomt het en ligt het onderwater.

2.3 Geomorfologie

Het plangebied bevindt zich binnen een plateau-achtige storthoop, opgespoten terrein of kunstmatig eiland (Figuur 13).

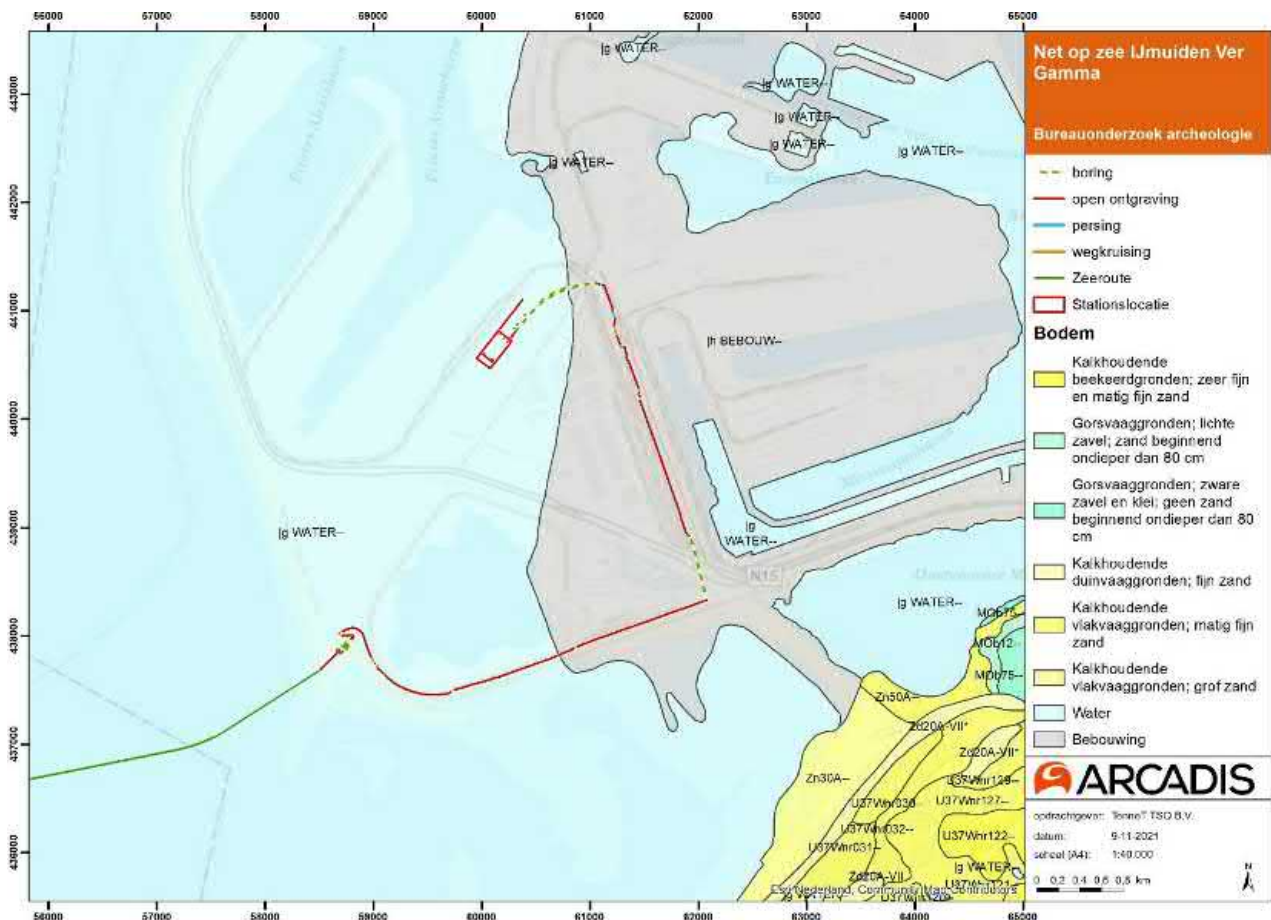
Voor processen die bij het ontstaan van dit landschap een rol hebben gespeeld, wordt verwezen naar paragraaf 2.2 (landschappelijke ontwikkeling).



Figuur 13. Geomorfologische kaart plangebieden Maasvlakte.

2.4 Bodem

De Bodemkaart geeft voor het plangebied weinig gegevens (Figuur 14). Voor het plangebied beperkt de bodeminformatie zich tot bebouwing of water.



Figuur 14. Bodemkaart plangebied Maasvlakte.

2.5 Verstoringen

Verstoringen van de bodem hebben invloed op de kans van het aantreffen van intacte archeologische resten. Met informatie over verstoringen kunnen maatregelen mogelijk worden aangepast om onverstoordte gronden te ontzien van ingrepen. De diepte van de verstoring en de verwachte diepte van archeologische resten kunnen worden meegenomen in de afweging of archeologisch vervolgonderzoek noodzakelijk is.

Het plangebied ligt op de Tweede Maasvlakte, de bovenste 20 meter van de ondergrond is zeker antropogeen.

2.6 Hoogtebestand AHN

Het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) geeft de precieze en gedetailleerde maaiveldhoogtes van Nederland in meters ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De maaiveldhoogtes worden in een kleurenschaal weergegeven.

Het gehele plangebied op de Maasvlakte ligt op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m boven NAP (zie Figuur 15). Zoals al is aangegeven eerder in dit hoofdstuk is de grond binnen het plangebied Maasvlakte opgehoogd met circa 20 m. De groei en ontwikkeling van de Maasvlakte is te volgen in de ontwikkeling en opnames van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Het AHN3 ter plaatse van de Maasvlakte is ingemeten in het eerste kwartaal van 2017. Het AHN2 is ingewonnen tussen 2007 en 2012.



Figuur 15. Het plangebied Maasvlakte op het AHN3, ingewonnen in 2017.

2.7 Grondwater

Het grondwaterpeil bepaalt voor een groot deel de mate van conservering van archeologische waarden in de bodem. Archeologische resten die zich onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bevinden worden door het water tegen degradatie beschermd. Vooral organische resten blijven in een natte omgeving veelal goed geconserveerd. Resten die boven de GLG liggen raken in de loop van de tijd steeds ernstiger aangetast door verdroging en oxidatie. Wanneer de grondwaterstand door verstoringen verandert kan dat ernstige gevolgen hebben voor het in de bodem aanwezige bodemarchief. Diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld wordt aangeduid met de term grondwatertrappen (Gt). Grondwatertrappen worden op de bodemkaart van nat naar droog aangeduid met de Romeinse cijfers I-VII en zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (afgekort met GHG en GLG). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de indeling van de grondwatertrappen met bijbehorende grondwaterstanden.

Tabel 4. Grondwatertrappen.

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

Er zijn geen grondwatertrappen beschikbaar voor het plangebied.

2.8 Synthese landschap

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. Gedurende het Weichselien lag het gebied in het estuarium van de Rijn en Maas rivieren. Door de zeespiegelstijging in het Holoceen nam de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatig overstromde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta vond plaats in de periode 7.250 – 6.500 v.Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied transformeerde toen van een drassig terrestrisch landschap naar een verdrongen onderwaterbodemplandschap waarbij de kustlijn meer landinwaarts kwam te liggen. Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m + NAP ligt.

3 HISTORIE

3.1 Inleiding

De historie van een onderzoeksgebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontwikkelingen in het onderzoeksgebied. Voor de negentiende en twintigste eeuw zijn de ontwikkelingen eenvoudig te achterhalen door historisch kaartmateriaal te onderzoeken. Kaarten worden met een relatief grote regelmaat geproduceerd, en laten de ontwikkeling van een landschap nauwkeurig zien.

3.2 Historische informatie

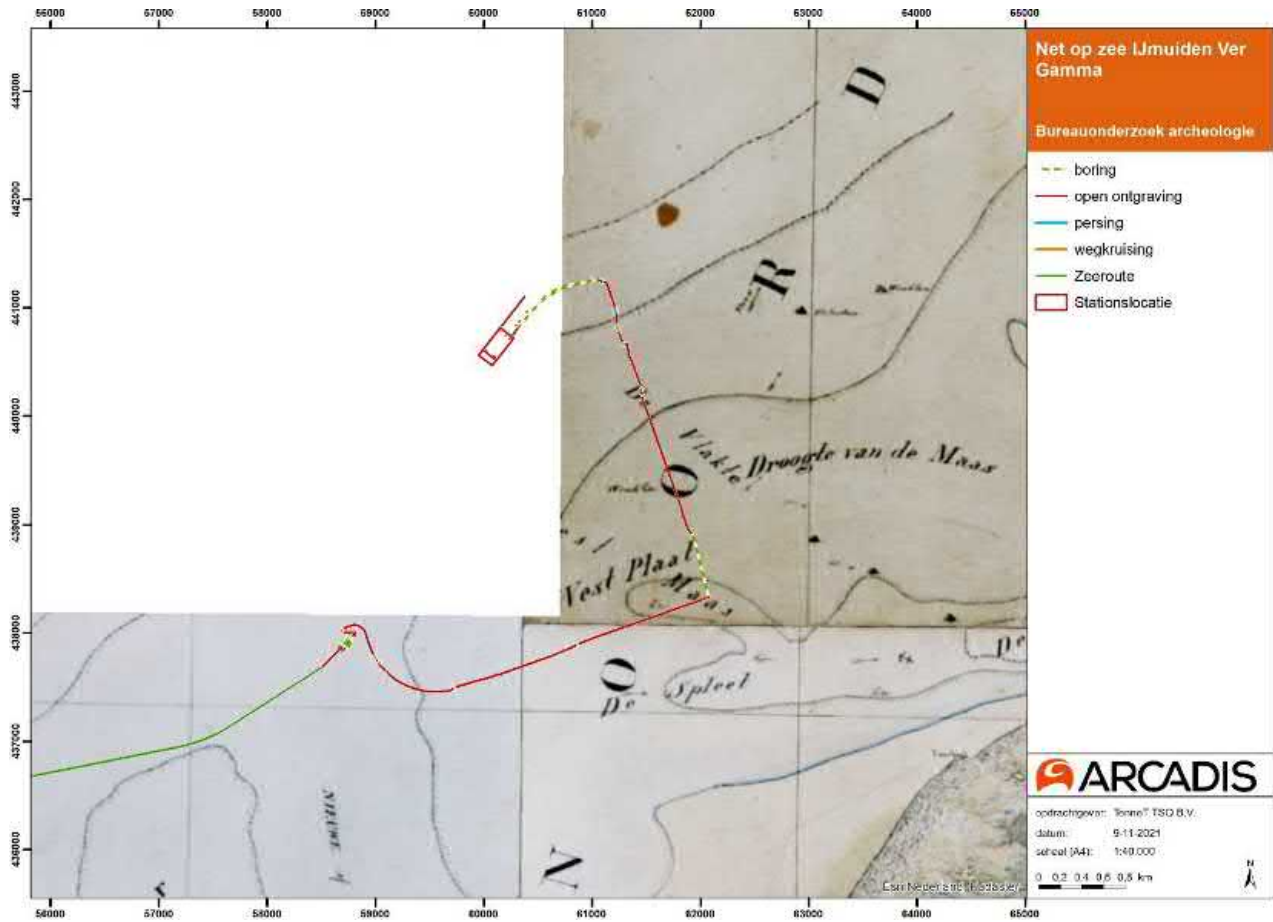
In de ontwikkeling door tijd wordt verwezen naar historische kaarten, die hieronder zijn afgebeeld. Op de historische kaart van 1900 bevindt het plangebied en het tracé zich in de Noordzee (Figuur 17). Ook op de historische kaart van 1950 zijn de plangebieden en tracé omgeven door water. De naam 'Maasvlakte' is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd 'Bollen'. Onderstaande tekst is afkomstig uit BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020):

In het kader van de aanleg van de grootschalige locatie van baggerspecie uit het benedenrivierengebied ter hoogte van de Slufter, is een historisch-geografisch onderzoek verricht (Hofland 1986a). In dit zeer uitgebreide onderzoek is aan de hand van kaartmateriaal en schriftelijke mededelingen het geulenpatroon gereconstrueerd en het verloop van de oude vaarroutes vastgesteld. Samenvattend kan de ontwikkeling van de vaarroutes als volgt worden beschreven.

Een verantwoorde reconstructie is pas mogelijk voor de periode vanaf circa 1540. Aan het eind van de 16^e eeuw hadden de gangbare vaarroutes op de ondiepste plaatsen bij laag water slechts twee vadem diepte (± 3,60 meter). Halverwege de 16^e eeuw waren er twee routes, die min of meer langs de kusten van 's Gravenzande en Voorne liepen (Hofland 1986a; Hofland 1986b). De zuidelijke toegang tot de Maas was de belangrijkste. In de tweede helft van de 16e eeuw kwam hier verandering in. Een vrij brede geul, genaamd het "Nieuwe gatt", doorkruiste de brede zandbank en kreeg al gauw een diepte van drie à vier vadem. Door aanslibbing van de Westplaat schoof de zuidelijke route in noordelijke richting op en vond zij aansluiting bij het 'Nieuwe gatt'. Aan het begin van de 17^e eeuw wijzigde de situatie in het Maasmondgebied geregeld, zonder dat de zuidelijke route in gevaar kwam. Voor korte tijd had ook de noordelijke toegang een goede vaardiepte, maar door overvloedige sedimentatie vormde zich al snel een haakwal die zich in de loop van de 17^e eeuw verder ontwikkelde. De noordelijke vaargeul, die in 1623 bekend stond als Everskil, verplaatste zich als gevolg hiervan steeds verder zuidwaarts en was ondanks markering van de vaargeul met tonnen van ondergeschikt belang. In de loop van de 18^e en het begin van de 19^e eeuw verlegde de zuidelijke vaargeul zich naar het zuiden. Tegelijkertijd breidde ook de haakwal De Beer zich in zuidelijke richting uit. Door de uitbreiding van De Beer vernauwde de Maasmond. Hierdoor nam de stroomsnelheid toe hetgeen ertoe leidde dat de stroomgeulen dieper werden uitgeschuurd. Terwijl ter hoogte van 'De Pit' de vaargeulen werden uitgediept, liep de waterdiepte vlak voor de kust bedenkelijk terug.

Een gevolg van de verzanding van de Maasmonding was dat in het begin van de 19^e eeuw schepen die vanaf zee naar Rotterdam wilden, een forse omweg moesten maken via onder andere het Haringvliet en de Dordtsche Kil. Door de aanleg in het begin van de 19^e eeuw van het Kanaal door Voorne, tussen de kort na 1600 ontstane marinehaven Hellevoetsluis bij het Haringvliet en het in de jaren zestig van de vorige eeuw door Europoort opgeslokte gehucht Nieuwesluis aan de Brielse Maas, kreeg Rotterdam een kortere verbinding met de zee. Het kanaal kwam in 1829 gereed en werd rond 1960 bij de aanleg van het Hartelkanaal ter hoogte van Heenvliet afgedamd. Ondanks de lastige bereikbaarheid was Rotterdam halverwege de 19^e eeuw al een van de grootste havensteden geworden. Dit kwam onder meer door het grote aandeel in de doorvoer van goederen naar Duitsland en Engeland.

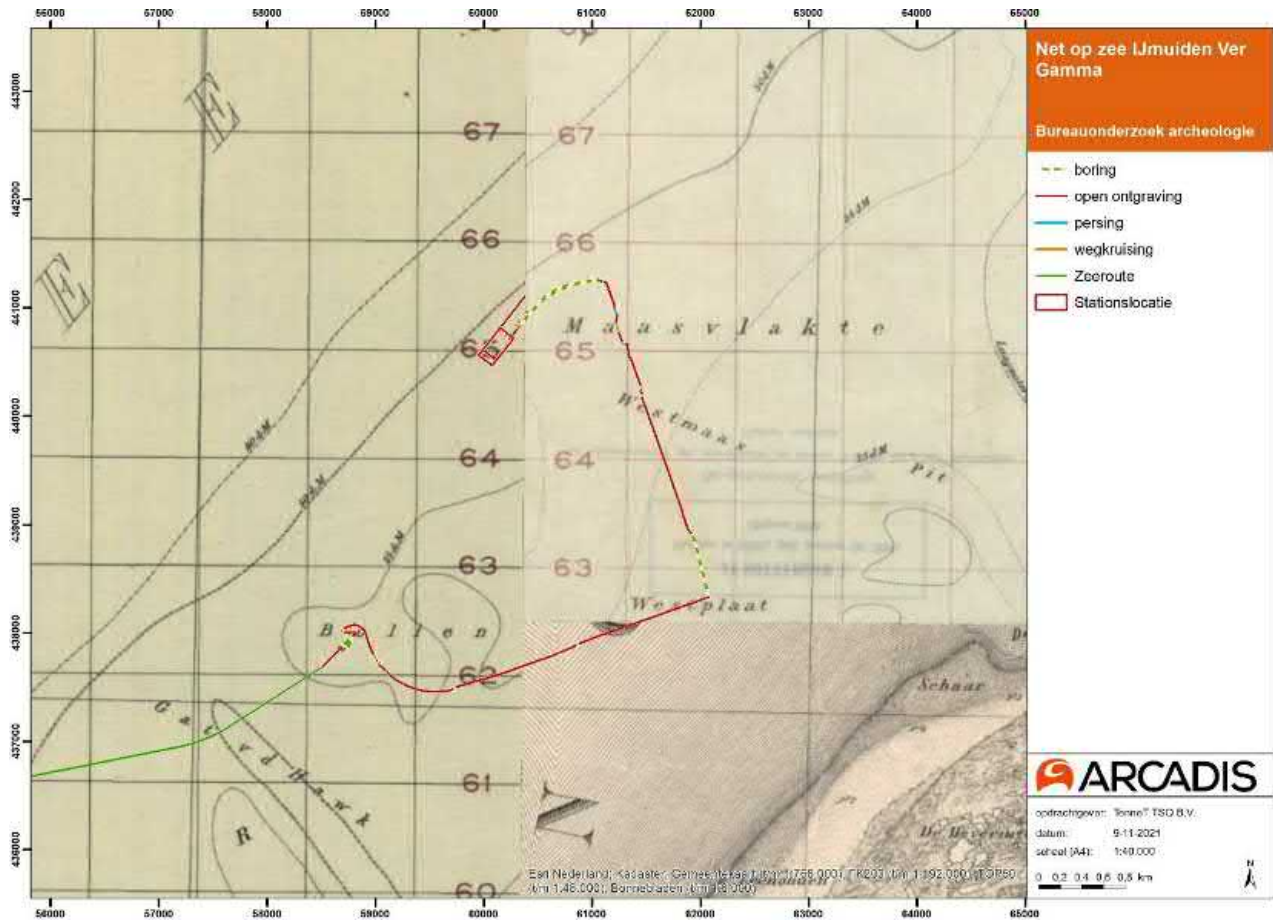
Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren '60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren '60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen (Figuur 16). Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen (Figuur 17). In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen (Figuur 21 en Figuur 22).



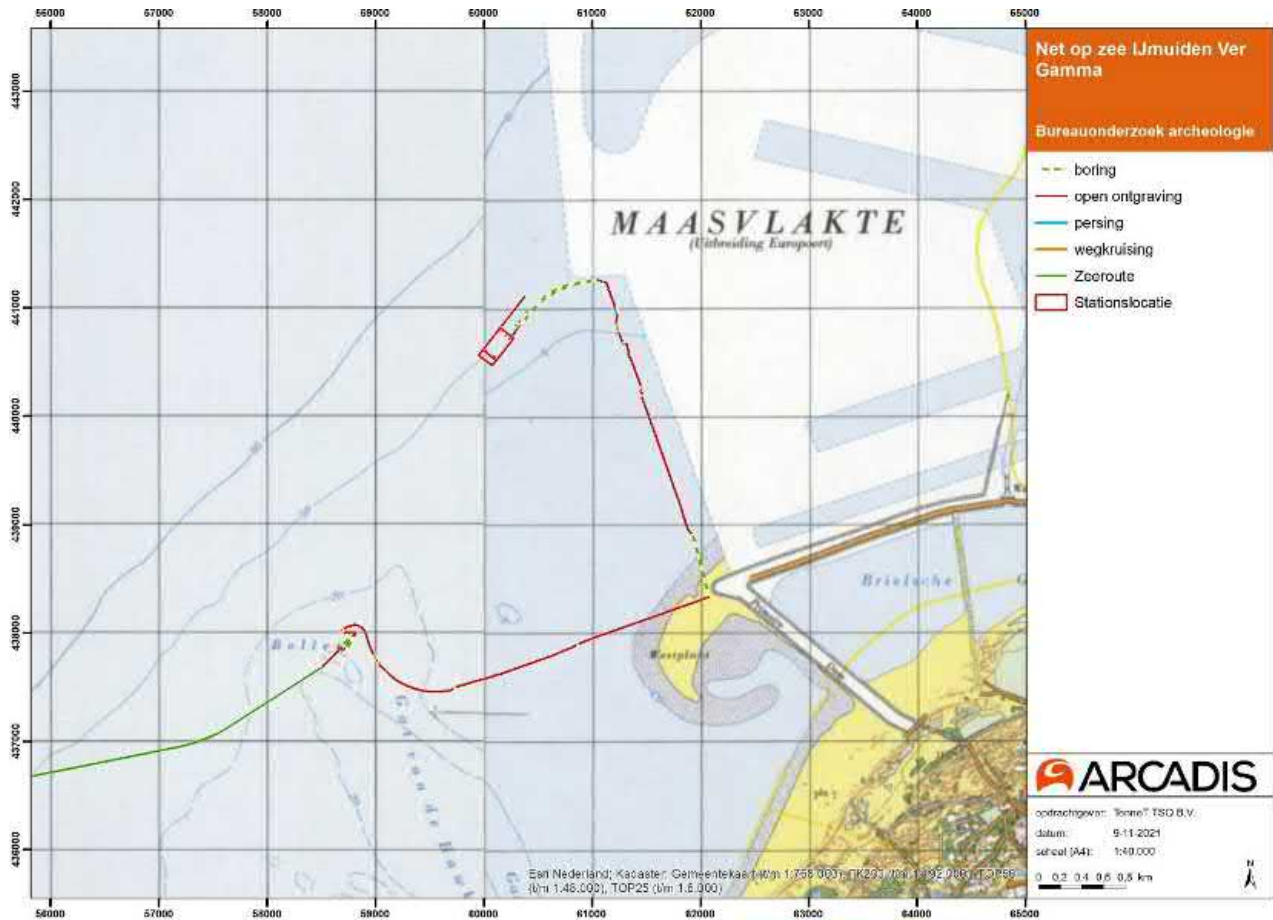
Figuur 16. Historische kaart uit circa 1850 plangebied Maasvlakte.



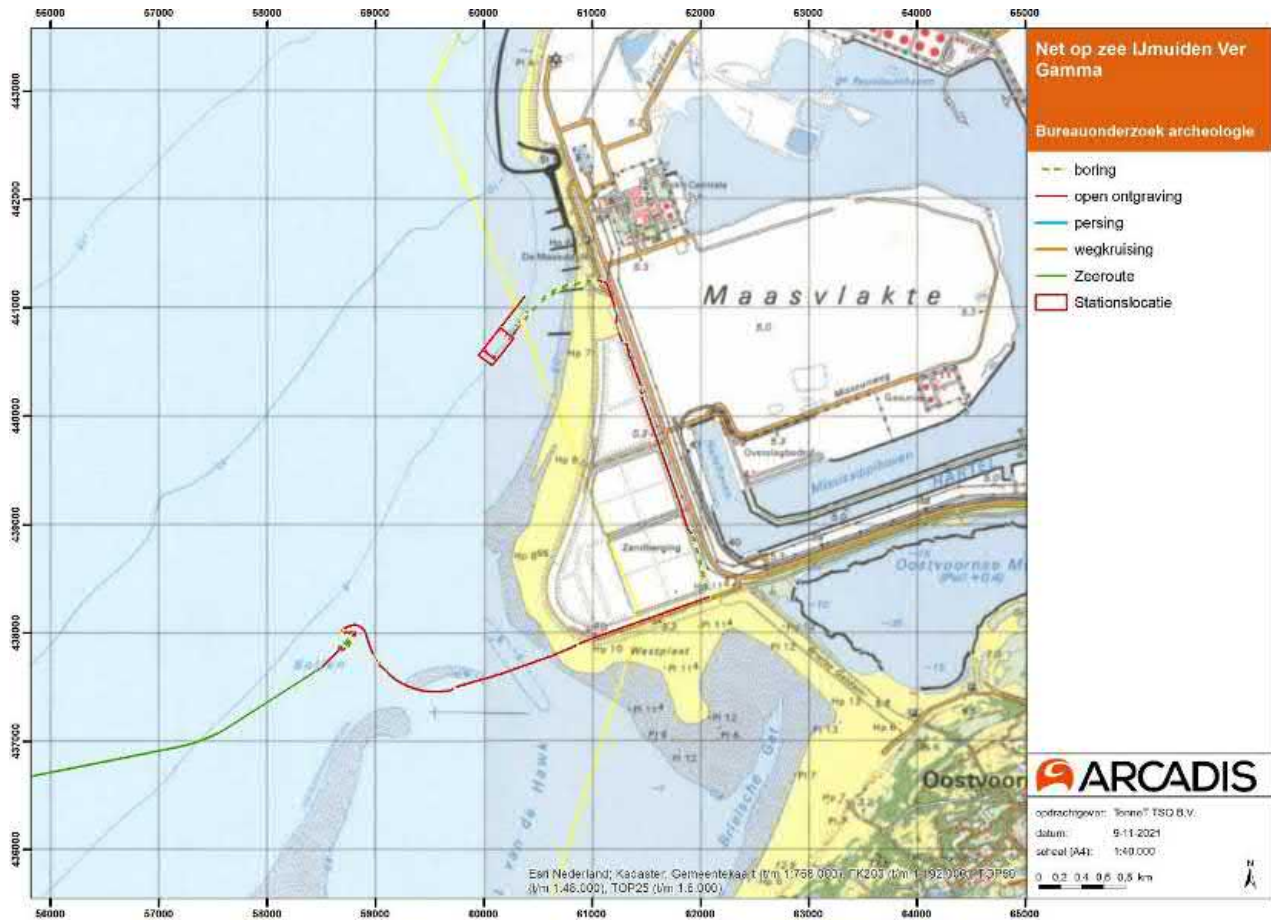
Figuur 17. Historische kaart uit circa 1900 plangebied Maasvlakte.



Figuur 18. Historische kaart uit circa 1930 plangebied Maasvlakte.



Figuur 19: Topografische kaart uit 1970 plangebied Maasvlakte.



Figuur 20. Topografische kaart uit 1990 plangebied Maasvlakte.

4 ARCHEOLOGIE

4.1 Inleiding

Om een archeologische verwachting voor een gebied op te kunnen stellen, is eerst kennis nodig van de reeds bekende archeologische waarden en van de verwachting die voor het gebied geldt. In dit hoofdstuk worden de bekende archeologische waarden en verwachtingen aan de hand van verschillende bronnen beschreven.

Tabel 5. Archeologische perioden (bron: ABR).

Periode	Begin	Einde
Nieuwe Tijd	1500	Heden
Late Middeleeuwen	1050	1500
Vroege Middeleeuwen	450	1050
Romeinse Tijd	12 v. Chr.	450
IJzertijd	800 v. Chr.	12 v. Chr.
Bronstijd	2.000 v. Chr.	800 v. Chr.
Neolithicum	5.300 v. Chr.	2.000 v. Chr.
Mesolithicum	8.800 v. Chr.	4.900 v. Chr.
Laat Paleolithicum	35.000 v. Chr.	8.800 v. Chr.
Midden Paleolithicum	300.000 v. Chr.	35.000 v. Chr.

4.2 Archeologische verwachting

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. Zoals in hoofdstuk 1.7.3 is beschreven bevindt het tracé zich in de gemeenten Rotterdam en Westvoorne, voor deze gemeenten is een archeologische verwachtingskaart opgesteld (zie Figuur 23).

De archeologische verwachtingen voor het tracé staan op de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam. Dit geldt echter alleen voor het deel op de eerste Maasvlakte omdat de tweede Maasvlakte tijdens de realisatie van de waardenkaart nog niet was aangelegd. Het tracé ligt ter hoogte van Maasvlakte 1 in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden NAP. Volgens de in hoofdstuk 1.7.3 beschreven bestemmingsplannen zijn er op Maasvlakte 2 archeologische waarden te verwachten dieper dan 7 meter beneden NAP.

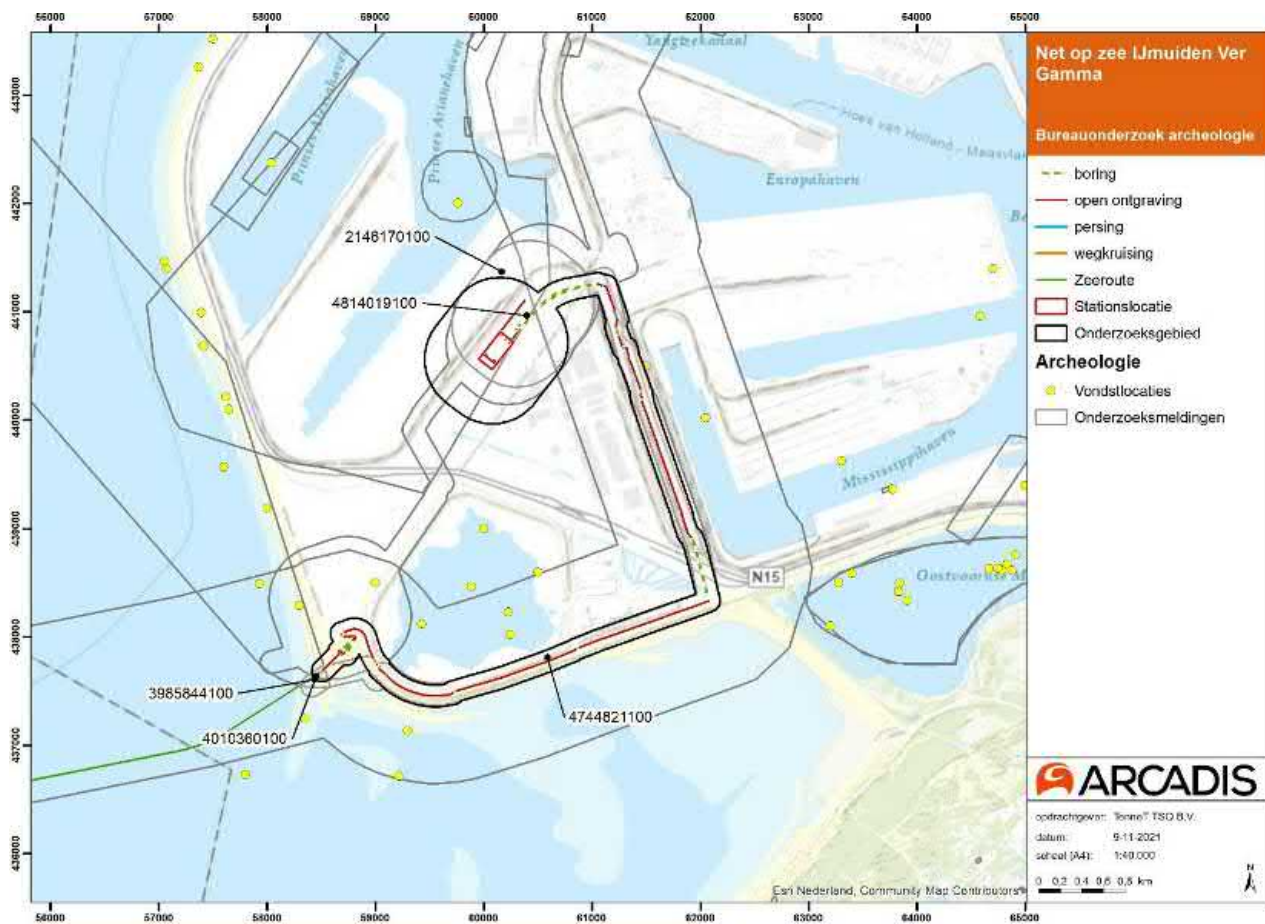
De archeologische verwachtingskaart van de gemeente Westvoorne laat zien dat het tracé door gebieden met een lage verwachting gaat. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan de huidige onderwaterbodem of dieper dan 3 meter beneden NAP.



Figuur 23. Archeologische verwachtingskaart gemeente Rotterdam en gemeente Westvoorne.

4.3 Archeologische informatie

In dit hoofdstuk worden de onderdelen AMK-terreinen, vondstlocaties en onderzoeksmeldingen behandeld.



Figuur 24. Bekende archeologische AMK-terrein, vondstmeldingen en onderzoeksmeldingen binnen onderzoeksgebied Maasvlakte.



Figuur 25: Scheepswrakken rond het plangebied (CHAZ Zuid Holland en CIS Maasvlakte 2).

4.3.1.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende en waardevolle archeologische vindplaatsen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen terreinen van waarde, hoge waarde, zeer hoge waarde, en zeer hoge waarde – beschermd. In het laatste geval is het terrein een beschermd Rijksmonument. Het uitgangspunt bij AMK-terreinen is in principe behoud van archeologische resten in situ. Er bevinden zich geen archeologische AMK-terreinen in het plangebied (Figuur 24).

4.3.1.2 Vondstlocaties en scheepswrakken

Vondstlocaties zijn archeologische vondsten en waarnemingen die geregistreerd zijn in Archis. Er bevindt zich één vondstmelding in het onderzoeksgebied (Figuur 24).

In het bureauonderzoek voor het zee-deel van de kabel zijn de bekende scheepswrakken geïnventariseerd (Van den Brenk et al. 2019). Omdat de locaties van de scheepswrakken bij benadering bekend zijn, en de wrakken een mogelijk grote omvang kunnen hebben, zijn voor deze locaties buffers van 100 m gebruikt. Binnen het onderzoeksgebied voor het landtracé bevinden zich geen bekende wraklocaties (Figuur 25). Er bevinden zich wel veel wrakken in de nabijheid van het tracé, de wrakken met een naam op Figuur 25 zijn opgenomen in BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020). Deze wrakken zijn op verschillende diepten aangetroffen tussen de 5 en 18 m – NAP. Onderstaande tekst is afkomstig uit deze publicatie:

Op twee plaatsen in de directe omgeving van het plangebied op de Maasvlakte zijn concentraties scheepswrakken bekend: De Slufter en het Oostvoornse Meer.

De Slufter

In het kader van de aanleg van een baggerspeciedepot voor rivierslib aan de westzijde van de eerste Maasvlakte in de jaren '80 van de 20e eeuw is circa 37 miljoen kubieke meter sediment gebaggerd. Voorafgaand aan dit werk zijn afspraken gemaakt met de uitvoerders omtrent de omgang met eventuele scheepsarcheologische vondsten (Adams e.a. 1990). Tijdens de uitvoering zijn in totaal zes vindplaatsen gemeld en onderzocht, ze hebben het toponiem Slufter (SL) 1 t/m 6 gekregen. Gezien de inrichting van deze archeologische begeleiding, waarbij archeologisch duikwerk onder moeilijke omstandigheden werd verricht na een vondstmelding, zijn de meeste waarnemingen globaal, indicatief en vooral onvolledig.

De wrakdelen SL1, 3 en 5 kunnen worden gekoppeld aan de schipbreuk van één schip dat dateert aan het einde van de 18^e eeuw en dat kennelijk uiteen is geslagen en over een groot gebied verspreid is geraakt. Bemonsterde houten onderdelen leveren een kapdatum op van circa 1796.

Van SL2 is weinig meer bekend dan dat het vermoedelijk om een laatmiddeleeuws wrak gaat.

De SL4 is de meest spectaculaire vondst. Het betreft een goed geconserveerd Engels schip waarvan de bouwdatum op 1840 is vastgesteld. Gezien het belang van voortgang van het project is ervoor gekozen om dit wrak met een grote wrakkenknipper in zijn geheel te bergen. Deze operatie heeft ertoe geleid dat een groot deel van bakboord in scheepsbouwkundig verband boven water is gekomen. Vervolgens is het uitgebreid onderzocht en gedocumenteerd en kon geconcludeerd worden dat het een vrachtschip voor kolentransport betreft, een zogenaamde collier (Adams e.a. 1990, 123).

Van de laatste vindplaats is het niet duidelijk geworden of het gaat om opgebaggerde restanten van een wrak dat bij de aanleg van de Maasvlakte in de jaren '60 uit context is geraakt, of dat het gaat om enkele scheepsonderdelen van een wrak dat verder nog in situ bewaard is gebleven. Het gaat om hout en fragmenten van ijzeren ankers, mogelijk van een 20^e-eeuws schip. Omdat op deze locatie verder geen werkzaamheden meer noodzakelijk waren, heeft men de site niet verder onderzocht.

Oostvoornse Meer

Vanaf de jaren '60 van de 20^e eeuw is in het Oostvoornse Meer zand gewonnen ten behoeve van de aanleg van Maasvlakte 1. De zandwinning vond plaats tot een diepte van meer dan 50 meter. De huidige grillige topografie van de waterbodem laat zien dat men tijdens de zandwinning op obstakels (waarschijnlijk scheepswrakken) is gestuit, waarbij men om de obstakels heen is gaan zuigen. Door erosie zijn hierbij uiteindelijk de resten van wrakken naar diepere niveaus gezakt. Dit wordt bevestigd door het feit dat duikers in de jaren '90 van de 20^e eeuw diverse resten van scheepswrakken hebben aangetroffen op dieptes van meer dan 30 meter. Het is aannemelijk dat alle resten van scheepswrakken dieper dan circa 23 meter verplaatst en verspoeld zijn. Op en boven dit niveau kunnen resten in situ worden aangetroffen. In totaal zou het gaan om zeker acht unieke scheepswrakken, verspreid over zeventien locaties. Deze zijn in 2014 en 2015 door de RCE aan een waarderend onderzoek onderworpen (Opdebeeck, Coenen en van den Brenk 2019). Op basis van diverse onderzoeksmethoden bestaat momenteel het volgende beeld van de wrakken.

Op deze locaties (OVM2 en OVM5), die een oppervlakte beslaan van circa 40 bij 60 meter, liggen de uit elkaar geslagen resten van één of meerdere schepen uit het einde van de 19^e en het begin van de 20^e eeuw. Over deze wrakken bestaat veel discussie. Mogelijk betreft dit het wrak van het Engelse stoomzeilschip 'ARCHIMEDES' dat in 1864 zou zijn vergaan. Tevens worden de schepen 'LITTLEBECK' en 'GERMAINE', die op deze plek in respectievelijk 1884 en 1903 gezonken zijn, als kandidaten genoemd. Ook wordt wel eens gesuggereerd dat het wrak SL4 in de Sluffer de 'ARCHIMEDES' zou kunnen zijn.

Wrak OVM10 bestaat uit twee plekken met scheepshout die 20 meter uit elkaar liggen. Van een westelijke concentratie scheepshout lijkt het erop dat er resten van verschillende schepen door elkaar liggen, mogelijk als gevolg van de zandwinning in het meer. In ieder geval is er sprake van restanten van gladwandig gebouwde scheepsdelen uit het laatste kwart van de 17^e eeuw. De constructiedetails en de herkomst van het hout (Ardennen) wijzen op een in de Nederlanden gebouwd schip.

Voor wat betreft de oostelijke concentratie ligt een deel van het wrakhout mogelijk nog in verband in de bodem. Het schip dateert uit de eerste helft van de 17^e eeuw en op grond van de herkomst van het hout (Baltisch gebied) is het vermoedelijk niet in de Nederlanden gebouwd.

Bij dit wrak (OMV11) gaat het om de resten van een karveel gebouwd schip met een resterende lengte van circa 14 x 5,5 meter. Er zijn 27 spanten geteld. Dendrochronologisch onderzoek leverde een datering op van 1768 +/-5, het hout is afkomstig uit de Belgische Maasvallei. Het wrak staat bekend als het 'loodwrak' doordat in het wrak een (ballast) lading van 70 kg zware loodbaren is gevonden. Op basis hiervan zou het kunnen gaan om het schip 'De Zes Gebroeders' dat in 1764 is vergaan of om het Brigantijnschip 'George & Ann' dat in 1770 is gestrand en later gezonken.

Het wrak OVM14 heeft een omvang van 17 x 7 meter en betreft de romp van een schip, waarvan de twee stevens zijn afgebroken. Het schip was een zwaargebouwd houten zeilschip uit het laatste kwart van de 17^e eeuw, dat vermoedelijk steenkool vervoerde. Gezien de vele reparaties is het schip lang in de vaart gehouden. Enkele houtverbindingen van het schip en het feit dat een in Engeland gegroeide boom is gebruikt wijst op de Britse eilanden als herkomstgebied.

Van de wrakken OVM4 en 16 is het na diverse onderzoeken niet duidelijk om wat voor typen schepen het gaat. Uit het zand stekende huidplanken en spanten toont dat het om (delen) van scheepswrakken gaat, maar niet duidelijk is of het unieke wrakken betreft of dat het afgebroken en verplaatste delen van bovenstaande schepen zijn. Van OVM16, een stuk scheepsboord met een lengte van 8 meter, bestaat het vermoeden dat het onderdeel vormde van het wrak OVM12.

Tijdens de aanleg van de HES-terminal (2018-2019) zijn er vijf scheepswrakken ontdekt. Om de overzichtelijkheid van de scheepsarcheologische sites op de Maasvlakte te behouden, is ervoor gekozen om deze scheepsfragmenten door te nummeren als SL7 tot en met SL11.

Wrak SL7 betreft een fragment van de boeg van een groot vrachtschip en losse scheepsonderdelen, waaronder een fragment van de achterstevan. Het wrak lag op de zeebodem met de voorstevan naar boven gericht. De geschatte grootte van circa 30 meter doet vermoeden dat het gaat om een grotere zeevaarder of kustvaarder en niet om een binnenschip. Er zijn sterke aanwijzingen dat het hier om een Nederlands schip gaat, mogelijk van het type hoeker of het type 'Pink Schip'. De opmerkelijke plaats van een laadpoort naast

de voorsteven is een tot nu toe onbekend fenomeen. Een simpele verklaring voor de plaatsing van de laadpoort ligt in de aanname dat kleinere stuksgoederen of ballast van hand tot hand eenvoudig en via een kortere weg waren in en uit te laden.

Van een onderzocht houtmonster van het schip ligt de ondergrens van het kapinterval ná 1725. De herkomst van het voor het schip gebruikte hout ligt in het Duits-Poolse grensgebied. Rekening houdend met een aantal jaar tussen de kapdatum van het hout en de bouw van het schip is een bouwdatum in het tweede kwart van de 18^e eeuw aannemelijk. Gelet op de gemiddelde levensduur van middelgrote tot grote zeegaande schepen van 15 tot hooguit 25 jaar, is het schip mogelijk rond het midden van de 18^e eeuw gezonken.

Wrak SL8 betreft een deel van de bovenste rand van een scheepsboord van een karveel gebouwd schip, dat met de huid naar boven in de zeebodem terecht is gekomen. Het deel bevat allerlei scheepsbouwkundige details, zoals spuigaten, pompgaten en een dubbeling van de eikenhouten scheepsromp. Het meest in het oog springende kenmerk van dit scheepsdeel zijn de boven het boord uitstekende spantkoppen, die de restanten van de verschansing (de bovenste constructie van het boord) vormen. Op deze uit het boord stekende spanten bevond zich oorspronkelijk een horizontale plank als boordrand. Het is een constructie die veelvuldig te zien is bij 17^e-eeuwse scheepsmodellen en schilderijen van schepen als pinassen, fluiten en fregatten.

Aan de hand van een restje spinthout aan een van de houtmonsters van het schip kan het kapinterval van het hout rond 1717 geschat worden. Voor het schip is eikenhout uit verschillende delen van Duitsland gebruikt. Rekening houdend met een aantal jaar tussen de kapdatum van het hout en de bouw van het schip is een bouwdatum in 1718-1720 aannemelijk. Gelet op de gemiddelde levensduur is het schip mogelijk op zijn vroegst in het tweede kwart van de 18^e eeuw gezonken.

De twee delen van wrak SL9 zijn restanten van een zeer groot karveel gebouwd schip, waarvan de lengte op minimaal 160 voet (bijna 50 meter) wordt geschat. Dit is een afmeting die past bij de grote oceaانvaarders, zoals die door de admiraliteit en de internationale koopvaardij zijn gebruikt. Ook al is de gereconstrueerde grootte indicatief en gebaseerd op beperkte gegevens, de grootte en zware uitvoering van de scheepsdelen, waaronder een dubbele laag huidplanken, wijst wel degelijk op een uitzonderlijk groot schip. Een van de wrakdelen betreft een deel van stuurboord ter hoogte van de achtersteven en de kiel. Uit de uiteinden van de aanwezige huidplanken is de positie van de achtersteven te herleiden. Aan de hand van de opbouw van de huid kon worden vastgesteld dat de bouwvolgorde past binnen de Nederlandse scheepsbouwtraditie, waarin de huid eerst werd opgebouwd en daarna de inhouten werden geplaatst (shell first).

Van twee houtmonsters kon het kapinterval worden bepaald, respectievelijk ná 1668 en ná 1677. Dit zou kunnen wijzen op een bouwdatum van het schip aan het eind van de 17^e eeuw. Rekening houdend met de gemiddelde levensduur van 15 tot hooguit 25 jaar is het schip mogelijk op zijn vroegst in het begin van de 18^e eeuw gezonken.

Op deze locatie (SL11) is alleen een voorsteven gevonden. De verse breuken van de houten pennen in de sponningen tonen dat de steven is losgetrokken uit een wrak. Ondanks de duikwerkzaamheden ter plaatse is niet duidelijk geworden waar de rest van het wrak ligt. Op basis van een laadmerk of diepgangmerk zou het een klein vrachtschip geweest kunnen zijn waarvan de lengte, aan de hand van de dikte van de voorsteven, op 13 meter wordt geschat. Een houtmonster van de voorsteven van SL11 leverde geen datering op. Over de ouderdom en herkomst van dit schip is dan ook niets met zekerheid te zeggen.

4.3.1.3 Eerder uitgevoerd onderzoek

In verschillende zones binnen het onderzoeksgebied is eerder archeologisch bureau- en veldonderzoek uitgevoerd. Een deel van de onderzoeken betreft onderwaterarcheologie.

Tabel 6: Onderzoeksmeldingen binnen plan- en onderzoeksgebied.

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten, relevantie
2146170100	2007/ RAAP/ Onderwaterarcheologie (onderwaterfase veldonderzoek)	Doel van dit onderzoek was om door middel van akoestisch-geofysische metingen (side scan sonar en multi beam echoloding) op bepaalde locaties te bepalen of hier archeologische resten aanwezig waren en, voor zover mogelijk, een eerste indruk te geven van de kwaliteit (gaafheid en conservering), aard, datering en omvang ervan. Er zijn ankers, ankerkettingen, visnetten en stortstenen aangetroffen, soms in combinatie voorkomend. De archeologische betekenis van deze vondsten wordt als gering ingeschat. Voor deze locaties wordt dan ook aanbevolen geen verder vervolgonderzoek uit te laten voeren. Op locatie 6003 is een scheepswrak aangetroffen. Het betreft een houten schip dat waarschijnlijk niet breder was dan circa 5 m en niet langer dan ruwweg 15 m. Er kon een scheepswand met scheepshuid, spanten en wegering vervolgd worden over een lengte van net iets meer dan 5 m. Er zijn 2 concentraties met stenen (ballaststenen?) en gietijzeren halffabrikaten (waarschijnlijk lading) aangetroffen. Hiertussen is nog een constructiedeel aangetroffen, waarschijnlijk een deel van een dek. Aard en datering van het schip blijven daarmee onzeker. Een eerste indruk is dat het een klein transportschip uit de 19 ^e of begin 20 ^e eeuw betreft.
4010360100	2016/ Periplus Archeomare/ Geofysisch onderzoek	In opdracht van Fugro Survey B.V. heeft Periplus Archeomare een archeologische analyse gemaakt van de geofysische data die zijn verzameld in het kader van de voorgenomen aanleg van Windmolenpark Hollandse Kust (zuid). Een grote hoeveelheid data opgenomen met side scan sonar, magnetometer en multibeam echosounder van vier windmolengebieden is geanalyseerd. De totale oppervlakte van de gebieden inclusief een bufferzone van 500 meter die onderzocht zijn bedraagt 389 km ² . Het archeologisch bureauonderzoek heeft aangetoond dat binnen de onderzoeksgebieden 52 objecten en wrakken bekend zijn. 27 van deze objecten bestaan uit losse voorwerpen zoals verloren kabels en kettingen, en hebben geen archeologische waarde. Voor de overige 25 objecten is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. In totaal zijn zeven van deze objecten teruggevonden. De overige achttien objecten zijn waarschijnlijk bedekt met zand als gevolg van de migrerende zandgolven in het gebied. Naast de bekende objecten zijn 558 nieuwe contacten aangetroffen met side scan sonar. De analyse van deze contacten resulteerde in drie objecten met een mogelijke archeologische waarde. Met de magnetometer zijn in totaal 2394 magnetische anomalieën waargenomen. 679 van deze anomalieën kunnen worden gerelateerd aan bekende pijpleidingen of kabels. Slechts 32 kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten op de zeebodem, waargenomen met side scan sonar. De overige 1683 magnetische anomalieën worden veroorzaakt door de aanwezigheid van onbekende afgedekte ijzerhoudende objecten in de bodem. 245 van deze anomalieën hebben een amplitude van 50 nanoTesla of meer (Van Lil et al., 2016).
3985844100	2016/ Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Zie resultaten 4010360100.
4744821100	2019/Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Zie resultaten 4010360100.

4814019100

2019/Arcadis/
Bureauonderzoek

Versie van het bureauonderzoek die aan dit bureauonderzoek voorafging.

4.4 Synthese archeologie

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondstlocatie bekend binnen het onderzoeksgebied. Er zijn veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m -NAP.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. In het pleistoceen lag het gebied droog en was het onderdeel van een vlechtend rivierlandschap, waarbij grind en zand zijn afgezet. In het Holoceen werd het warmer en steeg de zeespiegel. Aan het begin van het Holoceen worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstroomd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort. Daarnaast ontstonden er vanaf deze periode rivierduinen.

Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen. Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m -NAP reikte. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatig overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 voor Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdrinken onderwaterbodemplandschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de geërodeerde toppen van de duinen blijkt het vroegholocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzehaven (Moree en Sier 2016).

Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m + NAP ligt.

De diepere ondergrond onder het plangebied bestaat uit zand (Formatie van Kreftenheye). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye op 40,00 – 25,00 m - NAP aangetroffen. Dit overstroomde vervolgens en er werd daarbij klei afgezet (Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen). Nabij het plangebied wordt de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen op 25,00 – 24,22 m - NAP aangetroffen. Dit vernatte vervolgens vanaf circa 8400 v. Chr. en er begon veengroei plaats te vinden, behorend tot de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag. Nabij het plangebied wordt de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag op 24,22 – 23,80 m - NAP aangetroffen. Vervolgens kwam het plangebied in het stroomgebied van een getijderivier/delta te liggen vanaf circa 7250 v. Chr. behorende tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk). Nabij het plangebied wordt het Laagpakket van Wormer op 23,80 – 21,00 m - NAP aangetroffen. Vanaf 5500 v. Chr. ligt het gehele plangebied in zee, er werden mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL) afgezet. Deze zijn veelal in het Subatlanticum afgezet, vanaf 500 voor Chr. Vervolgens is dit stuk vanaf 1960 opgespoten met zand om de Maasvlakte aan te leggen. Deze antropogene afzettingen zijn nabij het plangebied aangetroffen vanaf 21,00 m – NAP.

2. Welke archeologische vindplaatsen in en rond het plangebied zijn bekend?

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondsoort bekend binnen het onderzoeksgebied. Er zijn veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m – NAP.

3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?

Op de historische kaart van 1850 en 1950 bevindt het plangebied en het tracé zich in de Noordzee. De naam 'Maasvlakte' is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd 'Bollen'. Onderstaande tekst is afkomstig uit BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020):

In het kader van de aanleg van de grootschalige locatie van baggerspecie uit het benedenrivierengebied ter hoogte van de Slufter, is een historisch-geografisch onderzoek verricht (Hofland 1986a). In dit zeer uitgebreide onderzoek is aan de hand van kaartmateriaal en schriftelijke mededelingen het geulenpatroon gereconstrueerd en het verloop van de oude vaarroutes vastgesteld. Samenvattend kan de ontwikkeling van de vaarroutes als volgt worden beschreven.

Een verantwoorde reconstructie is pas mogelijk voor de periode vanaf circa 1540. Aan het eind van de 16^e eeuw hadden de gangbare vaarroutes op de ondiepste plaatsen bij laag water slechts twee vadem diepte (\pm 3,60 meter). Halverwege de 16^e eeuw waren er twee routes, die min of meer langs de kusten van 's Gravenzande en Voorne liepen (Hofland 1986a; Hofland 1986b). De zuidelijke toegang tot de Maas was de belangrijkste. In de tweede helft van de 16^e eeuw kwam hier verandering in. Een vrij brede geul, genaamd het "Nieuwe gatt", doorkruiste de brede zandbank en kreeg al gauw een diepte van drie à vier vadem. Door aanslibbing van de Westplaat schoof de zuidelijke route in noordelijke richting op en vond zij aansluiting bij het 'Nieuwe gatt'. Aan het begin van de 17^e eeuw wijzigde de situatie in het Maasmondgebied geregeld, zonder dat de zuidelijke route in gevaar kwam. Voor korte tijd had ook de noordelijke toegang een goede vaardiepte, maar door overvloedige sedimentatie vormde zich al snel een haakwal die zich in de loop van de 17^e eeuw verder ontwikkelde. De noordelijke vaargeul, die in 1623 bekend stond als Everskil, verplaatste zich als gevolg hiervan steeds verder zuidwaarts en was ondanks markering van de vaargeul met tonnen van ondergeschikt belang. In de loop van de 18^e en het begin van de 19^e eeuw verlegde de zuidelijke vaargeul zich naar het zuiden. Tegelijkertijd breidde ook de haakwal De Beer zich in zuidelijke richting uit. Door de uitbreiding van De Beer vernauwde de Maasmond. Hierdoor nam de stroomsnelheid toe hetgeen ertoe leidde dat de stroomgeulen dieper werden uitgeschuurd. Terwijl ter hoogte van 'De Pit' de vaargeulen werden uitgediept, liep de waterdiepte vlak voor de kust bedenkelijk terug.

Een gevolg van de verzanding van de Maasmonding was dat in het begin van de 19^e eeuw schepen die vanaf zee naar Rotterdam wilden, een forse omweg moesten maken via onder andere het Haringvliet en de Dordtsche Kil. Door de aanleg in het begin van de 19^e eeuw van het Kanaal door Voorne, tussen de kort na 1600 ontstane marinehaven Hellevoetsluis bij het Haringvliet en het in de jaren zestig van de vorige eeuw door Europoort opgeslokte gehucht Nieuwesluis aan de Brielse Maas, kreeg Rotterdam een kortere verbinding met de zee. Het kanaal kwam in 1829 gereed en werd rond 1960 bij de aanleg van het Hartelkanaal ter hoogte van Heenvliet afgedamd. Ondanks de lastige bereikbaarheid was Rotterdam halverwege de 19^e eeuw al een van de grootste havensteden geworden. Dit kwam onder meer door het grote aandeel in de doorvoer van goederen naar Duitsland en Engeland.

Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren '60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren '60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen. Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen. In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen.

5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel

Op basis van de landschappelijke setting kunnen archeologische resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum worden verwacht. Volgens de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam kunnen deze waarden worden verwacht vanaf een diepte van 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Uitgevoerd onderzoek op de Maasvlakte heeft echter aangetoond dat deze waarde zich waarschijnlijk veel dieper bevinden. In de diepere delen van het oude landschap kunnen resten goed bewaard zijn gebleven. De hogere delen uit dit landschap, met name de toppen van de rivierduinen, zijn veelal geërodeerd en ter plaatse van deze zones worden geen archeologische waarden verwacht. Vanaf het Neolithicum tot Nieuwe tijd geldt er een verwachting op scheepsarcheologie (wrakken, visnetten). Binnen het onderzoeksgebied zijn geen scheepswrakken aangetroffen. Wel zijn er veel scheepswrakken aangetroffen rond het plangebied op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m -NAP.

4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?

Op basis van de bij het bureauonderzoek verzamelde gegevens is het mogelijk een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen ten aanzien van aard, ouderdom, diepteligging en gaafheid.

Het tracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt volgens de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Rotterdam. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Het gedeelte binnen de gemeente Westvoorne ligt in een zone van lage verwachting op archeologische waarden. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondstlocatie binnen het onderzoeksgebied bekend.

- Het is onzeker of top van het Pleistocene dekzand intact is. De diepte van dit niveau bevindt zich op circa 25 m -NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- De afzettingen van de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen lijken intact omdat ze afgedekt zijn door Basisveen. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 25,00 – 24,22 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend, waarschijnlijk waren deze komgebieden te nat. Het niveau bevindt zich op 24,22 – 23,80 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 23,80 – 21,00 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Vervolgens lag het gebied onderwater. Er zouden vanaf het Neolithicum vondsten aangetroffen kunnen worden die met de zee samenhangen, zoals scheepswrakken.

Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Boringen tonen dat de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (Dinoloket).

Tabel 7: Gespecificeerd verwachtingsmodel.

Archeologische periode	Verwachting	Complextype	Kenmerken	Omvang	Diepteligging	Gaafheid
Laat Paleolithicum Mesolithicum	Redelijk tot hoog	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m ²	25 m - NAP	-
Laat Paleolithicum Mesolithicum	Redelijk tot hoog	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m ²	Kreekruggen Laag van Wijchen (25,00 – 24,22 m - NAP)	Goed
Mesolithicum	Laag	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m ²	In de (top) van het veenpakket (vanaf 23,80 m - NAP)	Goed
Mesolithicum	Laag	(Jacht)kampen	Indicatoren houtskool en vuursteen	50-200 m ²	Kreekruggen Laagpakket van Wormer (23,80 – 21,00 m - NAP)	Goed
Neolithicum- Nieuwe tijd	Redelijk tot hoog	Losse vondsten, scheepswraken	Vondst- en sporen niveau	puntlocatie	Op de (top) van de zeebodem	Slecht-redelijk

5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?

De bodemroerende werkzaamheden bestaan tijdens de realisatiefase uit grondwerk ten behoeve van het aanbrengen van het ondergrondse landtracé van de aanlanding naar het converterstation en het bouwen van het converterstation.

De kabels binnen het plangebied op de Maasvlakte worden door middel van open ontgravingen en boringen uitgevoerd. Soms is het noodzakelijk boringen uit te voeren om bepaalde obstakels te vermijden. De open ontgravingen hebben een maximale diepte van 2 m – maaiveld. De diepte van de gestuurde boringen is nog niet bekend.

Het converterstation op de Maasvlakte zal op staal worden gefundeerd. Er zullen dus geen palen de grond in worden gebracht. Waar geen kelder is wordt er ontgraven tot 1,5 m – Mv. Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat minimaal 2,10m diep de grond in tot maximaal 2,50m (vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 920 m² (46m x 20m). De plot voor het converterstation ligt op een hoogte van circa +5,10 tot 7,00 meter NAP. Omdat de waterstand in de toekomst hoger kan worden en om de kans op een overstroming van de locatie te verkleinen wordt het maaiveld verhoogd met circa 0,39 meter. Niet het gehele perceel hoeft opgehoogd te worden omdat delen ervan op voldoende hoogte liggen.

De werkzaamheden bij het converterstation raken geen archeologisch relevante lagen. Ditzelfde geldt voor de open ontgravingen. De verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation.

De gestuurde boringen raken waarschijnlijk ook geen archeologisch interessante lagen, aangezien ze waarschijnlijk geheel binnen het opgehoogde antropogene pakket vallen. Mochten ze dieper liggen dan zouden ze mogelijk in aanraking kunnen komen met een losse (scheepswrak)vondst.

5.3 Advies

6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor de Maasvlakte geldt dat de verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation.

De gestuurde boringen raken mogelijk wel een archeologisch interessante laag (afhankelijk van de aanlegdiepte van de boring), maar door de diepe ligging van deze lagen, de aanlegmethode en de slechte opspoorbaarheid van de te verwachten puntlocaties wordt er geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Voor het plangebied Maasvlakte wordt er verder geen vervolgonderzoek geadviseerd (Figuur 26).

Dit advies sluit niet uit dat er bij graafwerkzaamheden (niet voorspelbare) archeologische toevallsvondsten kunnen worden aangetroffen, zoals bedoeld in artikel 5.10 van de Erfgoedwet 2016. In dat geval moet hiervan melding worden gedaan bij het Bevoegd Gezag.

Dit advies is voorgelegd aan het Bevoegd Gezag, in dit geval Archeologie Rotterdam namens de gemeentes Rotterdam en Westvoorne, Archeologie Rotterdam heeft het rapport goedgekeurd.



Figuur 26. Advieskaart voor archeologische vervolgonderzoek bij de Maasvlakte (de weergegeven verwachting is de verwachting op het verstoren van de archeologisch relevante lagen).

BRONNEN

Adams, J., A.F.L. van Holk en Th.J. Maarleveld, 1990. *Dredgers and Archaeology. Shipfinds from the Slufter*. Den Haag (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Archeologie onder water).

Gemeente Rotterdam, Archeologische Waardenkaart. Gemeente Rotterdam

Gemeente Rotterdam, Geologische Kaart. Gemeente Rotterdam

Hofland, T.H., 1986a. De Historisch-Geografische informatie, in: A.C.H.M. Niessen, 1986. *Vooronderzoek Archeologie; rapport van de werkgroep archeologisch onderzoek in het kader van de voorbereiding/uitvoering van de aanleg van de Grootschalige Locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied*, 29-61.

Hofland, T.H., 1986b. *De bevaarbaarheid van de Maasmond sedert de 16e eeuw. Toegepast historisch-geografisch onderzoek onder de waterspiegel*. Historisch Geografisch Tijdschrift, jaargang 4, nummer 3, 84-89.

Koeman, S.M., R. van Lil, E.A. van den Oever en S. van den Brenk, 2016. *Archeologische bureauonderzoek Net op Zee Hollandse Kust zuid*. Zevenaar: Archeodienst.

Lil, R. van, Brenk, S. van den, Oever, E.A. van den 2016. *Hollandse Kust (zuid). An archaeological assessment of geophysical survey results*.

Moree, J.M. en M.M. Sier, 2014. *Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. Landschapsontwikkeling en bewoning in het vroeg Holoceen*. BOORrapporten 523.

Opdebeeck, J., T. Coenen en S. van den Brenk, 2019. *Het Oostvoornse Meer: van economische verkeersader tot recreatieplas. Archeologisch onderzoek naar het erfgoed in het Oostvoornse Meer (2014-2015)*. Amersfoort. Nederlandse Archeologische Rapporten 64.

Van den Brenk, S., R. van Lil en R. Cassée, 2019. *Net op Zee Hollandse Kust (IJmuiden Ver Alpha en Beta) Offshore export kabeltracés*. Periplus Archeomare Rapport 19A004-04.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans, 2018. *Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu*. Amsterdam (Prometheus).

651

Waldus, W.B., P.H.I.J. Ploegaert, 2020. *Rotterdam Maasvlakte 1 HES terminal, wrakken SL7 tot en met SL11. Archeologisch onderzoek naar vijf scheepswrakken*. BOORrapporten 651.

Kaartmateriaal

- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK).
- Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE).
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra.
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra.

COLOFON

ARCHEOLOGISCH BUREAUONDERZOEK IJMUIDEN VER GAMMA OP LAND
ARCADIS ARCHEOLOGISCHE RAPPORTEN 341

KLANT

Tennet TSO B.V.

AUTEURS

Wanda Zijl & Sjoerd Looper

PROJECTNUMMER

30077194

ONZE REFERENTIE

D10024228

DATUM

20 april 2022

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Eimert Goossens
Senior KNA-archeoloog

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com



Net op zee IJmuiden Ver (Gamma)
An archaeological assessment
Of geophysical and geotechnical survey results

Authors

S. van den Brenk and R. van Lil

At the request of

Arcadis Nederland BV

On behalf of

Tennet TSO BV

Document Control	
Document 21A002-06 Gamma – an archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey data	
Revision	1.1 (draft)
Date	06-07-2022
Periplus Archeomare Reference	21A002-06
Tennet reference	Net op zee IJmuiden Ver (Gamma)

Reviewers	
Organization	Name
Tennet	P. Koltowska
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	M. Snoek, J. Opdebeeck and B.I. Smit
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	C. van der Hout
Rijkswaterstaat	R. Syrier and T. Collette

Colophon

Periplus Archeomare Report 21A002-06
Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results
Authors: S. van den Brenk and R. van Lil

At the request of Arcadis Nederland BV on behalf of Tennet TSO BV
Contact: T. Gaaff

© Periplus Archeomare, January - July 2022
Photographs and drawings are owned by Periplus Archeomare, unless specified differently

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any means without the prior permission of the Publisher.
Periplus Archeomare BV does not accept any liability for damage resulting from the advice or the use of the results from this investigation.

ISSN 2352-9547

Revision details

Rev.	Description	Authors	Checked	Authorization	Date
1.1	Client comments processed	RC	SvdB	BvM	06-07-2022
1.0	For Client Comments	SvdB/RvL	BvM	BvM	18-05-2022

Authorization:

B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Table of contents

Samenvatting (Abstract in Dutch)	5
Summary	6
1 Introduction	10
1.1 Background.....	10
1.2 Intended cable laying operations	11
1.3 Results desk study	13
1.4 Objective	13
1.5 Research questions	13
2 Methodology	15
2.1 Introduction.....	15
2.2 Geophysical and geotechnical surveys.....	16
2.3 Known objects	16
2.4 Archaeological assessment of survey data.....	17
2.5 Data Analysis	21
3 Results	24
3.1 Seabed bathymetry and morphology.....	24
3.2 Known objects: As Found positions versus database positions	25
3.3 Side scan sonar	26
3.4 Multibeam	31
3.5 Magnetometer	32
3.6 Subbottom data.....	36
4 Synthesis	42
5 Summary and recommendations	48
List of Figures	54
List of tables	54
Glossary and abbreviations	55
References	56
Appendix 1. Potential Archaeological sites	58
Appendix 2. Geological profiles along the IJV Gamma route trajectory	59
Appendix 3. Geological and archaeological time table	60
Appendix 4. Geophysical and geotechnical survey report	61

Table 1. Dutch archaeological periods

Period	Time in Years				
Post-medieval / Modern Times	1500	A.D.	-	Present	
Late medieval period	1050	A.D.	-	1500	A.D.
Early medieval period	450	A.D.	-	1050	A.D.
Roman Times	12	B.C.	-	450	A.D.
Iron Age	800	B.C.	-	12	B.C.
Bronze Age	2000	B.C.	-	800	B.C.
Neolithic (New Stone Age)	5300	B.C.	-	2000	B.C.
Mesolithic (Stone Age)	8800	B.C.	-	4900	B.C.
Palaeolithic (Early Stone Age)	300.000	B.C.	-	8800	B.C.

Table 2. Administrative details

Location:	North Sea, Rotterdam	
Toponym Dutch:	Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma)	
Chart:	1801-01, 42W	
Coordinates	Centre	E 534 044 – N 5 772 797
Geodetic datum: ETRS89	NW	E 533 893 – N 5 874 904
Projection: UTM31N	NE	E 568 006 – N 5 874 904
	SW	E 533 893 – N 5 750 118
	SE	E 568 006 – N 5 750 118
Depth (LAT):	0 to 36.1 meters, average 24.6 meters	
Area surveyed	308.6 km ²	
Environment:	Tidal currents, saltwater	
Area use:	Shipping, fishing; oil and gas industry	
Area administrator:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Competent authority	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Advising body	Dutch Cultural Heritage Agency	
ARCHIS-research report (CIS-code):	4983764100	
Periplus-project reference:	21A002-06	
Period	January – July 2022	

Samenvatting (Abstract in Dutch)

Volgt bij definitieve versie

Summary

Arcadis Nederland BV on behalf of Tennet TSO BV has contracted Periplus Archeomare B.V. to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma).

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder and subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 309 km² have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second and step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 42 contacts. In accordance with Dutch Law and Legislation no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations.

Along the Gamma route 4 of the sonar contacts fall within 100 meter of the route.

ID	E	N	Gamma_KP	Distance to the Gamma Cable (m)
3110	537985	5830159	106.046	0
2140014	547442	5855149	132.850	64
2150001	546418	5867040	146.801	30
2150002	546385	5867084	146.855	23

Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Gamma

Magnetic anomalies

At 68 locations magnetic anomalies with a peak-to-peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images, and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Gamma route 3 of the magnetometer contacts fall within 100 meter of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Gamma	
				KP	Distance to the cable (m)
MAG_BEA_0066	919	567692	5752519	0.033	10
MAG_BEA_0082	1238	567622	5752445	0.133	-11
MAG_GVA_00929	880	546056	5756034	26.784	76

Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Gamma

In accordance with Dutch Law and Legislation no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 1.

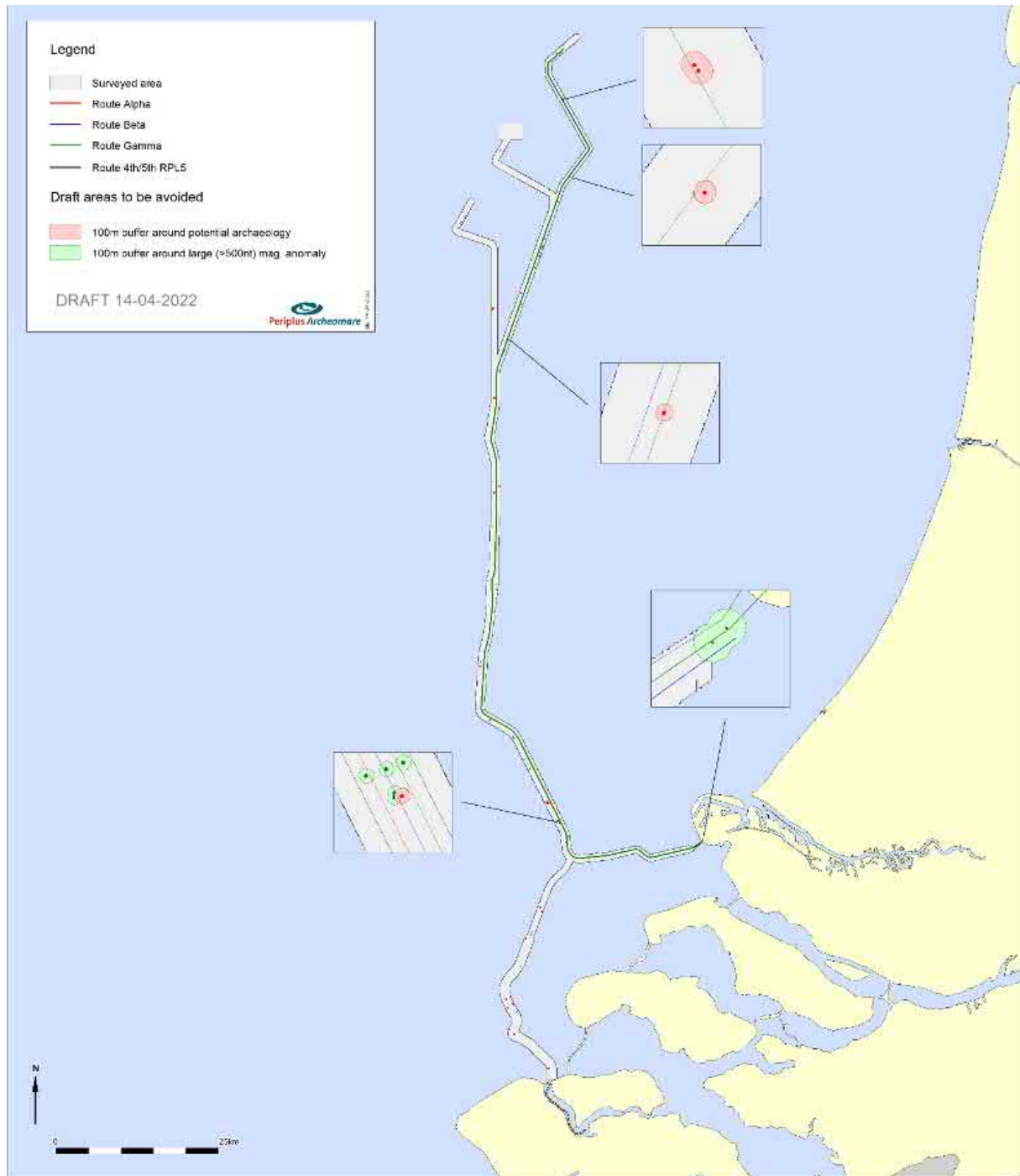


Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Gamma route including a 100 meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage. This buffer zone is included in the “beleidsregels ontgroningen Rijkswateren 2022”. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. Reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional archaeological investigation (for instance by means of ROV or dive investigations) is needed. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to small size of Late Paleolithic and Mesolithic camp sites it is very difficult to trace and map these sites. Generally, these camp sites do not exceed a few m². Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain important information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to carry out specialist research including AMS ¹⁴C age dating, pollen, diatom and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a low number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

1 Introduction

Arcadis Nederland BV on behalf of Tennet TSO BV has contracted Periplus Archeomare BV to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma).

The surveyed area covering 309 km² is located in the North Sea, north of Zeeland.



Figure 2. Location map of area of investigation

1.1 Background

The Netherlands has formulated ambitious objectives for reducing CO₂ emissions, and related to that, producing sustainable energy. Offshore wind energy plays a prominent role in this policy, as laid out in the 2019 Climate Agreement. The North Sea is a favourable place for offshore wind energy because of the relatively shallow water depth and the favourable wind climate. Furthermore there are good ports and (industrial) energy consumers nearby.

In 2019 offshore wind farms with a total capacity of approximately 1 gigawatt (GW) were operational in the Dutch part of the North Sea. In line with the Energy Agreement for Sustainable Growth (2013) in the years 2020-2023 approximately every year an offshore wind farm of 0.7 GW will be built in the Wind Farm Zones Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust (noord).

From 2024 to 2030, further out to sea offshore wind farms will follow to the west and north in (parts of) the Wind Farm Zones Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden and IJmuiden Ver. In

2030 a total capacity of approximately 11 GW of offshore wind farms will be realized with a target production of 49 TWh as defined in the Climate Agreement. The wind farms then supply 8.5% of all energy in the Netherlands and 40% of our current electricity consumption.

In the Erfgoedwet¹ the protection of the archaeological heritage is embedded. Planned activities, such as the installation of a wind farm in the North Sea, may affect the archaeological values if present. If the remains are in jeopardy, there is a statutory obligation to conduct archaeological research. In line with this obligation an archaeological desk study has been carried out.

An archaeological desk study is the first step in the so-called AMZ cycle (Archeologische Monumenten Zorg). The AMZ cycle includes a description of procedures for subsequent phases of archaeological research to be performed in order to ensure the protection of archaeological heritage in the Netherlands.

The second phase of the AMZ cycle is an inventory archaeological field study. As a rule, this field study comprises a geophysical survey of the seabed. From April to September 2021 Next Geosolutions conducted a geophysical route survey combined with a geotechnical campaign.

The survey conducted was not primarily set to provide data to be used in the course of archaeological research. However, a scan of the raw survey data proves these data to be fit for an archaeological assessment as stated in the Program of Requirements²

The separate phases of the AMZ-cycle are embedded in the Dutch Quality Standard for Archaeology (KNA Waterbodems 4.1). This standard dictates a mandatory workflow for archaeologists. A detailed description of the different phases of archaeological research is included in appendix 4.

1.2 Intended cable laying operations

TenneT aims to keep the life cycle costs as low as possible when installing the cables. These costs include the financial costs for construction, management and maintenance and for disposal, the costs for the environment and the costs of nuisance for other users of the sea. Cables are primarily protected from external threats such as towed gear and anchors by the ground cover on those cables. The seabed of the North Sea is constantly in motion. At the landfalls of the cables, shedding occurs during storms, the profile of the coast and the sandbanks are constantly in motion and further out to sea, the cable routes traverse extensive areas with sand waves. Sand waves are a type of underwater dunes that can be several meters high, have a wavelength of several hundred meters and move several meters per year. If all this mobility of the seabed and of the landfall were not taken into account during the laying of the cables, a situation quickly arises during the use of the cables in which the ground cover no longer meets the requirements in places along the cable routes. Maintenance of the burial depth is then necessary. Until such maintenance is performed, the cable is exposed to an increased risk of damage from external threats. In order to keep the life cycle costs as low as possible, TenneT has opted for a “bury and would like to forget” policy, whereby the mobility of the seabed is taken into account when determining the initial burial depth of the cables, without the cables being buried deeper than is strictly necessary.

¹ De Erfgoedwet became effective on the 1st of July 2016.

² Van den Brenk and van Lil, 2021.

In practice, this means that the cables on the landfalls are buried between 5 and 8 meters deep, in order to be able to continue to meet the current requirements of the permits over their lifetime. The permits prescribe a permanent ground cover of 3 meters for that zone. Further out to sea, where the permits and TenneT's own policy prescribe a ground cover of 1.0 to 1.5 metres, the cables are buried in such a way that even after the migration of the sand waves in 40 years (lifespan of the cables) the ground cover still likely meets all requirements. For the areas where the cables are located in shipping routes or in the vicinity of shipping routes, there is a requirement of at least 1.5 meters of ground cover and in areas further away from the shipping routes a requirement of at least 1.0 meters of ground cover.

In order to be able to have this realized by the contractors who install the cables, TenneT defines, on the basis of seabed mobility studies, a so-called "Non Mobile Reference Level" (NMRL) prior to the tender, which is a predicted location of the lowest seabed level for the life of the cables. In practical terms, this means that the cables in the valleys between the sand waves will be buried just over 1.0 – 1.5 meters, depending on the locally applicable requirement, and below the sand waves about as much deeper as the sand waves are high.

The available laying methods for cables at sea can be divided into dredging and burial. Burial can be divided into "simultaneous lay and burial" burial and "post lay burial" burial.

During dredging, a trench is dredged in the seabed prior to laying and/or burying the cables. The cable is then laid in that trench or buried in the bottom of that trench. The trench is filled with sediments after the cables have been laid and/or buried, if this is necessary to meet the required burial depth after installation. When the cables are buried in the seabed after dredging to the required depth at installation, the dredged trench does not need to be backfilled with after installation to meet the burial depth requirements after installation. Dredging prior to cable installation is also used to reduce the influence of seabed mobility on the cable burial depth, for example by dredging mobile sand waves. In that case, the dredging prior to cable installation is called "pre sweeping".

Burying the cable can be done at the same time as laying the cable. In that case there is talk of "simultaneous lay and burial". A cable can also first be laid on the seabed and then buried in the seabed in a separate working passage. This is called "post lay burial".

There are various techniques for burying a cable in the seabed. In particular, the required burial depth, the composition and the strength of the sediments determine which technique can be used. In sand and less strong sediments, a cable with spray lances can be buried in the seabed. The seabed sediments are then loosened with water jets and the cable can be brought to depth. Burying cables in cohesive soils, such as heavier clay and peat, requires mechanical loosening of the sediment before the cable can be buried. A chain cutter or a cable plough pulled through the ground can be used for this.

1.3 Results desk study³

In 2021 an archaeological desk study has resulted in specific information on the archaeological remains which are to be expected within the proposed cable corridor. The study has shown that (remains of) shipwrecks, WWII plane wrecks and prehistoric remains are to be expected in the area.

1.4 Objective

The purpose of the archaeological assessment is to test the desk study based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

The goals set for this assessment are:

- To determine the historical or archaeological value of contacts found in the geophysical survey;
- To validate the locations of known wrecks;
- Assess the prehistoric landscape based on the seismic data and geotechnical results.

The requirements for the archaeological assessment are defined in a Program of Requirements (Dutch: PvE)⁴.

1.5 Research questions

For the archaeological field study, the following research questions have been defined in the Program of Requirements:⁵

Primary question:

- *Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?*

With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:

- *Are there any phenomena visible on the seabed? If so: What is the description of these phenomena? Do these phenomena have a man-made or natural origin?*
- *If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?*
- *If these phenomena can be classified as archaeological: Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?*
- *If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena? Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle or low activity on the seabed? If so: How can these zones be interpreted?*

³ Van Lil, van den Brenk and Cassée 2021.

⁴ Van den Brenk and van Lil, 2022

⁵ Van Lil, van den Brenk and Cassée, 2021.

General:

- *What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively? Risk-prone areas are areas where the probability of archaeological remains is considered to be high.*
- *If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation or human interference?*

With respect to subbottom profiler- and sampling:

- *Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape? If so: Can the expected buried Pleistocene units / landscapes be identified in the seismic data?**
- *What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed and LAT? From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?*
- *Can buried infilled channels be observed? If so: What are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the channel filling, stratigraphic position and age.*
- *Has peat / or clay been observed? If so: What is the spatial distribution (depth, extent), stratigraphic position and age of these deposits?*
- *Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected? If so: Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?*
- *Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects? If so: Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?*

2 Methodology

2.1 Introduction

As part of the preparations for the cable-lay operation a geophysical and geotechnical survey has been carried out by Next Geosolutions in the period April to September 2021. The objectives and the general outcome of the survey activities including the minimum technical, functional and procedural requirements are described in the survey report⁶.

The following methods have been deployed:

- side scan sonar (SSS);
- magnetometer (MAG);
- multibeam echo sounder (MBES);
- backscatter (BS);
- high resolution sub-bottom profiler (SBP);
- Vibrocores and grab sampling.

The results of the survey activities have been recorded in reports, listings, drawings and images. The input for the archaeological assessment consists of the deliverables listed in table 5.

SSS	- event listings containing all contacts observed - georeferenced images of all contacts observed - mosaic files of all contacts listed
MAG	- event listings containing all anomalies observed
MBES	- validated <i>multibeam</i> XYZ point cloud dataset
SBP/UHR	- representative subbottom profiles - seismic unit XYZ grid data
Report	- survey reports

Table 5. Data used for the archaeological assessment

⁶ Next Geosolutions 2022, document P1705-011-IJVAB, see appendix 5.

2.2 Geophysical and geotechnical surveys

Geophysical surveys nearshore took place between April and October 2021 using the *CRC Vulcan*, *MV Breaker*, *DEEP Locus*, *DEEP Wind* and *DEEP Seapal*.

Offshore surveys took place between 12 March 2021 and October 2021. *Glomar Vantage* surveyed most primary lines whilst *Levoli Amber* was used for SBP and TVG acquisition. *Levoli Blue* was also used for primary line acquisition with the exception of SBP. *Deep Breaker* was later used for all sensor acquisition for the Gamma route.

174 geotechnical locations were investigated during the geophysical surveys. All locations comprised a Vibro Corse (VC) and Cone Penetration Tests (CPT).

Details about the geophysical and geotechnical surveys can be found in the Integrated Geophysical & Geotechnical Report in Appendix 5.

2.3 Known objects

Next Geosolutions has summarized the *side scan sonar* contacts and *magnetometer* anomalies encountered within the survey area in detailed event listings. From different databases the occurrence of objects within the area is known, as described in the desk study.⁷ The contacts included in the survey event listings are compared with the database objects in the area. For this comparison four different datasets are used:

- The Hydrographic Service database (hereafter referred to as Nlhono database);
- The Rijkswaterstaat SonarReg database (hereafter referred to as SR database);
- The Dutch Cultural Heritage Agency database ARCHIS;
- The Dutch Nationaal Contact Nummer database (hereafter referred to as NCN);

The National Contact Number (NCN)

The NCN database combines the data from three governmental databases:

- The wrecks register from the Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- The SonarReg object database of Rijkswaterstaat;
- The ARCHIS database (the official archaeological database of the Ministry of Cultural Heritage)

The permission for the use of the NCN database for the analysis was granted by the owner (Rijkswaterstaat Sea and Delta).

The NCN database contains all basic information (E, N and description) of the Nlhono, SR and Archis databases. More detailed information is gathered through the other datasets.

⁷ Van Lil, van den Brenk and Cassée, 2021.

In addition to shipwrecks information on contacts referred to as ‘foul’ or ‘obstruction’ is included. From these objects the origin is not always known, but information on the location, dimensions and other valuable information is listed. Besides the databases other sources containing information on wrecks and historic finds are consulted for comparison with the survey results.

All known data is combined and plotted in a GIS. In this way an overview is made of the areas in which archaeological remains are present or to be expected. The known contacts are a reference framework for the assessment of data recorded during the route survey.

2.4 Archaeological assessment of survey data

The geophysical and hydrographic survey techniques employed include *side scan sonar* (SSS), *magnetometer* (MAG), *multibeam* (MBES), and high resolution subbottom profiling (SBP). The natures of those methods differ, with coherent strengths and weaknesses.

Table 6 provides a summary of the objective(s) the methods employed and the nature of those methods in terms of seabed penetration and coverage. Data are cross correlated because the methods are complementary. E.g. *multibeam* data can aid in the interpretation of a *side scan sonar* contact by providing information on its height with respect to the surrounding seabed, the occurrence of scouring next to the contact, and the accuracy and precision of the object. CPT's and borehole data can aid in the determination of geological units from seismic strata.

Method	Objective	Seabed		Accuracy and Precision	Cross Correlation
		Penetration	Coverage		
SSS	Identification of outcropping objects; seabed classification	No	Full	High	MBES / MAG
MBES	Charting of seabed morphology; identification of scours	No	Full	Very high	SSS
MAG	Identification of magnetic anomalies induced by ferromagnetic objects	Yes*1	Full*2	Accuracy = high Precision = poor*3	SSS
SBP	Identification of seismic strata and buried objects such as pipelines, cables and boulders	Yes	No Profile data beneath sailed line	High	BH/VC/CPT*4 MAG
BH/VC/CPT*5	Determination physical properties of sediments and lithostratigraphy	Yes, max. pen.: BH 10 m VC 6 m CPT 11 m	No Point location	High	SBP

Table 6. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed

*1 detection dependent on size of the ferromagnetic object, depth of burial, height of *magnetometer* above the seabed and distance cross course

*2 distant objects or deeply buried objects can be missed.

- *3 precision: perpendicular to ship heading = $\frac{1}{2}$ * spacing of sailed lines
parallel to ship heading = appr. 1m.
- *4 interpretation of geology through correlation of seismic data with VC and CPT-data, and data from the DINO database.
- *5 borehole sampling was only carried out onshore.

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

With *side scan sonar* all objects and structures on the seabed can be made visible. Seabed sediment of different composition can be distinguished by their characteristic reflection. *Multibeam* images reveal the morphology of the seabed. Large objects and scouring can be mapped. Smaller objects, like thin cables, or flat objects lying on the seabed often are impossible to identify in *multibeam* images.

The strength of *side scan sonar* resides in the ability to visualize (relative) differences in reflectivity of seabed sediments and exposed objects. Variations in seabed composition cannot be observed in *multibeam* data, unless those variations are accompanied by morphological changes. This also applies for objects which are barely elevated above the seabed. Another strength of *side scan sonar* is full coverage accomplished with a limited amount of survey lines. A limitation of *side scan sonar* is that buried objects cannot be found with this technique.

The strength of *multibeam* lies in the high accuracy and high precision images of the seabed morphology the technique provides. Sand waves and current ripples can clearly be observed in *side scan sonar* data, but the height of those sedimentary structures can far better be established by means of *multibeam*. However buried objects generally cannot not be traced with *multibeam*, scours caused by shallowly buried objects can lead to the identification of buried objects.

In this study *side scan sonar* and *multibeam* data were combined in the identification of objects which are of potential archaeological interest. The listing of potential archaeological objects is considered to be complete as far as it concerns exposed objects, although the presence of buried non-ferro-magnetic archaeological objects or objects which erroneously have been labelled as non-archaeological, can never be fully excluded.

Magnetometer contacts are identified by the presence of ferro-metallic objects which induce an anomaly in the earth magnetic field. These objects can be buried or lying on the seabed. Unlike *side scan sonar* and *multibeam* the contacts are tagged at the sailed survey line. The actual object can be located at both sides of the survey line. The precision parallel to the run line is in the order of one meter.

The strength of a *magnetometer* lies in its ability to trace buried objects, if those objects are ferro-magnetic. The technique provides a strong tool in mapping continuous linear structures like buried cables and pipelines. Also, an indication of the presence and distribution of isolated ferro-magnetic objects in an area of investigation is obtained.

An important limitation of the *magnetometer* is the poor accuracy of the positions of the objects found. An object has to be boxed in by sailing additional lines with a *magnetometer* to pinpoint the location of the object. Further, the measured amplitude of a magnetic anomaly is dependent on the interaction of different parameters, such as the size of the object, the depth of burial, the height of the *magnetometer* above the

seabed and the distance cross course. Because of this it is very hard to establish the size of the object which caused the anomaly. Thirdly buried objects cannot be seen. Therefore, it is not possible to identify the nature of the buried object.

The listing of *magnetometer* anomalies is expected to be complete as far as it concerns large ferro-magnetic objects. Due to the line spacing it cannot be excluded that especially small distant or shallow buried objects have been missed.

Next Geosolutions processed their survey data and produced detailed event listings of the *side scan sonar* and *magnetometer* contacts encountered within the survey areas.

In the course of this archaeological assessment a selection is made based on the dimensions of the reported contacts. All contacts have been assessed, and the fraction of contacts larger than or equal to four (4) meter is looked into in more detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites.

This is done by analyses of:

- *side scan sonar* images included in the survey report and digital deliverables;
- *multibeam*-data (*xyz*-files);
- values of magnetic anomalies reported in the survey reports;
- comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts;

The *side scan sonar* images are scanned in order to define potential archaeological sites. A selection of contacts was made of contacts to be studied in detail. The geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record. The interpretation and selection of *side scan sonar* contacts is based on best professional judgment. If desired or needed the exact nature of the contacts observed can be established with certainty through the execution of additional research by means of a ROV or divers in a following phase.

Subbottom profiler (SBP), vibrocores (VC) and cone penetration tests (CPT)

Next Geosolutions has acquired and processed shallow seismic data using a sub-bottom profiler (SBP). The processing involved an analysis of subbottom profiles and the identification and tagging of the observed seismic strata and buried objects indicated by refraction hyperbola. For this archaeological assessment the seismic strata have been interpreted and translated into lithostratigraphic units by Periplus Archeomare.

The seismic data have been used by Next Geosolutions to target specific locations for the geotechnical survey. The vibrocore and CPT locations are primarily chosen to obtain insight in the geological phenomena that could affect the cable lay operations. Periplus Archeomare was not involved in the selection of vibrocore and CPT locations. Therefore locations which could be of geo-archaeological interest have not specifically targeted. Fortunately, geological phenomena which are of interest for the cable lay operations, such as the occurrences of peat, clay, boulders and channel infills, also are the locations one would select for geo-archaeological research.

The vibro-coring activities have been carried out at both the nearshore and offshore sector of the project.

Data from the DINO-database, TNO grid data of lithostratigraphic units, VC-logs and CPT-logs have been used as a reference framework of the geological constellation along the cable routes.

2.5 Data Analysis

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

The first step in the data analysis is to cross-reference known objects within the surveyed area with the survey data. For the comparison the results of the desk study and the survey datasets were used. All the known objects were projected in a GIS together with the survey data.

For the cross-reference we have assumed that all present possible contacts and anomalies have been reported and described by the survey contractor. The raw data was only used, when available, to verify the description of found objects and anomalies as reported.

The positions of the interpreted contacts from the different surveys were compared with the positions of the known objects collected from the databases. Besides that, all the positions of both the survey contacts and the known objects were plotted on the high resolution *multibeam* grid to visualize the morphological influence of the presence of these objects. This assisted in the determination of possible archaeological value of the present remains. If an object had a potential archaeological value, the description of the object was finalized.

Besides the objects detected from the *side scan sonar* survey also the *magnetometer* contacts were plotted on the high resolution *multibeam* grid. For the *magnetometer* contacts that corresponded with the *side scan sonar* contacts within 50 meters of each other, these contacts were considered to be related. When at the position of the *magnetometer* anomaly no visible object was recognized the size of the anomaly was leading. If the magnetic anomaly of a contact is more than 500 nT (nano-Tesla) then it is stated that the contact could possibly be of archaeological value. All the *magnetometer* contacts above 500 nT but within 25 meters of the existing cable and pipeline routes are exempt for further investigation. It has to be stressed that within this assessment no distinction can be made between anomalies related to possible archaeological objects or anomalies related to (for example) unexploded ordnance (UXO's).

An archaeological assessment has been undertaken for all visible contacts. This interpretation is based on best 'professional judgment'.

Subbottom profiler (SBP)

The interpreted seismic data have been assessed in order to test the archaeological expectation with respect to intact prehistoric landscapes and possible related archaeological remains in the area. The archaeological desk study has resulted in the identification of lithostratigraphic units which could contain archaeological levels. The seismic images included in the Next Geosolutions Survey report have been used to get an insight into both the lateral and vertical distribution of the lithostratigraphic units and the expected archaeological levels herein. The seismic data have been correlated with information of the subsurface, including available geological data and newly obtained information from vibrocore analysis in order to test the desk study based archaeological expectation. An important factor included in the assessment is the integrity of layer boundaries, because erosion by natural processes poses a significant threat to archaeological levels. Based on the assessment sections of the cable routes which are expected to contain intact prehistoric landscapes are identified. The results are reviewed in the context of the activities planned in order to predict possible influence on the potential archaeological remains.

In summary, it can be stated that the collected geophysical data meets the requirements set out in the program of requirements and are suitable for an initial archaeological analysis.

The analysis was executed from March to May 2022 by R. van Lil and S. van den Brenk (both KNA senior prospector). The analysis is carried out according to specifications set up within the Dutch Quality Standard for Archaeology (*KNA Waterbodems 4.1; protocol 4103*).

2.6 Used Sources

The following sources were used for the analysis:

- Survey data Next Geosolutions, original survey data and reported interpretations;
- Archaeological desk study Periplus (20A024-01);
- ARCHIS database Cultural Heritage Agency;
- Archeomare Database;
- NIhono database Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- Wrecksite.eu;
- Database, Nationaal Contact Nummer (NCN).

For a complete list of used sources and literature see the reference list at page 56.

Italic written words are explained in the glossary at page 55.

3 Results

3.1 Seabed bathymetry and morphology

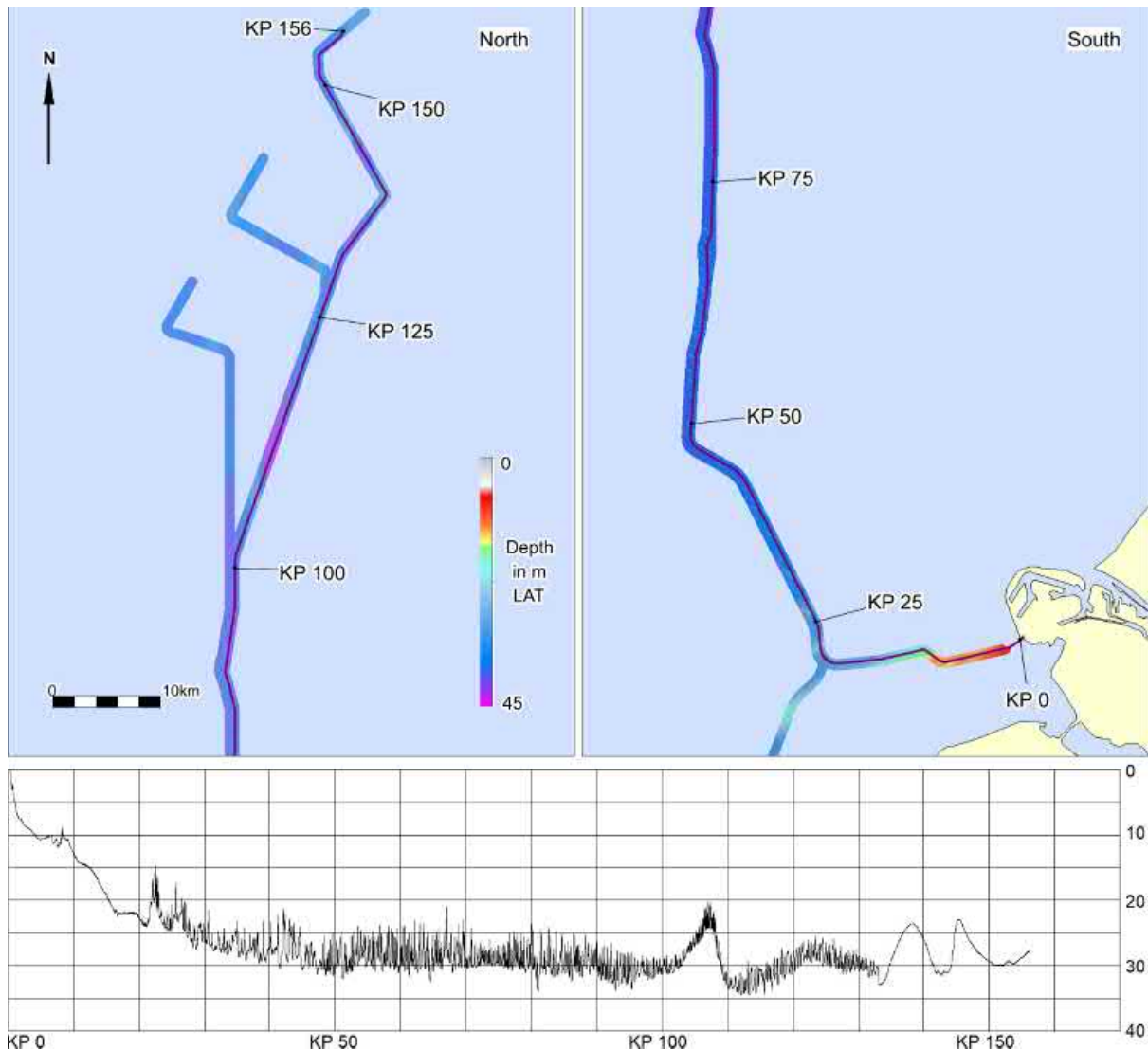


Figure 3. Bathymetry Gamma route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions)

Based on the 2021 survey data the water depth within the research area varies from 0 to 36.1 m LAT, with an average of 24.6 m LAT.

Seabed morphology

The southern part of the offshore route is dominated by tidal ridges with a relative height of 20 meter. Along the northern part of the route, sand waves occur with a height up to 4 meters and a wave length between 150 and 350 meter. These waves have a WNW – ESE orientation and are known to migrate northwards with a speed of several meters per year⁸. Superimposed on these dunes mega current ripple bed have formed with a height up to 1 meter.

⁸ Van Heeteren, 2010

3.2 Known objects: As Found positions versus database positions

Note: the results presented in the next paragraphs apply to the total surveyed area. The final impact on the Gamma route are summarized in chapter 5.

Based on the desk study 94 objects are known within the survey area. These objects include a (maximum) total of 17 shipwrecks. It is possible that some of these object entries are duplicates. This is due to differences and overlaps of the different databases.

The SSS contacts and MAG anomalies encountered during this survey have been stored in event listings. The positions of the contacts and anomalies in these listings are compared with the theoretical positions of objects in the NCN database. In order to conduct this comparison all SSS contacts and MAG anomalies found within a range of 50 meters around the database locations are selected.

The outcome of this comparison can be:

- The As Found position of a shipwreck agrees with the database position of a known wreck;
- The As Found position of a contact agrees with the position of a contact listed in the database, but the interpretations do not match;
- The As Found position of a shipwreck is not in agreement with the database position of a known wreck;
- A wreck listed in the database has not been found;
- A new wreck has been found.

A summary of the As Found- versus Not Found known objects is presented in the table below.

Known Objects	Archaeological Expectation			Total
	Yes	No	Unknown	
Found	5	27	17	49
Not Found	5	19	30	54
Total	10	46	47	103

Table 7. Summary of known objects

Note: a number of known objects have not been found while they fall outside the surveyed area. This is because the initial investigated area for the desk study was much larger.

3.3 Side scan sonar

Next Geosolutions has identified 11426 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Total
Buoy Achor	27
Benthic Mud and Detritus	632
Buoy	3
Exposed cable	6
Linear debris	694
Debris metal	54
Debris soft	181
Wreck	19
Natural Feature	5701
Debris Fish Net	5
Debris other	4045
other	3
Exposed pipeline	13
Debris wire	27
Seabed disturbance	16
Total	11426

Table 8. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions

49 contacts match known NCN objects. The remaining *side scan sonar* contact and images have been scanned and checked for the presence of potential archaeological contacts. This is done by analyses of:

- *Side scan sonar* images included in the survey report and digital provided data;
- *Multibeam*-data (0.5m grids and xyz-files);
- Comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts.

Apart from the survey data studied the geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record.

All contacts larger than four meters are examined in detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites. This selection of large contacts comprises a total of 459 contacts. After examinations, 42 contacts were classified as objects with an archaeological expectation. A summary of the outcome of the detailed inspection of selected contacts is presented in the table below.

Interpretation PPA	Arch. Expectation			Total
	No	Medium	High	
Debris	10	-	-	10
Geology	3	-	-	3
Natural feature	155	-	-	155
Piece of cable	58	-	-	58
Seabed disturbance	126	-	-	126
Shell bed	22	-	-	22
Unknown object	40	-	-	40
Wreck	-	4	15	19
Wreck remains	3	17	6	26
Total	417	21	21	459

Table 9. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts

A total of 42 contacts are classified as objects with a medium (21) to high (21) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent. A complete listing of the contacts is presented below.

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains

Table 10. Listing of sites with an archaeological expectation

Detailed description and images of the contacts are presented in Appendix 1. Some examples are presented on the next pages.

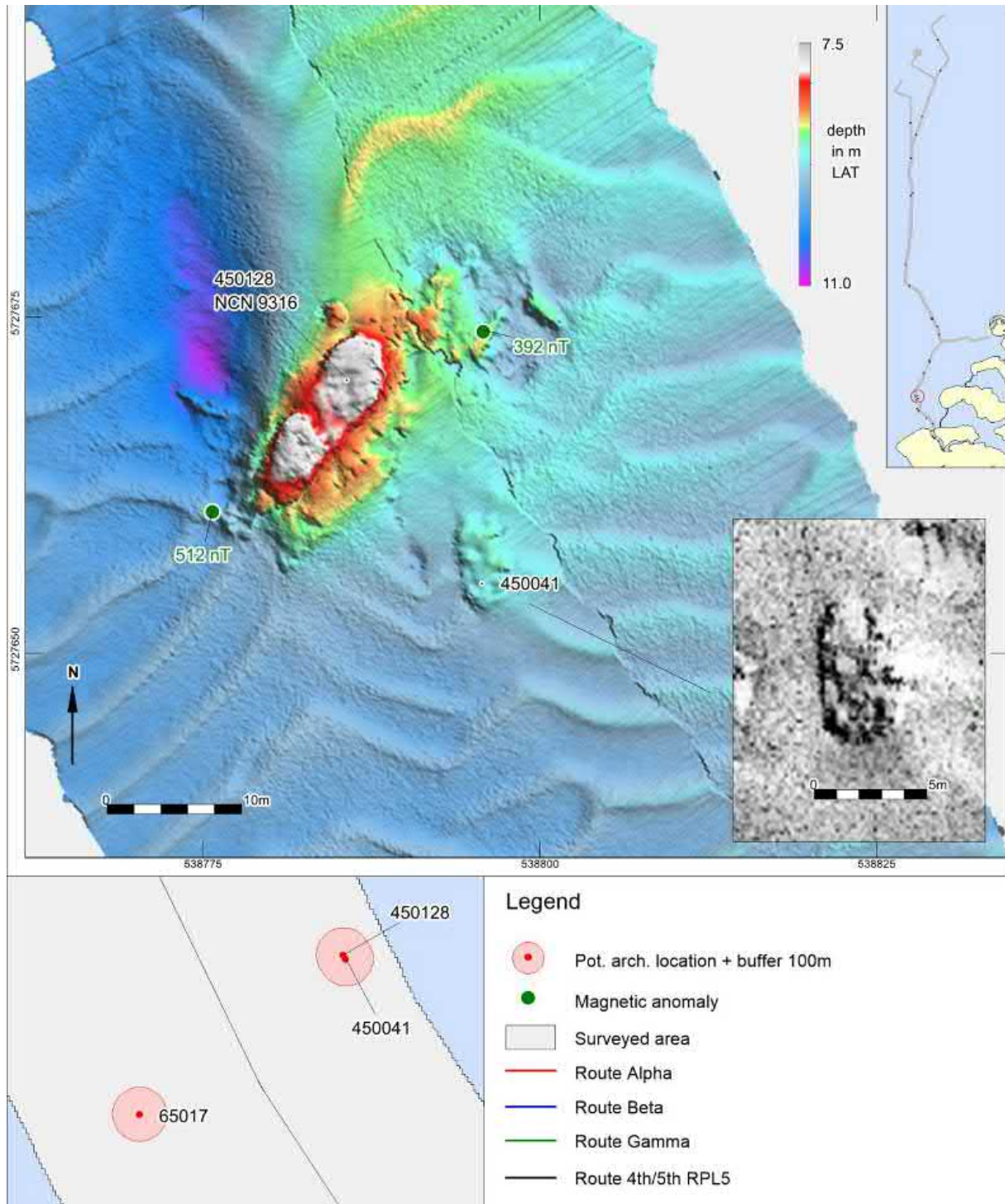


Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128

Contact 450128 represents the site of NCN 9316, a historic wreck with toponym *Schouwen Banjaard 1*. The site is known at RWS under "spot at point 11, three-master". According to sports divers the cargo consist of rolls of iron of 60-70 cm length. 10 meters south of the wreck a smaller oval object is clearly visible (contact 450041) which might be the remains of a small wreck, possibly a dinghy or skiff. The site has been recorded before in 2020 with side scan sonar and multibeam⁹.

⁹ Van den Brenk and van Lil, 2021

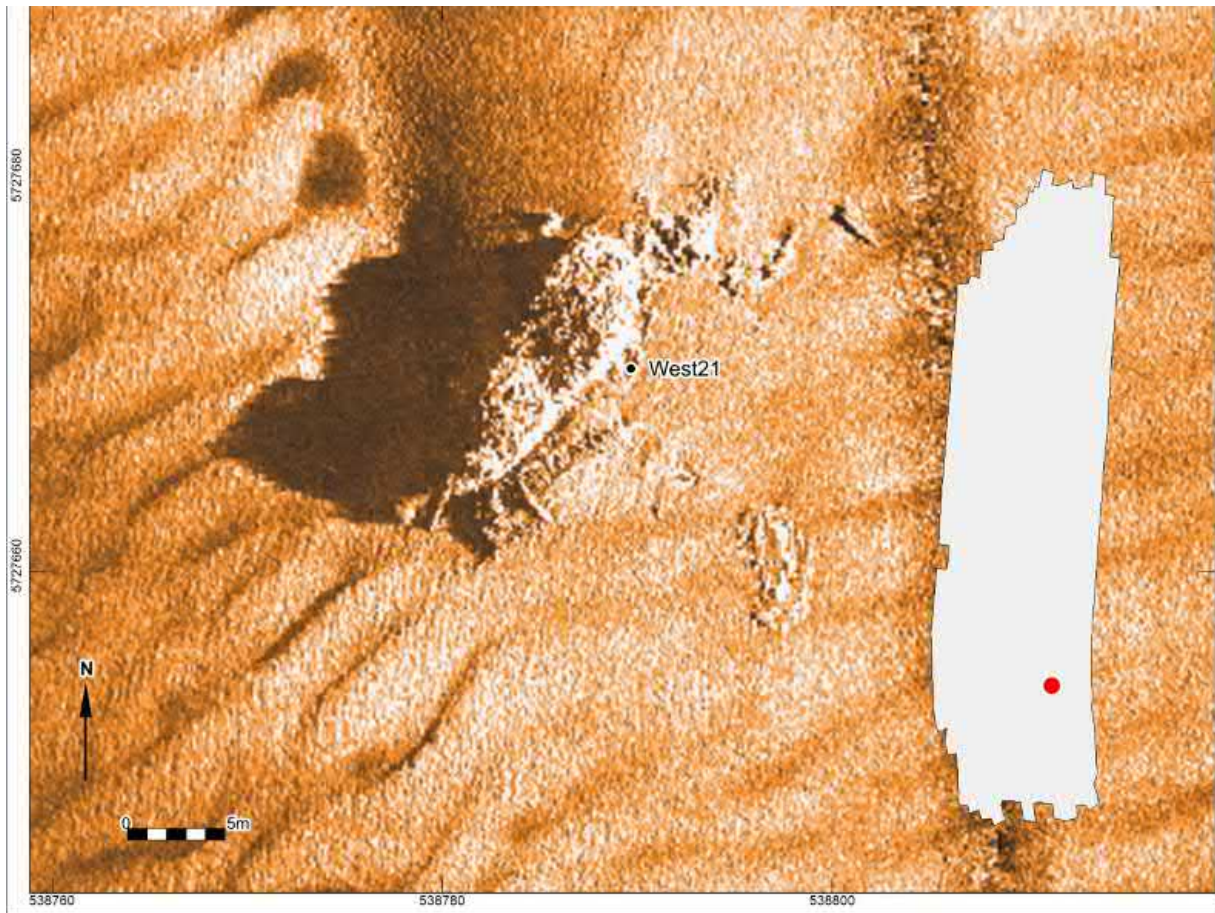


Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey

Magnetic anomaly 65017 represents the site of the *SS Rival*. This was a German steam freighter, on its way from Kiel (Germany) to Gent (Belgium) with a cargo of flax and hemp. It stranded on the *Banjaard* on 7-12-1886. Divers reported in 1887 that the wreck, laying at a depth of 7 meters was buried in sediment¹⁰. During a 2020 survey, the water depth at the location was to 2.6m LAT, and in the 2021 survey the water depth was reduced to only 0.3 meter. Side scan sonar images do not show any signs of the wreck at the seabed surface, but large magnetic anomalies points out the location of the wreck (see figure below).

¹⁰ Marhisdata

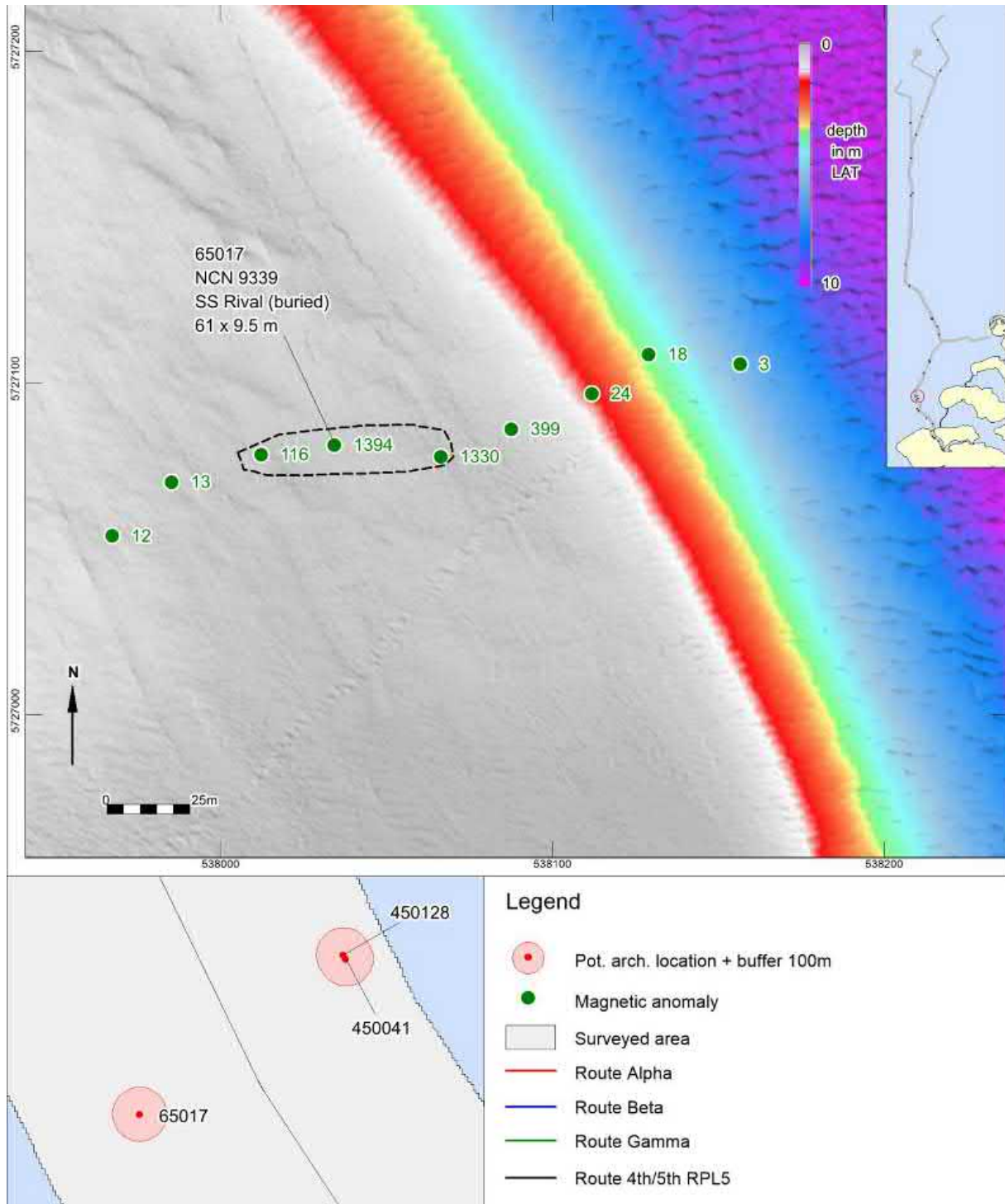


Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival

3.4 Multibeam

Apart from the *multibeam* images discussed in the previous sections no *multibeam*-features have been observed which are interpreted to reflect the presence of archaeological objects or structures.

3.5 Magnetometer

Besides the objects that are visible on the sea bed and are selected as of possibly archaeological value there also are large *magnetometer* anomalies which are not observed on the *side scan sonar* or *multibeam* data. A number of these anomalies can be related to infrastructure (cables and pipelines), but the majority have an unknown origin. Although the nature of these objects is not known it is possible that the anomalies represent archaeological remains buried in the seabed, and therefore have to be taken into account within this assessment. The average line spacing for the magnetometer was 25 meters.

A total of 8389 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. A classification is listed in the table below.

Classification	Total
Cable	584
Pipeline	131
Unknown	7663
Wreck	11
Total	8389

Table 11. Classification of the magnetic anomalies



Figure 7. Classification of the magnetic anomalies

At total of 715 magnetic anomalies can be associated with known infrastructure (cables and pipelines). 11 anomalies are related to wrecks.

A total of 7663 magnetic anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments. 68 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 68 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

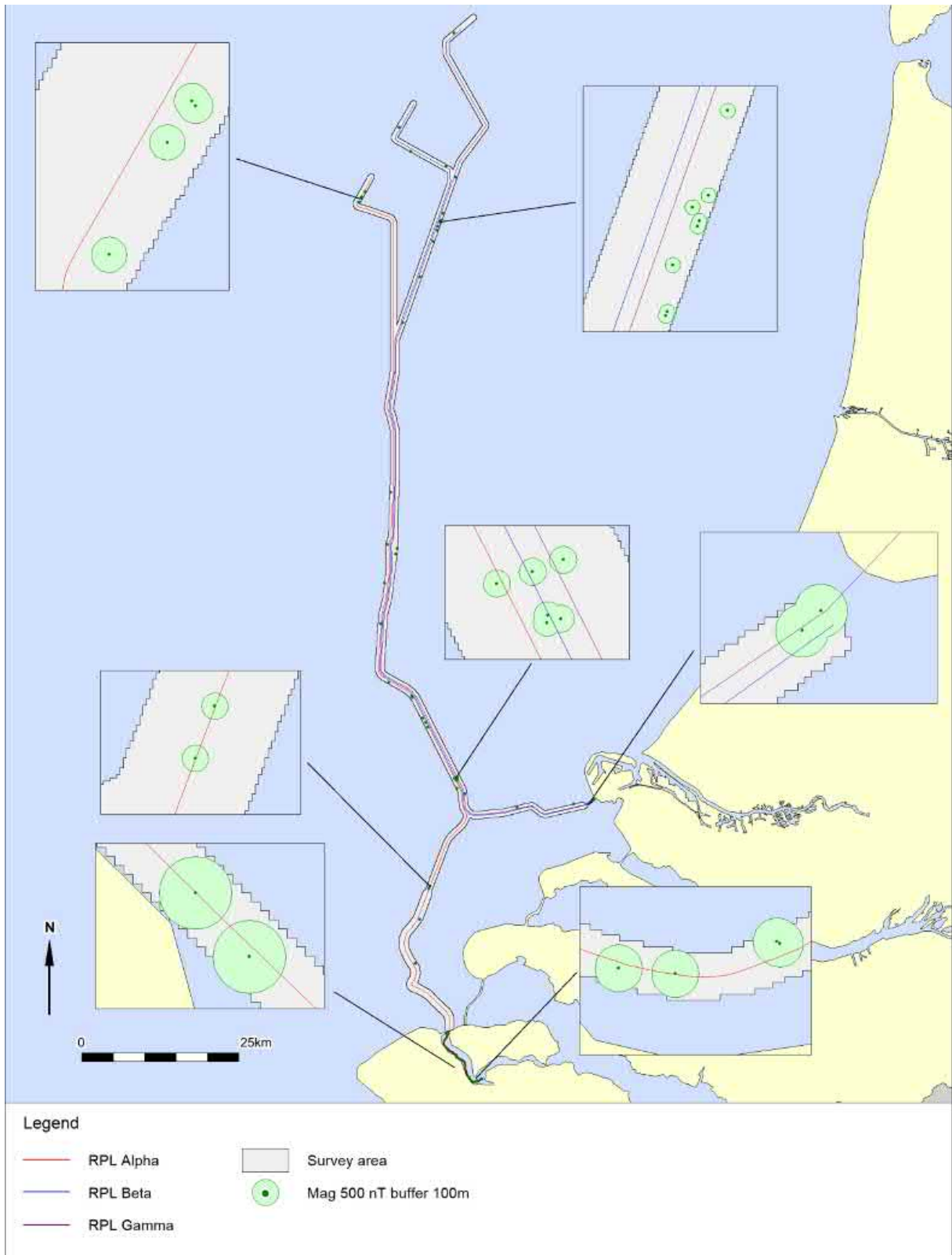


Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more

Note on magnetic anomalies and value of 500 nT.

A magnetic anomaly is a local deviation from the natural magnetic field, expressed in nanoTesla. The measured value depends on the mass of the iron contained by an object, but also largely on the distance between magnetometer and the object. With a relative large line spacing ($\geq 100\text{m}$) chances are, that object are missed or have an apparent lower reading on the magnetometer.

For example: a mass of 1000 kg iron results in a value of 50 nT at 12 meters, and 500 nT at 5 meters. The term 'large anomaly' is therefore subjective and depends mainly on the line spacing of the magnetometer survey.

For archaeological assessments, as a rule of thumb, the following minimum values for unidentified deviations are therefore considered to be of archeological interest:

Line spacing ~ 100 meters: 50 nT

Line spacing ~ 50 meters: 500 nT

As the average line spacing for the magnetometer survey was 25 meters, a minimum value of 500 nT has been used to classify the objects as potentially archaeological targets

3.6 Subbottom data

The Next Geosolutions survey report¹¹ contains thirty-six seismic images to illustrate the geological constellation along the proposed cable routes. Twenty-two of these seismic images apply to the IJVG route trajectory:

- Combined nearshore section of the IJVB and IJVG route trajectories (7);
- Combined offshore section of the IJVA, IJVB and IJVG route trajectories (11);
- IJVG route trajectory proximate to the IJVWFZ (4).

The seismic data have been processed and interpreted by Next Geosolutions. This has resulted in the identification of the following seismic reflectors:

- Base_of_Mobilised_Sediments
- Paleochannel
- Base_of_Layered_Sediments
- Top_of_Layered_Sediments
- Possible_Peat

The reflectors have been interpolated into grids, which represent the occurrence of reflector planes in m relative to the seabed. The grids have been delivered to Periplus Archeomare in .xyz point format.

In order to understand which lithostratigraphic units the observed seismic phenomena represent, the Next Geosolutions data are combined with data from additional seismic and geological sources. These additional data include:

- TNO grid data of geological units in the North Sea area (2003);
- TNO grid data of the top of the Pleistocene (2007);
- UHRS data collected by GEOxyz within the IJVWFZ (2021);
- DINOloket subsurface data (2022);
- Top Pleistocene Map (Laban, 2004);
- Geological Maps 1:250 000 series Indefatigable (1987), Flemish Bight (1984) and Ostend (1991) (British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands);
- Geotechnical data (VC and CPT) collected by Next Geosolutions along the route;
- Zagwijn, W. H. 1983 Sea-level changes in The Netherlands during the Eemian. In: M. W. van den Berg & R. Felix (eds.): Special issue in the honour of J. D. de Jong - Geol. Mijnbouw 62: 437-450.
- Hijma, M.P., Cohen, K.M., Roebroeks, W., Westerhoff, W.E., Busschers, F.S., 2012. Pleistocene Rhine-Thames landscapes: geological background for hominin occupation of the southern North Sea region.

To illustrate the lithostratigraphic constellation along the IJV Gamma cable route, geological profiles are produced and included as Appendix 1 to this report. These profiles cover sections of the cable route which are discussed below.

¹¹ Next Geosolutions 2021, document P1705-011-HKWb

Section KP0 – KP22

From the landing point of the IJV Gamma cable at the Maasvlakte coastline, the geological profile is characterized by a thin (0.0 m to 1.5 m) top layer of mobile sand. The base of the mobile layer is traced by Next Geosolutions in major part of the KP0 – KP22 section. This sandy upper unit is classified as the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. The Bligh Bank Member unconformably covers Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation.

From KP0 - KP17 the Wormer Member is more than 5 m thick. From KP17 – KP21 the unit wedges out. Between KP21 – KP22 sub-cropping Pleistocene river deposits of the Kreftenheye Formation are found at shallow depths below to the seabed; locally the Kreftenheye Formation could even be found exposed at the seabed surface. This particularly is the case in the low lying areas in between sand waves. The TNO top Pleistocene grid data (2007) differ from the TNO Top Kreftenheye Formation grids (2003), in that, the Top Pleistocene grid data indicate that the top of the Pleistocene (= Kreftenheye Formation) already occurs westward from KP15.8 at shallower depths (refer to geological profile from KP0 to KP22 in appendix 1).

In the nearshore section, from KP0 – KP7.7, the IJV Gamma cable route crosses an area where Early Holocene peat of the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation and Early Holocene fresh/brackish water clay of the Echteld Formation have been mapped by Hijma.¹² The Basal Peat Bed and Echteld Formation occur around or below -20 m LAT. Within this section, from KP5.1 – KP7.4, a channel system has been mapped. This channel system was active around 8500 BP.

Next Geosolutions has mapped possible peat occurrences from KP3.6 – KP6.8, and channels features from KP4.4 – KP6.6. Although the channel features are located a little east from the Hijma mapping, these channels are likely to comprise the 8500 BP Rhine Meuse channel system. The possible peat layers are found around -12.6 m LAT, at 2 to 3 m below the seabed. The presence of peat is not supported by the vibrocore samples which are taken. However, this does not mean that local occurrences of peat might be present, and gas bearing levels do occur within the channel system. Possibly, peat occurs as a local residual channel infill. Such peat layers are part of the layered Wormer Member channel infill deposits, and not classified as the Basal Peat Bed.

From KP14 – KP22 the IJV Gamma cable route crosses an area where Early Holocene fresh/brackish water clay of the Echteld Formation has been mapped.¹³ This section coincides with the cable route section where multiple channels incisions have been identified and mapped by Next Geosolutions. The Echteld Formation consists of a firm to stiff silty clay that covers the Pleistocene deposits of the Kreftenheye Formation, the Boxtel Formation and the Early Holocene Basal Peat Bed. The clay bed predates the channel incisions of the Wormer Member and has been found in one of the vibrocore samples: VC_227_A. Possibly, the clay bed of the Echteld Formation has been eroded by the younger tidal channels which are infilled with fine sand and silt.

¹² Hijma 2012.

¹³ Hijma 2012.

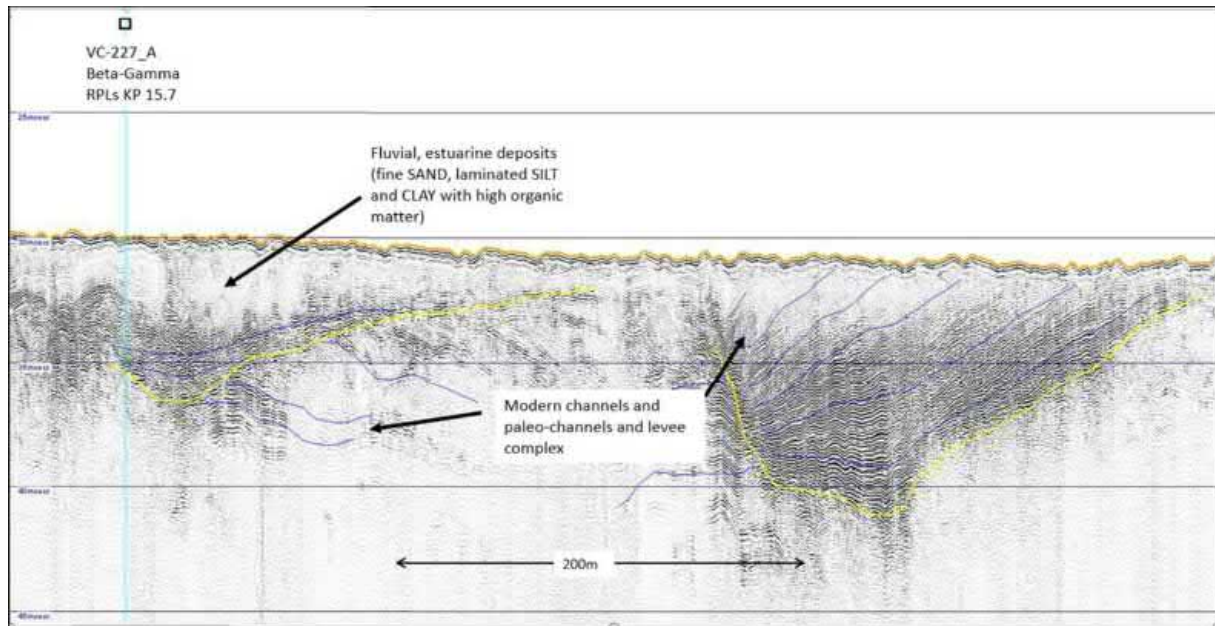


Figure 9. IJVG SBP example section KP15.5 – KP16.0 (source Next Geosolutions survey report)

The Pleistocene river deposits of the Kreftenheye Formation possibly are sampled in the vibrocores from KP15 westward. The Weichselian and Early Holocene landscapes which are known containers of prehistoric remains include cover sand ridges and river dunes of the Boxtel Formation, and river deposits of the Kreftenheye Formation. These levels will not be affected by the installation of the cable within the KP0 – KP15 section of the cable route.

Valuable information on the Early Holocene development of both aquatic and terrestrial landscapes can be obtained from vibrocore VC_227_A, in which – possibly – a sequence of the Kreftenheye Formation (Late Pleistocene river sand), the Echteld Formation (Early Holocene fresh or brackish water clay) and the Naaldwijk Formation (Early Holocene laminated tidal silt) occurs.

Another vibrocore which could provide information of the evolving landscape, is vibrocore VC_238_A, which contains the laminated infill of a channel that presumably was active around 8500 BP. Information on the actual activity of this channel system could be obtained through the analysis of samples taken from this infill.

Section KP22 – KP50

The geological profile of the KP22 – KP50 section of the IJVG cable route shows a rather homogenous pattern. The seabed is characterized by well-developed sand waves. Some sand waves are more than 5 m high. From KP22 – KP30 the top of the Pleistocene landscape lies just beneath the seabed in the valleys in between the sand waves. From KP30 – KP50 the mobile sandy top layer of the Bligh Bank Member becomes thicker. In most places, the Bligh Bank Member unconformably overlies sandy river deposits of the Kreftenheye Formation. The seismic character of the Kreftenheye Formation is described as 'opaque'.

The top of the Kreftenheye lies within the sample interval of most vibrocores. An exception is the ridge-like occurrence of the Naaldwijk Formation, from KP21.5 – KP 24.5. This sediments of this ridge are sampled in the vibrocores VC_175_A and VC_176_A. The ridge appears to be part of the Zeeland ridges, which

comprise sand bars which formed in prehistoric times. In VC_176_A the ridge consists of yellowish medium sand which covers soft clay. The top of the clay is found at 4.61 m below the seabed. Analysis of the clay layers and the actual sands from which the ridge is built could provide information on the (timing of the) development of the Zeeland ridges.

The Kreftenheye Formation wedges out towards KP 50, the end of this geological profile. Here, Early Pleistocene fluvial and estuarine deposits of the Yarmouth Roads Formation are found at shallow depths. The Yarmouth Roads Formation is mostly covered by a thin layer of the Eem Formation. Based on the TNO grid 2003 data, the Bligh Bank Member is expected to be more than 5 m thick, because of which the top of the Pleistocene sequence lies just below the penetration depth of the vibrocorer. On the 1984 Flemish Bight Map, the Elbow Formation is mapped. The Elbow Formation is an old name for Early Holocene laminated deposits (fine sand, silt and clay) and a basal peat, which currently are classified as the Wormer Member | Naaldwijk Formation and the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation.

Section KP50 – KP80

From KP50 – KP61 this profile shows a continuation of the stratigraphy in section KP20 – KP50. Beneath the base of the sand waves the Bligh Bank Member is some 5 m thick. It is considered likely, that the basal part of this layer, which for now is mapped as Bligh Bank Member, locally consists of Early Holocene deposits of the Wormer Member. Towards the north the number of channel features that have been mapped by Next Geosolutions increases. Presumably the age of these channels is Holocene, although the exact timing of incision is not known.

The top of the Pleistocene sequence below this Holocene cover consists of marine deposits of the Eem Formation, including (greenish) grey fine to medium calcareous sand with local intercalations of clay. The Eem Formation has been deposited during the Eemian interglacial, approximately 130 ky – 115 ky ago. At the top of the Eem Formation the Brown Bank Member occurs. The Brown Bank Member consists of brackish lagoonal to stream-fed lacustrine clays, which mark the Early Weichselian regression in the North Sea area. The Brown Bank Member consists of consolidated (stiff) greyish brown to greyish green silty clay, with fine sand in laminae and desiccation cracks. The silty clay can be extensively bioturbated and locally cryoturbated, desiccated and rooted at the top, with soil horizons.¹⁴

From KP61 – KP80 the Eem Formation thickens. From KP62.7 – KP72.1 the Kreftenheye Formation reappears in the profile. This occurrence is based on the 2003 TNO grid data. However, the stratigraphic position of the Kreftenheye Formation, in between the Eem Formation and the Brown Bank Member, is remarkable. The presumed Kreftenheye Formation is not reached by the vibrocorer, so no further information can be obtained from this unit.

In between the Bligh Bank Member and the Brown Bank Member at the top of the Pleistocene, a sequence of layered sediments has been mapped by Next Geosolutions. The thickness of this sequence increases northward. CPT logs indicate that from KP71.5 – KP 80 the top of this unit is located just below the base of

¹⁴ TNO-GDN (2022). Brown Bank Member. In: Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands.

the sand waves. The shallow occurrence of this unit is reflected in a change of the sand wave morphology; they become significantly smaller.

The lithostratigraphic unit to which these deposits shall be attributed to is uncertain. The sequence is likely to include tidal deposits of the Early Holocene Wormer Member | Naaldwijk Formation. However, it can certainly not be excluded that the layered sequence (also) includes Late Glacial – Early Holocene stream deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation, local occurrences of cover sand deposits of the Wierden Member | Boxtel Formation and laminated stiff silty clay of the Brown Bank Member | Eem Formation. Analysis of sediment intervals from the vibrocores (e.g. VC_125_A and VC_126_A) could provide information on the actual character and genesis of the deposits.

Section KP80 – KP110

The abovementioned ‘unknown unit’ occurs over the full extent of the KP80 – KP110 section. The top of the Pleistocene sequence, which is based on 2007 TNO Top Pleistocene grid data, lies much closer to the seabed than the top of the Pleistocene sequence that is represented by the Brown Bank Member. The Brown bank Member in the geological profile is based on 2003 TNO grid data. The difference ranges from 2 m to 5 m. Actually, the top of the Pleistocene units indicated by the 2007 TNO Top Pleistocene grid data coincides with the top of the unknown unit, adding to the question if this unknown unit indeed consists of deposits of the Naaldwijk Formation, or for instance comprises older Late Glacial to Early Holocene stream deposits of the Singraven Member. As mentioned before, the lower parts of what is classified as the Bligh Bank Member can also include early Holocene deposits such as tidal deposits of the Wormer Member. In that respect VC_115_A displays an interesting stratigraphy. In this vibrocore a peat bed is found at 0.30 m to 0.73 m below the seabed. Given a water depth of -30.34 m LAT, the peat bed lies at -30.64 m to -31.07 m LAT. Based on available sea level curves this peat bed must have been deposited some 10 cal. kyr BP.¹⁵ It is clear that the underlying sequence of medium grey sand, which contains roots of the plants, is no part of the Bligh Bank Member. What the age and origin of this sandy sequence is can be determined through further analysis.

It can be seen in the profile that the occurrence of the unknown unit is not limited to the laminated sediments that have been mapped by Next Geosolutions. The top of the unknown unit is also interpreted on the basis of CPT data.

Between KP96.5 and KP104 Next Geosolutions has mapped a number of channel features in the deposits overlying the layered sediments. In this part of the profile the top the unknown unit is sampled in the lowermost parts of the vibrocores.

Section KP110 – KP157

The final section of the IJVG cable route shows a marked morphology of the seabed, including two prominent ridges. The first (southern) ridge, at KP138.7, is 9 m high and 8 km wide; the second (northern) ridge, at KP145.8, is 8 m high and 6.5 km wide. According to the 2003 grid data, the top of the Pleistocene sequence underneath the southern ridge, is located 10 m below the ridge top. Here, the Pleistocene consists of a thin bed of Late Glacial deposits of the Boxtel Formation, which cover laminated layers of silty clay of the Brown Bank Member and marine sands of the Eem Formation.

¹⁵ Vink 2007.

Vibrocore samples which have been retrieved from the low-lying parts of the seabed along the flanks of the ridges, contain thick stiff layers of clayey sandy silt and silty clay. These deposits are interpreted as Early Weichselian brackish lagoonal to stream-fed lacustrine deposits of the Brown Bank Member. Examples of the vibrocore samples in which the Brown Bank Member are (interpreted to be) contained are VC_99_A, VC_100_B, VC_82_A, VC_83_A, VC_84_A, VC_85_A and VC_89_A. The top the silty clay and clayey silt sequence (= Brown Bank Member) observed in the vibrocores, lines up with the CPT horizons indicated in the KP110 – KP157 geological profile.

VC_92_A contains at 3.53 m to 3.90 m (= -33.19 m to -33.56 m LAT) a bed of fibrous peat with plant remains with laminae of sand. This peat bed has been deposited on silty to very silty fine micaceous sand with peat and clay laminae. On top of the peat bed, from 0.90 m to 3.53 m below the seabed, also silty fine micaceous sand occurs. This (dark) grey sand layer contains few shell fragments at the top. The peat bed could either be the Early Holocene Basal Peat Bed which covers Late Glacial to Early Holocene loamy stream deposits of the Singraven Member | Bostel Formation, or be part of a full sequence of stream deposits of the Singraven Member. An analogue stratigraphy is found in V_090_A, in which a thin peat bed is found at 2.20 m to 2.30 m (= -33.07 m to -33.17 m LAT), which alike the peat bed in VC_92_A, separates overlying and underlying deposits of fine micaceous sand.

Analysis of specific sample intervals of (part) of the vibrocores discussed above, would provide valuable information on the development of aquatic and terrestrial landscapes in this part of the IJV Gamma cable route trajectory during the Eemian, Weichselian and Early Holocene, and would clarify the actual lithostratigraphic units which are present.

4 Synthesis

For this investigation different research questions are defined in the Program of Requirements¹⁶.
 Based on the results of de data analysis the research questions are answered.

Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?

Yes. There are 9 official reports of archaeological finds within the surveyed area:

NCN	RCE	Description	Found
192	52726	Unidentified shipwreck. Geul van de Banjaard 3	Yes
193	46848	Unidentified shipwreck, Hondengat 1, sunk in 1893	No
364	46668	Unidentified wreck of a steam vessel	Yes
382	48566	Unidentified wreck of a three-masted sailing vessel	Yes
9160	46488	Ceramics, Roman pottery	No
9316	48498	Unidentified wooden steam vessel with cargo iron ingots	Yes
9317	48499	Unidentified wreck of a sailing vessel, 18 th or 19 th century	No
9339	49358	Steam vessel SS Rival	Yes
20097	4022398100	Various finds from Roman period in sand nourishment, originating from the Hompels	No

Table 12. Official archaeological findings within the surveyed area

With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:

Are there any phenomena visible on the seabed?

Yes. A total of 11426 contacts have been mapped at the seabed surface with *side scan sonar* and *multibeam*.
 In addition, 8389 magnetic anomalies have been mapped.

Do these phenomena have a man-made or natural origin?

Next Geosolutions has identified 11426 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Total
Buoy Achor	27
Benthic Mud and Detritus	632
Buoy	3
Exposed cable	6
Linear debris	694
Debris metal	54
Debris soft	181
Wreck	19
Natural Feature	5701
Debris Fish Net	5
Debris other	4045

¹⁶ Van den Brenk and van Lil, 2022.

Classification	Total
other	3
Exposed pipeline	13
Debris wire	27
Seabed disturbance	16
Total	11426

Table 13. Classification of the side scan sonar contacts

A total of 8389 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. 7663 anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments.

If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?

The man-made phenomena include shipwrecks, lost or dumped debris, cables and pipelines.

If these phenomena can be classified as archaeological: Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?

A total of 42 contacts are classified as objects with a medium (21) to high (21) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent.

Besides visible object at the seabed surface, magnetic anomalies have been observed caused by buried objects which cannot be related to known objects like pipelines or cables. 68 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 68 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena?

The phenomena interpreted as natural features are probably lumps of peat or clay.

Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle or low activity on the seabed?

Along the routes sand waves have been mapped which are known to migrate a few meters per year northwards. Sand ripples originated by tidal currents are present along the entire route, except for the lake bed of the Veerse Meer.

What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively?

Larger objects like the shipwrecks show scouring, but are largely embedded in the seabed sediments. This appears to be the case throughout the area. Therefore it is not possible to mark risk-prone areas selectively.

If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation or human interference?

This question is given the results of the investigation not applicable.

With respect to subbottom profiler- and sampling:

Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape?

The acquired and processed seismic data and collected vibrocore samples are of high quality. The assessment of the seismic data has been carried out through the correlation of these data (grids and figures contained in the survey report) with available geological and seismic sources.

It is not possible to map the top of the Pleistocene landscape along the full extent of the cable route. The main reasons are the following:

- The transition between the top of the Pleistocene landscape to the overlying Holocene deposits is very gradual. A seismic reflector occurs when a sudden change acoustic impedance occurs.¹⁷ This is not the case when the layer boundary is very gradual, because of which this layer boundary is not observed as a clear reflector in the seismic profile;
- The sediments at the top of the Pleistocene and base of the Holocene sequence are the same. Also in this case there is no difference in acoustic impedance and therefore no reflector.
- The top of the Pleistocene landscape is located below the depth of penetration of the subbottom profiler. Because the cables are installed at a few meters below the seabed, a seismic of the top layer suffices. The subbottom profiler system is chosen to meet this demand.
- The top of the Pleistocene landscape is visible as a reflector in the seismic profile, but due to a lack of geological information, this reflector cannot simply be interpreted as being the top of the Pleistocene landscape.

What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed?

The top of the Pleistocene sequence is found at depths varying from 0.0 m to more than 10 m below the seabed. The exact depth of the deepest occurrences is not known.

From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?

Generally, the transition from Pleistocene to Holocene deposits is not clearly mapped. This is due to various reasons. The first is related to the chosen geophysical method and used equipment. Second, it is often not possible to translate the seismic units into lithostratigraphic units, without the description and analysis of sediment samples.

River sand deposits of the Kreftenheye Formation are often directly covered by the mobile sands of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. The Kreftenheye Formation is truncated by the erosional base of the Bligh Bank Member. The Brown Bank Member, which is identified in the approach of the IJVG platform location, generally consists of a stiff silty clay or clayey silt, has been preserved intact, if not eroded by younger (Holocene) channels.

¹⁷ Acoustic impedance = density of the sediment * velocity with which a sound wave propagates through the sediment.

In a significant section of the cable route an unknown unit is mapped, which could consist multiple lithostratigraphic units, including tidal deposits of the Naaldwijk Formation, terrestrial deposits of the Boxtel Formation, and – possibly – laminated silty clay of the Brown Bank Member. Further, the basal part of the unit which, based on available grid data, is mapped as the Bligh Bank Member, is likely to include Early Holocene tidal deposits (Naaldwijk Formation), peat (Basal Peat Bed) and/or stream deposits (Singraven Member). As long as the actual lithostratigraphy of the unknown unit and the Bligh Bank Member is not resolved, it is not possible to answer this question.

Are buried channel structures observed? If so What are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the infill, stratigraphic position and age?

Yes, paleo-channels have been identified along the cable routes. The paleo-channels have incised Late Pleistocene units and are truncated by the Bligh Bank Member. The infilled channels display clear parallel layers of (what is assumed) clay, silt and fine sand. These channels are interpreted as Early Holocene tidal channel deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation and Late Glacial and Early Holocene stream deposits (clay, loam, fines sand, peat) of the Singraven Member | Boxtel Formation. Further, channel-like features are observed within the Krefteheye Formation.

Are peat/or clay deposits observed? If so: What is the spatial distribution (depth, size), stratigraphic position and age of these deposits.

Yes, layers of clay and peat have been observed at different locations along the IJVG cable route. The vibrocores in which peat or clay are found are listed in the table below. Laminae and thin beds that are part of predominantly silty of sandy units are not included in this list. The used abbreviations are explained below the table.

Vibrocore nr	Peat	Clay	Height m LAT	Thickness m	Stratigraphy	Age
VC_076_A	X		-26.55	0.15	BXSI NIBA	LG - EH
VC_077_A		X	-30.66 / -31.01	0.25 / 0.15	EEBB	EW
VC_082_A		X	-33.51	0.70	EEBB	EW
VC_084_A		X	-31.13 / -32.08	0.20 / 2.10	EEBB	EW
VC_089_A		X	-31.44	2.30	EEBB	EW
VC_090_A	X		-32.17	0.10	BXSI NIBA	LG – EH
VC_091_A	X		-33.73	0.15	BXSI NIBA	LG – EH
VC_092_A	X		-33.19	0.37	BXSI NIBA	LG – EH
VC_099_A		X	-33.31 / -35.22	0.36 / 1.30	EEBB	EW
VC_115_A	X		-31.11	0.43	NIBA?	EH?
VC_137_A		X	-33.99	0.47	?	?
VC_167_A	X		-30.55	0.15	NIBA?	EH?
VC_176_A		X	-24.51	1.24	NAWO	EH
VC_227_A		X	-22.51	0.75	EC	EH
VC_228_A		X	-21.15	0.46	NAWO	EH
VC_237_A		X	-11.99	0.25	NAWO	H
VC_241_A		x	-8.52	0.30	NAWO	H

Table 14. List of vibrocores with peat and clay layers

Abbreviations explained:

- NAWO = Naaldwijk Formation | Wormer Member; tidal deposits
NIBA = Nieuwkoop Formation | Basal Peat Bed; peat
BXSI = Boxtel Formation | Singraven Member; small scale fluvial | stream deposits
EEBB = Echteld Formation; fresh/brackish water clay
EW = Early Weichselian
LG = Late Glacial
EH = Early Holocene
H = Holocene

Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected?

Remains of Palaeolithic and Mesolithic camp sites are to be expected at:

- the beaches of lagunes and at the shores of lakes (Brown Bank Member; Middle Paleolithic)
- braided river valley (Kreftenheye Formation; Middle and Late Paleolithic)
- river dunes (Boxtel Formation; Late Paleolithic and Mesolithic)
- cover sand dunes and ridges (Wierden Member | Boxtel Formation; Late Paleolithic and Mesolithic)
- the valleys of small streams (Singraven Member | Boxtel Formation; Late Paleolithic and Mesolithic)

It is not possible to designate areas where the Pleistocene landscape and Early Holocene landscapes and related archaeological remains have been preserved intact and identify zones where prehistoric settlements are to be expected. In general can be said, that areas that did not suffer from erosion due to later sedimentation could contain intact remains. Often these areas are parts of the landscape that have been covered with peat or clay, which protected landscape and remains in the context of this landscape against erosion. From this research it has become apparent that there are some major question marks regarding the lithostratigraphy along the IJVG cable route. These question marks primarily concern the base of the Bligh Bank Member and the actual age and genesis of an unknown unit that most likely has been deposited in the Late Glacial and Early Holocene, and lies in between the top of the Pleistocene units and the overlying Bligh Bank Member.

If so:

Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?

Yes, settlements could be affected by the installation of cables if:

- the favourable elements of the paleo-landscapes (dunes, stream valleys, beaches of lagoons, shores of lakes, et cetera) occur along the cable route, and
- these paleo-landscapes have not been affected by erosion, and
- the paleo-landscapes and related in situ prehistoric remains are located proximate to the seabed surface, within the depth range of the cable trencher.

Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects?

No, these indications have not been observed. It should be noted, that with seismics only objects can be found, which are located straight beneath the subbottom profiler; buried objects located in between survey lines cannot be traced.

If so:

Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?

This question is not applicable.

5 Summary and recommendations

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder and subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 309 km² have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second and step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 42 contacts. In accordance with Dutch Law and Legislation no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations.

Along the Gamma route 4 of the sonar contacts fall within 100 meter of the route.

ID	E	N	Gamma_KP	Distance to the gamma cable (m)
3110	537985	5830159	106.046	0
2140014	547442	5855149	132.850	64
2150001	546418	5867040	146.801	30
2150002	546385	5867084	146.855	23

Table 15. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Gamma

Magnetic anomalies

At 68 locations magnetic anomalies with a peak-to-peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images, and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Gamma route 3 of the magnetometer contacts fall within 100 meter of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Gamma	
				KP	Distance to the cable (m)
MAG_BEA_0066	919	567692	5752519	0.033	10
MAG_BEA_0082	1238	567622	5752445	0.133	-11
MAG_GVA_00929	880	546056	5756034	26.784	76

Table 16. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Gamma

In accordance with Dutch Law and Legislation no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 10.

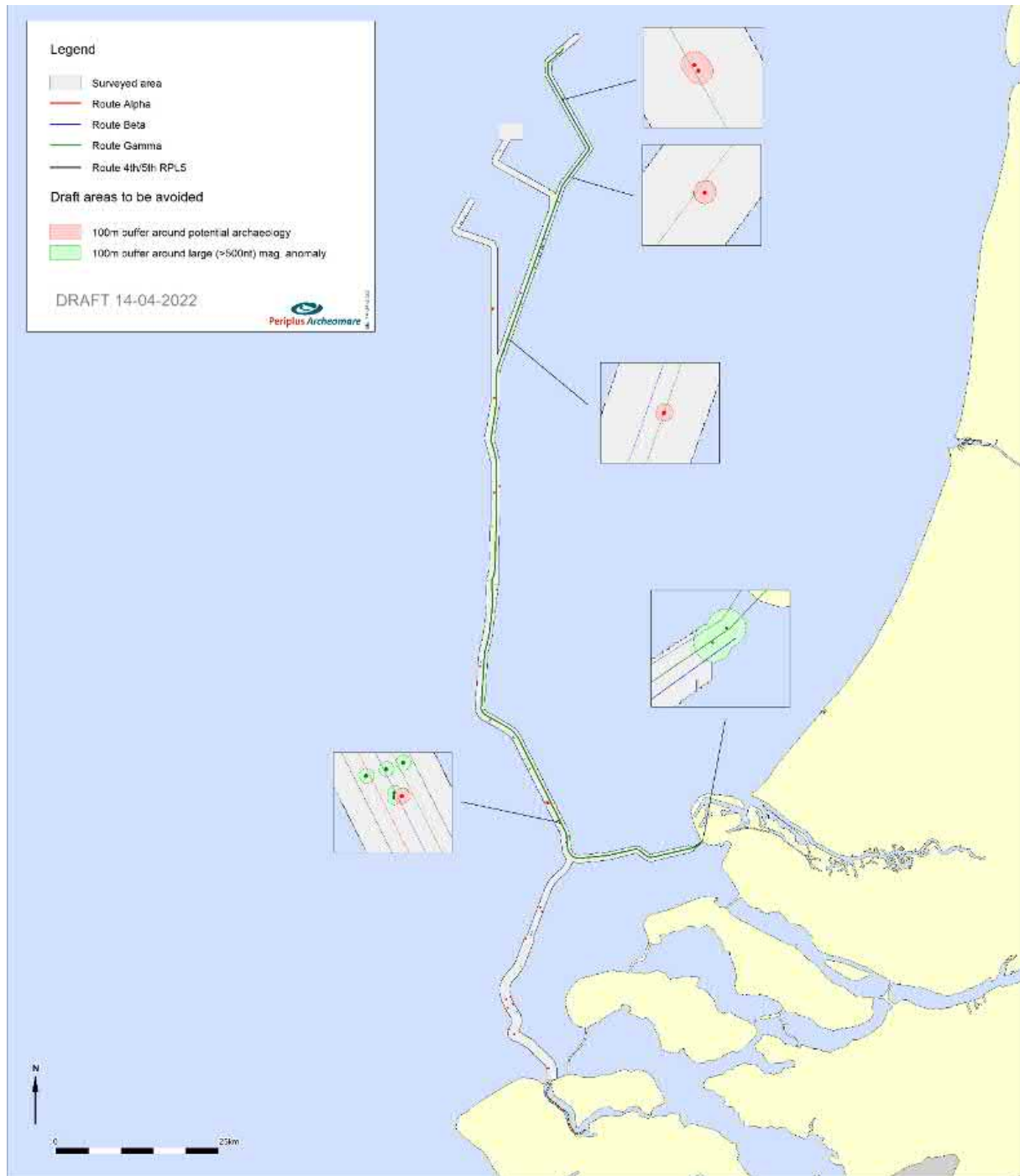


Figure 10. Advice - Sites to be avoided along the Gamma route including a 100 meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage. This buffer zone is included in the “beleidsregels ontgravingen Rijkswateren 2022”. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. Reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional research (for instance by means of ROV or dive investigations) is needed. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to small size of Late Paleolithic and Mesolithic camp sites it is very difficult to trace and map these sites. Generally, these camp sites do not exceed a few m². Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain important information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to carry out specialist research including AMS ¹⁴C age dating, pollen, diatom and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a low number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

Based on the conclusions and recommendations above, Primo Marine (acting as consulting and route engineer for Tennet) has drawn up a proposal with respect to archaeology for the installation phase.

Proposal with respect to archaeology for the installation phase

By TenneT

The buffer zone of 100 metres which is applied as a stand-off distance to objects of (potential) archaeological value as applied in this report, is based on an assessment of the potential threat of subsea operations on such objects. The 100 metres distance originates from considerations with regard to dredging operations, where side slopes of dredged profiles can threaten objects with (potential) archaeological value. For the installation of the cables at sea only the crests of mobile sand waves will be dredged. Objects with (potential) archaeological value are only to be expected at the bottom of the mobile seabed layer, below the crests of the sand waves and not in the crests of the mobile sand waves. The crests of the sand waves will not be surveyed for potential unexploded ordnance either. The survey for potential unexploded ordnance will be executed after the dredging (“pre sweeping”) of the crests of the mobile sand waves. Thus, the dredging preceding cable installation can be excluded from the assessed threats to objects of (potential) archaeological value. No potential UXO’s and no potential objects of archaeological value are expected in the mobile seabed layer.

After the dredging (“pre-sweeping”) of a corridor for the installation of the cables through the crests of the mobile sand waves, the cable is laid and buried into the seabed. The lay and burial of the cable is with an accuracy of +/- 2 meter. The cable burial tools disturb the seabed over a width of 0.6 - 1.0 metres. The width of the cable burial tools above the seabed is approx. up to 10 meter in total, thus the cable burial tools extend up to approx. 5 meter either side of the cable route. With this the disturbance of the seabed by cable installation is significantly narrower compared to dredging. The 100 m stand-off distance for loose objects, which is applied for dredging operations, is therefore considered to be disproportional for cable installation operations. For the rerouting of the cables to avoid potential UXO’s a stand-off distance of approx. 15 metres is considered sufficient to safely avoid any disturbance of the potential UXO. Therefore, a stand-off distance of 15 metres between the cable route and loose objects with potential archaeological value is to be considered sufficient to safeguard those objects against any influence by the cable lay and burial operations.

With regard to wrecks, a larger stand-off distance will be kept by TenneT, to avoid hooking of the umbilical of the underwater robots behind any protruding parts of the wreck. For smaller wrecks, a stand-off distance of approx. 100m to the centre point of the observed wreck is kept and for larger wrecks, with an observed size of over 50 meters, a stand-off distance of approx. 50 m is kept to the observed contours of the wreck. With this approach both the integrity of the object with potential archaeological value as the safety of the cable installation operations are considered to be sufficiently safeguarded.

In preparation for the installation of the cables, TenneT will execute an obstacle and pUXO survey. Obstacles encountered, which are above the threshold value for UXO’s and which are considered to be a significant threat, will be avoided by rerouting of the cable. A standoff distance of at least 15 metres is kept to those obstacles. The precise standoff distances which will be observed do follow from the UXO Desk Top Studies, which do assess the specific types of UXO’s which can be encountered along the different sections of the cable route as well as the threshold values for the observed magnetic anomalies. This approach is considered to be sufficient as well to safeguard unknown objects, which could be of potential archaeological value, against disturbance by the cable installation operations.

Encountered objects loose objects, not being wrecks, which are within 15 metres from the cable route, and which cannot be avoided by route engineering, will be investigated under water during the Identification and Clearance part of the obstacle and UXO survey. The safety policy of TenneT does only allow for divers

if no suitable alternatives are available. Underwater investigations as well as uncovering shallow buried objects are executed by means of Remotely Operated Vehicles (underwater robots). After an object is exposed, it is visually and acoustically analysed to assess whether it could potentially be an UXO. If it appears not to be an UXO, in the next step the object is assessed for its potential archaeological value. For those objects encountered within the areas listed in this report as areas with a potential for encountering archaeological value, the assessment for potential archaeological value will be done under supervision of an archaeological expert, either on land or present on board.

An archaeological working protocol detailing out this process of discriminating objects with potential archaeological value based on the observations by the ROV, will be developed for these operations by TenneT in close cooperation with an expert. This archaeological object identification and clearance working protocol will be part of the working plan which will be issued to Rijkswaterstaat under the requirements of the Water-permit (waterwetvergunning). TenneT plans to discuss the proposed archaeological object identification and clearance working protocol with RCE first, before it is made part of the working plans, well in advance of the operations, because such a protocol has not been prepared before on previous projects.

If an investigated object, not being an UXO, is considered to be of potential archaeological value, and if that object is obstructing the cable route, then that object can either be relocated to a distance of at least 15 metres from the cable route, or it can be brought to deck for further investigation and potential conservation. In that case the procedure for “toevals-vondsten” (incidental archaeological findings) will be followed, which has been agreed upon between TenneT and RCE. The archaeological object identification and clearance working protocol will describe in practical details what will have to be done and how decision making will be organised to safeguard the integrity of investigated objects which could be of potential archaeological value.

List of Figures

Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Gamma route including a 100 meter buffer zone.	8
Figure 2. Location map of area of investigation.....	10
Figure 3. Bathymetry Gamma route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions)	24
Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128	29
Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey	30
Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival.....	31
Figure 7. Classification of the magnetic anomalies.....	33
Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more.....	34
Figure 9. IJVG SBP example section KP15.5 – KP16.0 (source Next Geosolutions survey report).....	38
Figure 10. Advice - Sites to be avoided along the Gamma route including a 100 meter buffer zone.	50

List of tables

Table 1. Dutch archaeological periods.....	4
Table 2. Administrative details.....	4
Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Gamma.....	6
Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Gamma.....	7
Table 5. Data used for the archaeological assessment.....	15
Table 6. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed	17
Table 7. Summary of known objects.....	25
Table 8. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions	26
Table 9. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts.....	27
Table 10. Listing of sites with an archaeological expectation.....	28
Table 11. Classification of the magnetic anomalies.....	32
Table 12. Official archaeological findings within the surveyed area.....	42
Table 13. Classification of the side scan sonar contacts	43
Table 14. List of vibrocores with peat and clay layers	45
Table 15. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Gamma	48
Table 16. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Gamma.....	49

Glossary and abbreviations

Terminology	Description
<i>AMZ</i>	Archeologische Monumenten Zorg, a description of procedures to ensure the protection of National archaeological Cultural Heritage
<i>CPT</i>	Cone penetration test
<i>Eemian</i>	Warm period (interglacial) between Saalian and Weichselian from 130.000 to 115.000 years ago
<i>Erratic</i>	An (glacial) erratic is a piece of rock that differs from the size and type of rock native to the area in which it rests. These rocks are carried by glacial ice, often over distances of hundreds of kilometres. Erratics can range in size from pebbles to large boulders.
<i>Ferrous</i>	Material, which is magnetic or can be magnetized, and well known types are iron and nickel
<i>Glacial</i>	Ice-age
<i>Holocene</i>	Youngest geological epoch (from the last Ice Age, around 10,000 BC. to the present)
<i>In situ</i>	At the original location in the original condition
<i>Interglacial</i>	Warm period in between two ice-ages
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie = Dutch Quality Standard for Archaeological Research
<i>Magnetometer</i>	Methodology to measure deviations from the earth's magnetic field (caused by the presence of ferro-magnetic = ferrous objects)
<i>Multibeam</i>	Acoustic instrument that uses different bundles or beams to measure the depth in order to create a detailed topographic model
<i>Pleistocene</i>	Geological era that began about 2 million years ago. The era of the ice ages but also moderately warm periods. The <i>Pleistocene</i> ends with the beginning of the <i>Holocene</i>
<i>PvE</i>	Program of Requirements (Dutch: Programma van Eisen)
<i>RCE</i>	Ministry of Cultural Heritage (Dutch: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)
<i>ROV</i>	Remotely Operated Vehicle
<i>Saalian</i>	Second last Ice age (glacial) from 240.000 to 130.000 years ago
<i>Sidescan sonar</i>	Acoustic instrument that registers the amplitude of reflections of the seabed. The resulting images are similar to a black / white photograph. The technique is used to detect objects and to classify the morphology and type of soil
<i>Current ripples</i>	Asymmetrical wave pattern at the seabed caused by currents. The steep sides of the ripples are always on the downstream side
<i>Subbottom profiler</i>	Acoustic system used to create seismic profiles of the subsurface
<i>Trenching</i>	Construction of a trench for the purpose of burying a cable or pipeline
<i>Vibrocore</i>	Vibrocore bore is a special drilling technique where a core tube is driven by means of vibration energy in the seabed. In addition, the core tube is provided with a piston so that the bottom material in the core tube remains in place
<i>Weichselian</i>	Last Ice Age (glacial) from 115.000 to 12.000 years ago

References

Literature

- Cameron, T.D.J., Schüttenhelm, R.T.E., Laban, C. 1989. *Middle and Upper Pleistocene and Holocene stratigraphy in the southern North Sea between 52° and 54° N, 2° to 4° E*. In: Henriët, J.P. De Moor, G. (eds.): *The Quaternary and Tertiary geology of the Southern Bight, North Sea*. Brussels, Belgian Geological Survey, 119-135.
- Cassée, R.W., R. van Lil en D. Mol, 2021: Aanleg Alpha-1 kabel naar windpark Hollandse Kust (zuid): vondst van dierlijk pleistoceen botmateriaal. Periplus Archeomare Rapport 20A031-01.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: *The Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation)*, Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: *The Archaeology and geomorphology of the North Sea*, Kirkwall.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- IMAGO projectgroep, 2003: *Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies*, RDIJ rapport 2003-13a.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. *Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands*. - Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- NextGEO, 2022. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: *Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands*. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase), de Banjaard, Noordzee*. Periplus Archeomare rapport 20A015-03
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare project 21A001-01
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare project 21A002-01
- Van den Brenk, S., 2022. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare project 21A002-05
- Van Heeteren, S., 2010. Analysis of seabed and soil quality required for wind farms. We@Sea project 2005-005
- Van Lil, R. en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare rapport 21A002-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01A

- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01B
- Verhart, L., 2005: *Een verdrongen land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee*, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), *de Prehistorie van Nederland*, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., van Heteren, S. and Peeters, J.H.M., 2016. *Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem*. Deltares rapport 1209133-000.

Sources from the Internet

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Geologische Dienst Nederland – Data Informatie Nederlandse Ondergrond (www.dinoloket.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- North sea paleo-landscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB.nl)

Various sources

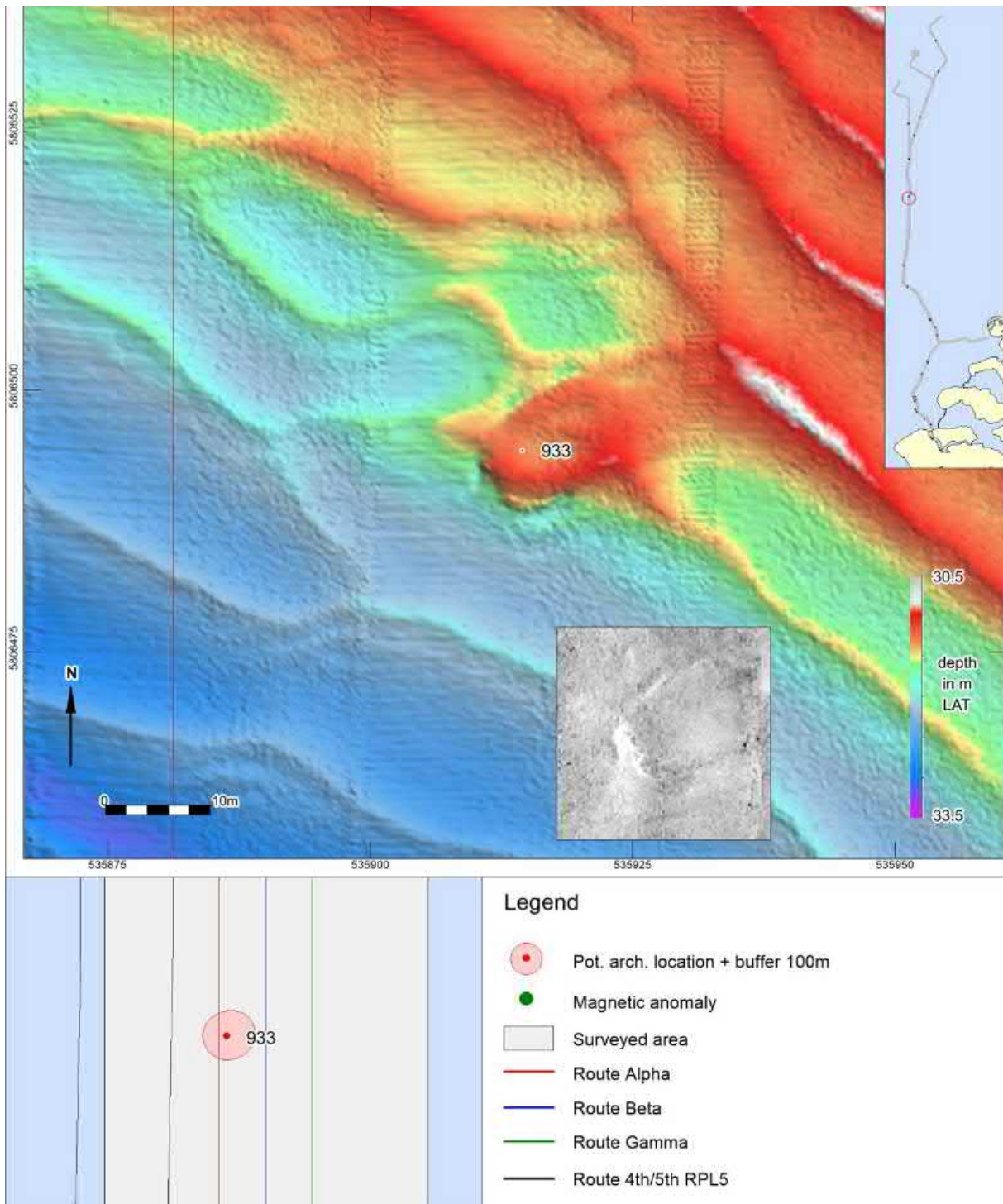
- Archis III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)
- SonarReg, objectendatabase Rijkswaterstaat Noordzee en Delta

Appendix 1. Potential Archaeological sites

Based on side scan sonar and multibeam echo sounder recordings.

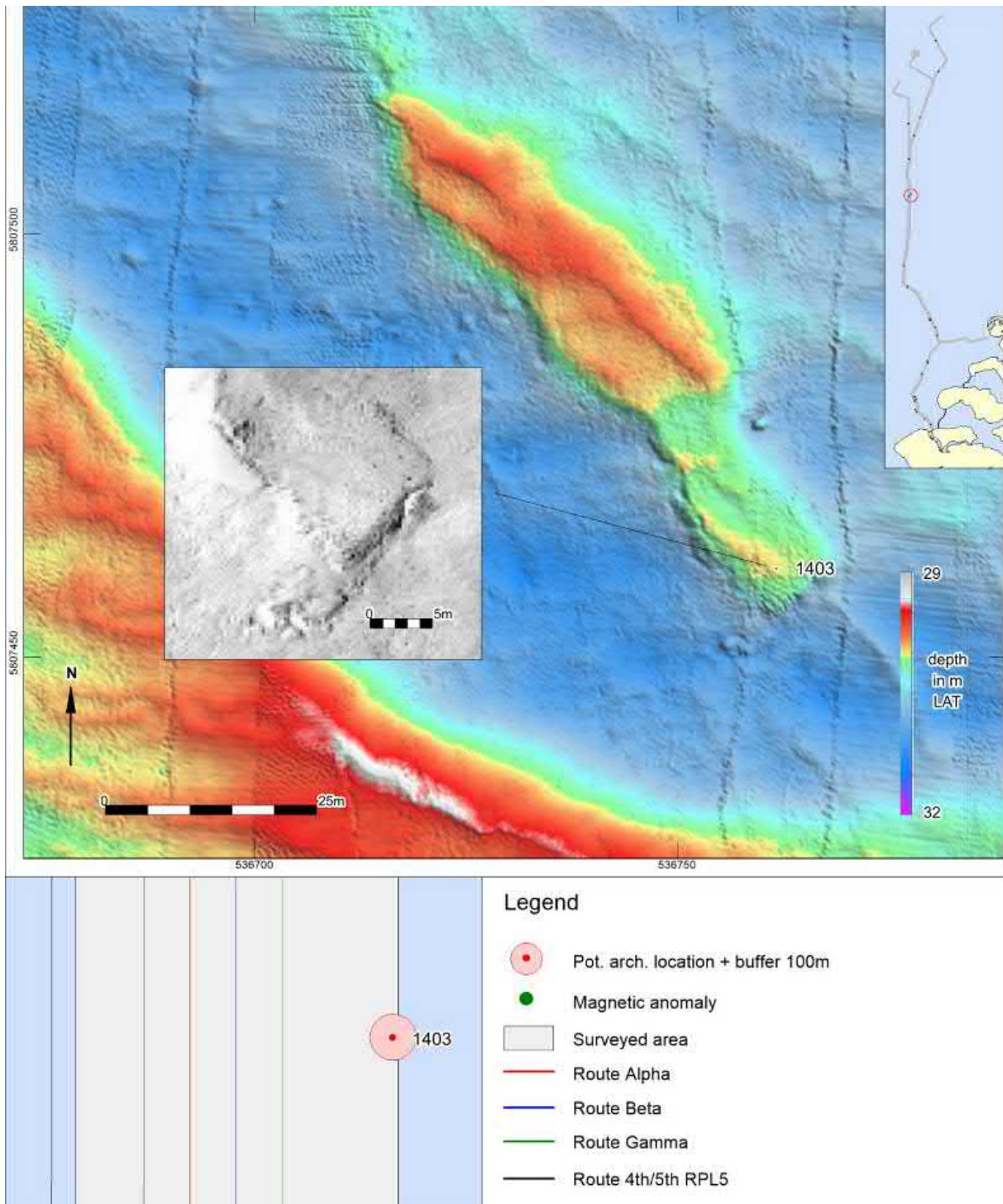
1 Appendix 1 – Potential archaeological sites

ID	Feature Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains



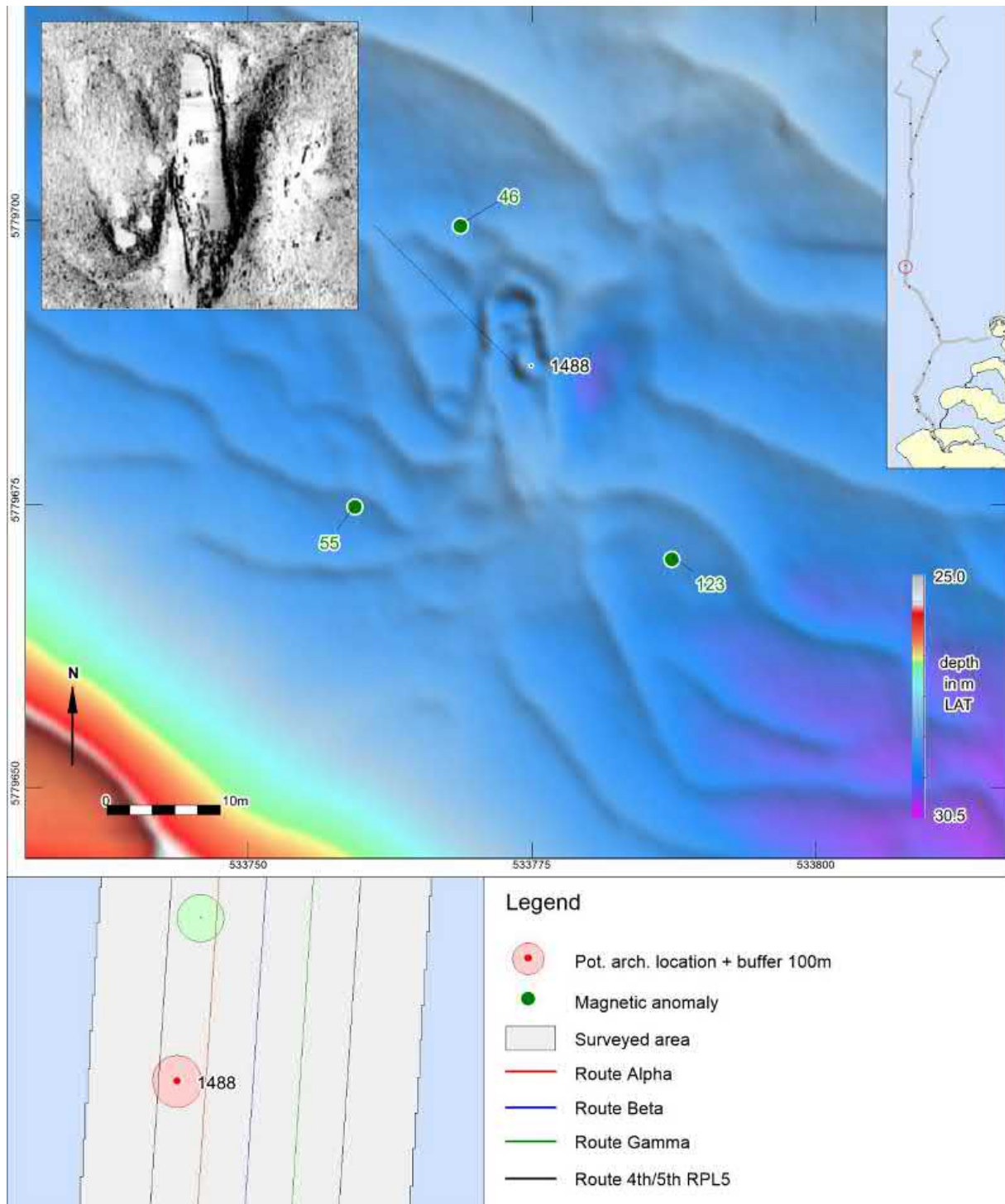
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
933	Debris linear	23.6	9.8	0.2	535914	5806494	-31.2	114.206

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval structure 25x10m, no mag. possible wreck	Possible wreck remains	1



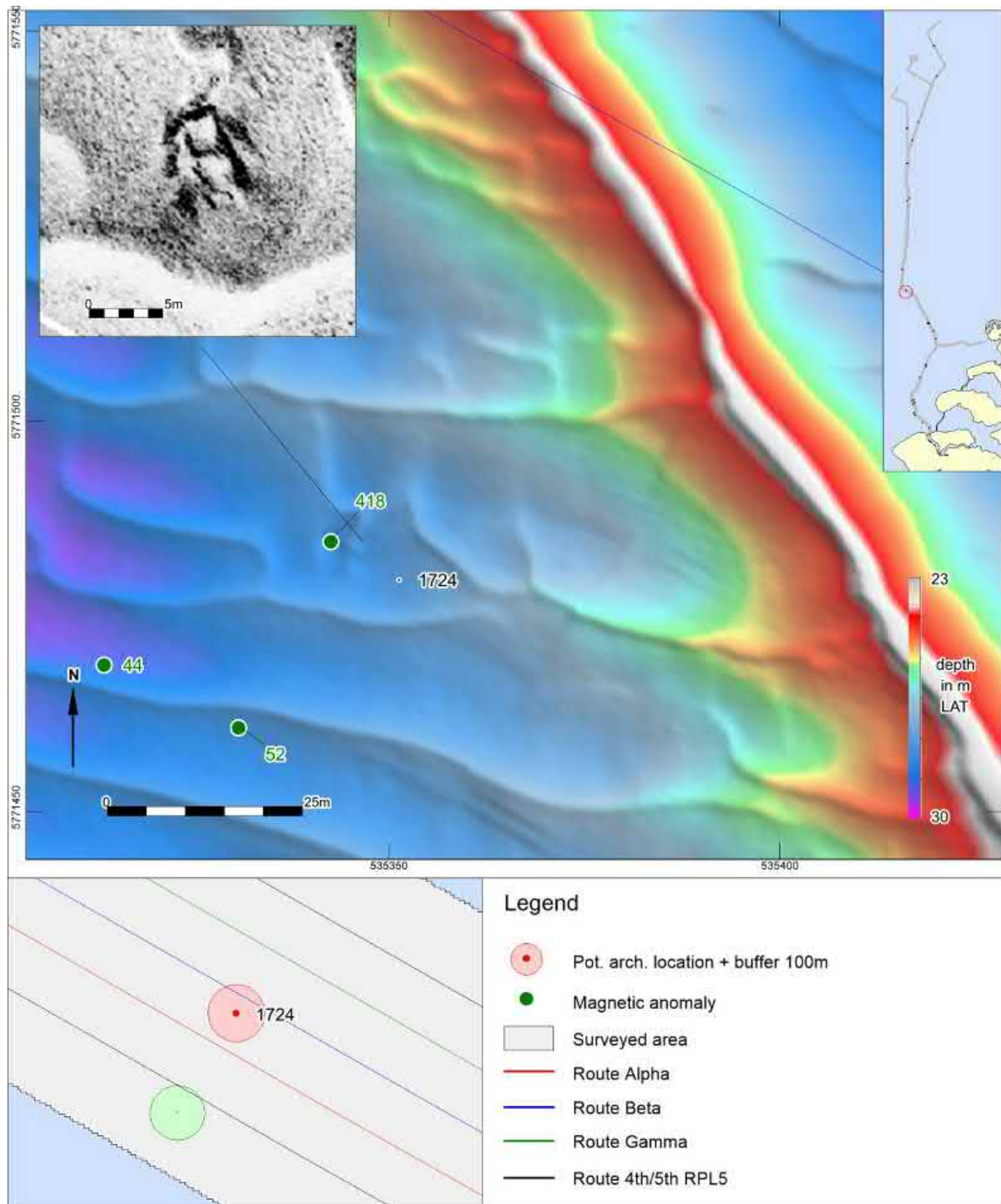
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1403	Debris other	25.6	2.3	0.7	536762	5807461	-30.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
13903	Cluster of small objects in rectangular structure	Possible wreck remains	1



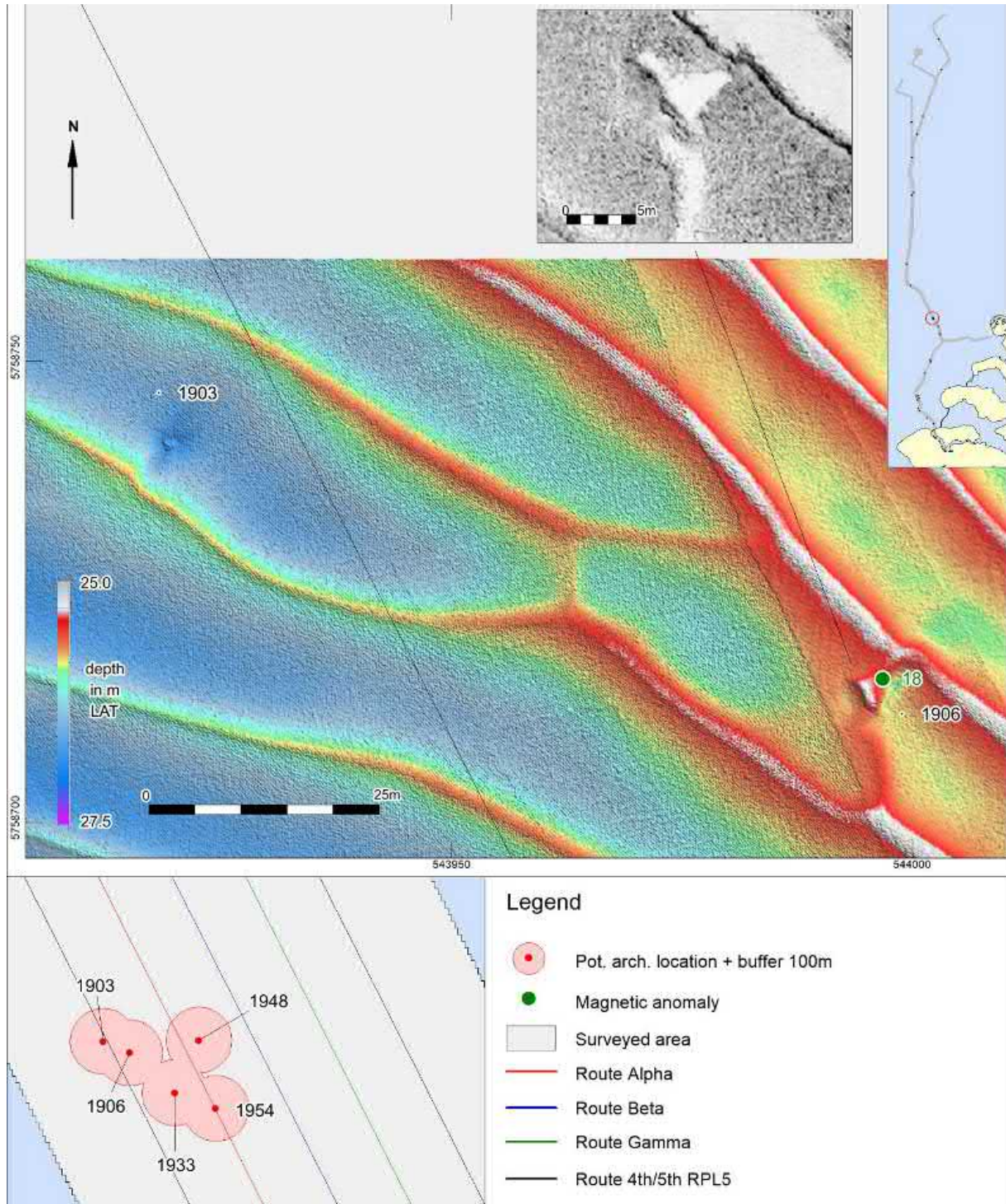
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1488	Wreck	24.3	5.9	0.4	533775	5779687	-29.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2869	Unidentified wreck, wood. NCN 2869	Wreck	2



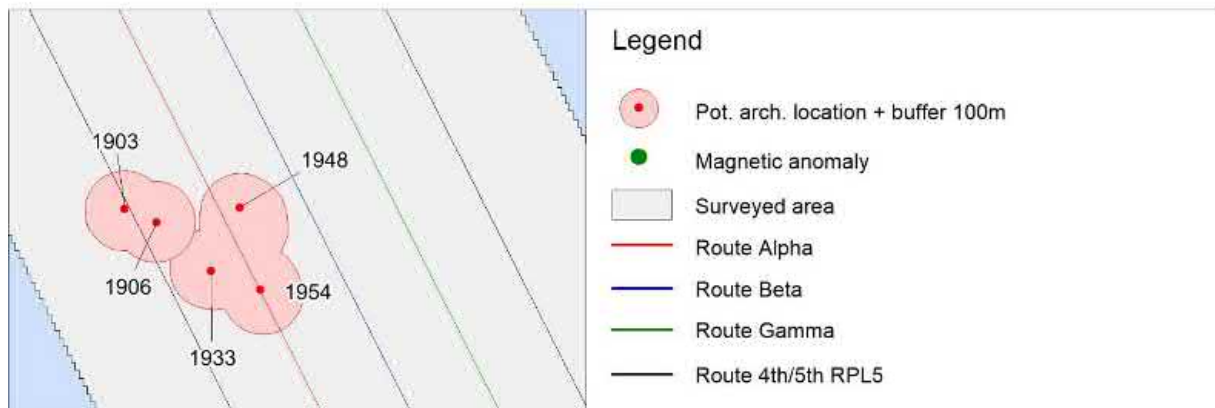
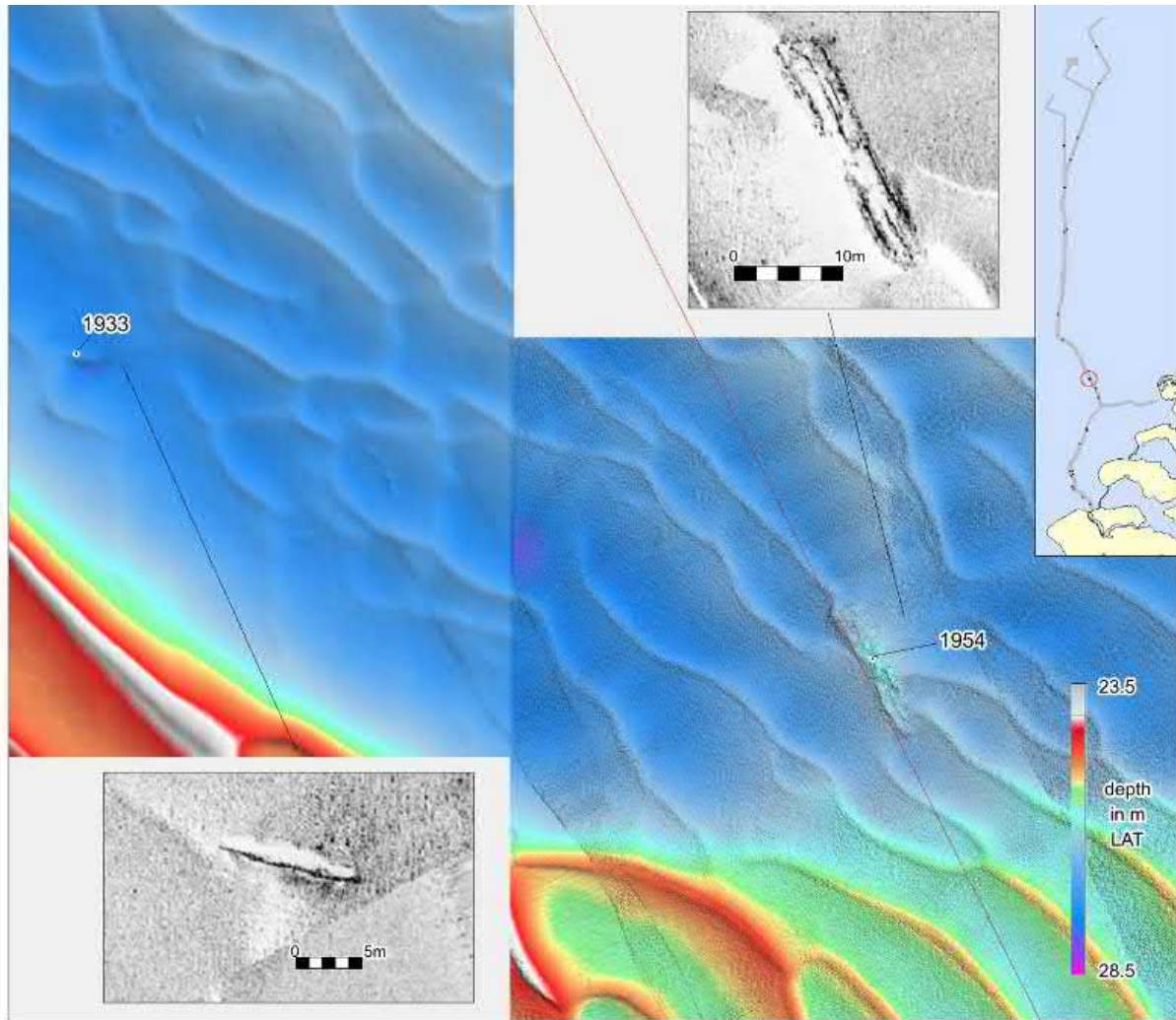
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
1724	Debris other	4.8	3.3	0.4	535351	5771480	-28.1	46.319

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of square objects with strong reflection	Wreck remains	1



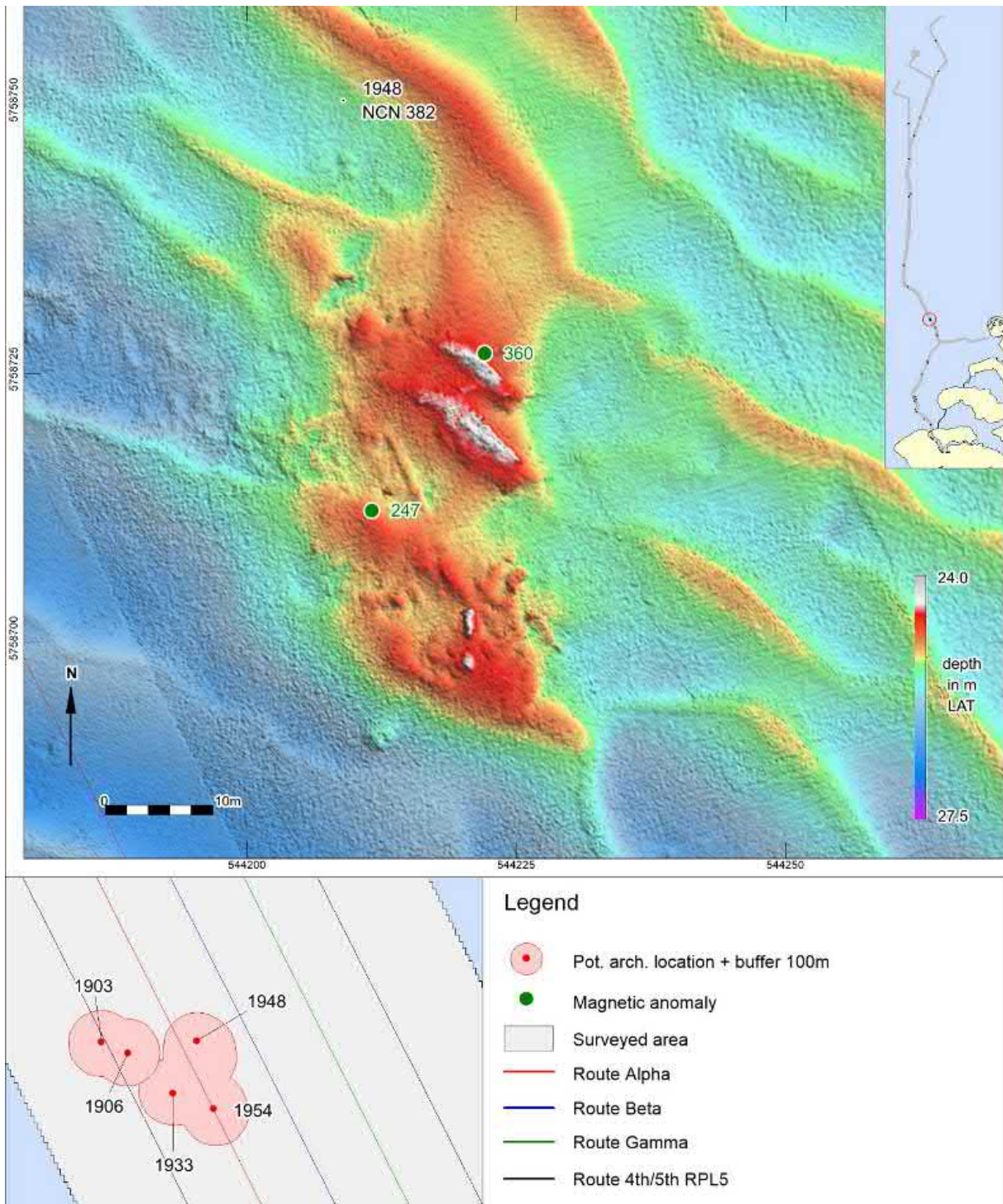
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1903	Debris other	3.1	1.3	0.4	543918	5758747	-26.6
1906	Debris other	7.1	1.1	0.8	543999	5758712	-25.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 2 x 2 m 250m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2
-	Rectangular isolated object 3.8 x 1.3 m, 200m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2



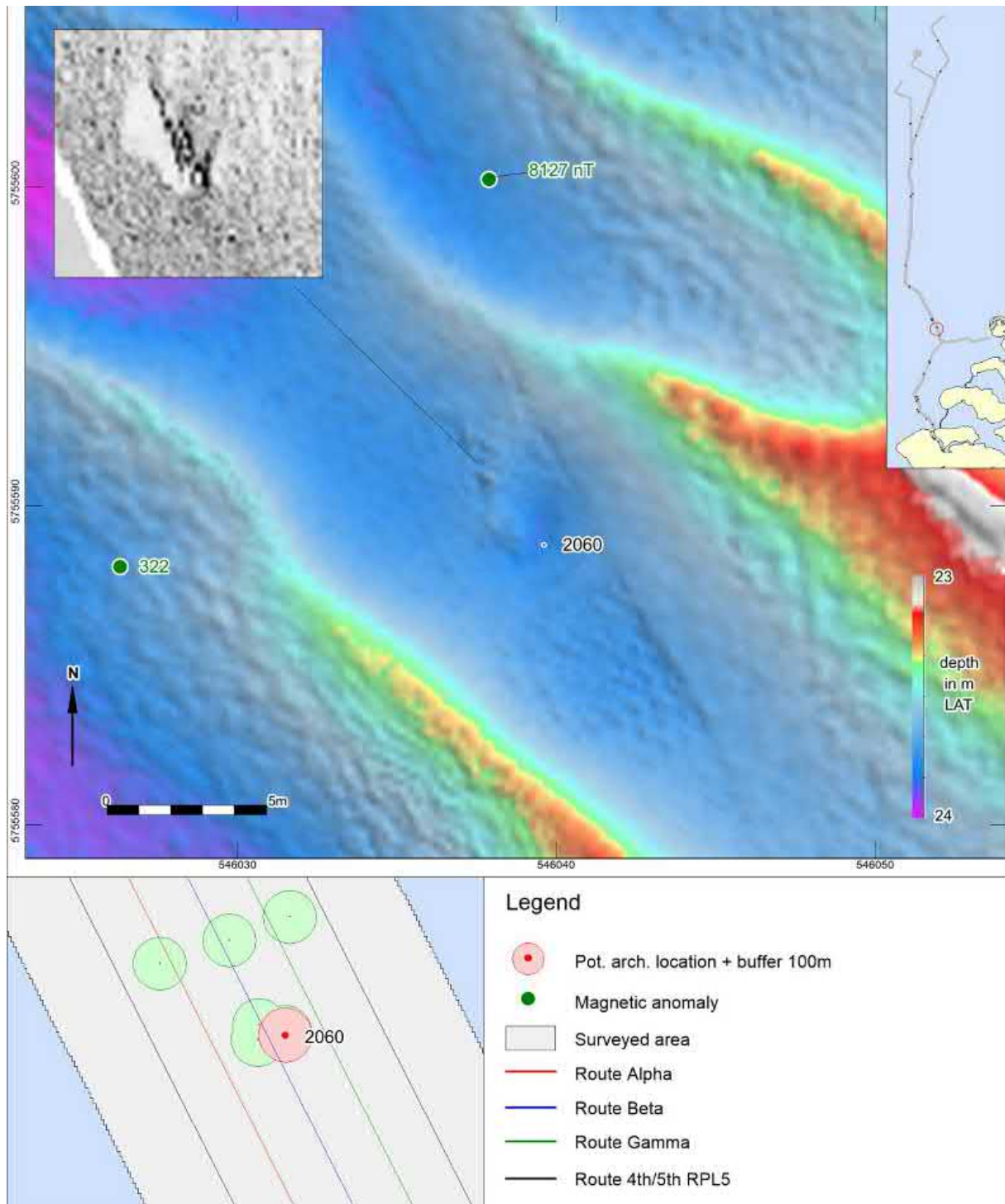
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1933	Debris linear	10.9	0.4	0.2	544136	5758591	-27.4	62.038
1954	Wreck	23.8	5.1	0.8	544260	5758544	-25.7	61.940

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure w of wreck remains NCN 382	Wreck remains	2
-	Large structure 23 x 4m, probably wreck	Wreck	2



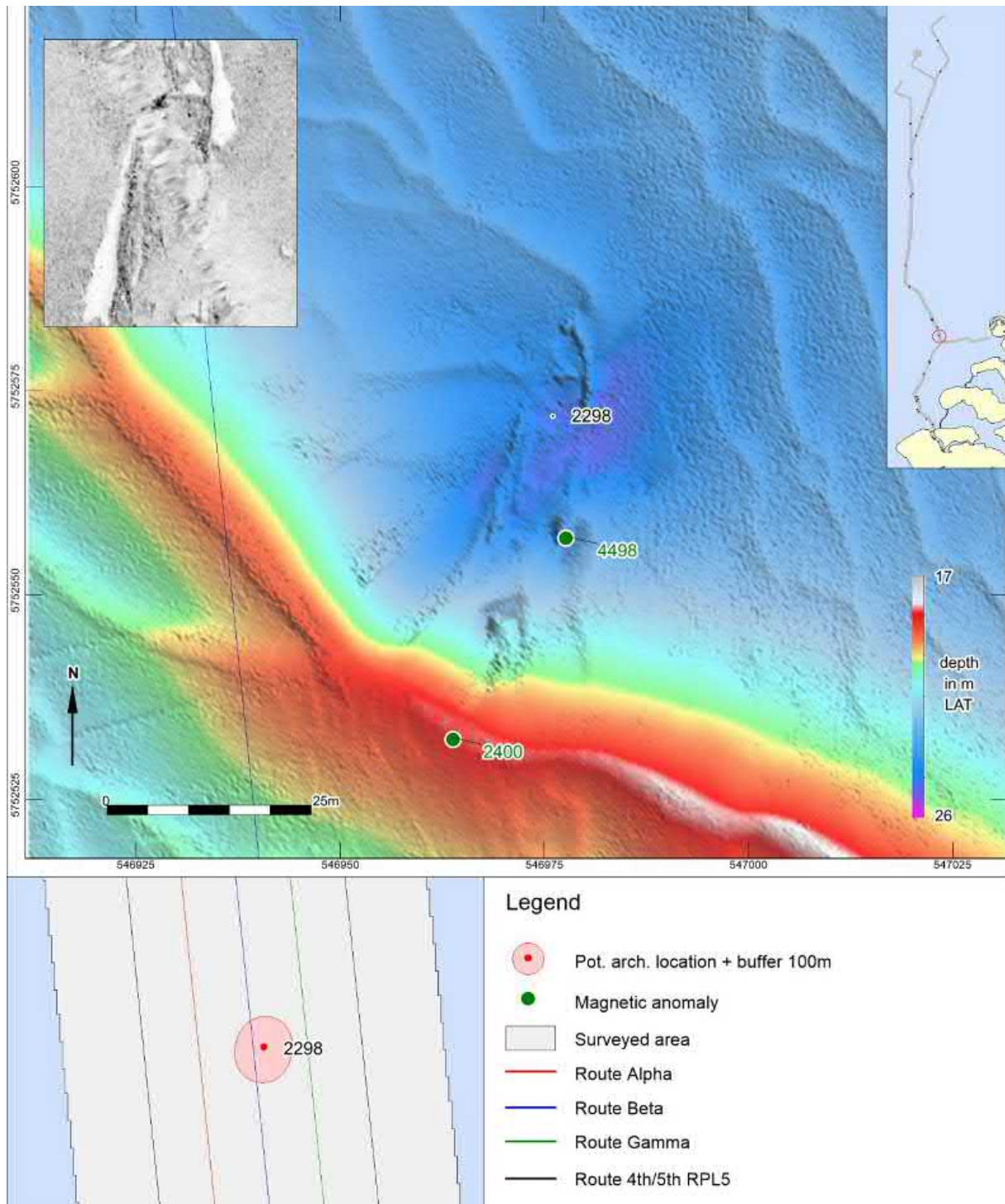
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1948	Debris other	4.3	1.4	0.2	544209	5758751	-24.5	62.148

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
382	Wreck remains NCN 382, wooden sailing vessel, three-masted reported by divers. RCE 3035875100	Wreck	2



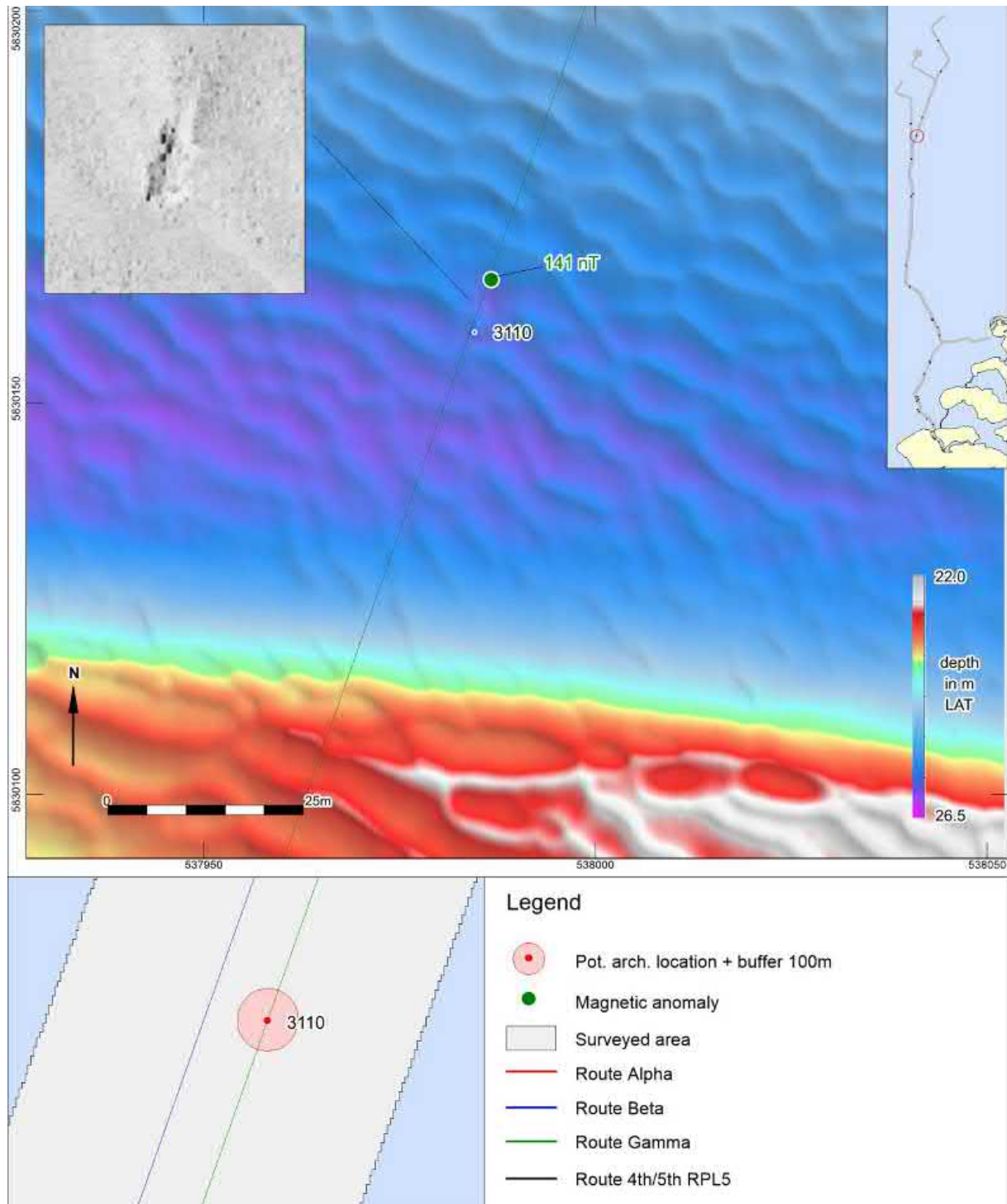
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2060	Debris metal	4.2	1.6	0.2	546040	5755589	-23.7	26.670

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of small objects, large Mag. 8127 nT	Possible wreck remains	1



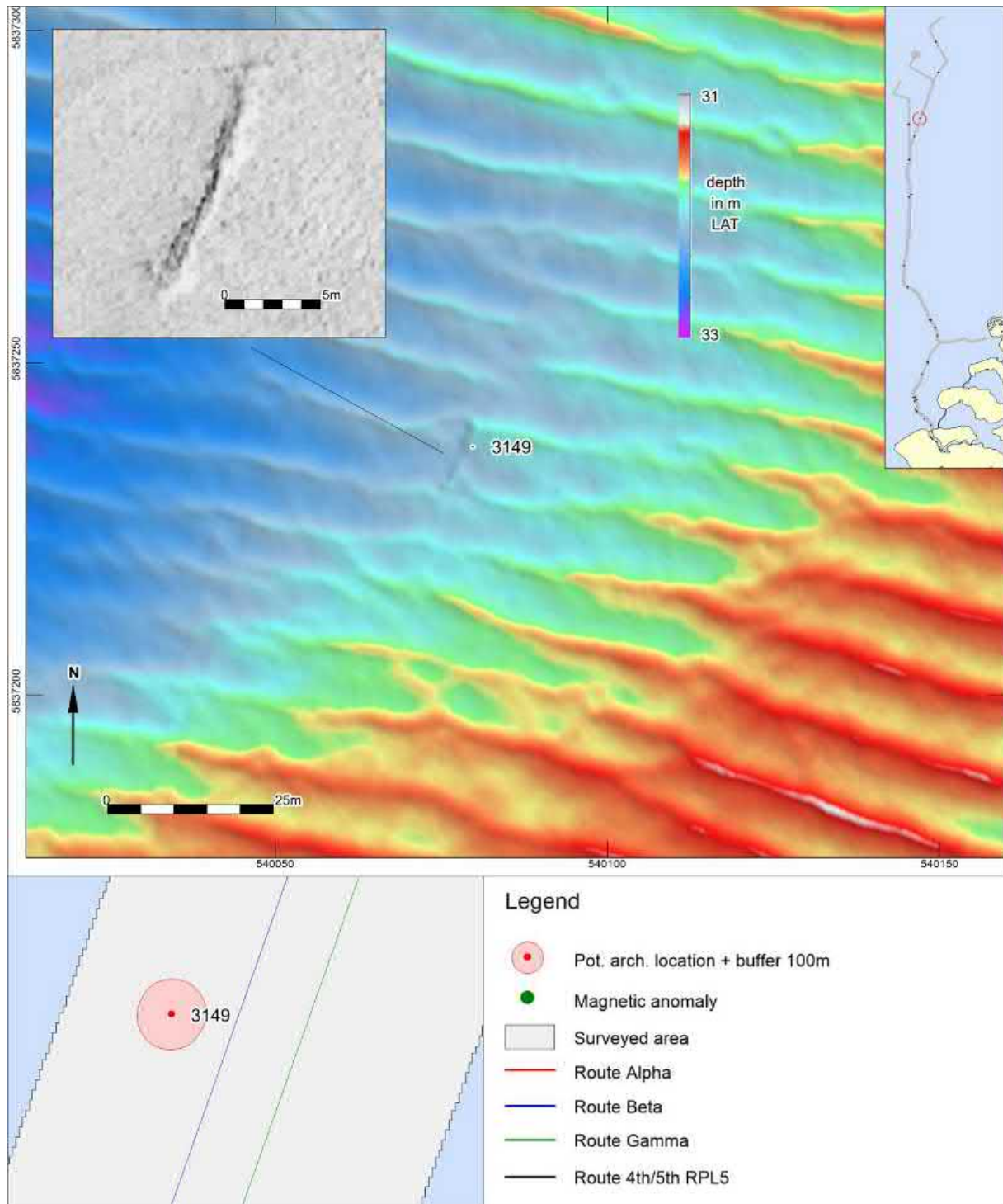
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2298	Wreck	46	8.4	4.3	546976	5752572	-24.6	23.485

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
364	Wreck NCN 364, large MAG anomalies. Wreck of a large steam vessel, iron rudder. RCE 2966920100	Wreck	2



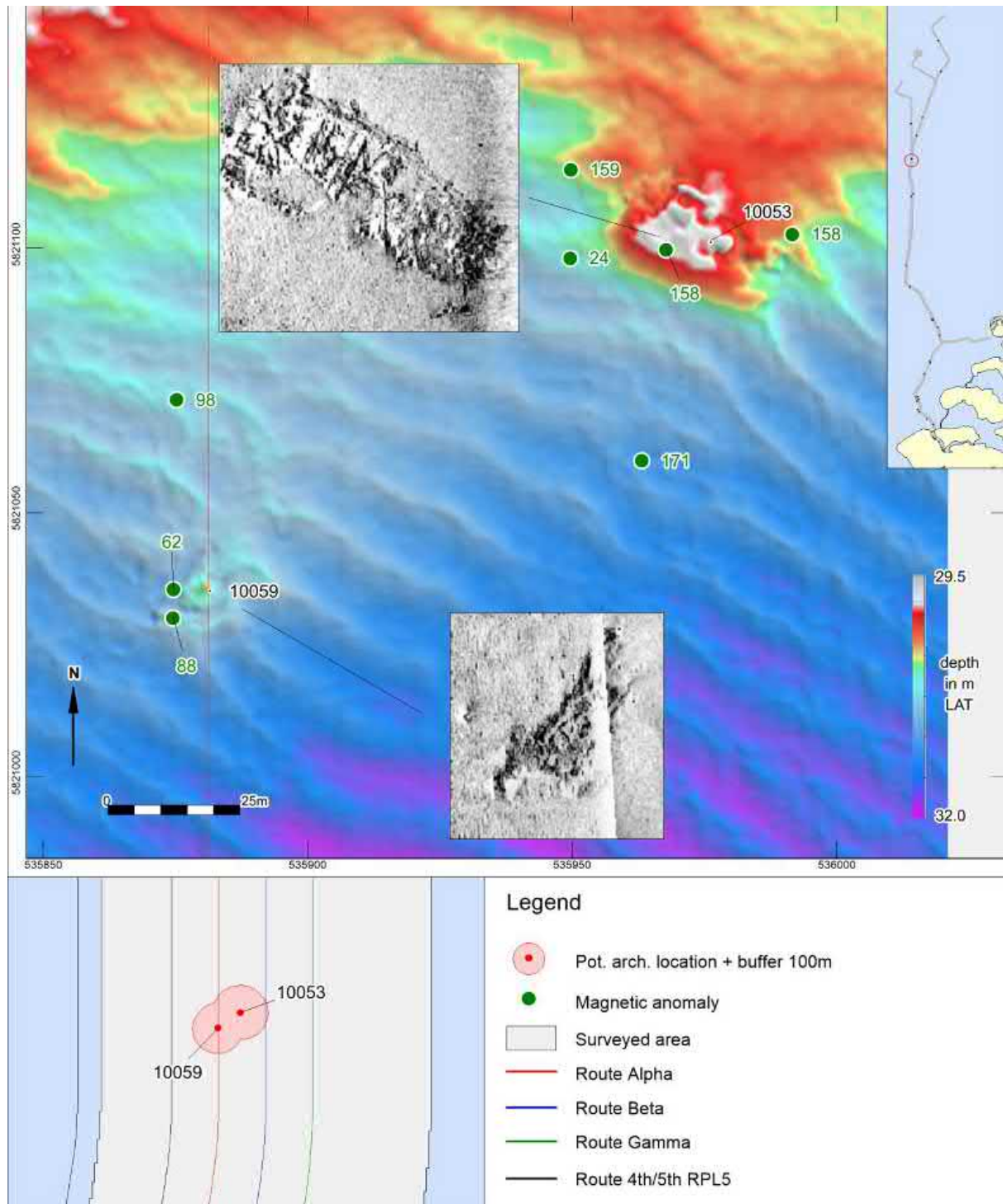
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
3110	Debris other	6.9	1.2	0.2	537985	5830159	-25.8	106.046

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure. Mag anomaly 141 nT	Possible wreck remains	1



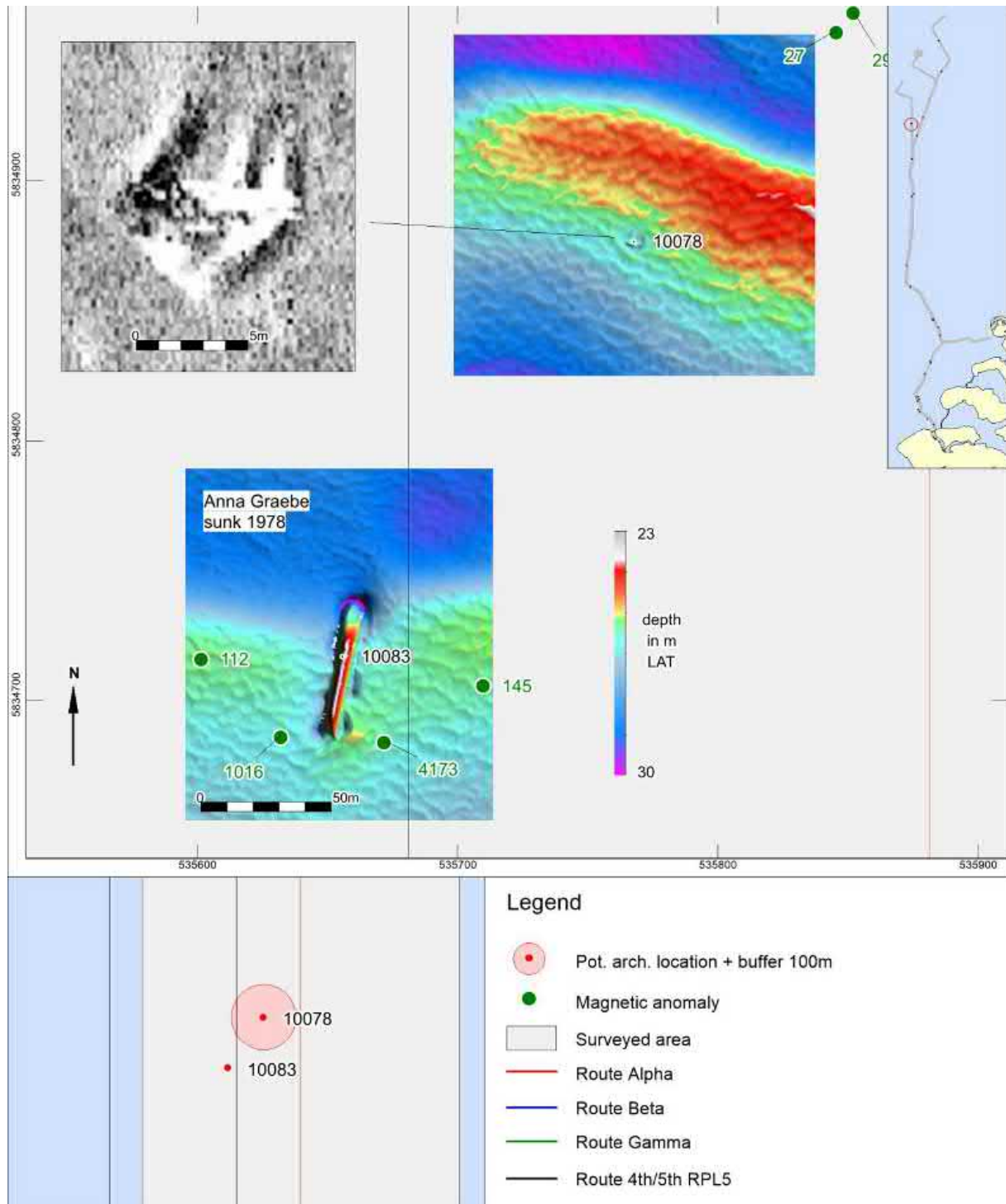
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
3149	Debris linear	11	1	0.2	540080	5837238	-32.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated patch of strong reflections, isolated	Possible wreck remains	1



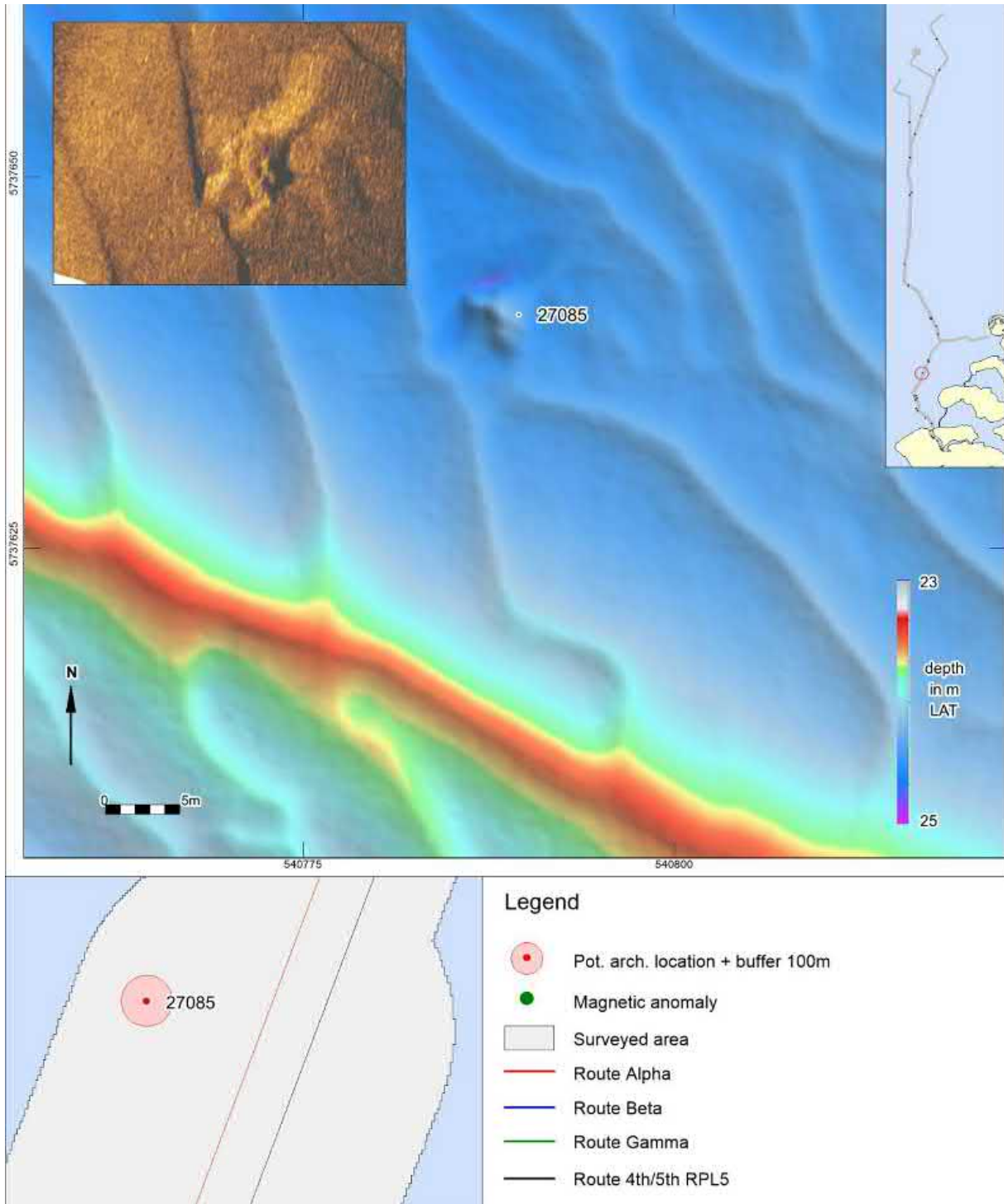
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	KP Alpha
10053	Wreck	29.6	10.6	1.2	535976	5821101	129.037
10059	Wreck	21	8.2	0.2	535882	5821036	128.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2810	Unidentified shipwreck, NCN 2810	Wreck	2
-	Rectangular cluster of small objects, several mag anomalies	Possible wreck remains	1



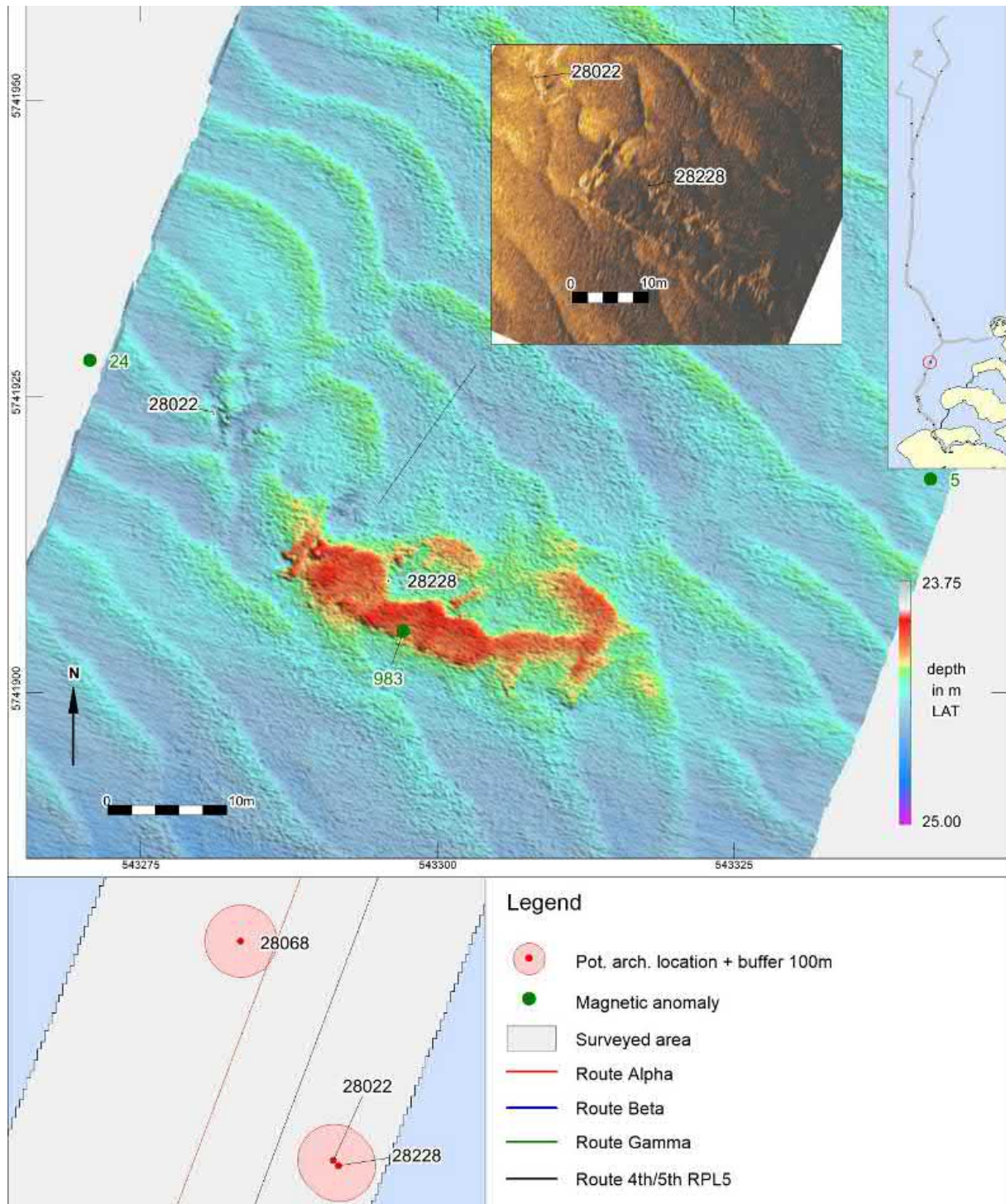
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
10078	Debris other	9.9	6.3	0.8	535768	5834877	-27.9
10083	Wreck	56.3	6.7	2	535656	5834718	-24.8

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Square structure with internal reflectors	Possible wreck remains	1
2081	Wreck <i>Anna Graebe</i> , iron freighter sunk 1978 / RCE 4028335100	Wreck	1



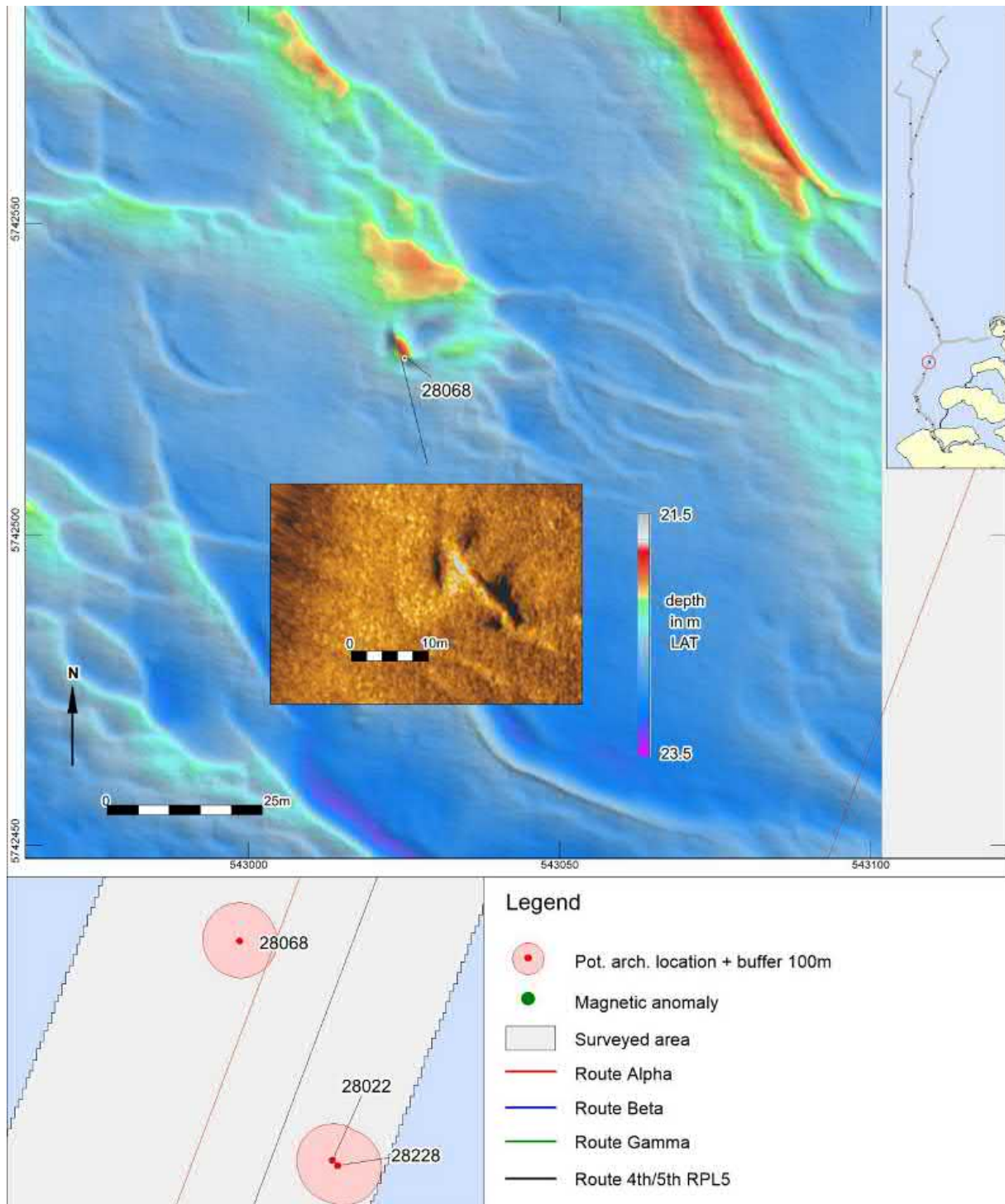
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
27085	Debris linear	15	5	1	540790	5737641	-22.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure, relatively high	Possible wreck remains	1



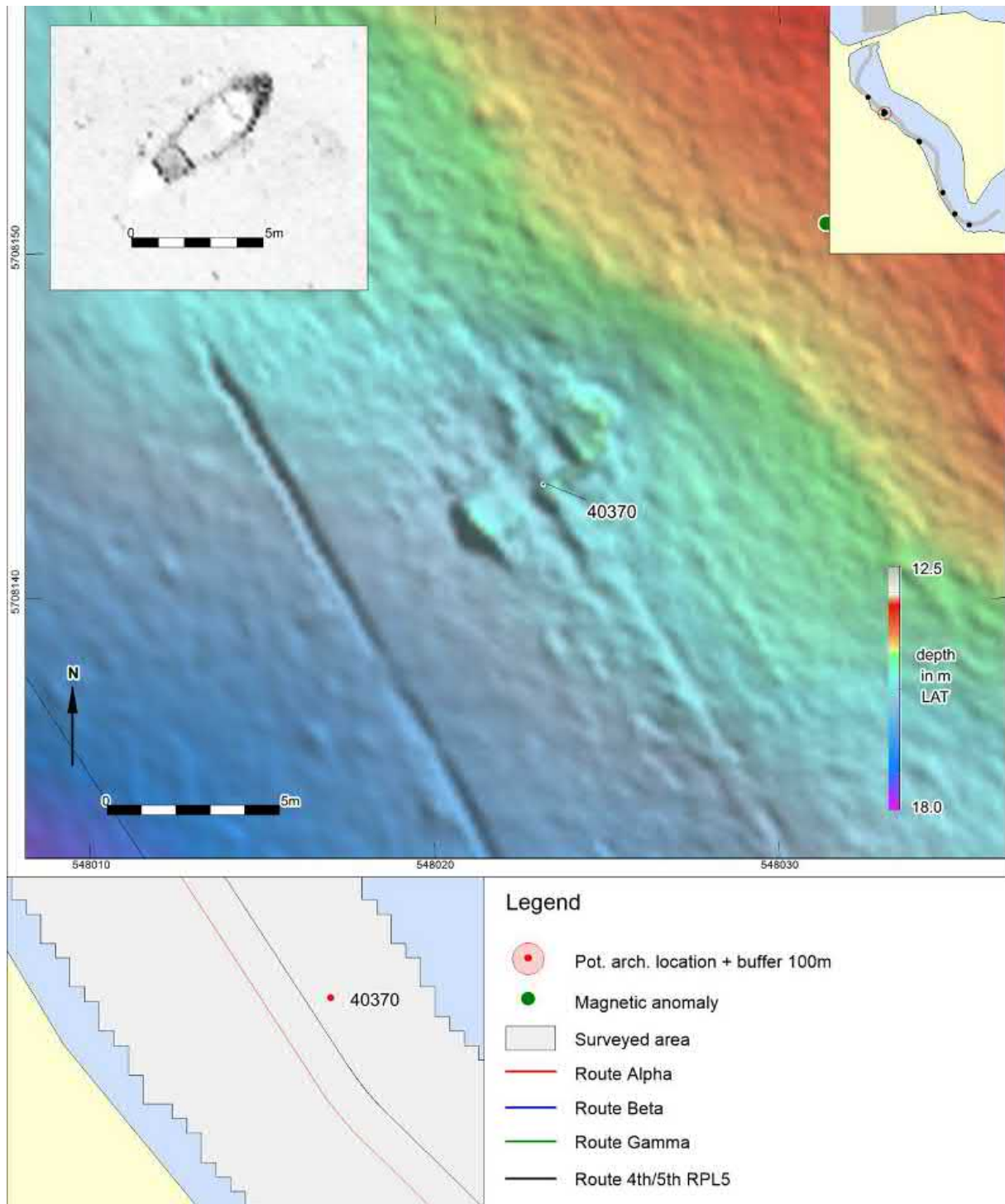
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
28022	Debris linear	4.4	0.5	0.4	543281	5741924	-24.4
28228	Wreck	44.4	9.4	0.3	543296	5741910	-24.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Object 2 x 2 m 10m NW of wreck	Wreck remains	1
-	Large structure 28 x 10m, probably wreck. Mag anomaly 983 nT	Wreck	2



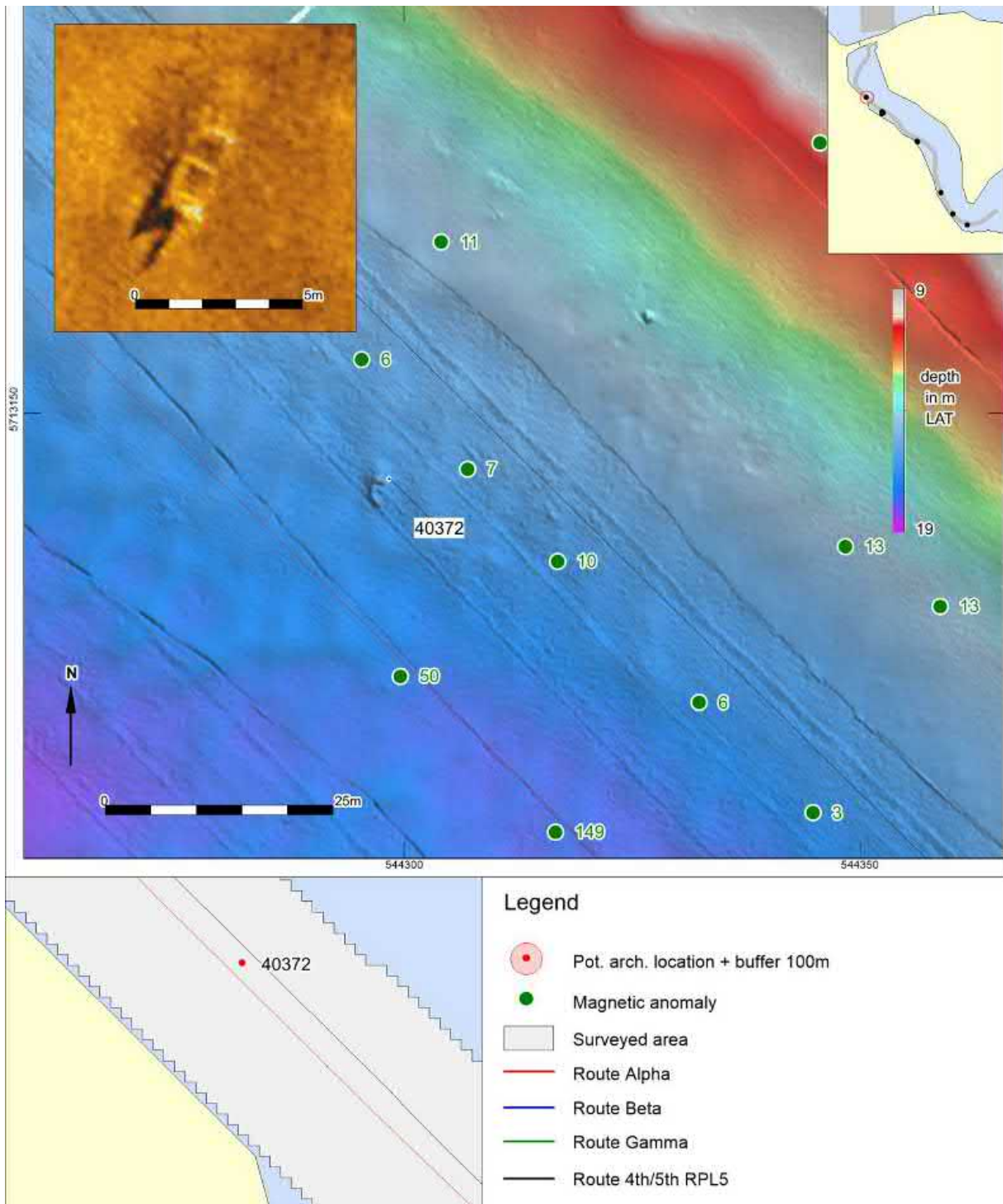
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
28068	Debris linear	13.4	1.6	0.9	543025	5742529	-22.1	43.811

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure with scouring	Possible wreck remains	1



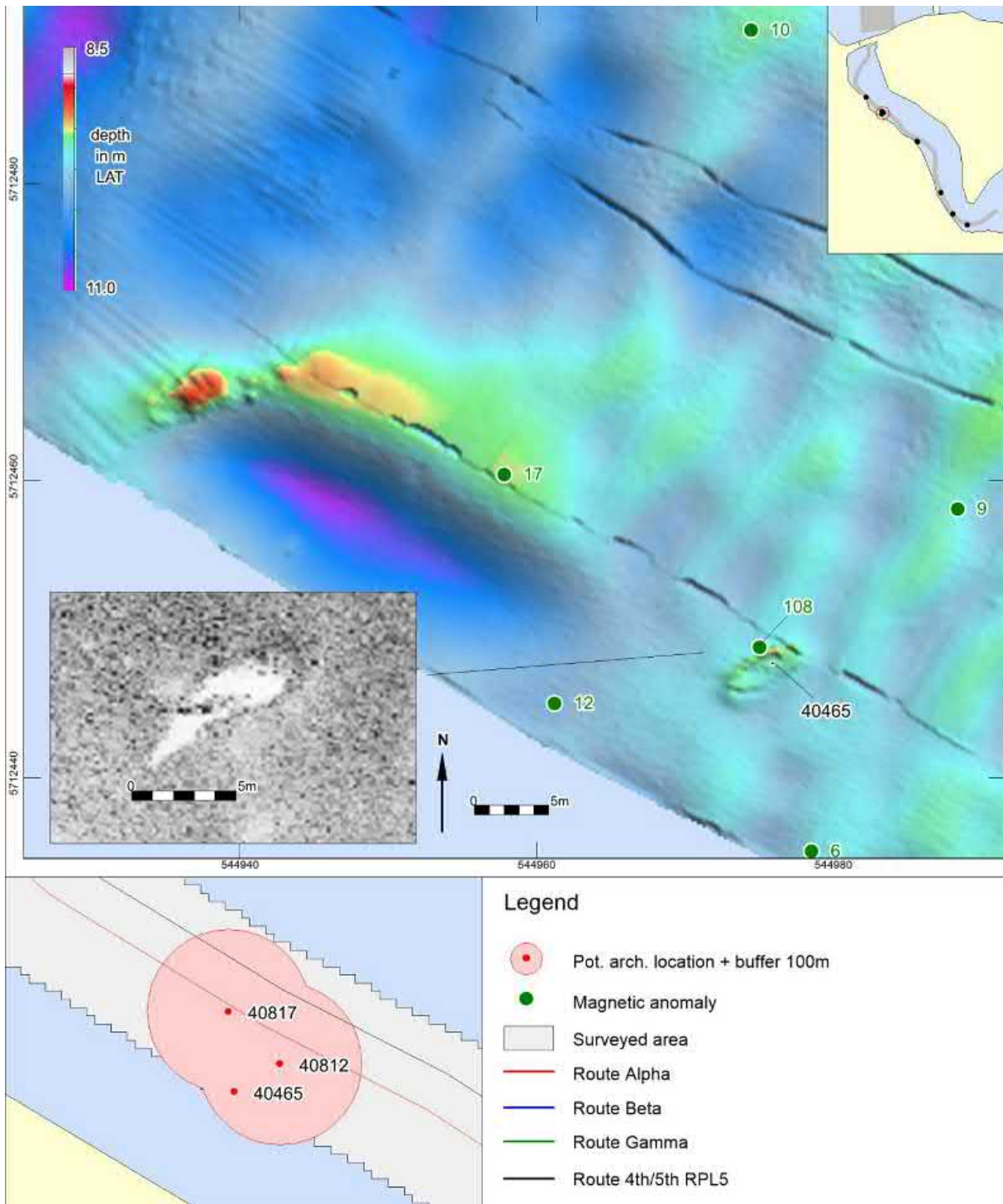
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
40370	Wreck	5.5	2.1	0.5	548023	5708143	-15.1

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



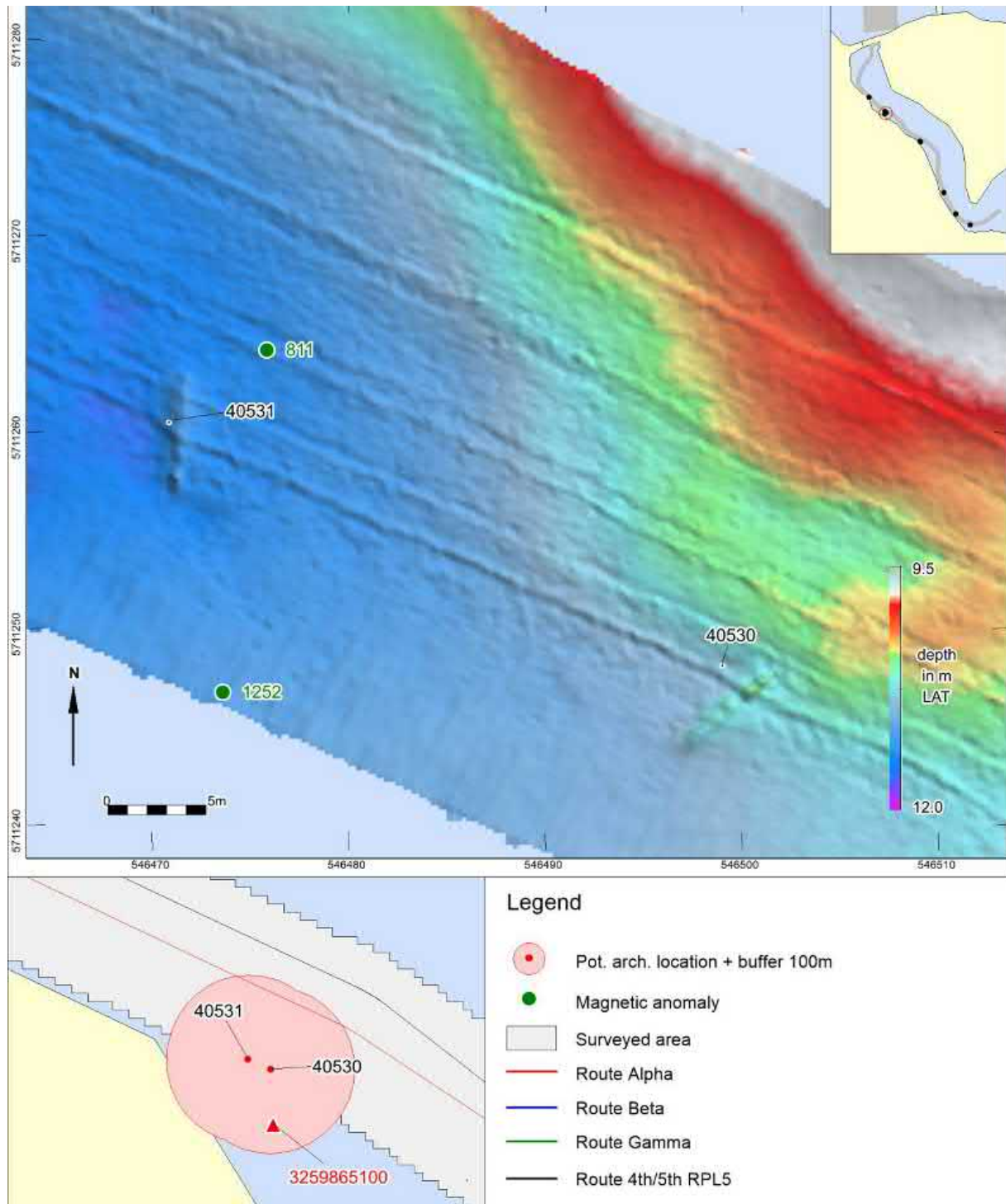
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40372	Wreck	4	1.9	0.4	544298	5713143	-16.3	8.925

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



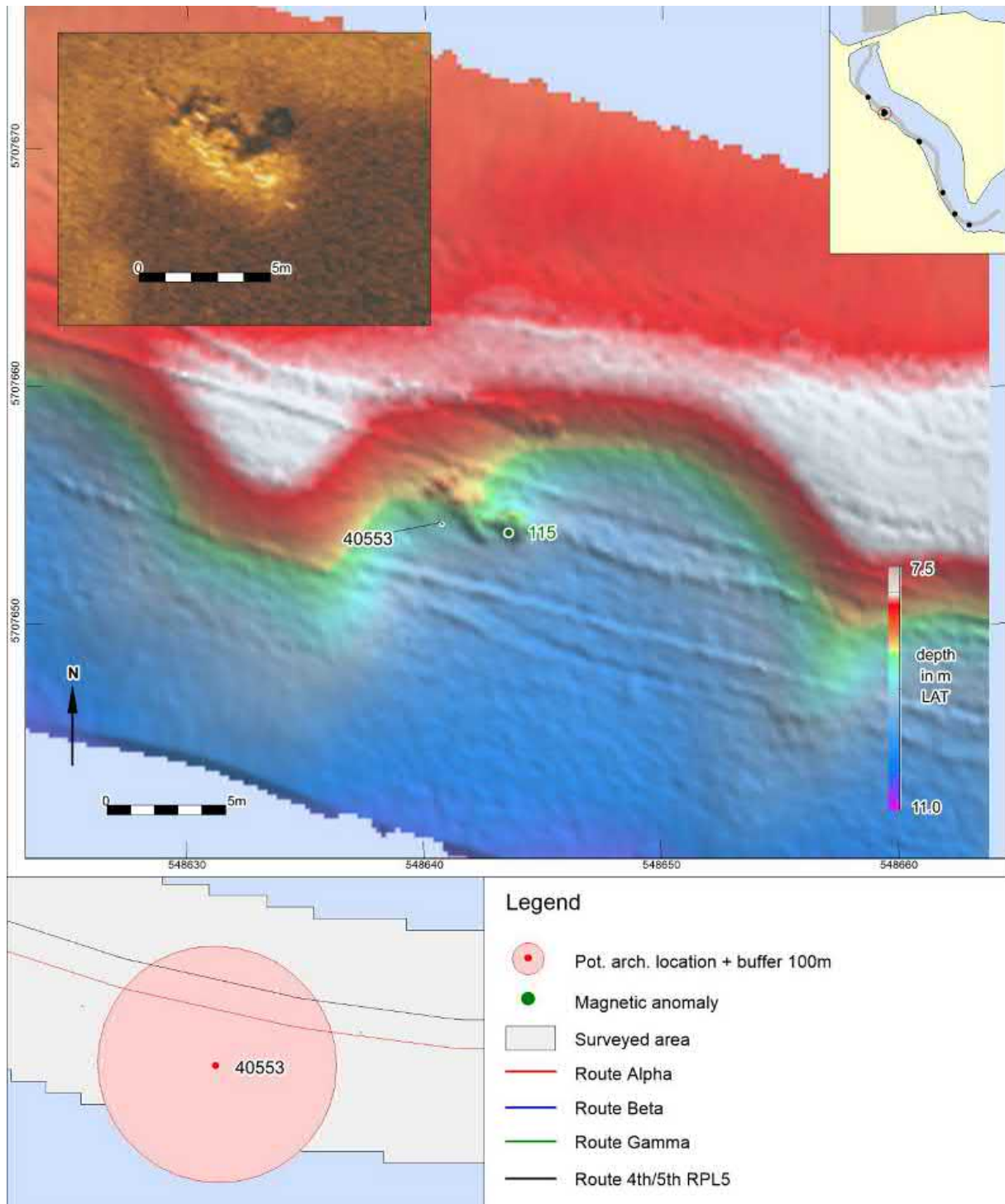
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40465	Wreck	5.5	3.1	0.9	544976	5712448	-9.5	7.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



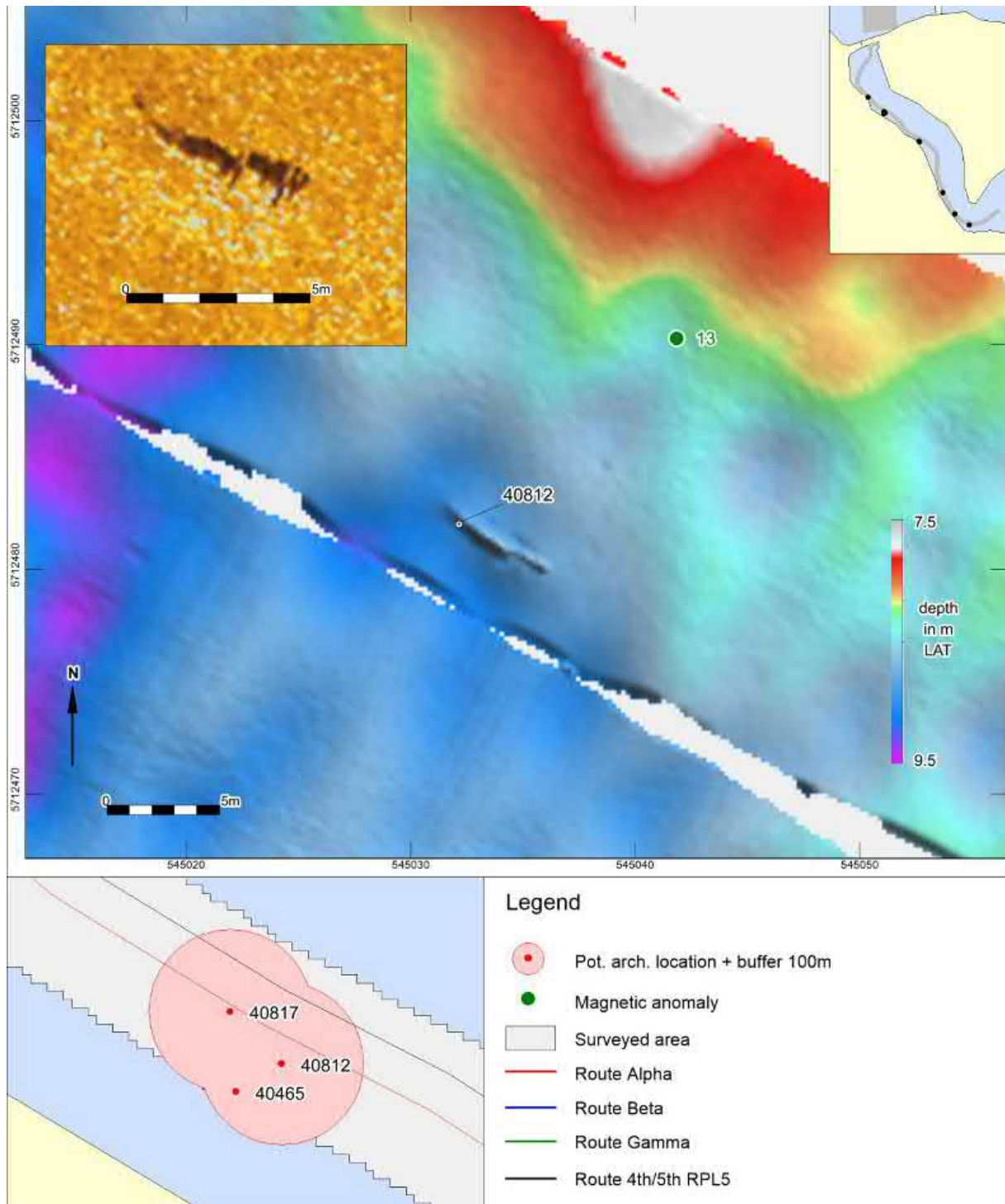
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40530	Debris linear	5	0.8	0.3	546499	5711248	-10.6	6.001
40531	Debris linear	8.5	0.7	0.2	546471	5711261	-11.4	6.031

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure, irregular - possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2
-	Elongate structure or lineation of objects, l 5.5 m, mag anomalies, possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2



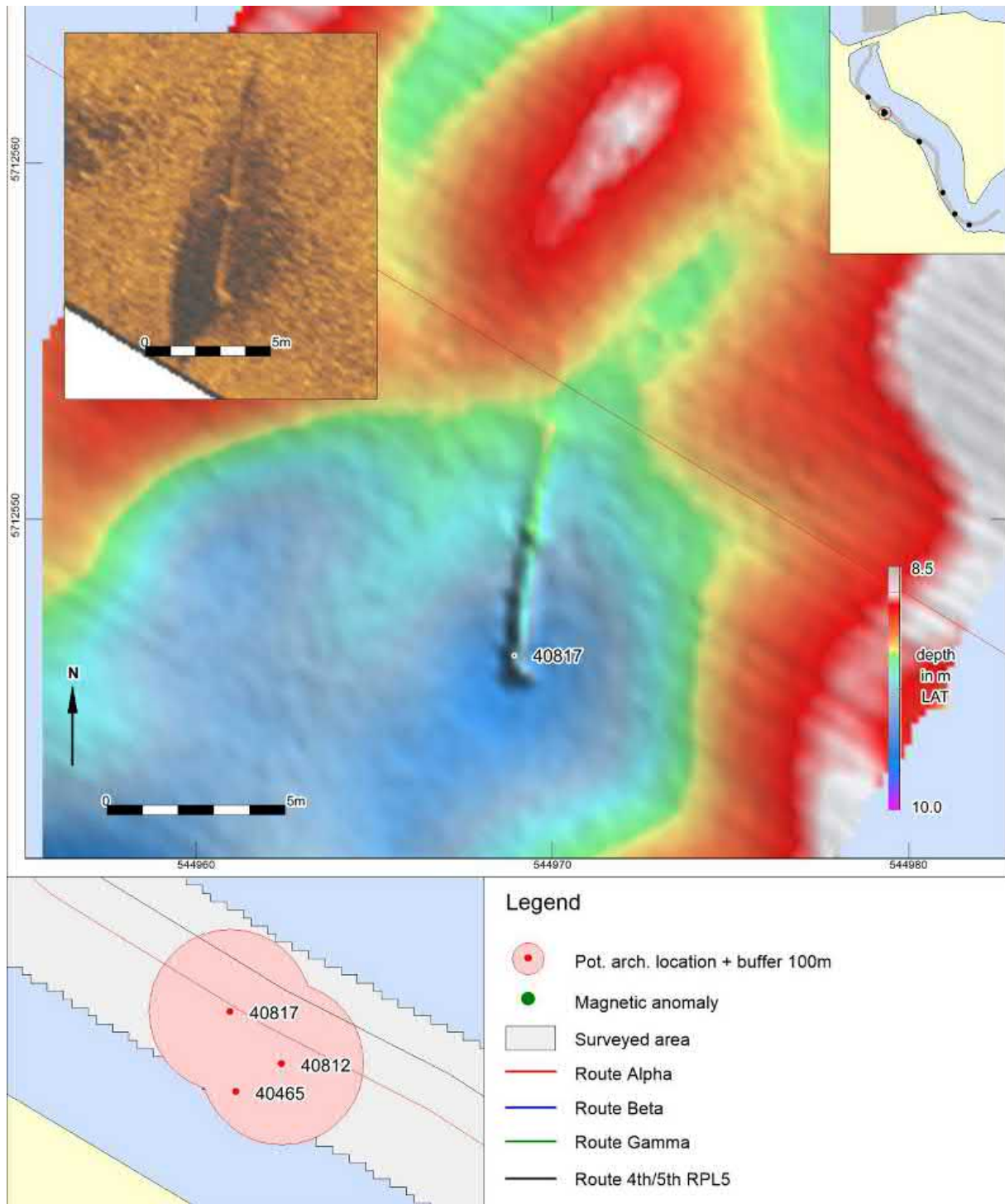
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP 1.493
40553	Debris other	6.3	3.5	0.7	548641	5707654	-8.7	

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class	Buffer
-	Irregular object 7 x 2.5, possible wreck remains	Wreck remains	1	Yes



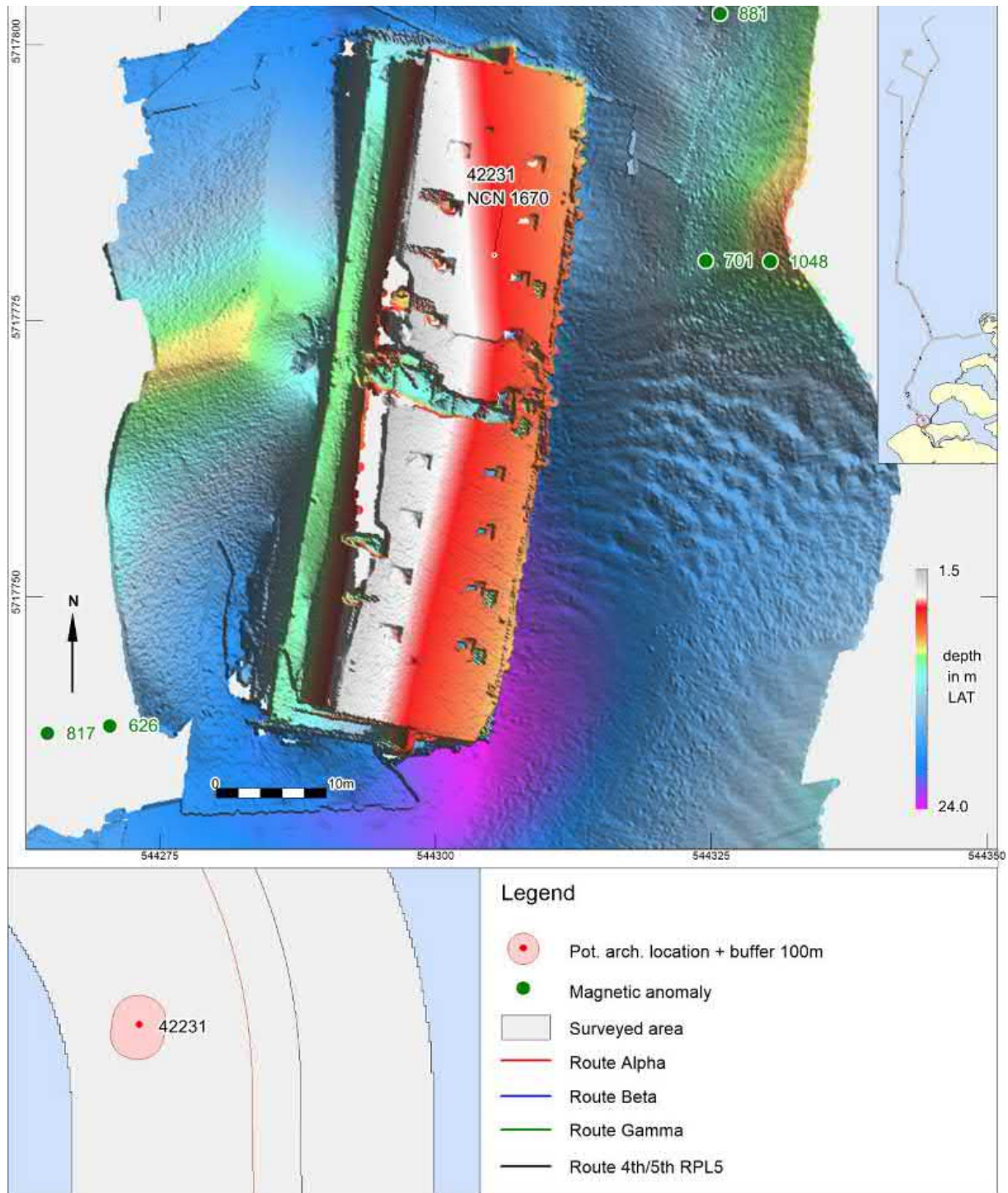
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40812	Debris linear	5.2	0.2	0.7	545032	5712482	-8.8	7.938

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular elongated object, slightly bended	Wreck remains	1



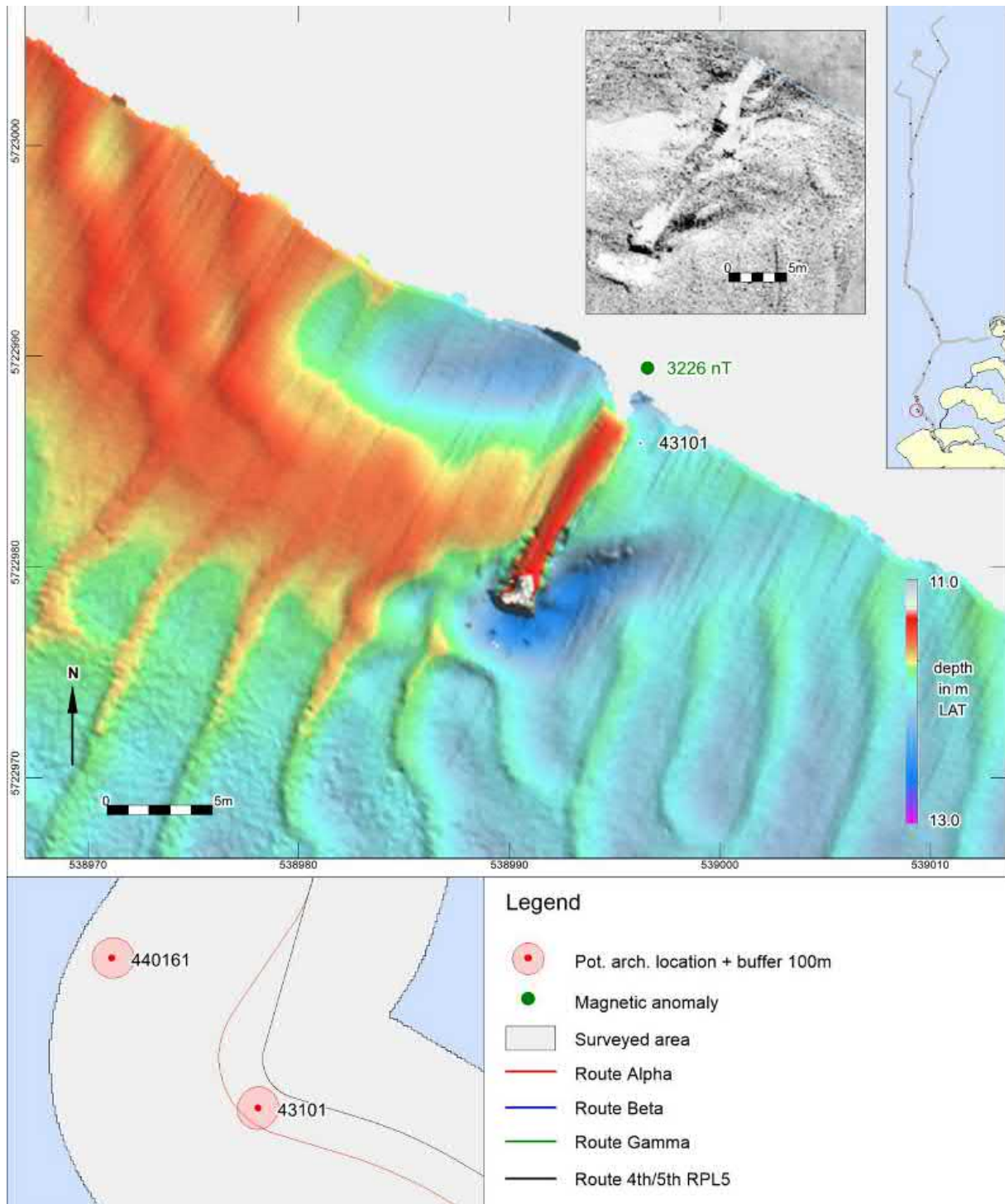
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40817	-	1.2	1.7	0.9	544969	5712546	-9.4	8.023

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated object 9.8 x 1.4 m, bended at southern end, no mag., possible part of wreck	Wreck remains	1



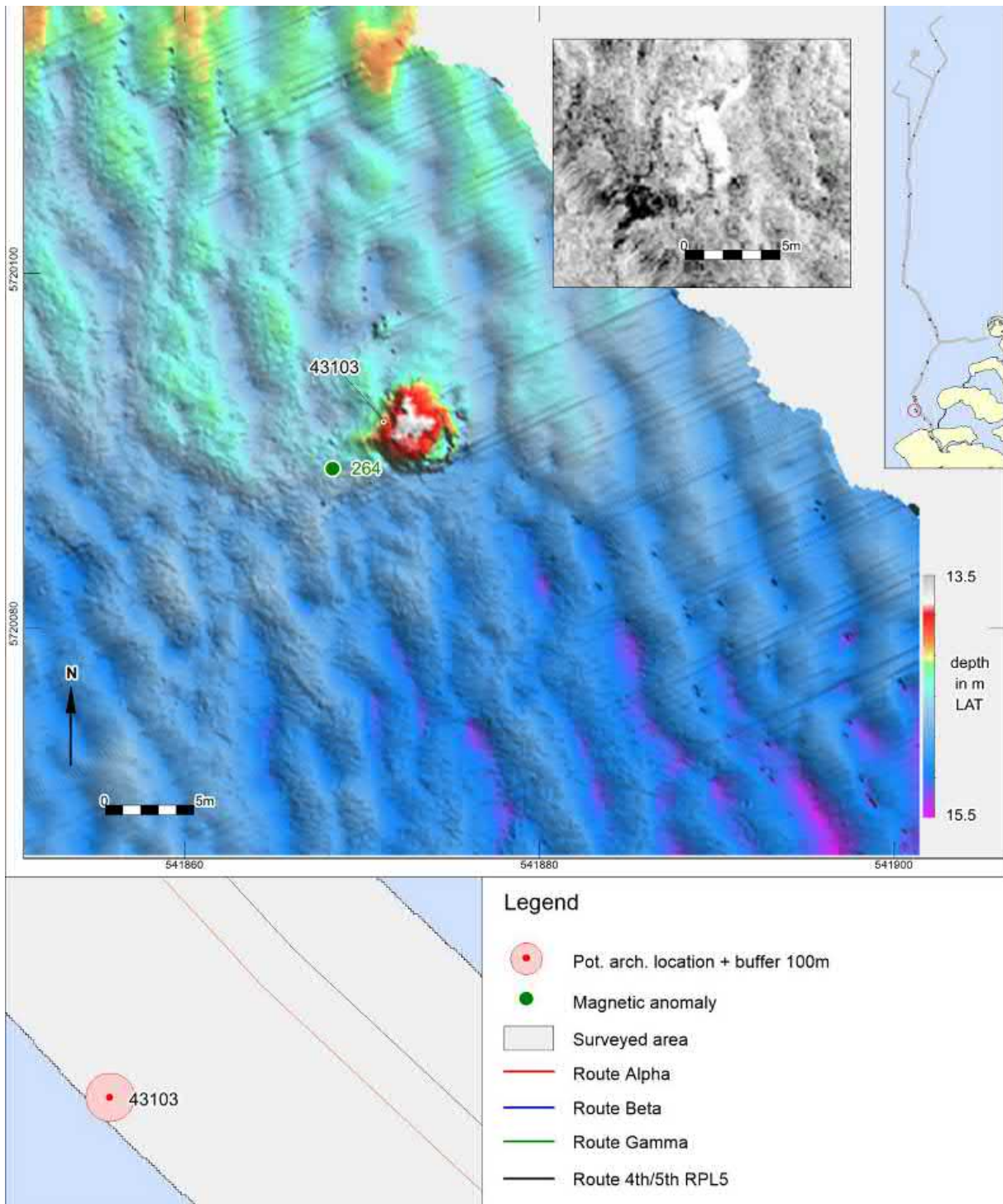
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
42231	Wreck	63.9	23.5	1.8	544305	5717781	-4.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
1670	Caisson, concrete, sunk 15-09-1953. wreck NCN 1670	Wreck	2



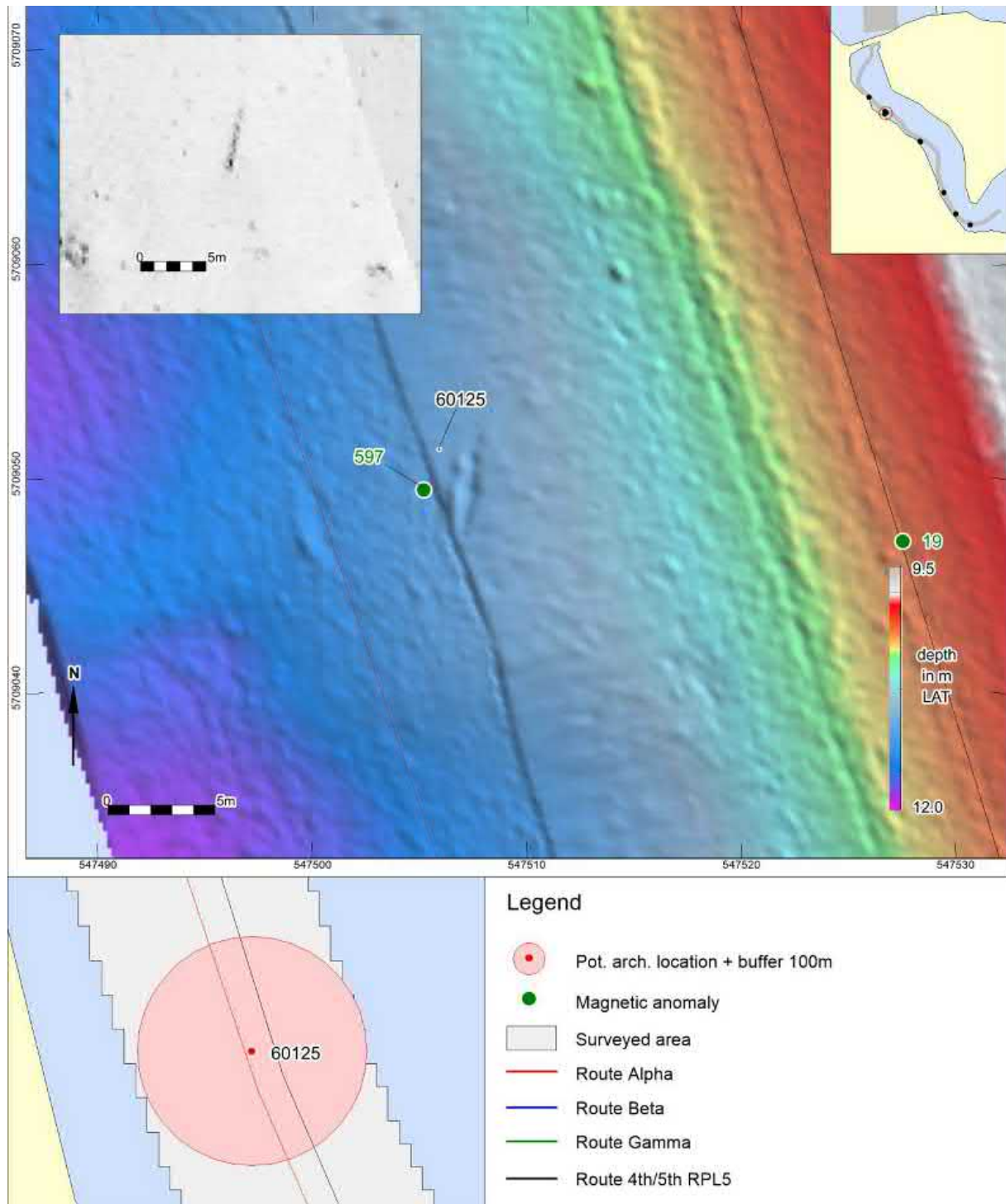
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
43101	Wreck	19.4	2.5	0	538996	5722986	-11.9	22.311

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large object 15 x 2.5 m, probably wreck, large anomaly 3225 nT	Wreck	2



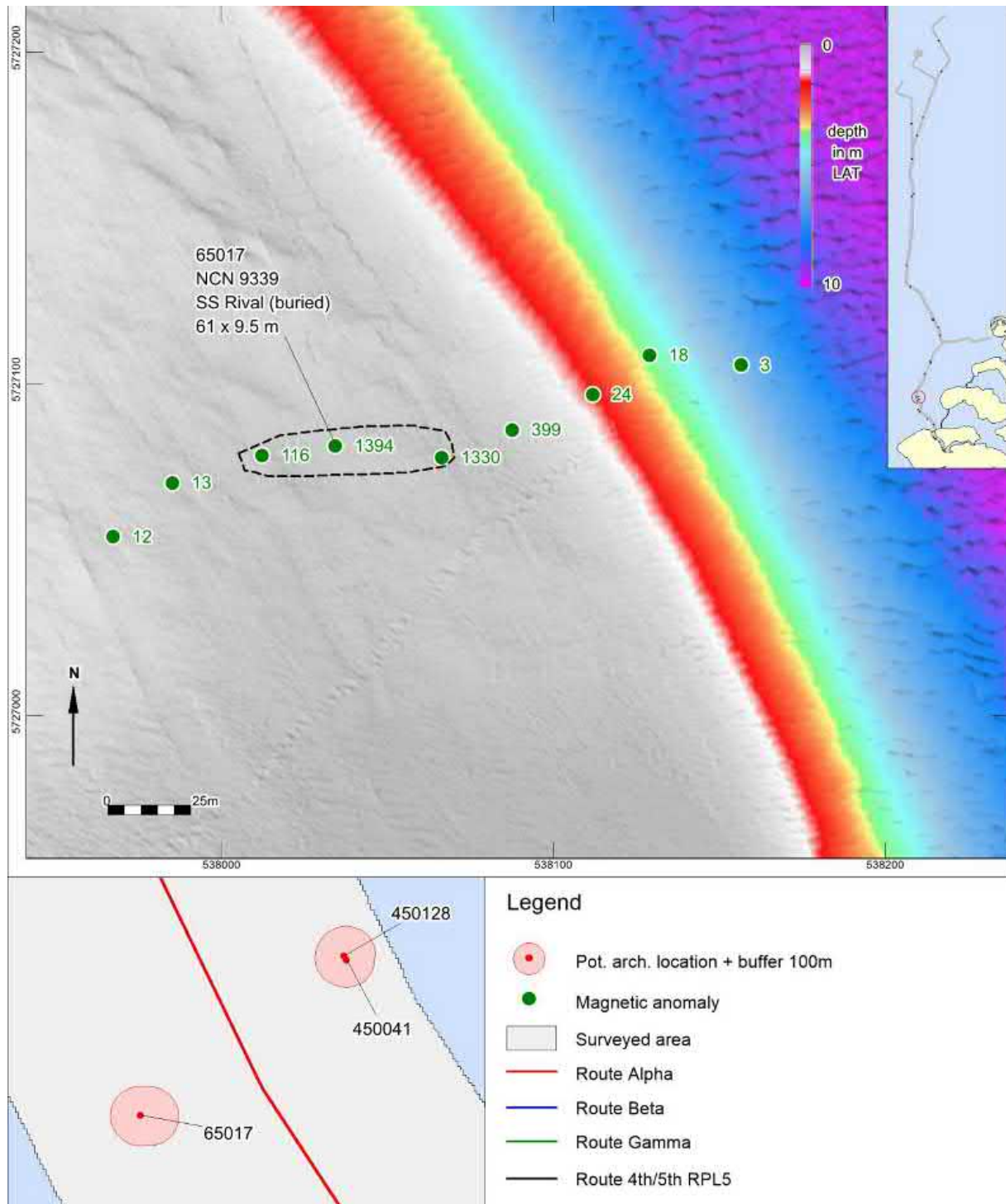
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
43103	Wreck	5.1	3.1	2.4	541871	5720092	-13.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck	Wreck	2



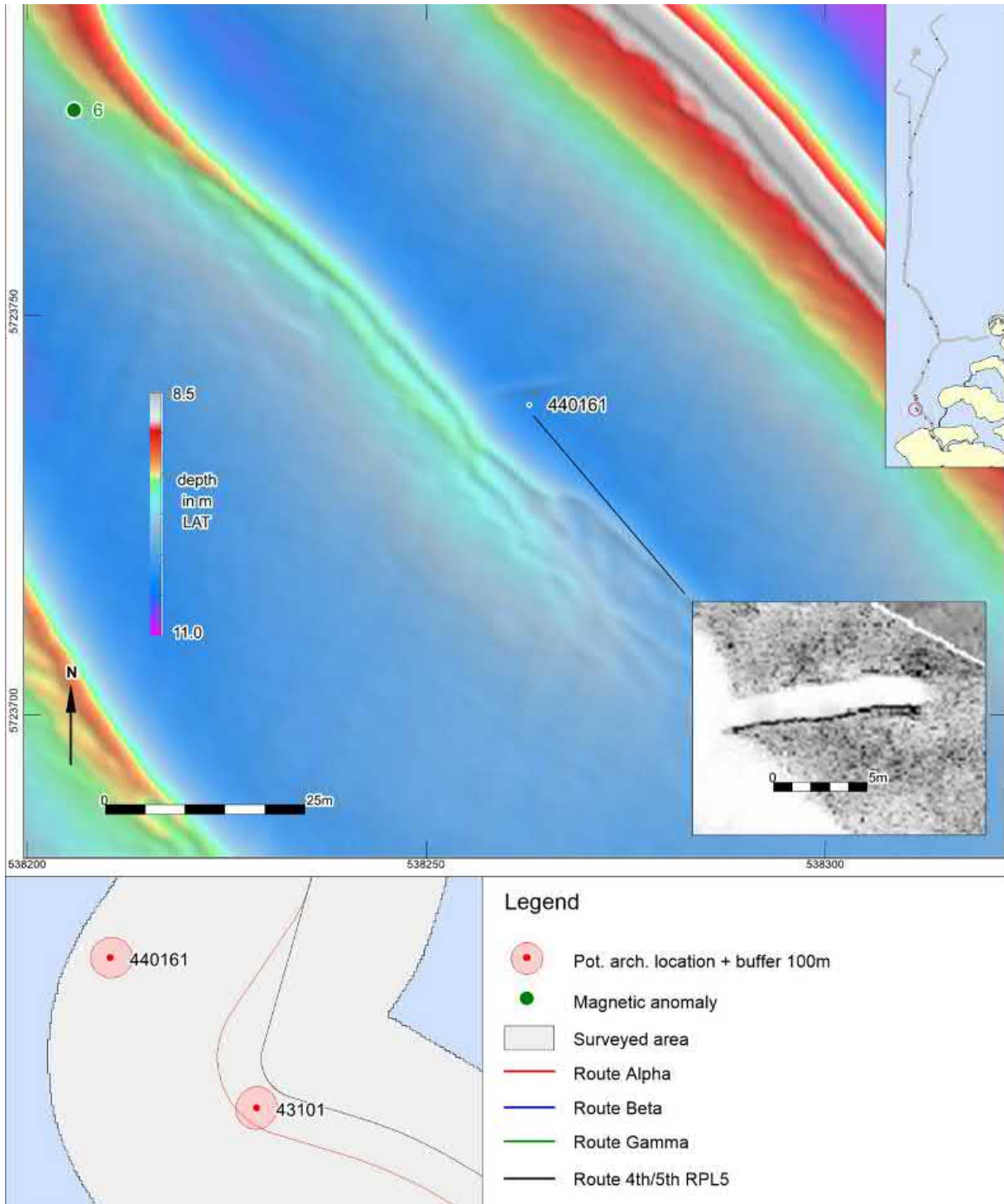
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
60125	Debris linear	6.7	0.4	0	547506	5709051	-13.8	3.353

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongate object, large MAG 597 nT	Possible wreck remains	1



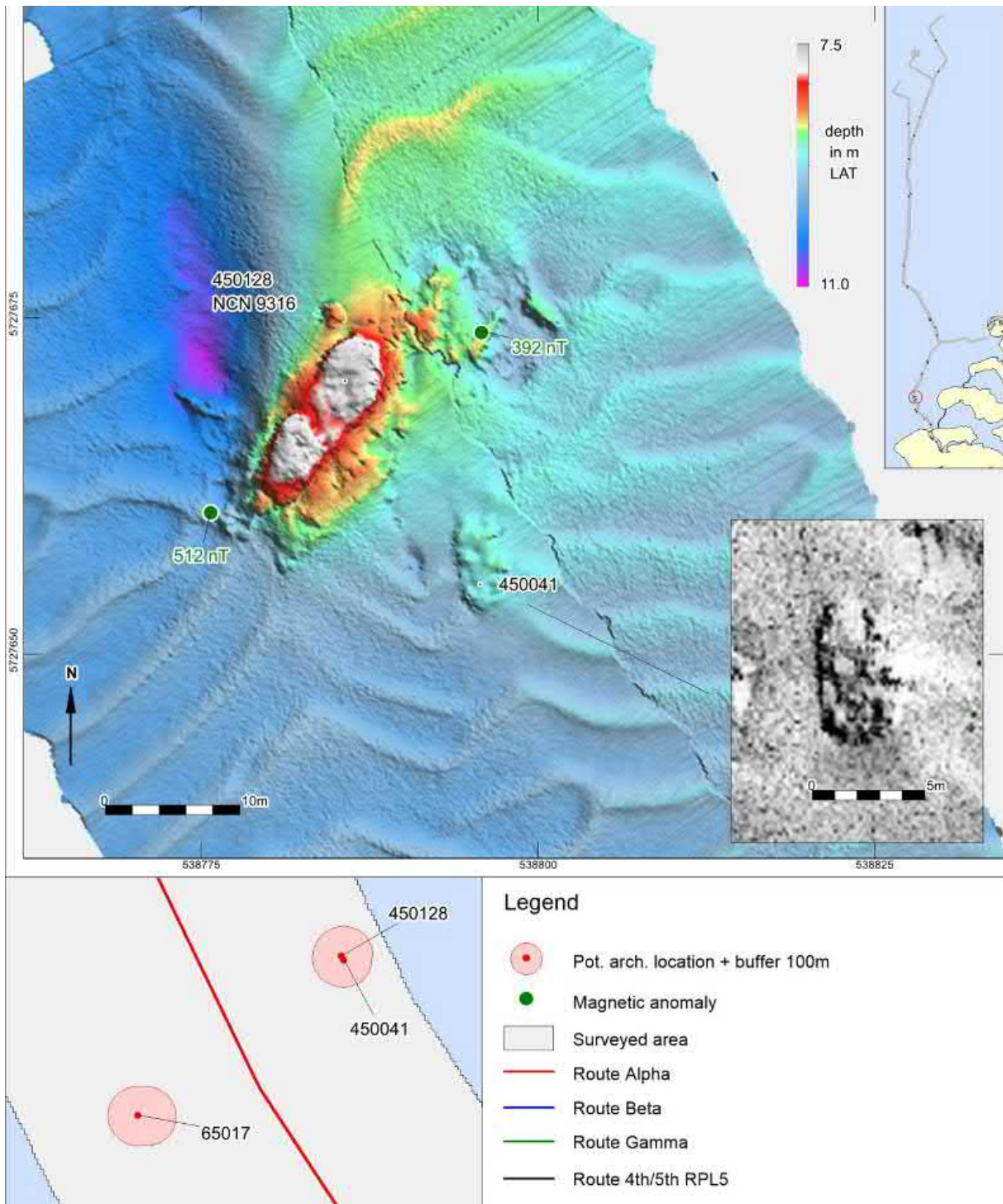
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
65017	Wreck				538034	5727082	-0.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
9339	Location NCN 9339, buried remains SS Rival, sunk 31-12-1944, covered with >2m sediment. RCE 3175138100	Wreck	2



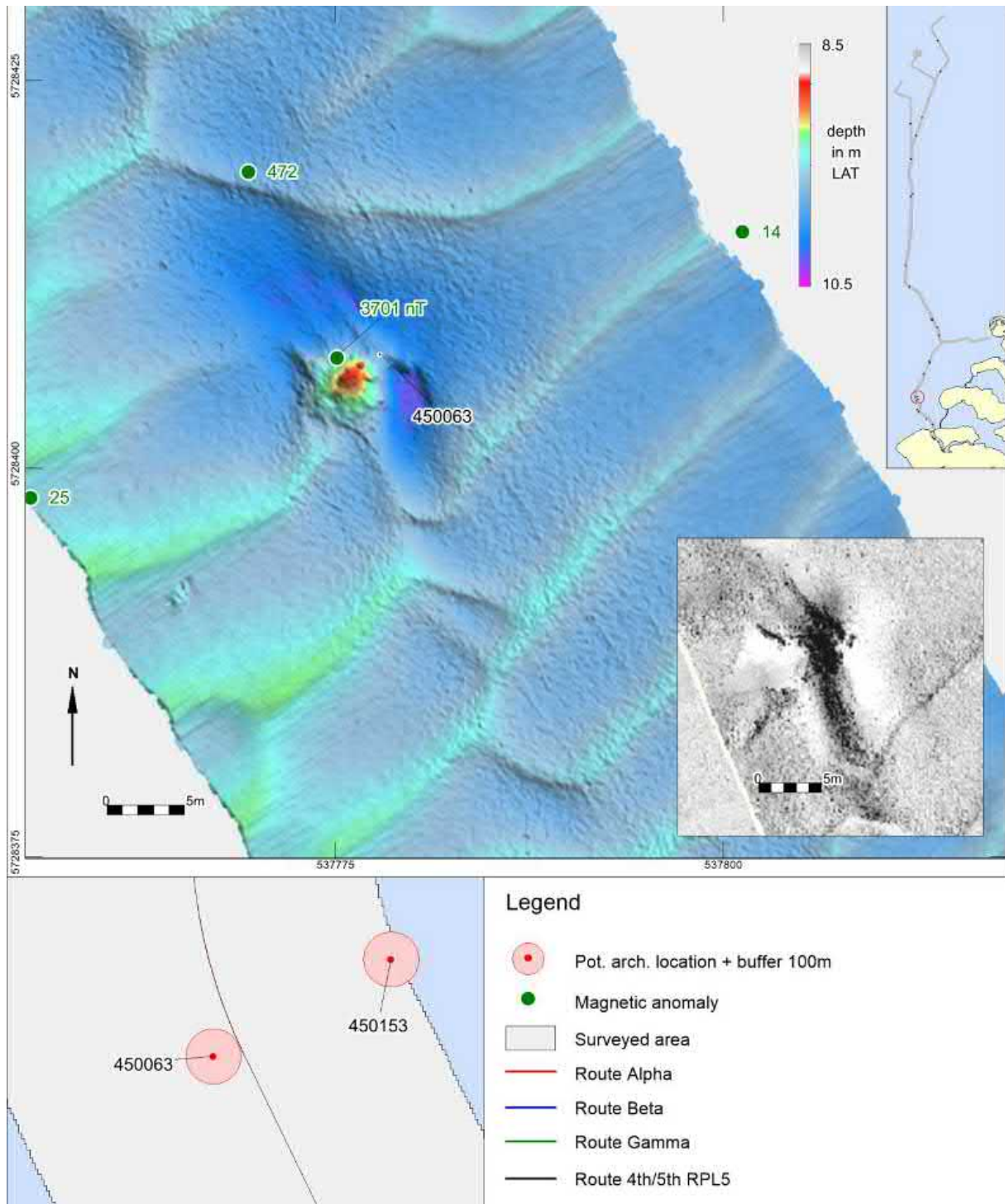
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
440161	Debris linear	10.4	0.2	0.3	538263	5723739	-10.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure perpendicular to sand ripples	Possible wreck remains	1



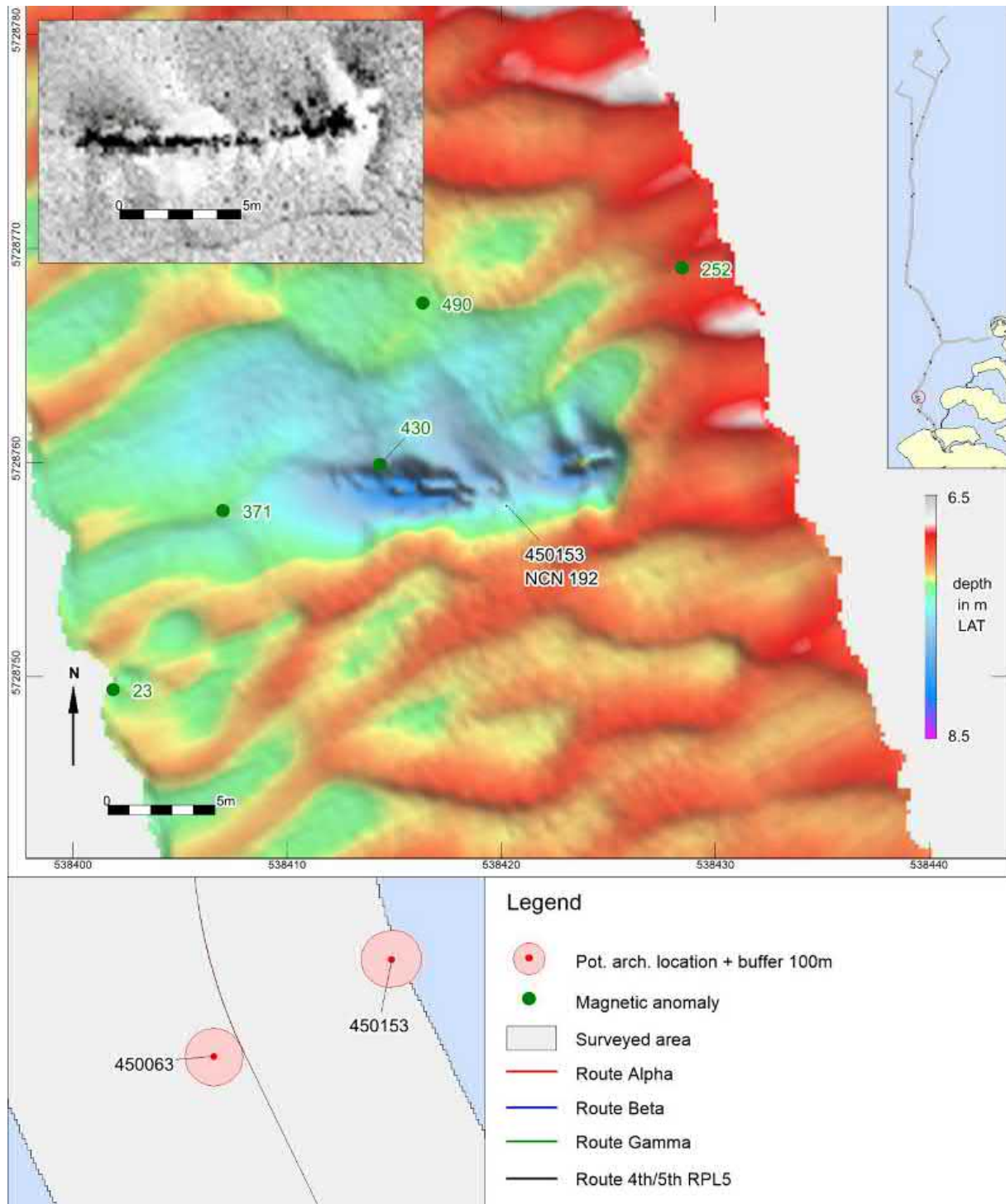
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450041	Wreck	6.9	3.7	0.8	538796	5727655	-9.1
450128	Wreck	13.5	12.5	2.3	538786	5727670	-7.7

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Structure 7 x 3 30m SE of NCN 9316, small wreck? Or remains of NCN 9316	Wreck	2
9316	Unidentified wreck, NCN 9316 / RCE 2910065100, cargo iron ingots	Wreck	2



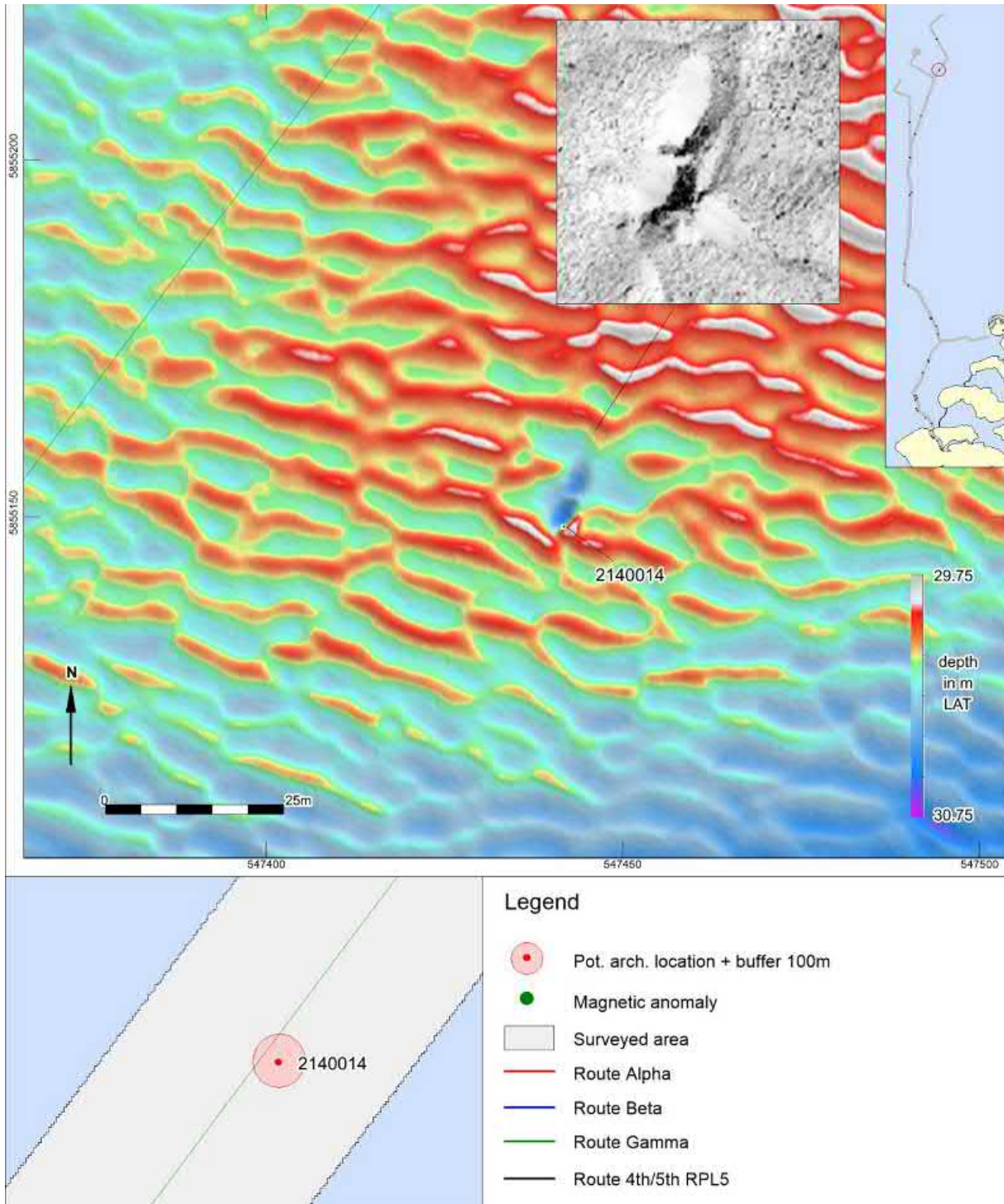
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450063	Wreck	5.5	4.9	1.1	537778	5728407	-9.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck, large MAG anomaly 3702 nT	Wreck	2



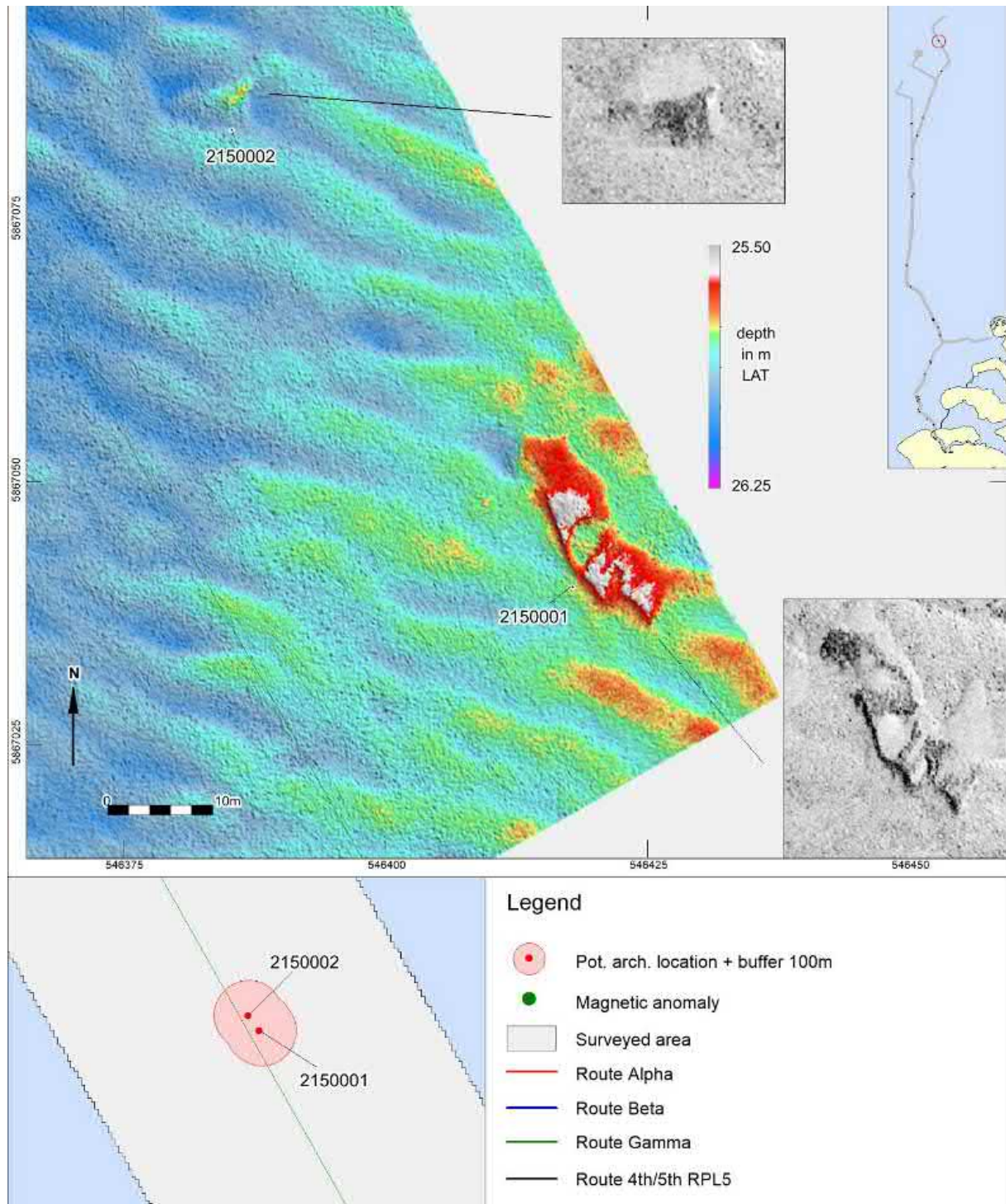
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450153	Wreck	12.1	0.8	0.5	538420	5728758	-7.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
192	Unidentified wreck remains, NCN 192 / RCE 3045019100	Wreck	2



ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2140014	Debris other	7.5	1.3	0.7	547442	5855149	-30.5	132.850

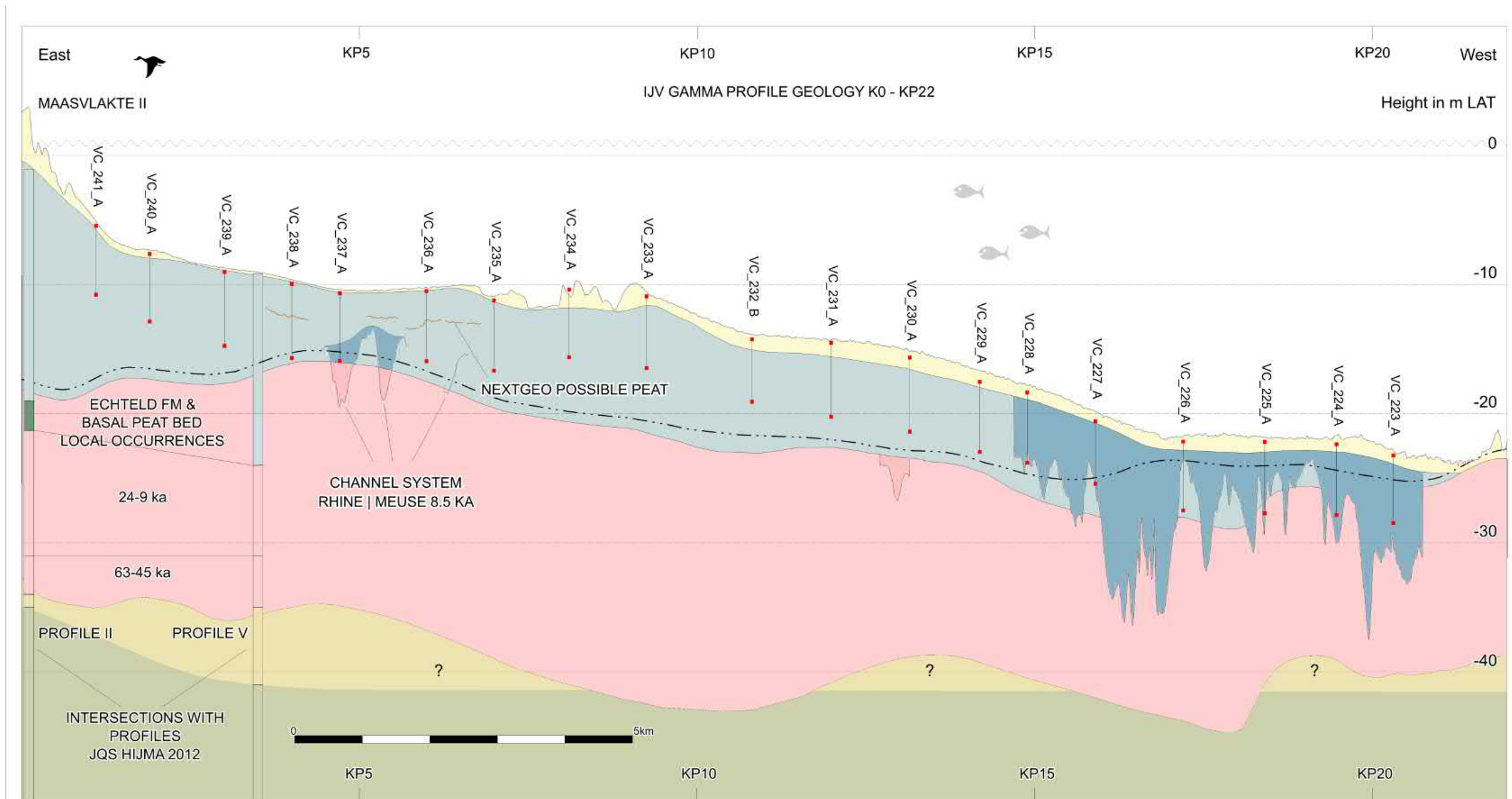
NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of irregular objects, relative high	Possible wreck remains	1



ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2150001	Wreck	20.9	1.1	0.7	546418	5867040	-25.8	146.801
2150002	Wreck	4.9	4.2	0.3	546385	5867084	-25.9	146.855

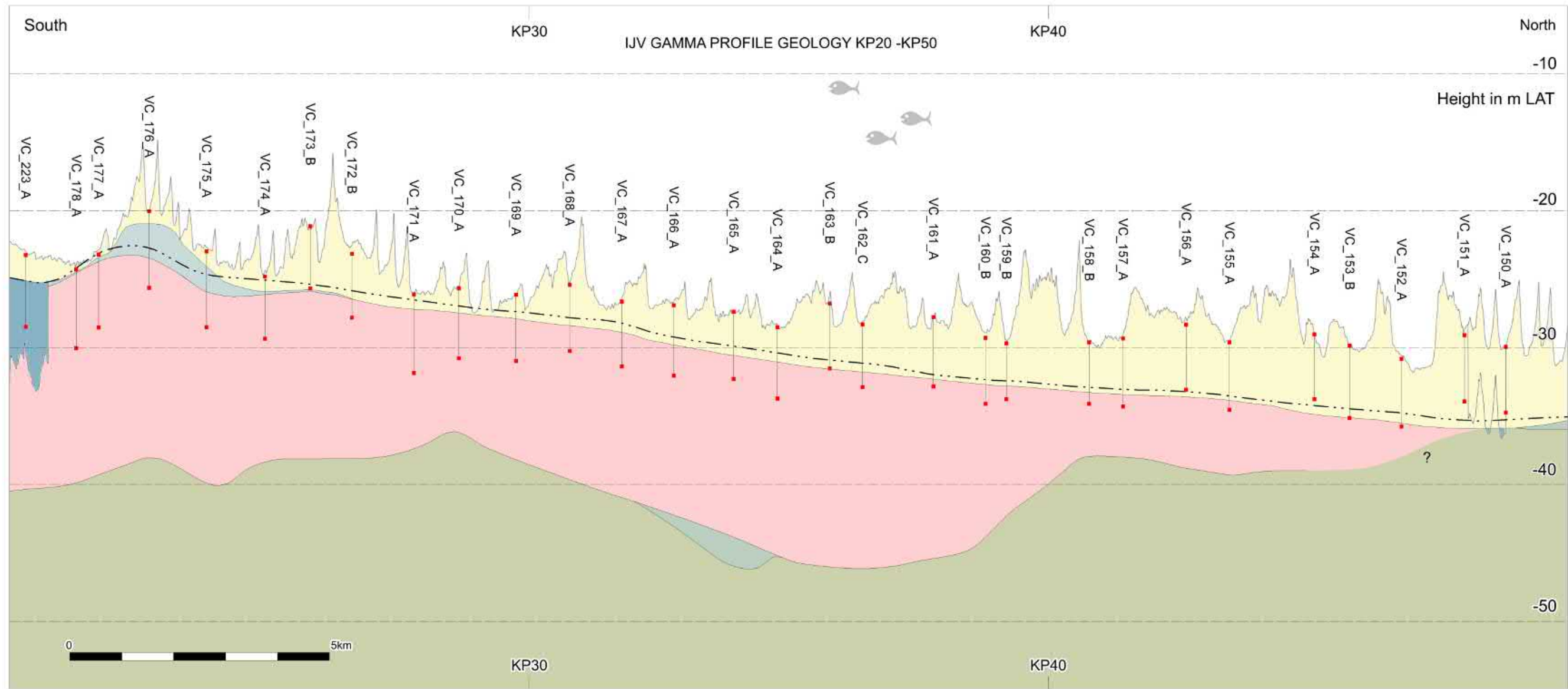
NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large structure 20 x 6m, possible wreck, may be geology	Possible wreck remains	1
-	Elongated object 3.2 x 2m 40m N of possible wreck remains	Possible wreck remains	1

Appendix 2. Geological profiles along the IJV Gamma route trajectory












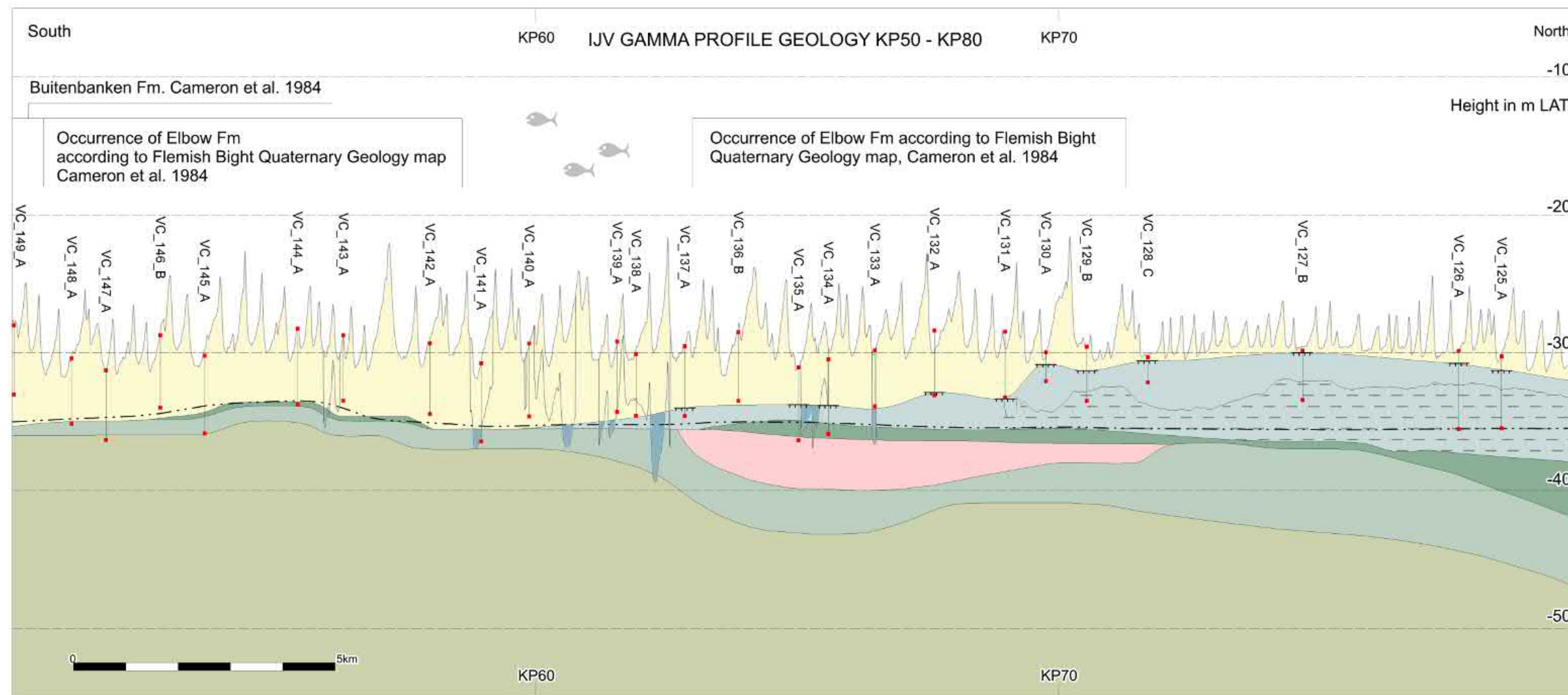
Legend

- | | | | |
|--|--|--|---|
| Presumably Waalre Formation
Fluvial and estuarine
Early Pleistocene (Menapian) | Urk Formation
Fluvial (Rhine), estuarine, tidal and shallow marine
Middle Pleistocene (late Cromerian to middle Saalian) | Kreftenheye Formation
Braided and meandering fluvio-glacial and fluvial
Weichselian and Early Holocene | NEXTGEO Channel feature
Kreftenheye Formation |
| Echteeld Formation Terbregge Member
Fluvial-tidal fresh-water clay with plant remains
Local occurrence of Basal Peat bed
Early Holocene | Naaldwijk Formation
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene | NEXTGEO Channel feature
Naaldwijk Formation | Southern Bight Formation
Open marine
Holocene |
| Top Pleistocene source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007. | Vibrocore sample interval | Cone Penetration Test horizon | |



Legend

- | | | |
|---|--|---|
|  Presumably Waalre Formation
Fluvial and estuarine
Early Pleistocene (Menapian) |  Eem Formation
Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian |  Kreftenheye Formation
Braided and meandering fluvio-glacial and fluvial
eichselian and Early Holocene |
|  Naaldwijk Formation
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene |  NEXTGEO Channel feature |  Southern Bight Formation
Open marine
Holocene |
|  Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007. |  Vibrocore sample interval |  Cone Penetration Test horizon |

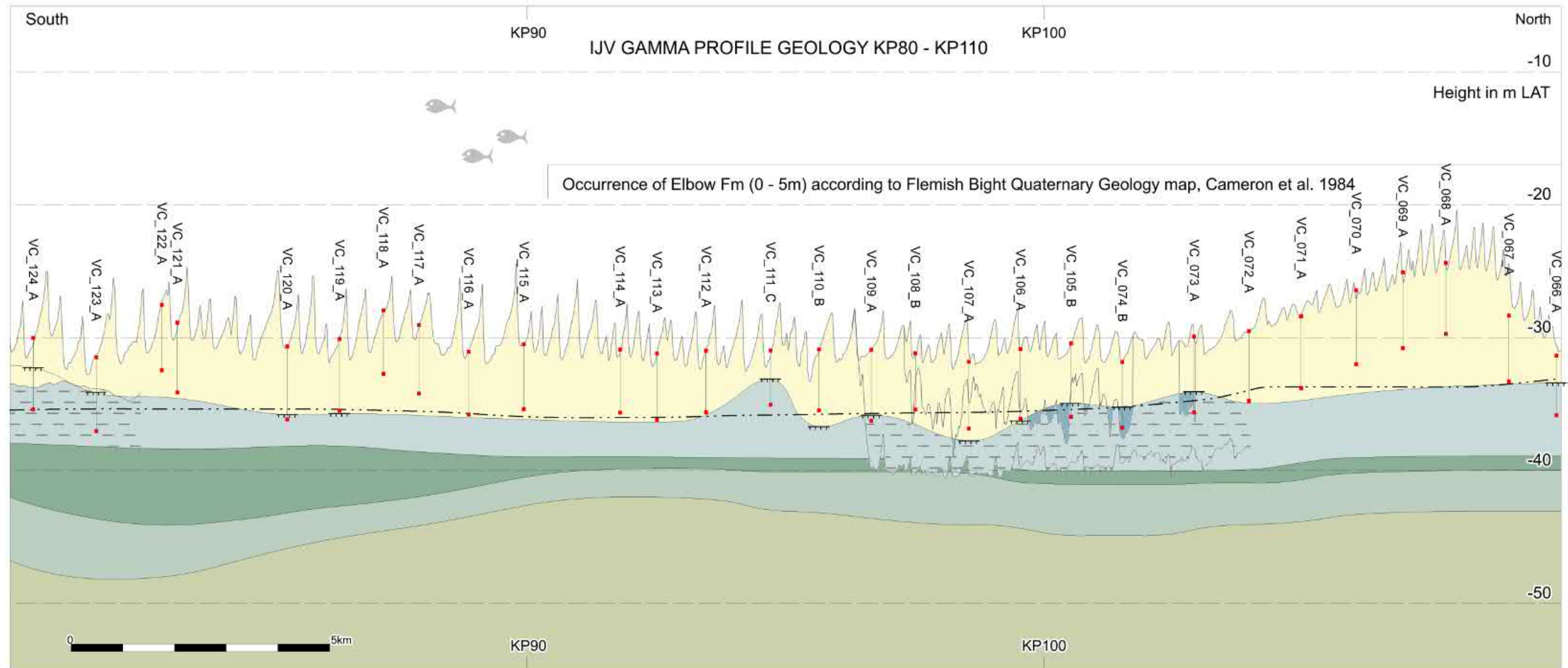


Legend

- | | | | |
|---|---|--|-------------------------------|
| Southern Bight Formation
Open marine
Holocene | Uncertain: Naaldwijk Fm Boxtel Fm Brown Bank Mb
* Naaldwijk Formation
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene
* Boxtel Formation
Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
Weichselian - Early Holocene | Kreftenheye Formation
Braided and meandering fluvio-glacial and fluvial
Weichselian and Early Holocene | Vibrocore sample interval |
| GEOxyz Channel feature | Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007. | Eem Formation - Brown Bank Member
Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
Early Weichselian | Cone Penetration Test horizon |
| GEOxyz Layered Sediments | | Eem Formation
Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian | |
| | | Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
Fluvial and estuarine
Early Pleistocene (Menapian) | |

NOTES:

- 1) The Pleistocene units in this profile are based on grid data of TNO (2004). The Kreftenheye Formation appears to separate the Eem Formation from the Brown Bank Member (Eem Formation). It is questioned if this is correct, because the Kreftenheye Formation is stratigraphically positioned above the Eem Formation and generally post-dates the Brown Bank Member.
- 2) The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercalations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locally present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordance with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.
- 3) The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

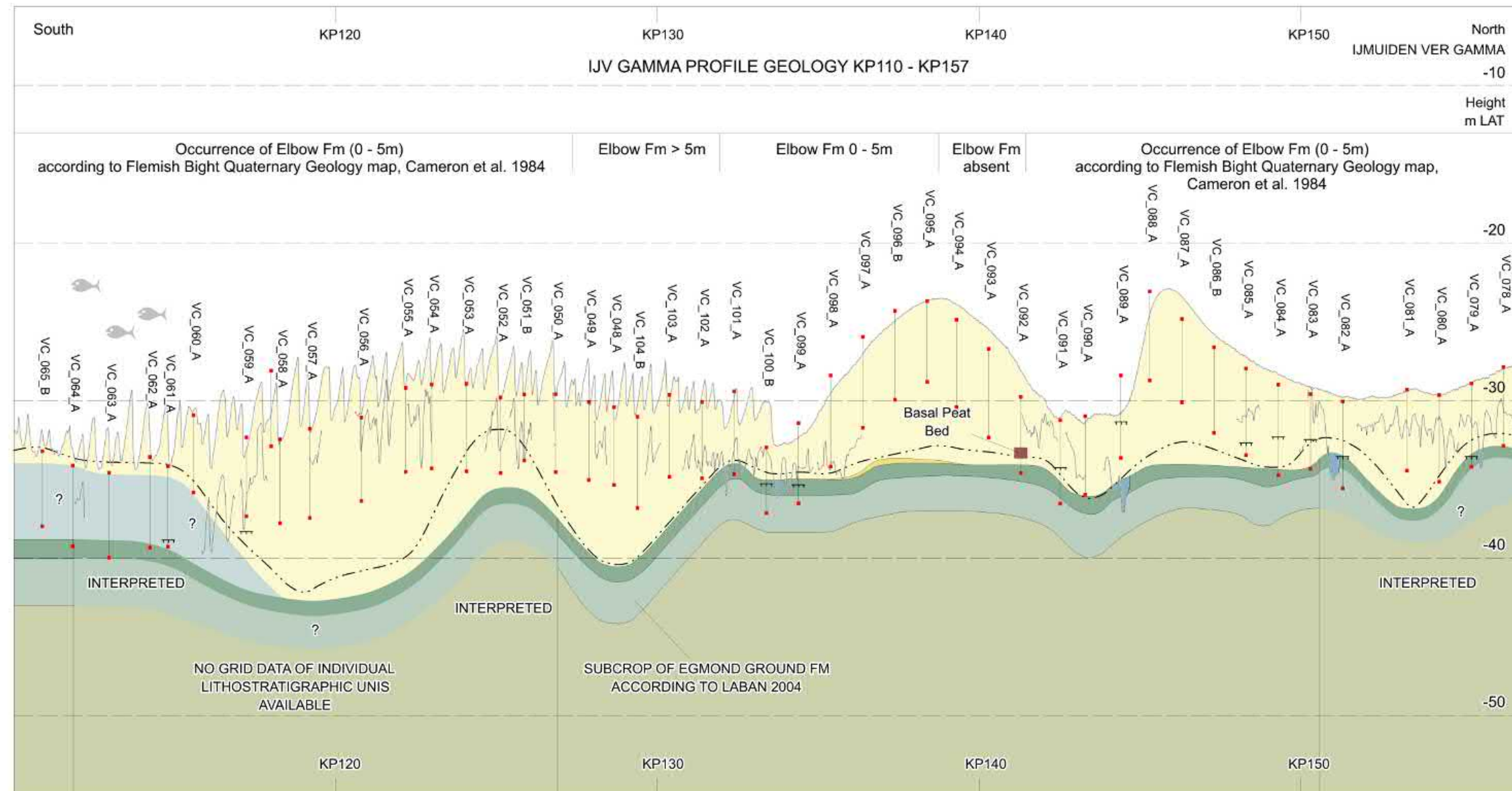


Legend

- | | | | |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Southern Bight Formation
Open marine
Holocene NEXTGEO Channel feature NEXTGEO Layered Sediments | <ul style="list-style-type: none"> Uncertain: Naaldwijk Fm Bostel Fm Brown Bank Mb
* Naaldwijk Formation
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene * Bostel Formation
Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
Weichselian - Early Holocene Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007. | <ul style="list-style-type: none"> Eem Formation - Brown Bank Member
Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
Early Weichselian Eem Formation
Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
Fluvial and estuarine
Early Pleistocene (Menapian) | <ul style="list-style-type: none"> Vibrocore sample interval Cone Penetration Test horizon |
|--|---|---|---|

NOTES:

- 1) The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locally present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordance with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.
- 2) The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

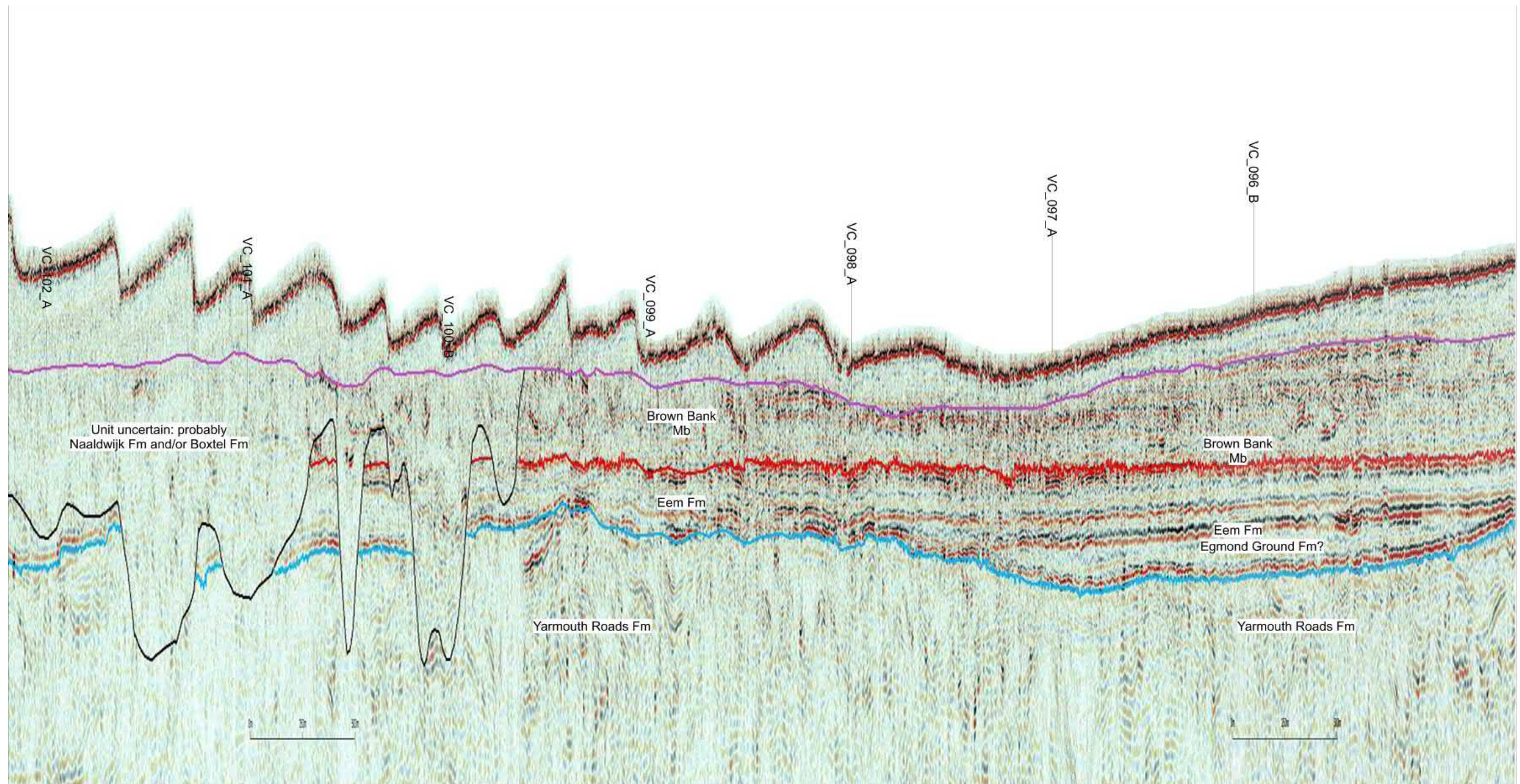


Legend

- | | | | |
|---|--|---|--|
| Southern Bight Formation
Open marine
Holocene | Uncertain: Naaldwijk Fm Boxtel Fm Brown Bank Mb
* Naaldwijk Formation
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene | Boxtel Formation
Aeolian sand and stream deposits (sand, loam, clay, peat)
Weichselian | Vibrocore sample interval |
| GEOxyz Channel feature | * Boxtel Formation
Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
Weichselian - Early Holocene | Eem Formation - Brown Bank Member
Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
Early Weichselian | Cone Penetration Test horizon |
| GEOxyz Layered Sediments | Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007. | Eem Formation
Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian | Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
Fluvial and estuarine
Early Pleistocene (Menapian) |

NOTES:

- 1) The Pleistocene units in this profile are based on grid data of TNO (2004). The Kreftenheye Formation appears to separate the Eem Formation from the Brown Bank Member (Eem Formation). It is questioned if this is correct, because the Kreftenheye Formation is stratigraphically positioned above the Eem Formation and generally post-dates the Brown Bank Member.
- 2) The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locally present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordance with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.
- 3) The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

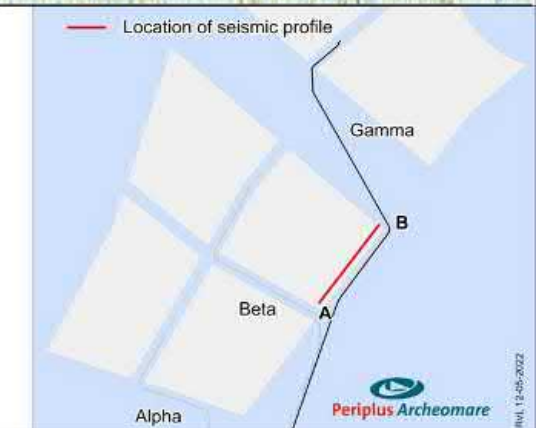


Seismic profile IJmuiden Ver Wind Farm Zone

- Seismic horizons Lithostratigraphic Units (interpretation)
- Bligh Bank Member
 - Channel incision
 - Uncertain: Naaldwijk Formation | Boxtel Formation | Kreftenheye Formation?
 - Brown Bank Member
 - Egmond Ground Formation | Eem Formation
 - Yarmouth Roads Formation



Source: RVO IJmuiden Ver Wind Farm Zone Charts, 2020. Produced by GEOxyz based on collected Ultra High Resolution Seismics (UHRs) Profile Line 0288-P329 .
 The geophysical data are publicly available at <https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/2dd28a50-5344-47a6-b3ff-7d0e36911159/soil-ijmuiden-ver>



Appendix 3. Geological and archaeological time table

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE										
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK		DATERING								
Holocene	Laat Subatlanticum	1150 n. Chr	Nieuwe tijd	C	1850								
				B	1650								
				A	1500								
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen	Laat	B	1250							
					A	1050							
					D	900							
				Vroeg	C	725							
					B	525							
					A	450							
	Subboreaal	450 v. Chr	Romeinse tijd	Laat	270								
				Midden	70 n. Chr.								
				Vroeg	15 v. Chr.								
	Atlanticum	7300	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250							
Midden					500								
Vroeg					800								
Bronstijd				Laat	1100								
				Midden	1800								
				Vroeg	2000								
Boreaal	8700	Neolithicum	Laat	2850									
			Midden	4200									
			Vroeg	4900/5300									
Preboreaal	9700	Mesolithicum	Laat	6450									
			Midden	8640									
			Vroeg	9700									
Pleistocene	Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000	Prehistorie	Steen tijd	Paleolithicum	Midden	B	12.500				
		Allerød	12.000										
		Oude Dryas	12.100										
		Bølling	13.000										
	Weichselien	L								17.000	Jong	A	35.000
			Late Glacial Max							20.000			
										31.500			
		M	Denekamp							34.000			
										40.000			
			Hengelo							41.500			
										45.000			
	V	Moershoofd	50.000										
			71.000										
		Odderade	74.000										
	Vroeg Glaciaal	Vroeg Glaciaal	Brørup										
			Amersfoort										
										114.000			
			Eemien							126.000			
Saalien			236.000										
Oostermeer			241.000										
onbenoemd			322.000										
Belvédère			336.000										
onbenoemd	384.000												
Holsteinien	416.000												
Elsterien	463.000												
				Oud		250.000							

Appendix 4. Geophysical and geotechnical survey report

NextGEO, 2022. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) IJmuiden Ver
Alpha/Beta/Gamma. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.

Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten

**Net op Zee IJmuiden Ver Gamma
TenneT TSO B.V.**

30 augustus 2022

Inhoudsopgave

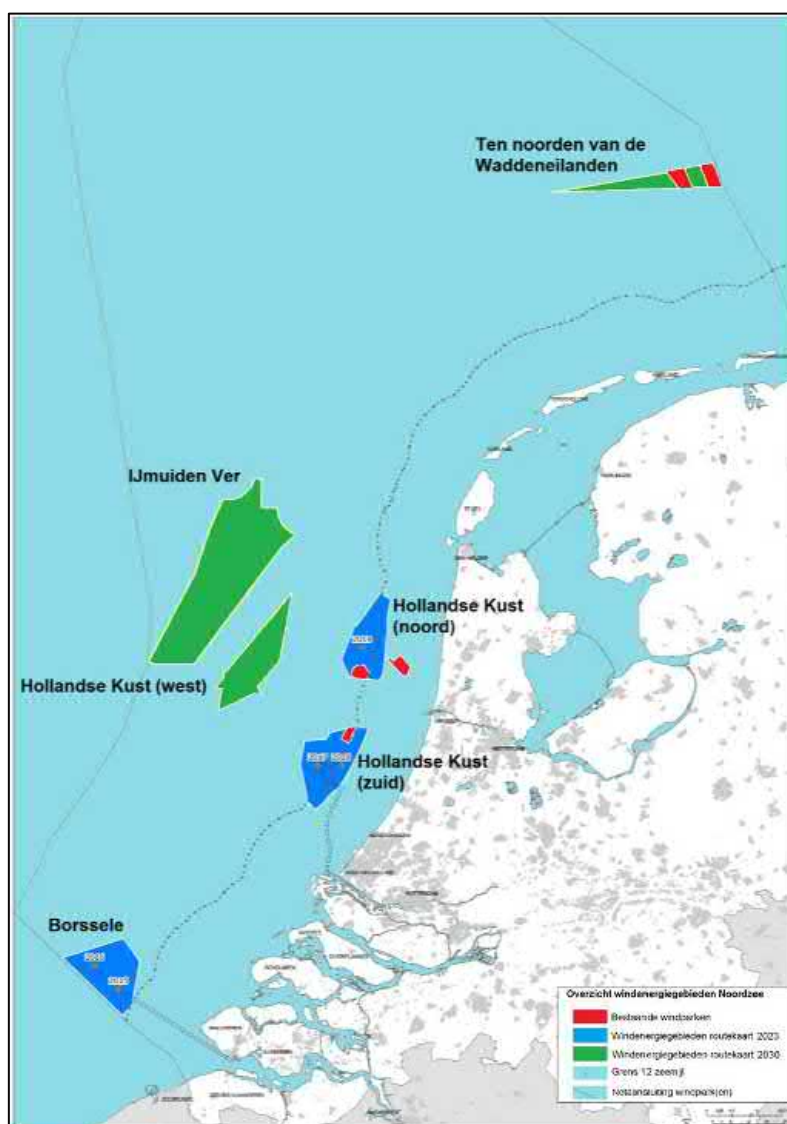
1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Uitgangspunten	5
1.2.1	Wet- en regelgeving	5
1.2.2	OO bureauonderzoek op zee	6
1.3	Doelstelling	7
1.4	Werkwijze	7
2	Effectbeoordeling OO	8
2.1	Platform IJmuiden Ver Gamma en 66kV-interlinkkabel	8
2.1.1	Indicaties Tweede Wereldoorlog	9
2.1.2	Verwachtingskaart verdachte gebieden OO	13
2.2	Kabeltracé op zee	14
2.2.1	Indicaties Tweede Wereldoorlog	15
2.2.2	Verwachtingskaart verdachte gebieden OO	21
2.3	Maasvlakte landtracé en converterstation	22
2.3.1	Indicaties Tweede Wereldoorlog	23
2.3.2	Verwachtingskaart verdachte gebieden OO	26
3	Conclusie en samenvatting	27
4	Bronnen	28
	Colofon	29

1 Inleiding

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een quickscan Ontploffbare Oorlogsresten (OO) uitgevoerd voor het land- en zeedeelte van de kabelverbinding met het windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma. Deze kabelverbinding heeft als doel om het windmolenpark IJmuiden Ver Gamma aan te sluiten op het hoogspanningsnet op land. Doel van deze quickscan is om middels een verwachtingskaart aan te geven waar bepaalde OO verwacht kunnen worden. De resultaten vormen input voor het Milieueffectrapport (MER) voor het Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

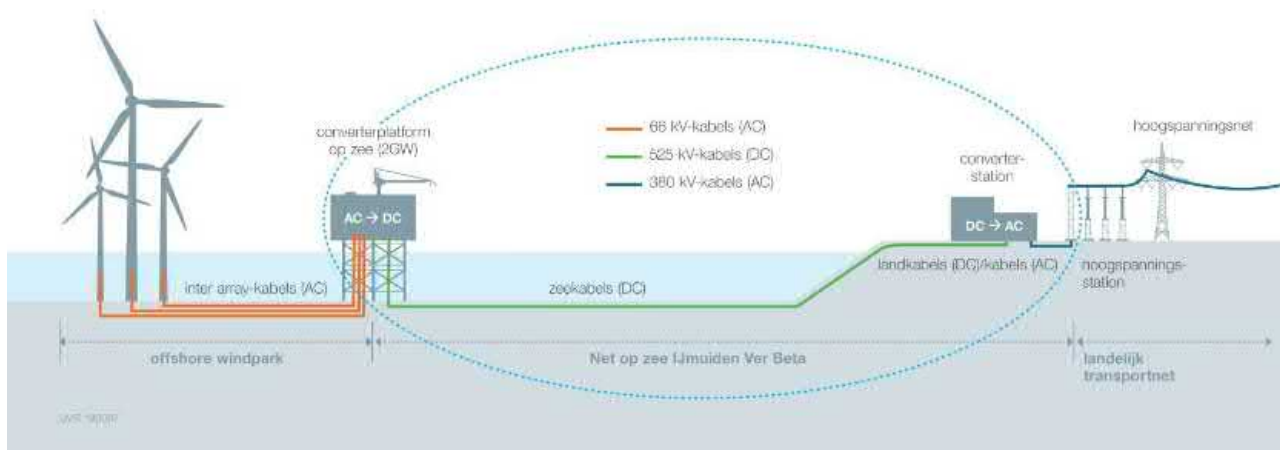
1.1 Aanleiding

Het Net op zee IJmuiden Ver Gamma zorgt ervoor dat de opgewekte elektriciteit van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver naar het hoogspanningsnet op land kan worden getransporteerd. Om een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee IJmuiden Ver Gamma uiterlijk 2029 in bedrijf te zijn.



Figuur 1-1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw) en windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) Bron Ministerie EZK.

TenneT is initiatiefnemer van het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Er wordt gebruikgemaakt van een platform op zee waarop circa 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. De omvang van het windenergiegebied en de aansluiting van TenneT zijn op elkaar afgestemd. De windturbines in het aangewezen gebied worden direct aangesloten op een platform. Het platform ligt in het windenergiegebied. Het platform wordt met twee 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels verbonden met een converterstation op land. Er is op land een converterstation nodig dat de stroom omzet van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom zodat de elektriciteit geleverd kan worden aan het landelijke hoogspanningsnet dat op 380kV en op wisselstroom wordt bedreven. In Figuur 1-2 zijn de onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma schematisch weergegeven.



Figuur 1-2 Onderdelen project Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Het Net op zee IJmuiden Ver Gamma bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabelsysteem voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds 525kV-kabelsysteem op land voor het verdere transport naar een converterstation;
- Converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom;
- Een ondergronds 380kV-wisselstroom kabelsysteem voor het transport naar het 380kV station Amaliahaven.

1.2 Uitgangspunten

De omgang met ontplofbare oorlogsresten (OO) die in de (water)bodem zijn achtergebleven na de Eerste en Tweede Wereldoorlog is geregeld in het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling). Hieronder wordt de wet- en regelgeving verder uitgelegd.

1.2.1 Wet- en regelgeving

In artikel 4.10 Ontplofbare Oorlogsresten van het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit; Artikel 4.10) staat het volgende beschreven in lid 2:

In alle gevallen waarin gevaar voor de veiligheid of gezondheid van werknemers kan bestaan door de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, wordt, alvorens werkzaamheden worden aangevangen, hiernaar een oriënterend onderzoek ingesteld.

In lid 3 wordt dit verder geconcretiseerd:

Indien het oriënterend onderzoek de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten die gevaar kunnen opleveren voor de veiligheid of gezondheid van werknemers niet uitsluit wordt een nader onderzoek ingesteld.

Dit nader onderzoek is in de praktijk vaak een historisch vooronderzoek waarbij beoordeeld wordt of er indicaties zijn dat er binnen het projectgebied ontplofbare oorlogsresten aanwezig zijn. Het vooronderzoek bestaat uit zowel het inventariseren als beoordelen (analyseren) van bronnenmateriaal. Eindresultaat is een rapportage en een bijbehorende OO-bodembelastingkaart waarop, indien hiervoor indicaties zijn aangetroffen, een verdacht gebied OO wordt afgebakend. De eisen en uitgangspunten voor het vooronderzoek OO zijn in opdracht van de private Stichting Veilig Omgaan met Explosieve Stoffen (VOMES) opgenomen in een vrijwillig Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse OO (CS-VROO) wat in februari 2021 is gepubliceerd door het Centraal College van Deskundigen OO (CCvD-OO).

In het geval dat de aanwezigheid van OO wordt vermoed, treedt onderstaand lid 4 van artikel 4.10 van het Arbobesluit in werking:

Indien uit het nader onderzoek blijkt dat gevaar bestaat voor de veiligheid of gezondheid van werknemers door de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, worden die ontplofbare oorlogsresten opgespoord of andere passende maatregelen getroffen om dit gevaar te voorkomen.

De invulling van het opsporingsonderzoek wordt in detail geregeld in de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling) en specifiek in bijlage 12 van artikel 4.17f het Certificatieschema Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten (CS-OOO). Het CS-OOO heeft betrekking op het opsporen van ontplofbare oorlogsresten die in de (water)bodem zijn achtergebleven tijdens de Tweede Wereldoorlog. Hierbij heeft het certificatieschema een driedelige doelstelling:

- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden voldoende veilig voor het eigen personeel en derden aanwezig op het projectgebied worden uitgevoerd;
- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden zodanig en met die deskundigheid worden uitgevoerd dat omwonenden veilig zijn en dat de openbare orde en publieke veiligheid wordt gewaarborgd;
- Bewerkstelligen dat de opsporing volgens de gegunde opdracht wordt uitgevoerd en opgeleverd.

Het opsporingsonderzoek OO staat in hoofdstuk 4 van het CS-OOO beschreven. De opsporingsfase omvat achtereenvolgens:

- Werkvoorbereiding (omschrijving opsporingswerkzaamheden in projectplan, opstellen RI&E, etc.)
- Detecteren van het verdachte gebied OO met detectieapparatuur (realtime, non-realtime)
- Interpreteren meetdata
- Lokaliseren vermoede explosieven
- Laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven
- Tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de Explosieven Opruimingsdienst (EOD)
- Rapportage Proces-verbaal van oplevering wordt ter beschikking gesteld aan de opdrachtgever en Bevoegd Gezag (vermelding van aangetroffen explosieven, weergave vrijgegeven gebieden, etc.).

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee

Het huidige CS-OOO en de vrijwillige certificering CS-VROO zijn met name geschreven voor onderzoek op het land. Afgelopen jaren is duidelijk geworden dat deze regelgeving niet goed bruikbaar is voor onderzoek op zee. Enerzijds zijn de verplichte bronnen niet toegespitst op oorlogshandelingen op zee waardoor de meeste oorlogshandelingen gemist worden (en gebieden mogelijk onterecht onverdacht worden verklaard) anderzijds moeten gebeurtenissen door twee verschillende bronnen bekrachtigd worden. Indien dat niet lukt kan niet aangetoond worden dat een gebied op een bepaalde oorlogshandeling verdacht is waarna de conclusie getrokken moet worden dat een gebied onverdacht is. Verder is gebleken dat de lijst met leemtes in kennis buiten proportioneel lang is waardoor de conclusie van het vooronderzoek sterk in twijfel getrokken moet worden. Tenslotte is de huidige Nederlandse regelgeving voornamelijk toegespitst op de Tweede Wereldoorlog, terwijl op zee ook OO van de Eerste Wereldoorlog worden verwacht.

Vanwege de beperkingen op zee die de huidige regelgeving heeft t.a.v. een historisch vooronderzoek OO is ervoor gekozen om eerst een quickscan OO uit te voeren. Hiermee wordt voldaan aan de eis in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit dat voor aanvang van toekomstige werkzaamheden er een oriënterend onderzoek naar OO moet worden ingesteld. Deze quickscan kan worden beschouwd als dit oriënterend onderzoek.

Ondanks dat de quickscan OO en verwachtingskaart in strikte zin niet voldoen aan de eisen zoals gesteld in het CS-VROO, waardoor ze minder geschikt zijn voor veldonderzoek (detectie- en opsporingswerkzaamheden), geeft dit rapport wel degelijk inzicht waar zich verdachte gebieden OO bevinden waarbij een indicatie wordt gegeven welke verschillende hoofdsoorten OO aangetroffen kunnen worden in het projectgebied.

1.3 Doelstelling

- De quickscan OO heeft als doel inzicht te verschaffen in de ontplofbare oorlogsresten die zich mogelijk in het projectgebied bevinden of verwacht worden.
- Aan de hand van de quickscan wordt uitspraak gedaan over de noodzaak van nader vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het nader vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

1.4 Werkwijze

De quickscan OO met bijbehorende verwachtingskaart wordt gemaakt op basis van expert judgement. Hierbij wordt gebruikgemaakt van kennis die is opgedaan bij reeds uitgevoerde vooronderzoeken op zee. Andere bronnen die van belang zijn bij het opstellen van dit rapport is de risicokaart OO van de gemeente Rotterdam; eerder uitgevoerde quickscans op zee t.b.v. IJmuiden Ver Alpha en Gamma; het vooronderzoek Net op zee Hollandse Kust (zuid) en door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken. Tenslotte is gebruikgemaakt van de kustwachtdatabase over OO-vondsten en ruimingen op zee over de periode 2005-2016.

2 Effectbeoordeling OO

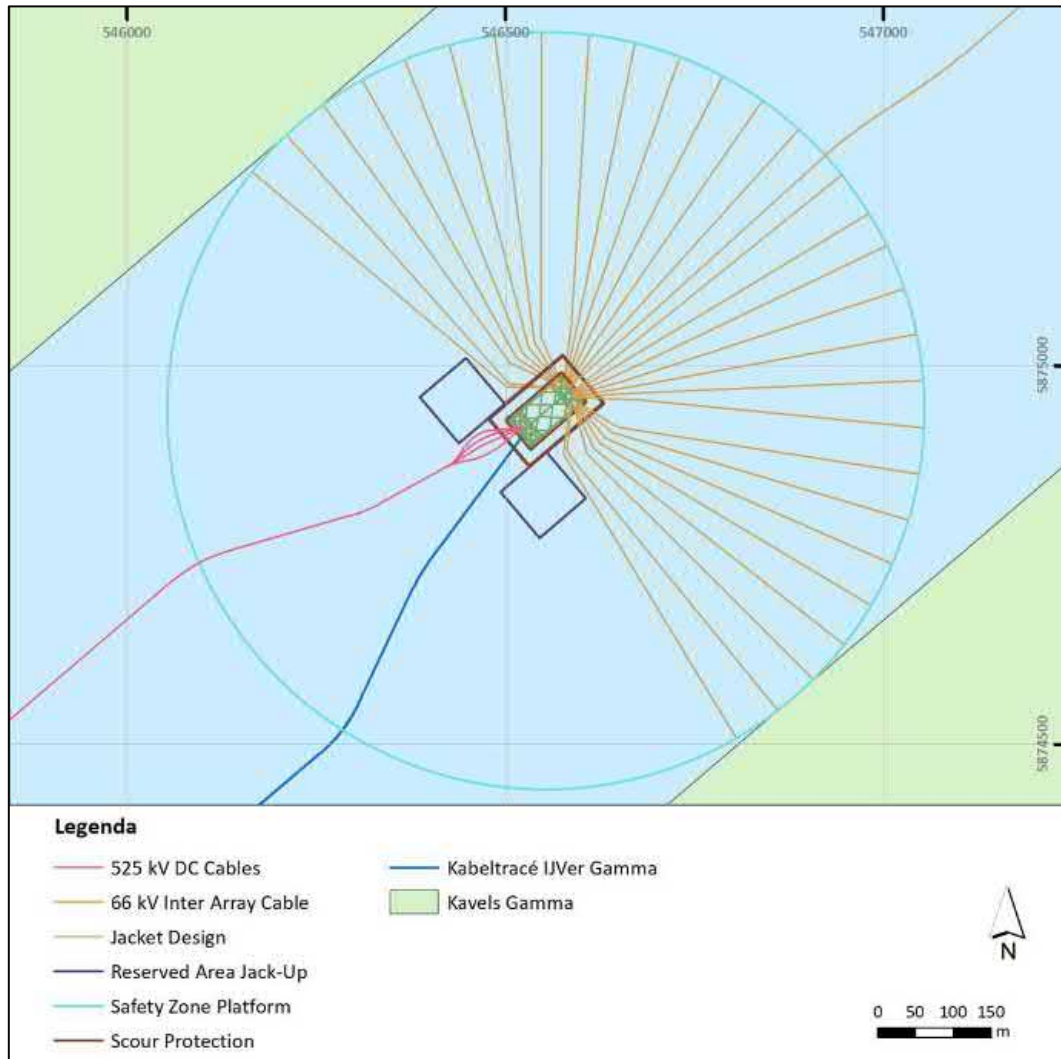
In de effectbeoordeling wordt per onderdeel van Net op zee IJmuiden Ver gekeken of deze in een potentieel OO-verdacht gebied liggen en/of deze doorkruisen. Deze quickscan geeft echter geen definitieve afbakening van het verdachte gebied OO, maar geeft een indicatie van het te verwachten verdachte gebied als een volledig vooronderzoek OO wordt uitgevoerd.

2.1 Platform IJmuiden Ver Gamma en 66kV-interlinkkabel

Voor het platform IJmuiden Ver Gamma is door TenneT een zoekgebied gegeven waarbinnen het converterplatform op zee (2GW) en de 66kV-interlinkkabel worden geplaatst. Het converterplatform zal worden geplaatst (circa 22 meter boven de waterspiegel) op een Jacket met een stalen paalconstructie.



Figuur 2-1 Platformlocaties IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.



Figuur 2-2 Detail van platformlocatie IJmuiden Ver Gamma.

2.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnevelden aan om Duitse koopvaardij schepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebovenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnevelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardij schepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnevelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvoiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Alleen al voor de kust van IJmuiden vonden er 36 zeeslagen plaats tijdens de oorlog. Hierbij werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het zoekgebied voor het platform IJmuiden Ver Gamma ligt op ruim 70 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvoiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooiën en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtscap van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooiën vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (zogenaamde 'jettisons'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooiën naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

Mijnenvelden op zee

Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvoiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 20-25 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het zoekgebied voor het platform IJmuiden Ver Gamma ligt op ruim 70 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

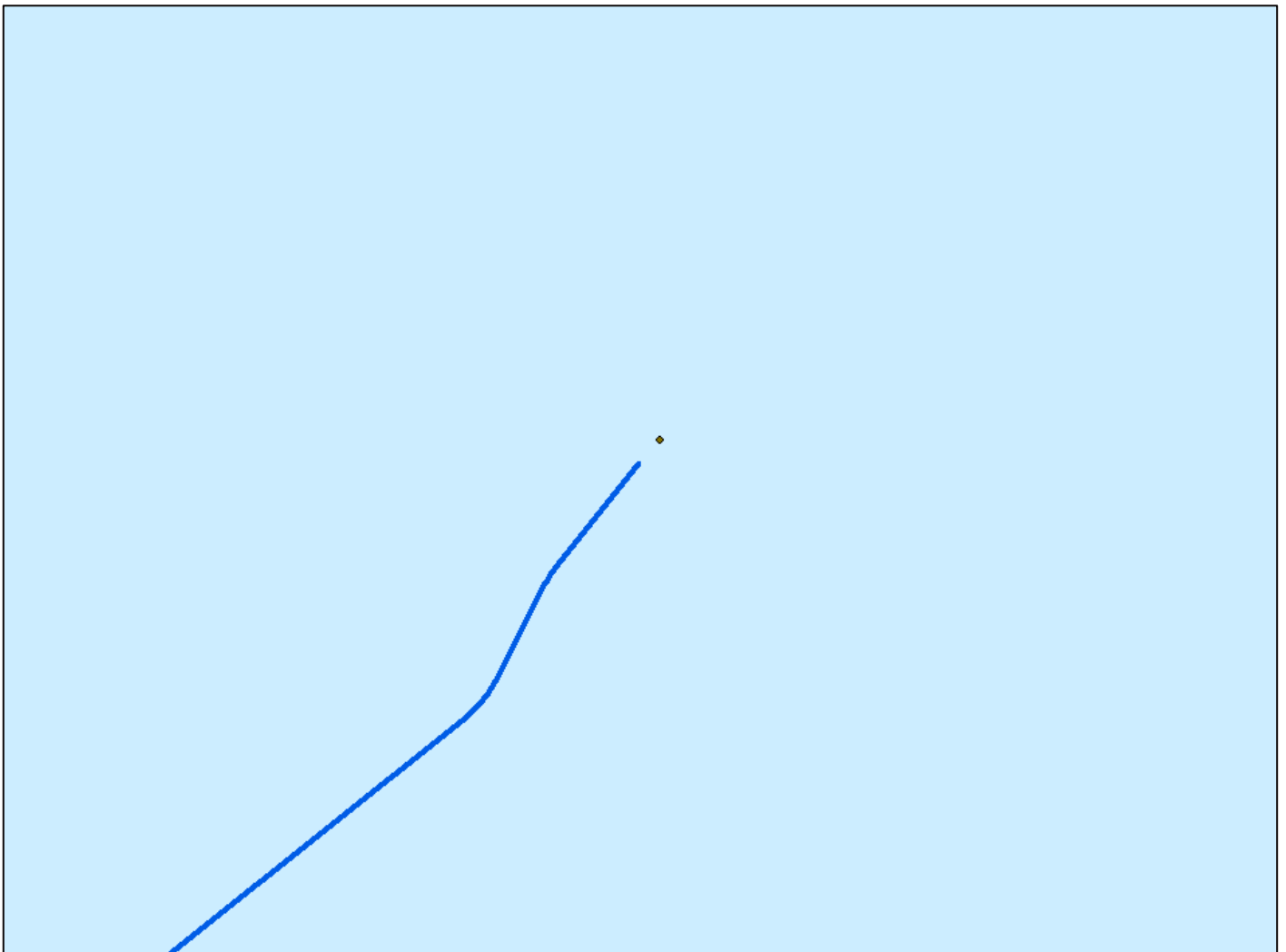
Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het zoekgebied.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosieenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.

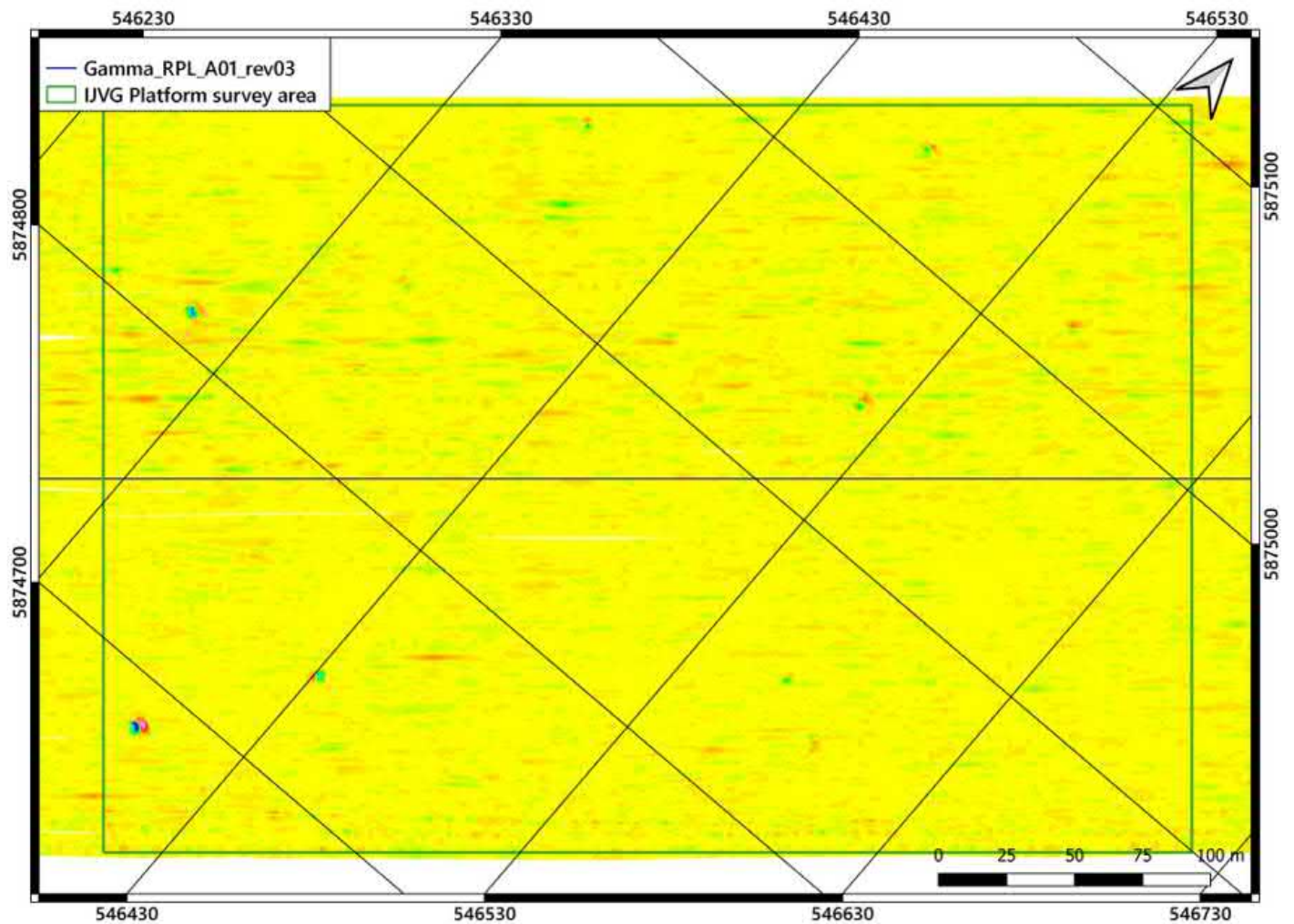
Uit deze database valt op te maken dat er geen munitievondsten zijn gedaan binnen het zoekgebied platform IJmuiden Ver Gamma.



Figuur 2-3 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het zoekgebied platform IJmuiden Ver Gamma.

OO-detectie

In opdracht van TenneT heeft NextGeo een *UXO Detection and Avoidance Survey* uitgevoerd voor de platformlocatie IJmuiden Ver Gamma in september 2021. Bij deze survey is gebruikgemaakt van drie verschillende technieken: *Multibeam Echo Sounder (MBES)*, *Side Scan Sonar (SSS)* en magnetometrie. Hierbij zijn 8 objecten gemeten die overeenkomen met de karakteristieken van een OO.



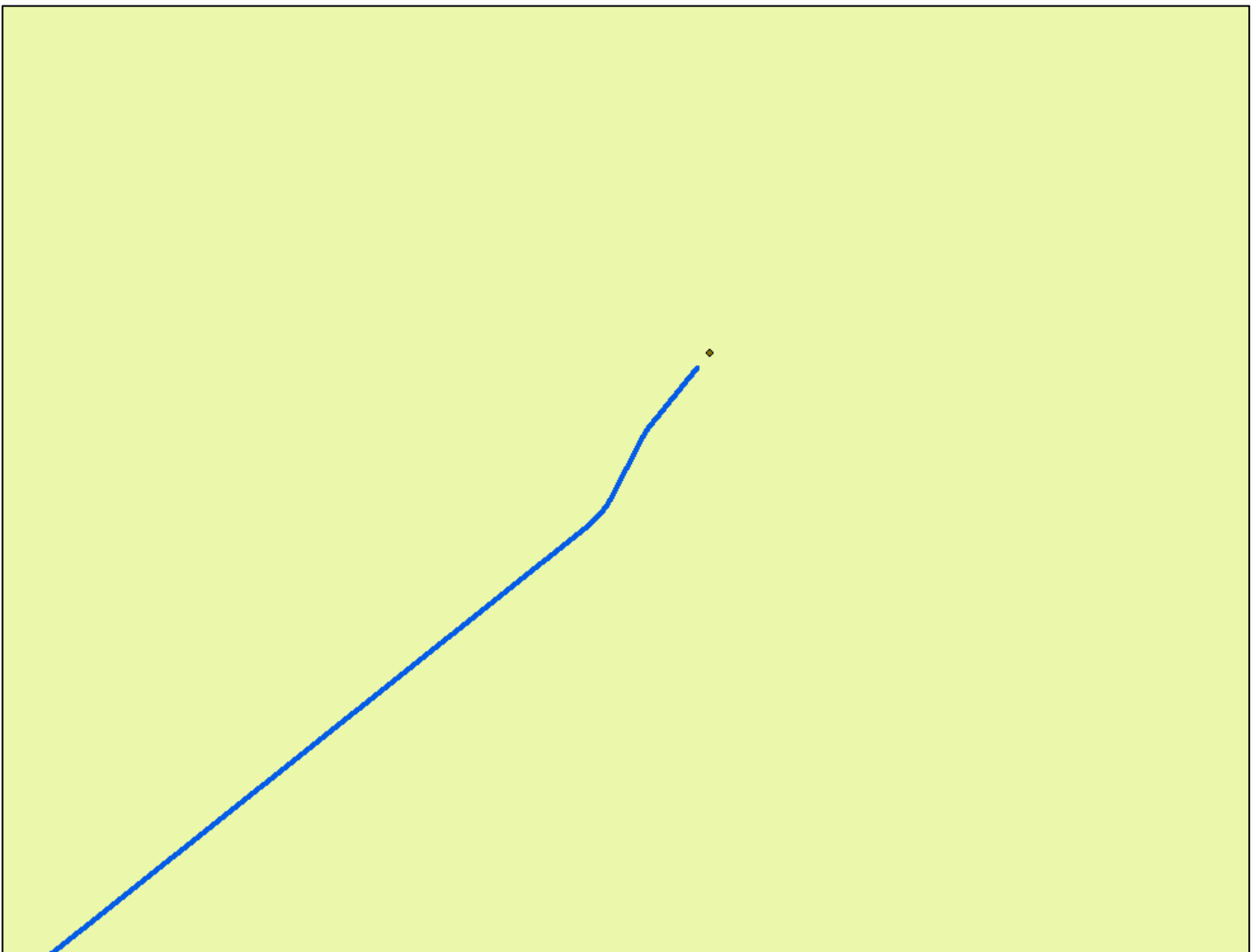
Figuur 2-4 Anomalieënkaart OO van het Platform IJmuiden Ver Gamma, bijlage uit de *UXO Detection and Avoidance Survey* van NextGeo.

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Gamma in een verdacht gebied OO ligt. Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)

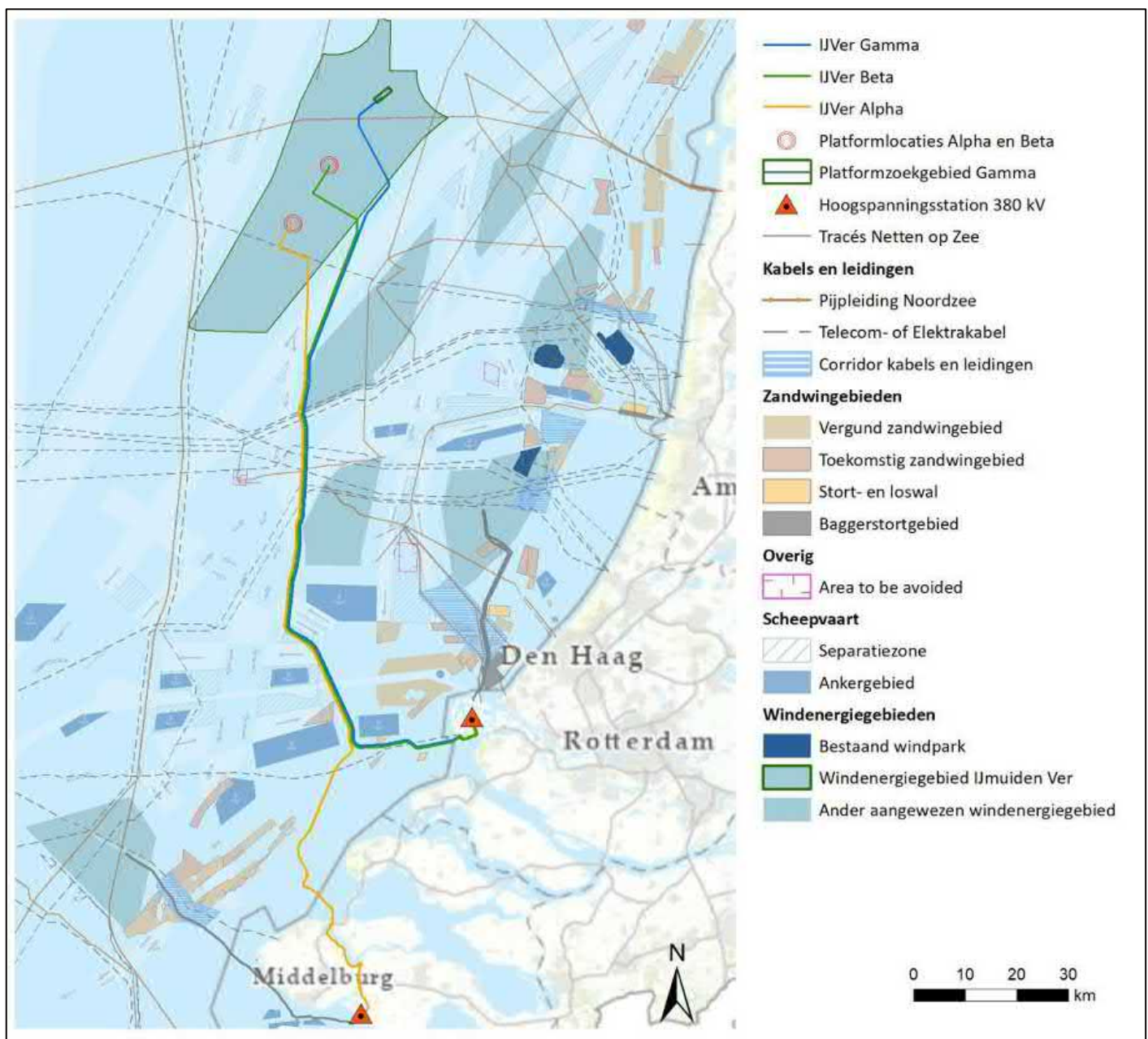
Bij een reeds uitgevoerde *UXO detection and avoidance survey* zijn 8 potentiële OO gelokaliseerd. Voor zover bekend zijn deze objecten nog niet benaderd en/of geruimd.



Figuur 2-5 Verwachtingskaart OO van het Platform IJmuiden Ver Gamma. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte OO-soorten afwerpmunitie en zeemijnen.

2.2 Kabeltracé op zee

Voor het 525kV-kabeltracé op zee voor IJmuiden Ver Gamma is door TenneT gekozen voor een (gedeeltelijke) parallelligging met het tracé IJmuiden Ver Alpha/Beta. Na het verlaten van het windenergiegebied IJmuiden Ver kruisen de tracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma de scheepvaartroute. Ten noordwesten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) voegt het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha zich bij de tracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. De drie tracés liggen vanaf dit punt tot net voorbij lichtplatform Goeree over een lengte van circa 78 km parallel (zie Figuur 2-6). Na de ankergebieden gaat het Net op zee IJmuiden Ver Alpha in zuidelijke richting naar Borssele en ligt deze verbinding niet langer parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. De tracés Net op zee Beta en Gamma lopen door het Natura 2000-gebied Voordelta richting de Maasvlakte. Beide verbindingen komen ten zuidwesten van de Slufter aan land via de aanlandingszone voor de aanleg van kabels en (buis)leidingen (zie ook paragraaf 2.3).



Figuur 2-6 Kabeltracés op zee – IJmuiden Ver Gamma, Beta en Alpha.

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

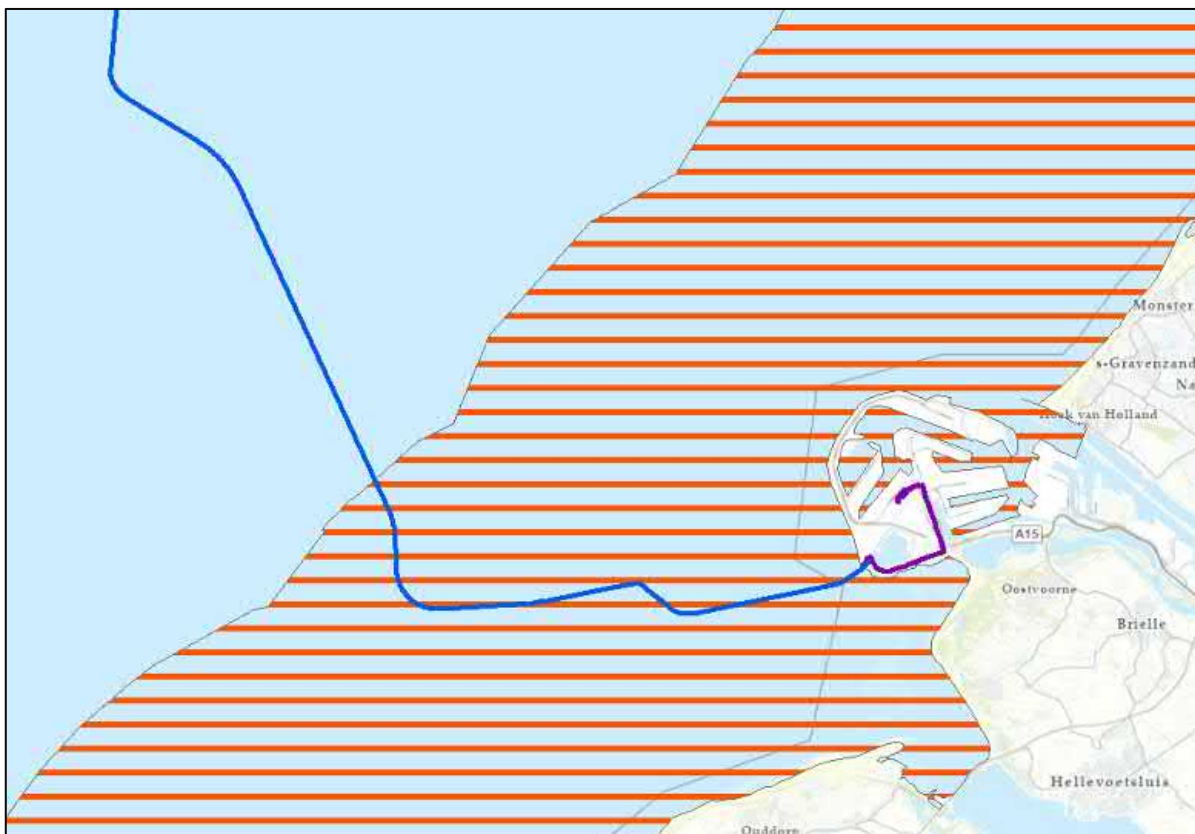
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnevelden aan om Duitse koopvaardij schepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebootenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnevelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardij schepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnevelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvoiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij de zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het zeetracé ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er OO wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.



Figuur 2-7 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rode arcering) die overlap vertoont met het kabeltracé IJmuiden Ver Gamma.

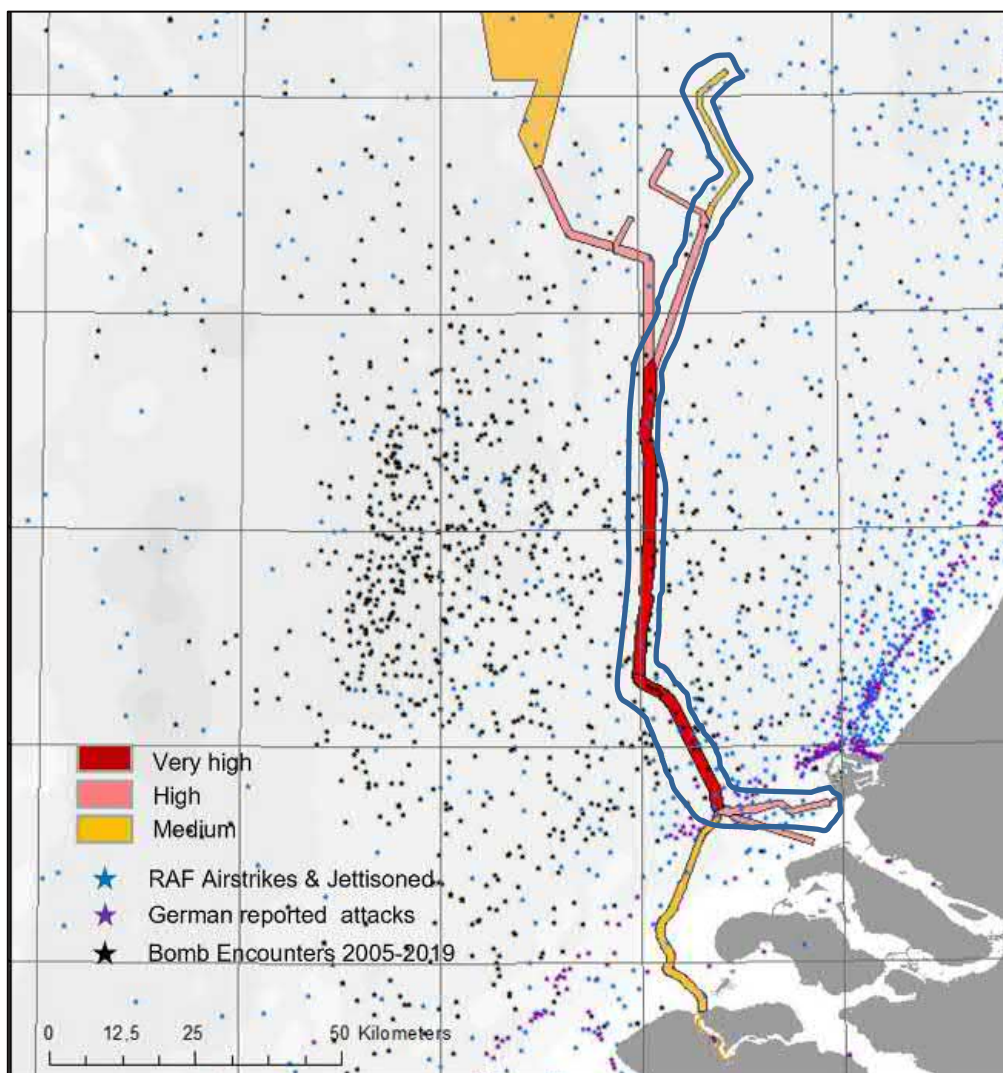
Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvoiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvoien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtsskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvoien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (een zogeheten 'noodafworp'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvoien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvoiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op luchtaanvallen en geregistreerde noodafwerpen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het 525kV-kabeltracé zich in zowel erg hoge (rood), hoog (licht rood) als gemiddelde (oranje) risicogebieden afwerpmunitie.



Figuur 2-8 Bomb threat level en het kabeltracé op zee (blauw omljnd).

Mijnenvelden op zee

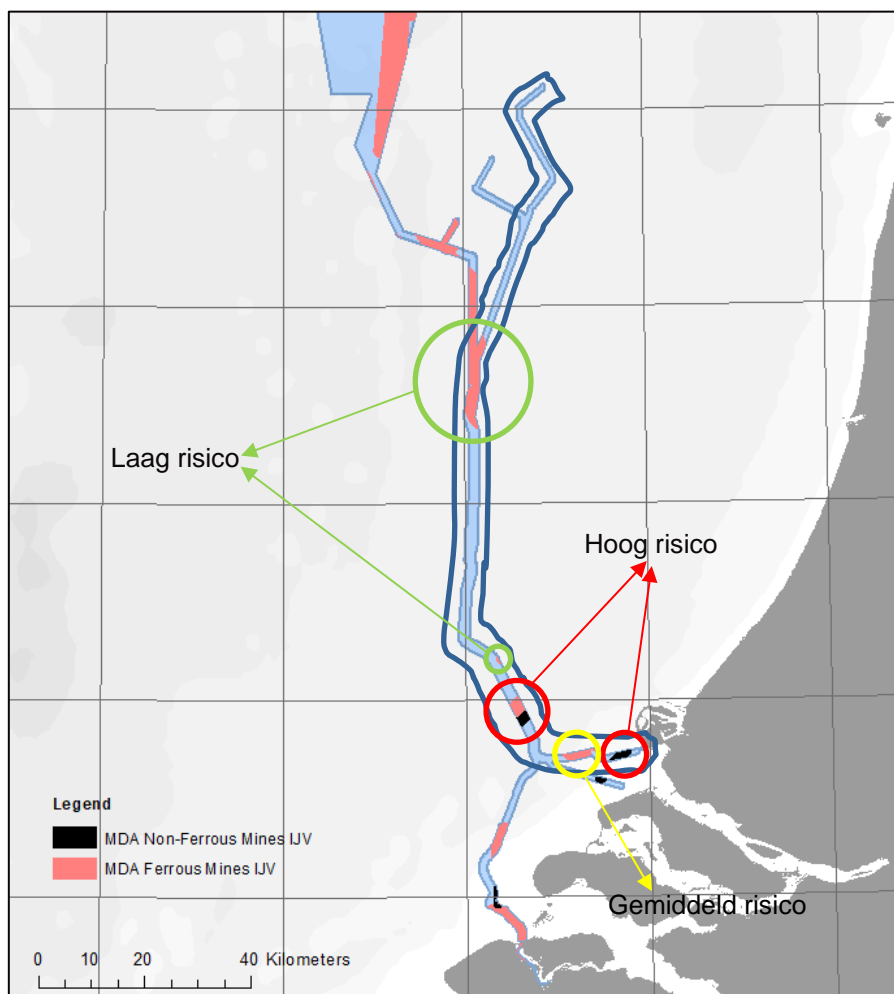
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvoiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvoiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het 525kV-kabeltracé verschillende mijnenvelden met verschillende risiconiveaus (hoog, gemiddeld of laag). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen op de Noordzee en voor de monding van het Haringvliet.



Figuur 2-9 Mine Threat Map en het kabeltracé op zee (blauw omlijnd). In zwart zijn de 'non-ferrous' mijnenvelden aangegeven en in lichtrood de 'normale' mijnenvelden. Verder is aangegeven of de velden een hoge, gemiddelde of lage risicoclassificatie hebben.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnevelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het 525kV-kabeltracé op zee ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.



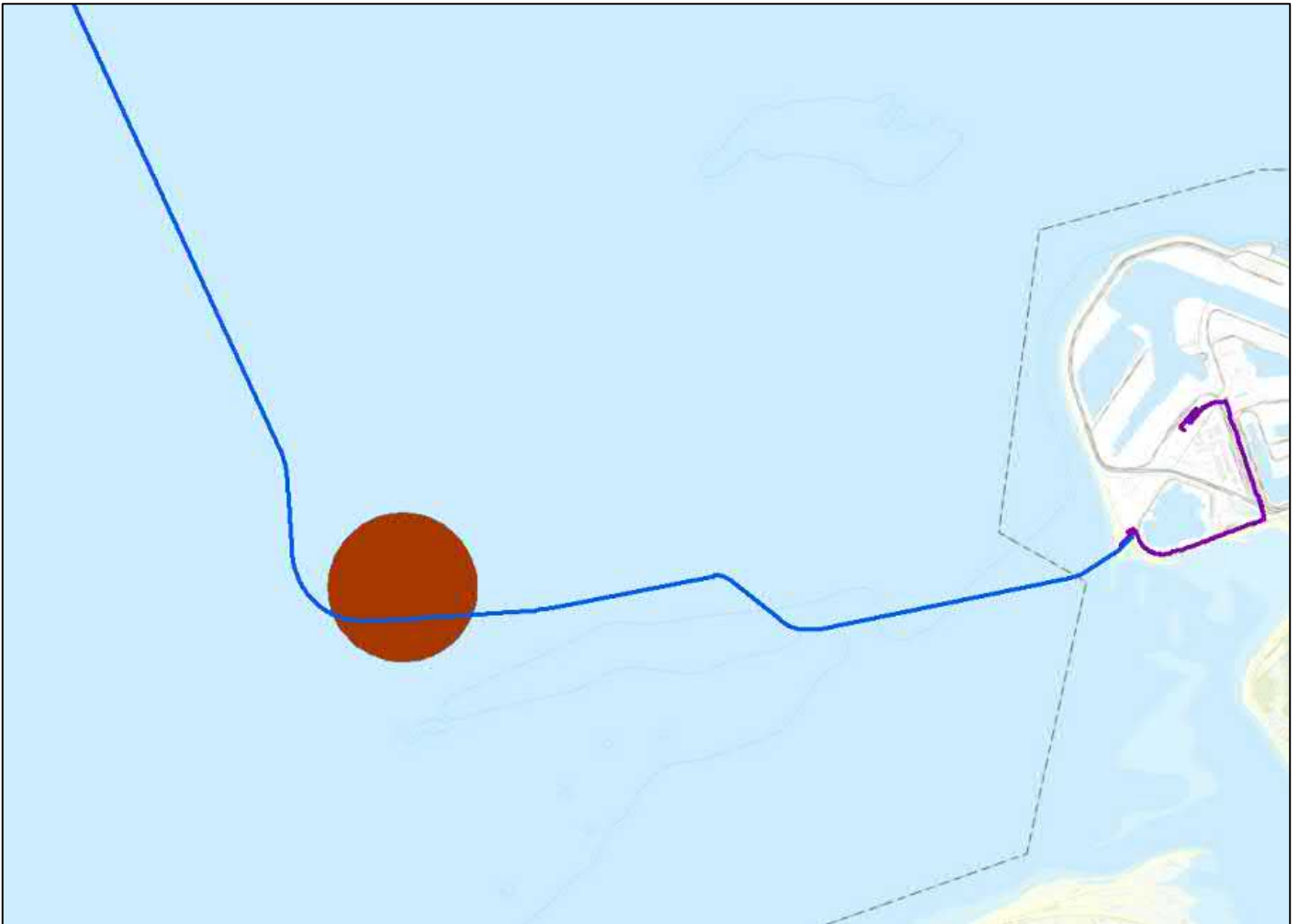
Figuur 2-10 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzzone (in paars) die overlap vertoont met het kabeltracé op zee (blauw).

Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het zeetracé.

Militaire oefengebieden

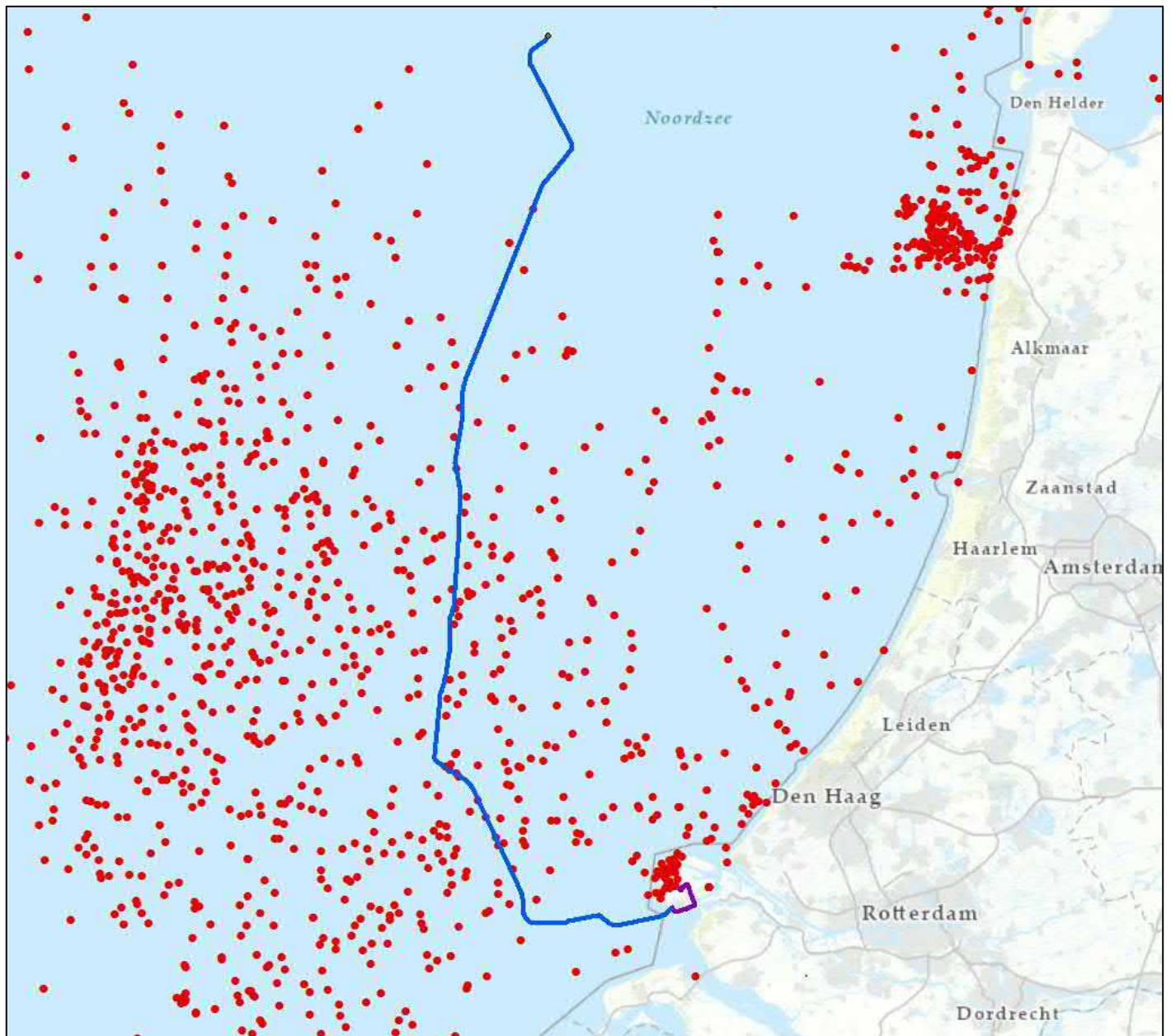
De Koninklijke Marine heeft op de Noordzee verschillende militaire oefengebieden voor het leggen en vegen van zeemijnen. Eén van deze oefengebieden (NB 9 Goeree) ligt binnen het zeetracé.



Figuur 2-11 Locatie van het militaire oefengebied NB 9 Goeree.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosieenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2016.



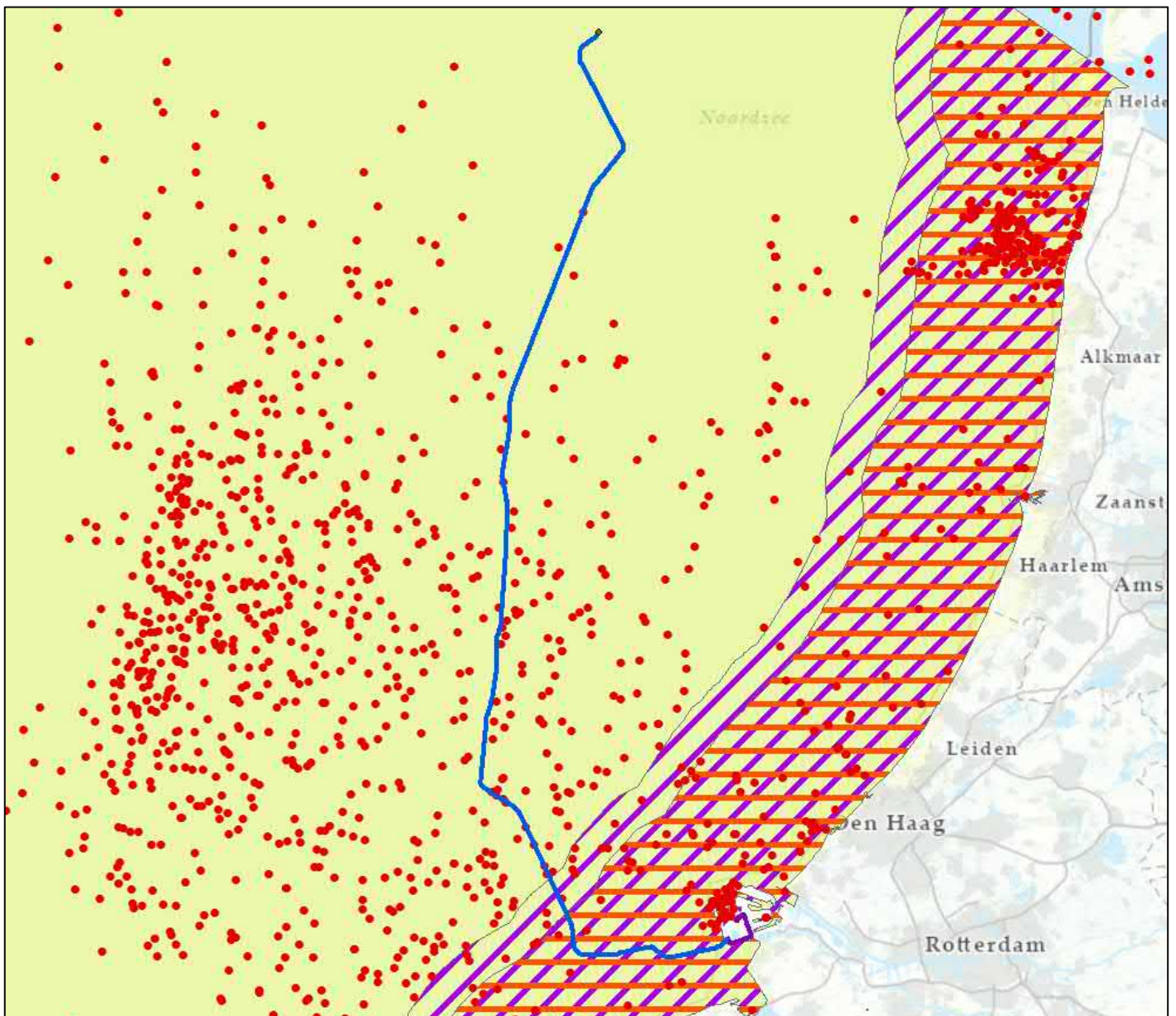
Figuur 2-12 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het 525kV-kabeltracé op zee voor Ijmuiden Ver Gamma.

Uit deze database valt op te maken dat er 21 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het 525kV-kabeltracé. Het ging hierbij o.a. om een mijnvernietigingslading en 20 verschillende soorten vliegtuigbommen (waaronder meerdere 500 en 1000 lb bommen).

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het 525kV-kabeltracé op zee in een verdacht gebied OO ligt. Hoofdsorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

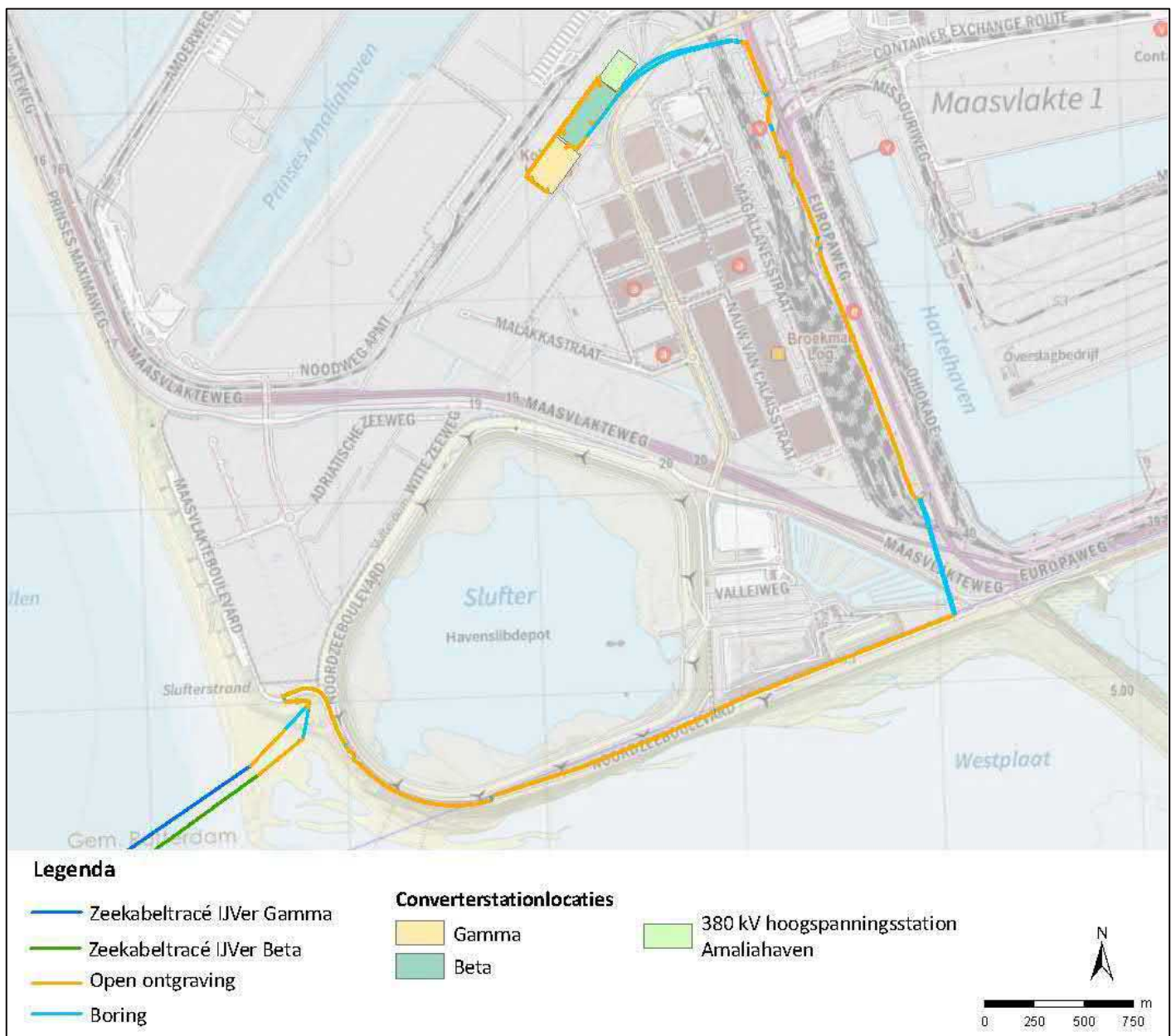
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)



Figuur 2-13 Verwachtingskaart OO van het 525kV-kabeltracé op zee voor IJmuiden Ver Gamma. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte OO-soorten afwerpmunitie en onderwatermunitie, paars voor geschutmunitie en oranje voor raketten. De rode stippen geven eerdere munitievondsten aan.

2.3 Maasvlakte landtracé en converterstation

Ook op land liggen de tracés Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Net op zee IJmuiden Ver Beta naast elkaar. De aanlanding van de kabels op de Maasvlakte vindt plaats via boringen onder de zeewering door. Na de passage van de zeewering met boringen loopt het tracé eerst langs de Maasvlakteboulevard om daarna de Noordzeeboulevard te volgen. Daar ligt het tracé vanwege ruimtegebrek een stukje ten zuiden van de Noordzeeboulevard en vervolgens aan de noordkant van de Noordzeeboulevard. Het tracé volgt de N15 naar het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Het tracé wordt waar mogelijk aangelegd middels open ontgraving. Bij kruisingen van het tracé met wegen en andere infrastructuur zal gebruik worden gemaakt van boringen; dit is het geval bij de C2 bocht en bij de N15 om onder het spoor door te komen. Het converterstation wordt met wisselstroom kabels aangesloten op het nieuwe hoogspanningsstation Amaliahaven (zie Figuur 2-14).



Figuur 2-14 Aanlanding, tracé op land en converterstation locaties Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta en het 380kV-station Amaliahaven.

2.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

In opdracht van Antea Group heeft Tavela B.V. een Vooronderzoek Ontploffbare Oorlogsresten uitgevoerd naar de aanwezigheid van OO ter plaatse van het landtracé IJmuiden Ver Beta. Conclusie van dit vooronderzoek is dat het landtracé onverdacht is op OO.



Figuur 2-15 Uitsnede van de bodembelastingkaart OO uit het vooronderzoek van Tavela. Het landtracé is hier weergegeven als onverdacht op OO (groene lijn).

Uit het gemeentebrede Vooronderzoek OO gemeente Rotterdam (kenmerk 12S043-11-VO-A-01; versie 2021) is gebleken dat de Maasvlakte deels verdacht is op OO in de vorm van onderwatermunitie (anti-invasiemijnen). Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog maakte dit gebied nog onderdeel uit van de Noordzee, maar hier bevonden zich wel enkele anti-invasiemijnenvelden voor de kust. Specifiek gaat het hier om zogeheten 'Kathy-mijnen', ook wel aangeduid als KMA-mijnen. Deze mijnen bestaan uit een betonnen voet met springstof die op de zeebodem werd geplaatst. Op de betonnen voet staat een driehoekige metalen constructie met daarboven een contactpunt voor de ontsteking. Als een landingsvaartuig de bovenkant van deze constructie raakte, ontplofte de mijn.

Saricon gaat ervanuit dat mogelijk niet alle Kathy-mijnen in dit gebied zijn geruimd. Kanttekening hierbij wel is dat deze mijnen (indien ze nog aanwezig zijn) op grote diepte liggen t.o.v. het huidige naorlogs opgespoten maaiveld. Werkzaamheden tot 0,00m+NAP kunnen waarschijnlijk zonder aanvullende OO-maatregelen worden uitgevoerd.



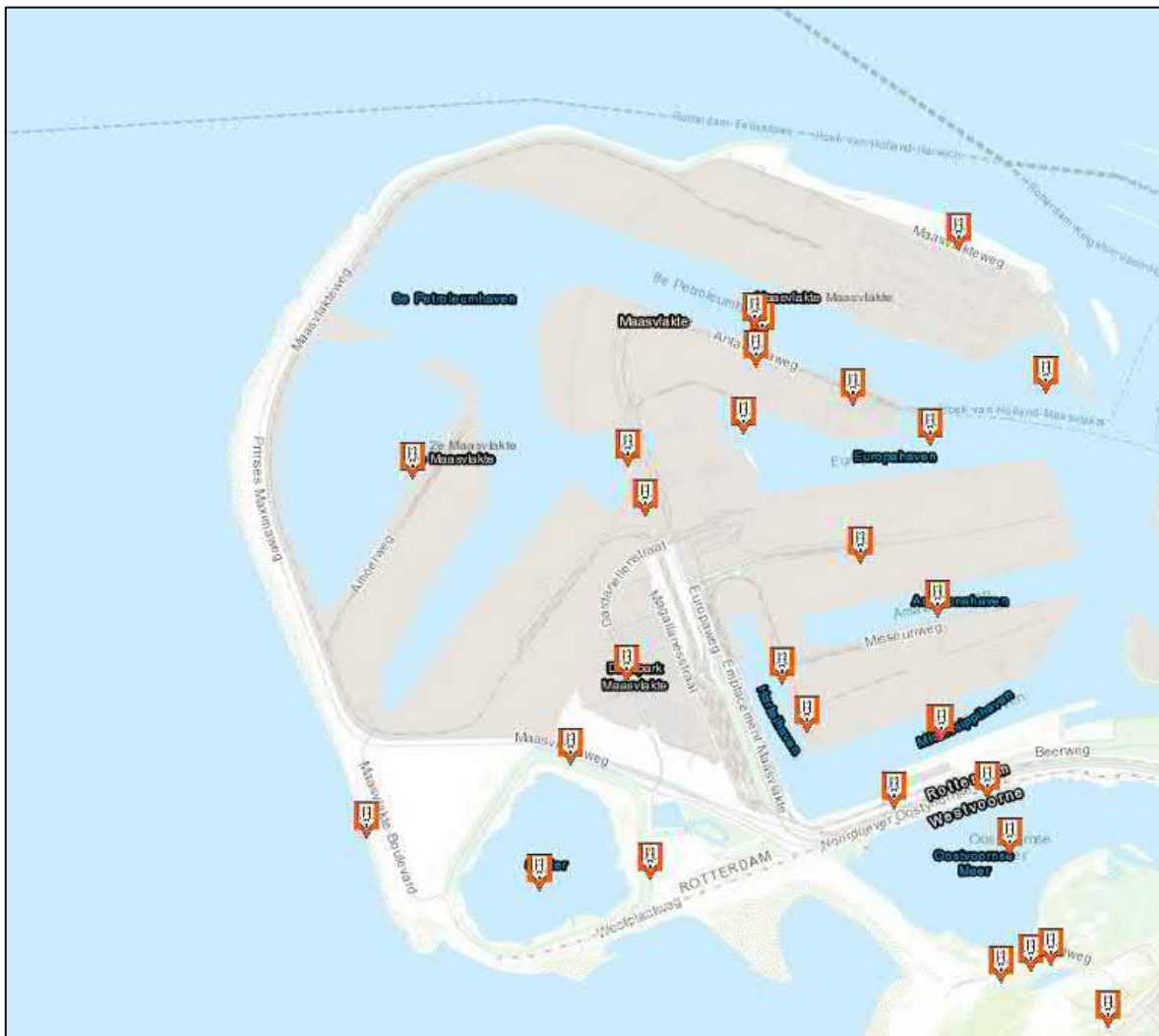
Figuur 2-16 Uitsnede van de Bommenkaart van de gemeente Rotterdam. De paarse vlakken geven de verdachte gebieden OO weer. Het landtracé (paarse lijn) snijdt deze verdachte gebieden ter hoogte van De Slufter en bij de Europaweg.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Ook op de Maasvlakte werd af en toe OO aangetroffen en geruimd. Hierbij gaat het om een drietal soorten:

- OO die bij het opspuiten van de Eerste en Tweede Maasvlakte wordt aangetroffen op baggerschepen en cutterzuigers;
- OO die door vissersschepen zijn opgevist en hier aan land worden gebracht;
- OO die aanspoelt op het strand van de Maasvlakte;
- OO van een klein-kaliber (kleine granaten, handgranaten, etc.) die bij het opspuiten van zandsuppletie op de Maasvlakte zijn terechtgekomen.

Deze meldingen zijn door het bedrijf BeoBOM indicatief in beeld gebracht.



Figuur 2-17 Meldingen van OO-vondsten en -ruiming in de omgeving van het landtracé Maasvlakte.

2.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting naar voren dat er op de Maasvlakte enkele verdachte gebieden OO zijn in de vorm van onderwatermunitie (anti-invasiemijnen). Deze mijnen (indien ze nog aanwezig zijn) liggen op grote diepte t.o.v. het huidige naoorlogs opgespoten maaiveld. Werkzaamheden binnen de verdachte gebieden OO tot 0,00m+NAP kunnen waarschijnlijk zonder aanvullende OO-maatregelen worden uitgevoerd. Bij de gemeente Rotterdam dient hiervoor een controleverzoek worden ingediend.



Figuur 2-18 Aanlanding, tracé op land en converterstation locaties Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta en het 380kV-station Amaliahaven.

3 Conclusie en samenvatting

In deze quickscan OO is per onderdeel van Net op zee IJmuiden Ver Gamma gekeken naar de verwachtingen met betrekking tot OO. Hierbij kan het volgende geconcludeerd worden:

Platform IJmuiden Ver Gamma en 66kV-interlinkkabel

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het zoekgebied Platform IJmuiden Ver Gamma. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie en onderwatermunitie.

Tracé op zee

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het 525kV-kabeltracé op zee. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie.

Maasvlakte landtracé

De verwachting is dat er binnen het landtracé Maasvlakte twee verdachte gebieden OO zijn. Het gaat hier om OO in de vorm van onderwatermunitie (anti-invasiemijnen). Deze mijnen (indien ze nog aanwezig zijn) liggen op grote diepte t.o.v. het huidige naoorlogs opgespoten maaiveld. Werkzaamheden binnen de verdachte gebieden OO tot 0,00m+NAP kunnen waarschijnlijk zonder aanvullende OO-maatregelen worden uitgevoerd. Bij de gemeente Rotterdam dient hiervoor een controleverzoek te worden ingediend.

Maasvlakte converterstation

De verwachting is dat er binnen het converterstation Maasvlakte geen verdacht gebied OO zal zijn.

4 Bronnen

Rapporten

- NextGeo, UXO-DAS In-field Report, OFFSHORE GRID NL – IJVG Platform UXO Detection and Avoidance Survey (P1705-010-UXO-GP-IJVG, revision C2; d.d. 1 november 2021)
- REASeuro, Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO), Hollandse Kust (West Gamma) Export Cable Routes (RO-190149; d.d. 7 augustus 2019).
- RPS, Desk Study for Potential UXO Contamination – IJmuiden Ver Cable Route (EES1054 R-03-02; d.d. 28 januari 2022).
- Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013).
- Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Rotterdam (kenmerk: 12S043-11-VO-A-01; d.d. 21 maart 2017).
- T&A Survey, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Net op zee Hollandse Kust Zuid (kenmerk: GPR5632.2; d.d. 25 februari 2016).
- Tavela, Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven ter plaatse van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, locatie Beta (Maasvlakte), (HVO 0187A; d.d. 15 december 2020).
- UXOIntelligence, Information and Assessments of UXO in IJmuiden Ver ECR & Area 01 (d.d. 4 december 2021).

Overige bronnen

- Database Mine clearance operation 'Beneficial Cooperation'
- Koninklijke Marine – Dienst der Hydrografie, Berichten aan Zeevarenden: editie 2022.
- Noordzeeloket: militair gebruik (noordzeeloket.nl/functies-gebruik/militair-gebruik/; bezocht 25 februari 2022).
- Ruimingskaart BeoBOM (beobom.nl/achtergrond/ruimingskaart; bezocht 25 februari 2022).

Colofon

QUICKSCAN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN
NET OP ZEE IJMUIDEN VER GAMMA

KLANT
TenneT TSO B.V.

AUTEUR

PROJECTNUMMER
30077194

ONZE REFERENTIE
D10048889:15

DATUM
30 augustus 2022

STATUS
Concept

GECONTROLEERD DOOR

Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Rapport nr. : 33904-1-MO-rev.1.1
Datum : 24 mei 2022
Versie : 1.1
Eindrapport

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Opdrachtgever : Pondera Consult
Roel van Ooij R.vanOoij@ponderaconsult.com

Gerapporteerd door : A. Nap

Paraaf management :



Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	21 januari 2022	Concept	Y. Koldenhof
1.0	3 februari 2022	Definitief	
1.1	24 mei 2022	Definitief	

INHOUD	PAGINA
1 INLEIDING	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Doel	4
1.3 Opbouw rapportage	4
2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM	5
2.1 Introductie	5
2.2 Werkwijze en uitgangspunten.....	5
2.2.1 SAMSON.....	5
2.2.2 Verkeersgegevens	6
2.2.3 Platform karakteristieken.....	10
2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ETV	10
2.3 Resultaten voor platform	10
2.4 Bulkcarrier Julietta D raakt fundatie transformatorplatform	12
3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ	14
3.1 Inleiding	14
3.2 Werkwijze	14
3.3 Beoordeling: Kabeltracé Gamma	15
4 CONCLUSIES.....	17
4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform	17
4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé	17
REFERENTIE	18

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Voor de milieueffectrapportage (m.e.r.) “Net op zee IJmuiden Ver Gamma” worden de effecten van de kabel en het offshore transformatorplatform (hierna platform) onderzocht. Een van deze effecten is de invloed van de kabel en het platform op de scheepvaartveiligheid. In Figuur 1-1 is het kabeltracé van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma weergegeven.

Pondera Consult heeft MARIN gevraagd om een tweetal onderzoeken te doen. Een onderzoek naar de effecten op de scheepvaartveiligheid tijdens de aanleg van de kabel en een aanvaaronderzoek voor het platform.



Figuur 1-1 Kabeltracé IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

1.2 Doel

Doel van deze studie is om door middel van kwantitatief bureauonderzoek de nautische veiligheid in beeld te brengen voor zowel:

- Het risico op aanvaring met het platform. Hierbij zullen twee situaties onderscheiden worden: de situatie zonder de aanwezigheid van het windpark en de situatie inclusief de aanwezigheid van het windpark.
- Het risico op stremming en scheepvaarthinder tijdens de aanlegfase van het kabeltracé.

1.3 Opbouw rapportage

In hoofdstuk 2 wordt de analyse naar aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform beschreven. De analyse naar de scheepvaartveiligheid bij aanleg van het kabeltracé staat in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt afgesloten met de conclusies.

2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM

2.1 Introductie

Eén van de onderdelen van de m.e.r. is het bepalen van de effecten op de scheepvaartveiligheid als gevolg van het aanwezige platform.

Dit platform zal binnen de contouren van het windpark geplaatst worden, dus zal het effect op de scheepvaart verkeersstromen rond de locatie verwaarloosbaar klein zijn, aangezien deze verkeersstromen niet zullen veranderen ten opzichte van de huidige verkeersafwikkeling. In een studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol wind op zee ([Ref 1.]) is al gekeken naar de effecten van eventueel veranderende verkeersstromen door de bouw van windparken op zee.

Het enige relevante effect voor de scheepvaart is de kans dat schepen tegen het platform in IJmuiden Ver aanvaren. Dit effect wordt beschreven door het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties met behulp van het SAMSON¹-model. Dit hoofdstuk beschrijft kort de werkwijze en de uitgangspunten voor de berekeningen en de resultaten voor het platform.

Omdat het platform er waarschijnlijk eerder staat dan het windpark, is voor zowel de situatie zonder windpark als de situatie met windpark, de aanvaar- en aandrijfkansen bepaald.

2.2 Werkwijze en uitgangspunten

De aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform zijn bepaald met het SAMSON-model. Een korte beschrijving van het SAMSON-model en de bijbehorende modelinvoer/uitgangspunten voor het verkeer worden hieronder gegeven.

2.2.1 SAMSON

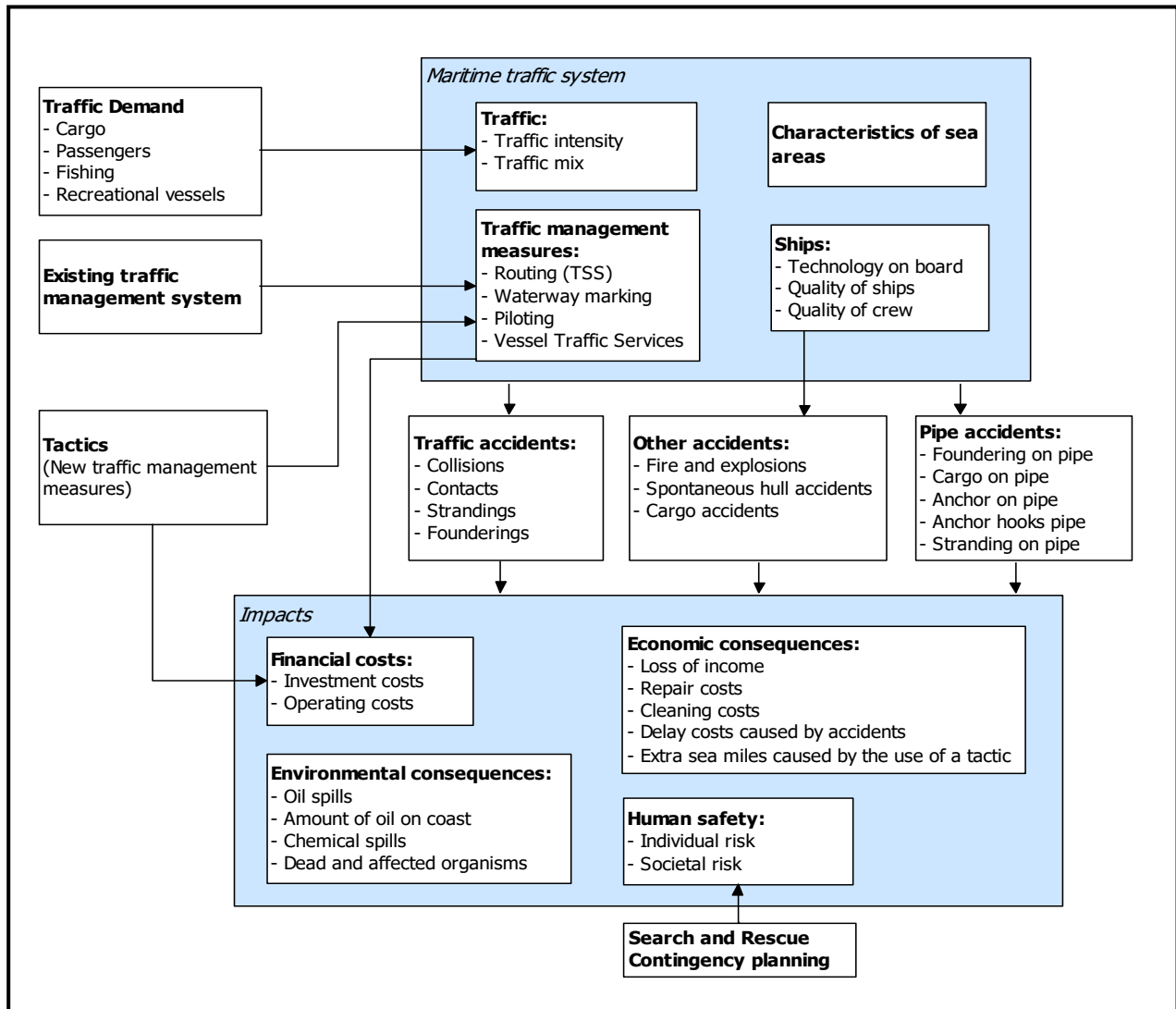
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een globale beschrijving van SAMSON wordt ook weergegeven op: <https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON>.

In Figuur 2-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevals-kansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.

¹ Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea



Figuur 2-1 Systeemdiagram SAMSON

2.2.2 Verkeersgegevens

Belangrijke invoer voor het SAMSON-model is de beschrijving van het scheepvaartverkeer. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde verkeersdatabase.

Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardij schepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

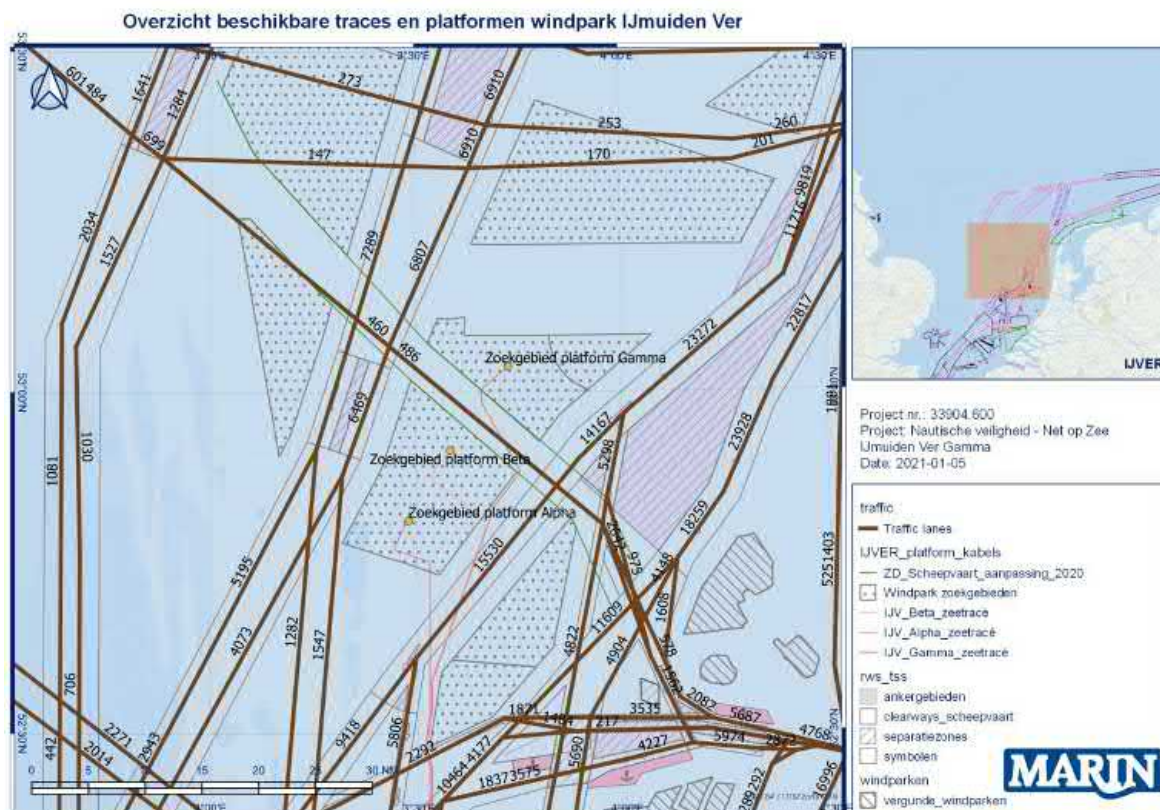
Routegebonden verkeer

Een verkeersdatabase voor het routegebonden verkeer is opgebouwd uit links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is.

Voor het routegebonden verkeer zal de verkeersdatabase gebruik worden zoals die ook binnen het cumulatieve effecten onderzoek gebruikt is in [Ref 1.]. Voor de effecten voor IJmuiden Ver zal uitgegaan worden van de verkeersdatabase zoals gemaakt voor T3. Dit betekent een verkeersdatabase waarbij gestart is vanuit de AIS-data over 2017, waarbij vervolgens de economische groeiscenario's zijn toegepast zoals voorgesteld door Erasmus zodat de verwachte situatie in 2030 ontstaat.

Vervolgens zijn op enkele plekken de routes aangepast om ze "om" de windparken heen te routeren. Voor het gebied rond IJmuiden Ver ging dit om het verplaatsen van de oost-west gaande verkeersstroom door de scheepvaartcorridor.

In Figuur 2-2 is de verkeersdatabase (bruine lijnen) weergegeven zoals deze binnen de berekeningen gebruikt is. Na de uitvoering van het cumulatieve onderzoek [Ref 1.] is de ligging van de scheepvaartcorridor door IJmuiden Ver iets aangepast, waardoor de aangenomen route (bruine lijn) niet helemaal de nieuwste corridor volgt, met name in het oostelijke toekomstig aangewezen windpark zoekgebied. Ter hoogte van de locatie van IJmuiden Ver Gamma is de afwijking klein, dus heeft dit geen significantie invloed op de resultaten



Figuur 2-2 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabases (bruine lijnen).

Niet-routegebonden verkeer

Op dit moment staat het beleid over het mogelijke doorvaren van niet-routegebonden verkeer in windparken nog niet volledig vast. Het meest waarschijnlijke beleid is dat alleen doorvaart (voor schepen tot 46m) mogelijk zal zijn, in vooraf vastgestelde passages door de parken. Daarnaast mogen

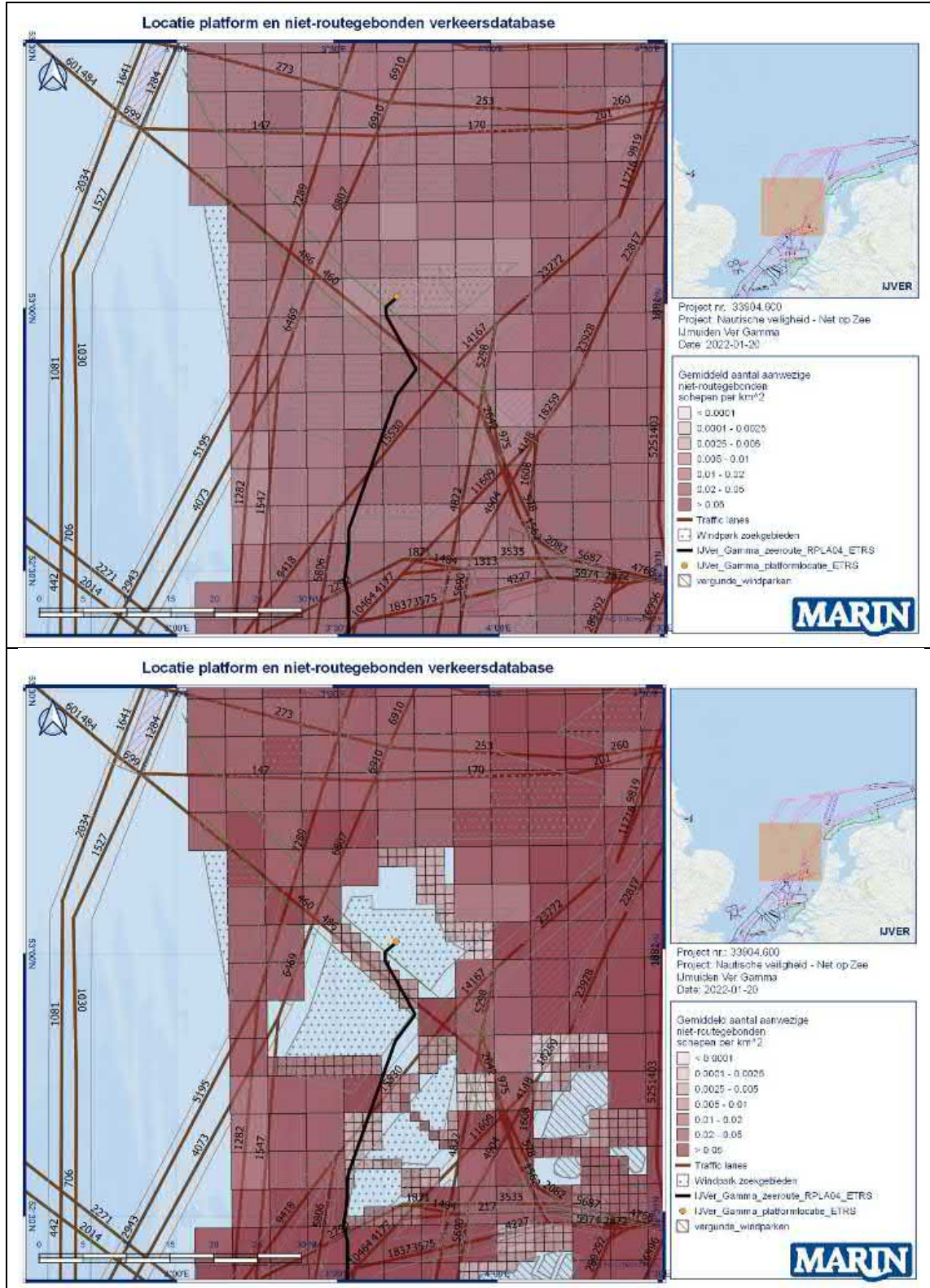
schepen niet door het park varen (bestemmingswerkverkeer uitgezonderd). Hierdoor wordt onder andere medegebruik van de parken mogelijk gemaakt. Het beleid van doorvaart in passages is als uitgangspunt voor deze studie gebruikt. De effecten van de doorvaart in passages op de scheepvaartveiligheid is onderwerp geweest van een FSA (Formal Safety Assessment) [Ref 5.].

De aanvaar-en aandrijffrequenties door het niet-routegebonden verkeer is voor twee situaties uitgerekend: een situatie waarbij de windturbines nog niet gebouwd zijn en alle schepen dus op 500m van het platform mogen varen. En een situatie waarbij de schepen op grotere afstand zullen passeren voor de aanwezigheid van de windturbines. Voor de basissituatie (zonder windpark) zal gebruik gemaakt worden van de niet-routegebonden verkeersdatabase zoals deze ook in [Ref 1.] gebruikt is.

Voor de situatie inclusief het windpark is de verkeersdatabase voor het niet-routegebonden verkeer aangepast. Voor IJmuiden Ver betekent dit dat er gebruik is gemaakt van de database zoals is aangemaakt voor de FSA [Ref 5.]. Daar is het gebied van het windpark "vrijgemaakt" van alle verkeer. Daarnaast zijn schepen tot een lengte van 46m door een corridor door het park geleid of aan de zuidkant van het toekomstige park langs. Het modeleren van de windturbines als obstakels die de aandrijf- /vaarkans met het platform verlagen is geen onderdeel van de SAMSON modelering.

Routegebonden verkeer en niet-routegebonden verkeer

De totale verkeersdatabase (route en niet-routegebonden verkeer) voor de situatie zonder windpark is weergegeven aan de bovenkant van Figuur 2-3. Aan de onderkant is de situatie weergegeven waarbij het park gebouwd is.



Figuur 2-3 Totale verkeersdatabases gebruikt binnen de berekeningen (boven: situatie zonder windpark, onder: situatie met windpark)

2.2.3 Platform karakteristieken

In onderstaande Tabel 2-1 staan de gebruikte platform karakteristieken.

Tabel 2-1 Karakteristieken platform

	Positie (WGS84)		Lengte (m)	Breedte (m)	Oriëntatie
	Latitude	Longitude			
Platform	53° 01' 19" N	03° 41' 38" E	110	80	50°

2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ETV

De aanvaar- en aandrijffrequenties in deze studie zijn bepaald zonder de aanvullende risico reducerende maatregel van een ETV (emergency towing vessel). De Nederlandse Kustwacht beschikt over de "Guardian"; een ETV welke stand-by staat en in geval van een incident ingezet kan worden. Het schip, met thuisbasis Den Helder, kiest bij windsterktes vanaf 5 bft een strategische positie op de Noordzee om snel drijvende of in nood verkerende schepen op sleeptouw te nemen en drenkelingen aan boord te nemen. Een ETV kan alleen een aandrijving van een platform voorkomen door het drijvende schip op sleep te nemen voordat ze tegen het platform drijft. Een aanvaring (rammen) kan niet voorkomen worden door een ETV. Wel kunnen de consequenties voor mensen in het water verkleind worden door een snelle reactie.

Het gebruik van een ETV is in deze studie niet als uitgangspunt genomen. Dit resulteert in een worst-case benadering. Daarnaast is het niet zeker dat de ETV altijd aanwezig zal blijven in de toekomst en de inzetbaarheid van de ETV binnen het windpark is ook onduidelijk.

2.3 Resultaten voor platform

Het resultaat van de risicoberekeningen zijn de aanvaar- en aandrijffrequenties van het platform per jaar. Om meer inzicht te geven in de mogelijke consequenties van de aanvaringen/aandrijvingen worden de resultaten gepresenteerd per beschikbare kinetische energie bij impact. Deze beschikbare kinetische energie is bepaald op basis van de massa van de schepen en de verwachte snelheid tijdens de impact. De massa is bepaald op basis van de gemiddelde afmetingen per scheepstype en scheepsgrootte klasse. Voor de snelheid bij een aanvaring (rammen) wordt 90% van de service speed van de schepen genomen. De driftsnelheid is afhankelijk van de stroom, wind, scheepstype (windoppervlak) en de snelheid van het schip.

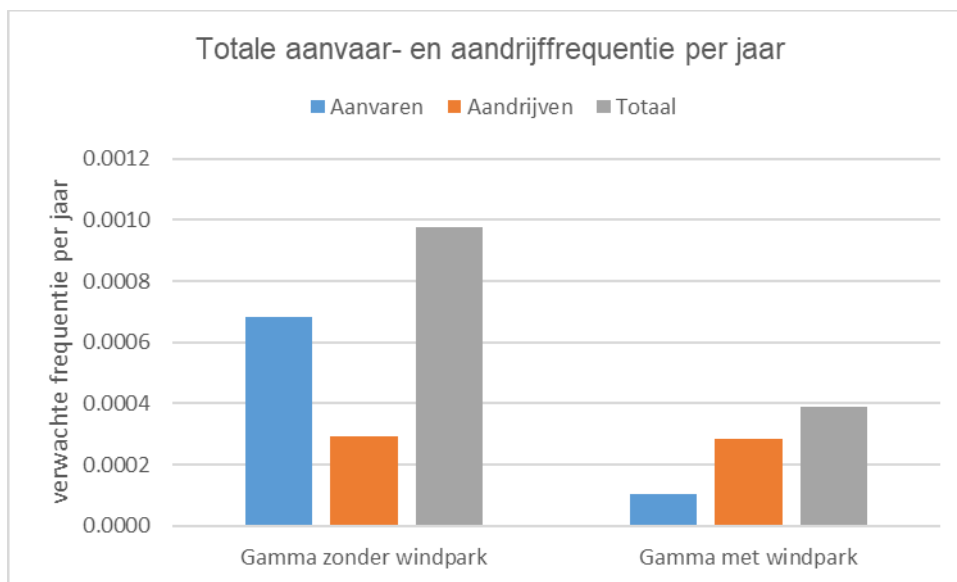
De totale verwachte aanvaarkansen worden gegeven in Tabel 2-2, Tabel 2-3 en Figuur 2-4. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Gamma platform is 0.000977 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 1023 jaar. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 0.000388 (eens in de 2577 jaar), deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-route gebonden schepen die in de situatie met het windpark verder van het platform af varen in de vooraf vastgestelde passagestrook (corridor) of aan zuid- en noordkant van het windpark. Het effect van de situatie met het windpark heeft geen invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer, omdat de routes voor deze categorie schepen niet anders zal zijn met of zonder het windpark.

Tabel 2-2 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar voor het platform (huidige en toekomstsituatie)

Verkeers situatie	Platform	Verwachte frequentie per jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Huidige situatie	Gamma	0.000002	0.000681	0.000683	0.000263	0.000031	0.000294	0.000977
Situatie met windpark	Gamma	0.000002	0.000103	0.000105	0.000263	0.000020	0.000283	0.000388

Tabel 2-3 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties (eens in de ... jaar) voor Gamma (huidige en toekomstsituatie)

Verkeers situatie	Platform	Eens in de ... jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Huidige situatie	Gamma	530653	1468	1464	3800	32259	3400	1023
Situatie met windpark	Gamma	530653	9734	9559	3800	49360	3529	2577



Figuur 2-4 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor het platform voor de huidige en toekomstige situatie.

Tabel 2-4 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per energie klasse

Energie Klasse [MJoules]	Huidige situatie	Situatie met windpark
<1	0.000026	0.000020
1-3	0.000114	0.000076
3-5	0.000028	0.000027
5-10	0.000204	0.000067
10-15	0.000091	0.000077
15-50	0.000097	0.000082
50-100	0.000107	0.000015
100-200	0.000267	0.000017
>200	0.000042	0.000008
Totaal	0.000977	0.000388

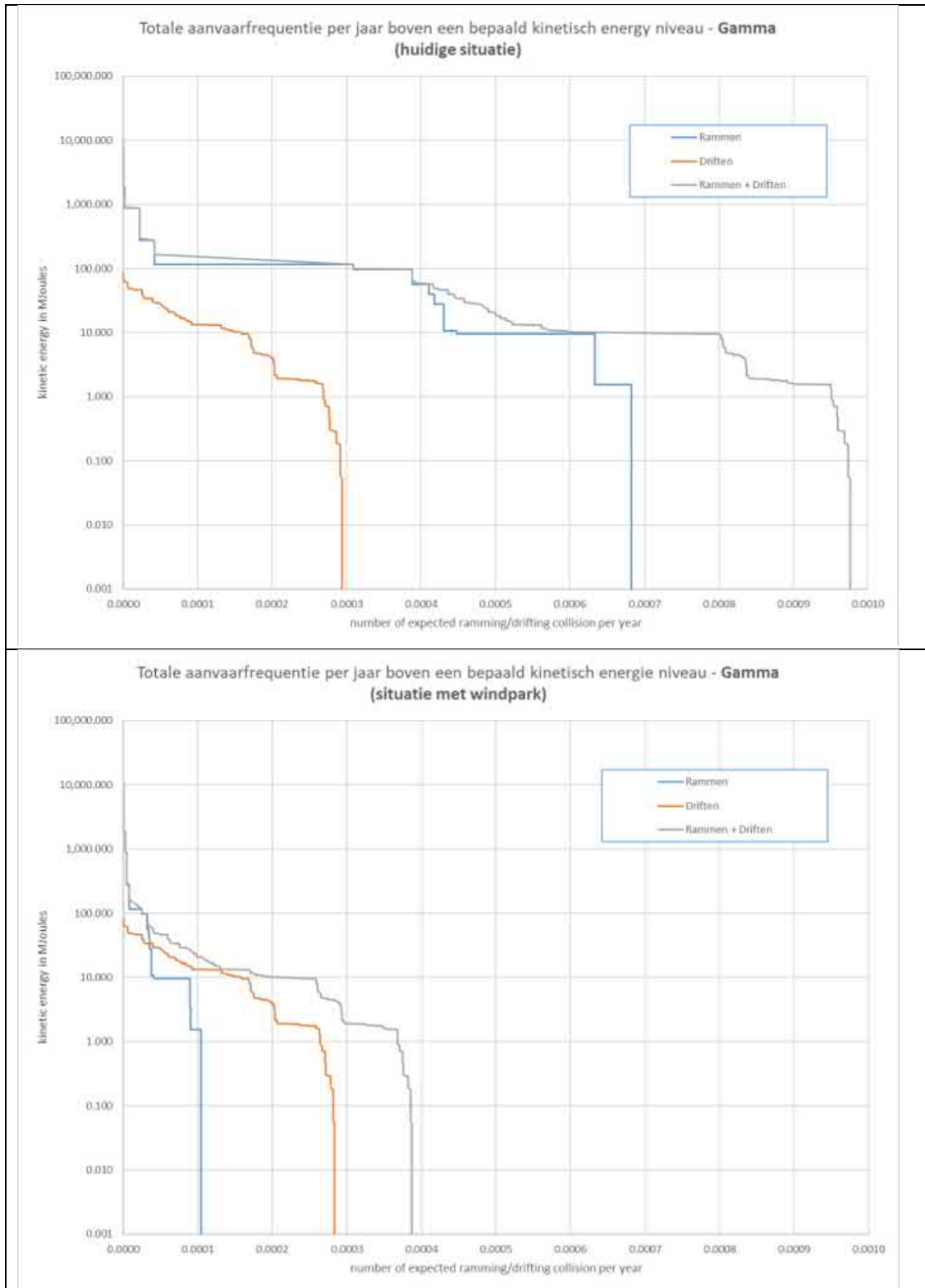
Tenslotte is op basis van de massa en de verwachte snelheid van de schepen die het platform aanvaren of aandrijven de kinetische energie bepaald tijdens de aanvaring of aandrijving. Deze energie geeft een indicatie van de mogelijke gevolgschade aan het platform. In Tabel 2-4 is de totale frequentie per energieklassen weergegeven. In Figuur 2-5 zijn de verdelingen grafisch weergegeven. Om een goede vergelijking te maken is de schaal voor beide figuren gelijk gehouden.

2.4 Bulkcarrier Julietta D raakt fundatie transformatorplatform

Gebaseerd op open bron informatie hebben twee schepen elkaar geraakt tijdens de Noordwesten storm 'Corrie' [Ref 6.]. Dit gebeurde in het ankergebied ten noorden van windpark Hollandse Kust Zuid. Het gaat om de schepen Julietta D en de Pechora Star. Het schip Julietta D maakt water in de machinekamer en de bemanning wordt uit voorzorg van boord gehaald. Het schip drijft vervolgens stuurloos verder in zuidoostelijke richting door het windpark in aanbouw Hollandse Kust Zuid. Daarbij raakt het de fundatie van een transformatorplatform in aanbouw. Met behulp van sleepers kan uiteindelijk een 'stabiele situatie' worden bereikt [Ref 6.].

Dit ongeluk is gebeurd na afronding van voorliggende analyse. Ten tijde van dit schrijven zijn nog veel details onduidelijk. Wat wel duidelijk wordt is:

- dat de kleine kans op aandrijven met een platform niet verwaarloosbaar is;
- de gevolgschade blijkt in dit geval niet dusdanig dat dit het veilig bergen van het schip met brandstof in gevaar brengt;
- de driftrichting van de Julietta D sluit aan bij de SAMSON driftmodellering waarbij de wind bepalend is voor de driftrichting.



Figuur 2-5 Totale aanvaarfrequentie boven een bepaald kinetisch energie niveau (boven in de huidige situatie, onder in de situatie met windpark)

3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ

3.1 Inleiding

Onderdeel van de m.e.r. voor de export kabel van windenergiegebied IJmuiden Ver, is het onderzoeken van het effect van de aanleg en onderhoud van het offshore deel van kabel op de scheepvaartveiligheid. In april 2020 heeft MARIN een memo opgeleverd waarbij deze effecten in kaart gebracht zijn voor de verschillende kabeltracéalternatieven die toen bekend waren [Ref 3.].

Voor het huidige onderzoek is de laatste versie van het kabeltracé als uitgangspunt genomen en zijn de aantallen passerende schepen afgeleid van recenter onderzoek [Ref 4]. De passages zijn hier afgeleid van AIS-data van 1 januari 2019 tot en met 31 december 2020.

3.2 Werkwijze

Voor het bepalen van de effecten op de scheepvaart tijdens de aanleg wordt gekeken naar de locaties waar de kabel drukke bestaande (en eventueel toekomstige) verkeersroutes kruist.

Per kruising is de verkeersintensiteit over de relevante verkeersbaan weergegeven. Daarnaast zijn per kruising enkele relevante parameters bepaald:

- het totaal aantal passerende schepen (routegebonden) per jaar
- het verwachte aantal passerende schepen (routegebonden) per dag en per uur
- lengte van de aanlegroute in de vaarbaan
- tijd in uren in de vaarbaan, gebaseerd op een vaarsnelheid van 0,1kn
- het aantal verwachte ontmoetingen met passerende scheepvaart tijdens de aanleg in de verkeersbaan.

Naast de cijfers is ook gekeken naar de mogelijke andere factoren die een rol kunnen spelen in de beoordeling, zoals de passage van een voorzorggebied of haveningang.

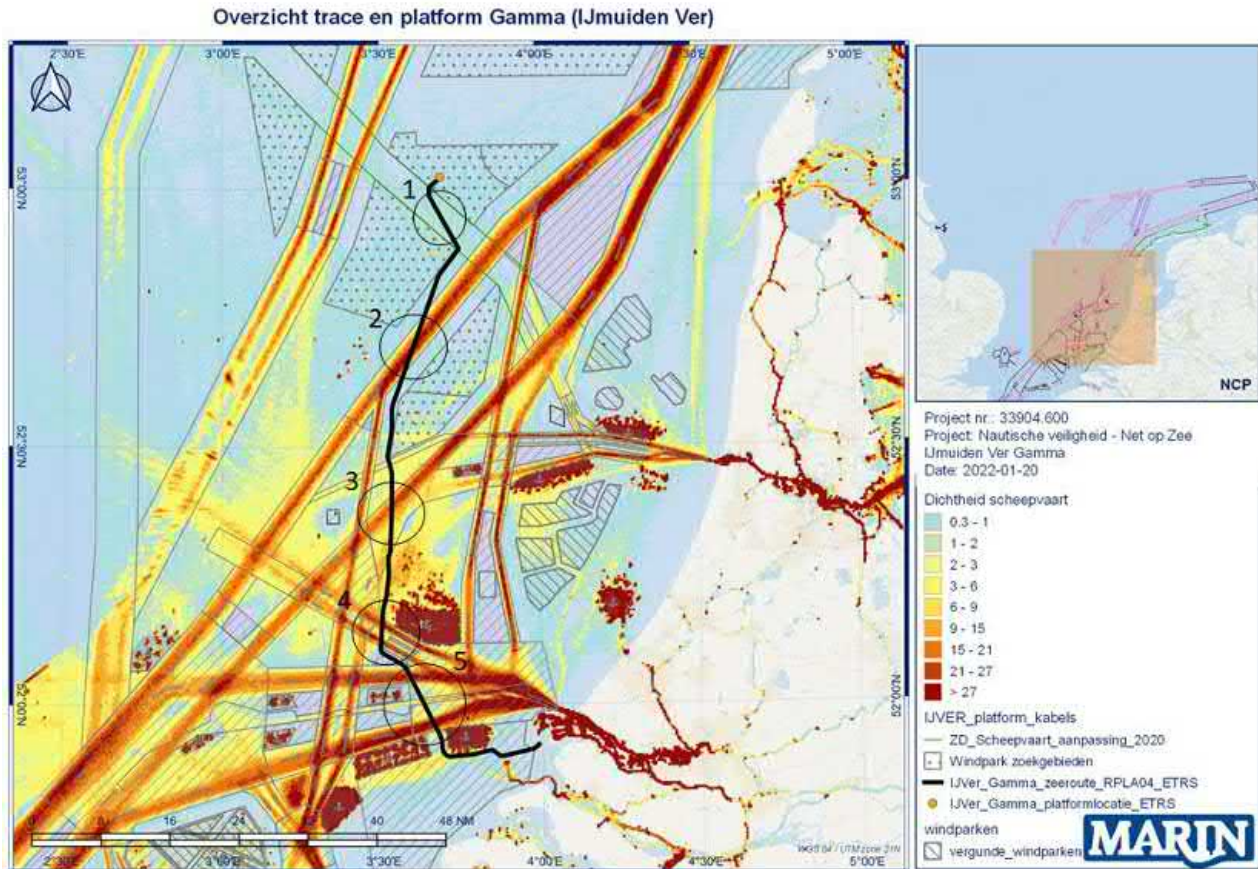
De getallen en factoren zijn samengevat in een tabel. In de tabel is per kruising weergegeven hoeveel routegebonden schepen er passeren per jaar, gemiddeld per dag en per uur. Hierbij is aangenomen dat de verdeling over de tijd van de schepen uniform is, dit betekent dat de schepen evenredig verdeeld over de tijd passeren.

Vervolgens is een schatting gedaan van de lengte van de kruising, dit is dus niet de breedte van de vaarweg, maar de lengte van het kabeltracé in de vaarbaan. Aangenomen is dat de verwachte gemiddelde vaarsnelheid van het aanlegkonvooi van het kabeltracé rond de 0,1 kn is. Hiermee is bepaald hoe lang het konvooi waarschijnlijk in de vaarbaan zal zijn. Dit is vervolgens gebruikt om te bepalen hoeveel schepen het konvooi waarschijnlijk tegen zal komen. Het gaat hierbij dus om een grove inschatting. Er is bijvoorbeeld aangenomen dat het verkeer dat passeert 's nachts en overdag gelijk is. Ook is er geen rekening gehouden met eventuele seizoenseffecten.

Ten slotte is er per kruising nog aangegeven of de vaarweg eenrichtings- of tweerichtingsverkeer bevat of dat er andere bijzonderheden zijn ten aanzien van de kruising.

3.3 Beoordeling: Kabeltracé Gamma

In Figuur 3-1 is het volledige offshore deel van de kabel naar IJmuiden Ver Gamma weergegeven, daarnaast is ook de verkeersdichtheid van het route gebonden verkeer zichtbaar. Op basis van deze dichtheid en de analyses uitgevoerd in 2021 ([Ref 4.]) zijn 5 gebieden aangewezen waar de kabel een drukke vaarbaan kruist, deze zijn aangegeven in de figuur. Voor deze 5 gebieden zijn in Tabel 3-1 de verschillende kengetallen weergegeven waarop de beoordeling gebaseerd is.



Figuur 3-1 Kabeltracé Gamma, verkeersdichtheid route gebonden verkeer inclusief de 5 gebieden waar de kabel de drukke verkeersbanen kruist.

Tabel 3-1 Overzicht factoren voor de effect beoordeling op de scheepvaartveiligheid in de aanlegfase kruispunten

Gamma	Passages route gebonden schepen totaal per jaar	Gem aantal passages per dag	Gem aantal passages per uur	Lengte kruising [nm]	uur in de vaar baan ²	Aantal mogelijke ontmoetingen	Opmerkingen
Gebied 1: Doorvaart zone IJmuiden Ver	1307	4	0.15	8.3	83	12	Tweerichting-vaarbaan
Gebied 2: Zuid gaande TSS	14426	40	1.6	8.4	84	138	Eenrichting-vaarbaan
Gebied 3: Noordgaande TSS en passage voorzorgsgebied	17032	47	1.9	11.6	116	154	Totale kruising van een eenrichting verkeersbaan en twee tweerichting-verkeersvaarbanen
Gebied 4: TSS Maas Noord	14316	39	1.6	4.0	40	33	Twee gescheiden eenrichting TSS, smalle vaarbanen met weinig tot geen uitwijkmogelijkheden door ankergebied
Gebied 5: Kruising approach Rotterdam	29803	82	3	9	94	115	Totale kruising van twee eenrichting verkeersbaan in voorzorgsgebied Maas Center. Inclusief extra kruising diepwaterroute
Totaal	76884	211	8.8	41.7	417	453	-

Observaties en beoordeling:

- Totaal aantal gepasseerde individuele vaarbanen: 10 (binnen 5 gebieden, 2 kruisingen binnen aanloop richting Rotterdam).
- Totale geschatte uren in de verschillende vaarbanen: 417 uur.
- Totaal aantal geschatte "ontmoetingen" met schepen in de vaarbaan tijdens de aanleg: 453.
- De kruisingen ver op zee (gebied 1&2) zijn overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid.
- Het kabeltracé passeert de grens van het voorzorgsgebied Rijnveld (gebied 3). Binnen dit gebied komen verschillende vaarroutes samen vanuit verschillende richtingen. Tijdens een expert sessie begin 2020 is door de experts aangegeven dat dit een complex vaargebied is waarbij verschillende vaarroutes kruisen. Echter staat het gebied wel als voorzorgsgebied op de kaart aangegeven wat maakt dat men meer alert is.
- De kruising van het TSS Maas Noord West (gebied 4) wordt door expert als zeer complex omschreven. TSS Maas Noord West bestaat uit twee relatief smalle gescheiden vaarwegen (beide 1.3 nm) met aan de noordkant een druk bezet ankergebied (Ankergebied 5). Er is dus weinig tot geen mogelijkheid tot uitwijken. Het oordeel van de expert tijdens de sessie was gebaseerd op een variant waarbij de TSS haaks werd overgestoken. Het kabeltracé beschouwd binnen deze aanvulling kruist de TSS onder een schuinere hoek, waardoor het konvooi langer in het gebied zal zijn.
- De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center (gebied 5), vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS.

² Bij aangenomen vaarsnelheid van aanlegkonvooi van 0,1 kn

4 CONCLUSIES

4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform

Voor het platform binnen IJmuiden Ver Gamma is gekeken naar het effect van de aanwezigheid van het platform op de scheepvaartveiligheid. Hierbij zijn de resultaten weergegeven voor twee verschillende verkeersscenario's:

- De situatie zonder dat het windpark erom heen gebouwd is (huidige situatie). Hierbij is het uitgangspunt dat er geen beperkingen zijn voor de scheepvaart om te varen in het gebied, anders dan de 500m veiligheidszone rond het platform.
- De situatie waarbij het windpark gebouwd is (situatie met windpark). Hierbij is uitgegaan van het meest waarschijnlijke beleid aangaande de doorvaart door windparken. Het uitgangspunt is dat schepen alleen door het windpark mogen varen in vooraf vastgestelde passages (schepen tot 46m). Overig verkeer, uitgezonderd bestemmingswerkverkeer, mag niet in de parken varen.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Gamma platform is 0.000977 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 1023 jaar. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 0.000388 (eens in de 2577 jaar), deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-routegebonden schepen die in de situatie met het windpark verder van het platform af varen in de vooraf vastgestelde passagestrook (corridor). Het effect van de situatie met het windpark heeft dus geen invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer.

Het effect van het offshore platform binnen windpark IJmuiden Ver op de scheepvaartveiligheid is gering, zeker in de fase waarbij het platform volledig "omringd" is door het windpark.

4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

In totaal zijn 10 kruisingen met individuele vaarbanen beoordeeld. De kruisingen ver op zee zijn overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center, vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS. De kruising langs het voorzorgsgebied Rijnveld is complexer. Echter de kruising van het VSS Maas Noord West op de locatie vlak bij het ankergebied werd door experts als zeer complex aangewezen, mede door de beperkte uitwijkmogelijkheden. Het totaal aantal mogelijke ontmoetingen met schepen in de vaarbanen wordt geschat op 453. Daarmee wordt het effect op de scheepvaartveiligheid als negatief ingeschat.

REFERENTIE

- [Ref 1.] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar
WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen.
MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019
- [Ref 2.] Y. Koldenhof en anderen
Netwerkevaluatie Noordzee 2018/2019
MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020
- [Ref 3.] Y. Koldenhof
Input effectbeoordeling scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver (Versie 1.1)
MARIN, 32563_MEMO_EffectenScheepvaartveiligheid_IJmuidenVer_v1.1, 16 april 2020
- [Ref 4.] Y. Koldenhof
(Draft) Nautical Risk Assessment of the Offshore Cable: IJmuiden Ver (delta en gamma)
MARIN, 33889-1-MO-rev.1, 2 februari 2022
- [Ref 5.] H. Huisman, Y.Koldenhof
FSA: Doorvaart in passages in windparken
MARIN, 33020-1-MO-rev.1, 19 maart 2021
- [Ref 6.] NRC
Het windpark, het gasplatform en het op drift geraakte schip van 190 meter lang
Online geraadpleegd d.d. 1 februari 2022

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

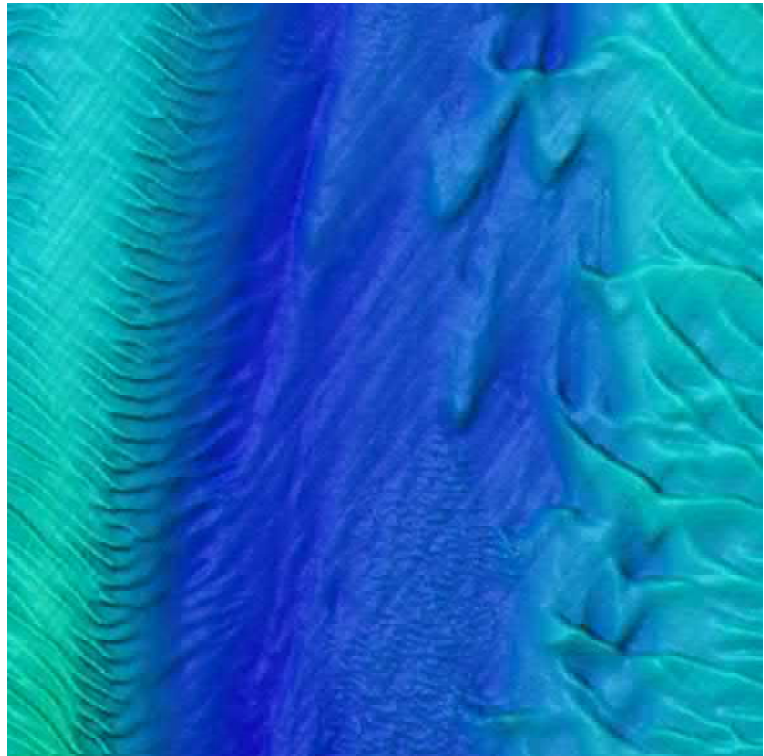
I www.marin.nl
   



For:



IJmuiden Ver + Nederwiek routes Risk Based Burial Depth Export Cables



April 2022
Draft



Client	TenneT TSO bv
Title	IJmuiden Ver + Nederwiek Risk Based Burial Depth export cables

Conclusions

- 1 The probability of failure (PoF) of a single cable buried to the Minimum scenario (as specified in Table 7.7 and Table 7.8) and given in Table 7.3 ranges between $0.6 \cdot 10^{-3}$ /year and $1.6 \cdot 10^{-3}$ /year for the six export cables individually, which is acceptable given the maximum acceptable PoF, as stated by TenneT Asset Management for a single cable, of $\sim 10^{-3}$ /year.
- 2 The simultaneous PoF of 2 parallel cables due to the same event, if buried to the Installation scenario, is $2.5 \cdot 10^{-6}$ /year or $\sim 0.01\%$ over a duration of 40 year (design life of the cable connection). The simultaneous PoF of 3 parallel cables buried to the Installation scenario is $2.3 \cdot 10^{-7}$ /year or $\sim 0.001\%$ over a duration of 40 year. Both are lower than the maximum acceptable Joint PoF for parallel cables, as stated by TenneT Asset Management: $\sim 10^{-4}$ /year for 2 parallel cables and $\sim 10^{-5}$ /year for 3 parallel cables.
- 3 The results for all cables and all scenarios and the corresponding chances per relevant durations are given in Table 7.6 and Figure 7.3.
- 4 The signal and minimum scenarios set Depth of Cover criteria for (1) preparing remediation plans (Signal scenario) and (2) executing remediation plans (Minimum scenario) by optimising the Probability of Failure (PoF) as function of the actual marine threats. The burial criteria for the respective burial scenarios are given in Table 7.7 and Table 7.8 for all six export cables.

Recommendations

- 1 Where those would be required, it is recommended to use the Signal and Minimum depths as specified in Table 7.7 and Table 7.8 for respectively 'signaleringspeil' and 'minimumpel' in Operations and Maintenance Plans.
- 2 It is recommended to consider reducing the burial requirement in the 3 km zone from 3 m to 2 m to reduce the environmental impact while maintaining the acceptable risk profile.
- 3 It is recommended to consider improving the 'sinking of vessels' model because with (1) longer cables and crossing more shipping routes, and (2) the improved anchor model, the contribution of 'sinking of vessels' to the probability of failure has become more important.

Contract reference:	4500004603 and 4500004605 of 20 October 2021				
Report identification:	Q320R1-RBBB-IJV+NW-r1 of 13 April 2022				
Rev.	Author	Date	Status	Checked	Approved
0	LdW, ZvA, RB	8 Apr 2022	Draft		RB
1	Liza de Wit, Zilla van Aartrijk, Romke Bijker	13 Apr 2022	Updated draft		Romke Bijker

File index

Report Q320R1-RBBB-IJV+NW_r1 13apr2022.docx

Support Folder: SupFilesQ320R1_r1_13apr2022

Prepared by ACRB, Tjeukemeerstraat 18, Lemmer, The Netherlands, T: +31.6.533.78700, romke.bijker@acrb.nl

© **Client/ACRB:** No part of this publication may be reproduced or published by means of printing, photocopying, microfilming or by any other means, without the prior permission of the Client mentioned above or ACRB, nor without such permission, may it be used for any other purpose than that for which it was produced.

Cover: Seabed survey 2015



Table of contents

Abbreviations and definitions	4
Samenvatting	6
1 Introduction	8
2 Approach	13
3 Available data.....	18
4 Hazards and risk	26
4.1 Hazard identification.....	26
4.2 Risk acceptance.....	28
4.3 2 – 6 parallel cables in one corridor.....	31
5 Frequency Assessment	33
5.1 Introduction	33
5.2 Marine hazards.....	34
5.3 Seabed dynamics.....	36
5.4 Other sources.....	37
6 Failure assessment.....	38
7 Risk Assessment	43
7.1 Introduction	43
7.2 Results	44
7.3 Risk based evaluations	48
7.4 Permitting aspects	53
8 Conclusions and recommendations	57
References	58
Annex 1 MARIN Report.....	59
Annex 2 Anchor Memo Luger Geotechnics	60
Annex 3 Burial Tables and PoF profiles	A3.1

Abbreviations and definitions

AC	Alternating Current (in Dutch: wisselstroom).
AF	Asset-Factor, the factor that describes the capacity of the asset to resist external loads.
AIS	Automatic Identification System, VHF signal transmitted by vessels including position, speed and other relevant data.
BoT	Bottom of Trench being the maximum penetration of the cable burial tool relative to the mean undisturbed seabed level.
Burial depth	Distance between Top of Cable (ToC) and the seabed reference (see definition below).
CBRA	Cable Burial Risk Assessment.
CoF	Consequence of Failure.
DC	Direct Current (in Dutch: gelijkstroom).
DoB	Depth of Burial: difference between the mean undisturbed seabed above the cable and Top of Cable, representing the distance over which the cable is lowered into the seabed below the original seabed (see Figure 0.1).

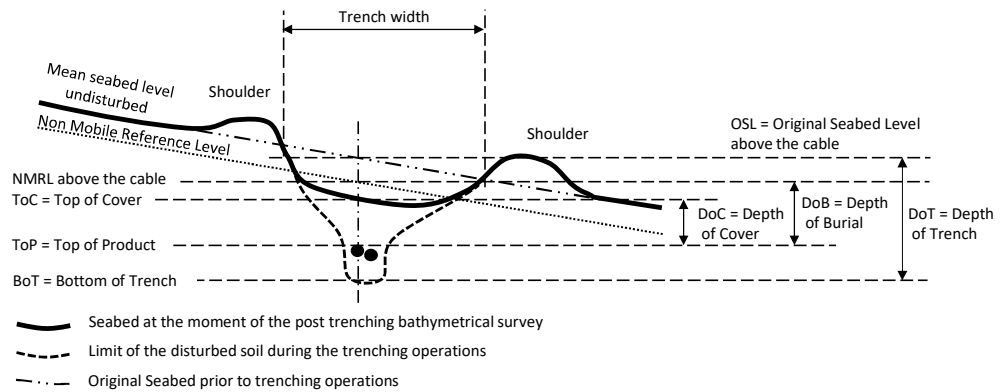


Figure 0.1

Definition sketch of DoB, DoC and DoT.

DoC	Depth of Cover, the actual cover by soil on top of a cable (see Figure 0.1).
DoT	Depth of Trench: depth of the deepest part of the penetrated soil with respect to the undisturbed seabed (see Figure 0.1).
EMF	Electro-Magnetic Field.
HDD	Horizontal Directional Drilling.
HKwA	Hollandse Kust (west Alpha).
HKwB	Hollandse Kust (west Beta).
HKN	Hollandse Kust (noord).
HKZ	Hollandse Kust (zuid).
ITT	Information To Tenderers.
KP	Kilometre Point, usual measure along linear asset.
KC	1,000 Euro.
MBES	Multi Beam Echo Sounder.
MDB	Morphological Design Basis.
M€	1,000,000 Euro.
MFE	Mass Flow Excavation.
Minimum burial scenario	The minimum scenario specifies burial depth criteria that identifies when actual remediation or mitigation is required to meet the minimum risk criteria set by TenneT. The criteria are location specific.



Minimum depth	The minimum burial depth specifies when actual remediation or mitigation is required to meet the minimum risk criteria set by TenneT. The criteria are location specific.
Minimumpcil	<i>De minimale begraafdiepte geeft aan wanneer daadwerkelijk herstel of mitigatie nodig is om te voldoen aan de door TenneT gestelde minimale risicocriteria. De criteria zijn locatie specifiek.</i>
NGD	Nautical Guaranteed Depth.
NMRL	Non-Mobile Reference Level (estimated lowest seabed level over the lifetime of the cable).
NW	Nederwiek.
OWP	Offshore Wind Park.
PoF	Probability of Failure.
RBBB	Risk Based Burial Depth, abbreviation used for methodology.
RC	Reduced Capacity: If one cable of the two parallel AC cables fails, the system can still transport at reduced capacity.
Seabed reference	The seabed reference level for cable burial under sand waves and under mega-ripples.
Section	General term to indicate specific sections along the route.
Segment	The route is divided in segments with a specific length, normally 100 m, as basis for the data processing and presentation of results: the input and output is averaged over each individual segment.
Signal burial scenario	The signal scenario specifies burial depth criteria that identifies before reaching the actual 'minimum burial depth' when remediation or mitigation plans should be prepared. The criteria are location specific.
Signal depth	The signal burial depth specifies when remediation or mitigation plans should be prepared. The criteria are location specific.
Signaleringspeil	<i>Het signaleringspeil geeft aan wanneer herstel- of mitigatieplannen moeten worden opgesteld. De criteria zijn locatie specifiek.</i>
RWS	Rijkswaterstaat.
TLoC	Total Loss of Capacity as the result of failure of both parallel cables.
ToC	Top of Cover, absolute level of the seabed just above the cable (see Figure 0.1).
ToP	Top of Product, absolute level of the top of the 'product' (i.e. asset), in this case the cable (see Figure 0.1).
IJV	IJmuiden Ver.



Samenvatting

- Doel** Het doel van deze studie is het bepalen van de probabilistische begraafdiepte voor de tracés van de exportkabels vanaf de platformen voor de OWP gebieden IJmuiden Alpha, Beta, Gamma en vanaf de platformen voor de OWP gebieden Nederwiek Alpha ('4th 2GW DC cable'), Beta ('5th 2GW DC cable') and Gamma ('6th 2GW DC cable'), naar verschillende aanlandingen: Maasvlakte, Borssele en Geertruidenberg via het Slijkgat, op basis van een risico benadering. De resultaten van de studie hebben tot doel bij te dragen aan de keuze van de initiële begraafdiepte bij aanleg en tijdens het beheer, en het verschaffen van informatie ten behoeve van (1) de informatie naar aannemers, (2) het plannen van optimaal beheer van de exportkabels en (3) het onderbouwen van toekomstige vergunningsvoorwaarden, terwijl de risico's tot een aanvaardbaar minimum beperkt blijven.
- Aanpak** De studie betreft twee aspecten, te weten de risico's voor de kabel en de risico's voor 'derden', met name vissers. De risico's voor de kabels worden veroorzaakt door externe mariene bedreigingen: (1) zinkende en (2) strandende schepen, (3) vallende en (4) slepende en hakende ankers en (5) bodemberoerende visserij¹. De risico's voor bodemberoerende visserij worden veroorzaakt door het mogelijk blijven haken van vistuig achter de exportkabel. Op basis van AIS data worden de frequenties van de genoemde gebeurtenissen bepaald voor segmenten van 100 m waarin alle tracés van de exportkabels zijn verdeeld. Ook de zeebodem en de toekomstige kabellegging worden voor dezelfde segmenten van 100 m bepaald. Andere mogelijke effecten van de begraafdiepte van de kabel, zoals bodemtemperatuur en elektromagnetische veldsterktes, maken geen deel uit van deze studie.
- Risico gestuurde begraafdiepte** Voor de verschillende mariene bedreigingen worden de faalscenario's, bijbehorende faalkansen en gevolgen bepaald, afhankelijk van de begraafdiepte. Op basis van project specifieke risicomatrices met criteria voor 'Veiligheid, Milieu', en voor 'Asset, Reputatie en Kosten', worden de risico's bepaald. De resultaten van deze analyse vormen de basis voor het optimaliseren van de risico gestuurde begraafdiepte.
- Nieuw anker model** Voor een begraven kabel is op basis van de voorgaande RBBB studies die zijn uitgevoerd voor TenneT export kabel projecten², duidelijk geworden dat anker haken een van de belangrijkste externe bedreigingen is. Daarom heeft TenneT gevraagd het oorspronkelijke ankermodel te verbeteren met de kennis en ervaring van Dirk Luger, deskundige van Deltares. Dit heeft geresulteerd in een drie-fase ankermodel dat in het RBBB model is ingebouwd. Meer informatie hierover wordt gegeven in Hoofdstuk 6 en Annex 2.
- Meerdere kabels in een corridor** De routes van de export kabels in deze studie liggen voor grote lengtes in kabelcorridors van 2, 3, 4 en maximaal 6 kabels parallel aan elkaar met een onderlinge afstand van 200 m. Naast de gebruikelijke faalkans van een enkele kabel is in deze studie ook de faalkans bepaald dat er twee, of drie (en meer) kabels gelijktijdig falen door dezelfde gebeurtenis. Door (1) de beperkte ruimte op de Noordzee enerzijds en (2) de noodzaak tot een groot aantal kabel verbindingen is het bundelen van kabelverbindingen onvermijdelijk. Bij een toenemend aantal kabels in dezelfde kabelcorridor is het van belang goed inzicht te verkrijgen in de

¹ De gegeven volgorde is het gevolg van de analysemethode van de bedreigingen, en geeft NIET de volgorde van belangrijkheid van de bedreigingen. Die volgt als resultaat van de studie.

² Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west Alpha), Hollandse Kust (west Beta) en IJmuiden Ver Alpha en Gamma.



gezamenlijke faalkans omdat de gevolgen van het gelijktijdig falen van 2, 3 of meer kabels grote gevolgen heeft voor de netstabiliteit, niet alleen in Nederland maar ook verder in het Europese elektriciteitsnetwerk.

Conclusies

1. De kans op falen van een enkele kabelverbinding voor het Minimum scenario ³ (zoals gespecificeerd in en gegeven in Tabel 7.7 en Tabel 7.8) en gegeven in Table 7.3 is tussen $0,6 \cdot 10^{-3}$ /jaar en $1,6 \cdot 10^{-3}$ /jaar voor één van de zes export kabels, en acceptabel met het oog op de orde van grootte van de door TenneT Asset Management gedefinieerde maximaal acceptabele faalkans van $\sim 10^{-3}$ /jaar voor een enkele 2GW DC kabel.
2. De kans op gelijktijdig falen van twee parallelle kabels (door dezelfde gebeurtenis) voor het Installatie scenario is $2.5 \cdot 10^{-6}$ /jaar of $\sim 0.01\%$ voor een periode van 40 jaar (de ontwerp levensduur van de kabelverbinding). Voor het gelijktijdig falen van 3 parallelle kabels (door dezelfde gebeurtenis) voor het Installatie scenario is de kans $2.3 \cdot 10^{-7}$ /jaar of $\sim 0.001\%$ voor een periode van 40 jaar. Beiden zijn kleiner dan de door TenneT Asset Management gedefinieerde maximaal acceptabele faalkansen van $\sim 10^{-4}$ /jaar voor 2 parallelle kabels en $\sim 10^{-5}$ /jaar voor 3 parallelle kabels).
3. De resultaten van alle kabels en alle scenario's en de bijbehorende kansen voor de verschillende relevante periode, zijn gegeven in Tabel 7.6 en Figuur 7.3.
4. Het Signaal en het Minimum begraafscenario ⁴ geeft de criteria voor de begraafdiepte voor (1) het maken van de herstelplannen (Signaal scenario) en (2) het uitvoeren van herstelplannen (Minimum scenario) door het optimaliseren van de faalkans begraafdiepte als functie van de locatie met de bedreigingen. De begraafdiepte criteria zijn gegeven in Tabel 7.7 en Tabel 7.8 voor alle zes export kabels.

Aanbeveling

1. Waar relevant wordt aanbevolen om de Signaal en Minimum diepten zoals gespecificeerd in Tabel 7.7 en Tabel 7.8, als respectievelijk 'signaleringspeil' en 'minimumpeil' voor Beheer en Onderhoud plannen te gebruiken.
2. Het wordt aanbevolen te overwegen de begraafdiepte eis in de 3 km zone te verlagen van 3 m naar 2 m om de milieueffecten te beperken terwijl het acceptabele risico profiel gehandhaafd blijft.
3. Het wordt aanbevolen te overwegen het model voor zinkende schepen te verbeteren omdat met (1) langere kabels die meerdere scheepvaartwegen zullen kruisen, en (2) met het verbeterde ankermodel, de bijdrage van 'zinken' aan de totale faalkans belangrijker is geworden.

³ Zie 'Abbreviations and Definitions' (pagina 5).

⁴ Zie 'Abbreviations and definitions' (pagina 5).



1 Introduction

Background

TenneT ONL is preparing for the installation of the export cables that are to connect the IJmuiden Ver Alpha, Beta and Gamma offshore platforms and the Nederwiek ⁵ Alpha ('4th 2GD DC cable'), Nederwiek Beta ('5th 2 GW DC cable') and the Nederwiek Gamma ('6th 2GW DC cable') platforms, with the electricity grid onshore. To determine the burial depth of the submarine export cables, various parameters will be assessed by TenneT, including the risk of damage to one or more of the cables by external causes. For this reason a RBBB study on the offshore cable routes shall be performed.

Update + extension

This RBBB study is a combination of:

- an update of the RBBB study performed for IJmuiden Alpha and Beta (as reported in /1/ ⁶;
- a new RBBB for the export cables IJmuiden Ver Gamma and Nederwiek Alpha, Beta and Gamma areas (respectively '4th, 5th, and 6th 2GW DC cables').

Figure 1.1 shows the latest export cable routes considered by TenneT. The following should be noted, specifically in combination with the routes shown in Figure 3.1:

- The routes shown in Figure 3.1 are the six routes actually assessed in this study and were the routes available at the start of the study. Since then these routes were further developed in the routes as shown in Figure 1.1. The expected difference will be assessed in Chapter 7;
- Figure 1.1 also shows route variations for Nederwiek Alpha and Beta, which are small and will not affect the results and conclusions;
- In addition Figure 1.1 shows routes to the new Lagelander OWP's, which are the routes to the most North Easterly area. These routes are not covered in this study.

⁵ At the time of compiling this report, OWP "Search area 1" ("Zoekgebied 1") did not receive the name 'Nederwiek' yet, and the 4th, 5th and 6th 2GW DC cables did only have a number and not a name. In this report, as in the IJmuiden Ver tender documents, the name Nederwiek has been fully integrated yet. Instead the "4th, 5th and 6th 2GW DC cable" and Delta D04, Delta Alt. A and Delta Alt. B are used as names. In the MARIN report also the 'old' names have been used.

⁶ References are indicated with /x/ and are listed in alphabetical order at the end of the report.

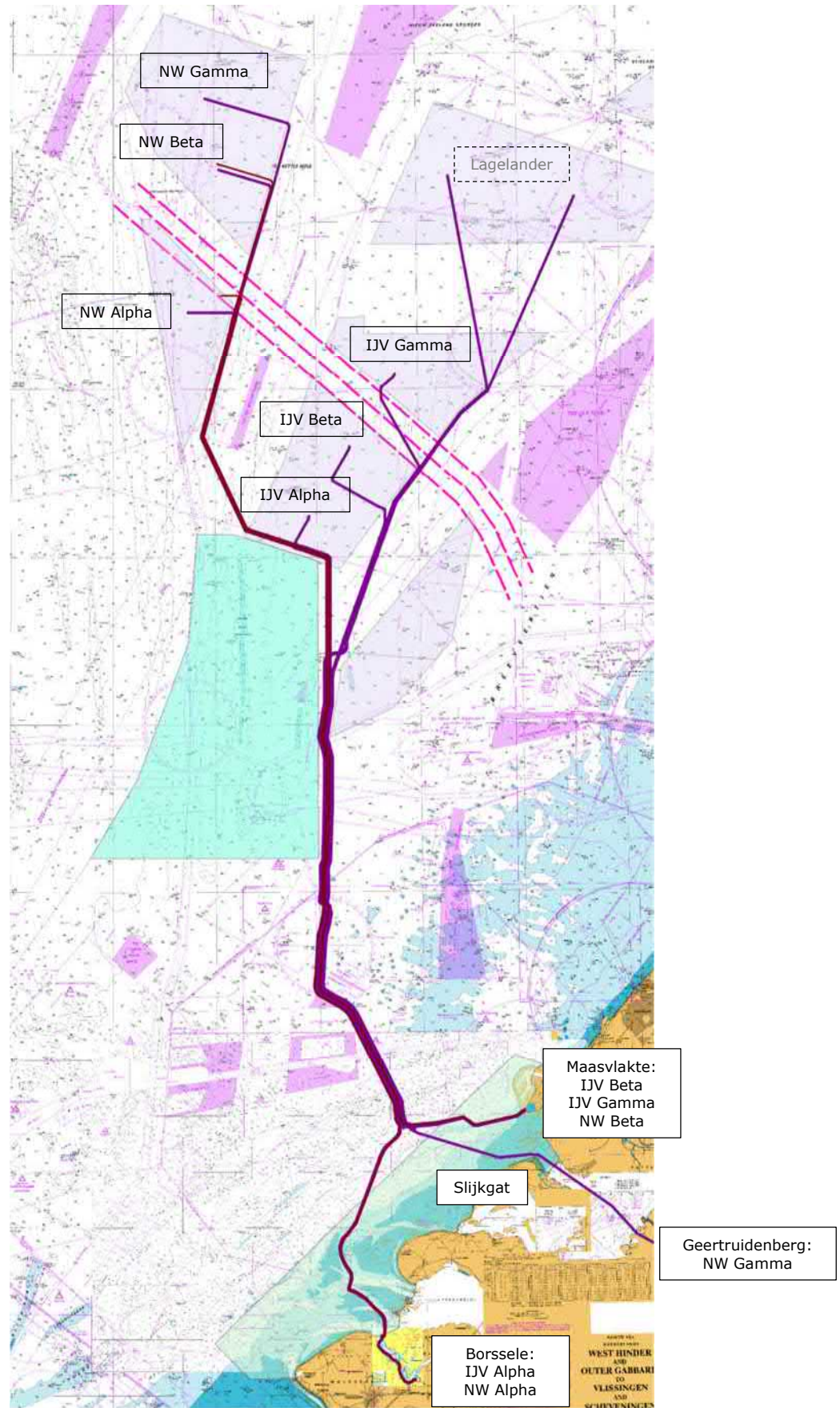


Figure 1.1

Overview of the 6 export cable routes assessed in this study. (The Figure includes 2 variants for the NW Alpha and Beta routes, and the 2 routes to the OWP 'search area 2' (Lagelander, the most North Easterly area), which are not covered in this RBBB study).

**Introduction**

As part of the preparations TenneT for the installation of the export cables connecting the future OWPs to the net on land, intends to assess the burial depth requirements along the cable routes from various perspectives.

First perspective Assess the burial depths from permit requirements perspective. Those are: the Waterwet (/13/ ⁷) prescribes the cables to be buried (covered by soil ⁸ is required), at all times during their entire lifetime, 3.0 m permanent cover by soil up to 3 km out of the shoreline and 1.0 m beyond that border towards the offshore wind platforms. Based on previous discussions with the Dutch Authorities (Coastguard and RWS) the minimum burial depth in shipping lanes and in the vicinity of shipping lanes is to be assumed as 1.5 m which has recently been confirmed in the concepts for the applicable Waterwet ⁹ permits.

Second perspective Assess the burial depths from the perspective of TOTEX (= CAPEX + OPEX) with regards to the initial burial depth, in other words the lifecycle costs. For the lifecycle costs TenneT assessed the lifecycle cost to society, which comprise of the financial costs, the impact on the environment and the disturbance caused to other users of the sea. Maintenance on the depth of burial per length of cable bears significant costs and poses risks to the cables. This is because of the maintenance operations and because of a lack of protection prior to the re-burial. Therefore initial deeper installation is considered, to mitigate burial depth maintenance requirements, in areas where the seabed is likely to become deeper over the lifetime of the cable. For this perspective seabed mobility studies have been performed for the cable routes ¹⁰. These studies will define a seabed mobility models based 'Non-Mobile-Reference-Level' for the cable corridors, for the lifetime of the cables. The NMRL will be used as reference level for the initial burial of the cables, aiming at minimizing the probability on maintenance on the soil cover on the cables over their lifetime.

Third perspective Assess burial depths from a risk perspective. The main threats to the cables, after they have been installed, are posed by external causes as bottom-trawling fishing gear, dragged and dropped anchors, foundering and grounding/stranding ships, lost cargo etc. To mitigate these threats effectively, the cables are to be adequately protected by burial into the seabed over their lifetime, to a minimum depth of cover which caters for these threats, and covered by a suitable rock placement or other means of external protection at the location of crossings and elsewhere, where burial into the seabed is not possible. To assure the cables to stay buried to that minimum depth, the initial burial depths are to be larger where erosion or regression of the seabed is to be expected, varying from section to section. During the lifetime of the cable system, the seabed above the cables will be surveyed frequently to establish the actual cover by soil on the cable. For the assessment of the survey results, from a rational operation and maintenance perspective, a signal burial depth is to be determined. If the cable is at the signal burial depth or less, reburial plans are to be prepared to be ready for implementation.

This is to be seen separately from the maintenance efforts to keep the cables buried to the depths as required by permit at all times. This risk perspective approach is intended to facilitate TenneT in rationalizing and prioritizing the

⁷ In Dutch: 'Besluit tot wijziging van het Waterbesluit'.

⁸ In Dutch: 'gronddekking', with reference to the applicable Waterwet permit.

⁹ At the moment of compiling this RBBB study, the 1.5 m soil cover requirement in and near shipping lanes was not formalised yet.

¹⁰ These seabed mobility studies are performed by WaterProof BV and will become available for all 6 routes in May 2022.



maintenance efforts in particular in those cases where the cover on the cable has changed differently than predicted by the seabed mobility models used. In other words, this perspective will help TenneT setting priorities in the maintenance for those cases where the seabed does not change as expected.

Permits

Since July 2015 the soil cover for export power cables in Dutch waters (including EEZ) is specified in /13/, which in summary requires minimal 3 m burial within three kilometres from the shore and minimal 1 m burial further out. The additional 2 m burial for the 3 km zone is perceived by Rijkswaterstaat to accommodate seabed mobility, but lacks a quantified basis. More recently ¹¹ the authorities have introduced a requirement for a permanent cover of 1.5 m of soil in shipping lanes and in the vicinity of shipping lanes. It is interesting to note that in accordance with the NEN-3656 design code for submarine pipelines (/10/), an oil- or gas-pipeline with comparable diameter in comparable situations may be buried less than a power cable, while the difference in risk is clear: there is for instance no appreciable environmental risk if a cable fails. This potential discrepancy triggered introducing the risk based burial methodology to provide a justification for the best burial depth for such assets taking into account the actual probabilities of failure and the actual consequences of such failure. The essence of the applied approach is to create a balance between the required burial depth and the actual risk to the environment, third parties and cable owner.

Link to existing practice: risk quantification

The approach utilised in this study is based on an industry-wide tendency to accept risk based methodology in design, construction and operation. In this case, the risk based burial depth (RBBB ¹²) approach provides the basis for optimum (rationalised) permit provisions in support of the safety as well as expediency. The essence of this approach is to quantify the risk, due to the interaction of submarine cables with marine and seabed hazards as function of place (varying along the cable) and time (latest survey and in the future), as function of the burial depth. Based on the compliance check with an agreed (generic and project specific) risk matrix, project specific permit provisions follow in terms of minimum and signal burial depth ¹³ as function of route sections and time. This provides the basis for either an amendment of an existing permit or for a new permit.

As function of place and time...

The determination of the risk as function of place and time, means:

- ‘Place’: The risk varies along the cable route due to variations in shipping intensity and types, variations in water depth and variations in soil conditions, which all impact the required burial depth;
- ‘Time’: The risk varies with time due to primarily changes in the seabed and water depth due to sediment transport processes, and in addition to possible future changes in shipping intensity and/or routes.

As far as possible, all above aspects are incorporated in the RBBB.

¹¹ The 1.5 m soil cover requirement for TenneT export cables in shipping lanes was first introduced by Rijkswaterstaat for the HKN, HKWa and HKWb projects. For the IJmuiden Ver and Nederwiek projects this requirement for 1.5 m cover is extended to the areas in the vicinity of shipping lanes as well.

¹² RBBB: Risk Based Burial Depth: defined as (1) the burial depth of a cable or pipeline that is determined by a consistent assessment of the risks potentially compromising the integrity of the linear asset.

¹³ The concept of ‘minimum’ and ‘signal’ burial depth requirements allows a pragmatic balance between effective asset management and law enforcement.

**Objective**

The objective of this study is to perform the RBBB of the export cable routes of IJmuiden Ver Alpha, Beta and Gamma and Nederwiek Alpha, Beta and Gamma with regards to burial requirements during installation and during the operation and maintenance phase as follow from a risk based burial depth approach. These burial depth requirements are to provide an indication of the complexity of installation and maintenance of the cables as well as for the impact on the environment. The results are to support the permitting process, the installation engineering by TenneT, as well as to support TenneT's operation and maintenance.

Updated anchor model

For a buried pipeline, based on the previous RBBB studies performed for the other TenneT export cable projects ¹⁴, it has become clear that anchor hooking is one of the most important threats. Therefore TenneT requested to improve the original anchor model with the specific know how and experience of Dirk Luger, previously senior advisor at Deltares and now independent consultant at Luger Geotechnics. This resulted in a three phased anchor model that has previously been implemented in the RBBB model used for IJmuiden Ver Alpha and Beta, and for Hollandse Kust (west Beta). As part of this study, this anchor model has been further developed and updated. Further details are given in Chapter 6 and Annex 2.

Cable corridor

The export cable routes in this study follow over considerable lengths cable corridors with 2, 3, 4 and maximum 6 parallel cables at a distance of 200 m. Besides the standard Probability of Failure (PoF) of a single cable, this study also determines the probability of simultaneous failure of two, three or more parallel cables due to the same event. Because of (1) the spatial constraints of the North Sea, and (2) the need to a large number of cable connections, installing export cables in cable corridors inevitable. If the number of parallel cables in the same cable corridor increases, it is important to know the joint probability because simultaneous failure of 2, 3 or more cables leads to considerable consequences for net stability. This study assumed a distance of 200 m between the cables in the same corridor. A dedicated study is ongoing to investigate the impact of the distance (less than 200 m) between the parallel cables on the probability of simultaneous failures. In Chapter 7 indicative results will be given.

Report outline

Chapter	Description
1	Background and introduction to the project.
2	Approach and elaboration on the risk based burial approach.
3	Description of available data that provides the basis for the RBBB.
4	Identification of the hazards and criteria.
5	Assessment of the frequencies of the key hazards to the cable.
6	Assessment of the failure mechanism and associated assumptions.
7	The calculation of the PoF profiles and risk assessment.
8	Listing the conclusions and recommendations.

¹⁴ Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) and Hollandse Kust (west Alpha).



2 Approach

RBBD

The external risk to a power cable is primarily related to the position of the cable relative to the seabed ¹⁵: its burial status, and even more when it is not buried. For external threats, the Risk Based Burial Depth (RBBD) approach is aiming at finding the balance between:

- Safety for other users of the sea, which increases with deeper burial;
- Environmental impact and cost, which also increases with deeper burial.

The RBBD is aiming at optimising the burial depth by appreciating that the conditions, and as such, the required burial depth, vary along the cable:

- If the seabed is (relatively) stable, deep burial is not actually required and causes unnecessary impact to the environment at high cost;
- If the seabed is (very) dynamic, even deep burial will postpone but may not prevent dedicated 'burial maintenance' (e.g. re-trenching).

Burial as function of risk

Furthermore, the risk obviously depends on the various threats (or hazards) along the export cable, and as such, it is the combination of burial threats induced burial depth and associated consequences determine the risk. The RBBD approach allows the acceptable risk to determine the burial depth:

- Large risk: deeper burial to mitigate the risk;
- Low risk: less burial or even no burial may be acceptable.

The approach allows a 'dynamic risk approach' optimising the initial burial requirement (at installation phase) or the maintenance burial during the operational phase.

The approach requires setting the acceptable risk level, which then determines the burial depth. The acceptable risk levels are discussed in Section 4.

Coastal protection

The risk based burial depth approach means that protection is being applied where necessary. As such it is, to some extent, comparable with the concept of 'weak links' (in Dutch 'zwakke schakels') as the basis for the protection of the Dutch coast: protect where necessary on the basis of a risk assessment.

Risk based

Before going into more detail, the following should assist in putting the RBBD approach in perspective:

- Risk = probability * consequence
 - o If the consequences are large, the probability of the event must be small, in order to result in an acceptable risk;
 - o If the consequences are small, the probability of the event is allowed to be larger, while the risk is still acceptably low;
- Power, oil or gas
 - o Safety and environmental consequences of a cable failure (outage) are smaller compared with a gas leakage, which again are smaller compared with oil leakage;
 - o With the same risk, the probability of failure (PoF) of a cable may be higher than the PoF of an oil or gas pipeline.

¹⁵ This is the actual seabed. The seabed mobility is taken into consideration to allow assessing the long term risk.

**What are the key risks**

For the export cables the key risks are:

1. Too often or too long reduced capacity or loss of capacity, which both must be below a specified criterion to be defined by the network operator; reduced capacity and loss of capacity, as well as the repair works have significant cost implications and are likely to cause reputational damage as well;
2. Significant injuries or fatalities; the probability of fatalities due to third party interactions must be below a criterion set by relevant authorities, often in the order of 10^{-6} per km per year.

For submarine cables the first criterion is normally governing, but compliance with the second criterion must be confirmed. Use shall also be made of the recent Recommended Practice 0360 (/7/) ¹⁶ from the Norwegian certification company DNV-GL and the relevant parts of other codes and standards related to risk of submarine infrastructure, such as the NEN 3656 (/10/) and other DNV codes (/5/,/6/).

Export cables

In the assessment of the consequences, the fact that these export cables link many wind parks to the main onshore grid is to be considered. Outage of a complete connection may lead to disturbances of the onshore grid in The Netherlands. Outage of more than 3 GW, i.e. which means failure of more than one cable system, will have significant implications for the stability of the European electricity network. These potential consequences play a major role in setting the acceptable risk level.

Risk based or deterministic

Although 'risk based thinking' is becoming more and more accepted, it should be appreciated that one particular aspect needs some explanation. Two examples:

- *'If an anchor can dig into the seabed 3 meters, the cable should be buried at least 3 metres.....'*;
- *'If a fishing vessel can capsize after the trawl gear getting hooked behind an exposed cable, that must never happen.....'*

In both cases it is the difference between the risk based approach and the deterministic approach that explains the possible confusion:

- If the probability of such a large anchor digging so deep at that specific location is sufficiently small, because, for instance the location is outside a shipping lane, or the number of large ships with large anchors is very small, we can accept the consequence of the failure and as such the risk;
- If the probability of fatalities due to capsizing due to hooking is extremely small, we 'accept' the consequence and as such the risk.

In other words:

- Deterministic design is based on consequences only;
- Risk based design is based on consequences and probabilities.

¹⁶ It should be noted that recommendations were made to include the RBBB explicitly in the DNV-RP-J301, demonstrating that 'risk thinking' has become part of the designing process.

**In perspective**

The approach utilised in this study is based on an industry-wide tendency to accept risk based methodology in design, construction and operation. In this case, the risk based burial depth (RBBB) approach should provide the basis for optimum permit provisions and installation specifications. Relevant aspects are:

- RWS specifically invites pipeline operators to update their operational permits (of existing pipelines and cables) to be based on the risk based burial depth approach;
- The Dutch codes and standard institute NEN has updated the code NEN 3650 by implementing a new dedicated code NEN 3656 focussing on offshore pipelines (/10/);
- DNV-GL has a range of relevant design codes and recommended practices for submarine pipelines and has recently published a dedicated recommended practice for offshore wind farms and associated cables: DNV-RP-J301 (/7/);
- The Offshore Wind Accelerator is a joint industry project (Carbon Trust) that resulted in a Guidance Note on the depth of cable lowering, which favours the risk based approach, the so-called Cable Burial Risk Assessment (CBRA) approach (/2/).

Wherever possible, use shall be made of, or reference shall be made to the above codes and RPs to facilitate the authority review and approval process.

RBBB and CBRA

Both the RBBB and CBRA apply a risk based approach to support design and operation of cables. The key differences are:

- The CBRA is for cables, while the RBBB is for cables and pipelines ¹⁷;
- The CBRA focusses on anchoring and fishing related threats, while the RBBB considers all marine related threats, including sinking, grounding and stranding;
- The CBRA does not include seabed soil characteristics, while the RBBB includes the impact of the specific threat on the asset, as function of cover and soil type;
- The RBBB includes detailed assessment of the interaction with bottom trawling, by including type of gear and crossing angles, which is not included in the CBRA;
- The RBBB includes models to assess the joint probability of failure of parallel assets as function of the distance between the assets, which is not included in the CBRA;
- The RBBB includes an improved anchor hooking model (/3/).

Tailored to 'dynamic' environments

The RBBB methodology is based on a probabilistic design approach but tailored to the specific conditions pertaining to linear assets, such as cables and pipelines, with significantly varying conditions and threats along the route. In fact, the 'export cable environment' is too dynamic to design deterministic and 'static':

- Hydrodynamics: 'normal' and 'extreme' wind, wave and current conditions;
- Morphology: the seabed varies along the route, in depth and time;
- The asset: cables are (relatively) flexible and interact specifically with hydrodynamics and morphology.

¹⁷ The RBBB methodology was initially developed and used for submarine pipelines. The experience and know-how available in the offshore oil and gas industry with respect to risk based installation, operation and maintenance of submarine pipelines is in this way conveyed to the relatively new offshore renewable industry by implementing that experience in the RBBB methodology.



RBBB in steps

The key steps of this study are presented in the next Table:

Step	Description
1	Identification of the potential threats (hazards): <ul style="list-style-type: none"> - Marine hazards: sinking vessels, grounding vessels, anchor dropping and hooking, containers overboard; - Damage caused by fishing activities; - Reduced or loss of cover due to seabed mobility; - Parallel cables.
2	Determine the Probability of Failure (PoF) for a specific Depth of Burial Scenario: <ul style="list-style-type: none"> - as function of location (KP) and burial status; - $PoF = P1 * P2 = P1 * (BF * AF)$ <ul style="list-style-type: none"> o P1 = probability of event happening; o P2 = probability of event leading to unacceptable consequences, defined as: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $P2 = \text{Burial-Factor} * \text{Asset-Factor}$. Where, the Burial-Factor is burial depth dependent and the Asset-Factor is dependent on the capacity of the asset to resist external loads, which in turn depends on the type of load and the resulting burial resistance.
3	Assess the Consequence of Failure (CoF) on the basis of: <ul style="list-style-type: none"> - Existing information of reported failures; - Experience; - Client or project owner specific considerations; <ul style="list-style-type: none"> o Consequences are to be assessed for 'people, environment, asset, reputation and cost).
4	Compare PoF with criteria (NEN, DNV and project specific): <ul style="list-style-type: none"> - If $PoF < \text{criteria}$: compliance → less burial can be considered; - If $PoF > \text{criteria}$: non-compliance → more burial or other remediation or mitigating measure is required.
5	Assess the risk by using a risk matrix. The PoF and CoF are determined in the previous steps. Acceptance criteria for the consequences are set by: <ul style="list-style-type: none"> - Codes (NEN, DNV), primarily for safety and environmental consequences; - Client and project specific criteria, primarily for the asset, cost and reputation.
6	Implement results of previous steps into the Risk Based Burial Depth providing basis and justification for permit provisions and technical specifications for the operational life of the asset.

Schematic

Figure 2.1 shows the schematic presentation of the steps as presented above.

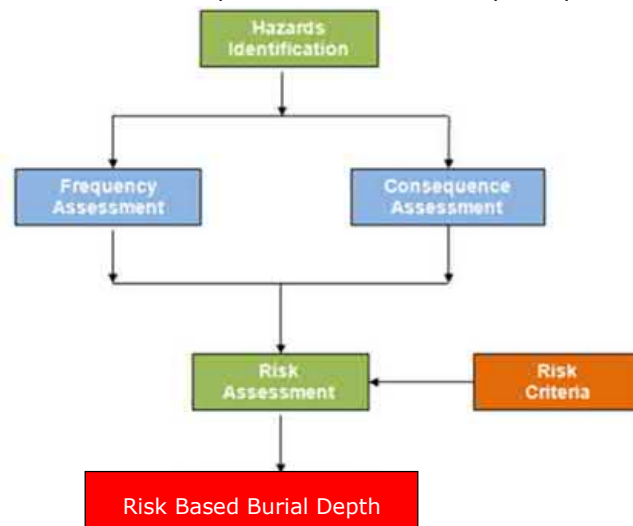


Figure 2.1 Study approach.



- Risk matrix** As introduced in Step 5 above, a risk matrix will be used to provide guidance to optimise the burial depth in terms of risk as the product of probability of the event times the consequences of the event. The actual implementation of the risk matrix is presented in Chapter 7.3. Implementing such Risk Matrix for a specific project with specific data is a challenge, but considered the most appropriate way to provide a justifiable basis for the depth of burial permit provisions ¹⁸.
- RBBB in phases** The RBBB method can be used in both the design and the operation and maintenance phase:
- Design Phase to determine the optimum burial depth of the export cable and to provide justification of specific permitting provisions with respect to minimum burial;
 - Operation and Maintenance Phase to identify non-compliant locations and test effectiveness of mitigation and/or remediation measures to achieve compliance.
- PoF in time** Essential in the RBBB assessment is looking into the future to enable assessment of the risk development in time, primarily due to seabed mobility, but secondarily to enable incorporation of other changes in external threats.
- For existing cables a survey is conducted, mapping the bed level and burial depth of the cable along the route. Several future scenarios of the seabed can be used to assess the PoF in time.
- For new cables, such as the IJmuiden Ver and Nederwiek (4th, 5th and 6th 2GW DC) export cables, however, the depth of burial has to be decided for three cases: 1) the initial (or installation) depth, 2) the signal depth and 3) the minimum depth. Several future seabed scenarios and different burial depths are therefore used to assess the PoF in time.
- Cables in corridors** The RBBB method has been extended to cover the joint probability of simultaneous failure of two, three or more parallel cables in the same cable corridor due to the same event. In this study the cables are all located in the cables corridors at a distance of 200 m between each other. With that distance the only threat that will cause simultaneous failure of more cables, is sinking. This is because the other threats, in particular anchor hooking, will not reach dragging length at relevant penetration depths, up to 200 m. Presently a study has been initiated to investigate the impact of shorter distance between the parallel cables on the simultaneous PoF of 2, 3 or more cable also due to sinking and anchor hooking. In Chapter 7 indicative results will be given.

¹⁸ It should be noted that a Risk Matrix is included in the NEN 3656 for offshore pipelines, showing that 'risk thinking' has become part of the permitting process.



3 Available data

General

Available data relevant for this study are described in this Chapter, including:

- Export cable data;
- Ship traffic data;
- Seabed soil data;
- Bathymetric data.

Export cable data

Each export 'DC cable' as assessed in this study actually consist of four cables:

- a plus cable;
- a minus cable;
- a metallic return;
- a fiber-optic.

TenneT is still considering in what configuration these four cables are going to be installed: four together, 2 by 2 or 3 together and one apart. The distance between the grouped cables comprising one system, is assumed to be (mostly) 200 m in this study. The final decision about the detailed configuration of the 'bundle' has still to be made. The outer diameter is about 0.25 m – 0.30 m. During the study the route coordinates have been provided by TenneT (/15/) and are shown in Figure 3.1 together with shipping density of route bound vessels (see also Annex 1, /10/).

Specific issues

The same plot as shown in Figure 1.1 is shown again in Figure 3.1 but now including the specific issues relevant for the risk based burial assessment of IJV+NW 2GW DC export cables.

Issue	Description
Parallel cables	For most of the routes, the export cables run in a corridor with 2, 3, 4 or 6 parallel cables. The distance between the cables is 200 m in all corridors. This effects the probability of simultaneous failure of 2 or more parallel cables due to the same event. <i>A dedicated study has been initiated to determine the effect of a shorter distance between parallel cables due to sinking and anchoring. Only indicative results are given in this report.</i>
Parallel to TSS	In one location the '6 cable corridor' runs immediately parallel to the TSS Maas North West. That means that the vessels do not cross the route but in case of an incident, they may still anchor besides the TSS near or in the cable corridor.
Anchoring outside shipping lane	It is known that vessels that experience an incident inside a shipping lane that could initiate anchoring, they tend to drift outside the shipping lane into the 'emergency lane' before they let the anchor go.
Cable corridor next to OWP	Same as previous issue, but in this case the 'room to drift' is limited because there is an OWP (row of wind turbines) parallel to the shipping lane, which will affect the decision making of the crew of the vessel when and where to let the anchor go.
Cables next to anchorage area	The most outer cable of the '6 cable corridor' runs with a minimum of 500 m from the limits of the anchorage areas.
Sailing in navigation corridor	After installation of OWPs, larger vessels may have to adjust their 'normal' routing over the North Sea. That means that for a correct determination of the crossing frequencies, the present routes of these ships routes have been shifted to re-align with the new navigation corridor between the future OWP's.
Stranding	In shallow water, vessels may ground after drifting from the location of the incident (engine or rudder failure or collision).
Veerse Meer	The two parallel cables inside the Veerse Meer require a special treatment because (1) the vessels are smaller compared with seagoing vessels, (2) the routes are inside the fairways and (2) vessels with spud poles pose an additional risk.

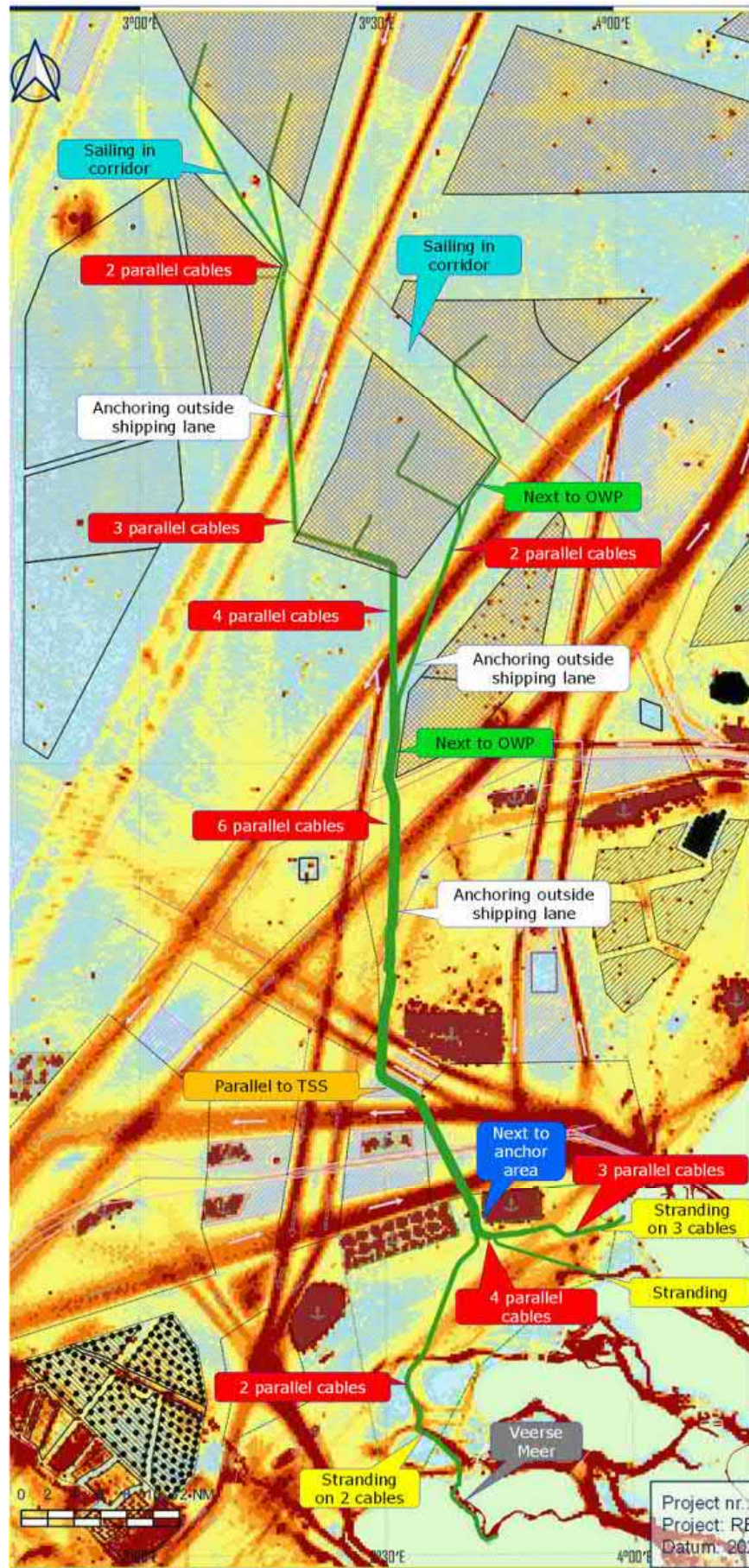


Figure 3.1 IJmuiden Ver + 'OWP search area 1' area route with indications of specific issues.

**Route data**

The following route data has been received from TenneT (/15/) and is summarised in Table 3.1. The assessment of the joint probability due to sinking and anchor hooking assumes a distance between all parallel cables of 200 m.

Table 3.1 Overview export cables as studied in this report.

From	To		RPL zip file	Length
	Previous names	New name		(km)
Borssele	IJV Alpha		211004 RPL Alpha A04 Draft	163.7
	IJV Delta 04 4 th 2GW DC	NW Alpha	211004 RPL Delta A04 Draft	209.8
Maasvlakte	IJV Beta		211004 RPL Beta A04 Draft	146.2
	IJV Gamma		211004 RPL Gamma A04 Draft	159.4
	IJV Delta ALT A 5 th 2GW DC	NW Beta	211004 RPL Delta Alt A A04 Draft	207.2
Slijkgat (Geertruidenberg)	IJV Delta ALT B 6 th 2GW DC	NW Gamma	211004 RPL Delta Alt B A04 Draft	193.1 Up to Slijkgat

KP numbering

In accordance with the TenneT procedure the KP numbering of the export cables start at the landfall and increase towards the offshore platform. A schematic of all 6 export cable routes including start KP (=0) at their respective landfall locations, and the end KP at their respective offshore platforms. The schematic of Figure 3.2 shows clearly where how many cables run parallel in a cable corridor. For the 6th 2GW DC cable KP0 is taken at the Slijkgat. The route between the Slijkgat and Geertruidenberg has not been included in this study, as at the moment when this study was executed that section of the route was not determined yet.

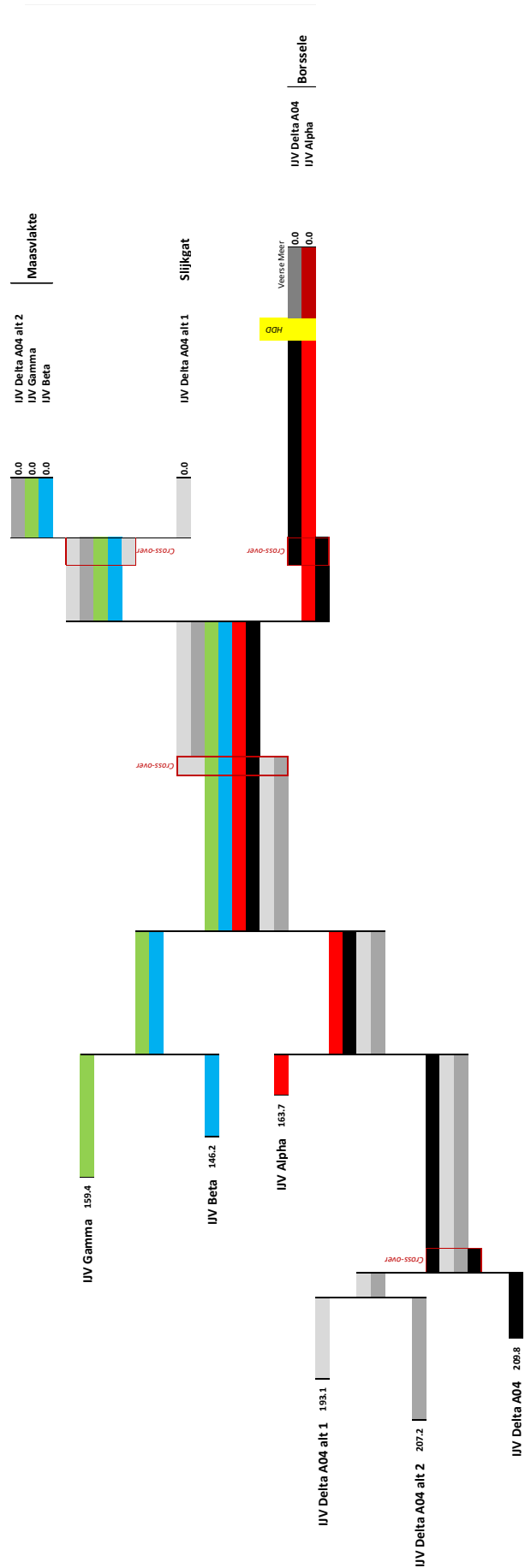


Figure 3.2 Schematic of all 6 export cable routes.



- Ship traffic data** The ship traffic intensity and the distribution of ship classes and types based on the Automatic Identification System (AIS) data is taken into account. A detailed description of the ship traffic data is given in the Marin report /10/, included as Annex 1.
- Ships over 300 GT** Since 2005 all merchant ships over 300 GT are equipped with Automatic Identification System (AIS). This system transmits information about the ship, her voyage and her position, speed and course. For the Dutch part of the North Sea, the Netherlands Coastguard collects the data. The data set contains all ships that have an AIS transponder on board. The last years also ships smaller than 300 GT are observed in the data set. Some larger recreation (mostly sea-going) vessels also have a so-called class B-AIS on board. AIS is also used by smaller fishing and inland vessels.
- Frequency of hazardous events** Based on the AIS data, the crossing frequencies of relevant vessels have been determined. After identifying the potential hazards in Chapter 4, the results of the vessel crossings are presented for the various hazards in Chapter 5. Figure 3.3 shows the total passages per 100 m segment per year along the route based on AIS data from 1 January 2019 – 31 December 2020, coloured by shipping intensity (from Marin report included as Annex 1).

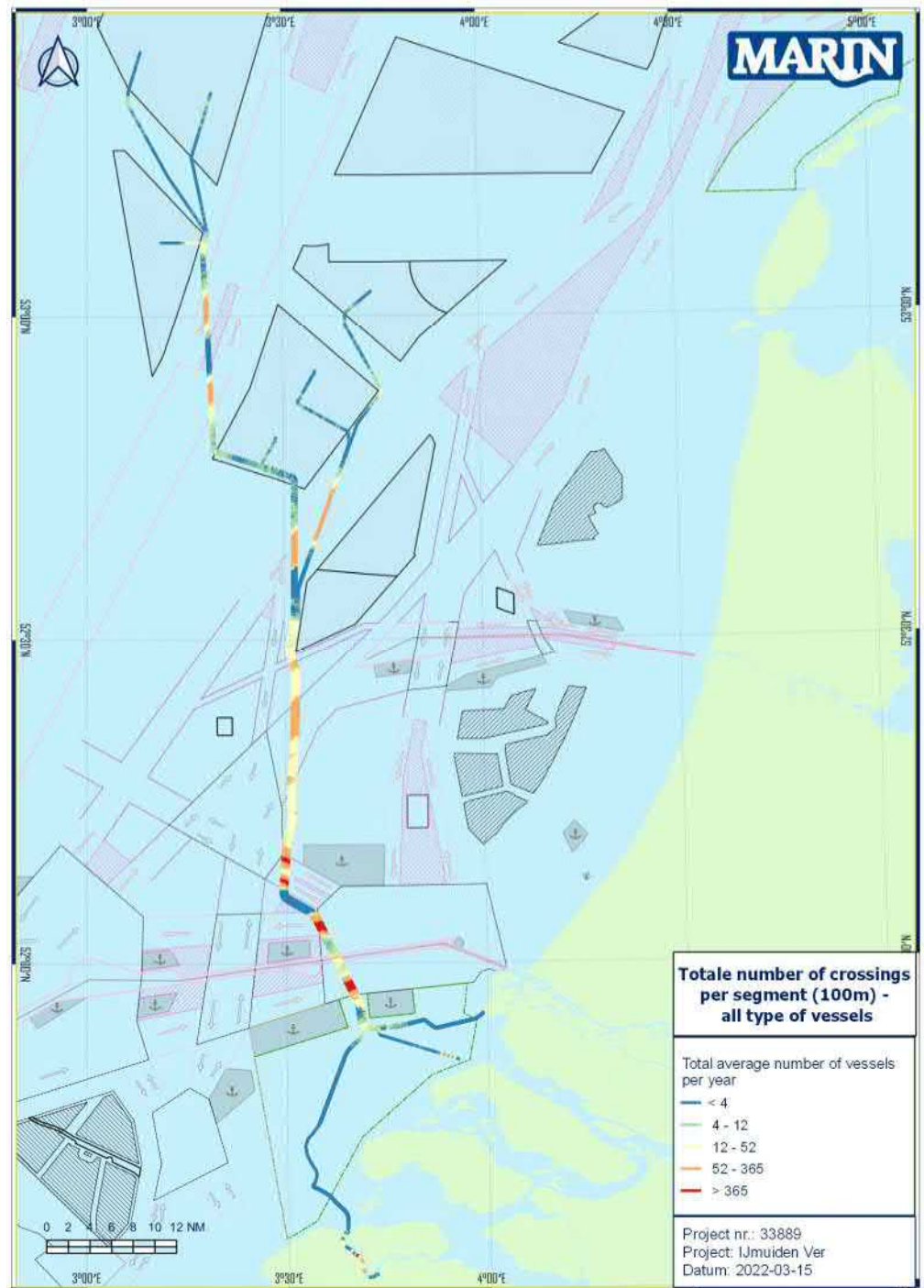


Figure 3.3 Total number of crossings per 100 m segment per year along the route. (from Marin report included as Annex 1).

Shifting intensities

In some sections along the routes, the crossing frequencies need to be adjusted if the present shipping routes are expected to be changed due to (1) future offshore wind parks and (2) changes in future shipping in general. The present traffic of the ferry service between IJmuiden and Newcastle has been shifted slightly to the north to run:

- in between IJV Beta and IJV Gamma, and
- in between Nederwiek Alpha (4th 2GW DC) and Nederwiek Beta (5th 2GW DC).

**Seabed soil conditions**

The initial RBBD for IJV Alpha and Beta used soil information obtained from /4/. For IJmuiden Ver and Nederwiek additional seabed soil information has been collected along the cable routes as reported in /12/. The seabed soil conditions were also summarised in a BAS Table (/16/. The available information has been assessed and schematised as input to the RBBD model, which allows two different soil layers with specified layer thickness.

Bathymetry data

The following bathymetry data is available for this study:

- Two large scale survey data from the Dutch Hydrographic Office which has a grid size in the order of 25 m by 25 m. The data ranges are:
 - o Between 2010 to 2014;
 - o Between 1996 to 2004.
- The 2015 bathymetry from the Dutch Hydrographic which has a grid size in the order of 5 m by 5 m (/8/).

Sand waves

Over significant length, the export cable routes pass through extensive sand wave fields, as shown in Figure 3.4. The route corridor allows some so-called micro-routing to optimise the crossing of sand waves by minimising the trenching effort of dredging volumes. This small scale route optimisation is not affecting the results of this study.

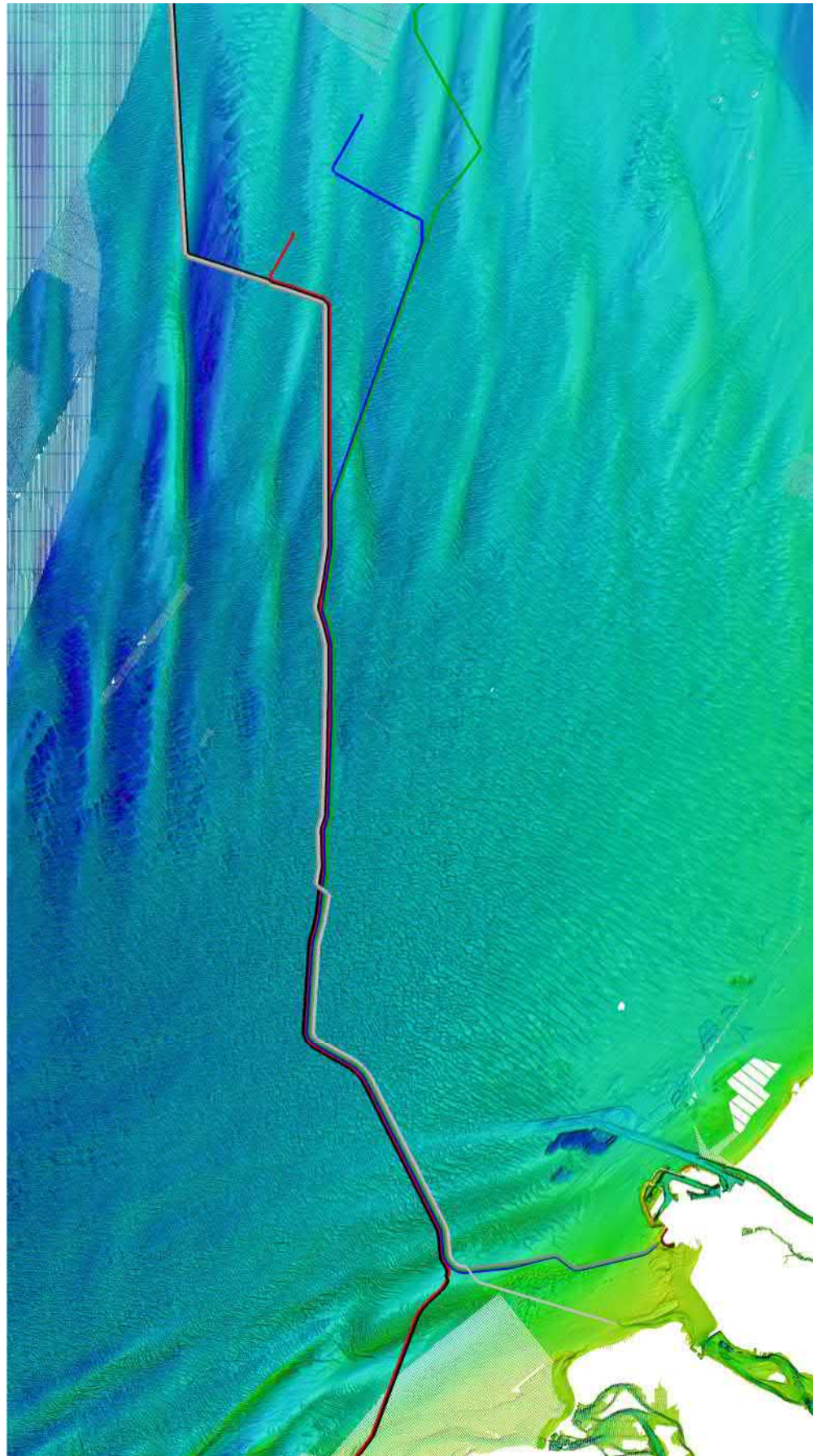


Figure 3.4

IJV+NW export cable routes plotted in 2015 bathymetry (/8/) showing the sand banks and sand wave fields, most prominent in the southern part of the routes.



4 Hazards and risk

4.1 Hazard identification

- Relevant hazards** The following hazards were considered relevant for the export cables in this study:
- Marine hazards:
 - Sinking ships, and sinking ships after collision;
 - Dropped anchors;
 - Dragged (or hooked) anchors;
 - Dropped cargo;
 - Vessel grounding.
 - Fishing hazards due to bottom trawling.
- Marine hazards** Potential hazards induced by shipping for the Hollandse Kust (west Beta) export cables include:
- Sinking ships: This is caused by a ship sinking while crossing above the export cable. It includes also sinking ship due to collision of two ships;
 - Dropped and dragged (or hooked) anchors: This is caused by anchoring operations in allowed prescribed anchoring areas, emergency anchoring due to an emergency on-board inducing the vessel crew to drop the anchor unplanned elsewhere, or anchoring for other reasons (waiting or small repairs) without carefully looking on nautical charts (so-called erroneous anchoring);
 - Dropped cargo: This is caused by containers ¹⁹ lost from commercial vessels crossing the cable route;
 - Grounding vessels: Grounding is the most common type of ship incident in shallow water areas where the water depth is less than ships draft. This hazard is relevant for the offshore routes due to grounding on shallow nearshore sand banks.
- Fishing hazards** Bottom trawling is known to be one of the main threats to cables and pipelines ²⁰. The burial depth of the cable is the obvious key protection against bottom trawling. For sinking, grounding and anchoring it is obvious that the level of penetration into the seabed depend on the vessel, the anchors and the seabed characteristics, all resulting in seabed penetration in excess of a few decimetres. Bottom trawling gear, however, is meant to penetrate as little as possible to reduce the friction of the gear over the seabed. The actual penetration obviously depend on the type of gear and seabed conditions, but for the gear used in the project area is normally much less than and at maximum around 20 cm.
- New gear** Developments in gear design reduce the average seabed penetration depth to further reduce the friction and consequently the fuel consumption as much as possible. The newest gear, called 'SumWing' has one central 'bottom sliding skid' instead of the traditional beam trawl with two bigger skids on either side of the beam, see Figure 4.1. Although the new gear is clearly beneficial in view of fuel reduction and reduced environmental impact of the seabed, the single pointing forward skid is less beneficial for pipelines and cables.

¹⁹ Containers are considered the only type of cargo that can cause significant damage to an export cable.

²⁰ Specifically data cables often fail due to hooking by bottom trawl gear. Fishing gear also tend to hook behind free spanning pipelines.



Traditional beam trawl



SumWing

Figure 4.1 *Typical traditional and new bottom trawling gear.*

Specific threat

For large exposed pipelines, the 'SumWing' is posing a significant additional threat. Due to the specific design of the 'nose' of the 'SumWing', being about 50 cm above the seabed, the threat to a cable is only increased in case of a significantly exposed or free spanning cable. As will be explained later, the cable is basically not allowed to become exposed to the level that bottom trawling gear (traditional and new) may hook to the cable. This will further be explained in Chapter 6.

Bottom trawling and rock berm crossings

The export cables have to cross several existing in-service pipelines and cables. At those locations the export cables cannot be buried into the seabed. At the crossings the cables will be protected by a rock berm. These rock berms are designed such that the risk due to marine threats is equal or lower compared with the situation without the rock berm. Based on many years of close monitoring many rock berms over pipelines and cables in areas with heavy bottom trawling, it is concluded that the damage to rock berms due to bottom trawling is negligible. Significant re-located rocks caused by bottom trawling have not been observed in the available survey documentations.

Pulse fishing, or not

A recent development in bottom trawling is called pulse fishing. Traditional gear uses 'awakening chains' (in Dutch: wekker-kettingen) causing flatfish hidden in the sandy seabed to raise above the seabed and caught by the net. These chains are clearly visible in the lower left corner of the left picture of Figure 4.1. These chains are known to cause damage to small fish and benthic fauna. Fishermen developed an alternative method to 'alarm' flatfish with less impact on small fish and benthic fauna by replacing the chains by tubes towed parallel behind the gear providing small electric pulses, visible on the right picture of Figure 4.1. This pulse fishing can be used by traditional beam trawls as well as the new SumWing. Due to disagreement about the potential negative impact of pulse fishing on the environments, it has been decided to ban pulse fishing by mid-2021. At present this development is not expected to influence the RBBB, because if pulse fishing will be forbidden and chains return, the SumWing will still be used because the saving in fuel cost is significant.

Shipping lanes

The Hollandse Kust (west Beta) export cables cross several major shipping lanes and clearways. All are shown in Figure 1.1 and Figure 3.1. The consequences of crossing the export cables in terms of the anchoring behaviour will be elaborated in Section 5.



4.2 Risk acceptance

Introduction

In this Chapter the risk acceptance criteria are discussed to allow implementation of the results of the probability of failure and consequence of failure assessment, leading to a Risk Based Burial Depth as basis for cable integrity management and permitting.

Risk Matrix

Figure 4.2 shows the risk matrix as used in this project. The principle works as follows: an event, such as a cable failure, has a probability of happening, and has consequences. The combination gives a location in the risk matrix and from that follows what to do or not to do.

		Consequences					
		Minor	Small	Moderate	Considerable	Serious	Extreme
Probability	Almost certain $1 < P$	Low	Medium	High	Very high	Critical	Critical
	Likely $10^{-1} < P < 1$	Neglectable	Low	Medium	High	Very high	Critical
	Probable $10^{-2} < P < 10^{-1}$		Low	Medium	High	Very high	
	Possible $10^{-3} < P < 10^{-2}$		Neglectable	Low	Medium	High	Very high
	Unlikely $10^{-4} < P < 10^{-3}$		Neglectable	Neglectable	Low	Medium	High
	Hardly possible $P < 10^{-4}$		Neglectable	Neglectable	Neglectable	Low	Medium
					Neglectable	Low	

Figure 4.2 Risk Matrix.

Definitions

The above Risk Matrix needs explicit definition of the consequence and probability classes to allow implementation.

Consequence classes

The consequences are defined for 6 different categories as shown in Table 4.1.

Table 4.1 Definition of consequence classes.

	Consequence					
	Minor	Small	Moderate	Considerable	Serious	Extreme
Stakeholders	Official complaint and/or internal unrest	Unrest in sector and/or minor media attention	Multiple official complaints	Regional political attention and/or negative position papers by NGO's	National media headline and/or national political attention	Long time national political attention
Safety	Minor injury with first aid	Medical treatment by general practitioner	Absence due to injury	Absence due to injury > 7 wk	Permanent injury	Casualty
Financial	< 10 K€	10 - 100 K€	100 K€ - 1 M€	1 - 10 M€	10 - 100 M€	> 100 M€
Environment	Minor, possible to recover within limited time frame	Small, possible to recover	Moderate, difficult to recover	Considerable, very difficult to recover	Serious, hardly possible to recover	Extreme, not possible to recover
Compliance	Complaints of violating rules	Formal request for information from authority or regulator	Formal warning or investigation	Fine or liability < 10 M€	Fine or liability >10 M€ and/or instruction by regulator and/or criminal law procedure	Fine or liability >100 M€ and/or criminal law sanction and/or rejection of license to operate



Probability classes The probability classes are defined for 6 different categories as shown in Table 4.2.

Table 4.2 Definition of probability classes.

	Description	Probability of event per year	Chance event happening in average once per year
Almost certain	Occurs more than once per year	$1 < P$	More times per year
Likely	Has been experienced by most operators	$10^{-1} < P < 1$	Between once per 1 and 10 year
Probable	An accident has occurred in the industry	$10^{-2} < P < 10^{-1}$	Between once per 10 and 100 year
Possible	Failure is possible expected	$10^{-3} < P < 10^{-2}$	Between once per 100 and 1,000 year
Unlikely	Failure is not expected	$10^{-4} < P < 10^{-3}$	Between once per 1,000 and 10,000 year
Rare	'Never heard of in the industry'	$P < 10^{-4}$	Less than once per 10,000 year

CIGRE based criterion To allow comparison with submarine cable industry practice, the calculated PoF is compared with the CIGRE failure database. This means that the probability of failure of each single export cables system shall be less than 0.0007/km/year (or $< 7 \cdot 10^{-4}$ /km/year). The consequences for the IJV + Delta cables is shown in Table 4.3.

Summary The criteria applicable in the IJmuiden Ver and 4th area project are summarised in Table 4.3 (/17/).

Table 4.3 Summary of PoF criteria for Asset, Reputation and Cost (/17/).

Source	Cable system failure due to single and same event		Maximum allowable Probability of Failure		
			/year per total route		In average once per year
CIGRE	220 kV AC export cable	Single	0.0007/km/year ($7 \cdot 10^{-4}$ /km/year)	8.7*10 ⁻² - 1.3*10 ⁻¹	8 - 11
			Assume 85% external damage		
			Length IJV+NW routes: 146 - 210 km		
TenneT criteria	525 kV DC export cable	Two parallel cables	1.0*10 ⁻²	100	
			1.0*10 ⁻³	1,000	
		Three or more parallel cables	1.0*10 ⁻⁴	10,000	
			1.0*10 ⁻⁵	100,000	

Risk criteria from NEN 3656 The Dutch design code (NEN 3656, /10/) has been developed for 'steel submarine pipelines' and the risk criteria therefore primarily relates to the consequences of loss of hydrocarbons in case of leak or rupture, thus including the environmental impact. The code, however, also contains risk criteria for consequences related to safety to people, including third parties, such as other users of the sea, such as fishermen. The risk to environment and safety as specified in accordance to NEN 3656, should be less than $1 \cdot 10^{-6}$ /km/year.

**Per km or per project?**

The NEN 3656 specifies the risk criteria per kilometre per year, while the DNV code and project owners specify the risk criteria per 'project or complete route' per year. Both criteria make sense but for different purposes, and need some explanation.

- Specifying a criterion per kilometre seems illogic because would it also mean a risk of less than $1 \cdot 10^{-9}/\text{m}/\text{year}$ or $1 \cdot 10^{-11}/\text{cm}/\text{year}$? Obviously not because it loses its physical meaning;
- The DNV code specifies a risk criteria of $1 \cdot 10^{-5}/\text{project}/\text{year}$ for a typical section of 10 km long, which means that both NEN and DNV criteria are comparable in case the asset is about 10 km long;
- The criterion in the NEN originates from its initial set-up and at that time the same criterion was introduced as used for individual risk ²¹, being $1 \cdot 10^{-6}/\text{year}$. To make it usable for linear assets, a 'representative' or 'typical' length of 1 km was agreed upon.

Per year and per relevant duration

The RBBB calculates the probabilities of failure per year, by nature of the methodology, because the input is expressed in event frequencies and incident probabilities per year. For the risk assessment, however, it is also useful to present the results in terms of the probability of failure per relevant duration, such as the design lifetime of the project (Installation scenario), maintenance preparation duration (Signal scenario) and the remediation response (Minimum scenario), as defined in Table 4.4. The objective of this approach is to assure that for the asset owner the probability of failure in terms of percentage of failure over the considered time span should be in the same order of magnitude for each scenario.

Table 4.4

Relevant duration or time span for each burial scenario.

Scenario	Description	Relevant duration
Installation	Design lifetime (by TenneT)	40 year
Signal	Time span during which monitoring is required but no immediate action is required	10 year
Minimum	Time span during which remediation is required	1 year

PoF over N year

The PoF over a duration of N year is calculated with:

$$P(N) = 1 - (1 - P_a)^N$$

In which:

P(N): Probability of failure in period of N year (P/Nyear);

N: considered duration (year);

P_a: Probability of Failure per year (/year).

The results are presented in Chapter 7.

²¹ The individual risk is the annual risk of death or serious injury to which specific individuals are exposed.



4.3 2 – 6 parallel cables in one corridor

Multiple cables in one corridor

As shown in Figure 1.1, in total six DC export cables connect the offshore platforms in the IJmuiden Ver and Delta 4 OWP areas to 3 different landfall locations: Borssele, Maasvlakte and Slijkgat ²². A 2 GW DC 'cable' in this perspective comprises of 4 individual cables: a plus conductor cable, a minus conductor cable, a metallic return cable and a fibre optic cable. These 4 cables are installed relatively close together (within less than 5m), for which different bundling configurations have been assessed by TenneT (1 x 4, 2 x 2 and 3+1). Those bundling configurations are relevant for the installation of the cable. For the RBBB however a 'cable' is considered to be the combination of those 4 individual cables as if it is one bundle, where the relative small distance in between these 4 individual cables is such, that an external threat to one of the 4 individual cables is considered to be a threat to all 4 individual cables together as one. To optimise the multiple usage of the North Sea, the cables are joining in a cable corridor of 2, 3, 4 or 6 parallel cables at a distance of 200 m (see also Figure 3.1). The generic objective of this study is to assess the risk of:

- failure of one cable;
- simultaneous failure of 2 cables due to one event;
- simultaneous failure of 3 cables due to one event;
- simultaneous failure of 4 cables due to one event;
- simultaneous failure of 5 cables due to one event;
- simultaneous failure of 6 cables due to one event.

Generic effect of distance between parallel cables

The distance between the parallel cables has an obvious impact on the various failure scenarios:

- If the distance is large (say more than 500 m) the marine threats on one cable are mostly independent of the marine threats on the other cable;
- If the distance is small (say less than 5 m) most marine threats on one cable have the same impact on the other cable.

Table 4.5 depicts the possible impact of different marine threats dependent on cable distance. In case of the IJmuiden Ver and Nederwiek cables the distance between each cable system is 200 m. For this study only sinking is considered as a threat that might lead to the failure of two or more cables due to the same event. This is because the dragging length as calculated ($l/3$) is shorter than 200 m.

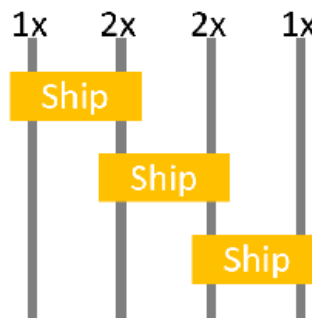
Table 4.5 Possible impact of different marine threats dependent on cable distance.

Threat	Two cables fail due to the same event if distance between cables is:			Comment		
	<5m	~200m	>500m			
Sinking	Yes	Partly	No	Taking into account the size of the vessels		
Anchor hooking		No		No	Depends on dragging distance	
Dropping object	Partly				12 m long on average (40 ft container)	
Anchor dropping					No	An anchor has a small footprint
Bottom trawling						No

²² At the moment of compiling this RBBB study, the inshore route and the inland landfall location of the NW-Gamma (6th 2GW DC) cable was not known yet. It is presently considered to be Geertruidenberg, but Moerdijk is mentioned as well as an option. The route through the Haringvliet will be assessed at a later moment in time, after this part of the route of the 6th 2GW DC cable has been determined.

**Effect of parallel cables**

The number of cables in the corridor impacts the joint probability of failure. Cables in the centre of the corridor are more likely to be part of a joint failure than the outer cables. This is illustrated in Figure 4.3 Figure below.

**Figure 4.3**

Example of four cables (grey lines) at 200 m distance with a schematic 220 m long sinking ship. The numbers indicate the number of combinations at which cables can fail depending where the ships sinks within the corridor.

Impact on capacity

The total capacity if the combined 6 cables is 12 GW.

- 3 x 2 = 6 GW to Maasvlakte;
- 2 x 2 = 4 GW to Borssele;
- 1 x 2 = GW towards Geertruidenberg via the Slijkgat.

Simultaneous failure as a result of one incident can only occur when the cables run parallel. Given the distance between the parallel cables (200 m) and the maximum ship sizes (~400 m), only simultaneous failure of 3 cables can occur due to one event. This will result in a maximum loss of capacity due to one (the same) event of 6 GW. As explained before, sinking of a vessel is the only realistic threat for cables that are 200 m apart. Anchor dragging distance in combination with significant anchor penetration will not reach the next parallel cable if the distance is 200 m or more.

Shorter distance between parallel cables

This assessment assumes a distance of 200 m between parallel cables in the same corridor. To further optimise the 'usage of the sea' a dedicated study has been initiated to investigate the effect of a shorter distance between the parallel cables. If the distance becomes shorter than 200 m, two issues are relevant:

- Sinking
If the distance between the cables become shorter, the probability that a sinking vessel 'hits' more cables (obviously) increases. The principle does not change, just the probability of the number of cables that fail due to the same sinking vessel;
- Anchor hooking
The impact of anchor hooking depend on the combination of dragging length and penetration depth of the anchor, which in turn depend on the size (and weight) of the anchor, which depend on the size (and type) of the vessel. This results in a distribution of dragging lengths and will show that the probability of anchor hooking behind two or more cables increase with decreasing distance between parallel cables.

Chapter 7 will provide some preliminary findings of the ongoing study.



5 Frequency Assessment

5.1 Introduction

Objective and approach

The objective of the frequency assessment is to determine the frequency that a hazard occurs on the Hollandse Kust (west Beta) export cables. The approach to determine the frequency that a marine induced hazard occurs on the export cables is explained in detail in /10/ (also included as Annex 1) and summarised below.

Item	Approach
All	AIS data to calculate number of crossings of the export cables, specified for different sizes of ships;
	All the frequency hazard data is determined per cable segment of ~100 m, per year. As not all segments are exactly the same size, the data is converted to frequency per kilometre per year (/km/yr);
	Not all marine incidents are actual hazards for the export cable. Therefore, for each hazard a factor is applied to the incident frequencies in order to determine the critical incident probabilities.
Sinking	Without collision: based on AIS data and sinking statistics that are utilised in SAMSON;
	After collision/accident: determined based on the relation to the sinking frequency that are not caused by an accident: 'sinking after accident' : 'sinking after no accident' = 1:2;
	The sinking frequency is determined for 8 different sizes of ships. The smallest ships (i.e. ship size 1) weight less than 300 tons and the largest ships (i.e. ship size 8) weight more than 100,000 tons.
Grounding	The grounding frequency is based on the AIS data and specific modelling of drifting to the shallow water sections.
Anchors	Of all vessels that cross the cable routes and have an incident resulting in engine or steering failure, 5% is assumed to anchor without looking to the chart or calling the coastguard (who will warn the vessel for the cables). The statistics on anchor mooring manoeuvres are based on incident database and on the dedicated marine safety study performed for BBL in 2011 (/18/) and recent Marin studies related to drifters (/9/);
	When vessels in a shipping lane have engine or rudder failure, a ship may decide to anchor. If possible vessels will first try to manoeuvre or drift outside the shipping lanes. If the fairway runs relatively near to a OWP the anchoring behaviour is expected to be different: anchoring will probably not be postponed.
	Falling: based on a fixed anchor size and the diameter of the export cable, in combination with anchor mooring manoeuvres;
	Hooking: assuming a three Phased anchor dragging process where dragging/digging length and penetration depth depends on ship length and soil condition.
Dropping cargo	The falling cargo frequency is determined by the number of crossing vessels with containers on board, which in turn is based on AIS data.



Crossing frequency all vessels The number of crossings of all vessels and fishing ships for the six IJmuiden Ver export cable routes are shown in Chapter 3 for all individual segments of 100 m. It should be noted that for none of the assessed frequencies in this Chapter, the given numbers are frequencies of the potential event, not yet the probability of the actual failure of the asset. That assessment is presented in Chapter 6 and 7.

5.2 Marine hazards

Sinking The frequency of sinking ships is determined by (1) the frequency of sinking ships not due to collision (also called foundering) and (2) by the frequency of sinking ships due to collision. The ratio between the former and the latter of 1:2 is applied in the calculations. In total, 8 different sizes of ships have been observed that contribute to the sinking frequency. It is assumed that all sinking events, irrespective to the vessel size lead to critical sinking. The probability that such critical event leads to failure of the cable is explained in Chapter 6.

Grounding/stranding The ship grounding/stranding frequencies follow from databases that are representative for the project area. More information about how the frequency of stranding is determined as function of the decreasing water depth approaching the coast is given in Annex 1.

Anchoring The impact of anchoring depends on the location of anchoring. After an incident happens that could lead to anchoring, the crew of the ship tends to wait with letting go the anchor. Until:

- the vessel speed has dropped to enable safe and effective anchoring;
- if possible, the vessel has moved outside busy shipping lanes.

The first aspect is incorporated in the anchor dragging model (see Chapter 6). The second aspect has impact on the frequency of anchoring along the cable, because it means in essence anchoring at another location.

Normal situations Most likely anchoring behaviour in case of no spatial constraints:

- 5% of incidents that could lead to anchoring, ships are assumed to anchor without checking the nautical chart (*so-called 'erroneous anchoring'*);
- If possible vessels will drop anchor outside the fairway (/9/);
 - o Different distributions have previously been applied for different locations.

Special situations Depending specific locations, the 5% has been reduced to 1%:

- In cases where the shipping is well monitored and communication with the vessel in case on an incident is assumed to reduce the chance of erroneous anchoring;
- In case it can be assumed that the crew on the bridge will be extra alert, as may be the case in busy TSS.

The crew may decide to anchor inside or close to the limits of the fairway if there is not enough room to drift, as in the case of nearby turbines of an offshore wind park. In that case the vessel may anchor without or lifted drifting.

**Diversion from shipping lanes**

A study performed by Marin (/9/) showed that if 100% is the total number of vessel crossing in the shipping lane, 44% will actually anchor inside the shipping lane and 56% outside. In case of a situation with symmetry in terms of equal space on both sides of the shipping lane, 28% will go to one side and 28% to the other. The study also indicates the distribution of anchoring as function of the distance from the shipping line boundary.

IJmuiden Ver + Nederwiek routes

For the IJV and NW export cables, it is assumed that:

- The percentage of erroneous anchoring is everywhere 5%;
- Because almost everywhere along the route there are other fairways or OWP's, there is no drifting outside the fairway. This is a conservative assumption, because sinking is the dominant threat, which is highest in the fairway;
- Only besides the TSS Maas North West it is assumed that vessels will anchor outside the fairway. This is because the cable corridor runs almost immediately besides the TSS.

Near OWP HKW The section of the 6 cable corridor that runs within the buffer-zone between the fairway and the future wind park HKW (south west corner), will be considered specifically. In this section the results will be specifically assessed in view of the safety to shipping because of the cables buried in the buffer-zone.

When anchoring What determines the decision to let the anchor go:

- Are there any other vessels nearby or approaching?
- Is there room to drift?
- Are there shallows nearby (sand banks, coast)?
- Are there any objects nearby (platforms, wind turbines)?
- Are there obstacles on the seabed (pipelines, cables)?
- What is the present vessel speed?
- What are tide and wind doing?
- How much time is required to let the anchor go?

Assumptions for this project It is expected that vessels will initiate anchoring almost immediately in case of an incident requiring anchoring because of the 'threat' of the 'nearby wall' of wind turbines. The actual moment (location) of anchoring is, however, restricted by:

- High initial vessel speed:
 - o Vessels are expected to wait until speed dropped to less than 3 knot;
 - o Vessels may reduce the speed by dedicated anchor dragging to have reached a speed of less than 3 knot;
- Time required to prepare the anchor.

Anchor dropping

The anchor dropping frequencies follow from databases that are representative for the project area. The numbers present the frequency of anchor dropping, not yet the probability of anchor dropping leading to failure, which is dealt with in Chapter 6.

Anchor hooking

The anchor hooking frequencies follow from the anchor dropping frequencies followed by the implementation of the anchor dragging and digging model with associated penetration depths. The numbers present the frequency of anchor hooking, not yet the probability of anchor hooking leading to failure, which is dealt with in Chapter 6.



- Falling objects** The falling object frequencies follow from databases that are representative for the project area. The numbers present the frequency of falling cargo, not yet the probability of falling cargo leading to failure, which is dealt with in Chapter 6. The relevant falling cargo are containers.
- Fishing activities** The frequency of potential interaction between fishing gear and the export cable was calculated based on the AIS data. In addition, it is assumed that when a fishing vessel is sailing more than 5 knots it is very unlikely that she is involved in bottom trawling. It is assumed that any crossing angle of the trawl gear with the cable lead to a critical crossing ²³.
- Fishing and trenches** The interaction between bottom trawling gear and cables depend on many factors, such as (1) depth of burial (DoB: actual sediment above cable), (2) the depth of lowering (DoL: level of top of cable relative to surrounding seabed adjacent to the cable route), (3) the shape of the trench, (4) crossing angle, (5) the seabed soil conditions and (6) the type of bottom trawl gear. The IJV+NW cable routes are characterised by mobile seabed features and mainly sandy seabed conditions. If the cable is installed at a minimum DoB of 1 m, it means that natural backfilling will result in DoC of 0.3 m within a few weeks. It is expected that the installation trench in sandy seabed conditions will be almost fully naturally backfilled within months or at least within one year after installation. Thereafter the difference between DoB and DoC is not relevant anymore because it will be the same. The probability of bottom trawling gear actually interacting with the cables only depends on the DoC, seabed sediment conditions, crossing angles and gear. If other, less sandy seabed conditions are encountered, it could be necessary to either artificially back fill the trench or re-burial in order to assure compliance with the required DoC.

5.3 Seabed dynamics

- Sand waves** The cable route passes through areas with dynamic sand waves, which are known to migrate in the order of metres per year. It is the strategy of TenneT to install the cables to a "*bury and would like to forget*" depth in order to minimise the TOTEX costs to society over the lifetime of the cables. "Costs" comprise of the financial costs, the costs to the environment as well as the costs to stakeholders involved. Primary mitigation is to 'micro-reroute' the cables within the permitted corridor in such a way that future sand wave mobility is anticipated as much as possible, by for instance routing through the sand waves troughs wherever possible. Options for such rerouting between sand waves are however limited where multiple cables run parallel to each other. Secondary mitigation is by dredging a trench through the sand waves as pre-lay and pre-trenching cable trench ²⁴. For the IJmuiden Ver export cables the same strategy will be applied as has been applied for the other Net op Zee export cables, which is installing the cables with a 'burial scenario depended Depth of Burial' below the non-mobile reference level (NMRL). This NMRL will be determined by TenneT prior to the installation operations based on the seabed mobility studies and on installation options considerations. In the present study the Depth of Burial is assumed below the actual seabed, which in terms of the Probability of failure is a conservative approach, because in reality, the Depth of Burial will always be more under a sand wave if the cable is buried below the NMRL. This means that where this study assumes a DoB below the actual seabed, in other words also at the top of the sand wave, in reality the cable will be buried below the NMRL, which means that

²³ For exposed and free spanning pipeline the crossing angle has a significant effect of the frequency of critical crossing.

²⁴ As applied to BritNed Interconnector, Borselle, HKZ, HKN, HKW Alpha and HKW Beta export cables.



the actual DoB is much larger in the sand wave. As a result, the results as presented in this report in terms of the probability of failure of single, double and triple cables are conservative.

5.4 Other sources

Free spans

Free spans ²⁵ in cables are to be avoided because of the vulnerability of cables to external hazards (especially in case of zero cover), as well as internal vulnerability due to Vortex Induced Vibrations ²⁶. External forces, caused by anchor or fishing gear interaction, do not always lead to total cable breakage, but also high bending forces may lead to internal failure and subsequently cable failure. In case of pipelines the situation is normally different. A steel pipeline is stronger and free spans are often acceptable as long as within project specific free span allowance criteria. In this cable risk study, dedicated free span development studies were not performed because they are in principle to be avoided. It is assumed that if free spans are expected to occur, or have occurred, free span intervention work will be carried out. To provide guidance on the issue of free spans, 'signal' and 'minimum' criteria are included in the permit provisions (Section 7.4).

²⁵ A free span is a section of the cable where it is not supported by the seabed, allowing the water to flow beneath it. Fishing gear may more easily get hooked under a cable in free span.

²⁶ Vibrations of the cable caused by the flow velocities and viscosity of the water flowing around the free span. Long term vibrations cause fatigue damage of the cable.



6 Failure assessment

Introduction

In Chapter 5 the probabilities of the events were determined ($P1$ = frequency of event happening), in this Chapter the probabilities of failure if those events happen will be assessed ($P2$ = probability of event leading to unacceptable consequences), as explained in Step 2 in Chapter 2. The assessment of technical failure requires an engineering study which is outside the scope of this study. However, estimates were made in this study based on available knowledge, our experience and recent investigations with respect to anchor hooking (/3/,/14/). In this study a new anchor hooking model has been developed and implemented, which is described in short in this Chapter and in more detail in /3/ (also included as Annex 2 to this report).

$P2 = BF * AF$

The probability of failure if an event happens is the result of the 'event specific' Burial-Factor multiplied with the 'event specific' Asset-Factor. The Burial-Factor is dependent of the burial depth, while the Asset-Factor is dependent of the damage/failure scenario.

Burial-Factor

The Probability of Failure of the asset (in this case cable) due to hazardous events is calculated by multiplying (1) the probability that an event happens ($P1$), with (2) the probability of failure if the event happens ($P2$). The probability of failure is calculated with the 'event specific' Burial-Factor and Asset-Factor. For all threats except for anchor hooking, the Burial-Factor depends on the amount of cover above the asset and is assumed to change between:

- '0' (zero): if the asset is sufficiently deep buried;
- '0.1' (10%): if the asset is buried on the depth the probability of causing significant damage to the asset is 10%;
- '0.5' (50%): if the asset is buried exactly on the depth the probability of causing significant damage to the asset is 50%;
- '0.95' (95%): if the asset is buried exactly on the depth the probability of causing significant damage to the asset is 95%;
- '1', if the top of the asset is exposed to the level that significant damage must be assumed.

The probability of failure due to anchor hooking (dragging, digging and ultimately hitting or hooking) is based on an improved anchor hooking model, which is explained later in this Chapter, and detailed in /3/ that is also attached as Annex 2 to this report.

Variation of Burial-Factor with cover

The variation of the Burial-Factor as function of the cover follows an S-curve. The reasons for that assumption are the following:

- It is assumed that the first centimetres or decimetres of the seabed do not immediately mobilise support;
- It is assumed that the Burial-Factor will quickly decrease at a certain (event depending) cover depth, but it will not become zero at a specific depth, the Burial-Factor will reduce to an asymptote.

The S-curve as shown in Figure 6.1 has been derived by specifying the threshold values as explained above.

Implementation of Burial-Factor

In general, different soil types are found in the first 3 – 5 meters of the seabed. For all relevant soil types, corresponding S-curves were defined. In general the S-curve shift to the right in case the soil can absorb less energy and shifts to the left in case the soil can absorb more energy at the same Depth of Burial (or cover above the cable). For the IJmuiden Ver and Nederwiek export cable routes, the by far dominant soil type is medium dense sand. Table 6.1 presents the threshold



values that have been applied for soil type Medium Dense Sand ('B2' in the RBBB model). The resulting S-curve is presented in Figure 6.1.

Table 6.1 Assumptions for cover threshold values for Burial-Factors (BF) for the Soil type B2 Medium Dense Sand.

Event	Assumptions for BF cover threshold values (m)		
	Burial Factor		
	0.50	0.95	1.0
Sinking	2.50	1.25	0
Grounding	1.25	0.63	
Anchor dropping	0.40	0.20	
Fishing	0.12	0.06	
Container dropping	0.20	0.10	

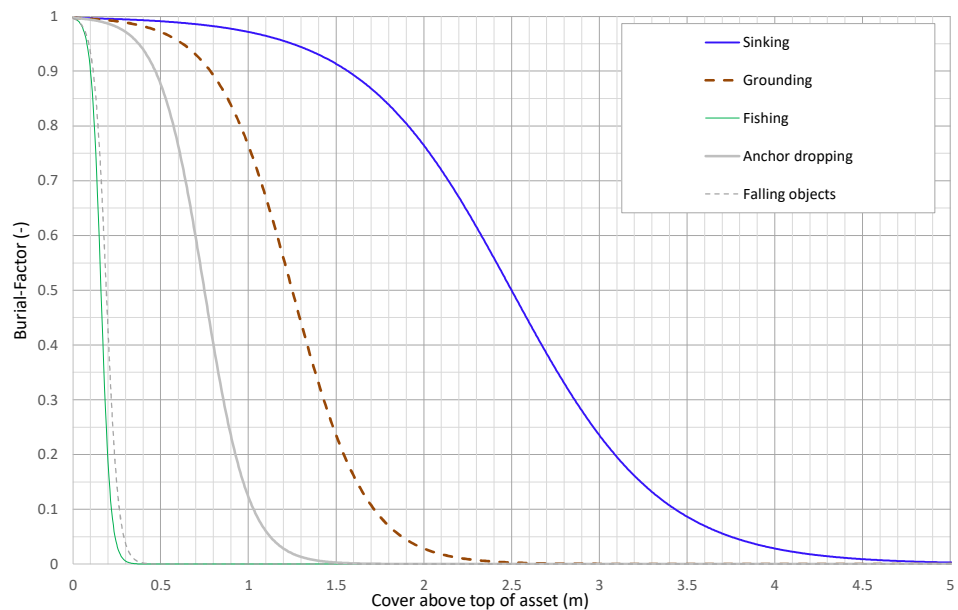


Figure 6.1 Burial-Factors for the marine threats for the **Medium Dense Sand (type B2)**, as function of cover above the cable.

Justification of Burial Factors

The assumptions for the Burial Factor cover threshold values, as listed in Table 6.1 and shown in Figure 6.1, are based on experience and considered opinions of experts. The main reasoning for the assumptions leading to the different S-curves is given below.

Fishing It is assumed that in 50% of the events the bottom trawling gear will dig deeper than 12 cm, which is considered conservative for normal sands. In essence bottom trawling fishermen will aim at reducing 'bulldozing' the seabed because that cost too much fuel. The SumWing will, when correctly operated have even less seabed penetration, but due to malfunctioning, wrong warp line connections or sudden changes in the seabed profile, the 'nose' may locally dig-in. That explains the lower part of the S-curve. The resulting S-curve is rather steep, which shows in significant increase in the PoF due to bottom trawling with Depth of Burial less than 0.2 m.



Cargo over board Cargo over board mainly concerns containers falling overboard, causing two concerns:

- Containers that have fallen overboard could start floating around just under the sea surface, making them a real threat to other vessels, and extend the impacted area;
- Containers that are filled with relatively heavy cargo and relatively tight doors will sink to the bottom and potentially damage the cable.

Due to the dimensions of the container (length ~12 m) and the water depth (between 20 m – 25 m, it is expected that the 'fall-velocity' is relatively low. If the corner of the container exactly hits the cable, there is a likely damage. In other cases, the impact of the container on the cable is expected to be relatively small. After some time the container will embed deeper in to the seabed due to local scouring, but that process is not expected to damage the cable. It is also expected that the owner of the vessel who lost the containers, will be made responsible for removing the floating or sunk containers. ²⁷

Anchor dropping The assumptions are based on opinions of experts. The actual penetration of an anchor obviously depends on the size and weight of the anchor and as such depend on vessel size, which is included in the determination of the frequency of anchor dropping, but not in the soil penetration. It is basically a chunk of steel that is dropped on the seabed. The actual threshold values, however, are less relevant compared with anchor hooking because the probability of asset damage due to anchor dropping is significantly smaller compared with the probability of asset damage due to anchor hooking. This is best explained by noting that the probability of an anchor falling exactly on the cable (assumed width of impact in the order of 1 – 2 m for large anchors) is small compared with the anchor dragging distances.

Grounding It is assumed that in 50% of the events a grounding vessel will dig deeper than 1.25 m, which is considered realistic for the type of sand found near the landfalls. In the case of grounding on the Maasvlakte and the sand banks before the Eastern Scheldt, it is assumed that the vessel will be freed within a couple of days or likely within a week, which means that further digging in the seabed is expected to happen but not too much. The threshold values are based on various discussion with naval architects and nautical and soil mechanical experts.

Sinking Sinking in the context of this study, is expected in deeper water where salvage is expected to be more complicated. Therefore it is assumed that a sunken vessel will remain on the seabed for at least weeks and most likely months, if not years. That means that scouring around the wreck will occur resulting in deeper embedment of the wreck in the seabed. The assumptions for initial sinking are the same as for grounding, but an additional margin is included to account for additional embedment due to scouring.

**Anchor hooking
previous approach**

In the previous RBBB studies, the probability of failure due to anchor hooking was determined in a comparable way as the other threats, in the sense that (1) the probability of the 'event' was determined on the assumption of a critical anchor corridor of about ¼ of the ship length, and (2) the probability of failure if the event happened was based on the principle of the Burial-Factor as explained for the other threats above. The assumptions with respect to anchor hooking were largely based on research carried out by Deltares for TenneT (/14/) and other

²⁷ On 1 January 2019, the container vessel MSC Zoe lost more than 300 containers in a storm. Anecdotal observations indicate that the majority of the containers seem to have reached the seabed not too far from the sailing track, but that still a significant number of containers have drifted to the shore. As soon as more information becomes available, this will be used to update the incident database and other relevant parameters in the RBBB model related to 'cargo overboard'.

clients, including dedicated discussions with the main researcher from Deltares, Dirk Luger.

Anchor hooking new approach

Initially for the IJmuiden Ver export cables, a new anchor hooking model has been developed and implemented in the RBBB model. Based on the previous RBBB studies performed for the other TenneT export cable projects (Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west Alpha) and Hollandse Kust (west Beta), it has become clear that anchor hooking is often the dominant marine threat ²⁸ for most of the routes. Moreover, additional studies on the impact of the crossing angle of the cable route with shipping lanes and the impact of the distance between multiple parallel cables supported the proposal to improve the anchor model for the IJmuiden Ver export cables because (1) the routes cross and run almost parallel to several busy shipping lanes and (2) the cables from platforms IJV and NW run parallel (with distance of 200 m), which makes the already dominant anchor hooking threat even more important.

Three Phase anchor model

Based on the work of Dirk Luger (/3/ and Annex 2) the anchor dragging, digging and hooking process has been improved by identifying three different phases in the anchoring process (see also Figure 6.2):

- **Phase 1:** When the anchor is dropped with an initial vessel speed in excess of 1.5 m/s (3 knot), it will not dig in the seabed but will drag over the seabed with limited penetration depth until the ship has slowed down to 1 m/s (2 knot);
- **Phase 2:** When the vessel (and the anchor) has reached a velocity of 1 m/s, the anchor will start digging in the seabed and the vessel will further slow-down. In this second phase the anchor will significantly penetrate in the seabed until the dragging and digging anchor has further slowed down the vessel to 0.05 m/s (0.1 knot). The dragging speed is still too high to achieve full penetration due to the relatively high strength of sand at that speed;
- **Phase 3:** In this last phase the anchor speed has reduced so much that it will reach its maximum penetration depth and holding power, ultimately stopping the vessel. This deeper anchor penetration only occurs at very slow speed of the anchor because only the pore pressure dissipation in the sand can take place (see Annex 2).

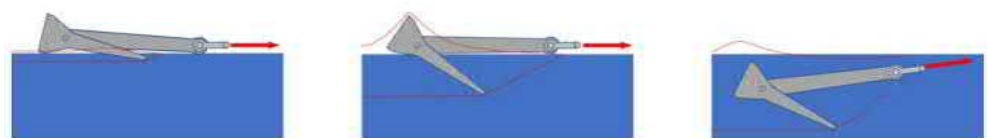


Figure 6.2

*Left: Phase 1 Shallow sliding and scratching at a speed larger than 1.0 m/s;
Middle: Phase 2 Fluke penetration at nominal capacity at speeds between 1 m/s and 0.05 m/s;
Right: Phase 3 Full penetration at nominal and better capacity at speeds below 0.05 m/s.*

Figure 4-1 from Annex 2.

Transition speeds

It should be noted that the transition speeds between the various phases are not set in stone and do depend on e.g. anchor and seabed conditions. The values for these transition speeds (as well as other parameters used in the anchor model, like penetration depth and holding force) are considered to be cautious estimates and were selected after studying the data in /14/ and performing a set of sensitivity analyses.

²⁸ Provided that the cable is protected against fishing gear.

**Background and implementation**

The background and details of the improved anchor model are given in /3/ (also in Annex 2). The 'three phase anchor model' equations have been implemented in the calculation of the probabilities of vessel dependent dragging/digging length for the three Phases and the associated penetration depth of the anchor in each of the three Phases. This is further explained in the Marin report (/10/ also included as Annex 1). The resulting probability of an anchor reaching a given penetration depth, or Depth of Burial, is subsequently implemented in the RBBB model.

Anchoring near or on cable corridor

The anchor model shows that with a distance of 200 m between the parallel cables in the same corridor, the dragging length of the anchors in the relevant phases (phase 2 and 3) is shorter than 200 m. This means that the probability of simultaneous failure of 2 or more cables due the same anchor is extremely unlikely.

Asset-Factor

The Asset-Factor is defined as the probability that the cable fails after a specific number of crossing or hits. The Asset-Factor much depends on the damage/failure scenario:

- If a vessel sinks on top of a cable, failure of the cable is assumed because continued operation of the cable with the sunken vessel on top is assumed to be unacceptable:
→ Asset-Factor_{sinking} = 1.0;
- If a vessel grounds (strands) on top of a cable, failure of the cable is assumed because continued operation of the cable with the grounded vessel on top is assumed to be unacceptable:
→ Asset-Factor_{grounding} = 1.0;
- If a dragging anchor hooks behind a cable on, or just flush with the seabed, failure is assumed because the cable will also be dragged for some distance and the resulting forces and bending moments are assumed to be unacceptable because they often damage the protection layers potentially leading to damage:
→ Asset-Factor_{anchor-hooking} = 1.0;
- If an anchor drops just on top of the cable, the cable can be damaged. Different studies result in diverging results about the energy a cable can absorb before it fails (ranging from 50 J to 2.5 kJ). It is therefore chosen to be conservative and it is assumed that the cable will fail:
→ Asset-Factor_{anchor-dropping} = 1.0;
- If bottom trawls cross and hit the cable, the cable is assumed the fail because it is not designed to withstand multiple contacts between the trawls and the cable at the same location. The lead sheath and isolation can damage which causes direct or delayed failing of the cable. It is therefore assumed that the cable fails at first hit:
→ Asset-Factor_{fishing} = 1.0.

Used Asset-Factors

The used Asset-Factors are summarised in Table 6.2.

Table 6.2*Assumptions for Asset-Factors.*

Event	Assumptions for Asset-Factor (-)
Sinking	1.0
Grounding	1.0
Anchor dropping	1.0
Anchor hooking	1.0
Dropped cargo	1.0
Fishing	1.0



7 Risk Assessment

7.1 Introduction

- Objective** In this chapter the Risk Assessment is performed by the following steps:
- Determine the PoF for various scenarios, by multiplying the probability of event happening (P1) with the probability of the event leading to failure (P2) → Section 7.2;
 - Assess the results in terms of risk (combination of probability of failure and consequences in the project dependent Risk Matrix → Section 7.3;
 - Finally, combining all results into a Risk Based Burial Depth proposal for the permitting process → Section 7.4.
- Burial scenarios** The study shall develop three different burial scenarios:
- Installation scenario
The cable should be installed as by minimum requirement of the Competent Authorities, which is 3 m and 1 m respectively in the section 3 km from the coast and the remaining offshore section (/13/). In addition it was agreed that the cables will be installed at 1.5 m within and in the vicinity of shipping lanes and Traffic Separation Schemes;
 - Signal scenario
The signal scenario specifies burial depth criteria that identifies before reaching the actual 'minimum burial depth' when remediation or mitigation plans should be prepared. The criteria are location specific;
 - Minimum scenario
The minimum scenario specifies burial depth criteria that identifies when actual remediation or mitigation is required to meet the minimum risk criteria set by TenneT.
- Developing burial scenarios** In addition to the criteria as explained in Chapter 4 and above, the burial scenarios have also been determined with the objective to 'equalise' the PoF along the route as much as possible, thus reflecting the impact of variations in threats along the routes. This is according to the principle of the 'weakest link'. In linear infrastructure, such as this export cable, the PoF is mainly determined by sections with the highest PoF: the weakest link. It is more effective to reduce the PoF in those sections by increasing the burial depth, compared to sections with a low PoF due to for instance low shipping frequencies. In essence it is an iterative process using the criteria and subsequently increasing or decreasing the burial depth in the various sections to achieve ADARP (As Deep As Reasonable Practicable) along the complete route.



7.2 Results

All three scenarios All scenarios have been developed based on the criteria as presented in the previous Section. Table 7.1 and Table 7.2 show the resulting burial depths as implemented in the RBBB for all three scenarios for all 6 export cable routes.

Table 7.1 Depth of Burial for **IJV-Alpha**, **NW-Alpha** and **NW-Gamma** for the all three burial scenarios.

Export cable routes						Depth of Burial used in different scenarios									
IJV-Alpha	NW-Alpha	NW-Gamma	NW-Beta	IJV-Beta	IJV-Gamma	Section	Burial scenario								
							Installation			Signal			Minimum		
							IJV-A	NW-A	NW-G	IJV-A	NW-A	NW-G	IJV-A	NW-A	NW-G
							m	m	m	m	m	m	m	m	m
						Veerse Meer	3.0			1.5			0.5		
						HDD under Veerse Dam									
						3 km zone	3.0			2.0			1.0		
						Intermediate zone	1.0			0.7					
						Intermediate zone + sand bank	1.5			1.2			0.5		
						Intermediate zone	1.0			0.7					
						Crossing NW-A over IJ-A	3.0			3.0			3.0		
						Intermediate zone	1.0			0.7			0.5		
						3 km zone			3.0			2.0			1.5
						Intermediate zone			1.2			0.7			
						Intermediate zone + sand bank			1.5			1.2			0.5
						Intermediate zone			1.2			0.7			
						3 km zone									
						Intermediate zone									
						Parallel to anchorage area									
						NW-G crosses over NW-B + IJV-G + IJVB			3.0			3.0			3.0
						Intermediate zone			1.0			0.7			0.5
						Parallel to anchorage area	1.0			0.7					
						In between 2 anchorage areas						1.2			
						Eastbound Maas West-Inner						1.2			
						Eurogeul						1.2			
						Intermediate zone			1.5			0.7			0.5
						Westbound Maas West-Inner						1.2			
						Parallel to Eastbound limit of TSS Maas North-West						0.7			
						West+Eastbound TSS Maas North-West						1.2			
						Intermediate zone						0.7			
						NW-G + NW-B crosses over IJV-A + IJV-G + NW-A	3.0			3.0			3.0		
						Intermediate zone						0.7			
						Northbound clearway						1.2			
						intermediate zone						0.7			
						Between small Southbound clearway and HKwSouth			1.5			0.7			0.5
						Intermediate zone						1.2			
						Southbound clearway						0.7			
						Intermediate zones									
						Southbound clearway									
						Intermediate zones						0.7			
						TSS Brown ridge			1.5			1.2			0.5
						Intermediate zones						0.7			
						Intermediate zones	1.0			0.7			0.5		
						NW-A crosses over NW-G + NW-B			3.0			3.0			3.0
						Intermediate zones			1.0			0.7			0.5
						Intermediate zones			1.0			0.7			0.5
						Intermediate zones			1.0			0.7			0.5

Note: The columns left of the burial Table indicated where which cables run parallel in the same corridor. See also Figure 3.2.



Table 7.2 Depth of Burial for **IJV-Beta**, **IJV-Gamma** and **NW-Beta** for the all three burial scenarios.

Export cable routes						Depth of Burial used in different scenarios													
IJV-Alpha	NW-Alpha	NW_Gamma	NW-Beta	IJV-Beta	IJV-Gamma	Section	Burial scenario												
							Installation			Signal			Minimum						
							IJV-B	IJV-G	NW-B	IJV-B	IJV-G	NW-B	IJV-B	IJV-G	NW-B				
							m	m	m	m	m	m	m	m	m				
						Veerse Meer													
						HDD under Veerse Dam													
						3 km zone													
						Intermediate zone													
						Intermediate zone + sand bank													
						Intermediate zone													
						Crossing NW-A over IJ-A													
						Intermediate zone													
						3 km zone													
						Intermediate zone													
						Intermediate zone + sand bank													
						Intermediate zone													
						3 km zone	3.0			2.0			1.5						
						Intermediate zone	2.0			1.5			1.2						
						Parallel to anchorage area	1.0			0.7			0.5						
						NW-G crosses over NW-B + IJV-G + IJVB	3.0			3.0			3.0						
						Intermediate zone	1.0			0.7			0.5						
						Parallel to anchorage area				0.7									
						In between 2 anchorage areas													
						Eastbound Maas West-Inner				1.2									
						Eurogeul													
						Intermediate zone	1.5			0.7			0.5						
						Westbound Maas West-Inner				1.2									
						Parallel to Eastbound limit of TSS Maas North-West				0.7									
						West+Eastbound TSS Maas North-West				1.2									
						Intermediate zone				0.7									
						NW-G + NW-B crosses over IJV-A + IJV-G + NW-A	3.0			3.0			3.0						
						Intermediate zone				0.7			0.5						
						Northbound clearway	1.5			1.2			0.5						
						intermediate zone				0.7									
						Between small Southbound clearway and HKwSouth													
						Intermediate zone							0.7						
						Southbound clearway			1.5				1.2					0.5	
						Intermediate zones							0.7						
						Southbound clearway	1.5			0.7			0.5						
						Intermediate zones				1.2									
						Intermediate zones				0.7									
						TSS Brown ridge				1.5			0.7					0.5	
						Intermediate zones							1.2						
						Intermediate zones				0.7									
						Intermediate zones	1.0			0.7			0.5						
						Intermediate zones		1.0			0.7			0.5					
						NW-A crosses over NW-G + NW-B				3.0			3.0						3.0
						Intermediate zones				1.0			0.7						0.5
						Intermediate zones													
						Intermediate zones				1.0			0.7						0.5

Note: The columns left of the burial Table indicated where which cables run parallel in the same corridor. See also Figure 3.2.



Installation scenario

This scenario aims at showing the resulting PoF based on the permit requirements as generally given by the Dutch Authorities, and on the criteria given in Section 7.1. Table 7.1 and Table 7.2 show the burial depth as implemented in the RBBB for the Installation, the Signal and the Minimum scenario. The results for IJmuiden Ver Alpha are presented in Figure 7.1 and Figure 7.2, showing only the dominant threats. Annex 3 includes the same Figure at a larger scale for better readability. Annex 3 also included the PoF plots of all other 5 export cables. Annex 3 contains also an explanatory PoF plot as Figure A3.0.

How to read the Probability of Failure profile plots:

- **Horizontal axis:** KP 0 starts at the coast, increasing towards the platform (East to West);
- **Left vertical axis:** seabed level in metres below LAT to allow visual alignment;
- **Right vertical axis:** Probability of Failure on a logarithmic scale from 1 (1.00E+00) to 10⁻¹⁰ (1.00E-10);
- **Total PoF** is presented as values for 100 m segments with a red line that is highlighted by the colour of the dominant threat in that particular segment (shown as histogram);
- **Red dot at KP105:** represents the PoF of the whole route per year per route, with the value is plotted near the dot;
- **Thin black line:** represents the cover on top of the export cable, i.e. the difference between the seabed (yellow line) and the Top of Cable (black line);
- **Soil conditions** are visualised by two thick lines;
- **'Broken lines':** if the PoF line shows an intermittent line, this is due to the values being lower than the minimum value on the y-axis, being the result of using a logarithmic scale;
- **Areas of interest** are visualised by different coloured line segments, e.g. shipping lanes and sections where the cable routes runs within future OWP's.

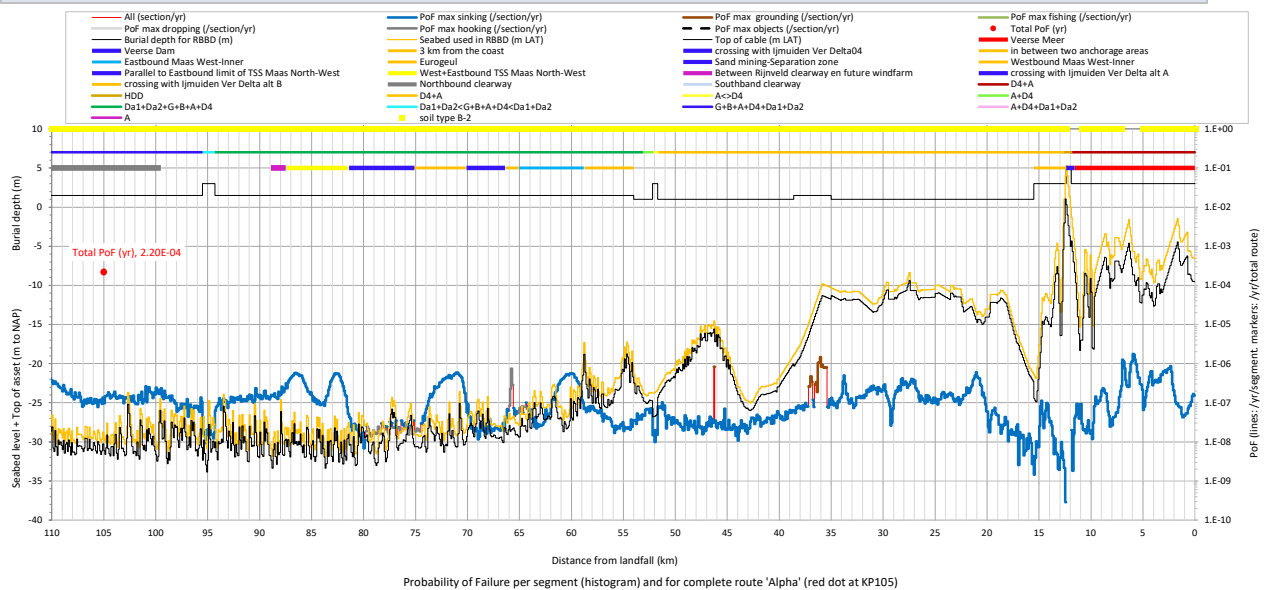


Figure 7.1 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Alpha, maximum threat only, KP0 – KP110, Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.

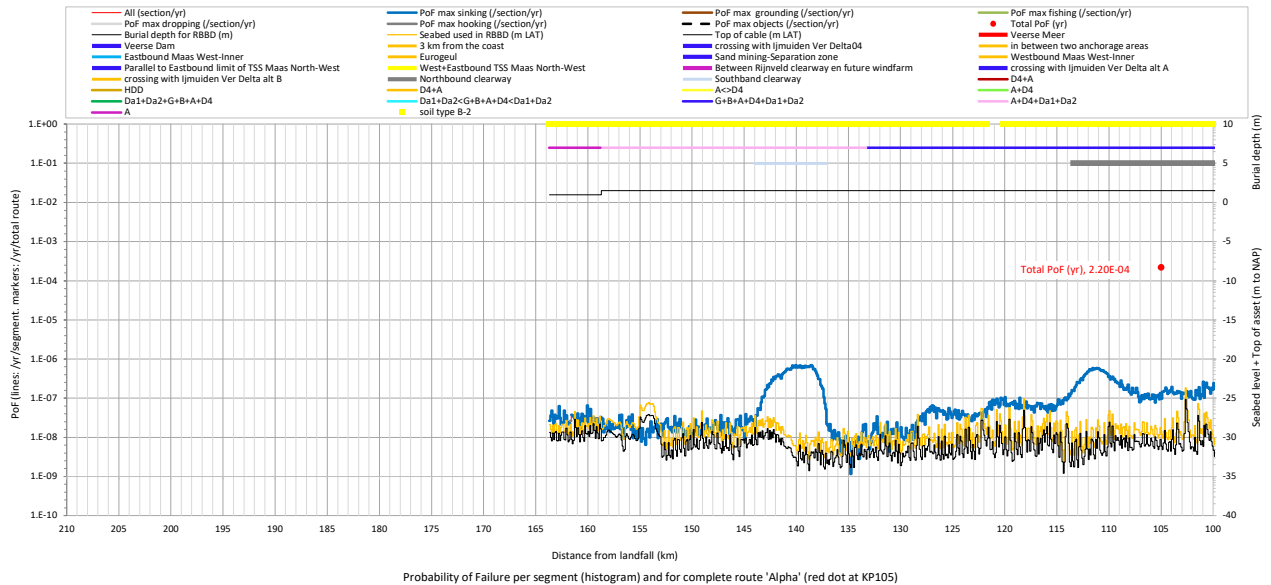


Figure 7.2 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Alpha, maximum threat only, KP100 – KP210, Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.

Signal scenario This scenario is meant to calculate the PoF for the situation that remediation should be planned but not yet executed: it should serve as a 'warning'. The scenario is based on the burial criteria as given in Section 7.1, and the burial depths as given in Table 7.1 and Table 7.2. The results for all 6 export cables are presented in Annex 3 at a larger scale for better readability.

Minimum scenario This scenario is meant to calculate the PoF for the situation that remediation is required: it should serve as the trigger to start remediation. This scenario is based on the burial criteria as given in Section 7.1 and the burial depths as given in Table 7.1 and Table 7.2. The results for all 6 export cables are presented in Annex 3 at a larger scale for better readability.

PoF all scenarios The results of all scenarios for all 6 export cables are presented in Table 7.3 showing both the PoF for each individual cable resulting in Reduced Capacity, as well as the joint probability of failure of both cables resulting in Total Loss of Capacity.

Table 7.3 Probability of Failure for all 6 export cable routes, expressed in PoF/year.

Burial scenario	Probability of Failure: expressed in PoF/year							
	Single cable						Multiple cables	
	IJV-Alpha	IJV-Beta	IJV-Gamma	NW-Alpha	NW-Beta	NW-Gamma	2 Cables	3 Cables
Installation scenario	2.2E-04	2.1E-04	2.2E-04	2.7E-04	2.2E-04	2.1E-04	2.5E-06	2.3E-07
Target scenario	3.5E-04	5.4E-04	5.5E-04	4.0E-04	6.1E-04	3.5E-04	2.7E-06	2.5E-07
Minimum scenario	6.1E-04	1.3E-03	1.3E-03	7.1E-04	1.6E-03	7.2E-04	2.8E-06	2.5E-07

Note: The 'PoF/year' is listed in one decimal digit to aid comparison of the results of the various scenarios and not to suggest a high accuracy;



Table 7.4 Probability of Failure for all 6 export cable routes, expressed in the return period of in average once peryear.

Burial scenario	Probability of Failure: expressed in average once peryear							
	Single cable						Multiple cables	
	IJV-Alpha	IJV-Beta	IJV-Gamma	NW-Alpha	NW-Beta	NW-Gamma	2 Cables	3 Cables
Installation scenario	4,538	4,757	4,552	3,730	4,614	4,661	392,273	4,272,223
Signal scenario	2,890	1,844	1,814	2,510	1,653	2,845	372,840	4,074,164
Minimum scenario	1,646	752	744	1,402	613	1,382	361,471	3,937,281

Note: The 'PoF/.....year' numbers are listed as the numerical result of the reciprocal of the PoF/year and should be interpreted as rounded numbers;

Table 7.5 Probability of Failure for all 6 export cable routes, expressed in PoF/km/year.

Burial scenario	Probability of Failure: expressed in PoF/km/year							
	Single cable						Multiple cables	
	IJV-Alpha	IJV-Beta	IJV-Gamma	NW-Alpha	NW-Beta	NW-Gamma	2 Cables	3 Cables
Installation scenario	1.3E-06	1.4E-06	1.4E-06	1.3E-06	1.0E-06	1.1E-06	1.4E-08	1.3E-09
Signal scenario	2.1E-06	3.7E-06	3.5E-06	1.9E-06	2.9E-06	1.8E-06	1.5E-08	1.4E-09
Minimum scenario	3.7E-06	9.1E-06	8.4E-06	3.4E-06	7.9E-06	3.7E-06	1.5E-08	1.4E-09
Length export cable route (km)	163.7	146.2	159.4	209.8	207.2	193.1	180	180

Note: The length quoted for the joint PoF for the multiple cables is the average length of all 6 cables as indication.

7.3 Risk based evaluations

Risk to safety and environment

As assessed in the Chapter 4 and 6, the probability of significant consequences for people and the environment for the present burial status is estimated to be less than 10^{-6} /km/year and corresponds with the probability class 'rare' and as such meets the acceptance criterion for 'Safety and Environment' as defined in Chapter 4.2.

Risk to asset, reputation and cost

The results shown in Table 7.3 have been used to calculate the probability of failure of the system (both for the individual cables as the failure of 2 or 3 systems) as a function of the 'relevant duration' or time span of a specific burial condition. As explained in Chapter 1, the concept of 'Installation scenario', 'Signal scenario' and 'Minimum scenario', includes different relevant durations, as shown in Table 4.4.

PoF per time span

The results expressed in PoF/year are presented in Table 7.6 expressed as percentage per year over the lifespan associated with the relevant burial scenario, as shown in Table 4.4. For the explanation of the calculation, see Chapter 4.2.



Table 7.6 Probability of Failure for all 6 export cable routes, expressed percentage per year over the full design life time.

Burial scenario	Time span	Probability of Failure: expressed in percentage per year over full time span							
		Single cable						Multiple cables	
	Year	IJV-Alpha	IJV-Beta	IJV-Gamma	NW-Alpha	NW-Beta	NW-Gamma	2 Cables	3 Cables
Installation scenario	40	0.88%	0.84%	0.87%	1.07%	0.86%	0.85%	0.0102%	0.00094%
Signal scenario	10	0.35%	0.54%	0.55%	0.40%	0.60%	0.35%	0.0027%	0.00025%
Minimum scenario	1	0.06%	0.13%	0.13%	0.07%	0.16%	0.07%	0.0003%	0.00003%

Note: Basis for the numbers in above Table are the results presented in Table 7.3.

Risk plot

The results shown in Table 7.3 and Table 7.6 are also presented in Figure 7.3, indicating the 'location' of the calculated probability of failures in the risk matrix:

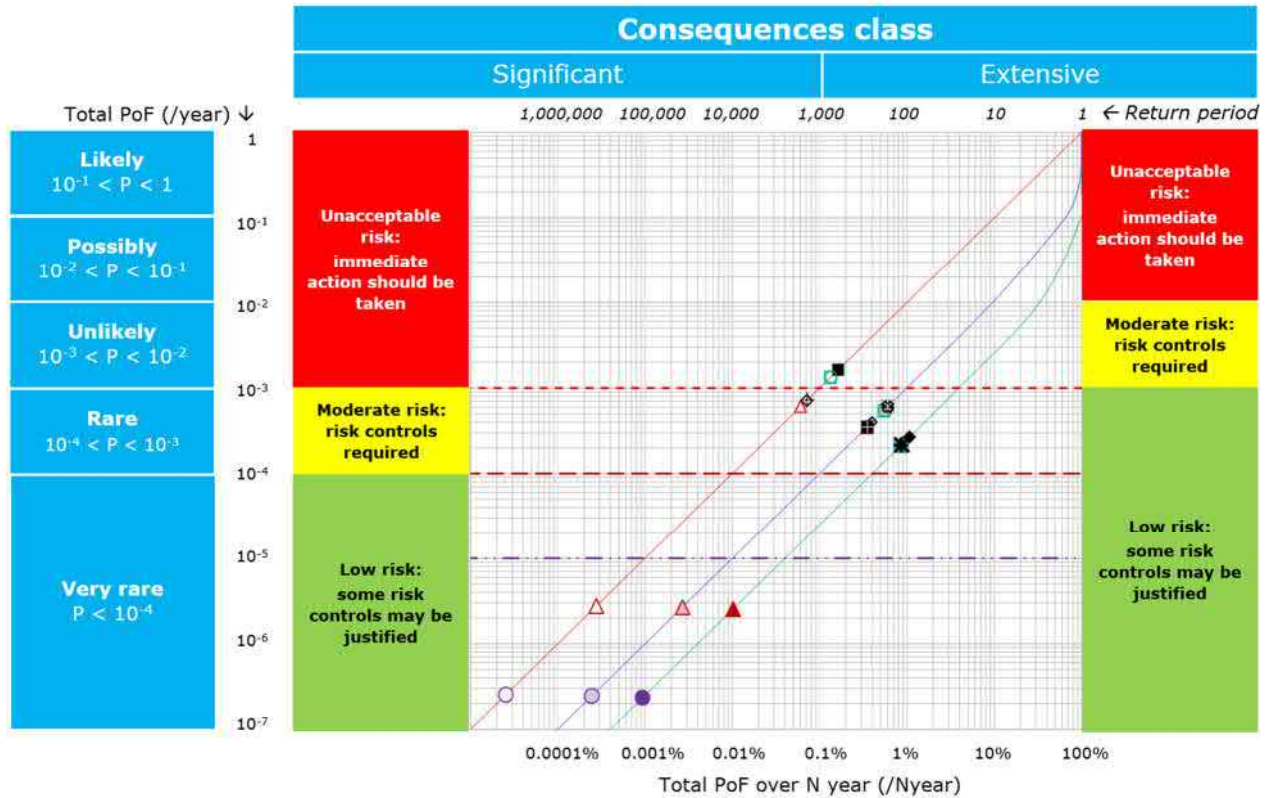
- Vertical y-axis: PoF per year and probability classes;
- Horizontal x-axis: PoF over N year and consequence classes

The output from the RBBB model are expressed in PoF/year (y-axis) and results in the PoF over N year on the x-axis:

- Open markers indicate the probability for the Reduced Capacity if one cable fails;
- Full markers indicate the probability for the Total Loss of Capacity if both cables fail.

How to read the PoF plot Figure 7.3:

- **Vertical axis (input):** Total PoF/year for a complete route for the given scenario;
- **Horizontal axis:** returns the PoF/N year for a complete route for N year duration;
- **Horizontal broken red line at $10 \cdot 10^{-3}$ /year:** corresponds with the TenneT criterion of maximum acceptable PoF for a single cable failure due to one event;
- **Horizontal broken dark red line at $10 \cdot 10^{-4}$ /year:** corresponds with the TenneT criterion of maximum acceptable PoF for simultaneous failure of two parallel cables due to the same event;
- **Horizontal broken purple line at $10 \cdot 10^{-5}$ /year:** corresponds with the TenneT criterion of maximum acceptable PoF for simultaneous failure of three or more parallel cables due to the same event;
- **Diagonal coloured lines:** represent lines of the relation between PoF/year and PoF/N year for various durations of N year, in accordance with $P(N) = 1 - (1 - P_a)^N$ with P_a being the PoF/year.
 - o The **red diagonal line** is for N = 1 year: Minimum scenario;
 - o The **blue diagonal line** is for N = 10 year: Signal scenario;
 - o The **green diagonal line** is for N = 40 year: Installation scenarios;



Legend

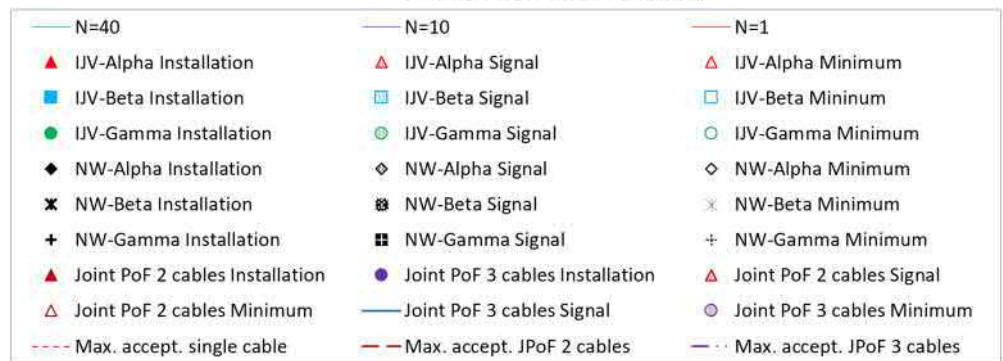


Figure 7.3

Probability of Failure for burial scenarios for single cable, 2 cables simultaneously and 3 or more cables simultaneously expressed as (1) PoF/year (vertical axis) and (2) chance per relevant duration (PoF over N year).

Diagonal lines:

- Red: corresponds to PoF over 1 year: minimum criterion;
- Blue: corresponds to PoF over 10 years: signal criterion;
- Light green: corresponds to PoF over 40 years: installation criterion;

Horizontal broken lines:

- Broken red line at 10⁻³/year: max. acceptable PoF single cable;
- Broken dark red line at 10⁻⁴/year: max. acceptable PoF 2 cables due to same event;
- Broken purple line at 10⁻⁵/year: max. acceptable PoF 3 or more cables due to same event.



- Observations** The following is observed.
- The PoF of three of the six export cables routes for the Minimum scenario are just higher than 10^{-3} /year. This is considered an acceptable margin because of the conservatism by not including (1) the additional burial depth in sand waves, and the assumption that the minimum scenario occurs at the same time along the complete route (see below);
 - The difference in PoF between the Installation and Signal scenario is relatively small, which is due to the optimum design of the Depth of Cover for the Installation scenario;
 - The simultaneous PoF of 2 and 3 (and more) parallel cables due to the same event are both well below the maximum acceptable PoF as set by TenneT. This applies for a distance of 200 m between the parallel cables. If the distance would be less than 200 m, the probability would increase;
 - Unlike previous projects, the difference in the simultaneous PoF for 2 and 3 cables for the three burial scenario's is very small (they are all in the same order of magnitude). The reason for this is the relatively small difference in the single PoF for these burial scenario's;

Impact of dredging the sand waves on risk

Sand wave area It is planned to install the IJmuiden Ver cables in trenches through the sand wave areas to achieve the required minimum DoB below the Non Mobile Reference Level (NMRL), along sections where the trencher used for the installation cannot reach that depth without dredging. Given (1) the significant migration rates of the sand waves and (2) the uncertainties of the sand wave movements, this approach is relevant. After installing the cables it is expected that the trenches in the sand waves will be naturally backfilled within a few months to years. This may take some years if the local conditions prevent effective natural backfilling. The nature of sand waves is that they 'move' in the sense that in the sand wave troughs the DoB will be minimum (at least 1.0 m) but under the sand wave crests the DoB will be significantly more. The RBBB approach allows assessing the impact of this effect by including the actual seabed instead of the NMRL level as basis for the RBBB seabed. Without this optimisation, the PoF in the sand wave areas is 'per definition' conservative, because the present burial scenarios use a burial depth relative to the actual seabed, ignoring the fact that the sand waves will always locally increase the burial depth.

Conclusion In the Installation scenario the impact of dredging the sand waves on the risk is marginal. In the Signal scenario the impact is expected to be material. The Minimum scenario is mainly driven by the contribution to the PoF by bottom trawling. Ignoring the positive effect of the presence of sand waves on the PoF for the Signal and Minimum scenarios is conservative.

Length of a specific minimum DoC in Minimum scenario

Objective For the Minimum scenario it is conservatively assumed that the minimum DoC (in this case 0.5 m) occurs along the complete route at the same moment in time, which is extremely unlikely as this would mean a significant loss of sediment over this complete part of the North Sea ²⁹. Ignoring this effect is very conservative.

²⁹ It should be appreciated that this effect of a 'local non-compliance' (a relatively short section with reduced cover) was one of the reasons to develop the RBBB model.

Reduced distance between parallel cables

Preliminary findings

Although the study on the effect of reduced distance between parallel cables on the probability of simultaneous failure of 2 or more cables is not completed yet, the results show the following preliminary findings.

- With a distance of 200 m or more, the simultaneous failure of 2 or more cables is only due to sinking vessels, not anchor hooking;
- Depending the actual location of the cable corridor, for example crossing a busy (or a less busy) shipping lane, or parallel to a fairway, the impact varies significantly resulting in different minimum distances between parallel cables to maintain the required risk profile;
- When crossing shipping lanes, the minimum difference between parallel cables is expected to vary between 100 – 200 m, depending shipping intensity;
- In locations with less shipping and no significant spatial constraints, the minimum difference between parallel cables may vary between 50 and 100 m;

Between fairway and future HKW

The corridor with 6 cables runs within the buffer zone between a south bound shipping lane and the planned OWP HKW southern part, as shown in Figure 7.4. The present configuration and location of the 6 cables in the corridor with distances of 200 m apart (as assessed in this study), meets the minimum required failure probabilities when buried 1.5 m below the seabed. If the configuration would be adjusted in the sense that:

- 1) the distance between the fairway and the first cable in the corridor, IJV-Alpha, remains as planned;
- 2) the distance between IJV-Alpha and IJV-Beta remain 200 m, and
- 3) the other cables presently west of IJV-Alpha are shifted to the east part of the corridor,

the distances between those parallel cables may likely be reduced to 100 – 150 m, to be determined after completion of the study.

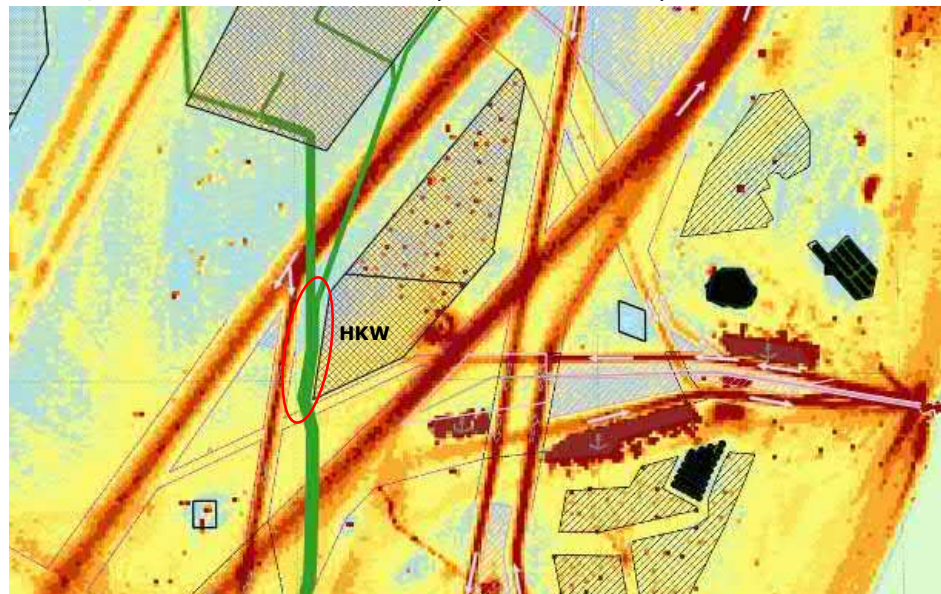


Figure 7.4

Location of cable corridor between shipping lane and OWP HKW indicated by red oval (part of Figure 3.1).

Depth of Cover in 3 km zone

Reduction DoC

As per authority requirement (/13/) the minimum requirement of 3 m cover above the cable has been applied in the assessment. As clearly shown in the PoF



profiles for the installation scenario for all 6 cable routes within the 3 km zone (as shown in Annex 3) the 3 m burial is too conservative and not required to maintain the minimum acceptable risk profile. Because the 3 m burial is a formal requirement, a lower burial was not applied in this assessment. A sensitivity study, however, has been performed in which the 3 m burial in the 3 km zone has been reduced to 2 m in the 3 km zone. The results show consistently that the total PoF only marginally increases but remains well below the risk criteria. Because each meter additional burial depth requires significant effort (and will cause additional environmental impact), specifically in the nearshore area and below the NMRL, it is recommended to reduce the burial requirement within the 3 km zone to 2 m below the NMRL.

Veerse Meer

Reduction of DoC The probability of failure calculations of the route sections within the Veerse Meer are made with a burial depth of 3 m to achieve acceptable PoF values. These values, however, are much too conservative due to the use of too conservative incident databases that do not contain sufficient inland shipping data. Presently adjustments to this data base are made. The Burial Tables (Table 7.7 and Table 7.8) and the PoF profiles for the installation scenario for IJV-Alpha (Figure A3.1) and NW-Alpha (Figure A3.7) contain 3 m DoC in the Veerse Meer, but the actual DoC in the Veerse Meer for the installation scenario should be 2 m.

Next version *In the next revision of this report, the burial depth calculation will be updated and show 2 m DoC as recommended for the installation scenario.*

7.4 Permitting aspects

Background The main reasons for the study are (1) to ensure a safe burial scenario for the cables and (2) the permitting situation of the IJmuiden Ver and Nederwiek export cable projects, in the sense (1) that there are indications that local permit non-compliances may develop in the course of the coming years, and (2) that there are also indications that the present permit requirements are too conservative. The aim of the RBBB approach is to provide an objective justification of optimum burial depth and align the permit accordingly, resulting in a safe and effective operation.

Optimised maintenance From project owner's perspective, the maintenance (interventions and remediation) should be optimised³⁰. The objective of the RBBB approach is to support optimising the interventions, which means focussing interventions to those sections where mitigation or remediation directly contributes to reducing the overall probability of failure of the system. In other words, no intervention at locations where deeper burial has no impact on the PoF but only has negative impact on the environment and costs.

Permit provisions The essence of the cable permit are the provisions that describe the criteria for operation and intervention. It is recommended to discuss and develop these provisions together with the Dutch authorities, in this case 'RWS Zee en Delta'. The Depth of Burial for all scenarios are specified in Table 7.7 and Table 7.8, which is a summary of Table 7.1 and Table 7.2 respectively. The proposed principle Depth of Burial criteria are summarised in Table 7.9.

³⁰ It should be noted that mobilisation alone contributes significantly to the remediation cost.



Table 7.7 Depth of Burial for **IJV-Alpha**, **NW-Alpha** and **NW-Gamma** for all three burial scenarios, including KP's and section lengths.

Depth of Burial used in different scenarios																		
Section	Borssele						Slijkgat			Burial scenario								
	IJV-Alpha			NW-Alpha			NW-Gamma			Installation			Signal			Minimum		
	From	To KP	Length	From	To KP	Length	From	To KP	Length	IJV-A	NW-A	NW-G	IJV-A	NW-A	NW-G	IJV-A	NW-A	NW-G
km	km	km	km	km	km	km	km	km	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Veerse Meer	0	11.9	11.9	0.0	11.5	11.5				3.0			1.5			0.5		
HDD under Veerse Dam	11.9	12.7	0.8	11.5	12.3	0.8												
3 km zone	12.7	15.5	2.8	12.3	15.3	3.0				3.0			2.0			1.0		
Intermediate zone	15.5	35.0	19.5	15.3	35.0	19.7				1.0			0.7			0.5		
Intermediate zone + sand bank	35	38.6	3.6	35.0	38.4	3.4				1.5			1.2					
Intermediate zone	38.6	51.7	13.1	38.4	51.7	13.3				1.0			0.7					
Crossing NW-A over IJ-A	51.7	52.2	0.5	51.7	52.2	0.5				3.0			3.0			3.0		
Intermediate zone	52.2	53.3	1.1	52.2	53.1	0.9				1.0			0.7			0.5		
3 km zone							0.0	3.0	3.0			3.0			2.0			1.5
Intermediate zone							3.0	11.4	8.4			1.2			0.7			
Intermediate zone + sand bank							11.4	13.5	2.1			1.5			1.2			0.5
Intermediate zone							13.5	15.1	1.6			1.2			0.7			
3 km zone																		
Intermediate zone																		
Parallel to anchorage area																		
NW-G crosses over NW-B + IJV-G + IJV-B							15.1	16.0	0.9			3.0			3.0			3.0
Intermediate zone							16.0	17.2	1.2			1.0			0.7			0.5
Parallel to anchorage area	53.3	54.0	0.7	53.1	53.7	0.6	17.2	18.0	0.8	1.0			0.7					
In between 2 anchorage areas	54	58.8	4.8	53.7	58.7	5.0	18.0	22.5	4.5				1.2					
Eastbound Maas West-Inner	58.8	65.1	6.3	58.7	65.0	6.3	22.5	52.5	30.0									
Eurogeul	65.1	66.4	1.3	65.0	66.2	1.2	28.5	30.0	1.5									
Intermediate zone	66.4	70.2	3.8	66.2	70.2	4.0	30.0	33.9	3.9	1.5			0.7			0.5		
Westbound Maas West-Inner	70.2	75.1	4.9	70.2	75.2	5.0	33.9	38.5	4.6				1.2					
Parallel to Eastbound limit of TSS Maas North-West	75.1	81.4	6.3	75.2	84.4	9.2	38.5	44.5	6.0				0.7					
West+Eastbound TSS Maas North-West	81.4	87.4	6.0	84.4	87.4	3.0	44.5	50.4	5.9				1.2					
Intermediate zone	87.4	94.3	6.9	87.4	94.4	7.0	50.4	57.9	7.5				0.7					
NW-G + NW-B crosses over IJV-A + IJV-G + NW-A	94.3	95.5	1.2	94.4	95.5	1.1	57.9	59.6	1.7	3.0			3.0			3.0		
Intermediate zone	95.5	99.4	3.9	95.5	98.7	3.2	59.6	62.5	2.9				0.7					
Northbound clearway	99.4	113.7	14.3	98.7	113.4	14.7	62.5	77.4	14.9				1.2					
Intermediate zone	113.7	121.7	8.0	113.4	121.6	8.2	77.4	85.5	8.1									
Between small Southbound clearway and HKwSouth	121.7	133.2	11.5	121.6	133.2	11.6	85.5	97.3	11.8	1.5			0.7			0.5		
Intermediate zone	133.2	136.9	3.7	133.2	136.5	3.3	97.3	105.0	7.7									
Southbound clearway	136.9	144.1	7.2	136.5	143.7	7.2	105.0	107.7	2.7				1.2					
Intermediate zones	144.1	158.7	14.6	143.7	158.5	14.8	107.7	122.4	14.7				0.7					
Southbound clearway																		
Intermediate zones																		
TSS Brown ridge				158.5	173.3	14.8	122.4	137.2	14.8				0.7					
				173.3	195.5	22.2	137.2	159.2	22.0			1.5				0.5		
				195.5	201.3	5.8	159.2	165.4	6.2				0.7					
Intermediate zones	158.7	163.7	5.0							1.0			0.7			0.5		
NW-A crosses over NW-G + NW-B				201.3	202.9	1.6	165.4	166.2	0.8			3.0			3.0			3.0
Intermediate zones				166.5	168.9	2.4						1.0			0.7			0.5
Intermediate zones				202.9	209.8	6.9							1.0			0.5		
							168.9	193.1	24.2			1.0			0.7			0.5



Table 7.8 Depth of Burial for **IJV-Beta**, **IJ-Gamma** and **NW-Beta** for all three burial scenarios, including KP's and section lengths.

Depth of Burial used in different scenarios																		
Section	Start →			Maasvlakte									Burial scenario					
	IJV-Beta			IJV-Gamma			NW-Beta			Installation			Signal			Minimum		
	From	To KP	Length	From	To KP	Length	From	To KP	Length	IJV-B	IJV-G	NW-B	IJV-B	IJV-G	NW-B	IJV-B	IJV-G	NW-B
			km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	m	m	m	m	m	m
Veerse Meer																		
HDD under Veerse Dam																		
3 km zone																		
Intermediate zone																		
Intermediate zone + sand bank																		
Intermediate zone																		
Crossing NW-A over IJ-A																		
Intermediate zone																		
3 km zone																		
Intermediate zone																		
Intermediate zone + sand bank																		
Intermediate zone																		
3 km zone	0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
Intermediate zone	3.0	12.5	9.5	3.0	13.0	10.0	3.0	13.5	10.5	3.0	13.5	10.5	2.0	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
Parallel to anchorage area	12.5	19.0	6.5	13.0	19.0	6.0	13.5	19.0	5.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
NW-G crosses over NW-B + IJV-G + IJVB	19.0	19.7	0.7	19.0	19.7	0.7	19.0	19.7	0.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Intermediate zone	19.7	21.4	1.7	19.7	21.1	1.4	19.7	20.9	1.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Parallel to anchorage area	21.4	22.1	0.7	21.1	21.9	0.8	20.9	21.6	0.7	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
In between 2 anchorage areas	22.1	27.0	4.9	21.9	26.7	4.8	21.6	26.2	4.6	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Eastbound Maas West-Inner	27	33.1	6.1	26.7	32.9	6.2	26.2	32.5	6.3	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Eurogeul	33.1	34.5	1.4	32.9	34.2	1.3	32.5	33.8	1.3	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zone	34.5	38.4	3.9	34.2	38.0	3.8	33.8	37.7	3.9	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Westbound Maas West-Inner	38.4	43.0	4.6	38.0	42.7	4.7	37.7	42.3	4.6	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Parallel to Eastbound limit of TSS Maas North-West	43	49.3	6.3	42.7	48.9	6.2	42.3	48.4	6.1	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
West+Eastbound TSS Maas North-West	49.3	55.3	6.0	48.9	54.9	6.0	48.4	54.4	6.0	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zone	55.3	62.4	7.1	54.9	62.0	7.1	54.4	61.7	7.3	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
NW-G + NW-B crosses over IJV-A + IJV-G + NW-A	62.4	63.5	1.1	62.0	63.1	1.1	61.7	63.4	1.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Intermediate zone	63.5	67.6	4.1	63.1	67.8	4.7	63.4	66.0	2.6	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Northbound clearway	67.6	82.0	14.4	67.8	81.8	14.0	66.0	81.0	15.0	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zone	82	90.0	8.0	81.8	89.7	7.9	81.0	89.5	8.5	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Between small Southbound clearway and HKwSouth	90	101.2	11.2	89.7	100.8	11.1	89.5	100.0	10.5	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zone							100.0	105.1	5.1	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Southbound clearway							105.1	111.3	6.2	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zone							111.3	126.0	14.7	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones	101.2	108.4	7.2	100.8	108.5	7.7				1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Southbound clearway	108.4	122.5	14.1	108.5	122.7	14.2				1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones	122.5	128.0	5.5	122.7	127.6	4.9				1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
TSS Brown ridge							126.0	140.7	14.7	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones							140.7	162.5	21.8	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones							162.5	169.2	6.7	1.5	1.5	1.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones	128	146.2	18.2							1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
NW-A crosses over NW-G + NW-B				127.6	159.4	31.8				1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones							169.2	170.5	1.3	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones							170.5	172.7	2.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Intermediate zones							172.7	207.2	34.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5

**Table 7.9***Proposed principle burial criteria for permitting.*

Aspect		Signal	Minimum	Comment
Cover		Table 7.7 + Table 7.8		Averaged over total route, based on cover averaged over 100 m segments
Exposure (no free span)	Complete route	0 m (no exposures)	≤ 1 km	Averaged over 5 m sections
Free span, Note 1		None	Span length < 5 m and average span gap height < 0.1 m	
Maximum allowable PoF	Singe cable		~≤ *10 ⁻³ /year	Note 2
	Simultaneous failure 2 cables		~≤ *10 ⁻⁴ /year	
	Simultaneous failure 3+ cables		~≤ *10 ⁻⁵ /year	
Remediation		Initiate Plan	Approved plan ready to implement	Note 3

Note 1: The minimum criteria for free spans need to be considered in relation to survey inaccuracies and assessed with care.

Note 2: The PoF is calculated for the complete route where compliance with two criteria is required: one criterion applicable for the complete route and one criterion applicable for sections of 1 kilometre.

Note 3: Approved by (1) TenneT and (2) the Competent Authorities.

Implementation

Further explanation of the criteria as proposed in Table 7.9 is needed to allow practical implementation. The basis for the assessment is the result of the survey of the seabed and, only if available, the position of the cable. TenneT plans regular surveys to measure the seabed profile, and not the Top of Cable. The last available ToP, often from the as-built survey, will be used to determine the Depth of Cover (DoC) and Depth of Burial (DoB). The survey of the seabed (the bathymetric survey) should result in a so-called 'cover-listing' with values of the DoC and DoB for preferably every metre, but at least every 5 m. The cover list will provide the input for the RBBB. Because the profiles and the calculations are averaged over 100 m segments, the final assessment needs to be carried out on the 1 or 5 m cover-listing to assure that exposures or free spans are not missed. The MBES survey results over a certain corridor over the route, should also be used to assess the detailed and final assessment.



8 Conclusions and recommendations

Conclusions

1. The probability of failure (PoF) of a single cable buried to the Minimum scenario (as specified in Table 7.7 and Table 7.8) and given in Table 7.3 ranges between $0.6 \cdot 10^{-3}/\text{year}$ and $1.6 \cdot 10^{-3}/\text{year}$ for the six export cables individually, which is acceptable given the maximum acceptable PoF, as stated by TenneT Asset Management for a single cable, of $\sim 10^{-3}/\text{year}$,
2. The simultaneous PoF of 2 parallel cables due to the same event, if buried to the Installation scenario is $2.5 \cdot 10^{-6}/\text{year}$ or $\sim 0.01\%$ over a duration of 40 year (design life of the cable connection). The simultaneous PoF of 3 parallel cables buried to the Installation scenario is $2.3 \cdot 10^{-7}/\text{year}$ or $\sim 0.001\%$ over a duration of 40 year. Both are lower than the maximum acceptable Joint PoF for parallel cables, as stated by TenneT Asset Management: $\sim 10^{-4}/\text{year}$ for 2 parallel cables and $\sim 10^{-5}/\text{year}$ for 3 parallel cables.
3. The results for all cables and all scenarios and the corresponding chances per relevant durations are given in Table 7.6 and Figure 7.3.
4. The signal and minimum scenarios set Depth of Cover criteria for (1) preparing remediation plans (Signal scenario) and (2) executing remediation plans (Minimum scenario) by optimising the Probability of Failure (PoF) as function of the actual marine threats. The burial criteria for the respective burial scenarios are given in Table 7.7 and Table 7.8 for all six export cables.

Recommendations

1. Where those would be required, it is recommended to use the Signal and Minimum depths as specified in Table 7.7 and Table 7.8 for respectively 'signaleringspeil' and 'minimumpeil' in Operations and Maintenance Plans.
2. It is recommended to consider reducing the burial requirement in the 3 km zone from 3 m to 2 m to reduce the environmental impact while maintaining the acceptable risk profile.
3. It is recommended to consider improving the 'sinking of vessels' model because with (1) longer cables and crossing more shipping routes, and (2) the improved anchor model, the contribution of 'sinking of vessels' to the probability of failure has become more important.



References

- /1/ ACRB (2021), **IJmuiden Ver Risk Based Burial Depth Export Cables**, Q308R1-IJV_RBBB, rev.2, 17 December 2020.
- /2/ Carbon Trust OWA (2015), **Cable Burial Risk Assessment Methodology**, CTC835, February 2015.
- /3/ Luger Geotechnics (Dirk Luger) (2022), **Improved anchor risk analysis**, LG-011-01, Final rev. 1.0, 16 March 2022.
- /4/ DINOloket (2020), **Ondergrondgegevens**, website: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>, 8 September 2020.
- /5/ DNV (1996), **Rules for Submarine Pipeline Systems**, DNV-OS-F101.
- /6/ DNV (2006), **Interference between trawl gear and pipelines**, Recommended Practice DNV-RP-F111, October 2006.
- /7/ DNVGL (2016), **Subsea Power Cables in Shallow Water**, Recommended Practice DNV-RP-0360, March 2016.
- /8/ Dutch Hydrographic Office, Royal Dutch Navy (2015), **xyz depth data**. Data files.
- /9/ Marin (2016), **Actualisatie SAMSON: Resultaten analyse gegevens drifters 2006-2016, Memo 2015 aangevuld met gegevens van tot en met oktober 2016**, 7 November 2016.
- /10/ Marin (2022), **Nautical risk assessment of the offshore cable. IJmuiden Ver Alpha, beta, Gamma and Deltas**, An evaluation of marine induced hazards, Report nr. 33889-1-MO-rev.0.1, Final, Revision 0.2, 28 March 2022.
- /11/ NEN 3656 (nl) (2015), **Eisen voor stalen buisleidingen op zee**, December 2015, ICS 23.040.10.
- /12/ NEXTGEO (2021), **Offshore Grid NL – Offshore Route Survey Activities (non-UXO) IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma**, Final Report – Integrated Geophysical & Geotechnical Report, Rev. No. C1, 13 October 2021.
- /13/ Rijk (2015), **Besluit van 13 april 2015 tot wijziging van het Waterbesluit in verband met de vereenvoudiging en uniformering van regels voor windparken op zee** (algemene regels windparken op zee), Staatsblad 2015, besluit 153.
- /14/ TenneT (Dr. Anja Drews), BAW (Christian Maushake) (2014), **Anchor Penetration Trials in the North Sea to Optimize Cable Burial Depth**, Presentation at 3rd annual Advanced Submarine Power Cable and Interconnection Forum, Berlin, June 2014.
- /15/ TenneT (2021a), **Submarine cable routes**, 211004 RPL **Alpha** A04 Draft, 211004 RPL **Beta** A04 Draft, 211004 RPL **Gamma** A04 Draft, 211004 RPL **Delta** A04 Draft, 211004 RPL **Delta alt1** A04 Draft, 211004 RPL **Delta alt2** A04 Draft, received 5 October 2021.
- /16/ TenneT (2021b), **BAS Table**, File: IJV_IBAS Table.xlsb, 29 October 2021.
- /17/ TenneT (2022), **Draft Table with maximum acceptable PoF**, email from Daniel Liefferink (TenneT), 7 March 2022.
- /18/ Witteveen+Bos/ACRB (2011), **BBL Marine Safety Study**, GN154-BBL-UpMarSaf, Rev. 1, 9 May 2011.



Annex 1 MARIN Report

This Annex

This Annex contains:

Marin (2022), Nautical risk assessment of the offshore cable. 'IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma and Deltas', An evaluation of marine induced hazards, Report nr. 33889-1-MO-rev.0.2, Final report, Revision 0.2, 28 March 2022.



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

NAUTICAL RISK ASSESSMENT OF THE OFFSHORE CABLE "Ijmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma and Deltas"

An evaluation of marine induced hazards

Report no : 33889-1-MO-rev.0.2
Date : 28 March 2022
Version : 0.2
Final report

NAUTICAL RISK ASSESSMENT OF THE OFFSHORE CABLE "IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma and Deltas"

An evaluation of marine induced hazards

Ordered by : ACRB

Reported by : Y. Koldenhof MSc

Signature management :

Version	Date	Status
0.1	23 March 2022	Draft
0.2	28 March 2022	Final

CONTENTS	PAGE
1 INTRODUCTION.....	1
2 DEFINING HAZARDS.....	2
3 METHODOLOGY.....	4
3.1 AIS-based traffic information	4
3.2 General description	5
3.3 SAMSON ship size and types	5
3.4 Basic accidents rates.....	6
3.5 Model: Anchoring dragging and anchor dropping	7
3.6 Model: Stranding	8
3.6.1 Traffic database	8
3.6.2 SAMSON-calculation	10
3.7 Model: Container Dropping.....	10
3.8 Model: Sinking	11
4 TRAFFIC CROSSING THE CABLES.....	12
4.1 Traffic density	12
4.2 Anchor areas	15
4.3 Results number of crossings	16
4.4 Fishing vessels	18
5 INCIDENT FREQUENCIES	20
5.1 Foundering/sinking on the cable.....	20
5.2 Container falls on the cable	20
5.3 Anchor	21
5.4 Stranding	22
5.5 Overall incident frequencies	23
APPENDICES:.....	25
APPENDIX 1 RESULTS PER TRAJECTORY	26
Delta – A04.....	27
Delta – ALT A.....	29
Delta – ALT B.....	31
Gamma.....	33
APPENDIX 2 SAMSON SYSTEEM DIAGRAM.....	35
APPENDIX 3 SAMSON: STRANDING MODEL.....	36
APPENDIX 4 MODEL SINKING ON TWO CABLES.....	37

1 INTRODUCTION

MARIN was asked by ACRB to determine the risk due to shipping for the future offshore export cables connecting wind farm IJmuiden Ver and “Area 1” to the shore of The Netherlands. Within the wind farm, platforms (High Voltage Station) will be placed: Alpha, Beta, Delta and Gamma. The present risk assessment study is prepared for the routes as provided at the start of the study.

The objective of the overall work is to determine the Risk Based Burial Depth (RBBD) for the cable. The activities of MARIN include marine hazard identification for the cable and investigation of the number of vessels crossings at the proposed cable location. MARIN investigates the probabilities of the specific nautical threats per 100 m cable segments. A division will be made in the relevant nautical related threats: foundering, sinking after collision, container dropping, anchor dropping, anchor hooking and stranding on the cable.

This report summarised the analysis and the results.

Report

In Chapter 2, the marine hazards are defined. Chapter 3 describes the methodology. The traffic crossing the cable is presented in Chapter 4, where fishery is described separately. In the concluding Chapter 5, the results of the frequency analysis are presented.

Used abbreviations in the report:

AIS	: Automatic Identification System
MARIN	: Maritime Research Institute Netherlands
MMSI	: Maritime Mobile Service Identity
RBBD	: Risk Based Burial Depth
SAMSON	: Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
VONNOVI	: Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie

2 DEFINING HAZARDS

The first step in a risk assessment is identifying the possible hazards. An overview of the trajectory of the different cables is provided in Figure 2-1. On the background of Figure 3-1 the shipping density map is shown, this density map is based on AIS-data of all type of vessels.

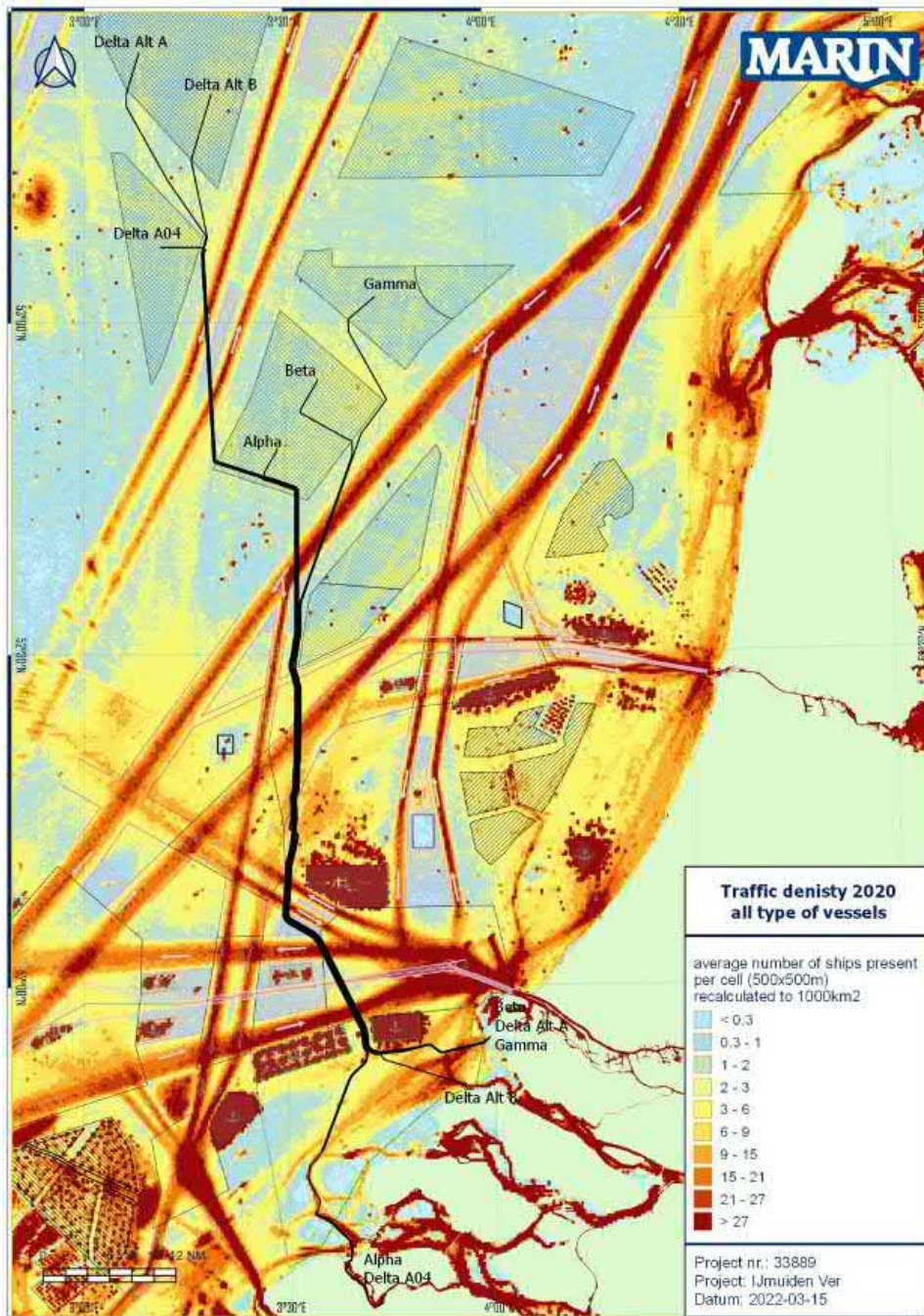


Figure 2-1 Trajectory of the cable, inclusive the shipping density of all type of vessels (based on AIS-data)

The identified hazards are evaluated based on the overview of the traffic and the historical accidents.

The main hazards induced by shipping for the cables in the described areas are:

- A ship founders on the cable;
- A ship sinks on the cable after being involved in a collision;
- A container falls on the cable;
- An anchor is dropped on the cable;
- An anchor is dropped by a ship just before passing the cable and next the anchor hooks the cable before the ship has stopped;
- A vessels strands on the cable due to an engine failure;
- A fishing vessel crosses the cable while likely bottom trawling;
- Large ships sinking on two neighbouring cables.

Most of the hazards induced by shipping are related to the number, type and size of the ships involved. Therefore an analysis has been done to determine the type of vessels crossing the cable, or sail in the vicinity of the cable. This analysis has been executed using AIS data and the results are given in Chapter 4.

3 METHODOLOGY

In Chapter 2, different types of hazards were identified. In this study, for each type of hazard the expected frequency is calculated. This is done by combining the AIS-based traffic information with dedicated accident statistics. For each type of hazard, a different approach was used. The incident frequencies for sinking/foundering, anchor dropping and hooking and container dropping are based on the number of crossings based on AIS-data. For the frequencies for stranding on the cable, the SAMSON model was used. In this chapter, the different models and methods are further explained.

For these types of studies, the SAMSON model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore in the North Sea) is often used. This model was developed for the Dutch ministry of Transport, Public Works and Water Management to predict all types of accidents by shipping at sea. It uses the shipping routes, traffic intensity and composition, layout and environmental conditions. The SAMSON-model has continuously been extended and updated during the last 30 years, and is used in many safety studies. The diagram of the SAMSON system is presented in Appendix 2.

3.1 AIS-based traffic information

Since 2005, all merchant ships over 300 GT are equipped with an Automatic Identification System (AIS). This system transmits information about the ship, her voyage and her position, speed and course. This system was introduced to improve ship's identification system to identify other ships sailing around them. Nowadays, the AIS information is also received by coastal authorities to improve monitoring of the various sea areas. The data set contains all ships that have an AIS transponder on board. Since recent years ships smaller than 300 GT are observed in the data set as well. Some larger recreation (mostly sea-going) vessels also have a so-called class B-AIS on board. In addition, the AIS is also used by smaller fishing vessels and inland vessels.

For this study, AIS-data provided by the Netherlands Coastguard was used. MARIN received this data to use in research projects related to the safety of shipping. The analysed period for this study was 1 Jan 2019 until 31 Dec 2020.

The data set contained only information about ships with an AIS-transponder on board. Therefore, information about smaller vessels that do not have an AIS-system on board, such as recreational vessels is not included in the data set and therefore, these vessels are not taken into account in this study.

The AIS-data is used for different purposes. First, shipping density charts are created to provide a good overview of the traffic in the area and to provide more insight in the shipping activities surrounding the location of the asset. Secondly, the intensity of vessels crossing the location of the cable is determined. This is done by defining the different segments as lines and count the number of vessels that cross the line by using the positions from the AIS-messages. Besides the number of crossings, the actual crossing angle is also determined.

The results of these analyses are provided in Chapter 4.

3.2 General description

The main idea of the incident frequency models is first to determine the possible dangerous situations (so called exposure rates). These situations are different for the different incident types. In the next chapters, the different models are described. In Figure 3-1 a global overview of the calculation scheme is provided.

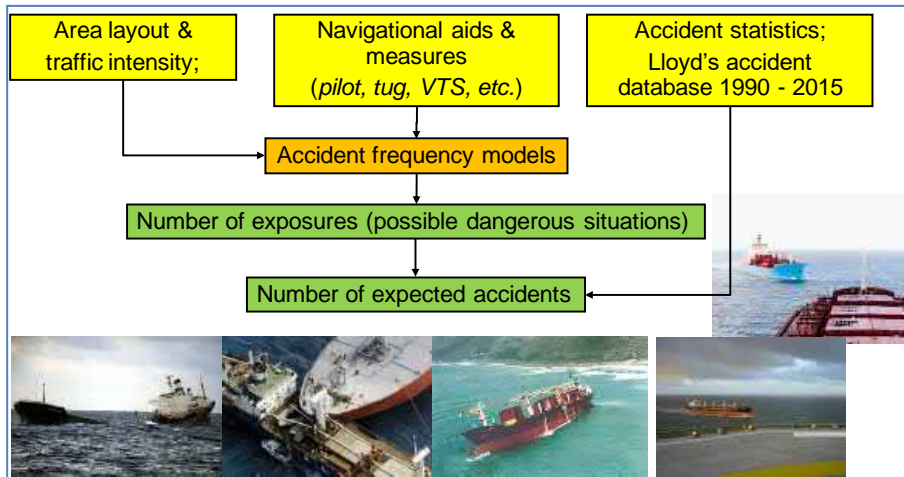


Figure 3-1 Global overview of the calculation scheme.

3.3 SAMSON ship size and types

The accident rates are defined per ship category, which are defined by SAMSON ship size and ship type. Next to the accident rates, the final incident frequencies in the report are also summed up for the different ship type and ship size classes. In Table 3-1 the gross tonnages per ship size are given and Table 3-2 shows the typical SAMSON ship types.

Table 3-1 SAMSON ship size definition

	Size-class [based on GT]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross tonnage	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	>100000

Table 3-2 SAMSON ship type categories, route bound (R) and non-route bound (N).

SAMSON ship type	R/N	Dutch comments
Bulker/GDC	R	Bulkvracht / General Dry Cargo: schip dat droge lading vervoert
Container	R	Containerschip
Tanker (chem/oil)	R	Tankers (chemicaliën en/of olie)
Gastanker	R	Gastanker (LPG of LNG)
Pass/Ferry/RoRo	R	Passagiersschepen, veerboten en Roll-on/Roll-off schip: schip dat voornamelijk vrachtwagens en opleggers met lading vervoert
Work vessel/Others	N	Werkschepen zoals baggerschepen of bevoorradingschepen en andere schepen die offshore constructies bezoeken
Fishing	N	Vissersschip
Recreational	N	Recreatievaartuigen

3.4 Basic accidents rates

The accident rates used in this study are the basic event rates for (1) foundering and (2) engine failure as they are assessed in an extensive study of the relation between accidents and exposures, see [1], [2] and [3] related to detailed anchoring behaviour in specific areas.

All registered accidents that occurred between the years 2000 and 2015 worldwide and specifically in the North Sea, are analysed. This data is only available for cargo vessels, SAMSON ship types Tanker chemical/oil, Gas tanker, Bulk carrier, Container vessel and GDC (General Dry Cargo).

For each accident type, an accident base rate is determined, which stands for the number of accidents per ship year at sea, multiplied with a specific factor based on ship type and ship size. The base rate is determined based on the accidents at the North Sea. The type and size factors are based on accidents worldwide. The latter is because there are not enough accident statistics on the North Sea, considering specific ship types and sizes. Furthermore, it is assumed that e.g. the foundering frequencies are lower for a big vessel than for a small one in general, independent of the location.

The accident rates are used as basis for the determination of the foundering/sinking, anchor dropping/hooks and stranding frequencies.

Basic Accident Rates Engine failure and use of anchor

The basic accident rate for anchor dropping per sailed nautical mile are based on an analysis performed on the data regarding drifting vessels at the North Sea. Based on the information of reported drifting vessels provided by the Netherlands Coastguard to MARIN, a so-called Accident Rate for engine failure is determined. This means the probability of an engine/rudder failure per sailed nautical mile.

The information about the reported drifting incidents also contained information about whether vessels used their anchor to stop the drift and if they were able to actually use their anchor. In Table 3-3 an overview of the number of reported drifting vessels per year is given, including the number of vessels that used their anchor.

Table 3-3 Drifting vessels per year (2006-2017)

Year	Number of reported drifting vessels used anchor	Number of reported drifting vessels not using their anchor	Total number of reported drifting vessels	% reported drifting vessels used their anchor
2006	12	40	52	23%
2007	14	74	88	16%
2008	31	94	125	25%
2009	17	74	91	19%
2010	23	147	170	14%
2011	24	131	155	15%
2012	20	94	114	18%
2013	9	70	79	11%
2014	15	82	97	15%
2015	4	92	96	04%
2016	10	82	92	11%
2017	11	49	60	18%
Total	190	1029	1219	16%

To determine the updated Accident Rate the following assumptions are made:

- an average of 110 drifting incident per year (1219/11years)
- 16% of the drifting vessels will use their anchor

To calculate the final basic accident rate for anchor dropping, it is assumed that in general 5% of the suspicious anchoring cases will actually be erroneous anchoring cases, which means anchoring without looking on the nautical chart for any infrastructure, such as a cable. This 5% is considered a worst-case assumption. This was a result of a marine hazard study for the BBL pipeline and is considered relevant in this case as well [3]. Since the BBL study in 2011, more experience and insight has been gained, which resulted in the assumption that it is often justified to assume erroneous anchoring within the TSS as 1%. This is due to assumed increased awareness of the crew when navigating in the busy shipping lanes. However due to the location of the different windfarms next to the different traffic lanes it is expected that vessels will sooner use their anchor to avoid a collision with a wind turbine. This effect has not been investigated in depth, but because of it, not the 1% but the 5% erroneous anchoring assumption is used.

Basic Accident Rate Container dropping

The basic accident rate for container dropping is the expected number of containers that will go overboard per sailed nautical mile. In 2020, these basic accident rates were updated using incident data provided by the Netherlands Coastguard, including the Incident with the MSC Zoë.

3.5 Model: Anchoring dragging and anchor dropping

If a ship is in trouble due to malfunction of the main engine or steering engine she can drop the anchor to prevent the ship from drifting away. Each vessel crossing the location could encounter a so-called "engine-failure" and drops her anchor. The risk for the cable from these initiating incidents can be divided into two hazards: anchor dropping and anchor hooking.

The basic Accident Rates for these incident types is the probability that a vessel will drop her anchor per sailed nautical mile. This basic accident rate is multiplied with a so-called danger mile, the length of the path of the vessels that pose a threat to the cable.

In case of *anchor dropping* this is the size of the anchor. Therefore, to determine the frequency of anchor dropping the probability that specific vessel crossing the cable location drops her anchor (per sailed nm) is multiplied with the length of the anchor.

For the calculations, the improved anchor-hooking model is used. In this model three phase are defined:

1. The phase in which the vessel slows down from 3kn (1.5m/s) to 2 kn (1 m/s). In this phase the anchor will not dig in very deep, it will bump a little bit over the sea bottom
2. The second phase is the phase where the vessel will slow down from 2 kn (1 m/s) to 0.05 m/s. In this phase the anchor will dig in deeper
3. The final phase is the phase in which the vessel will slow down from 0.05m/s to 0 m/s. In this phase, the anchor will dig in deep.

The penetration depth of the anchor is different for each phase, but also the length over which the anchor is dragged over the sea bottom. This length is input for the model to determine the frequency of anchor hooking.

The formulas to determine the length and the penetration depth of the different phases are the result of different discussions between, Luger Geotechnics, Witteveen+Bos, ACRB and MARIN. The formulas and the mechanism behind it is explained further in the Annex 2 of the main report

Within the analysis for each vessel crossing the cable the following is determined/calculated:

- Ship type
- Ship size (GT/DWT/Displacement/Mass)
- Anchor mass
- "Sailing" length of the different of the different phases in anchoring (L1, L2, L3)
- Penetration depth in the different phases in anchoring (P1, P2, P3)
- Probability of dropping an anchor per sailed nautical mile (Basic Accident Rates)
- Frequency of anchor hooking for the different phases (length * probability) (F1, F2, F3)

Finally, the different penetration depths and the corresponding frequency for all vessels crossing a certain segment are combined and sorted into an expected distribution of the penetration depth for that segment, based on the actual observed traffic. This distribution is the input for the overall RBBD.

3.6 Model: Stranding

The probability of stranding or grounding on the cable is determined using the SAMSON model. A more detailed description of the model is provided in APPENDIX 3. To determine the frequency for stranding a different approach is needed, since the "starting" incident (engine failure and drifting) for stranding will happen somewhere else than where the cable is located, one cannot use the number of vessels passing the cable as a basic, as can be for the other incident types.

The first step is to set up a traffic database. Secondly, SAMSON calculates the chance that a ship crosses the cable due to drifting after engine failure. Paragraph 3.6.1 and Paragraph 3.6.2 describe the traffic database and the SAMSON calculation, respectively.

3.6.1 Traffic database

First, a traffic database needs to be set up before calculation on the probability of a vessel grounding/stranding at the cable location can be made. This traffic database consists of waypoints and links (route structure), in which the shipping intensity per year is determined based on the AIS-data for each link. For this study a traffic database used in other studies regarding shipping accidents is used. This traffic database takes into account future expected traffic situation for 2030, including the relocation of traffic routes as a result of the wind farms

The traffic database is shown in Figure 3-2 and is represented by the brown lines, with the number indicating the number of passages per year (one direction). The part of the cables indicated in the blue oval are the parts where ships could strand or run aground. The frequency for stranding have already been determined for earlier version of the proposed trajectories ([Ref 6.]). Since the relevant part for stranding of the trajectory of the cable has not changed significant, the stranding frequencies has not been recalculated. Therefore, both "old" trajectories are visible in the figure.



Figure 3-2 Traffic database used as input for SAMSON



Figure 3-3 Indications of the parts of the trajectory related to stranding of vessels.

3.6.2 SAMSON-calculation

The expected probability of a ship stranding on part of the cable has been determined using the SAMSON model (Appendix 3). The calculated stranding probability with the SAMSON model only takes into account stranding frequencies caused by engine failure. The final stranding frequency depends on the draught of the vessel and the sea level. These two factors determine whether a vessel has already run aground before reaching the location, or will ground at the cable location or simply drift over the cable location since there is enough water above the cable.

A certain ship type/size can only ground on a cable if:

$$\text{Seabed} - a < d(\text{type,size}) < \text{Seabed} + a$$

Where:

$d(\text{type,size})$

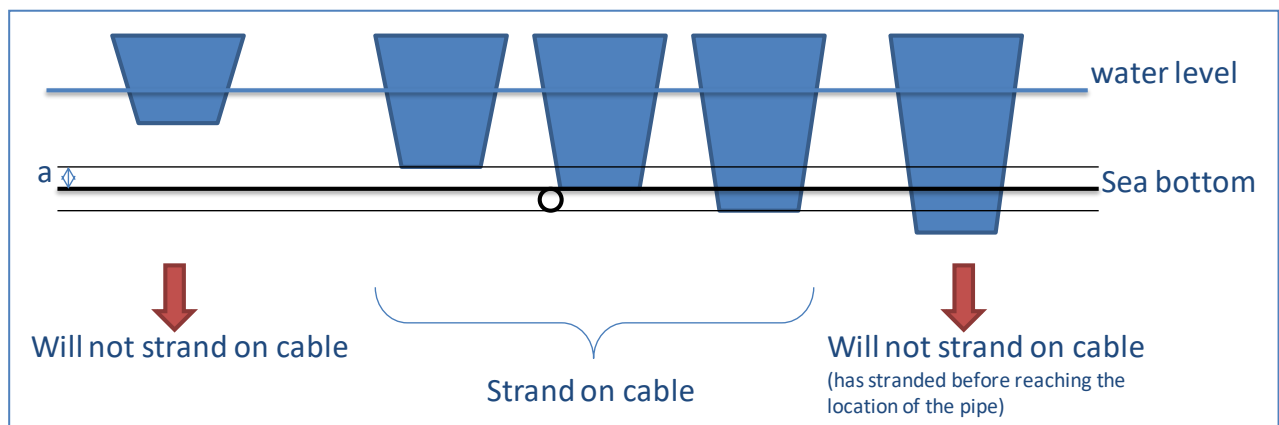
→ draught of the vessel (type/size)

Seabed

→ seabed level [m]

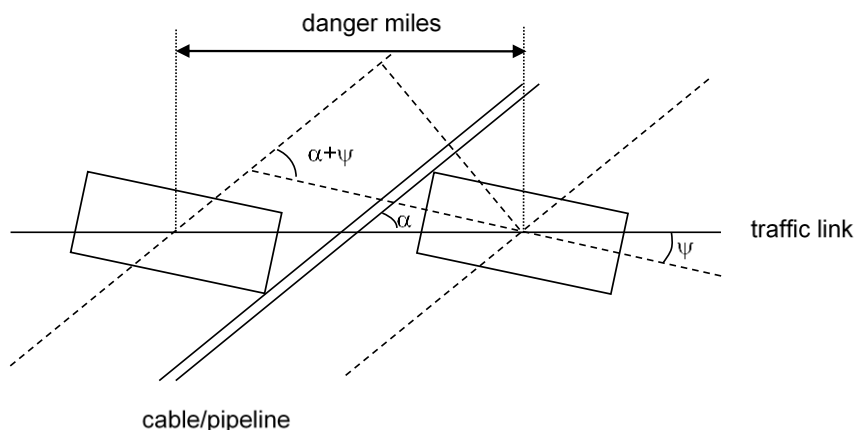
a

→ marge between draught and seabed [m] (set to 1 m)



3.7 Model: Container Dropping

The expected probability that a container will drop above a cable is based on the following general idea. Figure 1 shows the situation where an object from the ship (container) or the ship herself falls/sinks on the cable or pipeline. If that event occurs in the part of the link depicted as “danger miles”, the object will fall on the pipeline. Thus, the event rate is applied to the ships on this part of the link.



The danger miles for the situation of figure 1 can be represented by:

$$D_{miles} = \left(L_{object} + \frac{B_{object}}{\tan(\alpha + \psi)} + \frac{D_{pipe}}{\sin(\alpha + \psi)} \right) \frac{\sin(\alpha + \psi)}{\sin \alpha} \frac{1}{1852}$$

In which:

D_{miles}	Danger miles in nm
L_{object}	Length of the object in m
B_{object}	Breadth of the object in m
$D_{pipeline}$	diameter of the pipeline in m
α	angle between the traffic link and the pipeline
ψ	angle with the traffic link of the falling object

The previous formula contains the danger miles for one ship crossing the cable. The total threat to the cable per year from all the vessels crossing the cable is:

$$Cable\ contacts = \sum_k \sum_i \sum_j n_{ijk} D_{miles}(i, j, k) FR(i, j)$$

Herein is:

i	the type of the ship
j	the size of the ship
k	the link that crosses the pipeline
n_{ijk}	the number of passages per year of ship type i and size j over link k
$FR(i, j)$	the basic event rate per nautical mile

This means for the container dropping in a cable the calculated “danger mile” is multiplied this the expected number of containers dropping per sailed nautical mile (basic accident rate for container dropping). To determine the length of the danger mile the container is assumed to be square shaped, with sides as long as the length of a normal container. This is assumed to take into account the fact that a container can hit the bottom of the sea in different ways. Taken a square shape with two times the length is a worst-case scenario approach.

3.8 Model: Sinking

The model to determine the expected number of vessels that will sink on the cable is similar to the model used for container dropping. Only now, the length of the actual vessel is used as length of the object. And the final calculated danger mile is multiplied with the basic accident rate for foundering, which is the expected number of foundering's per sailed nautical miles.

Also, here the object, in this case the sinking vessel, is represented by a square shaped object, with width and length of 1.25 time the length of the vessel, to take in to account the unpredictability of the sinking incident. So finally within the sinking model a square of 1.25 times the length of the vessel is used as a footprint.

4 TRAFFIC CROSSING THE CABLES

The objective of this chapter is to create an overview of the number of ships sailing over the different parts of the cables, divided into ship types and ship size classes. The traffic density charts are presented in Chapter 4.1. The results for the number of ships crossing the cables are presented in Chapter 4.2. Finally the results for fishing vessels are given in Chapter 4.3.

4.1 Traffic density

Some density charts are created based on the AIS-data. Figure 4-1 shows the average number of route bound ships sailing in a grid cell of 500 m x 500 m for the whole area of interest based on AIS-data from 2020.

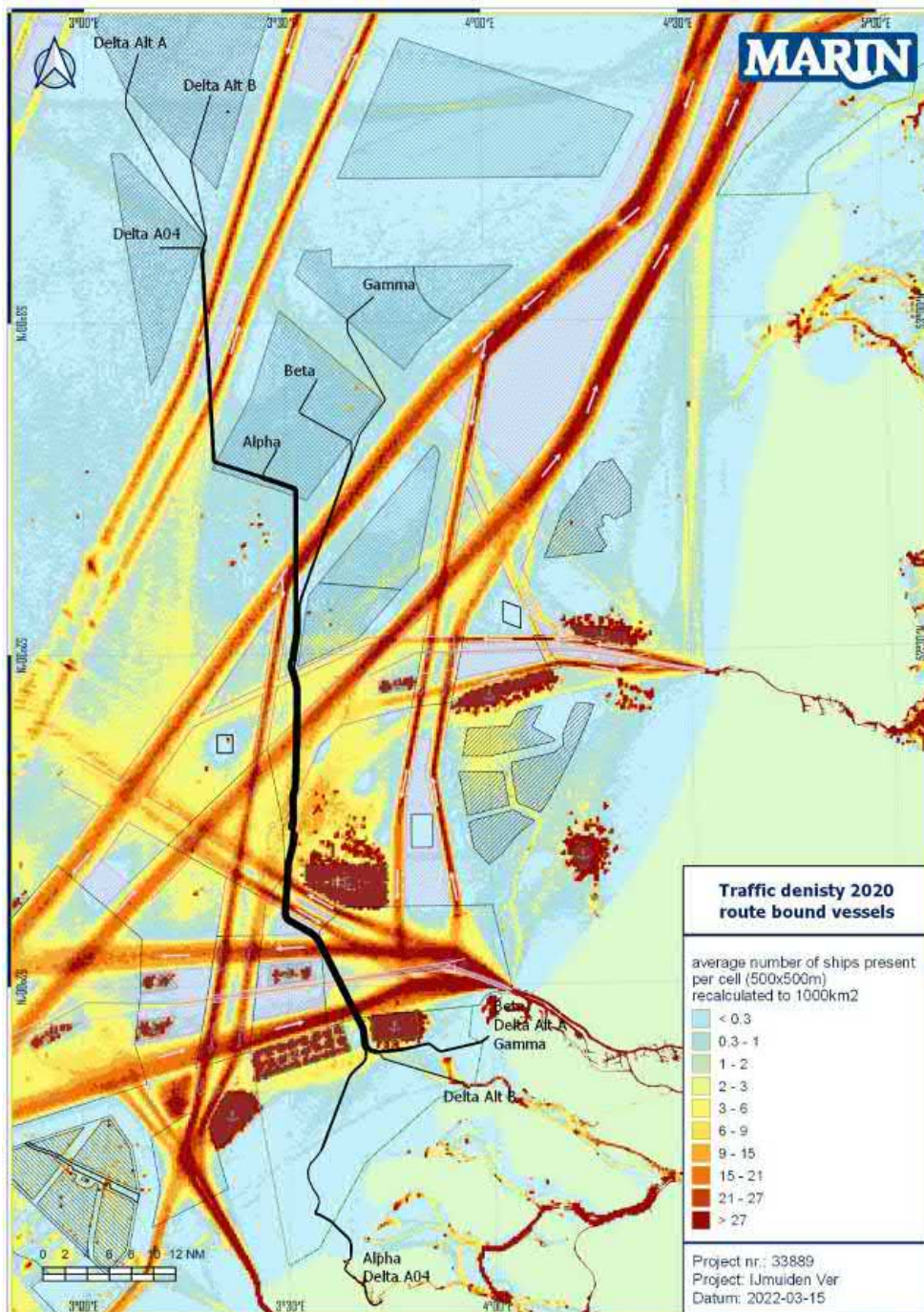


Figure 4-1 Traffic density based on AIS data over 2020, route bound traffic types.

In Figure 4-1 also the Traffic Separation Schemes (TSS) and clearways are indicated. A TSS is indicated on navigational charts and a ship navigating in a traffic-lane must sail in the direction of that lane. The area between two opposite lanes is to be avoided by vessels travelling within the TSS except in specific circumstances such as emergencies or for fishing activities.

Clearways are shipping zones between traffic separation schemes in which mining installations may not be built. Vessels are recommended but not obliged to use these areas. Recognising that these areas must remain free of obstacles, a clearway holds the status of recognised sea lane essential for navigation as referred to in the United Nations Convention on the Law of the Sea. The clearways have been established in the regulations accompanying the Dutch Mining Act. Clearways are, however, not indicated on navigational charts. As shown in Figure 4-1, the planned cable route will cross some of the most dense traffic routes on the Dutch part of the North Sea at the location of several clearways (in different directions).

Besides the density charts, Figure 4-2 until Figure 4-4 show the actual tracks of the vessels. For illustration purposes, the tracks of the vessels passing the area in one month in 2019 are presented in Figure 4-2. The position of the vessels is plotted every 5 minute and the colour indicates the speed and/or the heading of the vessels. The red dots are the locations where the speed over ground is less than 0.01 knots (practically at anchor). A purple dot means a speed less than 0.2 knots, yellow less than 0.4 knots and blue less than 1 knots. When a vessel is sailing East, the position is indicated with a black dot and when she is sailing West a brown dot is used.

In Figure 4-2 the positions of all type of vessels are indicated, resulting in a more diffuse traffic picture. In Figure 4-3 only the positions of (larger) merchant vessels are plotted in the map, this provides a clearer picture of the main traffic routes. Finally, only the non-route bound vessels are plotted in Figure 4-4.

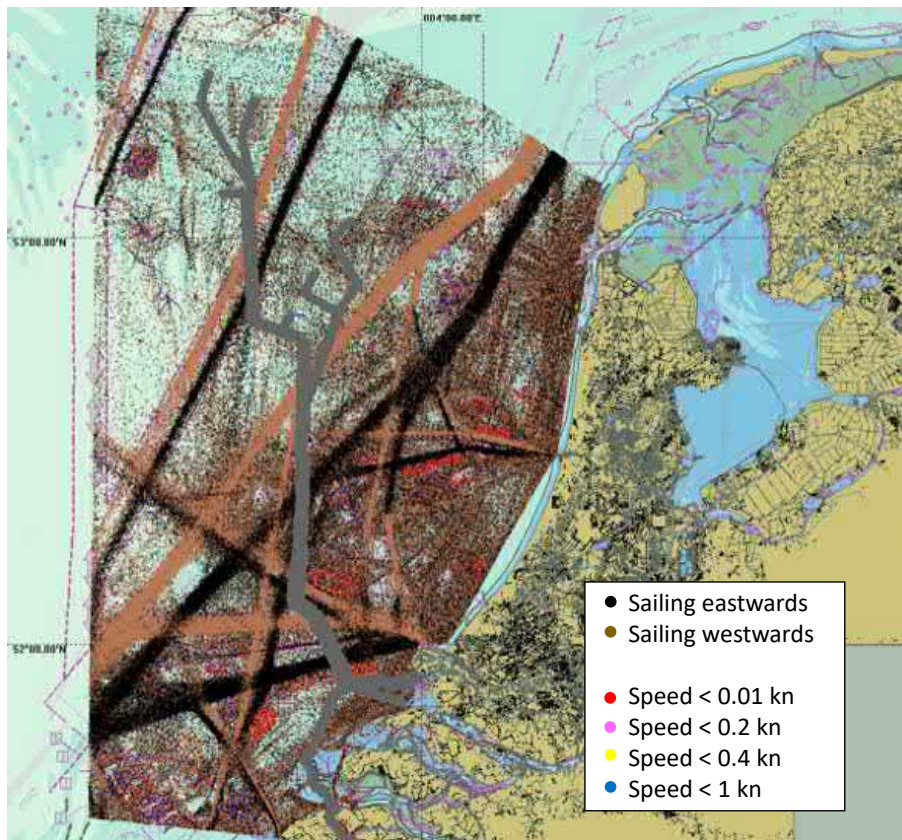


Figure 4-2 Tracks of ships with AIS, position every 10 minute, April 2019 (all ship types), grey line represents the proposed trajectories.

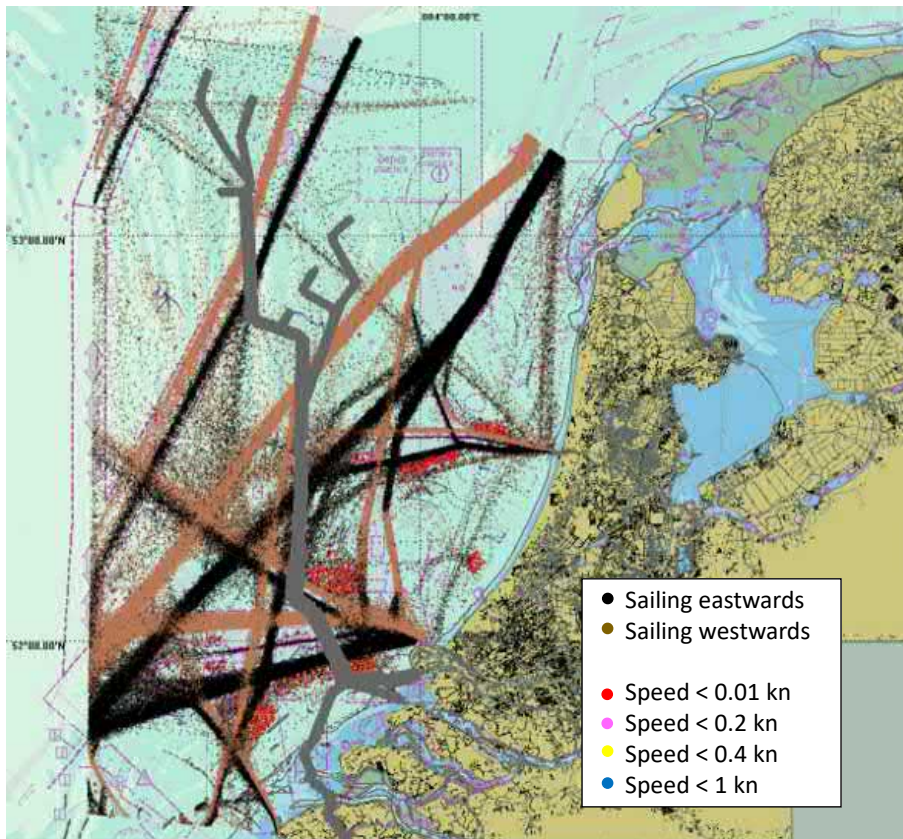


Figure 4-3 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (only merchant vessel), grey line represents the proposed trajectories.

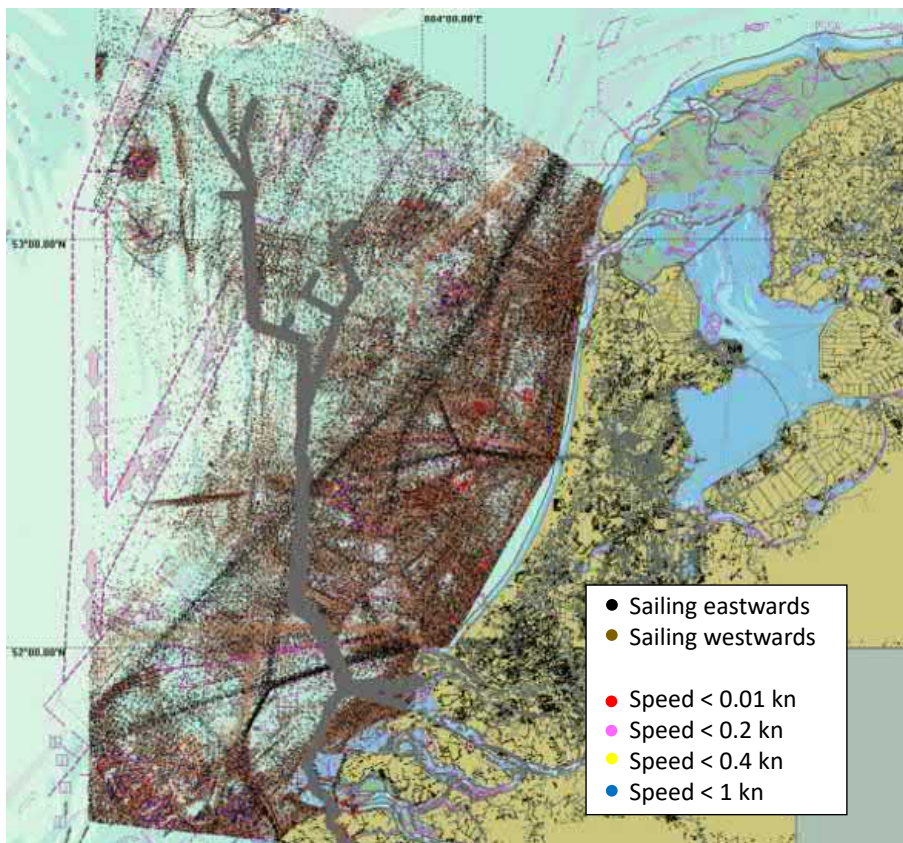


Figure 4-4 Tracks of ships with AIS, position every 5 minute, April 2019 (only non-route bound vessel), grey line represents the proposed trajectories.

4.2 Anchor areas

Table 4-1 Number of ships at anchor in the three anchor areas.

Ankergebied	Oppervlakte [km ²]	Totaal aantal	Gem. Verblijftijd (uren)	Geschat gem. aantal aanwezige ankerliggers
4 West	32.916	6184	7.5	5.3
4 East	81.625	5084	7.9	4.6
5	85.609	6754	9.7	7.5

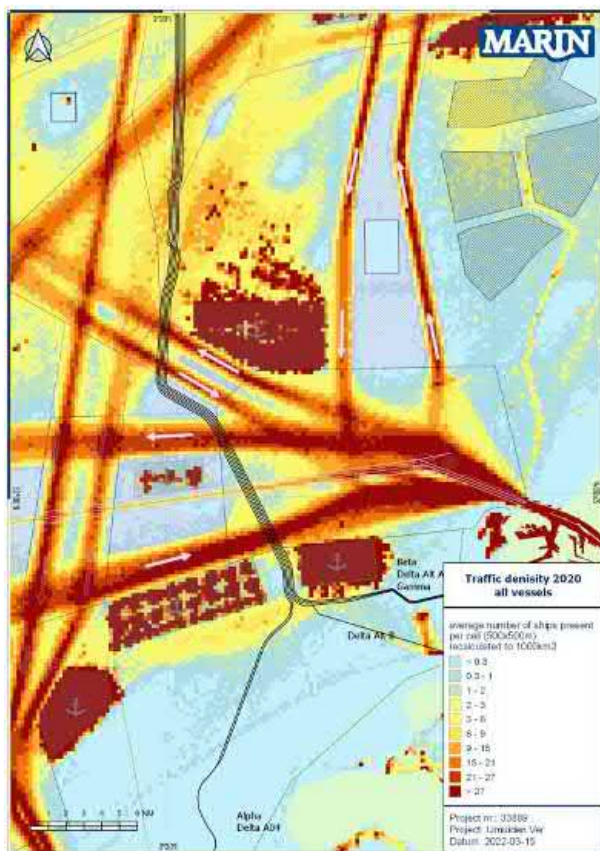


Figure 4-5 Density chart and route around anchor areas

4.3 Results number of crossings

All cable routes are divided into segments of approximately 100 m length. For each segment the average number of ships crossing the segment per year have been determined based on 2 years of AIS-data, 1 January 2019 - 31 December 2020. Based on the coordinates of the crossing points and the ship types, the number of crossings have been determined for each segment of 100 m for each ship type class. This is the basis to determine the probability of a number of threats.

In Table 4-2 the total average number of crossings per year per ship type is presented for the whole cable routes for the different route alternatives. In the APPENDIX 1 the results are presented for each individual trajectory per ship type and ship size. The number of crossings per segment are not presented in this report, but has been delivered to ACRB for further analysis within the RBBB.

Table 4-2 Average number of crossings per year for **the different route alternatives** ship size (based on 2 year AIS data 1 Jan 2019- 31 Dec 2020).

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Alpha	52002	2955	23918	13390	18497	12501	6921	4663	134844
Beta	18029	2230	23513	12953	18369	12474	6922	3412	97900
Delta – 04	58009	3283	25965	15789	24806	16559	8823	5501	158733
Delta alt A	21422	2461	26012	15566	24928	16325	8896	4131	119740
Delta alt B	22880	2749	27121	15519	24928	16335	8923	4139	122592
Gamma	19509	2314	24632	13606	19135	13660	7230	3602	103687

In the end the position of the cable crossing is important in the RBBB, so Figure 4-6 show the total average number of vessels crossing per year per segment.

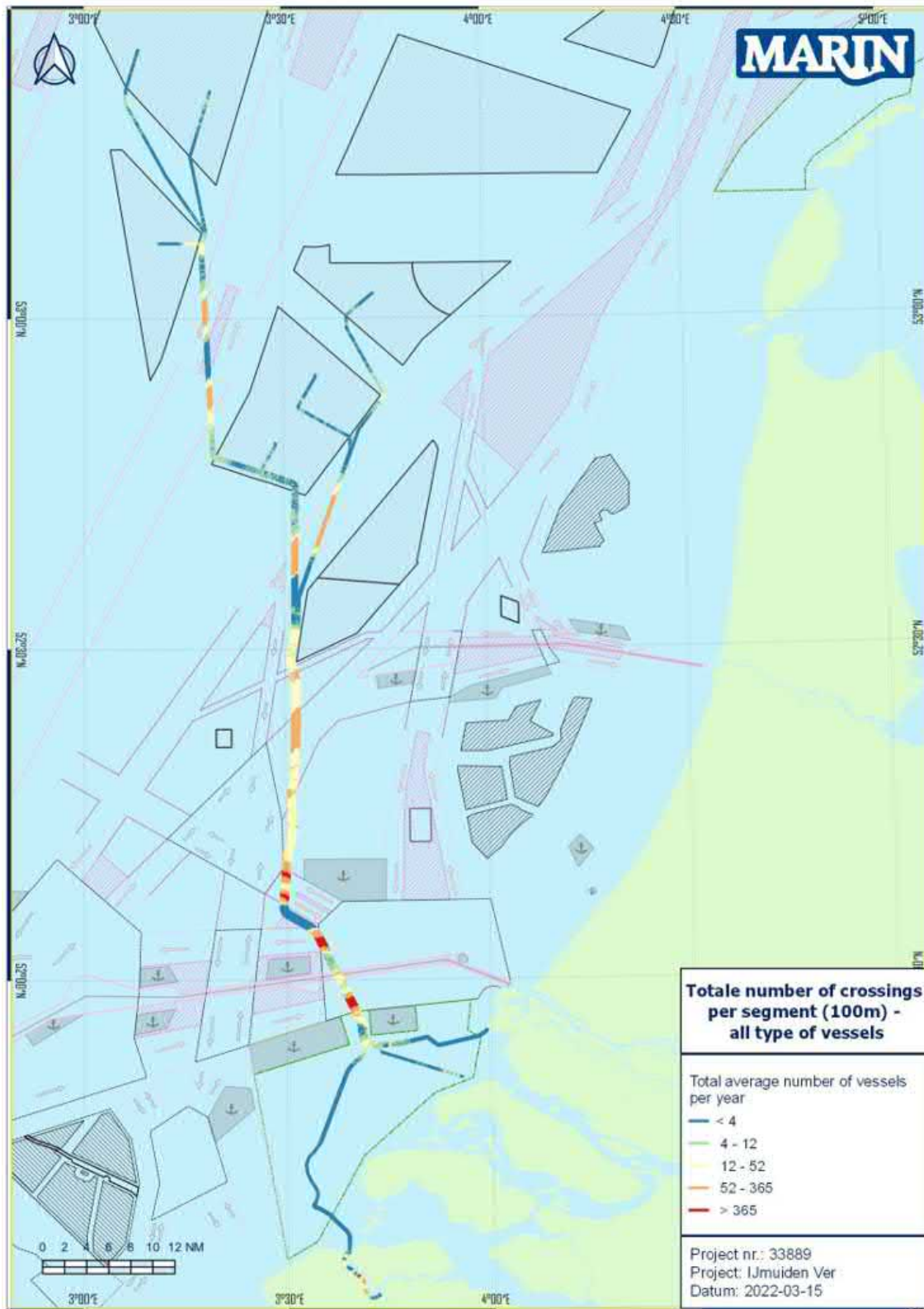


Figure 4-6 Number of crossings per year per segment, all ship types

4.4 Fishing vessels

The number of the fishing vessel crossings are presented in Table 4-3. The number of fishing vessels with a crossing speed below 5 knots and below 4 knots are separately presented in the table to get an idea of the number of fishing vessels who are likely to be engaged in fishing activities. However, this cannot be concluded from the AIS-data directly. Table 4-3 shows that on average 23% of the fishing vessels crossing the cable have a speed of less than 4 knots and are therefore assumed to be bottom trawling.

The total number of fishing vessels crossing the cables is relatively low. The average number of fishing vessels crossing per segment is shown in Figure 4-8.

Table 4-3 Average number of crossings by fishing vessels per year (based on 3 year AIS data 1 Jan 2018 – 31 December 2020).

Description		Alpha	Beta	Delta A04	Delta AltA	Delta AltB	Gamma
Average number of fishing vessels crossing the cable per year (based on AIS-data 2018/2019/2020)	All speed	9489	9887	12717	12960	13721	11203
	Crossing speed < 5kn	3078	4230	3935	4843	5429	4416
	Crossing speed < 4kn	1350	2182	1700	2225	2774	2191
% of crossing < 4 kn		14%	22%	13%	17%	20%	20%

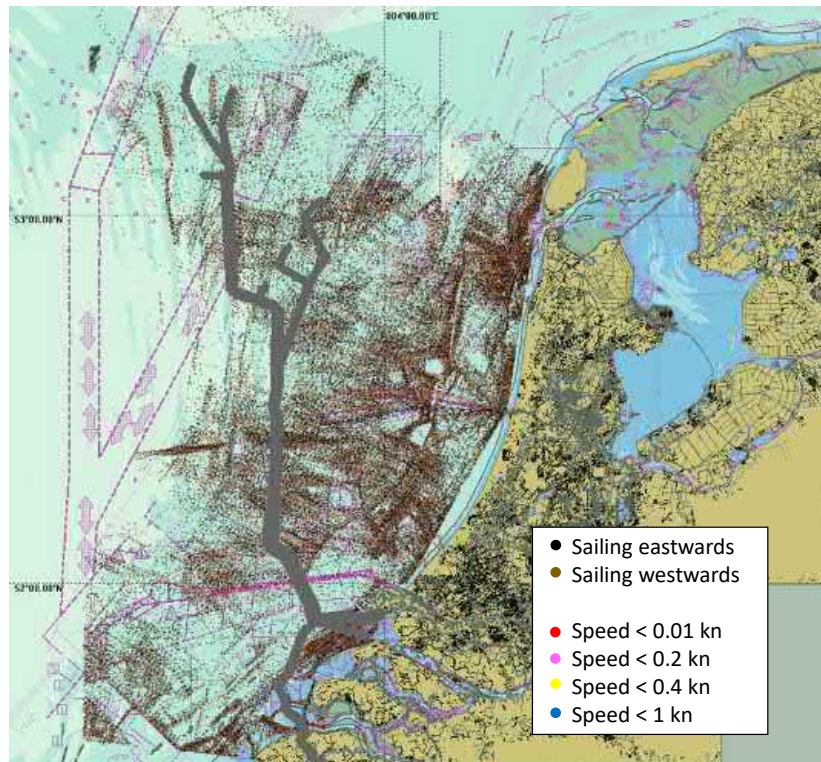


Figure 4-7 Tracks of ships with AIS, position every 10 minute, April 2019 (only fishing vessels), grey line represents the proposed trajectories.

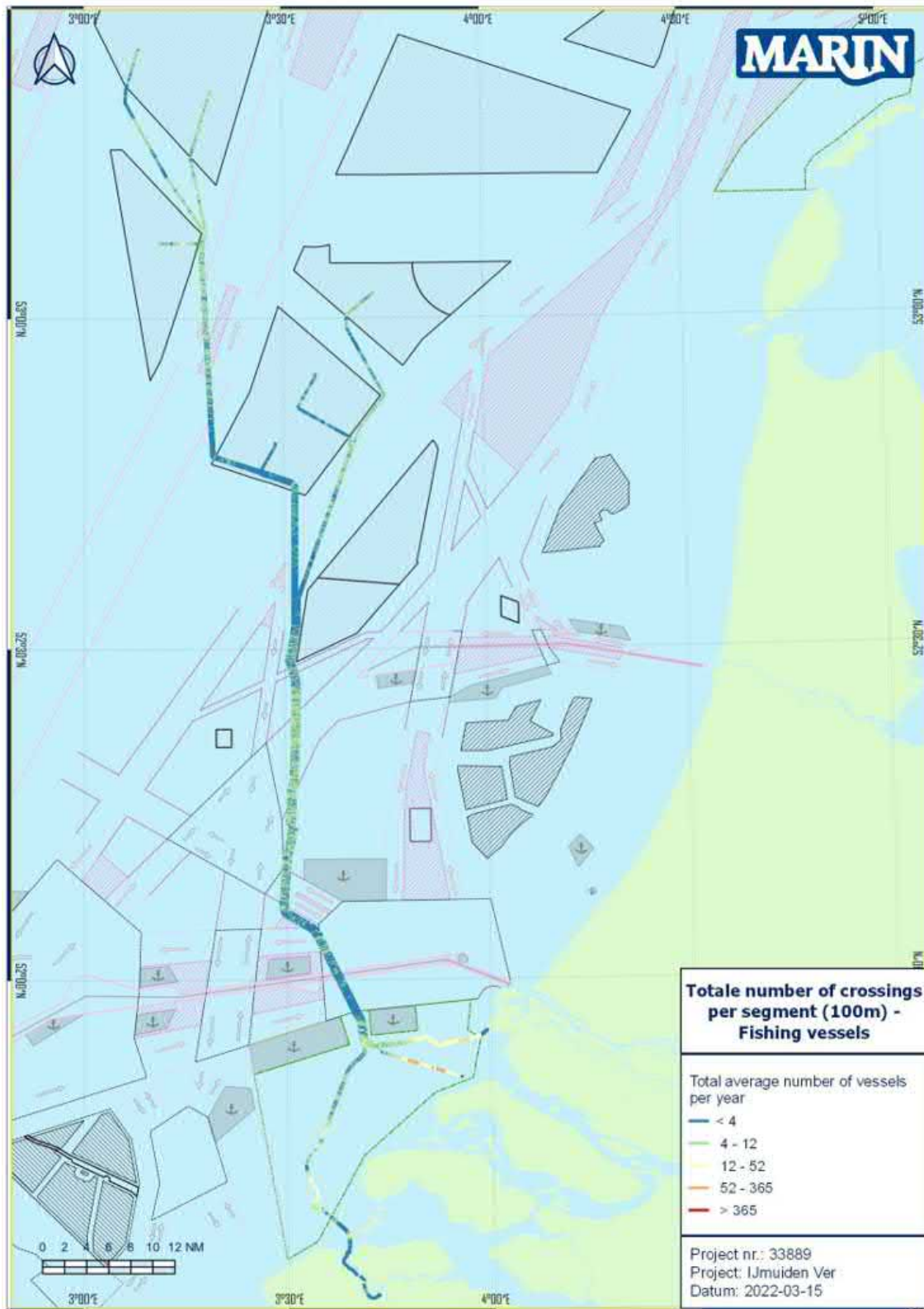


Figure 4-8 Number of crossings per year per segment, only fishing vessels.

5 INCIDENT FREQUENCIES

This chapter reports the calculated probabilities of cable incidents caused by shipping. All results presented in this report are given in frequencies per year per cable.

5.1 Foundering/sinking on the cable

The sinking frequencies are determined separately for foundering and sinking after being involved in a collision. The results per segment are given in the Excel files. An overview of the total frequencies for sinking per ship type and ship size is given in Table 5-1.

Table 5-1 Expected frequency of sinking on the cable per year and per size class;

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total	Once every ... years
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000		
Alpha	8.60E-05	1.45E-05	5.21E-05	1.52E-05	8.38E-06	2.03E-06	1.01E-06	7.74E-07	1.80E-04	5557
Beta	2.46E-05	7.45E-06	5.54E-05	1.56E-05	9.54E-06	2.31E-06	1.16E-06	7.84E-07	1.17E-04	8559
Delta – 04	1.05E-04	1.43E-05	5.64E-05	1.75E-05	1.18E-05	2.97E-06	1.32E-06	9.28E-07	2.11E-04	4750
Delta alt A	3.18E-05	7.26E-06	5.23E-05	1.65E-05	1.18E-05	2.92E-06	1.32E-06	8.26E-07	1.25E-04	8017
Delta alt B	3.25E-05	7.72E-06	5.42E-05	1.61E-05	1.18E-05	2.86E-06	1.33E-06	8.18E-07	1.27E-04	7856
Gamma	2.82E-05	7.64E-06	5.82E-05	1.65E-05	9.84E-06	2.45E-06	1.19E-06	8.27E-07	1.25E-04	8011

5.2 Container falls on the cable

Based on the crossings by container vessels and the probability that a container will fall off the vessel, the expected frequencies for container dropping on the cable are determined. A mathematical model to calculate the risk of containers falling from ships is explained in more detail in chapter 3.7. The results are presented in Table 5-2. Also ship in the category Bulk/GDC can carry containers, therefore one can also find a result for these type of vessels

Table 5-2 Expected frequency of container falling on the cable per year and per size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total	Once every ... years
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000		
Alpha	1.59E-05	5.02E-05	7.50E-04	1.50E-03	1.39E-03	1.28E-03	9.14E-04	1.02E-03	6.92E-03	145
Beta	5.03E-07	2.03E-05	7.72E-04	1.57E-03	1.60E-03	1.62E-03	1.10E-03	1.19E-03	7.87E-03	127
Delta – 04	2.05E-05	4.80E-05	8.03E-04	1.58E-03	1.47E-03	1.45E-03	1.02E-03	1.16E-03	7.56E-03	132
Delta alt A	5.60E-07	2.01E-05	7.57E-04	1.61E-03	1.49E-03	1.46E-03	1.01E-03	1.18E-03	7.54E-03	133
Delta alt B	6.47E-07	1.93E-05	7.76E-04	1.60E-03	1.47E-03	1.45E-03	1.01E-03	1.18E-03	7.51E-03	133
Gamma	6.18E-07	2.17E-05	8.06E-04	1.62E-03	1.66E-03	1.66E-03	1.14E-03	1.23E-03	8.14E-03	123

5.3 Anchor

When a ship drops an anchor because of a drifting event (engine/rudder failure), there is a possibility that she drops her anchor on the cable or that the anchor will hook behind the cable. The mathematical model to calculate the potential threat of anchor hooking on a pipeline or cable is explained further in 3.5. The expected frequencies for both incident types are presented in Table 5-3 (dropping) and Table 5-4 (hooking).

Table 5-3 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year, per ship type and size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total	Once every ... years
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000		
Alpha	1.82E-06	1.23E-07	9.90E-07	5.19E-07	6.64E-07	4.78E-07	2.93E-07	1.75E-07	5.06E-06	197538
Beta	1.06E-06	9.37E-08	9.77E-07	5.05E-07	6.58E-07	4.75E-07	2.93E-07	1.36E-07	4.20E-06	238099
Delta – 04	2.16E-06	1.38E-07	1.08E-06	6.33E-07	9.45E-07	6.59E-07	4.18E-07	2.20E-07	6.25E-06	159916
Delta alt A	1.32E-06	1.03E-07	1.08E-06	6.31E-07	9.50E-07	6.53E-07	4.22E-07	1.74E-07	5.34E-06	187277
Delta alt B	1.40E-06	1.15E-07	1.13E-06	6.30E-07	9.50E-07	6.54E-07	4.24E-07	1.74E-07	5.48E-06	182452
Gamma	1.17E-06	9.74E-08	1.03E-06	5.35E-07	6.85E-07	5.13E-07	3.07E-07	1.48E-07	4.48E-06	223017

Table 5-4 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year, per ship type and size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total	Once every ... years
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000		
Alpha	3.43E-04	3.61E-05	3.54E-04	2.12E-04	3.46E-04	2.28E-04	1.59E-04	9.48E-05	1.77E-03	564
Beta	2.04E-04	2.72E-05	3.49E-04	2.07E-04	3.43E-04	2.27E-04	1.59E-04	8.66E-05	1.60E-03	624
Delta – 04	4.52E-04	4.02E-05	3.85E-04	2.61E-04	5.06E-04	3.19E-04	2.34E-04	1.19E-04	2.32E-03	432
Delta alt A	2.74E-04	2.99E-05	3.86E-04	2.60E-04	5.09E-04	3.19E-04	2.37E-04	1.09E-04	2.12E-03	471
Delta alt B	2.85E-04	3.36E-05	4.01E-04	2.60E-04	5.09E-04	3.20E-04	2.38E-04	1.09E-04	2.16E-03	464
Gamma	2.42E-04	2.82E-05	3.66E-04	2.20E-04	3.57E-04	2.42E-04	1.66E-04	9.36E-05	1.72E-03	583

5.4 Stranding

When a ship has an engine/rudder failure, there is a possibility that she strands on the cable. The mathematical model to calculate the potential stranding is explained further in 3.6. The expected frequencies are presented in Table 5-5

Table 5-5 Expected frequency of stranding on the cable per year, per ship size class

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total	Once every ... years
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000		
Alpha	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-05	6.99E-06	4.62E-06	4.09E-06	4.17E-05	23973
Beta	2.48E-06	2.87E-06	7.74E-05	4.85E-05	3.61E-04	7.60E-05	1.13E-04	3.34E-05	7.15E-04	1398
Delta – 04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-05	6.99E-06	4.62E-06	5.14E-06	4.28E-05	23382
Delta alt A	7.89E-04	4.63E-05	1.15E-04	1.94E-04	1.07E-03	1.58E-04	2.56E-04	8.69E-05	2.71E-03	368
Delta alt B	0.00E+00	0.00E+00	3.63E-07	0.00E+00	9.83E-05	1.15E-05	1.30E-05	9.32E-06	1.33E-04	7545
Gamma	4.26E-06	6.67E-06	1.38E-04	1.17E-04	1.01E-03	1.71E-04	2.84E-04	8.15E-05	1.81E-03	553



5.5 Overall incident frequencies

The total incident frequencies per segment are shown in Table 5-6 and Table 5-7.

Table 5-6 Total expected incident frequencies per year.

	Frequency per year					
Incident Type	alpha	beta	delta_a04	delta_alta	delta_altb	gamma
Number crossings [nr]	134844	97900	158733	119740	122592	103687
Sinking [1/yr]	1.80E-04	1.17E-04	2.11E-04	1.25E-04	1.27E-04	1.25E-04
Anchor hook [1/yr]	1.77E-03	1.60E-03	2.32E-03	2.12E-03	2.16E-03	1.72E-03
Anchor drop [1/yr]	5.06E-06	4.20E-06	6.25E-06	5.34E-06	5.48E-06	4.48E-06
Container drop [1/yr]	6.92E-03	7.87E-03	7.56E-03	7.54E-03	7.51E-03	8.14E-03
Stranding [1/yr]	4.17E-05	7.15E-04	4.28E-05	2.71E-03	1.33E-04	1.81E-03
Total	8.92E-03	1.03E-02	1.01E-02	1.25E-02	9.94E-03	1.18E-02

Table 5-7 Total expected incident frequencies per year (once every ... years)

	Once every ... years					
Incident Type	alpha	beta	delta_a04	delta_alta	delta_altb	gamma
Sinking [1/yr]	5557	8559	4750	8017	7856	8011
Anchor hook [1/yr]	564	624	432	471	464	583
Anchor drop [1/yr]	197538	238099	159916	187277	182452	223017
Container drop [1/yr]	145	127	132	133	133	123
Stranding [1/yr]	23973	1398	23382	368	7545	553
Total	112	97	99	80	101	85

REFERENCES

- [Ref 1.] C. van der Tak, C.C. Glansdorp
Ongevaskansmodellering
MSCN, OV073 November 1995.
- [Ref 2.] C. van der Tak
Update of casualty rates in SAMSON
MARIN, 18591.620/2, November 2003
- [Ref 3.] C. van der Tak, W.H. van Iperen
Update marine hazard study for the BBL pipeline
MARIN, 24052.620/5, 10 December 2010
- [Ref 4.] M.I. Hermans
Netwerkevaluatie Noordzee, Verkeersstromen op de Noordzee op basis van AIS-data tussen juni 2015 en mei 2016
MARIN, 29645-1-MSCN-rev.2, 1 December 2017
- [Ref 5.] Y. Koldenhof en anderen
Netwerkevaluatie Noordzee 2018/2019
MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020
- [Ref 6.] Y. Koldenhof en anderen
Nautical Risk Assessment of the offshore cable "Ijmuiden ver (Alpha en Beta)
MARIN, 33064-1-MO-rev.2, 16 december 2020

APPENDICES

APPENDIX 1 RESULTS PER TRAJECTORY

Delta – A04

Table A1-1 Total average number of vessels crossing the trajectory per year: Delta – A04

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	489	2075	14835	4217	4822	4942	1294	910	33583
Container			1345	3713	2743	2388	1986	2281	14454
Tanker (chem/oil)	59	281	6926	5453	10518	2828	3027	208	29299
Gastanker			1280	881	736	39	27	419	3381
Pass/Ferry/Roro	3272	19	161	667	5423	5999	2490	1489	19517
Workvessel/other	8544	788	1254	596	559	365		195	12299
Fishing	12453	47	104	107	7				12717
Pleasure	33193	75	62	156					33485
TOTAL	58009	3283	25965	15789	24806	16559	8823	5501	158733

Table A1-2 Expected frequency of sinking on the cable per year: Delta – A04

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	3.41E-06	1.06E-05	4.66E-05	9.13E-06	5.25E-06	1.50E-06	4.48E-07	2.61E-07	7.72E-05
Container			1.70E-06	3.07E-06	1.32E-06	4.06E-07	3.11E-07	4.56E-07	7.26E-06
Tanker (chem/oil)	5.55E-08	2.42E-07	3.41E-06	2.12E-06	2.07E-06	1.75E-07	2.31E-07	1.45E-08	8.31E-06
Gastanker			2.62E-07	1.17E-07	6.13E-08	1.07E-09	5.52E-10	1.33E-08	4.55E-07
Pass/Ferry/Roro	4.99E-06	1.38E-07	7.81E-07	1.19E-06	2.58E-06	7.89E-07	3.26E-07	1.18E-07	1.09E-05
Workvessel/other	2.27E-05	3.00E-06	3.20E-06	1.38E-06	5.60E-07	9.96E-08		6.51E-08	3.10E-05
Fishing	2.58E-05	8.49E-08	2.23E-07	1.77E-07	4.88E-09				2.63E-05
Pleasure	4.84E-05	2.15E-07	2.15E-07	3.00E-07					4.91E-05
TOTAL	1.05E-04	1.43E-05	5.64E-05	1.75E-05	1.18E-05	2.97E-06	1.32E-06	9.28E-07	2.11E-04
Once every ... year	9491	70053	17745	57208	84443	336940	759883	1077409	4750

Table A1-3 Expected frequency of container falling on the cable per year: Delta – A04

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	2.05E-05	4.80E-05	2.49E-04	6.45E-05	3.59E-05	4.30E-05	1.68E-05	1.81E-05	4.96E-04
Container			5.53E-04	1.52E-03	1.43E-03	1.40E-03	1.01E-03	1.15E-03	7.06E-03
Tanker (chem/oil)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Gastanker			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pass/Ferry/Roro	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Workvessel/other	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00
Fishing	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				0.00E+00
Pleasure	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					0.00E+00
TOTAL	2.05E-05	4.80E-05	8.03E-04	1.58E-03	1.47E-03	1.45E-03	1.02E-03	1.16E-03	7.56E-03
Once every ... year	48707	20815	1246	632	681	691	977	859	132

Table A1-4 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year: Delta – A04

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	1.92E-08	8.67E-08	6.11E-07	1.71E-07	1.55E-07	2.15E-07	6.71E-08	5.40E-08	1.38E-06
Container			3.04E-08	8.27E-08	5.75E-08	5.71E-08	4.75E-08	5.71E-08	3.32E-07
Tanker (chem/oil)	2.70E-09	1.41E-08	3.29E-07	2.92E-07	5.51E-07	2.07E-07	2.35E-07	1.70E-08	1.65E-06
Gastanker			4.59E-08	3.58E-08	3.10E-08	2.01E-09	1.46E-09	2.27E-08	1.39E-07
Pass/Ferry/Roro	7.19E-08	4.82E-10	3.43E-09	1.65E-08	1.26E-07	1.54E-07	6.68E-08	4.26E-08	4.82E-07
Workvessel/other	4.52E-07	3.20E-08	4.64E-08	2.36E-08	2.41E-08	2.28E-08		2.63E-08	6.27E-07
Fishing	1.02E-06	3.51E-09	1.08E-08	1.06E-08	5.45E-10				1.05E-06
Pleasure	5.94E-07	8.09E-10	6.23E-10	1.35E-09					5.97E-07
TOTAL	2.16E-06	1.38E-07	1.08E-06	6.33E-07	9.45E-07	6.59E-07	4.18E-07	2.20E-07	6.25E-06
Once every ... year	462177	7270531	927612	1580077	1058264	1518198	2393504	4550678	159916

Table A1-5 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year: Delta – A04

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	4.87E-06	2.53E-05	2.08E-04	6.73E-05	8.53E-05	1.15E-04	4.00E-05	3.60E-05	5.81E-04
Container			1.15E-05	3.42E-05	2.74E-05	2.92E-05	2.65E-05	3.74E-05	1.66E-04
Tanker (chem/oil)	7.52E-07	4.38E-06	1.29E-04	1.26E-04	3.17E-04	1.14E-04	1.45E-04	1.26E-05	8.50E-04
Gastanker			1.63E-05	1.35E-05	1.59E-05	1.02E-06	7.33E-07	1.21E-05	5.97E-05
Pass/Ferry/Roro	1.32E-05	1.32E-07	1.09E-06	5.19E-06	4.85E-05	4.89E-05	2.14E-05	9.70E-06	1.48E-04
Workvessel/other	9.56E-05	9.27E-06	1.55E-05	9.12E-06	1.10E-05	1.10E-05		1.11E-05	1.63E-04
Fishing	2.28E-04	8.03E-07	4.02E-06	4.47E-06	2.07E-07				2.38E-04
Pleasure	1.09E-04	2.94E-07	2.51E-07	4.10E-07					1.10E-04
TOTAL	4.52E-04	4.02E-05	3.85E-04	2.61E-04	5.06E-04	3.19E-04	2.34E-04	1.19E-04	2.32E-03
Once every ... year	2213	24863	2598	3836	1977	3133	4275	8405	432

Delta – ALT A

Table A1-6 Total average number of vessels crossing the trajectory per year: Delta – ALT A

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	195	1780	14855	4208	4823	4973	1295	867	32994
Container			1345	3753	2763	2406	1992	2292	14550
Tanker (chem/oil)	14	217	6957	5419	10608	2846	3078	205	29342
Gastanker			1278	871	737	50	27	419	3381
Pass/Ferry/Roro	25	2	35	492	5436	5725	2506	196	14416
Workvessel/other	3588	366	1373	653	556	327		152	7013
Fishing	12650	52	117	136	7				12960
Pleasure	4951	45	53	37					5086
TOTAL	21422	2461	26012	15566	24928	16325	8896	4131	119740

Table A1-7 Expected frequency of sinking on the cable per year: Delta – ALT A

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.18E-07	5.88E-06	4.30E-05	8.94E-06	5.23E-06	1.51E-06	4.48E-07	2.40E-07	6.59E-05
Container			1.65E-06	3.12E-06	1.34E-06	4.11E-07	3.08E-07	4.65E-07	7.30E-06
Tanker (chem/oil)	6.99E-09	8.66E-08	3.43E-06	2.06E-06	2.10E-06	1.77E-07	2.34E-07	1.44E-08	8.11E-06
Gastanker			2.68E-07	1.18E-07	6.20E-08	1.36E-09	5.73E-10	1.34E-08	4.64E-07
Pass/Ferry/Roro	2.32E-08	2.80E-09	7.63E-08	4.90E-07	2.55E-06	7.29E-07	3.28E-07	3.89E-08	4.24E-06
Workvessel/other	5.99E-06	1.00E-06	3.33E-06	1.22E-06	5.44E-07	8.53E-08		5.50E-08	1.22E-05
Fishing	2.13E-05	1.05E-07	2.47E-07	2.26E-07	4.09E-09				2.19E-05
Pleasure	3.86E-06	1.78E-07	2.88E-07	3.09E-07					4.63E-06
TOTAL	3.18E-05	7.26E-06	5.23E-05	1.65E-05	1.18E-05	2.92E-06	1.32E-06	8.26E-07	1.25E-04
Once every ... year	31450	137817	19120	60668	84500	342974	757885	1210327	8017

Table A1-8 Expected frequency of container falling on the cable per year: Delta – ALT A

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	5.60E-07	2.01E-05	2.21E-04	6.16E-05	3.53E-05	4.09E-05	1.64E-05	1.46E-05	4.10E-04
Container			5.36E-04	1.54E-03	1.46E-03	1.42E-03	9.98E-04	1.17E-03	7.13E-03
Tanker (chem/oil)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Gastanker			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pass/Ferry/Roro	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Workvessel/other	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00
Fishing	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				0.00E+00
Pleasure	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					0.00E+00
TOTAL	5.60E-07	2.01E-05	7.57E-04	1.61E-03	1.49E-03	1.46E-03	1.01E-03	1.18E-03	7.54E-03
Once every ... year	1786480	49637	1321	623	669	684	985	845	133

Table A1-9 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year: Delta – ALT A

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	7.10E-09	7.39E-08	6.12E-07	1.70E-07	1.54E-07	2.16E-07	6.71E-08	5.15E-08	1.35E-06
Container			3.04E-08	8.36E-08	5.79E-08	5.75E-08	4.77E-08	5.74E-08	3.34E-07
Tanker (chem/oil)	6.28E-10	1.09E-08	3.31E-07	2.90E-07	5.56E-07	2.09E-07	2.39E-07	1.68E-08	1.65E-06
Gastanker			4.59E-08	3.54E-08	3.10E-08	2.58E-09	1.46E-09	2.27E-08	1.39E-07
Pass/Ferry/Roro	5.98E-10	5.21E-11	7.45E-10	1.26E-08	1.26E-07	1.48E-07	6.73E-08	5.41E-09	3.61E-07
Workvessel/other	1.88E-07	1.41E-08	4.95E-08	2.58E-08	2.40E-08	2.04E-08		2.04E-08	3.42E-07
Fishing	1.04E-06	3.84E-09	1.22E-08	1.34E-08	5.06E-10				1.07E-06
Pleasure	8.87E-08	4.89E-10	5.37E-10	3.22E-10					9.00E-08
TOTAL	1.32E-06	1.03E-07	1.08E-06	6.31E-07	9.50E-07	6.53E-07	4.22E-07	1.74E-07	5.34E-06
Once every ... year	755349	9678300	924279	1584915	1052625	1531125	2367772	5742418	187277

Table A1-10 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year: Delta – ALT A

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	2.00E-06	2.17E-05	2.08E-04	6.71E-05	8.53E-05	1.15E-04	4.01E-05	3.49E-05	5.74E-04
Container			1.15E-05	3.46E-05	2.76E-05	2.94E-05	2.66E-05	3.76E-05	1.67E-04
Tanker (chem/oil)	1.67E-07	3.30E-06	1.29E-04	1.26E-04	3.20E-04	1.15E-04	1.48E-04	1.25E-05	8.54E-04
Gastanker			1.63E-05	1.33E-05	1.60E-05	1.30E-06	7.33E-07	1.21E-05	5.98E-05
Pass/Ferry/Roro	1.04E-07	1.40E-08	2.20E-07	3.71E-06	4.86E-05	4.76E-05	2.15E-05	1.94E-06	1.24E-04
Workvessel/other	4.22E-05	3.76E-06	1.63E-05	9.93E-06	1.10E-05	1.03E-05		9.83E-06	1.03E-04
Fishing	2.13E-04	8.89E-07	4.55E-06	5.94E-06	1.92E-07				2.25E-04
Pleasure	1.67E-05	2.02E-07	2.30E-07	1.33E-07					1.72E-05
TOTAL	2.74E-04	2.99E-05	3.86E-04	2.60E-04	5.09E-04	3.19E-04	2.37E-04	1.09E-04	2.12E-03
Once every ... year	3649	33479	2592	3839	1966	3131	4225	9181	471

Delta – ALT B

Table A1-11 Total average number of vessels crossing the trajectory per year: Delta – ALT B

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	196	1780	16006	4203	4829	4974	1299	872	34158
Container			1346	3740	2756	2403	1998	2305	14547
Tanker (chem/oil)	13	217	6919	5405	10623	2872	3096	204	29348
Gastanker			1270	872	733	39	27	419	3359
Pass/Ferry/Roro	25	2	35	479	5434	5723	2503	197	14396
Workvessel/other	3784	653	1370	638	547	325		144	7461
Fishing	13389	50	127	148	8				13721
Pleasure	5473	47	49	35					5604
TOTAL	22880	2749	27121	15519	24928	16335	8923	4139	122592

Table A1-12 Expected frequency of sinking on the cable per year: Delta – ALT B

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.46E-07	5.71E-06	4.55E-05	8.89E-06	5.23E-06	1.48E-06	4.52E-07	2.41E-07	6.82E-05
Container			1.64E-06	3.11E-06	1.33E-06	4.10E-07	3.07E-07	4.64E-07	7.25E-06
Tanker (chem/oil)	7.30E-09	8.52E-08	3.32E-06	2.05E-06	2.10E-06	1.80E-07	2.39E-07	1.40E-08	8.00E-06
Gastanker			2.59E-07	1.17E-07	6.09E-08	1.08E-09	5.44E-10	1.33E-08	4.52E-07
Pass/Ferry/Roro	2.25E-08	2.66E-09	4.83E-08	4.79E-07	2.52E-06	7.08E-07	3.29E-07	3.93E-08	4.15E-06
Workvessel/other	5.84E-06	1.64E-06	3.01E-06	1.07E-06	5.24E-07	8.47E-08		4.62E-08	1.22E-05
Fishing	2.16E-05	1.01E-07	2.67E-07	2.29E-07	4.81E-09				2.22E-05
Pleasure	4.39E-06	1.82E-07	1.70E-07	1.39E-07					4.88E-06
TOTAL	3.25E-05	7.72E-06	5.42E-05	1.61E-05	1.18E-05	2.86E-06	1.33E-06	8.18E-07	1.27E-04
Once every ... year	30767	129607	18441	62212	84994	349122	753625	1222281	7856

Table A1-13 Expected frequency of container falling on the cable per year: Delta – ALT B

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.47E-07	1.93E-05	2.43E-04	6.11E-05	3.53E-05	4.05E-05	1.63E-05	1.46E-05	4.31E-04
Container			5.33E-04	1.54E-03	1.44E-03	1.41E-03	9.94E-04	1.17E-03	7.08E-03
Tanker (chem/oil)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Gastanker			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pass/Ferry/Roro	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Workvessel/other	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00
Fishing	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				0.00E+00
Pleasure	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					0.00E+00
TOTAL	6.47E-07	1.93E-05	7.76E-04	1.60E-03	1.47E-03	1.45E-03	1.01E-03	1.18E-03	7.51E-03
Once every ... year	1544748	51943	1289	625	678	688	990	847	133

Table A1-14 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year: Delta – ALT B

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	7.16E-09	7.39E-08	6.60E-07	1.70E-07	1.55E-07	2.16E-07	6.73E-08	5.17E-08	1.40E-06
Container			3.05E-08	8.33E-08	5.78E-08	5.74E-08	4.78E-08	5.77E-08	3.34E-07
Tanker (chem/oil)	6.06E-10	1.09E-08	3.29E-07	2.89E-07	5.57E-07	2.11E-07	2.40E-07	1.67E-08	1.65E-06
Gastanker			4.56E-08	3.55E-08	3.09E-08	2.01E-09	1.46E-09	2.26E-08	1.38E-07
Pass/Ferry/Roro	5.87E-10	5.21E-11	7.45E-10	1.22E-08	1.26E-07	1.48E-07	6.72E-08	5.44E-09	3.60E-07
Workvessel/other	1.98E-07	2.60E-08	4.95E-08	2.52E-08	2.36E-08	2.03E-08		1.94E-08	3.62E-07
Fishing	1.10E-06	3.73E-09	1.33E-08	1.46E-08	5.84E-10				1.13E-06
Pleasure	9.80E-08	5.10E-10	4.96E-10	3.05E-10					9.93E-08
TOTAL	1.40E-06	1.15E-07	1.13E-06	6.30E-07	9.50E-07	6.54E-07	4.24E-07	1.74E-07	5.48E-06
Once every ... year	711880	8691815	885883	1587073	1052229	1528558	2358154	5761094	182452

Table A1-15 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year: Delta – ALT B

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	2.01E-06	2.17E-05	2.23E-04	6.71E-05	8.54E-05	1.16E-04	4.02E-05	3.51E-05	5.90E-04
Container			1.15E-05	3.45E-05	2.75E-05	2.94E-05	2.67E-05	3.78E-05	1.67E-04
Tanker (chem/oil)	1.61E-07	3.30E-06	1.28E-04	1.25E-04	3.20E-04	1.16E-04	1.49E-04	1.24E-05	8.55E-04
Gastanker			1.62E-05	1.34E-05	1.59E-05	1.02E-06	7.33E-07	1.21E-05	5.93E-05
Pass/Ferry/Roro	1.02E-07	1.40E-08	2.20E-07	3.61E-06	4.86E-05	4.76E-05	2.15E-05	1.95E-06	1.24E-04
Workvessel/other	4.37E-05	7.47E-06	1.63E-05	9.70E-06	1.08E-05	1.03E-05		9.30E-06	1.07E-04
Fishing	2.21E-04	8.53E-07	4.94E-06	6.61E-06	2.22E-07				2.34E-04
Pleasure	1.83E-05	2.10E-07	2.14E-07	1.26E-07					1.89E-05
TOTAL	2.85E-04	3.36E-05	4.01E-04	2.60E-04	5.09E-04	3.20E-04	2.38E-04	1.09E-04	2.16E-03
Once every ... year	3504	29804	2493	3843	1965	3124	4204	9200	464

Gamma

Table A1-16 Total average number of vessels crossing the trajectory per year: Gamma

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	184	1691	14265	3965	3442	3484	1067	828	28924
Container			1345	3686	2735	2340	1898	2159	14162
Tanker (chem/oil)	11	211	6613	3989	6842	1826	1780	167	21436
Gastanker			1239	784	262	11	22	134	2451
Pass/Ferry/Roro	24	2	36	467	5371	5686	2465	170	14219
Workvessel/other	3464	328	981	539	473	314		146	6244
Fishing	10902	44	106	141	11				11203
Pleasure	4926	40	48	37					5049
TOTAL	19509	2314	24632	13606	19135	13660	7230	3602	103687

Table A1-17 Expected frequency of sinking on the cable per year: Gamma

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.92E-07	6.28E-06	4.95E-05	1.00E-05	4.05E-06	1.00E-06	3.83E-07	2.49E-07	7.22E-05
Container			1.70E-06	3.13E-06	1.50E-06	4.70E-07	3.48E-07	4.81E-07	7.63E-06
Tanker (chem/oil)	4.95E-09	8.75E-08	3.51E-06	1.24E-06	9.85E-07	8.31E-08	9.80E-08	1.03E-08	6.02E-06
Gastanker			2.87E-07	1.20E-07	1.47E-08	1.56E-10	3.70E-10	2.42E-09	4.25E-07
Pass/Ferry/Roro	2.31E-08	2.76E-09	8.90E-08	5.64E-07	2.82E-06	8.10E-07	3.63E-07	3.84E-08	4.71E-06
Workvessel/other	5.88E-06	1.04E-06	2.65E-06	8.61E-07	4.61E-07	8.54E-08		4.59E-08	1.10E-05
Fishing	1.77E-05	7.94E-08	1.97E-07	2.34E-07	6.25E-09				1.82E-05
Pleasure	3.89E-06	1.55E-07	3.05E-07	2.83E-07					4.63E-06
TOTAL	2.82E-05	7.64E-06	5.82E-05	1.65E-05	9.84E-06	2.45E-06	1.19E-06	8.27E-07	1.25E-04
Once every ... year	35489	130832	17174	60725	101615	408097	838346	1208593	8011

Table A1-18 Expected frequency of container falling on the cable per year: Gamma

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.18E-07	2.17E-05	2.53E-04	7.14E-05	3.37E-05	3.77E-05	1.58E-05	1.55E-05	4.49E-04
Container			5.53E-04	1.55E-03	1.63E-03	1.63E-03	1.12E-03	1.21E-03	7.69E-03
Tanker (chem/oil)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Gastanker			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pass/Ferry/Roro	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Workvessel/other	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00
Fishing	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				0.00E+00
Pleasure	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					0.00E+00
TOTAL	6.18E-07	2.17E-05	8.06E-04	1.62E-03	1.66E-03	1.66E-03	1.14E-03	1.23E-03	8.14E-03
Once every ... year	1619127	46128	1241	617	602	601	877	814	123

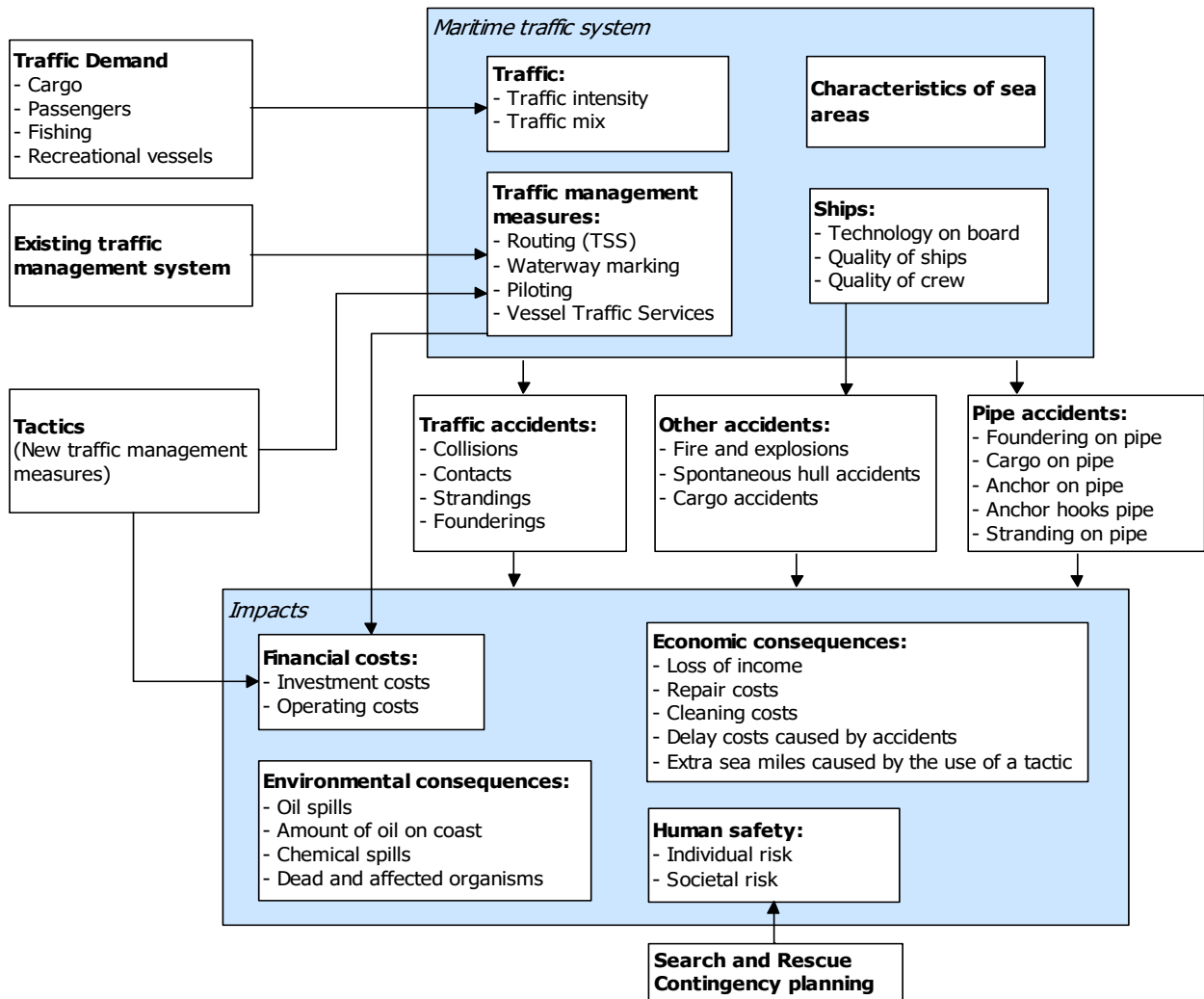
Table A1-19 Expected frequency of anchor dropping on the cable per year: Gamma

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	6.70E-09	7.01E-08	5.87E-07	1.61E-07	1.12E-07	1.56E-07	5.57E-08	4.92E-08	1.20E-06
Container			3.04E-08	8.21E-08	5.73E-08	5.59E-08	4.54E-08	5.40E-08	3.25E-07
Tanker (chem/oil)	4.93E-10	1.06E-08	3.15E-07	2.13E-07	3.58E-07	1.34E-07	1.38E-07	1.36E-08	1.18E-06
Gastanker			4.45E-08	3.19E-08	1.10E-08	5.72E-10	1.16E-09	7.22E-09	9.63E-08
Pass/Ferry/Roro	5.60E-10	5.21E-11	7.74E-10	1.19E-08	1.25E-07	1.47E-07	6.62E-08	4.66E-09	3.56E-07
Workvessel/other	1.81E-07	1.29E-08	3.60E-08	2.13E-08	2.04E-08	1.96E-08		1.97E-08	3.11E-07
Fishing	8.96E-07	3.28E-09	1.11E-08	1.40E-08	8.18E-10				9.25E-07
Pleasure	8.82E-08	4.29E-10	4.81E-10	3.18E-10					8.94E-08
TOTAL	1.17E-06	9.74E-08	1.03E-06	5.35E-07	6.85E-07	5.13E-07	3.07E-07	1.48E-07	4.48E-06
Once every ... year	852405	10268693	975508	1868666	1459795	1949416	3260405	6735496	223017

Table A1-20 Expected frequency of anchor hooking on the cable per year: Gamma

Ship Type	Ship size (based on GT)								Total
	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	> 100000	
Bulk/GDC	1.90E-06	2.06E-05	1.99E-04	6.33E-05	6.16E-05	8.25E-05	3.33E-05	3.34E-05	4.96E-04
Container			1.15E-05	3.40E-05	2.73E-05	2.86E-05	2.54E-05	3.54E-05	1.62E-04
Tanker (chem/oil)	1.28E-07	3.21E-06	1.23E-04	9.25E-05	2.05E-04	7.35E-05	8.61E-05	1.02E-05	5.93E-04
Gastanker			1.58E-05	1.20E-05	5.63E-06	2.90E-07	5.84E-07	3.82E-06	3.82E-05
Pass/Ferry/Roro	9.59E-08	1.40E-08	2.33E-07	3.57E-06	4.81E-05	4.72E-05	2.12E-05	1.73E-06	1.22E-04
Workvessel/other	4.10E-05	3.44E-06	1.19E-05	8.18E-06	9.33E-06	9.92E-06		9.17E-06	9.29E-05
Fishing	1.83E-04	7.46E-07	3.97E-06	6.34E-06	3.11E-07				1.94E-04
Pleasure	1.65E-05	1.75E-07	2.08E-07	1.31E-07					1.71E-05
TOTAL	2.42E-04	2.82E-05	3.66E-04	2.20E-04	3.57E-04	2.42E-04	1.66E-04	9.36E-05	1.72E-03
Once every ... year	4127	35453	2734	4545	2798	4132	6008	10680	583

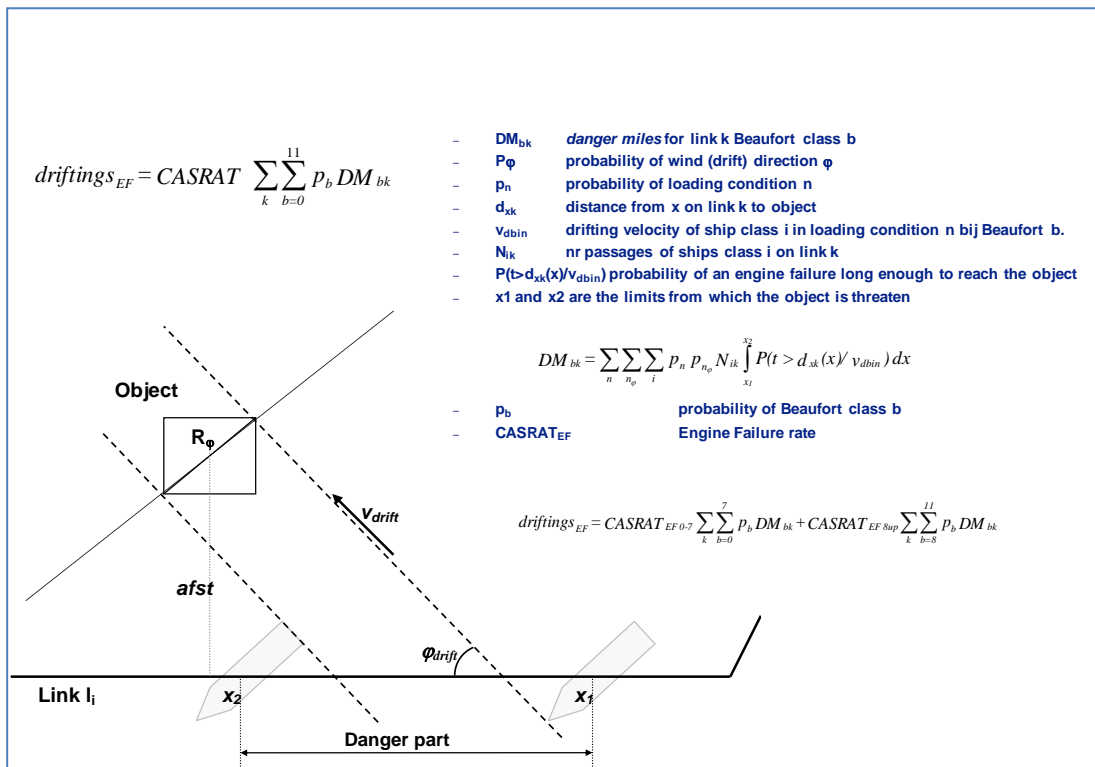
APPENDIX 2 SAMSON SYSTEMEEM DIAGRAM



APPENDIX 3 SAMSON: STRANDING MODEL

General idea:

- Danger miles/danger part
- Engine failure probability per sailed mile
- Reduction: repair function
- Reduction: anchor function
- Variation over:
 - Wind direction
 - Wind speed
 - Current speed
 - Ship type/size /loading condition



APPENDIX 4 MODEL SINKING ON TWO CABLES

General idea:

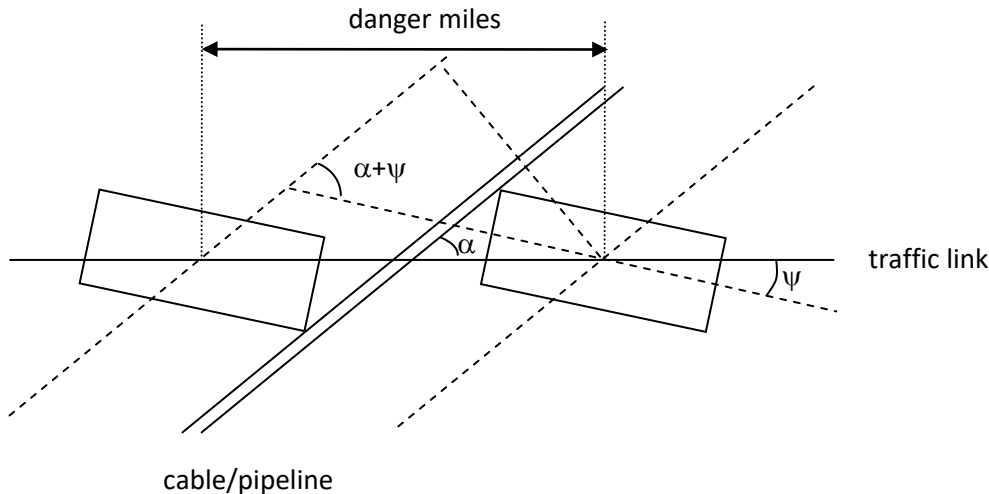


Figure 1 Danger miles on the traffic link for an object, depending on object size and angles

$$D_{miles} = \left(L_{object} + \frac{B_{object}}{\tan(\alpha + \psi)} + \frac{D_{pipe}}{\sin(\alpha + \psi)} \right) \frac{\sin(\alpha + \psi)}{\sin \alpha} \frac{1}{1852}$$

In which:

- D_{miles} Danger miles in nm
- L_{object} Length of the object in m
- B_{object} Breadth of the object in m
- $D_{pipeline}$ diameter of the pipeline in m
- α angle between the traffic link and the pipeline
- ψ angle with the traffic link of the falling object

In the analysis the angle ψ is assumed to be 0, so the DM_{sink} is calculated (for each crossing of the segment as:

$$DM_{Sink} = (L_{Ship} + B_{Ship}/\tan(\alpha) + PDiam/\sin(\alpha))/1852$$

In which:

- L_{Ship} Length of the ship [m]
- B_{Ship} Breath of the ship [m]
- α angle between the traffic link and the pipeline
- $PDiam$ diameter of the pipeline [m]

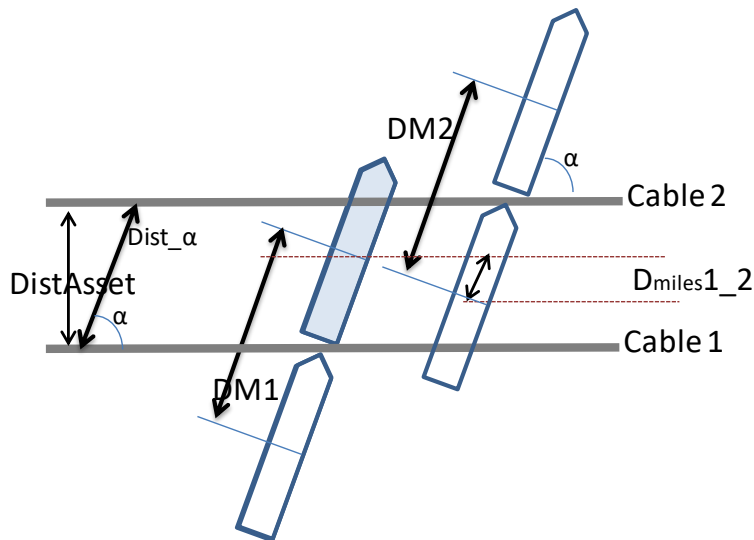
The probability of sinking on one cable is:

$$Psink1 = DM_{sink} * Psinknm(t,s)$$

Where:

- $Psink1$ Sinking frequency on one cable
- DM_{sink} Danger mile
- $Psinknm(t,s)$ Basic probability: probability of sinking per sailed nautical mile for ship type t and sizeclass s

The probability of sinking on two cable



Distance between two cables included the crossing angle:

$$\text{Dist}_\alpha = \text{DistAsset} / \sin(\alpha)$$

- DistAsset Distance between the two cables
- α angle between the traffic link and the pipeline

Danger mile for two cables (Dmiles1_2 in the figure):

$$\text{DM}_{1_2} = 0.5 * \text{Lship} - (\text{Dist}_\alpha - 0.5 * \text{Lship}) = \text{Lship} - \text{Dist}_\alpha$$

- Lship Length of the ship [m]
- Dist_alpha Distance between two cable including the crossing angle

Assumption:

The length/size of the part of the seabed that is effected by the ship when she sinks is more than the length of the vessel alone. Different assumption are tested and for the analysis as delivered now I have use the assumption that the part of the seabed that is effected is 25% more than the length of the ship.

Final formulas used in the analysis for frequency of sinking on two cables:

If $\text{Dist}_\alpha = 0$

$$\text{Psink2} = \text{Psink1} = \text{DM_sink} * \text{Psinknm}(t,s)$$

Else

If $1.25 * \text{Lship} < \text{Dist}_\alpha$

$$\text{Psink2} = (\text{DM_sink} * \text{Psinknm}(t,s)) * (\text{DM_sink} * \text{Psinknm}(t,s))$$

If $1.25 * \text{Lship} \geq \text{Dist}_\alpha$

$$\text{Psink2} = ((1.25 * \text{Lship}) - (\text{Dist}_\alpha)) / 1852 * \text{Psinknm}(t,s)$$

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl
   



Annex 2 Anchor Memo Luger Geotechnics

This Annex

This Annex contains:

Luger Geotechnics (Dirk Luger), LG-011-01 Improved anchor risk analysis – Final revision 1.0, 16 March 2022.

Project: RBBB Study IJmuiden Ver + 4th DC cable routes
Client: ACRB B.V.
Client ref: Q320
Report title: Improved anchor risk analysis
Reportnr: LG-011-01
Report status: Final rev 1.0
Author: Dirk Luger
Date: 16-3-2022

Table of Contents

1	Introduction	3
2	Estimation of vessel displacement	4
2.1	Introduction and definitions.....	4
2.2	Correlation between DWT and displacement DSP (Δ)	5
2.3	Correlation between length (LOA) and displacement Δ	7
3	Assessment of anchor mass	8
3.1	Background.....	8
3.2	Earlier anchor mass correlation with vessel DWT	8
3.3	Anchor mass correlations with DWT for various vessel types.....	9
3.4	Minimum Anchor Mass correlations with LOA for various vessel types.....	10
4	Distribution of anchor types and anchor masses	12
4.1	Difference between minimum anchor mass and actual anchor mass.....	12
4.2	Occurrence of anchor types and distribution over Standard and HHP anchors.....	12
5	Anchor penetration and dragging model.....	15
5.1	Dragging length and depth - sand.....	15
5.1.1	Phase 1 – Fast dragging over sand	15
5.1.2	Phase 2 – Medium speed dragging through sand.....	17
5.1.3	Phase 3 – Slowest drag and stopping in sand	19
5.2	Dragging length and depth – clay	20
5.2.1	Caution in areas with very soft clays and muds.....	20
5.2.2	Phase 1 - Fast dragging over clay	20
5.2.3	Phase 2+3 – Medium speed dragging, penetration and stopping in clay.....	20
5.3	Summary of recommended anchor risk model parameters	22
5.3.1	Vessel displacement, added mass and hydrodynamic drag	22
5.3.2	Representative anchor mass $M_{\text{anchor rep}}$	22
5.3.3	Factors for dragging length determination (β and ξ)	23
5.3.4	Representative anchor penetration depth factors C	23
6	General considerations and aspect for further attention.....	24
7	List of terms and symbols	26
8	References.....	27

1 Introduction

This report builds upon an earlier work that was commissioned by TenneT, which described how results from a series of anchor dragging tests in the German Bight could be used to formulate an improved, more realistic, model for the dragging depth and dragging length of ordinary ship anchors (Deltares 2013, 2020 and BAW-Hamburg 2013). The improved model was first applied by ACRB for TenneT in the Risk Based Burial Design (RBBD) for the IJmuiden Ver Alfa and Beta export cables.

TenneT has now requested ACRB to update this study and add a RBBD for four extra export cables, that run parallel to each other over a significant part of their route from windpark to landfall.

The extension, improvement, and further insight in the quality of the model concerns:

- Effect of vessel type on the minimum required anchor mass as a function of the Length Over All (LOA) and/or the Deadweight Tonnage (DWT)
- Effect of vessel type on the displacement (DSP) as a function of the LOA and/or the DWT
- An improved (closed form) formulation for the dragging length, which enables accounting for the extra resistance that the vessel experiences due to hydrodynamic drag.
- Accounting for the actual distribution of anchor types over all ships.

The key elements of the anchor penetration model, including the improved dragging length formulation, are relations between:

- 1) Ship displacement (i.e. mass) and other ship characteristics on anchor mass;
- 2) Dragging speed and anchor mass on anchor penetration depth and anchor holding force;
- 3) Ship displacement, added mass, initial ship speed and anchor holding force on the dragging length.

Various options to assess the ships displacement are discussed in chapter 2 after having clarified some of the potential confusing definitions that describe ship characteristics like weights, loading capacities and displacements.

Chapter 3 describes the assessment of the minimum required anchor mass for a given vessel. Both correlation with the vessel displacement (DSP) and correlation with the vessel length (LOA) are discussed.

A database was developed containing more than 500 ships with, in all cases where the anchor was recognizable, the type of anchor that the ship carried. A distribution between High Holding Power (HHP) anchors and standard anchors followed from this database and is reported in chapter 4.

Chapter 5 describes the anchor model in sand in more detail and adds the “default” values for soft clays and stiff clays. Penetration depths for sand were mainly based on abovementioned anchor dragging tests in the German Bight and separate scaled model tests in the Deltares water-soil flume and the Deltares geo-centrifuge. Anchor holding capacities are taken from the “generalized” efficiency factors as given in (Vryhof 2012).

The chance that an anchor damages buried cables or pipelines depends directly on the distance (dragging length) over which an anchor is dragged and the (varying) penetration depth along that distance. Key elements are the penetration depths and anchor capacities at different dragging speeds. In line with this, three dragging phases are discerned, ranging from higher speeds (Phase 1, shallow penetration) and intermediate speeds (Phase 2, intermediate penetration) to the lowest speed and stopped vessel (Phase 3, deepest penetration). In each dragging phase the anchor holding capacity and the kinetic energy of the ship determine what the dragging length is for that specific dragging phase.

2 Estimation of vessel displacement

2.1 Introduction and definitions

The vessel displacement (and some other characteristics) needs to be known to assess the mass of the anchor that the vessel carries and to assess the kinetic energy of the moving vessel. Together these parameters (kinetic energy and anchor mass) determine the distance of anchor dragging that will stop the vessel.

The relevance of a good estimate of anchor mass is obvious, since that determines the size of the anchor which, in combination with the anchor type, defines the potential anchor penetration into the seabed.

Since the terminology that describes ship dimensions, loading capacity, weight, displacement etc. can be quite confusing the following table is presented. It is for instance important to know that DWT is NOT the displacement of the vessel.

Table 2-1: Definition of various ship size, weight, displacement and tonnage parameters.

Term	Definition/description
Deadweight Tonnage (DWT) [metric tons]	Ship's weight in a fully loaded condition MINUS the ship's lightweight. It is therefore a measure of all added weight that can be carried (fuel, cargo, water, etc.), and is therefore by definition less than the Displacement Tonnage.
Displacement, or Displacement Tonnage (Δ , DSP) [metric tons]	$\Delta = \rho g \nabla$. This is the ship's mass, based on the mass of water its hull displaces at various loads. The corresponding Displacement Tonnage is nowadays expressed in "metric tons" of 1000 kg. In the past (i.e. in some older documents) this measure might be given in "long tons".
Gross Tonnage (GT, G.T. or gt)	A measure of a ship's overall internal volume. Gross tonnage is different from gross register tonnage. Neither gross tonnage nor gross register tonnage should be confused with measures of loading capacity, mass or weight such as deadweight tonnage or displacement. Gross tonnage is more relevant in car ferries, passenger ships, etc., that do not carry bulk cargo.
Underwater volume (∇)	Displacement, when expressed as volume displaced water [m ³].
Lightship, lightweight	The actual weight of the ship with no fuel, passengers, cargo, water, and the like on board.

Using trends as reported by (Takahashi, 2006), the various ship parameters can be correlated with each other by linear or power law equations. Relations between Dead Weight Tonnage (DWT) and Displacement (Δ) vary between different ship categories.

For some vessel categories (passenger vessels, ferries or ro-ro's) not the DWT but the GT is likely to be the better parameter to assess the Displacement Δ .

This is best understood when one realizes that for instance a passenger ship has a large, enclosed space and thus a large gross tonnage, but its cargo consisting of fuel, water, food, personnel and passengers is small in terms of deadweight. Therefore, the cargo causes little extra displacement compared to the displacement of the ship in lightweight condition.

The table 5.2 from (Takahashi, 2006) shows this and is repeated below as Figure 2-1.

Type	Regression	Coefficients of determination(R ²)	Standard deviation (σ)
General Cargo Ship	DSP = 1.1389DWT	0.998	2,234
Container Ship	DSP = 1.3443DWT	0.992	2,668
Oil Tanker	DSP = 1.1375DWT	0.992	8,743
Roll-on/Roll-off Ship	DSP = 0.8796GT	0.804	4,866
Pure Car Carrier	DSP = 0.6523GT	0.917	3,565
LPG Ship	DSP = 1.1139GT	0.912	10,199
LNG Ship	DSP = 1.0145GT	0.884	8,641
Passenger Ship	DSP = 0.5215GT	0.957	2,745

Figure 2-1: Table 5-2 from (Takahashi, 2006), giving displacement (DSP) correlations with DWT or GT for various ship types.

Typically, the ratio of Displacement (DSP) over deadweight (DWT) gets smaller for larger vessels since with increasing size their design becomes more efficient, so instead of using the linear relations as shown in the table above, the following power law approximation was proposed and used in the earlier phase of the IJmuiden Ver Alfa and beta RBBD:

$$\text{Displacement } \Delta = 1.968 \text{ DWT}^{0.956} \quad (2.1)$$

This power, although close to 1.0, will to some extent avoid the underestimation of displacements for smaller vessels and the overestimation for larger vessels. These power law relations must be checked to ensure that also for the largest vessels in existence, the ratio of displacement over DWT keeps giving realistic results. For the coefficients given above the ratio of displacement over DWT goes down to approximately 1.1 for the largest vessels build so far (in the order of 550,000 DWT). This is considered acceptable.

2.2 Correlation between DWT and displacement DSP (Δ)

Building upon the above work, the analysis was continued in more detail making use of the data that were published in (PIANC, 2002). The PIANC report contains tabulated values for parameters like dead weight tonnage (DWT), displacement (DSP, Δ), overall length (LOA), breadth, depth, maximum draft, lateral windblown and frontal windblown areas (A_{lateral} and A_{frontal}) for different types of vessels. The report provides good insight in characteristics for the different vessel types over a range in sizes. A drawback is that the available data do not reflect the more recent developments towards larger and larger container ships (the maximum LOA for containers ships in the data is 271 m, while the largest container ships now have an LOA of 400 m).

When the DWT and the corresponding displacement values are extracted from that dataset, datapoints as shown in Figure 2-2 are the result. The relation between DWT and Displacement (Δ) that was used before was compared to the more extensive dataset.

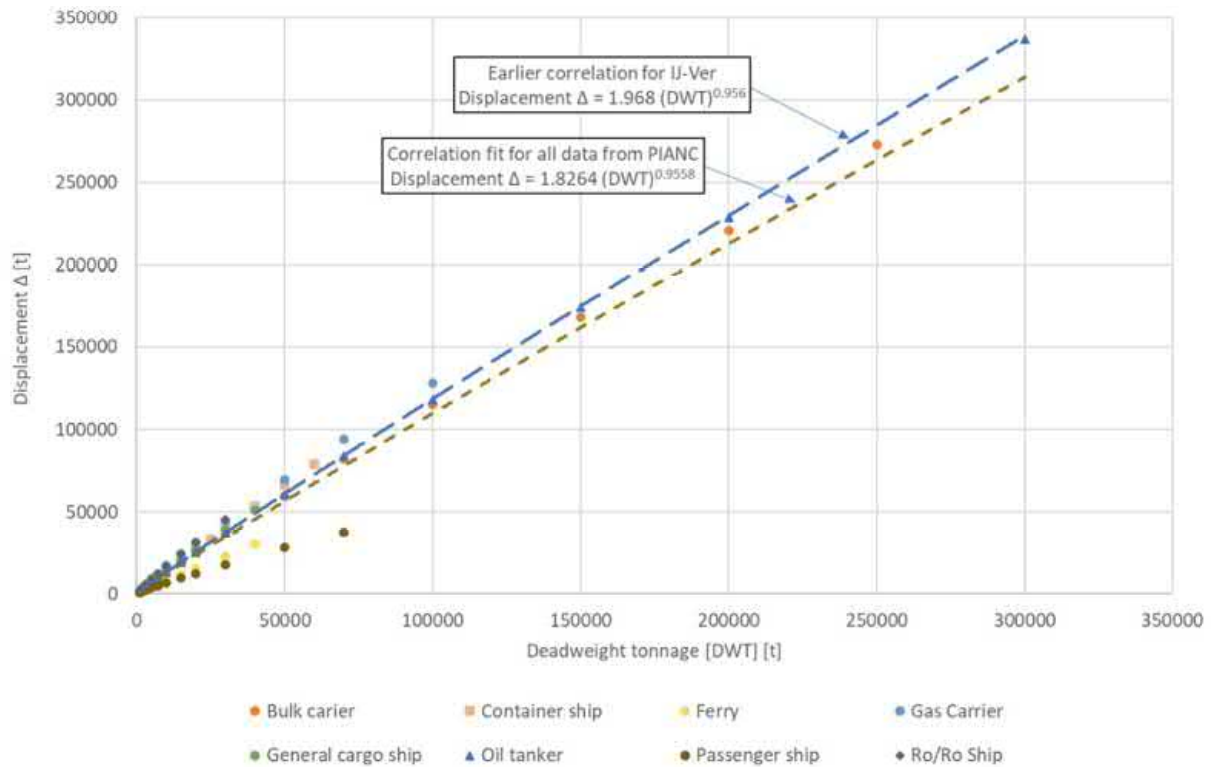


Figure 2-2: PIANC table results for Displacement Δ as a function of DWT for various vessel types.

For each vessel type, the Displacement Δ and DWT as listed in the PIANC data, can be related to each other by a function in the form of:

$$\text{Displacement } \Delta = E_1 \text{ DWT}^{E_2} \tag{2.2}$$

Earlier, as a first (general) approximation, values $E_1 = 1.968$ and $E_2 = 0.956$ were proposed and used in the IJmuiden Ver alfa and beta studies (Luger 2020). Table 2-2 shows how the constants E_1 and E_2 vary for the different vessel types. The values used earlier are close to those that fit the “Oil Tanker” vessel type. Fitting a curve through all PIANC datapoints yields again similar, but somewhat different values for E_1 and E_2 as shown in the last row in the table.

Table 2-2: Fit factors relating vessel DWT and Displacement Δ

Vessel type	Constant E_1	Power E_2
Earlier approximation for IJ-Ver	1.9680	0.9560
Bulk carrier	2.1371	0.9460
Oil tanker	1.9715	0.9554
General cargo ship	2.3583	0.9423
Ferry	0.9235	0.9813
Passenger ship	1.7963	0.8919
Gas carrier	4.9942	0.8820
Container ship	2.1957	0.9536
Ro/Ro Ship	3.3358	0.9237
Fitting all PIANC datapoints	(1.8264)	(0.9558)

Figure 2-2 also illustrates that some vessel types (e.g., ferries and passenger ships) fall quite far below the other relations and the displacements of those vessel types are overestimated by the earlier approximation. On the other hand, the displacement of gas carriers and container vessels is slightly underestimated. In view of this it is considered that keeping the original values $E_1 = 1.968$ and $E_2 = 0.956$ is still a safe approximation.

2.3 Correlation between length (LOA) and displacement Δ

As an alternative approach the length (LOA) and the corresponding displacement values were extracted from the PIANC dataset. This results in datapoints as shown in Figure 2-3 below.

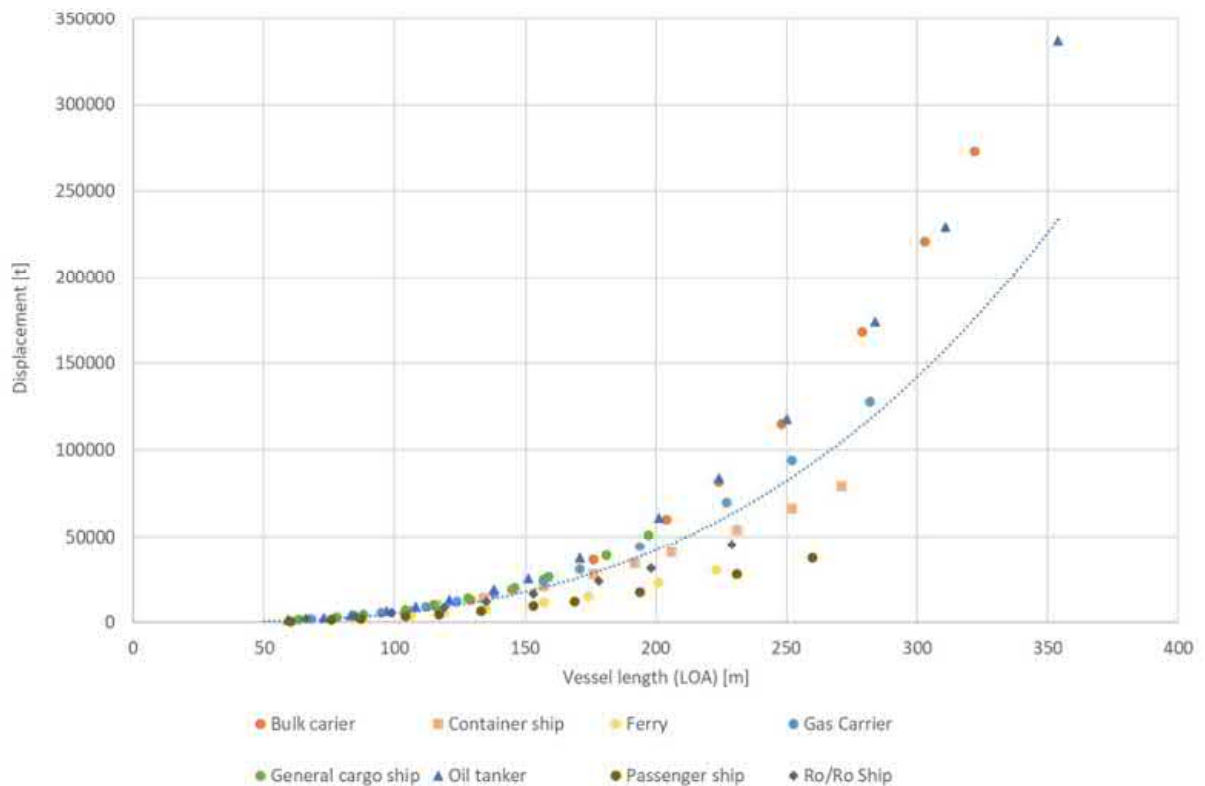


Figure 2-3: PIANC table results for Displacement (mT) as a function of LOA (m) for various vessel types.

For each vessel type, the displacement Δ and length LOA as listed in (PIANC 2002), can be related to each other by a function in the form of:

$$\text{Displacement } \Delta = F_1 \text{ LOA}^{F_2} \tag{2.3}$$

Table 2-3 shows how the constants F_1 and F_2 vary for the different vessel types. Per vessel type the correlation is very good, but the differences between vessel types are large. Based on the much larger dispersion of the datapoints, it is not advised to use LOA as a direct parameter to estimate the vessel's displacement unless an adequate distinction between different ship types is made. When no differentiation between ship types is applied, it is recommended take a conservative approach and use the values for bulk carriers (the first bold row in the table), which lies near the high boundary of the point cloud in Figure 2-2.

Table 2-3: Fit factors relating vessel length (LOA) and best estimate Displacement Δ (DSP)

Vessel type	Constant F_1	Power F_2
Bulk carrier (high)	0.00127	3.3217
Oil tanker	0.00617	3.0362
General cargo ship	0.00538	3.0401
Ferry	0.01194	2.7270
Passenger ship	0.02244	2.5775
Gas carrier	0.01296	2.8561
Container ship	0.10210	2.4206
Ro/Ro Ship	0.05024	2.5239
Fitting all PIANC datapoints (all vessel types together)	(large scatter) (0.00517)	(large scatter) (3.0030)

3 Assessment of anchor mass

3.1 Background

Various classification societies (Lloyds, Bureau Veritas, Det Norkse Veritas) have published rules that apply to the vessels that sail under their class. A document that aims to harmonise the rules of the various societies is issued by the International Association of Classification Societies, IACS, (www.iacs.org.uk) which has twelve classification societies as members. The IACS maintains their "Green Book", which contains all currently in force IACS Resolutions and Recommendations. The Green Book is updated automatically when an IACS new or revised Resolution or Recommendation is uploaded on the IACS website (<http://www.iacs.org.uk/green-book/>).

The minimum anchor size that a ship must have is based on the equipment number EN of the vessel. The equipment number is an indication of the required holding power of the ships anchor. The equipment number EN is proportional with the displacement to the power 2/3 (and thus proportional with the underwater projected surface exposed to currents) and proportional with the above water frontal and lateral areas that are exposed to the wind (IACS, living doc):

$$EN = \Delta^{(2/3)} + 2.0 A_{front} + 0.1 A_{lat} \quad (3.1)$$

A_{front} is the frontal windblown area above the Summer Load Waterline and A_{lat} is the lateral windblown area above the Summer Load Waterline. Note that the ship will normally ride behind its anchor aligned by the combined action of (tidal) current and wind. The effect of the wind is reflected in the fact that the frontal windblown area has a higher contributing factor (2.0) than the lateral windblown area (0.1).

While the tables in the IACS Green Book give precise minimum anchor masses for ranges of Equipment Numbers, the result for the minimum anchor mass can be summarized as:

Minimum for Standard anchors:

$$M_{anchor_min} \approx 3.1025 * EN \quad (3.2)$$

Minimum for High Holding Power anchors:

$$M_{anchor_min, HHP} \approx 0.75 * 3.1025 * EN = 2.3269 * EN \quad (3.3)$$

In equations 3.2 and 3.3 some conservatism is included: The factor 3.1025 is fitted to the lower bound of each EN range with the minimum anchor mass for that range. If, in order to obtain a best estimate rather than an upper bound, the average for each EN range is related to the minimum required anchor mass the fit factor goes down to 2.9946, implying that the used factor is 3.6% conservative.

When a ship's displacement (or size) changes, but its proportions remain the same, the parameters A_{front} and A_{lat} will change proportionally with the displacement to the power (2/3). Note that in reality not all dimensions show this continuous proportional behavior: in particular the width and depth are governed by physical boundaries and may change somewhat stepwise (e.g. in line with Suez and Panama Canal restrictions).

3.2 Earlier anchor mass correlation with vessel DWT

On basis of assumed proportionality and again using the trends as reported in (Takahashi 2006) the following relation for minimum required anchor mass (M_{anchor_min}) on tankers was derived and was used as estimator for actual anchor mass in the earlier analyses for Ijmuiden-Ver Alfa and Beta:

$$M_{anchor} = M_{anchor_min} = 14.603 DWT^{0.599} \quad (3.4)$$

The power in this equation is fairly close to (2/3). A value of 2/3 would follow if all linear dimensions of the vessel would scale at the same rate. This is however not the case. Since the displacement increases less than proportional with the vessel length (both the length-over-width ratio and the length-over-draft ratio increase with ship size since there are generally more restrictions on width and draft than on the length of a vessel), it is logical that the power in the abovementioned relation is less than (2/3).

While the relation $M_{anchor} = 14.603 DWT^{0.599}$ was originally derived for tankers, it was at the time considered to be a good estimator of the anchor mass for all vessels. The relation is shown in Figure 3-1 along with relations that were found when examining other vessel types.

3.3 Anchor mass correlations with DWT for various vessel types

When the (PIANC, 2002) dataset is used to derive minimum anchor mass values as a function of DWT for various vessel types, the resulting datapoints appear as shown in Figure 3-1. Clear trends are found per individual vessel type, but also significant differences can be seen between the various vessel types.

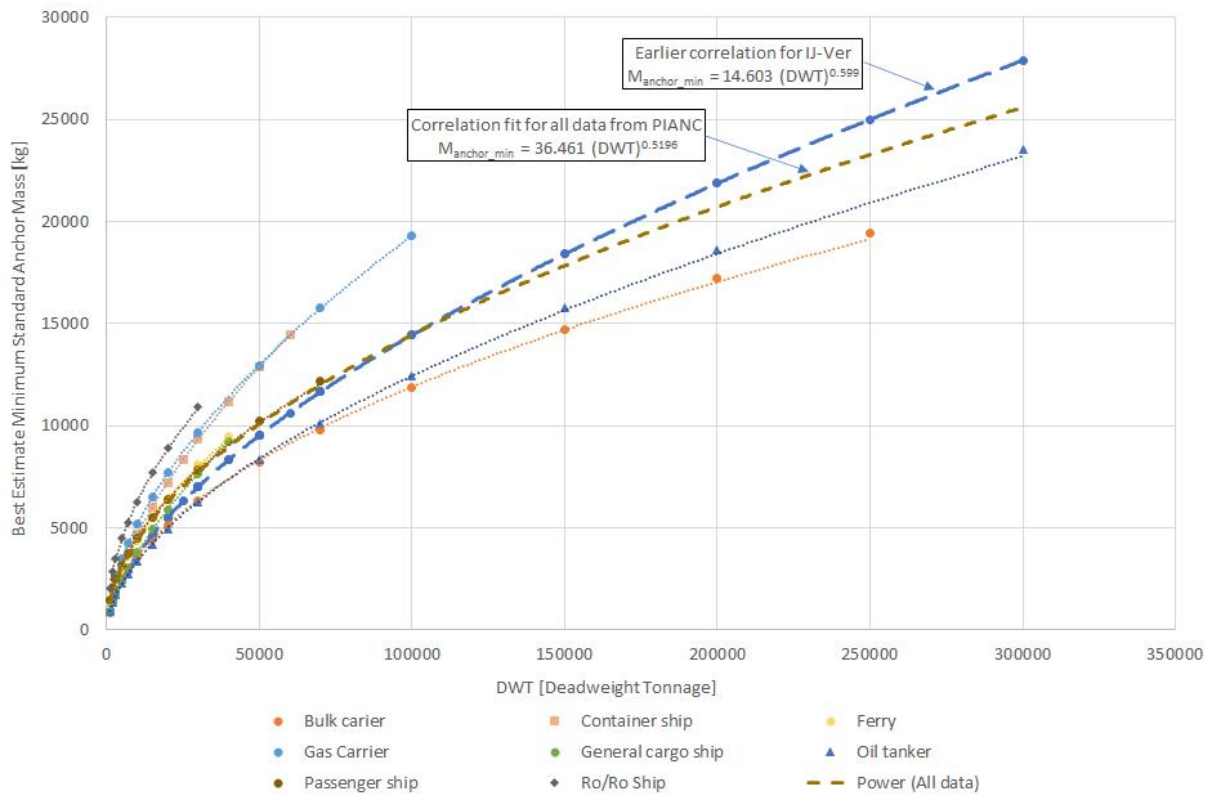


Figure 3-1: PIANC table results for M_{anchor_min} as a function of the DWT for various vessel types.

For each vessel type, the minimum anchor mass [kg], as follows from an EN that is derived from the PIANC data, can be approximated as a function of the DWT [mT] in the form of:

$$M_{anchor_min} = G_1 DWT^{G_2} \tag{3.5}$$

Earlier, as a first (general) approximation, values $G_1 = 14.603$ and $G_2 = 0.599$ were proposed and used. At that time, it was shown that that equation fitted the overall point cloud with available anchor data reasonably well (Luger 2020). When no use is made of that same expression Table 3-1 shows how the constants G_1 and G_2 vary for the different vessel types and how the approach might change if the vessel type is entered in the analysis as well. Fitting a curve through all PIANC datapoints yields values for G_1 and G_2 that differ somewhat from the values used in the earlier IJmuiden-Ver study (which can also be seen in the dashed lines in Figure 3-1).

Table 3-1: Fit factors relating vessel DWT and minimum (Standard Anchor mass

Vessel type	Constant G_1	Power G_2
Earlier approximation for IJmuiden-Ver	14.603	0.5990
Bulk carrier	30.580	0.5181
Oil tanker	18.338	0.5663
General cargo ship	10.018	0.6443
Ferry	28.804	0.5462
Passenger ship	44.652	0.5016
Gas carrier	26.559	0.5723
Container ship	14.068	0.6303
Ro/Ro Ship	67.944	0.4920
Fitting all PIANC datapoints	36.461	0.5196

3.4 Minimum Anchor Mass correlations with LOA for various vessel types

The minimum required anchor mass was also correlated with vessel length over all (LOA). This was done using the PIANC tables with vessel data. For each vessel type PIANC gives, for a range of Dead Weight Tonnages, best estimate values of displacement, overall length, breadth, depth, maximum draft, as well as lateral- and frontal windblown areas under full load condition and ballast condition. Together these parameters enable the calculation of the Equipment Number EN and with that the minimum required anchor mass.

In the PIANC report distinction is made between the following vessel types: general cargo ships, bulk carriers, container ships, oil tankers, Ro/Ro ships, passenger ships, ferries and gas carriers.

The data were rearranged and interpreted by making the LOA the independent variable. Figure 3-2 shows the vessel length (LOA) versus the minimum required anchor mass for different vessel types for all the data in the PIANC tables. The equipment number and the minimum standard anchor mass can now be estimated on basis of a vessel's overall length, which is (nearly) always registered in the AIS data.

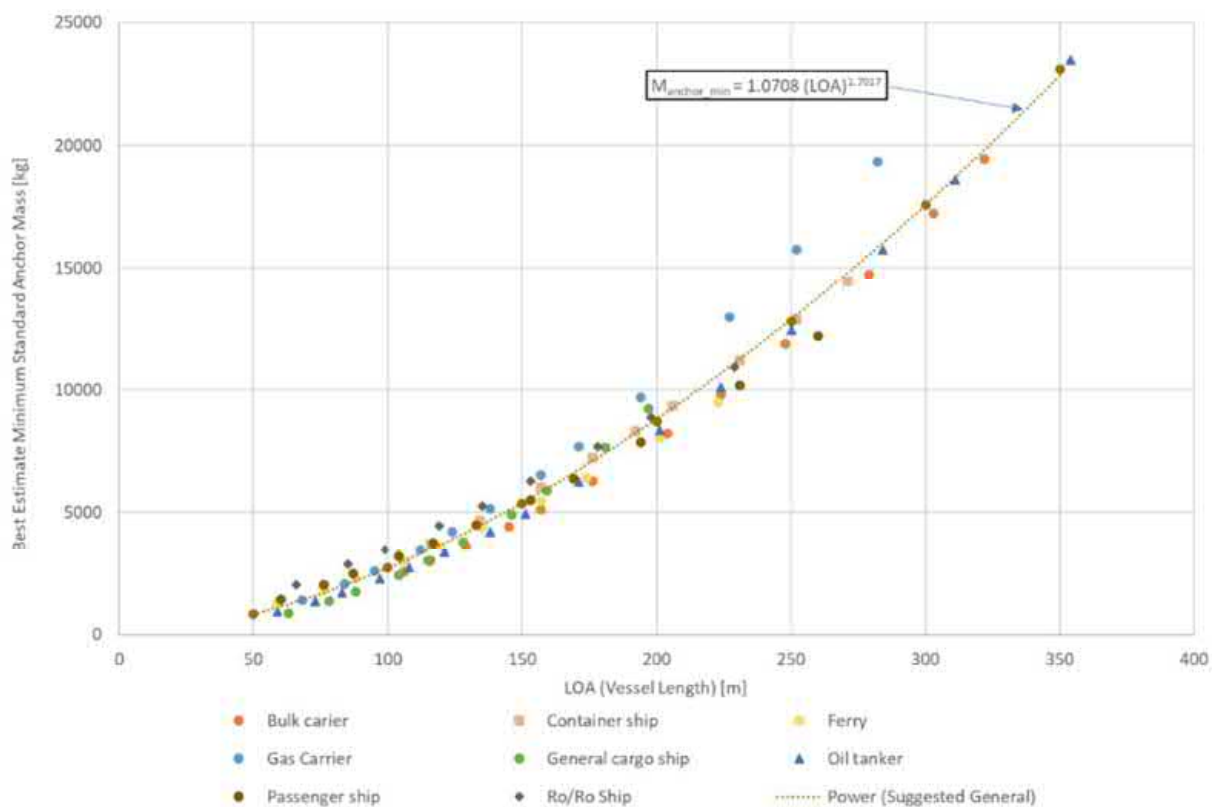


Figure 3-2: Relationship between vessel overall length and minimum anchor mass for different vessel types.

The minimum anchor mass [kg], as follows from an EN that is derived from the PIANC data, can be approximated as a function of the length over all (LOA) [m] in the form of:

$$M_{anchor_min} = H_1 LOA^{H_2} \quad (3.6)$$

Table 3-2 shows how these constants H_1 and H_2 vary for the different vessel types. The resulting relations between LOA and minimum anchor mass for the various vessel types are shown graphically in Figure 3-2 above, with the dashed line showing a suggested estimator as:

$$M_{anchor_min} = 1.0708 LOA^{1.7017} \quad (3.7)$$

The correlation between LOA and minimum required anchor mass is quite good overall, except for the Gas Carrier group, which might warrant a separate estimator for that group with $H_1 = 0.5578$ and $H_2 = 1.8531$.

Table 3-2: Fit factors relating vessel LOA [m] and minimum Standard Anchor mass [kg]

Vessel type	Constant H_1	Power H_2
Suggested General approximation	1.0708	1.7017
Bulk carrier	0.5235	1.8191
Oil tanker	0.6010	1.7998
General cargo ship	0.1566	2.0786
Ferry	2.5599	1.5179
Passenger ship	3.7967	1.4495
Gas carrier (outlier)	0.5578	1.8531
Container ship	1.8513	1.5998
Ro/Ro Ship	7.2722	1.3442

4 Distribution of anchor types and anchor masses

4.1 Difference between minimum anchor mass and actual anchor mass

In chapter 3 tools are provided to estimate the minimum required Standard Anchor mass for a vessel. These tools provide an initial estimate when only the vessel's length is known or an improved estimate when also the ship type is accounted for.

The actual Standard Anchor mass should always be larger than the minimum required Standard Anchor mass. On average the EN classes given in (IACS) increase in steps of 7.5%. On basis of that number and a small amount of (perceived) conservatism the actual mass of a Standard Anchor on a vessel is taken as 1.1 times the minimum required Standard Anchor mass.

According to (IACS) the minimum required Anchor Mass for a High Holding Power (HHP) anchor (the HHP minimum required Anchor Mass) is 0.75 times the minimum required Standard Anchor mass. Following that relation, the estimated mass of a High Holding Power anchor on a vessel is taken as $0.75 * 1.1 = 0.825$ times the estimated minimum required Standard Anchor mass.

4.2 Occurrence of anchor types and distribution over Standard and HHP anchors

Just like there is no direct public information on the actual anchor mass that is carried by a given vessel, there is also no readily accessible information available regarding the type of anchor that is carried by an individual vessel.

There is however a large collection of pictures of ships available on the internet, with often multiple images of a single vessel. While it is not always possible to detect the type of anchor on a single picture it was found that often at least one of the available images enables the determination of the anchor type.

To obtain better data on anchor occurrences, live AIS maps were searched for vessels. Focus was mainly (but not exclusively) on the following areas:

- Dutch harbours and Dutch North Sea sector,
- East coast of the UK and UK North Sea sector,
- Singapore region,
- Suez Canal region.

After selecting a random vessel in the search area, first at least the following key data (if available) were noted:

- Vessel name,
- Type of vessel,
- Vessel length (LOA),
- Vessel breath,
- IMO number or MMSI number.

On basis of either the IMO or MMSI number the available vessel images were studied and, if possible, the anchor type determined and added to the record.

In total 500 vessels were selected, with a distribution over the various length classes as shown in Figure 4-1

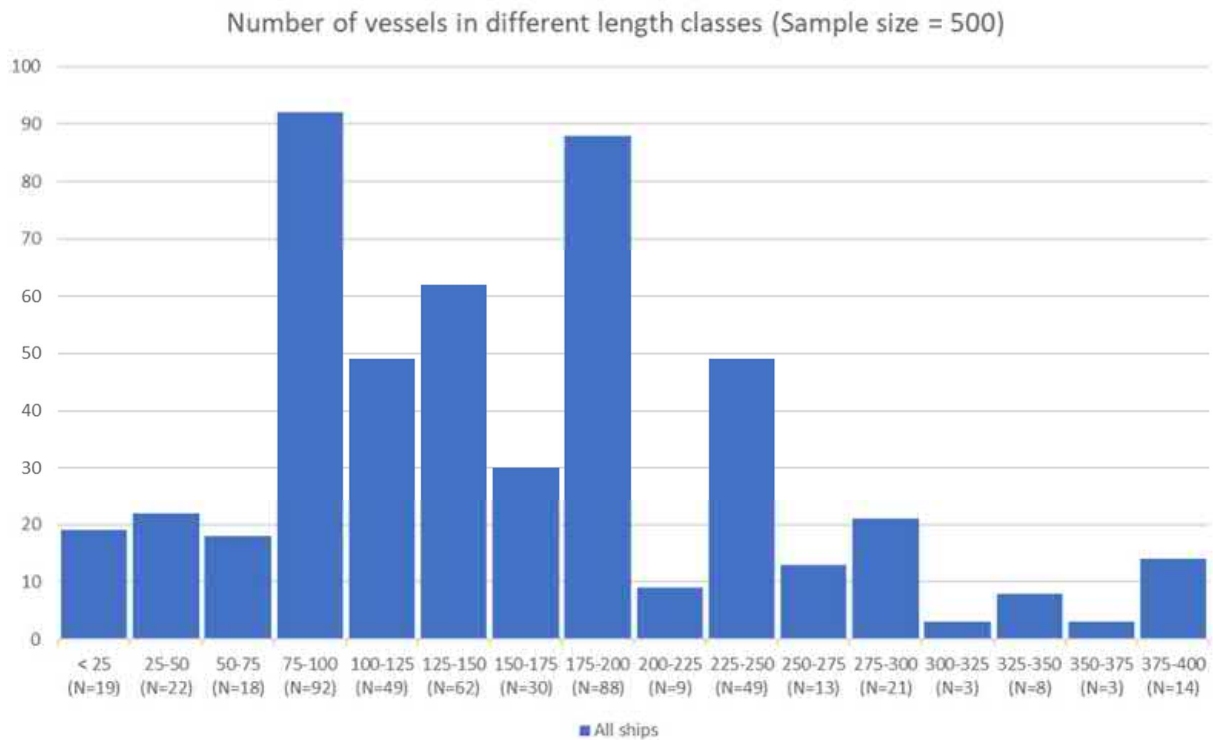


Figure 4-1: Histogram of 500 sampled vessel lengths (25 m bins)

It is interesting to observe that vessel lengths just below round numbers (100, 150, 200, 250, 300, 350 and 400m) are consistently more frequent than vessel lengths just above those numbers. It appears attractive to be in a lower tax or harbour cost length class.

On these vessels anchor types were identified as tabulated in Table 4-1:

Table 4-1: Detected anchor type frequencies and holding power rating

Anchor type	Frequency	Holding power rating
AC-14	38.6 %	High Holding Power (HHP)
Spek	17.8 %	Standard (STD)
Pool-TW	15.6 %	High Holding Power (HHP)
Hall	7.0%	Standard (STD)
D'Hone	4.6 %	High Holding Power (HHP)
Pool-TN	2.4 %	High Holding Power (HHP)
Danfort	1.4 %	Standard (STD)
US Navy Stockless	0.4 %	Standard (STD)
Others (*)	2.2 %	Mix of HHP and STD
Invisible, or unrecognisable	10.0%	Assumed mix of HHP and STD

(*) The group "Others" contains vessels equipped with Bruce, CQR, Delta, Klip, LWT, Northill and Snugstore anchors as well as some vessels that appeared to have only spudpiles.

The occurrence of these anchors in the various length classes is shown in Figure 4-2 on the next page.

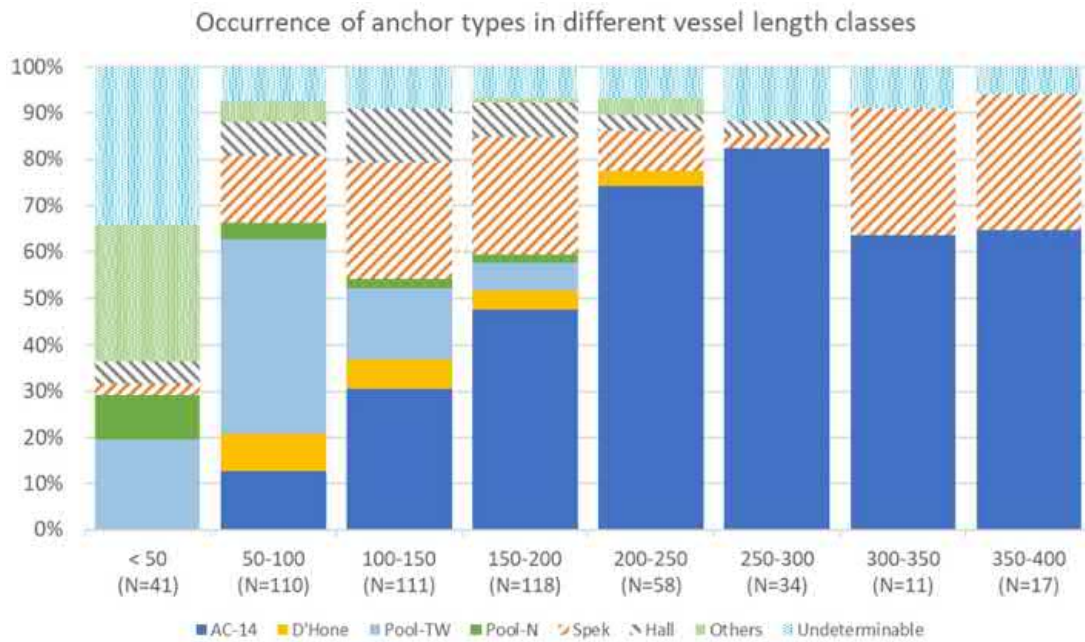


Figure 4-2: Frequency of anchor types found per length classes (50 m bins)

Figure 4-3 shows the distribution between confirmed HHP and STD anchors. Note that in the group "Others" a mix is found of HHP and Standard anchors and that in the group "Unrecognisable" such a mix will occur as well. Therefore, even though Figure 4-3 does not show that explicitly, also the length class 0-50 m is expected to have more than 50% HHP anchors.

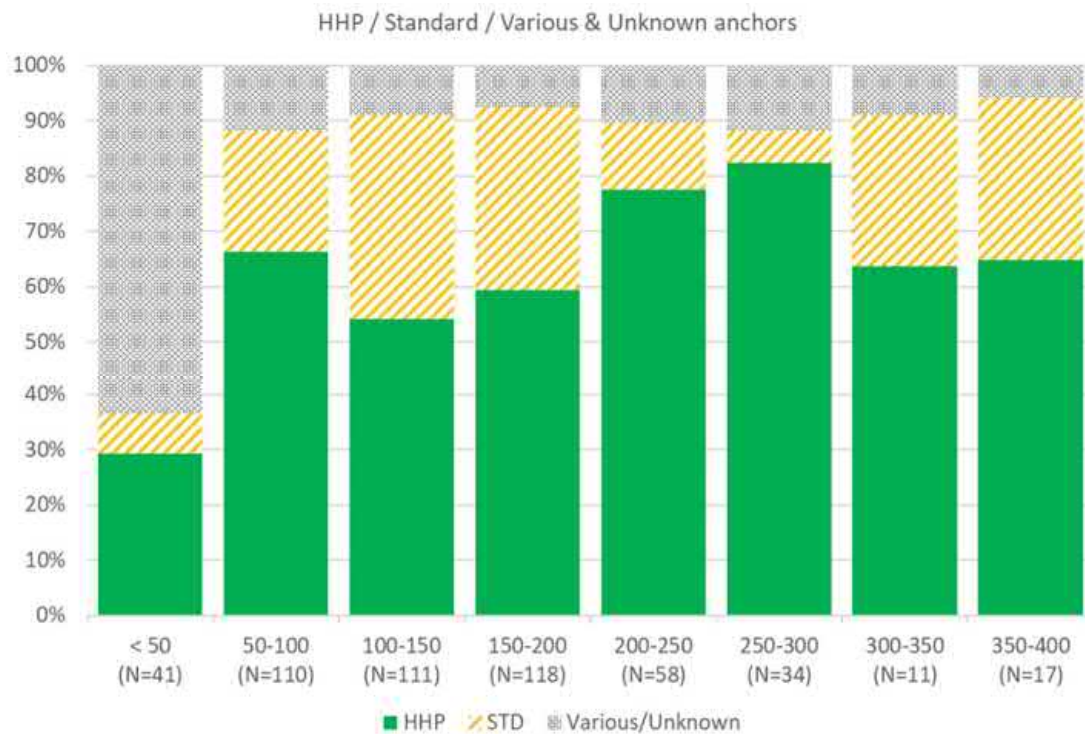


Figure 4-3: Frequency of confirmed HHP and STD anchors per length class (50 bins)

Assuming that the "Others/Various" and "Unrecognisable/Unknown" groups contain about 50%-50% HHP and STD anchors it follows that over the whole sampled group more than 2/3rd of all anchors is of an HHP type.

5 Anchor penetration and dragging model

5.1 Dragging length and depth - sand

The anchor dragging and penetration model is to a large extent based on the tests that were performed on behalf of TenneT in 2013 (Luger, 2013, Maushake, 2013), in combination with earlier anchor dragging tests in the Deltares centrifuge. From these tests three velocity ranges are discerned and used to define three stages in an anchor dragging and digging-in event:

- Phase 1. Fast dragging over sand without significant penetration and achieving very limited holding capacity. Dragging speed $> v_1$. This applies to an initial dragging phase over a dragging distance L_1 .
- Phase 2. Medium speed dragging, achieving rated anchor capacity but still relatively small fluke penetration thanks to undrained loading conditions. Dragging speed decreasing from v_1 to v_2 over a dragging distance L_2 .
- Phase 3. Slowest dragging, achieving rated anchor capacity and potential digging-in to the maximum anchor penetration. The slow dragging speed allows for nearly complete dissipation of excess pore pressures. Anchor penetration is easier thanks to the absence of negative pore pressures around the anchor that would otherwise be caused by dilation in the deforming seabed around the anchor. Dragging speed decreasing from v_2 to 0 over a dragging distance L_3 .



Figure 5.1: Left: Phase 1, shallow sliding and scratching at a speed larger than v_1
 Middle: Phase 2, fluke penetration at nominal capacity at speeds between v_1 and v_2
 Right: Phase 3, full penetration at nominal and better capacity at speeds below v_2

Therefore, with these phases, three different vessel velocities are defined:

- v_0 Vessel velocity (anchor drag velocity) when the anchor is deployed
- v_1 Vessel velocity marking the transition from Phase 1 dragging to Phase 2 dragging
- v_2 Vessel velocity marking the transition from Phase 2 dragging to Phase 3 dragging

Each phase has its characteristic anchor efficiency factor and anchor penetration depth factor. The anchor efficiency determines the dragging force and thus the distance it takes to slow the ship down and go from one dragging phase to the next.

5.1.1 Phase 1 – Fast dragging over sand

The vessel slows down due to anchor drag (F_{anchor}) as well as hydrodynamic drag (F_{hd}). The higher the speed of the vessel when the anchor is deployed, the more important is the contribution of the hydrodynamic drag of the vessel since the hydrodynamic drag is proportional to the square of the velocity of the vessel. The deceleration of the moving vessel mass and added mass (m_{total}) follows as:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{F_{hd} + F_{anchor}}{m_{total}} = -\frac{\frac{1}{2} \rho_w C_d A_{fu} v^2 + \beta_{1,sand} g M_{anchor}}{\rho_w \nabla (1 + \alpha)} \quad [\text{m/s}^2] \quad (5.1)$$

With:

v	Velocity of the vessel	[m/s]
t	Time	[s]
F_{hd}	Vessel's hydrodynamic drag	[N]
F_{anchor}	Anchor drag (holding force)	[N]

m_{total}	Vessel mass plus added water mass	[kg]
ρ_w	Density of the water	[kg/m ³]
C_d	Drag coefficient of the vessel	[-]
A_{fu}	Frontal projected underwater area of the vessel	[m ²]
$\beta_{1,sand}$	Anchor efficiency factor over sand during Phase 1	[-]
g	Gravity acceleration (9.81)	[m/s ²]
M_{anchor}	Mass of the anchor	[kg]
∇	Displacement of the vessel	[m ³]
α	Added mass factor (0.2 to 0.3, here taken as 0.25)	[-]

This equation can be solved by expressing the travelled distance as a function of the velocity or vice versa. The distance L_1 to bring the speed of the vessel down from v_0 to v_1 can be written as:

$$L_1 = \frac{1}{2a} \ln \left\{ \frac{a v_0^2 + b_1}{a v_1^2 + b_1} \right\} \quad [m] \quad (5.2)$$

With:

$$a = \frac{C_d A_{fu}}{2 \nabla (1+\alpha)} \quad [1/m] \quad \text{and} \quad b_1 = \frac{\beta_{1,sand} g M_{anchor}}{\rho_w \nabla (1+\alpha)} \quad [m/s^2] \quad (5.3) \ \& \ (5.4)$$

The frontal projected underwater area of the vessel can be estimated, as a first conservative approach, as:

$$A_{fu} = \frac{\nabla}{LOA} \quad [m^2] \quad (5.5)$$

With:

$$LOA \quad \text{Length Over All of the vessel} \quad [m]$$

Note to equations (5.2) to (5.5): If one would choose to ignore the hydrodynamic drag and C_d is set to zero, equation (5.2) cannot be used anymore since a becomes zero. The kinetic energy of the vessel ($\frac{1}{2} m_{total} v^2$) is then dissipated by anchor drag over the dragging length ($F_{anchor} * L_1$) only and L_1 can be found as:

$$L_1 = \frac{\rho_w \nabla (1 + \alpha) (v_0^2 - v_1^2)}{2 \beta_{1,sand} g M_{anchor}}$$

In the first, relatively fast, dragging phase the influence of anchor type is very limited. The anchor dragging force is mobilised by sliding friction and shallow scratching that is characterized by an anchor efficiency factor $\beta_{1,sand}$ in the range from 0.5 (hopping, intermittent contact, dynamic sliding), to 0.7 (like the static sliding resistance quoted for pipelines on the seabed) to 1.0 for shallow scratching through the seabed. In the analyses a cautious $\beta_{1,sand} = 0.7$ is used. The vessel's drag coefficient is conservatively set at $C_D = 0.1$.

For lower efficiency factors a longer part of the anchor chain will be in touch with the seabed. The chain also experiences seabed friction. In these analyses the chain-soil friction has (conservatively) not been entered into the equation, because there is no guarantee that enough (and if so: how much) anchor chain is paid out to ensure that part of the chain lies on the seabed and generates extra friction.

From tests performed in the German Bight (Luger & Harkes, 2013) it was concluded that, for two representative anchors, an 8500 kg AC-14 HHP anchor and a 11500 kg Hall standard anchor, the transition velocity v_1 was at least equal to 0.4 - 0.5 m/s. Higher values are possible and might be expected in more permeable and looser sand deposits. Quantitative data about this transition are lacking, but it is expected that the transition is not occurring at speeds that exceed normal SOG (speed over ground) at anchoring, which typically do not exceed 1.5 m/s (circa 3 knots). In view of this relative uncertainty a value $v_1 = 1$ m/s is used.

For a given anchor type, the anchor shape (ratio of fluke length over crown width or over crown height or other dimensions) remains virtually constant over the full range of masses for which the anchor is produced. The

equation for the penetration depth (P_i) during dragging phase i assumes proportionality with the anchor size (fluke length) and can for Phase 1 be expressed as:

$$P_1 = C_{1,sand} M_{anchor}^{1/3} \quad (5.6)$$

With:

P_1 Anchor penetration depth for dragging Phase 1 [m]

$C_{1,sand}$ Anchor penetration depth factor for dragging Phase 1 over sand [m.kg^{-1/3}]

The penetration/scratching depth in sand during this “high speed” dragging phase with low holding force is estimated to be at most 0.2 to 0.3 m for a 10,000 kg anchor and initially estimated $C_{1,sand}$ factors ranged from 0.009 to 0.014 m.kg^{-1/3}. As a cautious value for an anchor risk assessment a value of $C_{1,sand} = 0.015$ m.kg^{-1/3} is recommended.

5.1.2 Phase 2 – Medium speed dragging through sand

This phase follows the fast and surficial dragging and occurs at velocities below the transition velocity v_1 [m/s]. The tests reported by Luger and Harkes (2013) all fall within this dragging phase and comprised dragging as slow as 0.05 m/s. It was found that the anchors reach their rated holding capacity, both in loose and medium dense to dense sands, even though they do not (yet) reach their maximum penetration depth. When the dragging slows down to speeds below than 0.05 m/s it is possible that drained conditions start to prevail, and further anchor penetration occurs.

The transition from Phase 2 “medium speed dragging” to Phase 3 “slow dragging and stopping” and going to greater penetration depths was not observed in the offshore full-scale tests. If it occurs, it must occur at a speed below the lowest dragging speed applied during the tests, which was around 0.05 m/s. This transition is likely associated with the drainage condition around the anchor. Deeper penetration in sand, as observed in centrifuge tests, occurred at fully drained conditions. Therefore, this transition would occur later in less permeable soil and for anchors that are larger than the ones tested in the German Bight and would occur sooner for smaller anchors an anchor being dragged through more permeable materials.

In the analyses, the transition speed v_2 is conservatively set to a value of $v_2 = 0.05$ m/s. Since the remaining kinetic energy in the vessel is very low at this speed, the dragging distance required to bring the dragging speed from $v_2 = 0.05$ m/s to a full stop in a subsequent Phase 3 is very short.

The calculation of the dragging length for Phase 2 is like the one for Phase 1, but now accounting for different begin and end speeds as well as a different anchor efficiency factor, since the anchor now achieves its rated capacity:

$$L_2 = \frac{1}{2a} \ln \left\{ \frac{a v_1^2 + b_2}{a v_2^2 + b_2} \right\} \quad [\text{m}] \quad (5.7)$$

With:

v_2 Velocity where the transition from Phase 2 to Phase 3 occurs [m/s].

Coefficient a is unchanged and coefficient b changes to reflect the holding capacity in Phase 2:

$$a = \frac{C_d A f u}{2 \nabla (1+\alpha)} \quad [1/\text{m}] \quad \text{and} \quad b_2 = \frac{\beta_{2,sand} g M_{anchor}}{\rho_w \nabla (1+\alpha)} \quad [\text{m/s}^2] \quad (5.8) \ \& \ (5.9)$$

With:

$\beta_{2,sand}$ Anchor efficiency factor [-] for dragging Phase 2.

The anchor efficiency factor deserves some attention here, in view of the difference between Standard and HHP anchors. The anchors tested in 2013 fall, according to (Vryhof, 2018), in class E (standard, Hall anchor) and class F (high holding power, AC-14 anchor). As stated, the tested anchors reached their rated capacity.

The approximate efficiency factors for 10.000 kg anchors in these classes are (related to their dry weight):

$$\text{Standard anchor:} \quad \beta_{2,sand,STD} = 4 - 6 \quad (\text{Class E}) \quad (5.10)$$

$$\text{High Holding Power anchor:} \quad \beta_{2,sand,HHP} = 8 - 11 \quad (\text{Class F}) \quad (5.11)$$

In the earlier analysis for the IJmuiden-Ver project, the anchor efficiency for Phase 2 was set at $\beta_2 = 4$, being the lower bound of the 4-6 range that was quoted for Standard anchors. With the new quantitative insight in the distribution between Standard and HHP anchors (see chapter 4) one could account for the 8-11 efficiency factors that are representative for HHP anchors. Using the 1/3rd to 2/3rd distribution between Standard and HHP anchors, combined with the lower bound of the efficiency factor of each class one finds an efficiency factor over the complete mix of Standard and HHP anchors:

$$\beta_{2,sand} = \frac{1}{3} * 4 + \frac{2}{3} * 8 = 6.6 \quad (5.12)$$

Higher efficiency factors reduce the distance that is needed to slow the vessel down from dragging speed v_1 to dragging speed v_2 . This reduces the chance that an anchor crosses a cable. If one would use the best estimate factor for each anchor class, the representative efficiency factor would increase further and follow as:

$$\beta_{2,sand} = \frac{1}{3} * 5 + \frac{2}{3} * 9.5 = 8.0 \quad (5.13)$$

However, the efficiency factor is not completely independent of the soil type. In some cases (e.g. very loose silts and sands) the anchor efficiency factors are near and sometimes below the lower end of the ranges quoted here for Class E and Class F. Also, it is known that the efficiency factors tend to decrease for anchors that are larger, and larger anchors are more likely to be governing for the burial design. Therefore, to use extra caution a factor of $\beta_{2,sand}$ equal to 6.0 is recommended.

(Since the anchors reached their rated capacity in Phase 2, the efficiency factor in the subsequent dragging phase is assumed not to increase any further. Because of this the efficiency in Phase 3 dragging ($\beta_{3,sand}$) will not increase and be set equal to $\beta_{2,sand}$.)

The penetration depth during Phase 2 equals:

$$P_2 = C_2 M_{anchor}^{1/3} \quad (5.14)$$

With:

P_2 Anchor penetration depth for dragging Phase 2 [m]

$C_{2,sand}$ Anchor penetration depth factor for Phase 2 dragging through sand [m.kg^{-1/3}]

For the depth of penetration during this dragging phase the results of the German Bight tests have been analysed. The highest penetration measured in those tests was corrected for potential inaccuracies in the measurement and the possible effect of the relatively limited scope (chain length over water depth) during the test. The highest factor $C_{2,sand}$ associated with 1.12 m penetration depth of 8500 kg AC-14 in the loose sand during Phase 2 dragging was $C_{2,sand} = 0.055 \text{ m.kg}^{-1/3}$. This value is based on the maximum penetration that was recorded in all the test tracks and that in each single track the average penetration depth was around 2/3rd of the maximum value that occurred in the track.

Because of this the $C_{2,sand} = 0.055 \text{ m.kg}^{-1/3}$ is considered to be an appropriate, conservative, value for the Phase 2 dragging and proposed for the analyses.

5.1.3 Phase 3 – Slowest drag and stopping in sand

Phase 3 is the last dragging phase. It is associated with the deepest penetration and with bringing the vessel to a complete stop. Since the deeper penetration never occurred in the full-scale offshore tests, the only data for a Phase 3 deeper dragging that are available, are results of centrifuge dragging tests on AC14's in loose sand where complete pore pressure dissipation could take place. (i.e. the tests were performed under fully drained conditions). Although the holding force at greater penetration depth would be higher and could exceed the rated capacity of the anchor, it is still proposed to take the holding force in accordance with the conservatively rated anchor capacity. The capacity factor β_3 for Phase 3 is thus taken equal to the one for Phase 2.

Dragging length L_3 requires special attention. The dragging length for Phase 3 now would follow as:

$$L_3 = \frac{1}{2a} \ln \left\{ \frac{a v_2^2 + b_3}{b_3} \right\} \quad [\text{m}] \quad (5.15)$$

Where again coefficient a is unchanged and coefficient b changes to reflect the holding capacity in Phase 3:

$$a = \frac{C_d A f u}{2 \nabla (1+\alpha)} \quad [1/\text{m}] \quad \text{and} \quad b_3 = \frac{\beta_3 g M_{\text{anchor}}}{\rho_w \nabla (1+\alpha)} \quad [\text{m/s}^2] \quad (5.16) \ \& \ (5.17)$$

With:

β_3 Anchor efficiency factor for dragging Phase 3 [-]

The resulting dragging length L_3 is very short. A ship that moves as slow as 0.05 m/s can be stopped by its anchor well within 1 m of dragging. There are arguments for a more cautious approach than the one that is defined by equations 5.15 – 5.17 :

- Even if the anchor would penetrate parallel to its flukes (which it does not), the dragging distance would be too short to achieve a penetration depth increase from P_2 to P_3 .
- The penetration depths that followed from the German Bight tests are significantly smaller than the penetration depth of 1 * fluke length that was traditionally quoted for sand and stiff clay.
- The anchor penetration model does not account for any driving forces other than the vessel's inertia and the possible presence of driving forces (wind, waves and current) must be expected.

Because of all this, and to retain some of the caution that was present in the past RBBB approaches, it is proposed to take a value for L_3 that is not based on equation (5.15), but is set at a fraction ξ of dragging length L_2 , as follows:

$$L_3 = \xi * L_2 \quad (5.18)$$

With:

ξ = ratio of L_3 over L_2 , set to 0.1 in the IJmuiden-Ver RBBB study.

(Note that if one neglects the kinetic energy that remains at $v_2 = 0.05$ m/s this length L_3 would also follow if Phase 3 would start at a v_2 equal to $\xi^{0.5} * v_1 = 0.1^{0.5} * v_1 = 0.32 * v_1$ m/s and equation 5.12 would be applied.)

The penetration depth during Phase 3 is:

$$P_3 = C_3 M_{\text{anchor}}^{1/3} \quad [\text{m}] \quad (5.19)$$

Where:

P_3 Anchor penetration depth for dragging Phase 3 [m]

C_3 Anchor penetration depth factor for dragging Phase 3 [$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$].

On basis of the centrifuge tests performed at Deltares (for a scaled down HHP anchor type AC-14 in sand), the factor for the penetration depth C_3 is recommended to be set to $C_3 = 0.1 \text{ m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$.

5.2 Dragging length and depth – clay

For clay, data are lacking to make the same distinction into three different phases like was done for sand, but it is assumed that at sufficiently high speeds the anchor will not penetrate but rather slide over the seabed with a very limited depth of influence. The transition from undrained (Phase 2) to drained (Phase 3) dragging will not be present and Phase 2 and 3 can therefore not be distinguished.

Dragging speed does have an influence while dragging in clay in the sense that faster deformation tends to generate higher shear stresses in the clay and that at higher speeds less tendency for brittle behaviour (breaking out of separated clay lumps) and more ductile deformation patterns are expected. These effects are not accounted for in the “engineering approach” presented below.

5.2.1 Caution in areas with very soft clays and muds

In very soft clays or muds (undrained shear strengths less than 2.5 to 5 kPa, think of parts of the Arkona basin in the Baltic) the approach presented here is not conservative anymore and higher penetration factors can and will occur, in particular for larger anchors. A very heavy anchor can simply sink into a soft, near-fluid, mud when the anchor weight exceeds the bearing capacity of the seabed. Penetration is then achieved without any dragging at all. Currently there is, to our knowledge, no validated analytical design relation between anchor mass, deeper dragging and clay properties (strength and density) for such very soft clays. These soils are therefore not covered in the current dragging/penetration model.

5.2.2 Phase 1 - Fast dragging over clay

Keeping in mind the restricted application mentioned in paragraph 5.2.1, the dragging length L_1 in clay can now be determined as follows:

- The anchor efficiency factor for the sliding phase (Phase 1) is assumed to be comparable to the anchor efficiency factor for Phase 1 for sand, thus $\beta_{1,clay} = \beta_{1,sand} = 0.7$.
- The anchor penetration depth in Phase 1 is small, and is also estimated to be similar to the one taken for sand, i.e. $C_{1,clay} = C_{1,sand} = 0.015 \text{ m kg}^{-1/3}$.
- Penetration depth P_1 and dragging length L_1 in the first fast phase of dragging can then be analysed in line with the equations (5.2) to (5.5) that were explained in paragraph 5.1.1. The only change in these equation concerns equation (5.4), where the anchor efficiency factor is replaced (but, with the currently available data, keeps the same value $\beta=0.7$):

$$b_1 = \frac{\beta_{1,clay} g M_{anchor}}{\rho_w \nabla (1+\alpha)} \quad [\text{m/s}^2] \quad (5.20)$$

5.2.3 Phase 2+3 – Medium speed dragging, penetration and stopping in clay

The transition from undrained (Phase 2) to drained conditions (Phase 3) as found for sand does not apply in clay. Therefore, for clay Phase 2 and Phase 3 are combined into a single Phase 2+3. Lacking specific data to support another choice the transition velocity v_1 from Phase 1 to the following Phases (2 and 3) is set at the same velocity as assumed for sand (i.e. $v_{1,clay} = v_{1,sand}$).

The anchor efficiency factor for Phase 2 and Phase 3 combined should be set to a conservative (low) value of the representative anchor efficiency factor. To account for the low resistance in (soft) clay soils it is recommended to set the factor $\beta_{2+3,clay}$ to a value of 6.0, just like the factor for sands that accounted for the possible presence of very loose silts or sands.

Comparing the approach for sand and clay one now sees that the (physically logical) combination of Phase 2 and Phase 3 leads to a dragging length estimate in clay that is less conservative than that in sand. The dragging length L_3 in sand was cautiously set to $L_3 = \xi * L_2$. To account for the same level of conservatism the length of Phase 2+3 (L_{2+3}) in clay is found, with the same factor $\xi = 0.1$, as follows:

$$L_{2+3} = \frac{1+\xi}{2a} \ln \left\{ \frac{a v_1^2 + b_{2+3,clay}}{b_{2+3,clay}} \right\} \quad [\text{m}] \quad (5.21)$$

Where a is defined as before and

$$b_{2+3,clay} = \frac{\beta_{2+3,clay} g M_{anchor}}{\rho_w \nabla (1+\alpha)} \quad [m/s^2] \quad (5.22)$$

with

$\beta_{2+3,clay}$ Anchor efficiency factor for dragging Phase 2+3.

When the general anchor efficiencies are considered, as given for the Class E and Class F anchors, there is no differentiation between clay and sand. The approach for sand is however a bit more conservative than for clay.

While the holding capacities in clay and sand might still be somewhat similar, this cannot be said for the penetration depth. Taylor and Valent (1984) and Carbon Trust (2015a, 2015b) state that for cohesive soils, the penetration equals 1 times the fluke length for stiff clay and 3 times the fluke length for soft clay. This is significantly higher than the values that were found for sands.

Currently no better models are available, and it is suggested that the difference in anchor behaviour between soft and stiff clay (a transition around a shear strength of 25 kPa) might be caused by more than just the undrained shear strength of the material. Likely factors that influence the anchor penetration are the ratio of adhesion to cohesion of the clay and the degree of brittleness and development of fractures and fissures.

Of course, as stated before, the models are not fit to deal with the softest muds, that have insufficient bearing capacity to support an anchor at the seabed. The chance that this might occur can be assessed on basis of regular geotechnical bearing capacity analyses.

For now, it is proposed to follow the 1 time and 3 times the fluke length as penetration depth estimates for stiff and soft clays respectively. For some of the most common anchors one finds the fluke length (measured from fluke hinge to fluke tip) equal to:

$$\text{AC-14 anchor fluke length} = 0.097 * (M_{anchor})^{1/3}$$

$$\text{Hall anchor fluke length} = 0.088 * (M_{anchor})^{1/3}$$

$$\text{Spek anchor fluke length} = 0.081 * (M_{anchor})^{1/3}$$

On basis of these values, it is recommended to take the anchor penetration depth factors for cohesive soils in the RBBD analysis as follows:

$$C_{2+3, stiff\ clay} = 0.1 \text{ m.kg}^{-1/3} \text{ for stiff clay and}$$

$$C_{2+3, soft\ clay} = 0.3 \text{ m.kg}^{-1/3} \text{ for soft clay.}$$

5.3 Summary of recommended anchor risk model parameters

Below follows an overview of recommended parameters reflecting the relative probability of occurrence of Standard and HHP anchors.

For now, a simplified approach is recommended, that does not differentiate in detail between vessel types. The following relations are proposed:

5.3.1 Vessel displacement, added mass and hydrodynamic drag

An estimator for the vessel displacement was discussed in sections 2.2 and 2.3 and followed as

$$\text{Vessel Displacement } \Delta = 1.968 (DWT)^{0.956}$$

With DWT and Displacement in [mT]. (These coefficients are in line with the earlier IJmuiden-Ver alfa and beta studies)

An alternative formulation for vessel displacement, if DWT is not given, is using LOA:

$$\text{Vessel Displacement } \Delta = 0.00127 (LOA)^{3.3217}$$

With Displacement in [mT] and LOA in [m]. These coefficients are the values for bulk carriers, as mentioned in Table 2-3, and provide a high estimate for the displacement, which gives conservative (i.e. higher) values for the dragging length.

In the analysis of the vessel's total kinetic energy also the added mass must be accounted for. It is proposed to set the added mass factor α to:

$$\text{Added mass factor } \alpha = 0.25 [-]$$

The hydrodynamic drag experienced by the hull is partly determined by the hull's drag coefficient C_d . The drag coefficient recommended here is:

$$\text{Hull drag coefficient } C_d = 0.1 [-]$$

5.3.2 Representative anchor mass $M_{\text{anchor rep}}$

The minimum mass for a Standard anchor is estimated in line with sections 3.2 and 3.3. The representative anchor mass is now derived as follows:

The representative anchor mass for a Standard anchor is assumed to be 1.1 times $M_{\text{anchor_min}}$ and the representative anchor mass for a HHP anchor is $0.75 * 1.1 * M_{\text{anchor_min}}$, as discussed in section 4.1. Based on the 1/3rd to 2/3rd distribution between Standard and HHP anchors that is detailed in section 4.2 the representative anchor mass is set at: $M_{\text{anchor rep}} = (\frac{1}{3} * 1.1 + \frac{2}{3} * 0.75 * 1.1) M_{\text{anchor_min}} = 0.917 M_{\text{anchor_min}}$.

In line with this, the representative anchor is estimated on basis of the DWT as:

$$M_{\text{anchor rep}} = (0.917 * 14.603) (DWT)^{0.599} = 13.39 (DWT)^{0.599}$$

And an alternative is to correlate with the vessel's LOA (ref. paragraph 3.4) which gives:

$$M_{\text{anchor rep}} = (0.917 * 1.0708) (LOA)^{1.7017} = 0.9819 (LOA)^{1.7017}$$

5.3.3 Factors for dragging length determination (β and ξ)

The anchor efficiency (here characterised by the anchor efficiency factor β) determines the length of dragging over which the vessel is slowed down and brought to a stop. The recommended efficiency factors for cohesionless (sand and silts) and cohesive soils (clays) are similar, which is a bit more conservative for sandy than for clayey seabeds.

The dragging length in Phase 1 is largely determined by the vessel velocity (v_0) at the instant of anchor deployment. Since the penetration depth of the anchor in the first phase is relatively small and not likely to govern the cable burial depth design, the adopted value of v_0 is not very critical.

For the dragging length determination of Phase 3 in sand (L_3) and the combined Phases 2+3 in clay (L_{2+3}) an extra safety margin is introduced, defined by the factor ξ . Reference is made to equation (5.21)

Table 5-1: Factors for determination of dragging lengths L_1 , L_2 , L_3 and (for clay) L_{2+3}

Phase	Transition velocity from one phase to the next	$\beta_{i,sand}$ [-]	$\beta_{i,clay}$ [-]
Phase 1	$v_0 = 1.5$ m/s (ca 3 kts) (anchor deployment)	$\beta_{1,sand} = 0.7$ (eq. 5.4)	$\beta_{1,clay} = 0.7$ (eq. 5.20)
Phase 2	$v_1 = 1$ m/s (sand & clays)	$\beta_{2,sand} = 6.0$ (eq. 5.9)	$\beta_{2+3,clay} = 6.0$ $\xi = 0.1$ (eqs 5.21 & 5.22)
	$v_2 = 0.05$ m/s (*) (sand only)		
Phase 3		$\xi = 0.1$ (eq 5.18)	

(*) In sand v_2 is the end of Phase 2 rather than the beginning of Phase 3. In clays Phases 2 and 3 are combined

Theoretically the dragging length in Phase 3 could be calculated with efficiency factors β that are similar to those in Phase 2.

Because of the very small dragging lengths that would follow, it was decided to adapt a more conservative approach and set the dragging distance for Phase 3 to a fraction ξ of the dragging length in Phase 2. An equivalent conservatism was introduced for clays by using ξ in equation (5.21).

5.3.4 Representative anchor penetration depth factors C

Table 5-2: Overview of recommended anchor penetration depth factors

Phase	Transition velocity from one phase to the next	$C_{i,sand}$ [m.kg ^{-1/3}]	$C_{i,stiff\ clay}$ [m.kg ^{-1/3}]	$C_{i,soft\ clay}$ [m.kg ^{-1/3}]
Phase 1	$v_0 = 1.5$ m/s (anchor deployment)	$C_{1,sand} = 0.015$	$C_{1,stiff\ clay} = 0.015$	$C_{1,soft\ clay} = 0.015$
Phase 2	$v_1 = 1$ m/s (sand & clays)	$C_{2,sand} = 0.055$	$C_{2+3,stiff\ clay} = 0.1$	$C_{2+3,soft\ clay} = 0.3$
	$v_2 = 0.05$ m/s (*) (sand only)			
Phase 3		$C_{2,sand} = 0.1$		

(*) Note that v_2 is the end of Phase 2 rather than the beginning of Phase 3.

6 General considerations and aspect for further attention

Anchor efficiency factors

So far, the models have not accounted for the difference in anchor efficiency for different types of anchors and different soil types. The approximate anchor efficiency factors, as quoted by Vryhof (2018) for 10 mT Class E and Class F anchors, are used. These factors do not account for the more sophisticated power law predictor of anchor holding capacities with coefficients as summarized e.g. in (NAVFAC 2012), which imply that the efficiency for larger anchors is smaller than for smaller anchors. Unfortunately, not all required data can be obtained, since not all commonly occurring anchors are included in the NAVFAC overview. Furthermore, the NAVFAC data are focusing on intentional mooring, whereby for example fluke angles are set to optimize the anchor capacity in certain soil conditions. This would not be applicable in accidental anchoring events.

The general takeaways from these “better” anchor holding force predictors are:

- the anchor efficiency factor as used in this report applies to 10 mT anchors. According to the power-law holding capacity equations, the efficiency factor decreases with larger and increases with smaller anchor sizes, and
- the anchor efficiency in stiff clays and sands is higher than in soft clays and muds.

These tendencies are illustrated with the (NAVFAC) predicted capacity for an AC-14 anchor, see Table 6-1:

Table 6-1: Efficiency factor AC-14 for different weights and different soil types

Anchor type and mass		Efficiency factor in soft clays and mud	Efficiency factor in stiff clays and sand
AC-14	5000 kg	8.7	12.4
AC-14	25000 kg	7.6	9.0

Accounting for anchor type

The database (described in chapter 4) contains information on the occurrence of various anchor types, i.e. more than just standard and HHP anchors. This would enable a further refinement regarding the different fluke lengths that occur. At this stage however it is believed that accounting for these detailed variations would give an impression of accuracy that is not justified in the context of the current anchor modelling.

Anchor risk away from actual vessel tracks

A possible further extension of the estimate for possible anchor track locations, deviating from the vessels track as follows from subsequent AIS datapoints, and deviating from its course over ground at a given time could be derived from combination of various AIS parameters like the vessels rate of turn and the difference between course over ground and vessel heading, all of which can be retrieved from the AIS data. Such an extension could be relevant where vessel tracks run parallel with cable tracks.

The movement of the vessel during the subsequent anchor dragging phase might be better analysed. It is for instance noted that a bow anchor will exert a braking force on the vessel that is not in line with the vessels center of gravity. Therefore, a vessel will tend to rotate (change course) because of the anchor action. This effect has not yet been analysed in detail but (1) might help to further quantify course deviations that are relevant for cable routes parallel to a shipping lane and (2) would likely reduce the dragging length because of the extra hydrodynamic energy dissipation.

Anchor model in clay and mixed soils

Models for anchor behaviour in clay are not yet further refined on basis of recent tests or numerical analyses. The values given in this report are based on the available “traditional” references. It is believed that the behaviour in clay depends on more parameters than just the clay strength. For a given anchor type also the “brittleness” (the ratio between clay stiffness and clay strength and the tendency to develop fractures and cracks) and the “stickiness” (the ratio between adhesion and undrained shear strength) of the clay. Both characteristics can react differently on the clay’s deformation rate, i.e. the relative dragging speed of the anchor.

A further challenge lies in the way how these anchor models are applied in mixed soil types, e.g. combinations of sand and clay layers. There are some feasible approaches, but these have not yet been developed into readily applicable models for a RBBD.

During the last years numerical analyses have been performed to shed more light on anchor penetration in clays (Grabe & Wu, 2016) and silts (Dao & Grabe, 2022) which followed earlier work on anchors in sand (Grabe, Qui & Wu, 2015).

Anchor instability

The numerical analyses that have been performed all made use of symmetry and did not allow the anchor into a roll-instability mode. Field full-size and scaled tests in laboratory and centrifuge have shown that many traditional shipping anchors tend to roll even if dragged in a constant direction. The actual dragging track is unlikely to be straight, if only because the vessel itself will be pulled from its course by the anchor. Numerical analyses are therefore considered to be conservative, since the only “break-out” mode is in line with the plane of symmetry.

Effect of cable trenches

So far, the application of the anchor model focused on the general seabed conditions to derive dragging length and penetration depths, and not on the seabed conditions directly over the cable. Trench backfill material will, certainly initially, be significantly less dense than the adjacent seabed. This is “covered” by model coefficients that account for penetration depths in loose sands rather than the average penetration depth in all sand densities.

The positive effect of a narrow trench with (loose) backfill compared to a wide trench with (loose) backfill is not addressed in the current model, since the anchor penetration depths are based on loose material anyway. It is of interest to explore and quantify the relative benefit of narrow over wide cable trenches.

7 List of terms and symbols

Acronyms

Acronym	Dimension	Description
AC-14		Anchor type (stockless High Holding Power anchor)
AIS		Automatic Identification System
DSP	[mT] (*)	Displacement tonnage (Symbol Δ)
DWT	[mT] (*)	Deadweight tonnage
EN		Equipment Number (Vessel characteristic determining the minimum mass for a standard anchor)
GT		Gross tonnage (measure for ship loading capacity)
GRT		Gross Register Tonnage (measure for ship loading capacity)
HHP		High Holding Power. Anchor with capacity that exceeds the Standard anchor reducing the anchor mass requirement with 25%
IACS		International Association of Classification Societies
IMO		International Maritime Organisation
LOA	[m]	Length over All
MMSI		Marine Mobile Service Identity
RBBD		Risk Based Burial Design
SOG	[m/s]	Speed over Ground

(*) Here "mT" is used to indicate a "metric ton" equal to 1000 kg.

Latin symbols

Latin Symbol	Dimension	Description
A_{front}	[m ²]	Frontal windblown area above the Summer Load Waterline
$A_{f,u}$	[m ²]	Frontal projected underwater area of the vessel
A_{lat}	[m ²]	Lateral windblown area above the Summer Load Waterline
C_d	[-]	Drag coefficient of the vessel
$C_{1,sand}, C_{2,soft\ clay}, etc.$	[m kg ^{-1/3}]	Anchor penetration depth factor. 1 st subscript ($_{1,2,3}$) refers to dragging phase. 2 nd subscript (<i>sand, clay, soft clay, stiff clay</i>) indicates soil type.
E_1, E_2		Coefficients in relation between DWT and DSP
F_{anchor}	[N]	Anchor system holding force
F_{hd}	[N]	Hydraulic drag force acting on vessel
F_1, F_2		Coefficients in relation between LOA and DSP
G_1, G_2		Coefficients in relation between DWT and M_{anchor_min}
g	[m/s ²]	Acceleration by gravity (9.81)
H_1, H_2		Coefficients in relation between LOA and M_{anchor_min}
L_1, L_2, L_3	[m]	Dragging length of the anchor in phases 1, 2 and 3 respectively
M_{anchor}	[kg]	Anchor mass
M_{anchor_rep}	[kg]	Representative anchor mass, accounting for the distribution of HHP and Standard anchors
M_{anchor_min}	[kg]	Minimum mass required for a Standard anchor
$M_{anchor_min,HHP}$	[kg]	Minimum mass required for a HHP anchor
M_{total}	[kg]	Mass of vessel plus added water mass
P_1, P_2, P_3	[m]	Penetration depth of the anchor in phases 1, 2 and 3 respectively.
t	[s]	Time
v_0	[m/s]	Vessel velocity when the anchor is deployed (start of Phase 1)
v_1	[m/s]	Vessel velocity at the transition from Phase 1 to Phase 2 dragging
v_2	[m/s]	Vessel velocity at the transition from Phase 2 to Phase 3 dragging

Greek and Math Symbols

Greek and Math symbols	Dimension	Description
α	[-]	Added mass factor accounting for the added water mass when assessing the total kinetic energy that must be dissipated
β	[-]	Anchor efficiency factor: $F_{anchor} = \beta * g * M_{anchor}$
Δ	[mT]	Displacement tonnage (DSP)
∇	[m ³]	Displacement, expressed as volume displaced water
ρ_w	[kg/m ³]	Density of the water
ξ	[-]	Ratio of assumed dragging length L_3 over dragging length L_2 in sand

8 References

- Carbon Trust (2015a), "Application Guide for the specification of the Depth of Lowering using CBRA", Retrieved from: www.carbontrust.com/resources/cable-burial-risk-assessment-cbra-guidance-and-application-guide
- Carbon Trust (2015b), "Cable Burial Risk Assessment Methodology. Guidance for the Preparation of Cable Burial Depth of Lowering Specification.", Ref: CTC835, Retrieved from: www.carbontrust.com/resources/cable-burial-risk-assessment-cbra-guidance-and-application-guide
- Dao, D.A. & Grabe, J. (2022), "Numerical investigation of ship anchor penetration in cohesive Baltic Sea soil", to be published in OMAE2022, Hamburg, June 2022.
- Grabe, J., Oiu, W. & Wu, J., "Numerical simulation of the penetration process of ship anchors in sand", Geotechnik, Vol 38, March 2015
- Grabe, J. & Wu, L. (2016), "Coupled Eulerian-Lagrangian simulation of the penetration and braking behaviour of ship anchors in clay", Geotechnik, March 2016
- IACS (2007), "Green Book",
Retrievable from: www.iacs.org.uk/green-book/
- Luger, D. & Harkes, M. (2013), "Anchor Tests German Bight–Test set-up and results", Ref: 1207052-002-GEO-0003, final report dated September 2013 Deltares Delft, Netherlands.
Retrievable from: www.iscpc.org/documents/?id=1971
- Luger, D. (2020), "Quantification of anchor drag length and depth",
Memo 11206142-002-GEO-0001, v2.0, 19 November 2020, Deltares, Delft
- Maushake, C. (2013), "Untersuchung des Eindringverhaltens von Schiffsankern mittels Ankerzug-versuchen", BAW-Nr. A395 502 10088; 28 August 2013, BAW-Hamburg.
Retrievable from: www.iscpc.org/documents/?id=1972
- NAVFAC Naval Facilities Engineering Command (2012), "Handbook for Marine Geotechnical Engineering", Doc SP-2209-OCN, Eds. Thompson, Beasley
- PIANC (2002), "Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002", report of working group 33 of the Maritime Navigation Commission, Brussels
- Takahashi, H, Goto, A and Abe M. (2006), "Study on Standards for Main Dimensions of the Design Ship", Technical Note of National Institute for Land and Infrastructure Management, No. 309, June 2006,
- Taylor, R. & Valent, P. (1984), "Design guide for drag embedment anchors", NCEL TN-N-1688, January 1984
- Vryhof (2018), "Vryhof Manual – The guide to anchoring", 8th edition.
Retrieved from: www.vryhof.com



Annex 3 Burial Tables and PoF profiles

This Annex

This Annex contains:

- Table A3.1: The summary Table with Depth of Burial data for all Installation, Signal and Minimum scenario for **IJV-Alpha, NW-Alpha and NW-Gamma**.
- Table A3.2: The summary Table with Depth of Burial data for all Installation, Signal and Minimum scenario for **IJV-Beta, IJV-Gamma and NW-Beta**.
- Figure A3.0: **PoF profile** for a IJmuiden Ver export cable, maximum threat only, KP0 – KP110, **with explanation**
- Figure A3.1 – Figure A3.2: PoF profile for **IJmuiden Ver Alpha**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.3 – Figure A3.4: PoF profile for **IJmuiden Ver Beta**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.5 – Figure A3.6: PoF profile for **IJmuiden Ver Gamma**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.7 – Figure A3.8: PoF profile for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.9 – Figure A3.10: PoF profile for **Nederwiek Beta**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.11 – Figure A3.12: PoF profile for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **Installation scenario** for single cable failure.
- Figure A3.13 – Figure A3.14: PoF profile for **IJmuiden Ver Alpha**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.15 – Figure A3.16: PoF profile for **IJmuiden Ver Beta**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.17 – Figure A3.18: PoF profile for **IJmuiden Ver Gamma**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.19 – Figure A3.20: PoF profile for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.21 – Figure A3.22: PoF profile for **Nederwiek Beta**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.23 – Figure A3.24: PoF profile for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **Signal scenario** for single cable failure.
- Figure A3.25 – Figure A3.26: PoF profile for **IJmuiden Ver Alpha**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.27 – Figure A3.28: PoF profile for **IJmuiden Ver Beta**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.29 – Figure A3.30: PoF profile for **IJmuiden Ver Gamma**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.31 – Figure A3.32: PoF profile for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.33 – Figure A3.34: PoF profile for **Nederwiek Beta**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.35 – Figure A3.36: PoF profile for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **Minimum scenario** for single cable failure.
- Figure A3.37: Probability of Failure for burial scenarios for single cable, 2 cables simultaneously and 3 or more cables simultaneously expressed as (1) PoF/year (vertical axis) and (2) chance per relevant duration (PoF over N year).

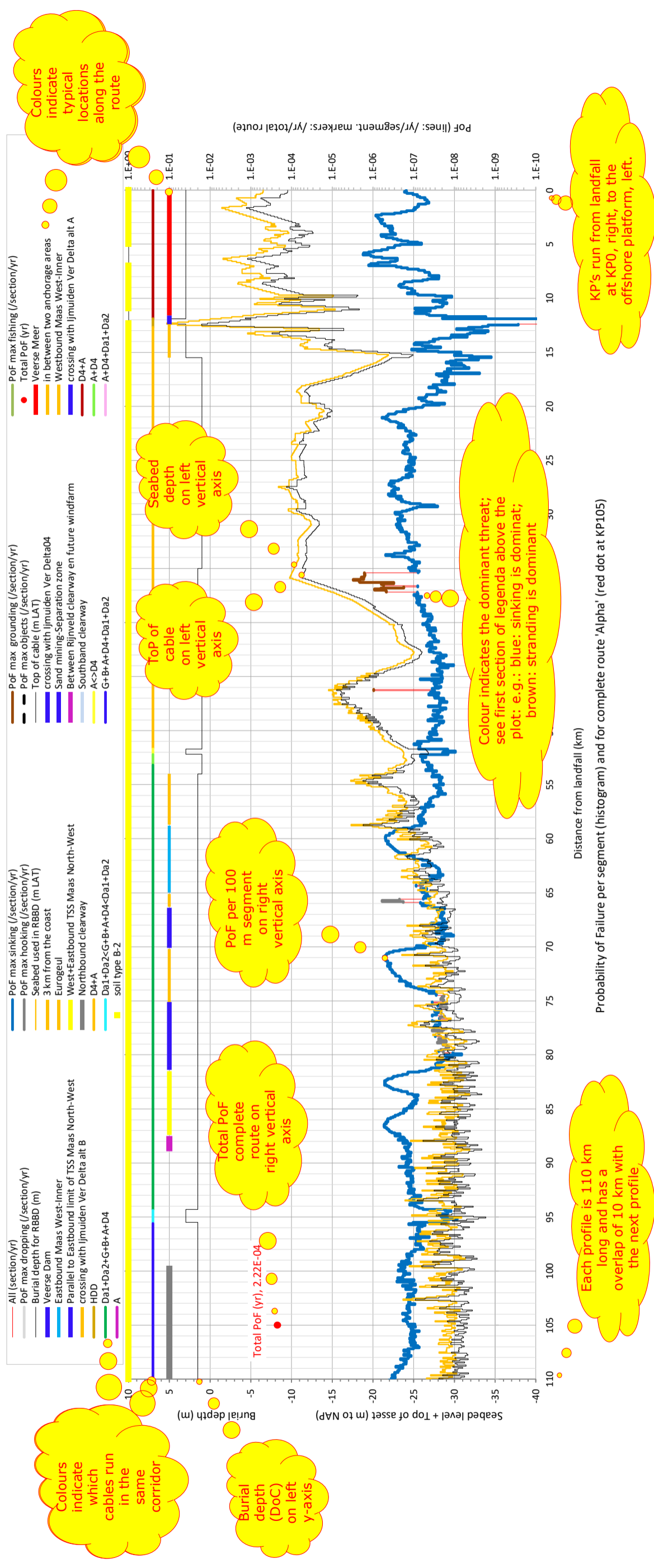
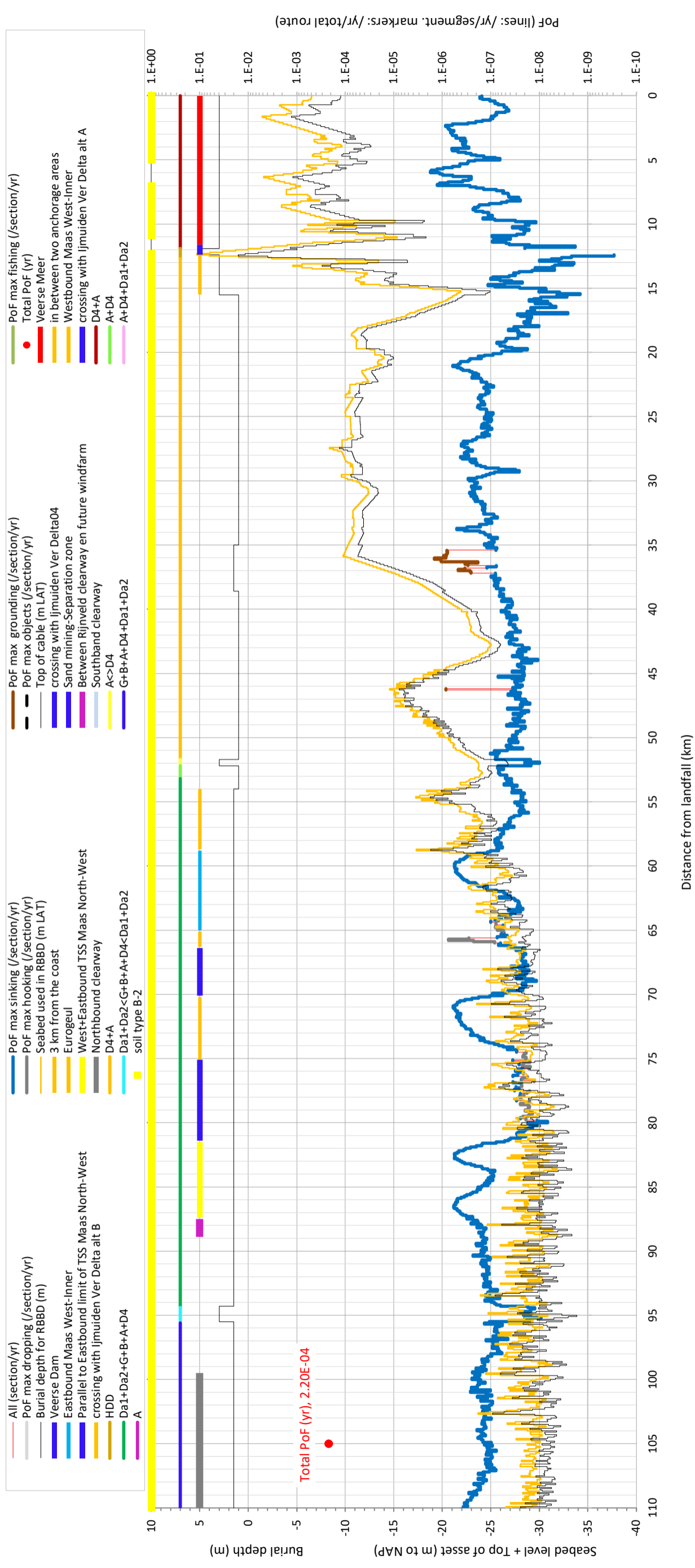


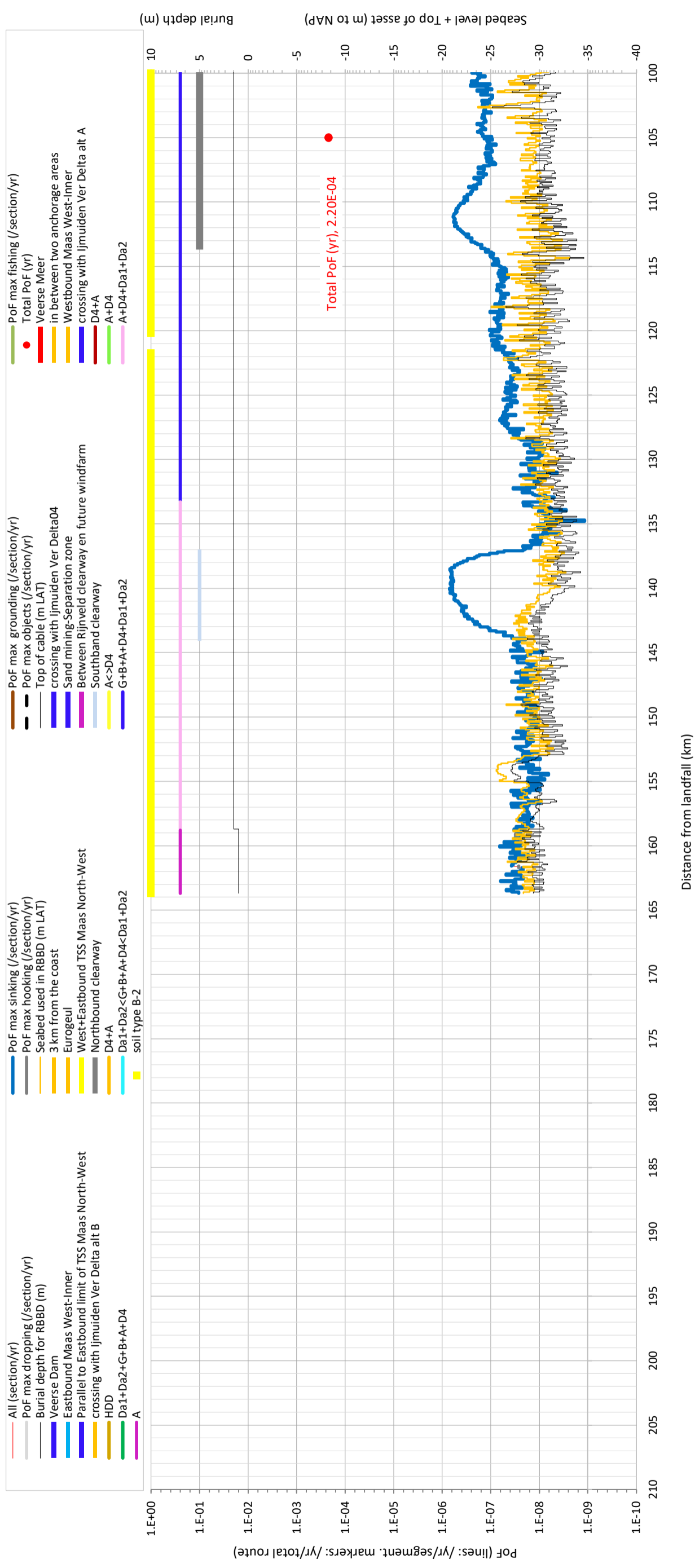
Figure A3.0

Explanation of Probability of Failure (PoF) for a IJmuiden Ver export cable, maximum threat only, KP0 – KP110



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Alpha' (red dot at KP105)

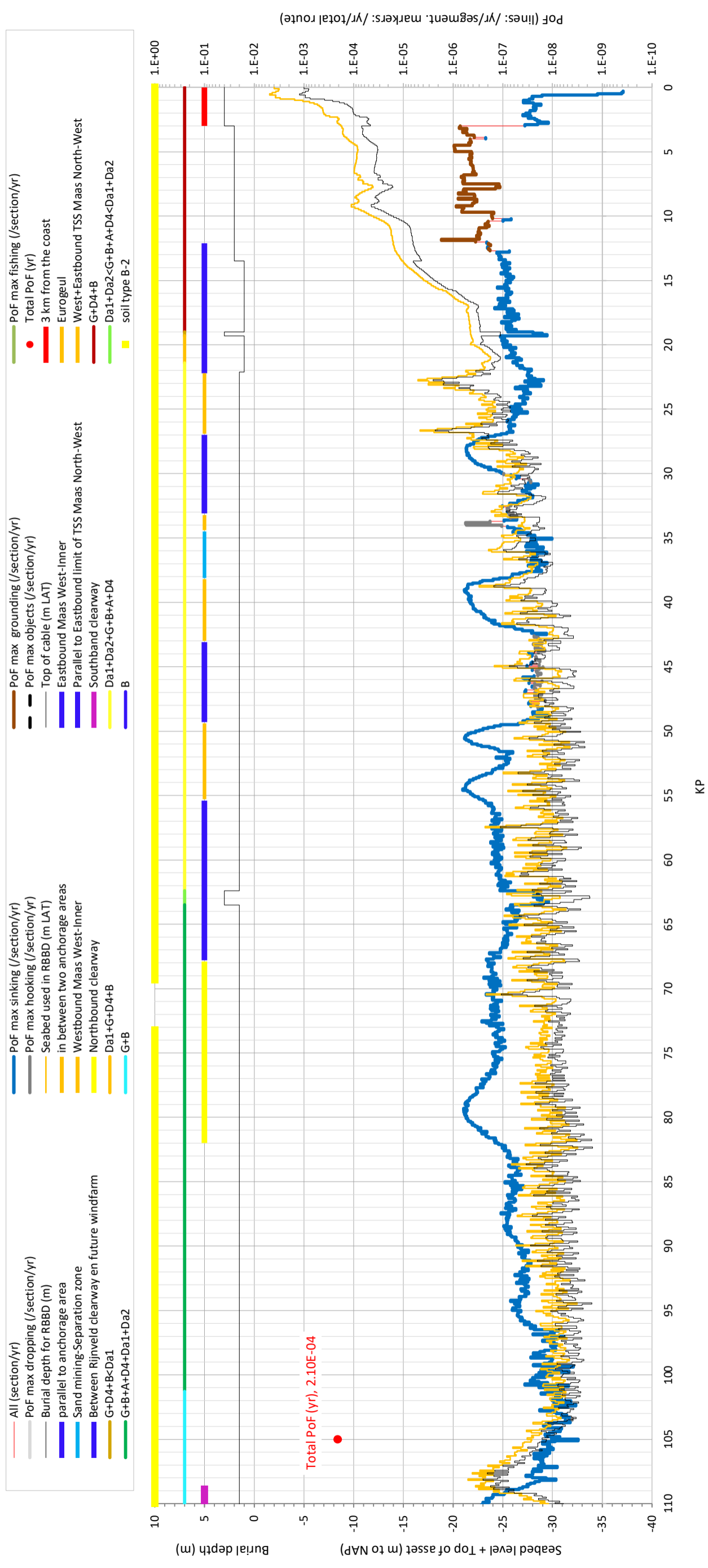
Figure A3.1 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Alpha, maximum threat only, KPO - KP110
Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Alpha' (red dot at KP105)

Figure A3.2 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Alpha**, *maximum threat only*, **KP100 – KP210**

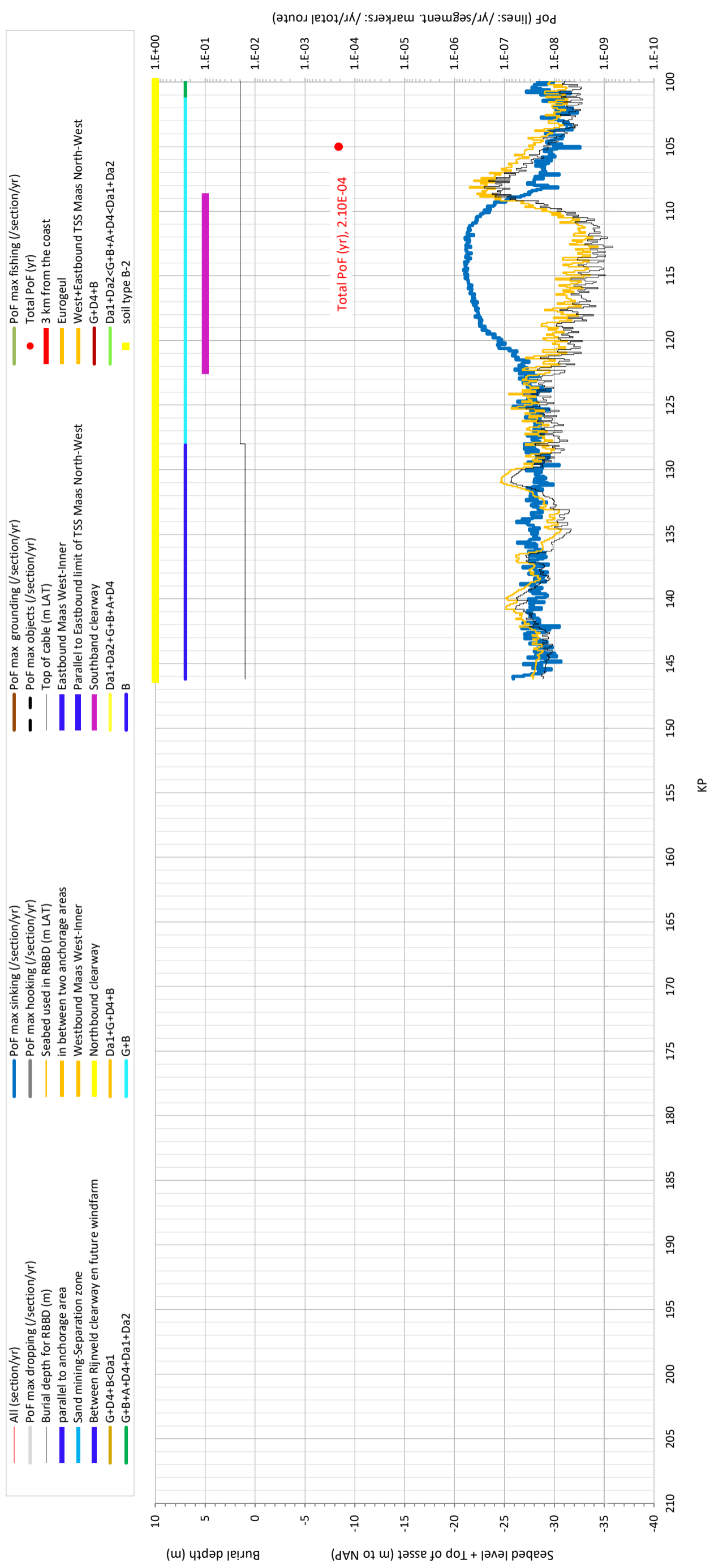
Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route

Figure A3.3 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Beta**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**

Installation scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route

Figure A3.4 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Beta**, *maximum threat only*, **KP100 – KP210**

Installation scenario: *Burial depth in Table A3.2.*

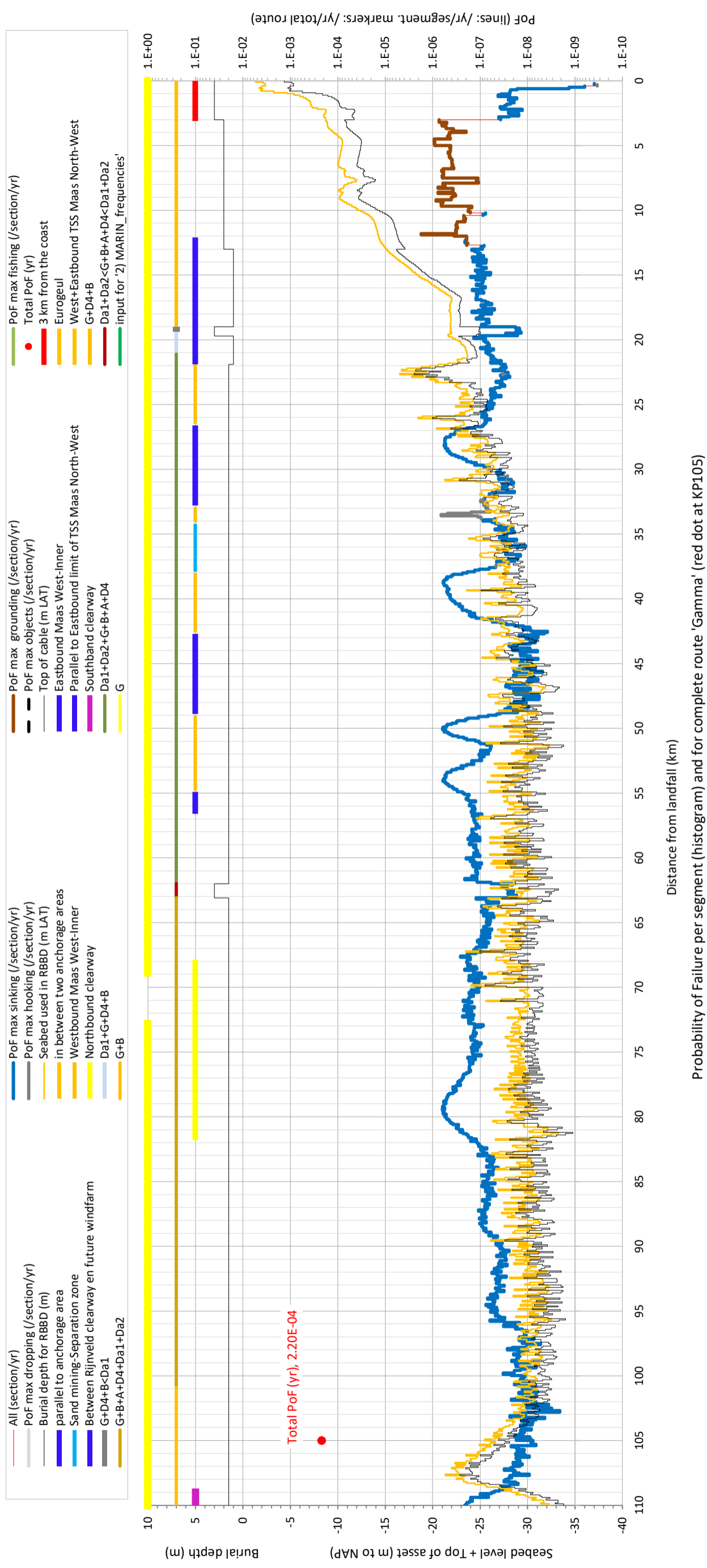


Figure A3.5

Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Gamma, maximum threat only, KP0 – KP110

Installation scenario: Burial depth in Table A3.2.

Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Gamma' (red dot at KP105)

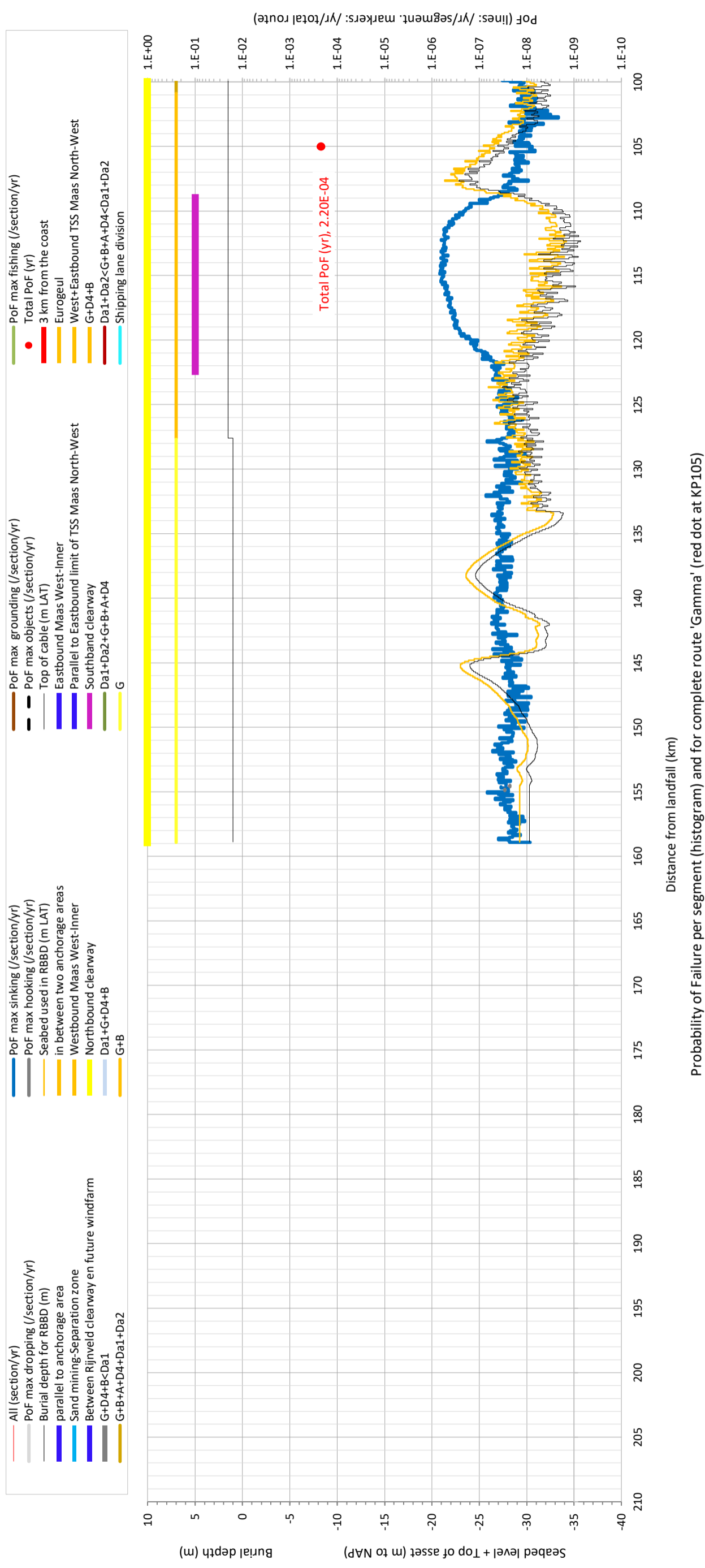


Figure A3.6

Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Gamma, maximum threat only, KP100 – KP210

Installation scenario: Burial depth in Table A3.2.

Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Gamma' (red dot at KP105)

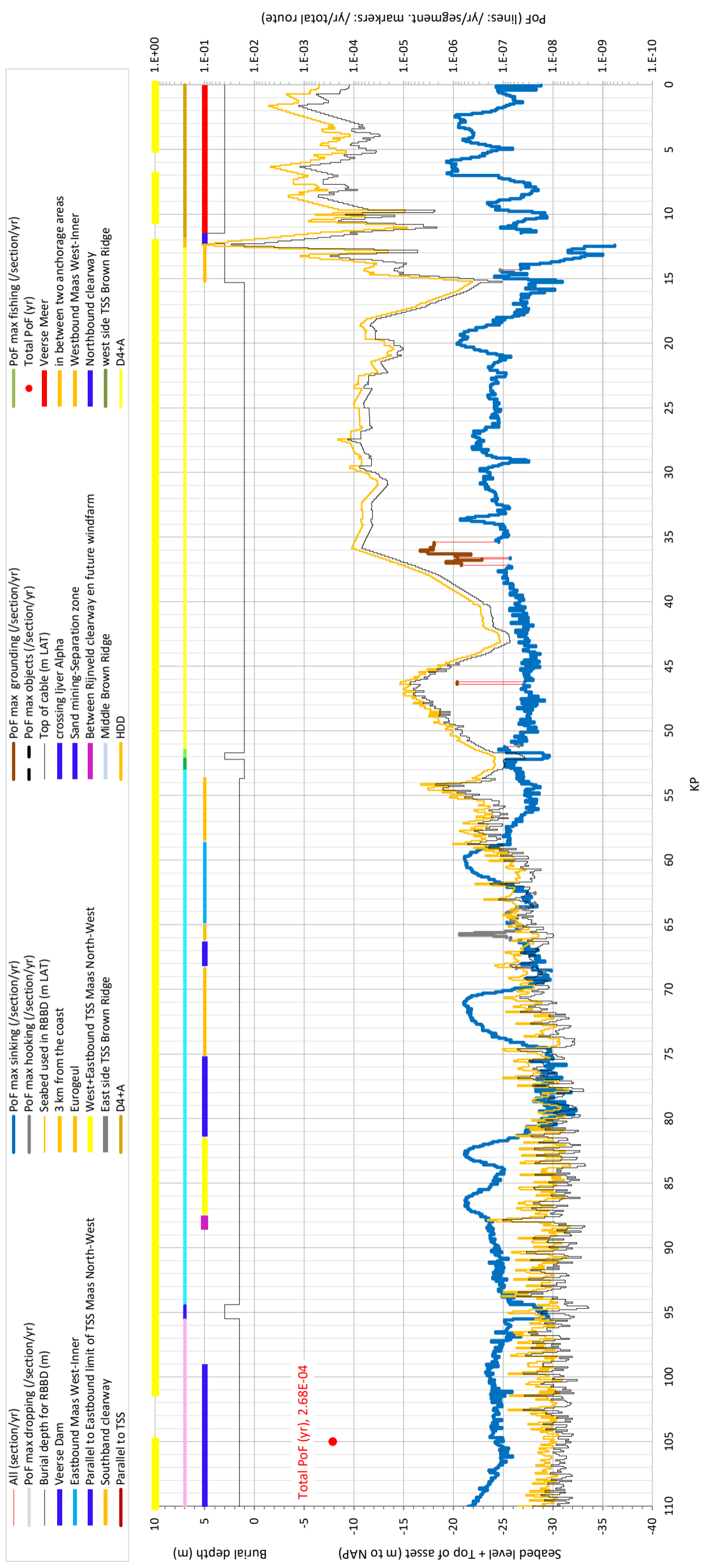
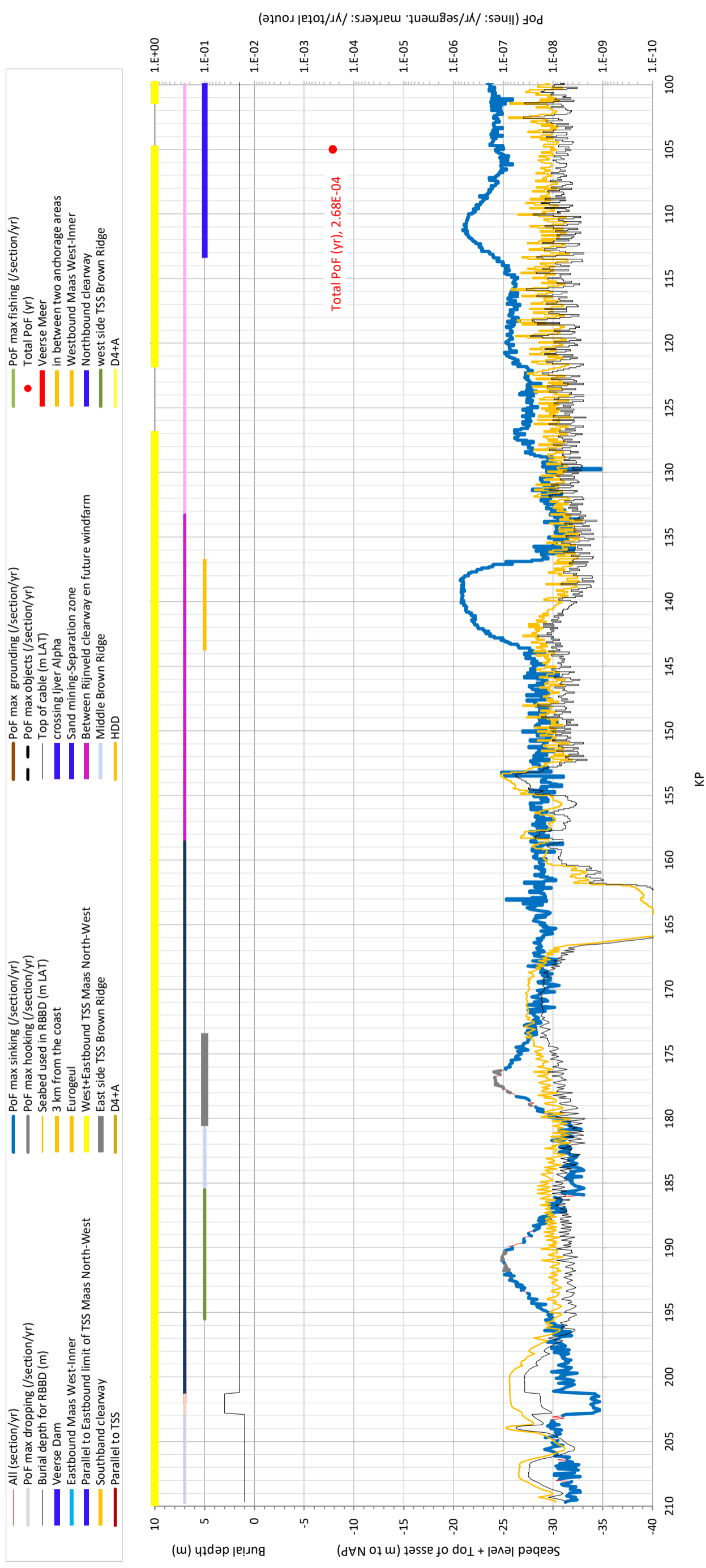


Figure A3.7

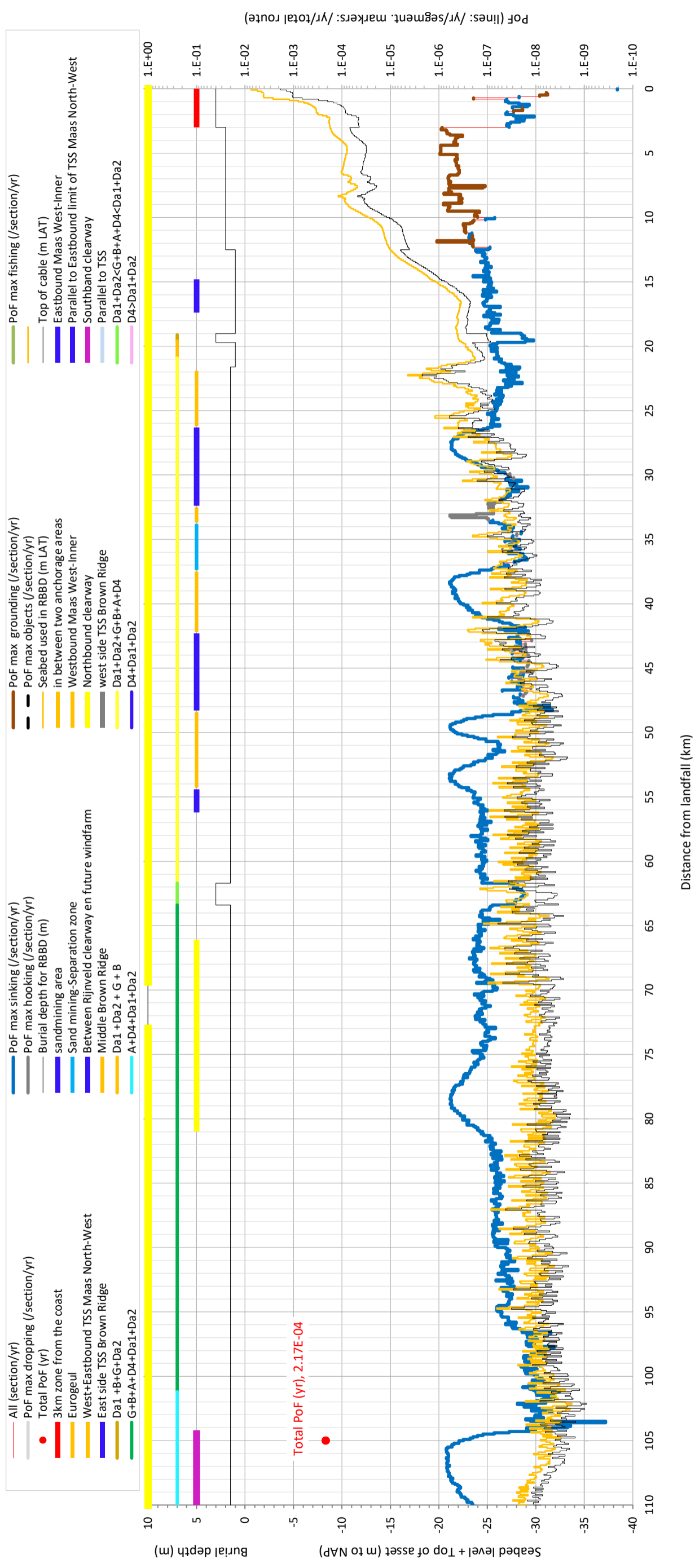
Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP0 – KP110**

Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.



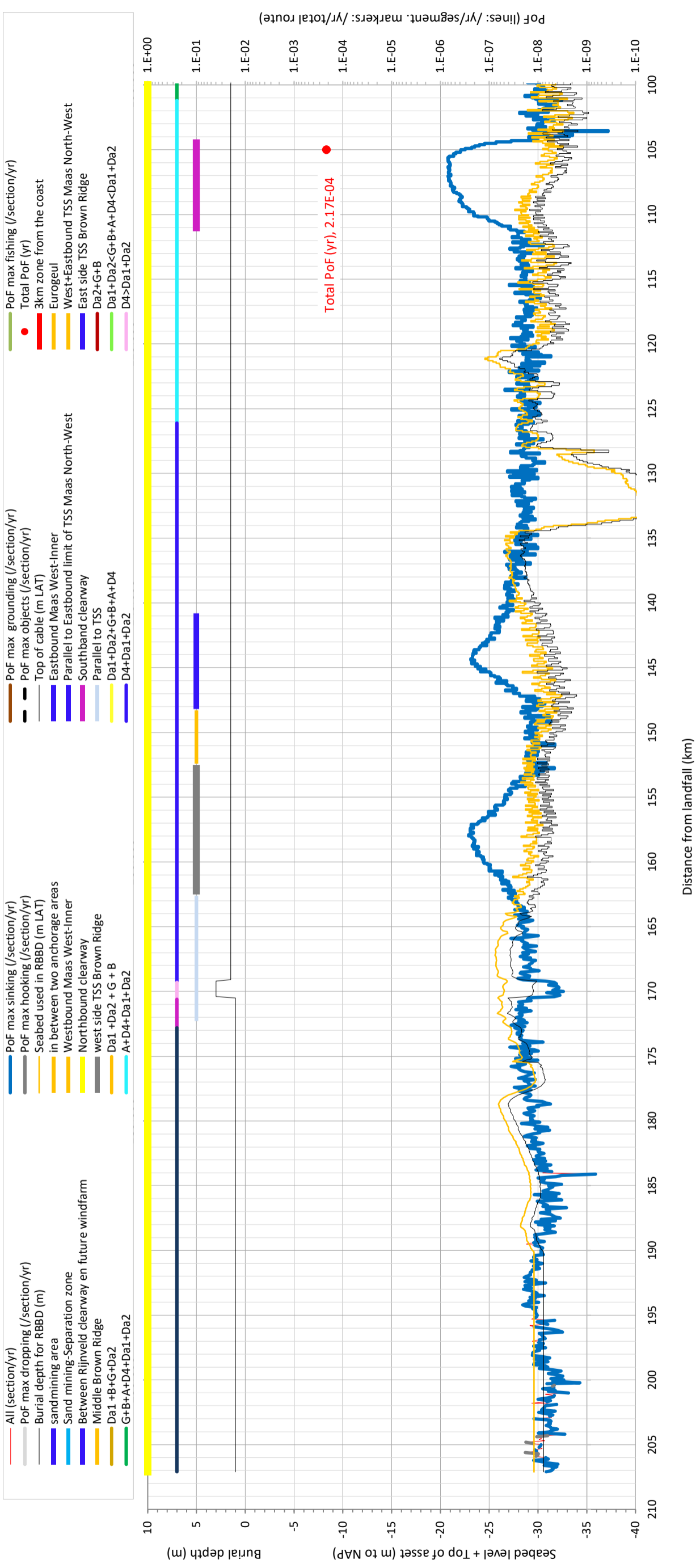
Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'D04' (markers at KP 115)

Figure A3.8 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP100 – KP210**
Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.



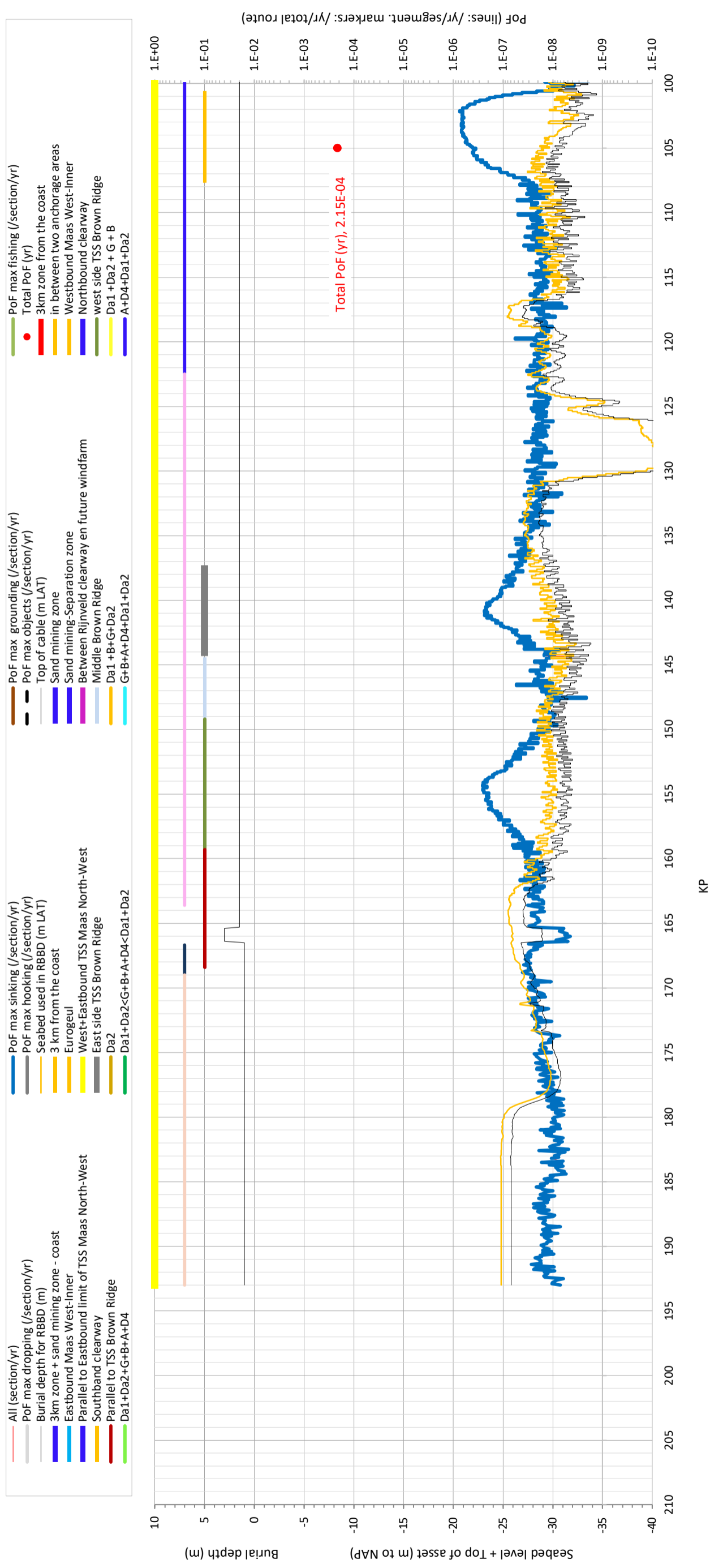
Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt A' (red dot at KP105)

Figure A3.9 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Beta**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**
Installation scenario: Burial depth in Table A3.2.



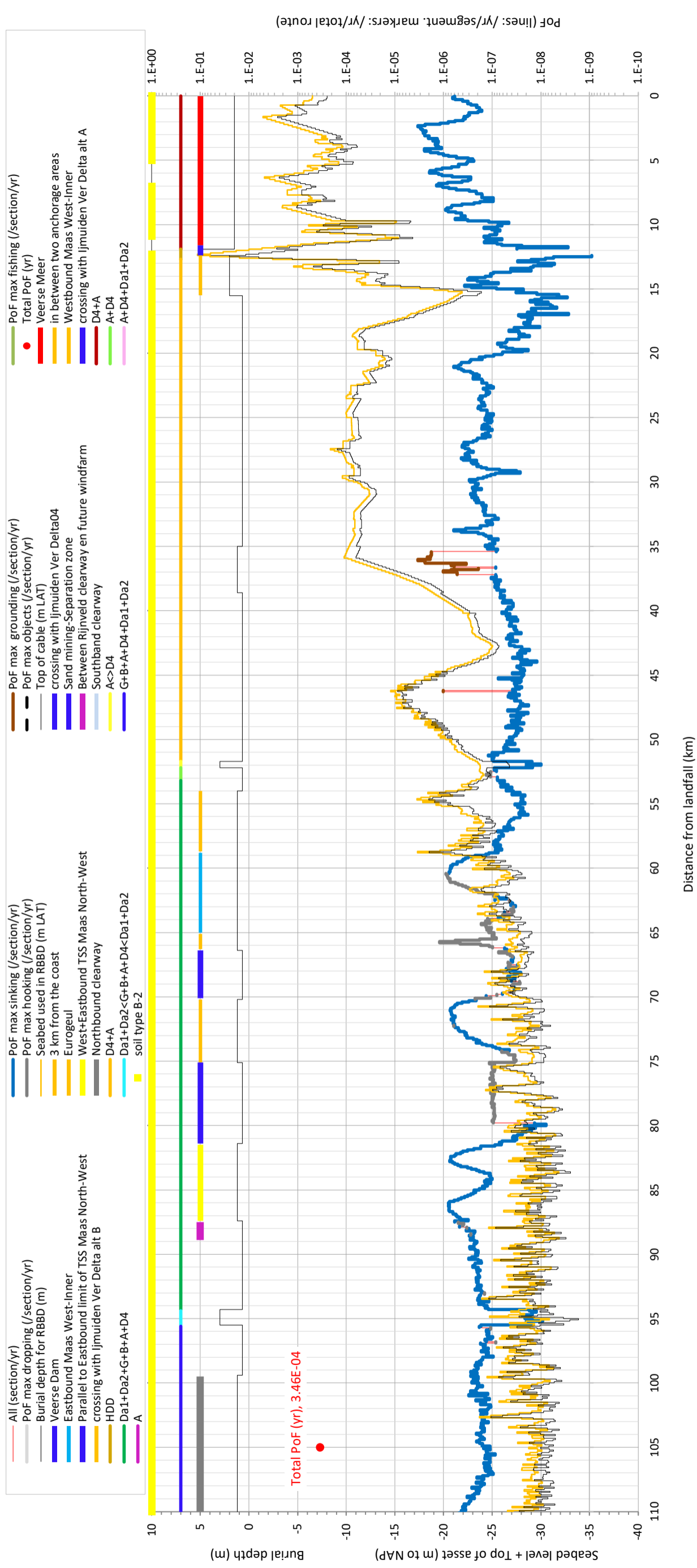
Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt A' (red dot at KP105)

Figure A3.10 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Beta**, *maximum threat only, KP100 – KP210*
Installation scenario: Burial depth in Table A3.2.



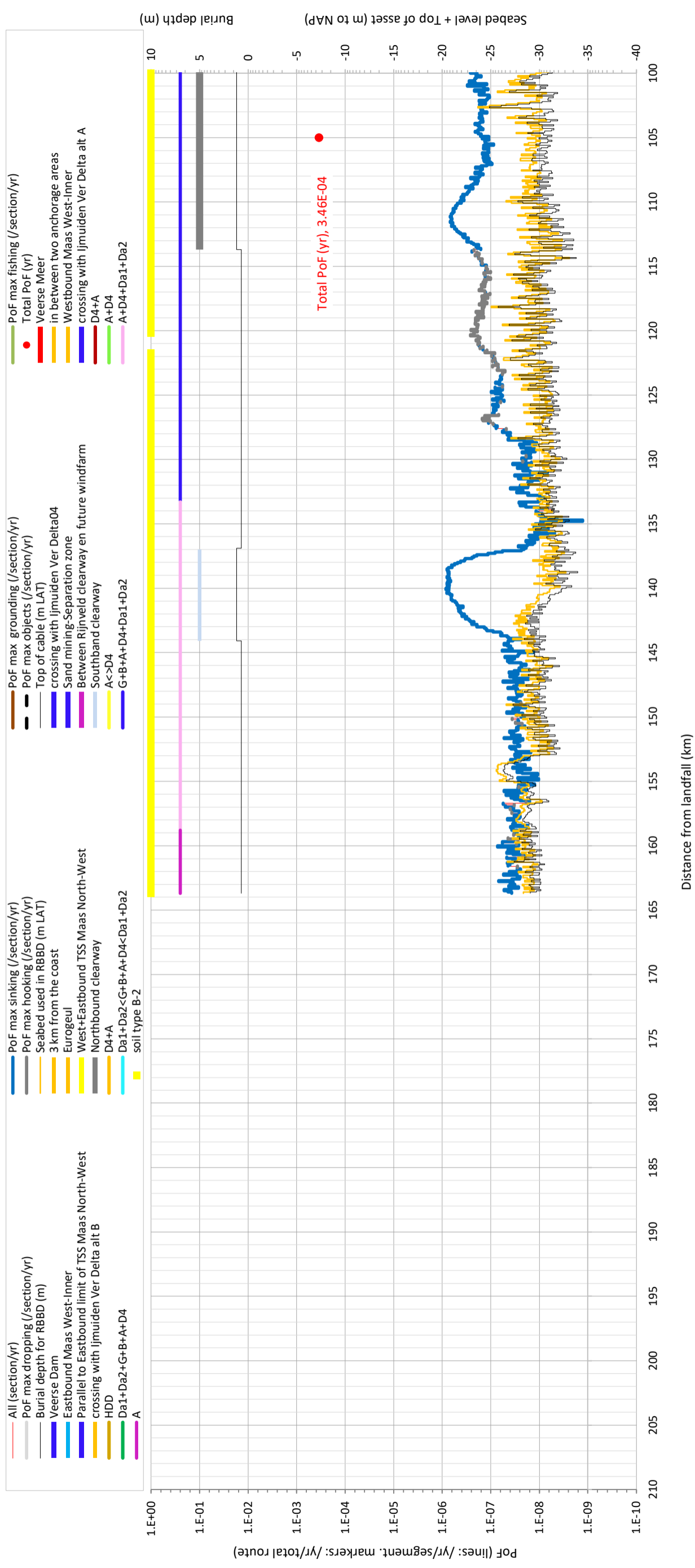
Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt B' (red dot at KP105)

Figure A3.12 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **KP100 – KP210**
Installation scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Alpha' (red dot at KP105)

Figure A3.13 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Alpha**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**
Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Alpha' (red dot at KP105)

Figure A3.14 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Alpha**, *maximum threat only*, **KP100 – KP210**
Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.

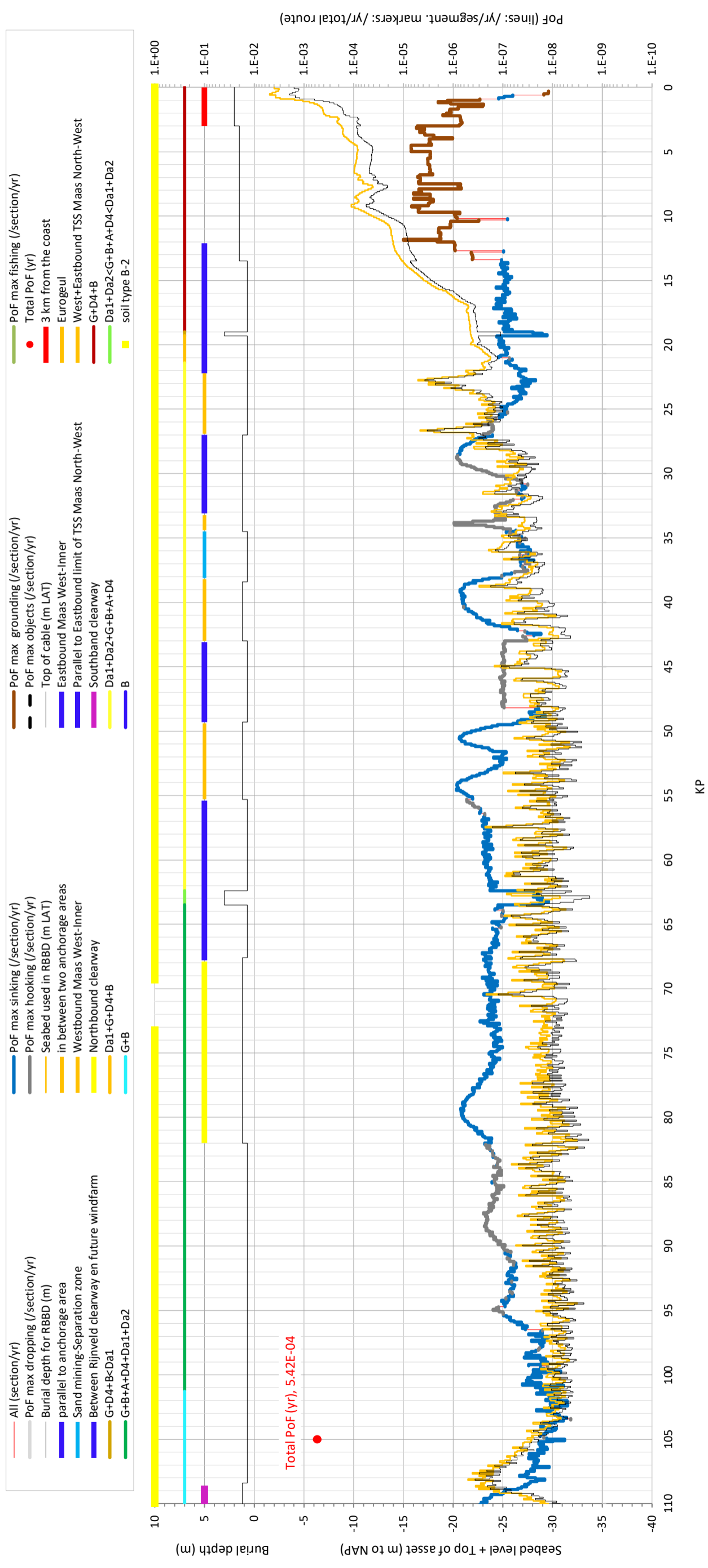
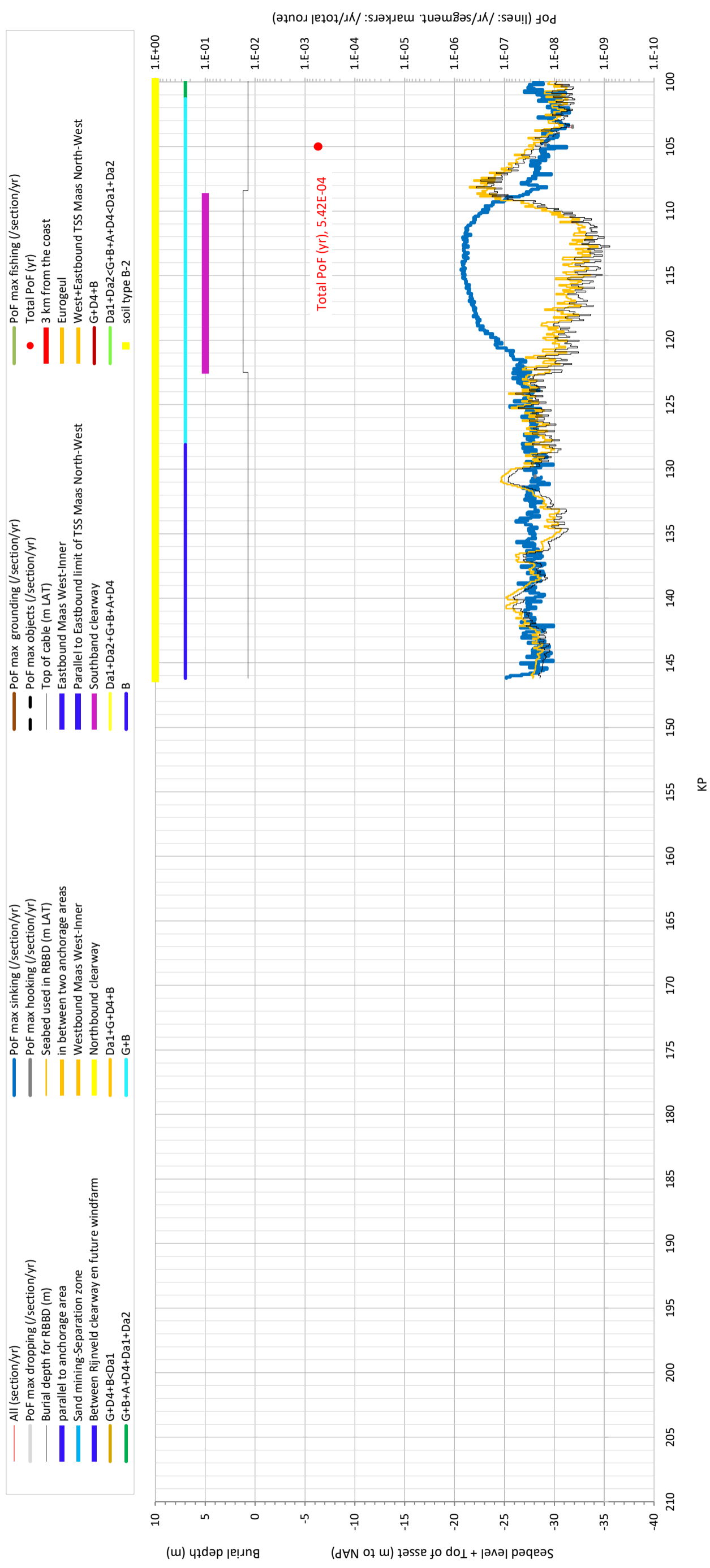


Figure A3.15 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Beta, maximum threat only, KP0 - KP110

Signal scenario: Burial depth in Table A3.2.

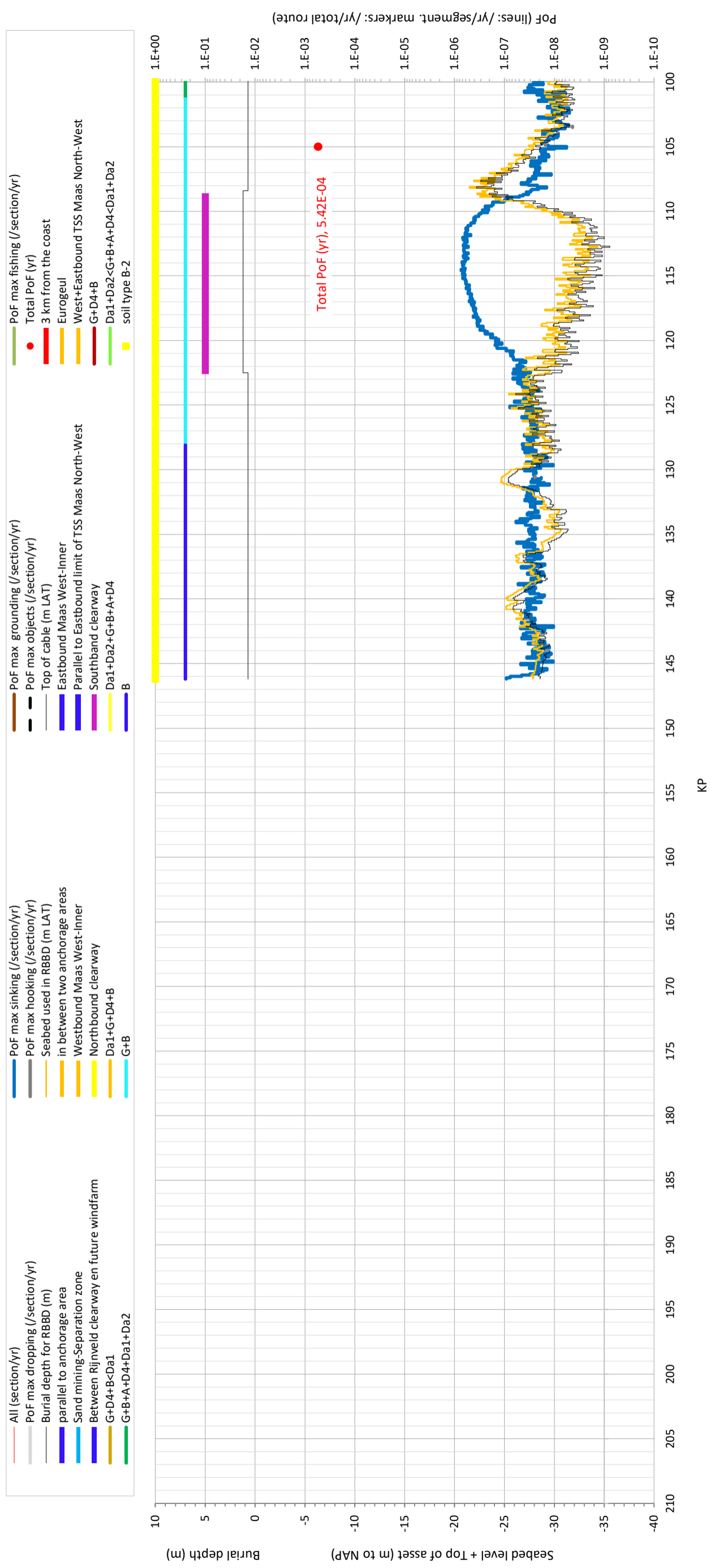
Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route

Figure A3.16 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Beta**, *maximum threat only*, **KP100 – KP210**

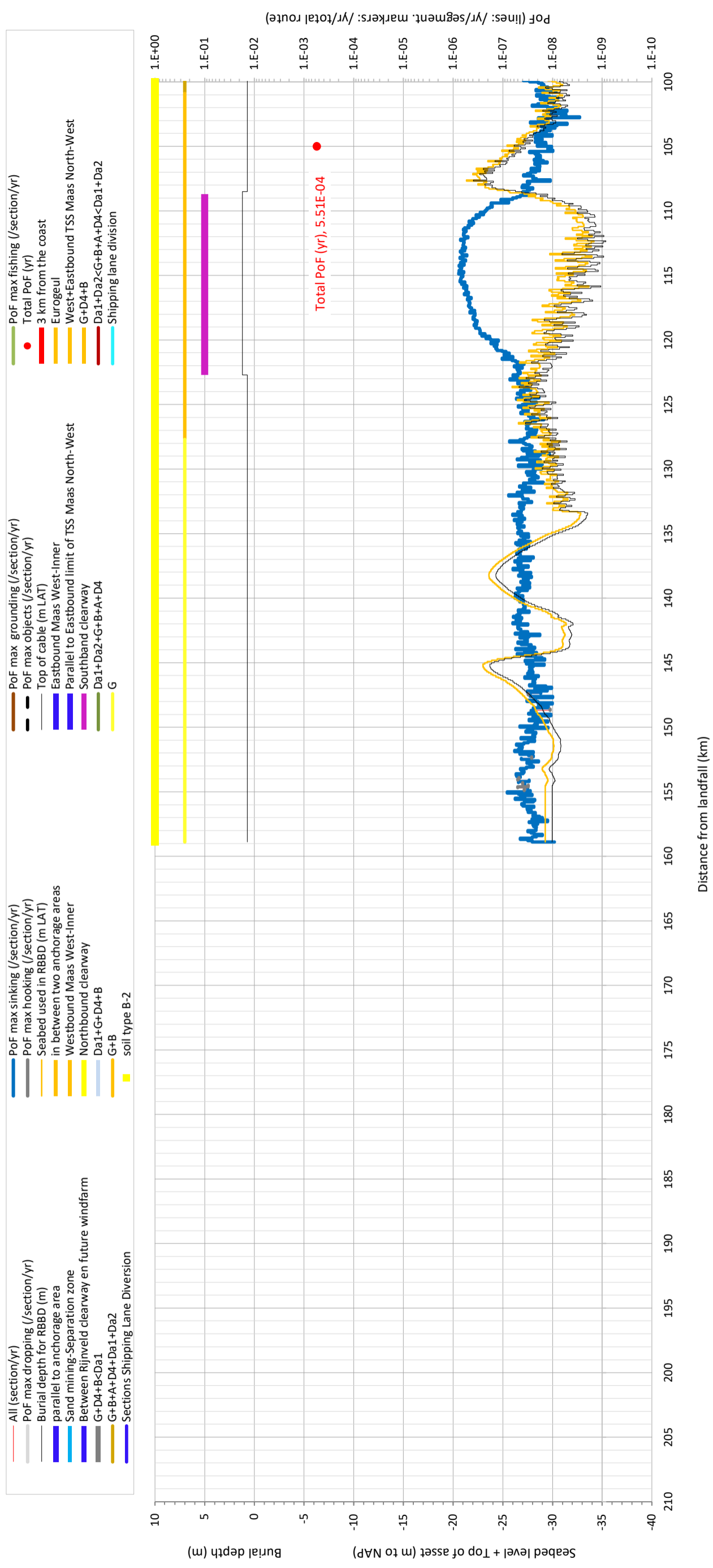
Signal scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route

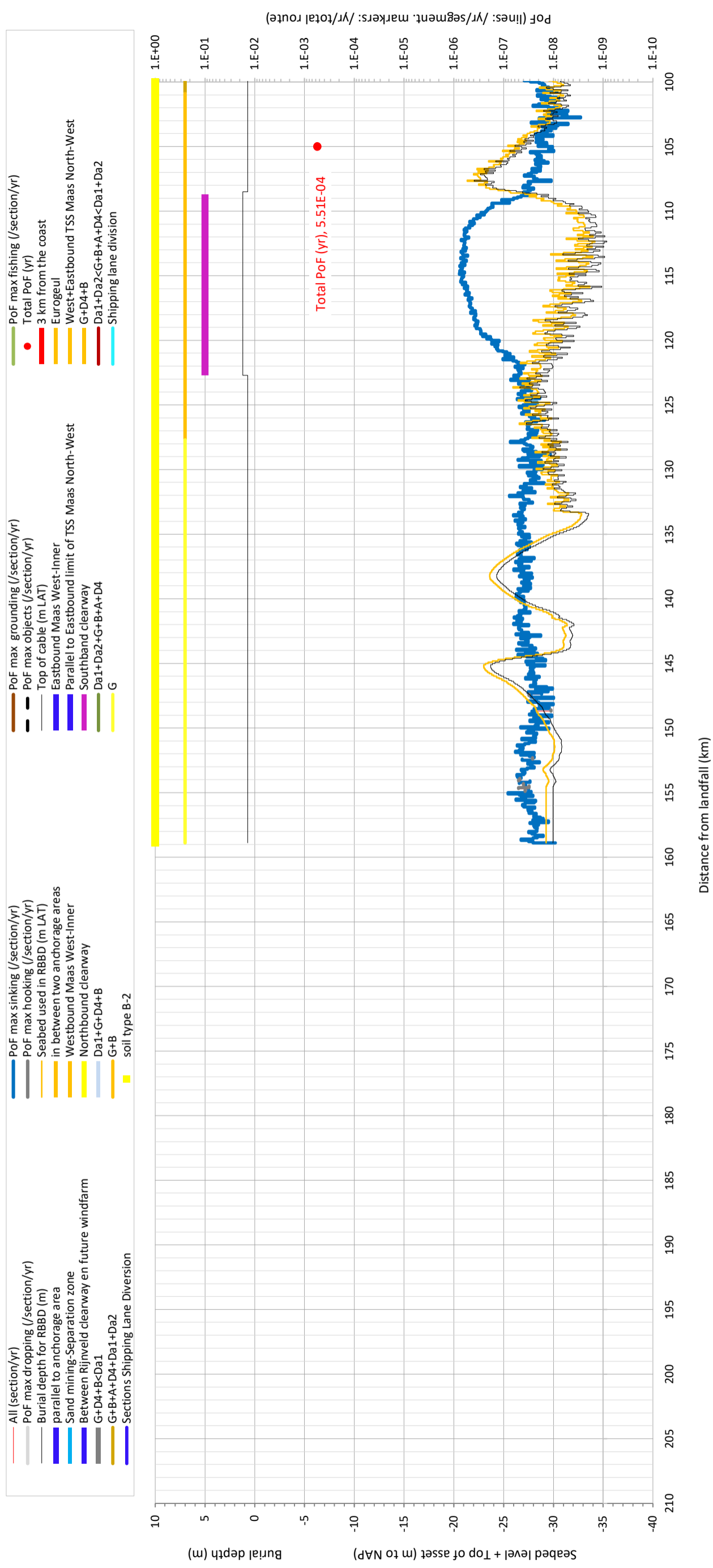
Figure A3.17 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Gamma, maximum threat only, KP0 – KP110

Signal scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Gamma' (red dot at KP105)

Figure A3.18 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Gamma**, maximum threat only, **KP100 – KP210**
Signal scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Gamma' (red dot at KP105)

Figure A3.19 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP0 – KP110**
Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.

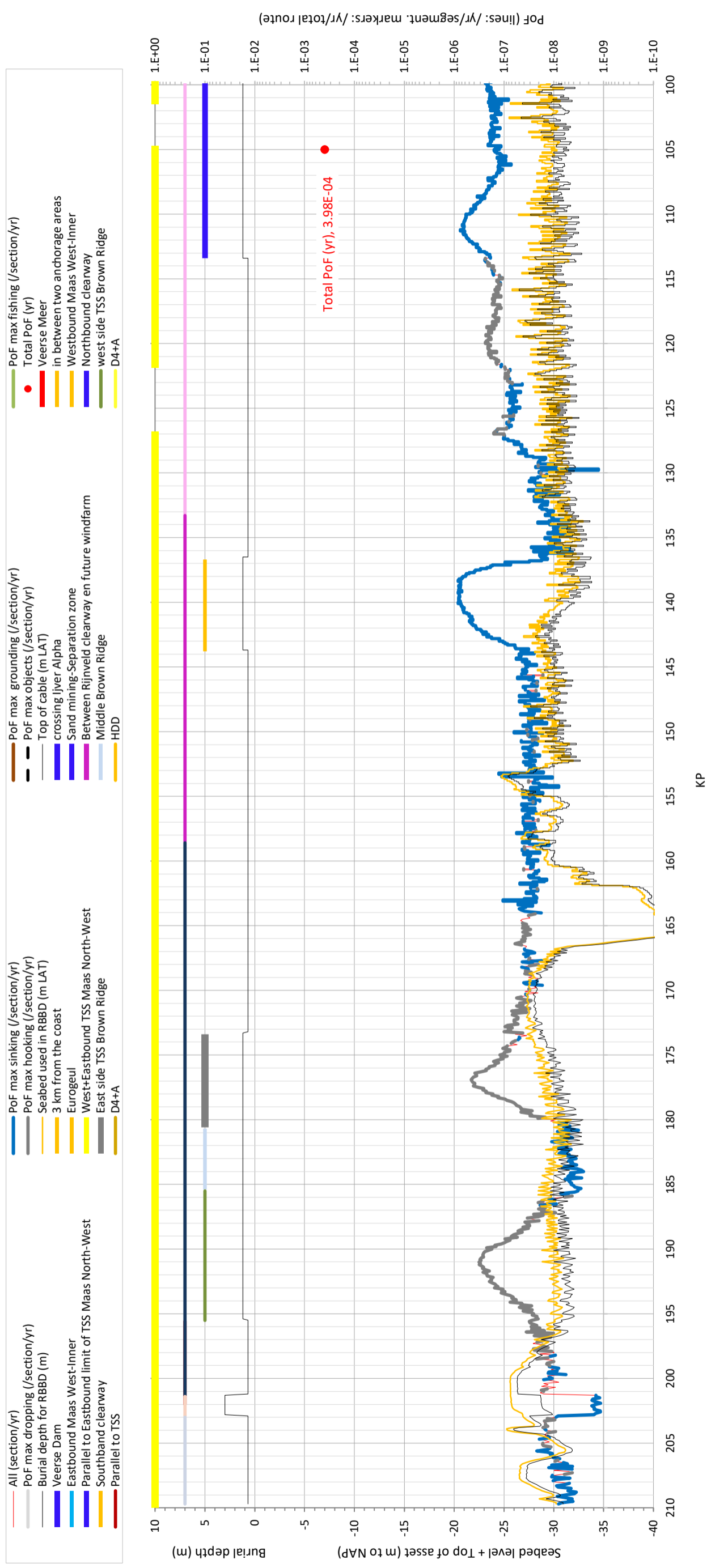


Figure A3.20

Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP100 – KP210**

Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.

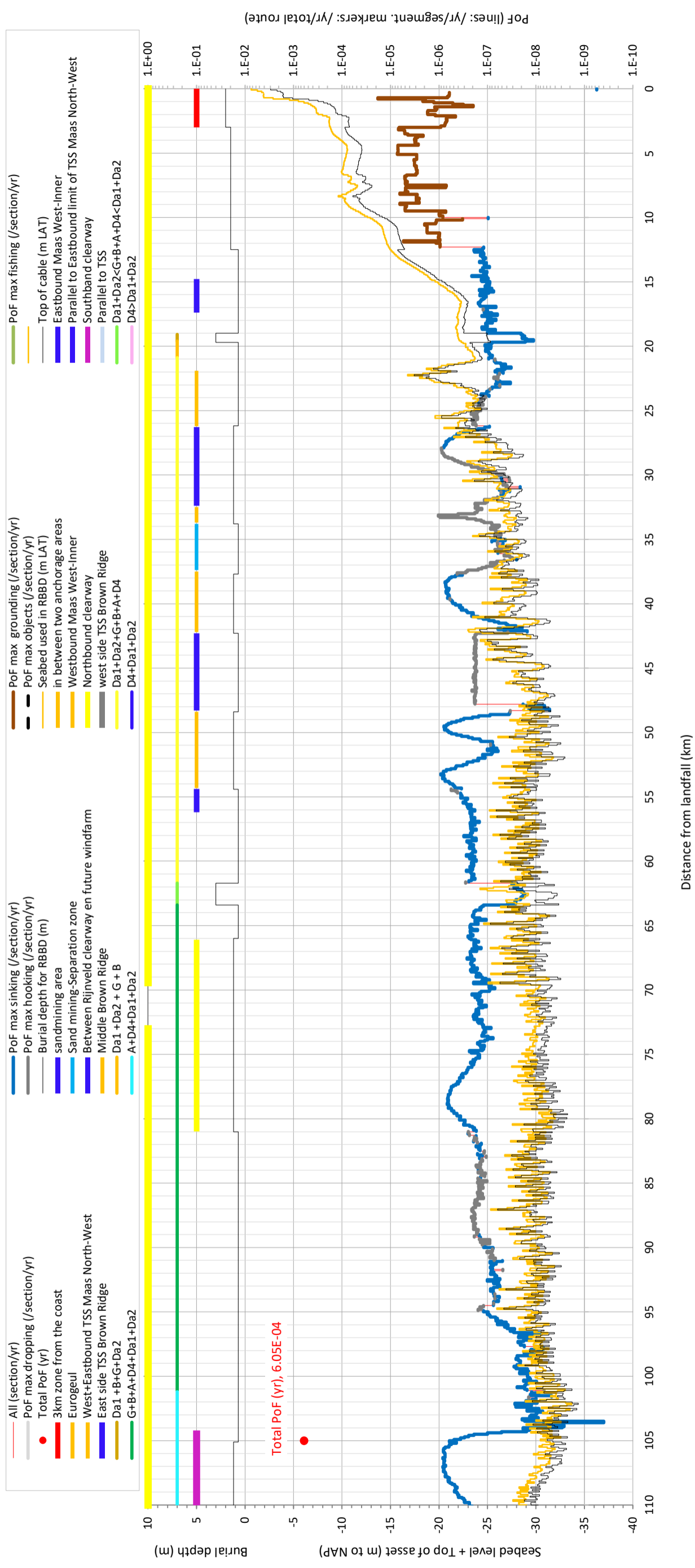
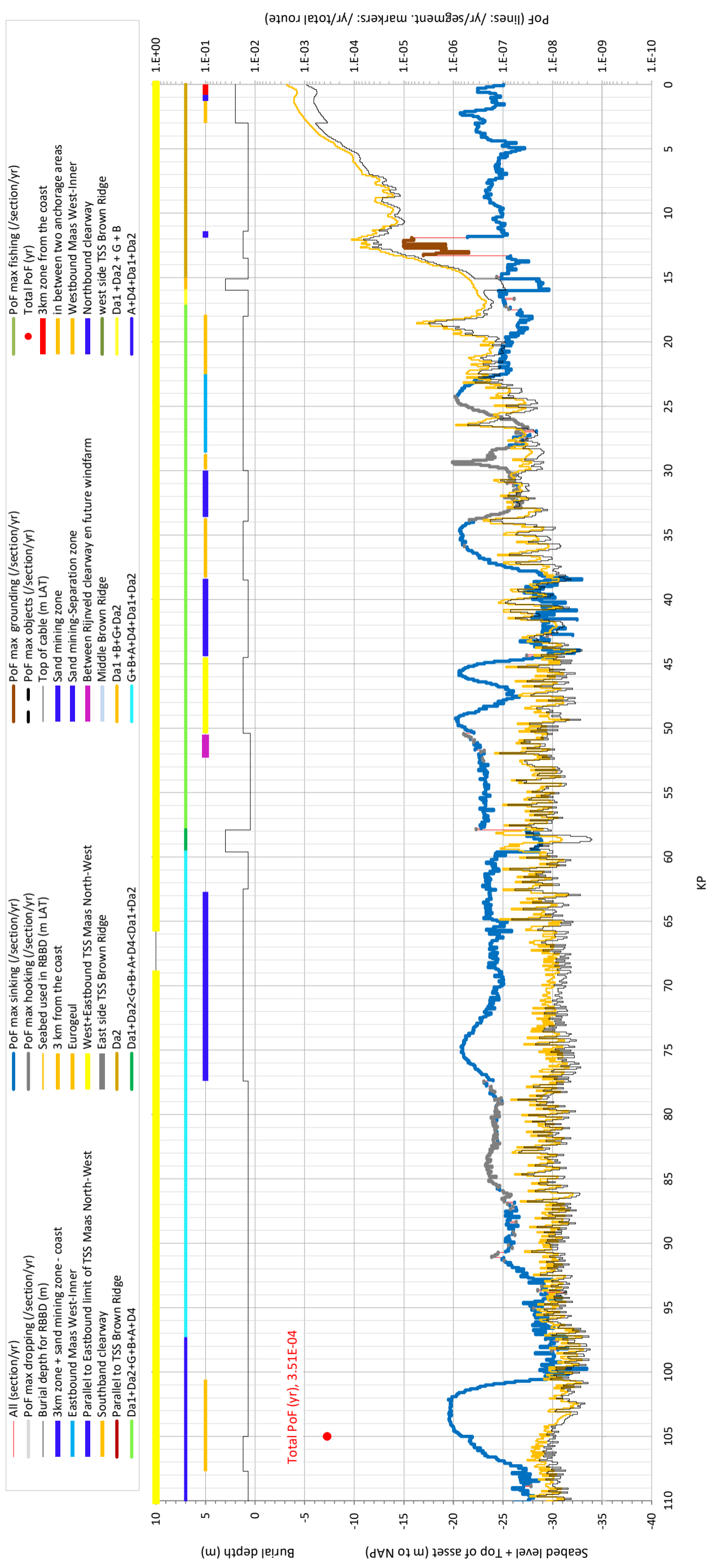


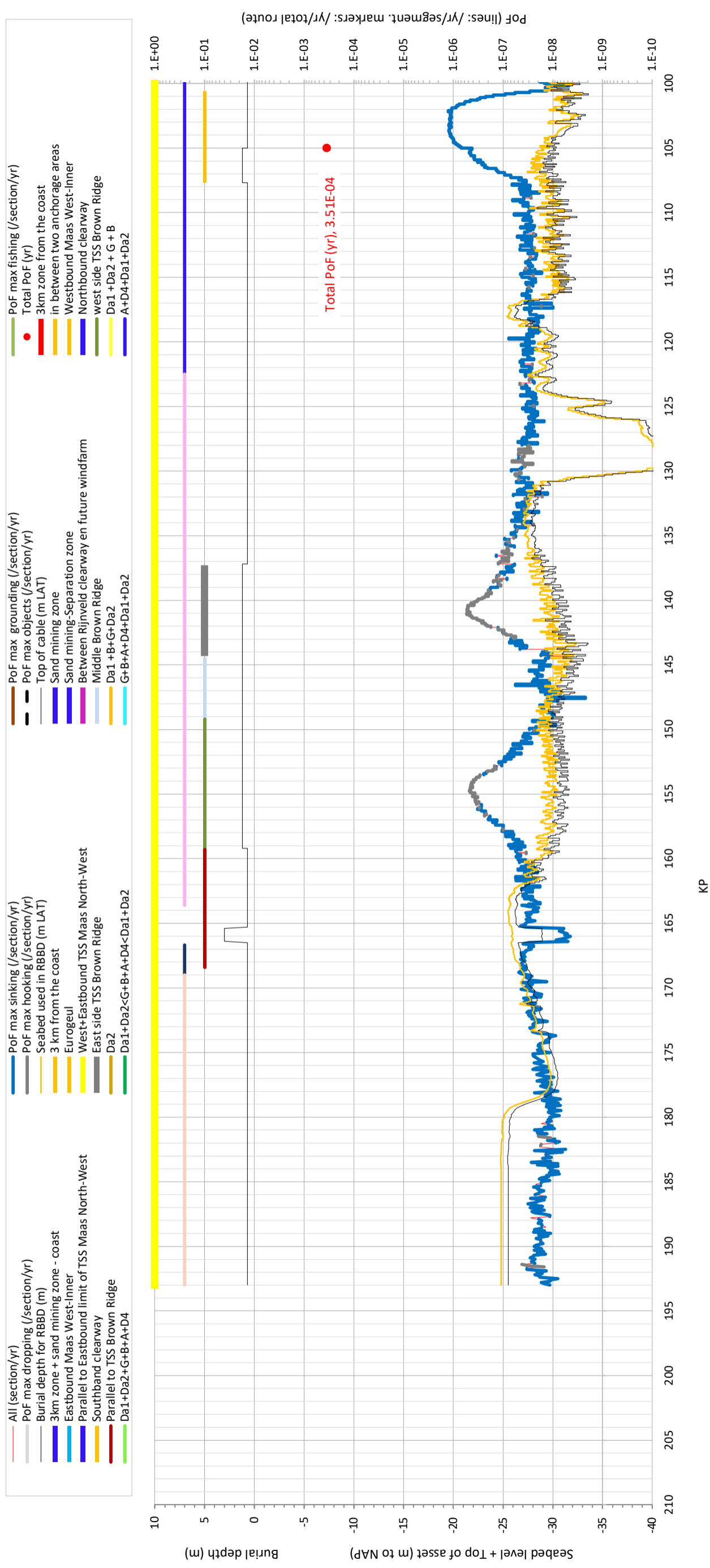
Figure A3.21 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Beta**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**
Signal scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt B' (red dot at KP105)

Figure A3.23 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **KP0 – KP110**

Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt B' (red dot at KP105)

Figure A3.24 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **KP100 – KP210**

Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.

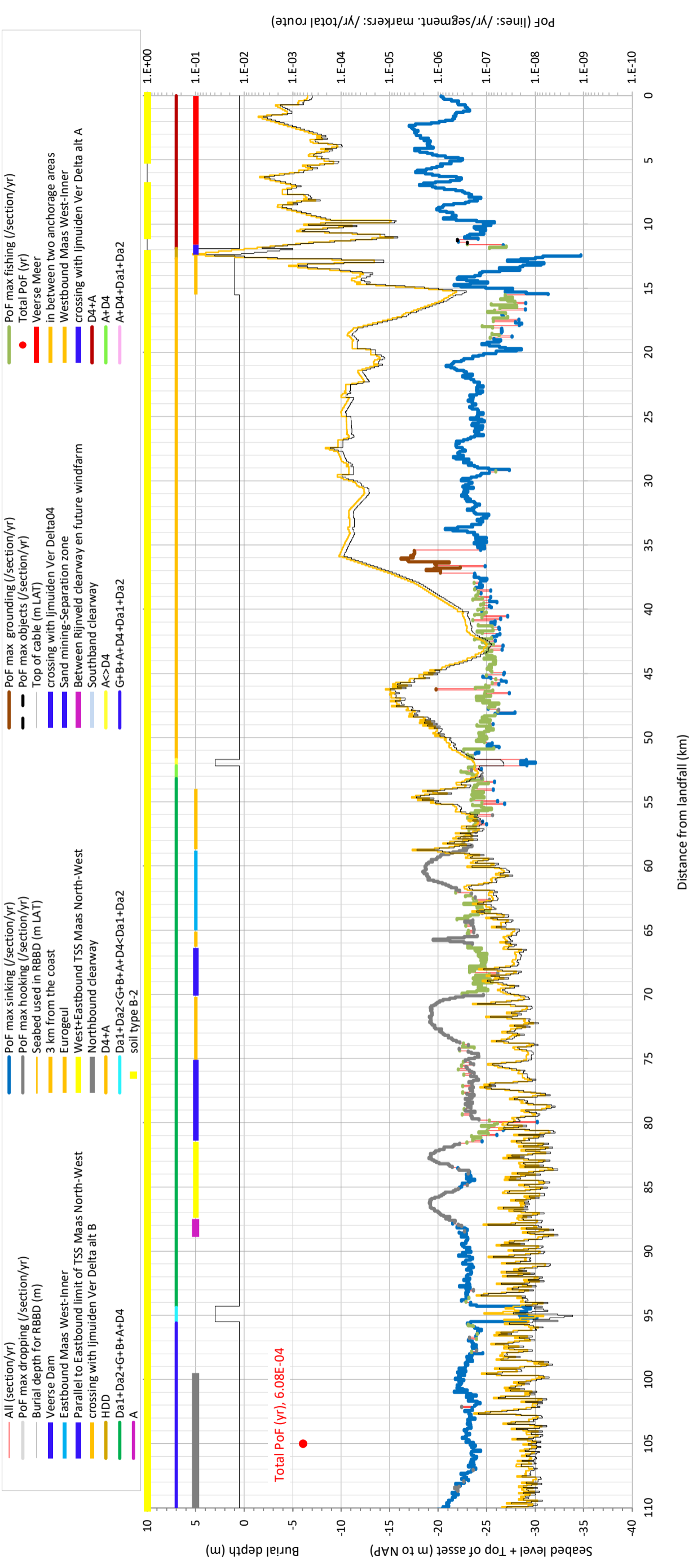
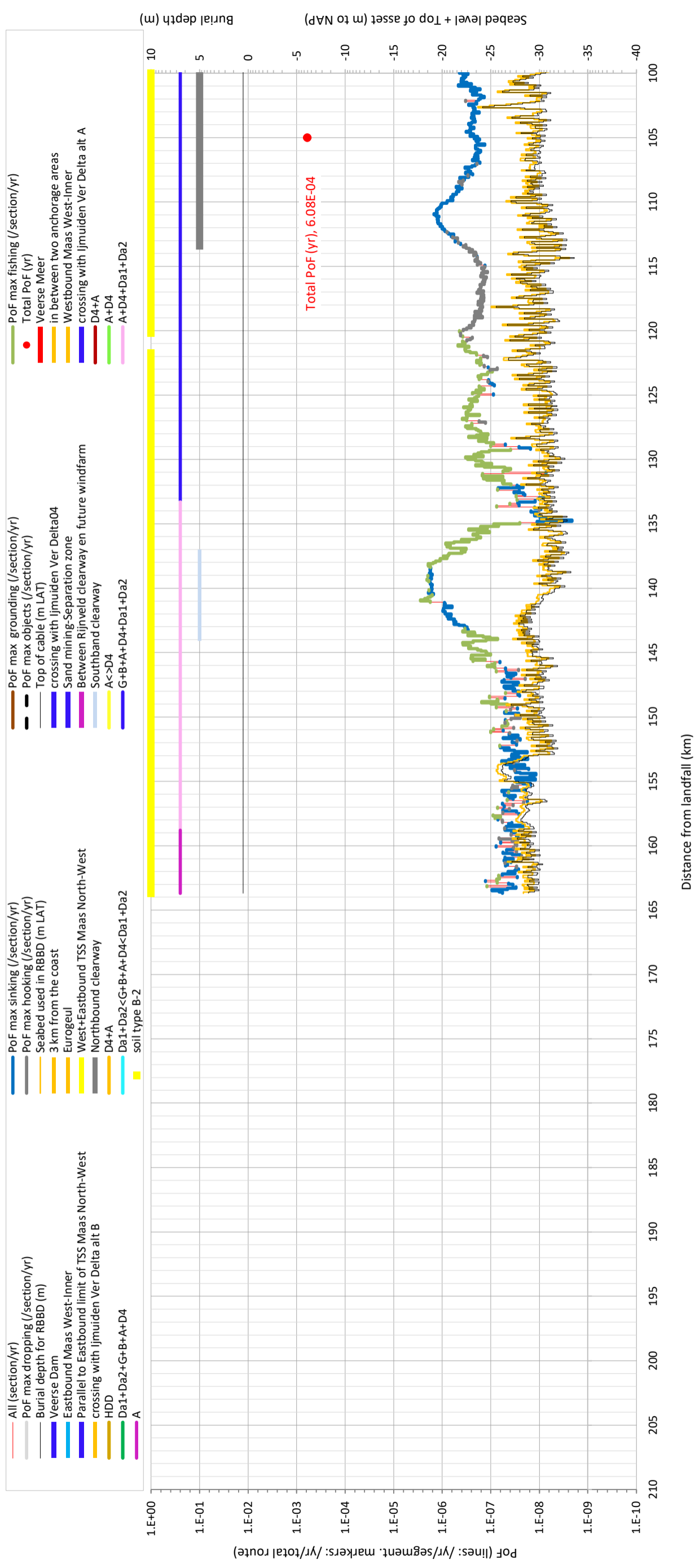
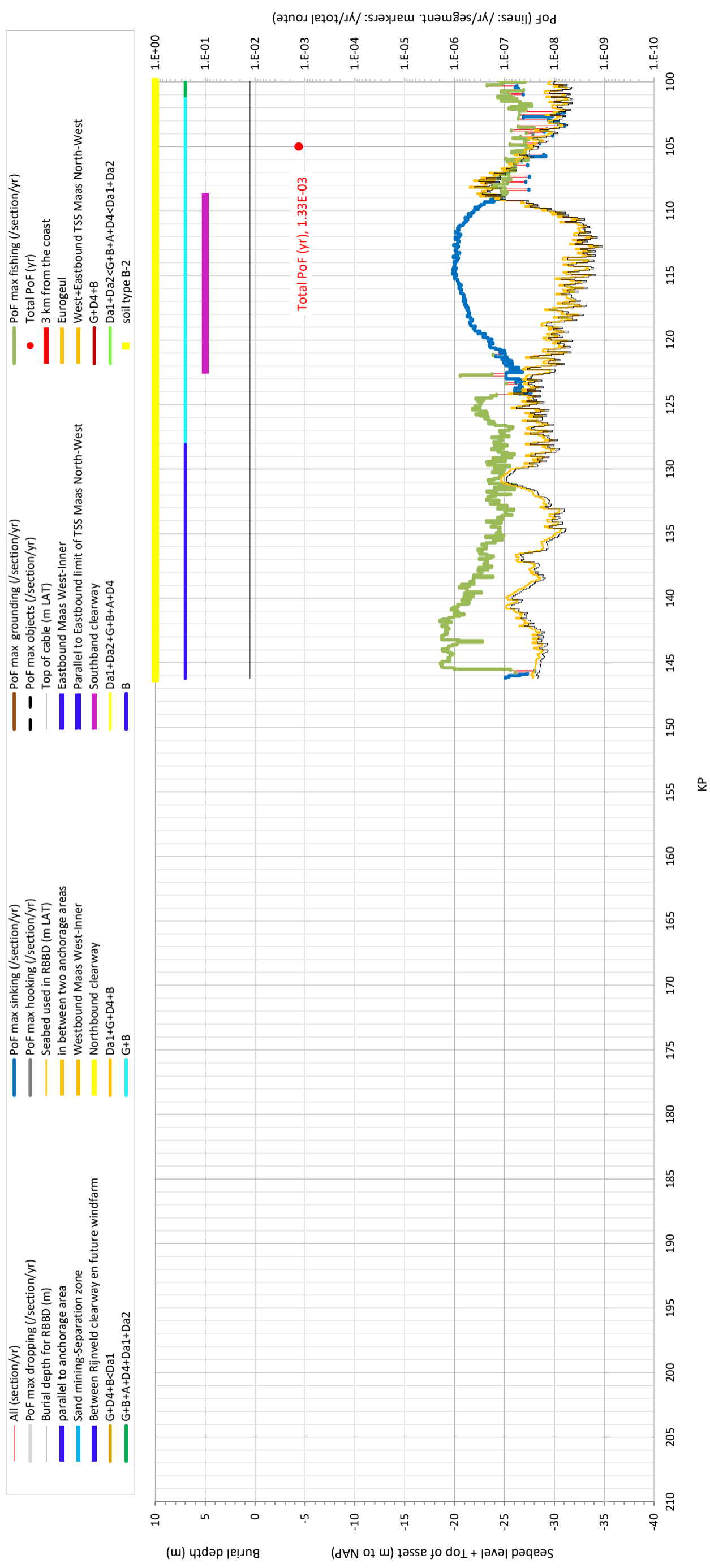


Figure A3.25 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Alpha**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Alpha' (red dot at KP105)

Figure A3.26 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Alpha**, *maximum threat only*, **KP100 – KP210**
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route

Figure A3.28 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Beta**, *maximum threat only*, **KP100 - KP210**

Minimum scenario: Burial depth in Table A3.2.

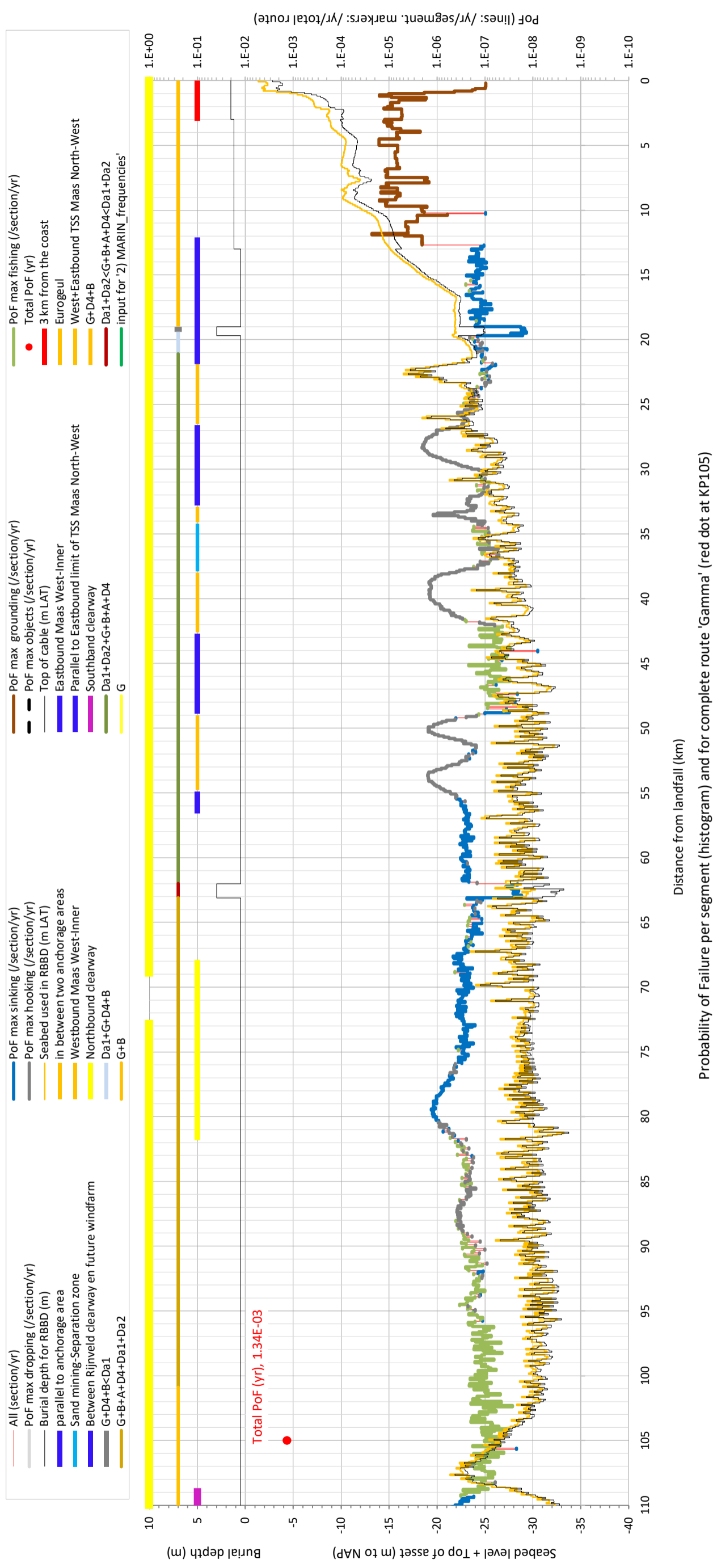
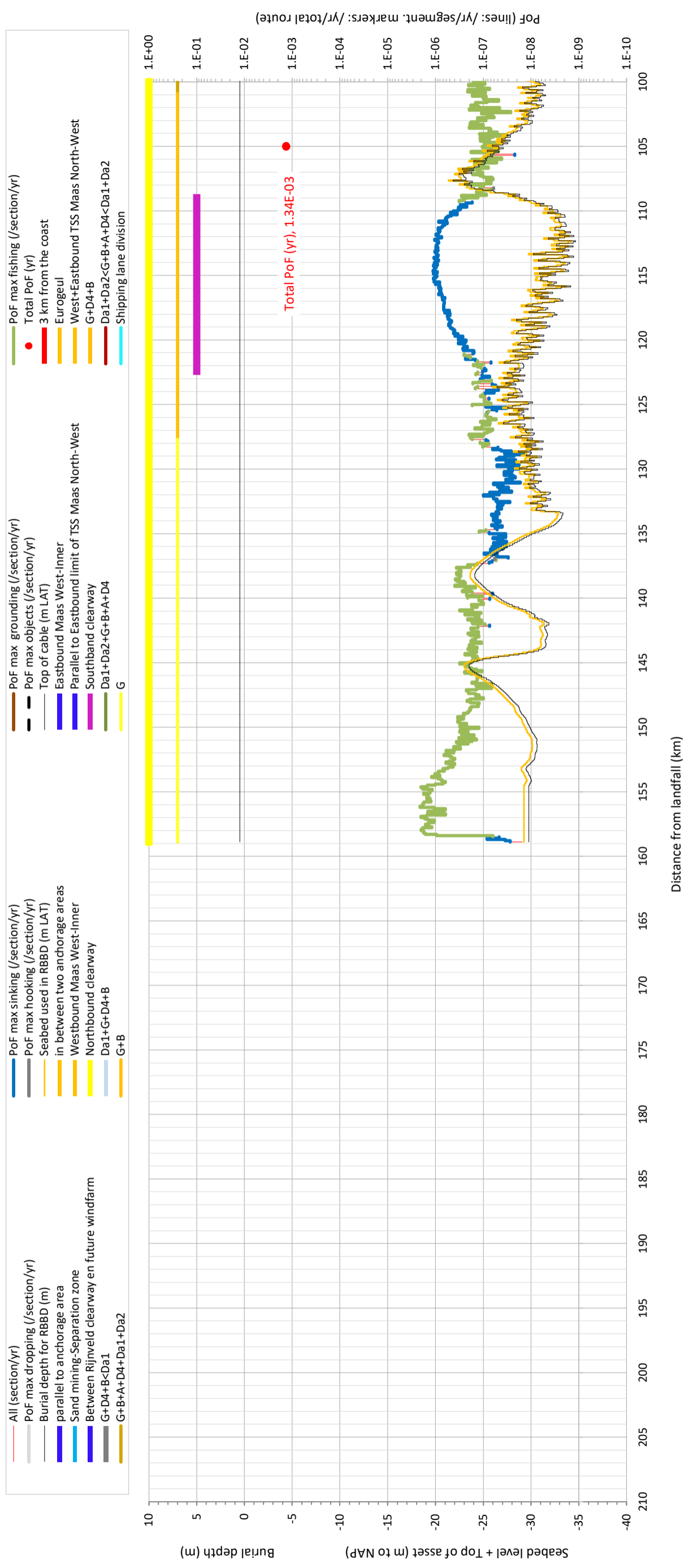


Figure A3.29 Probability of Failure (PoF) for **IJmuiden Ver Gamma**, maximum threat only, **KP0 – KP110**

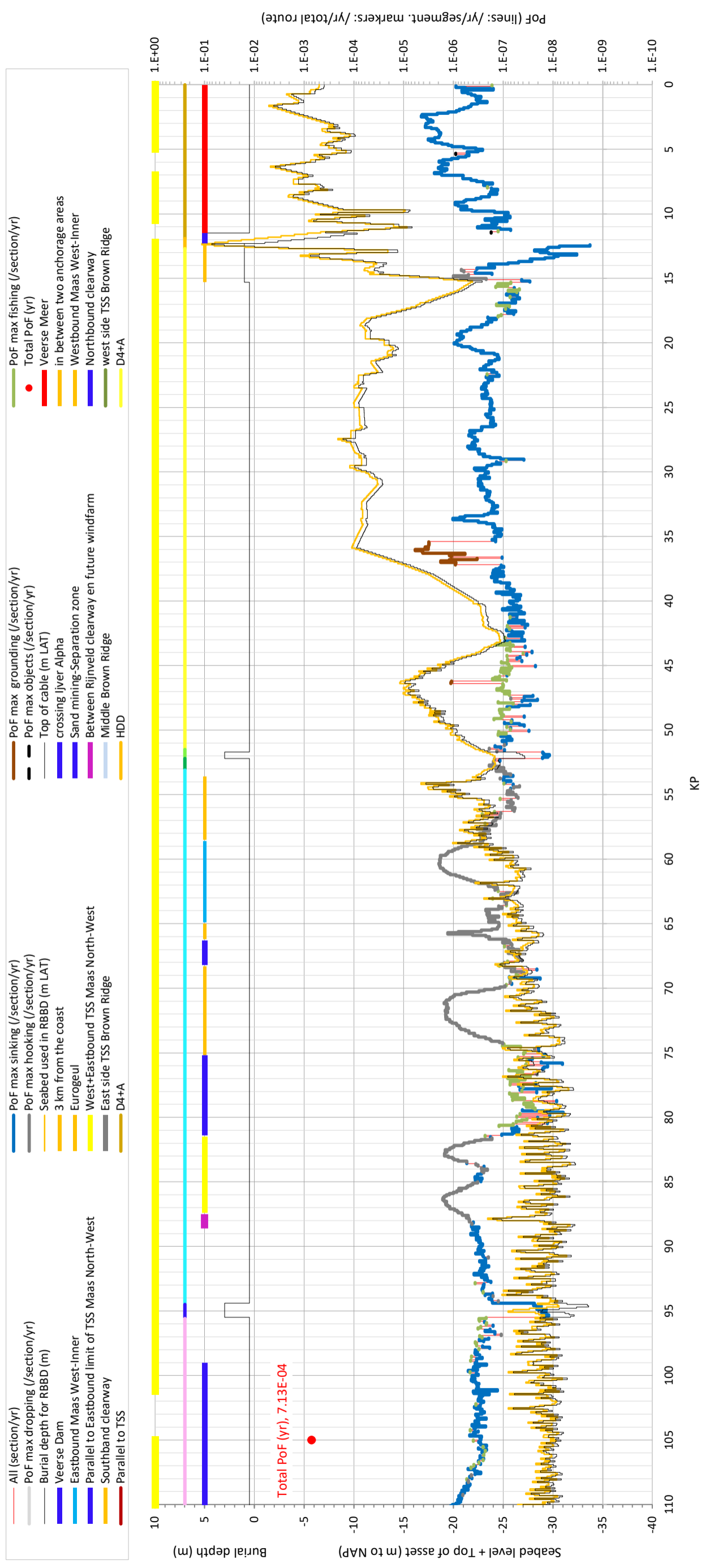
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Gamma' (red dot at KP105)

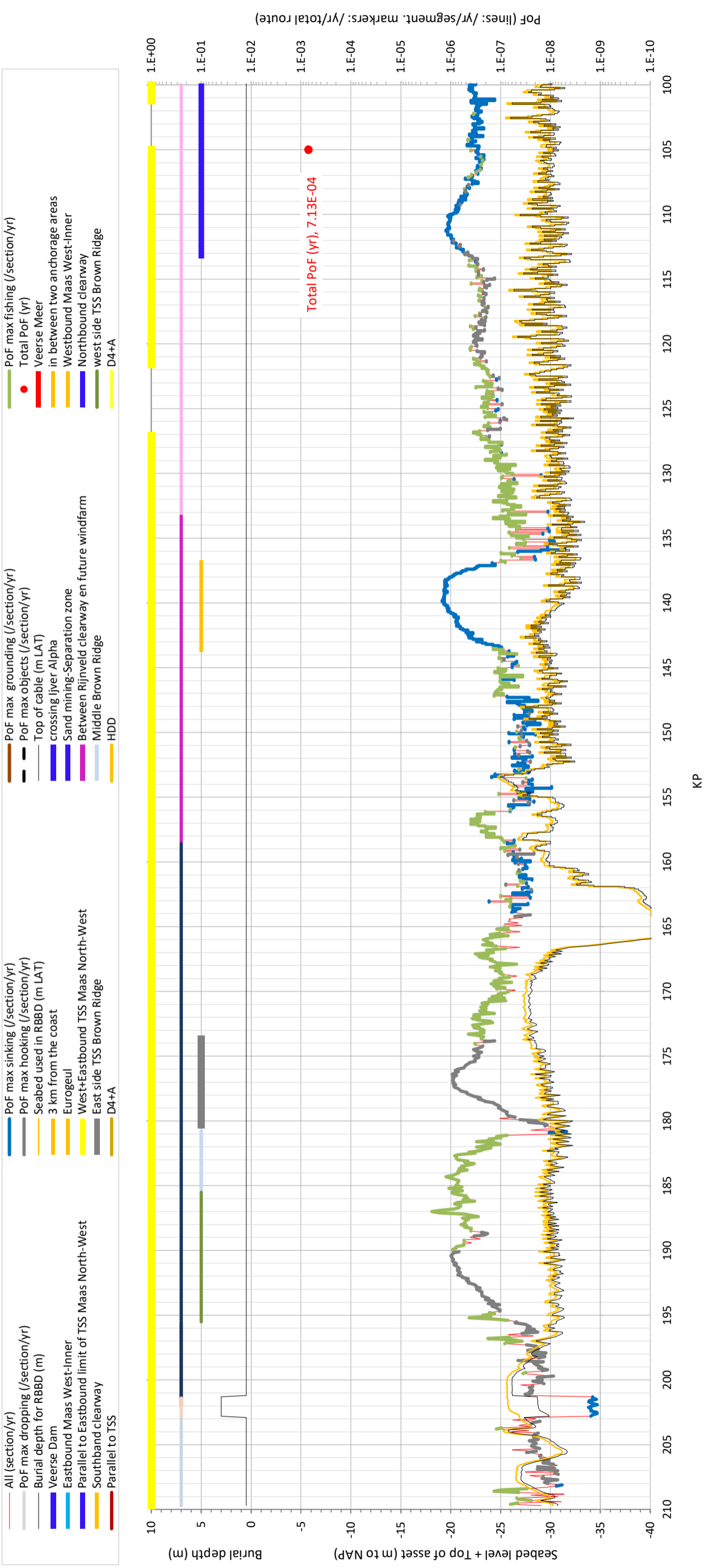
Figure A3.30 Probability of Failure (PoF) for IJmuiden Ver Gamma, maximum threat only, KP100 - KP210

Minimum scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'D04'(markers at KP 115)

Figure A3.31 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP0 – KP110**
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'D04' (markers at KP 115)

Figure A3.32 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Alpha**, maximum threat only, **KP100 – KP210**

Minimum scenario: Burial depth in Table A3.1.

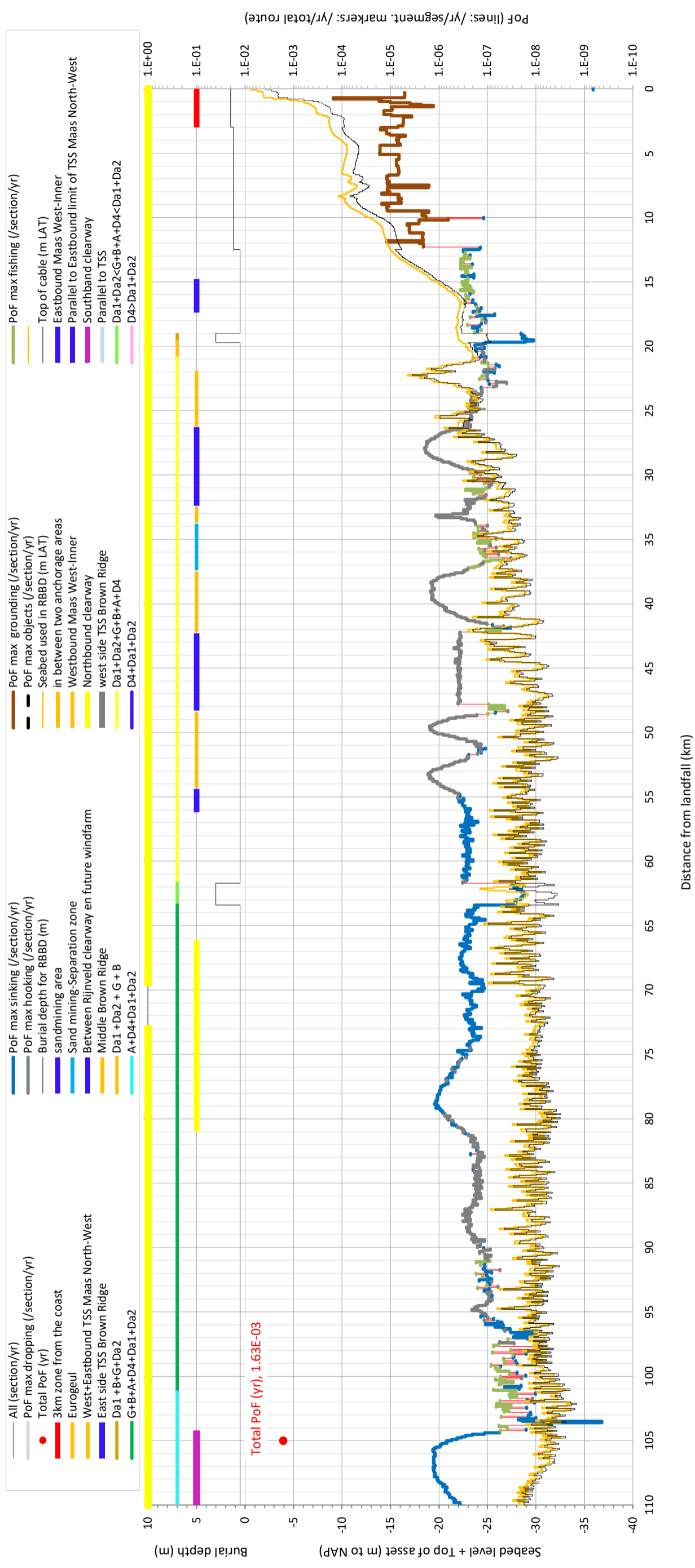
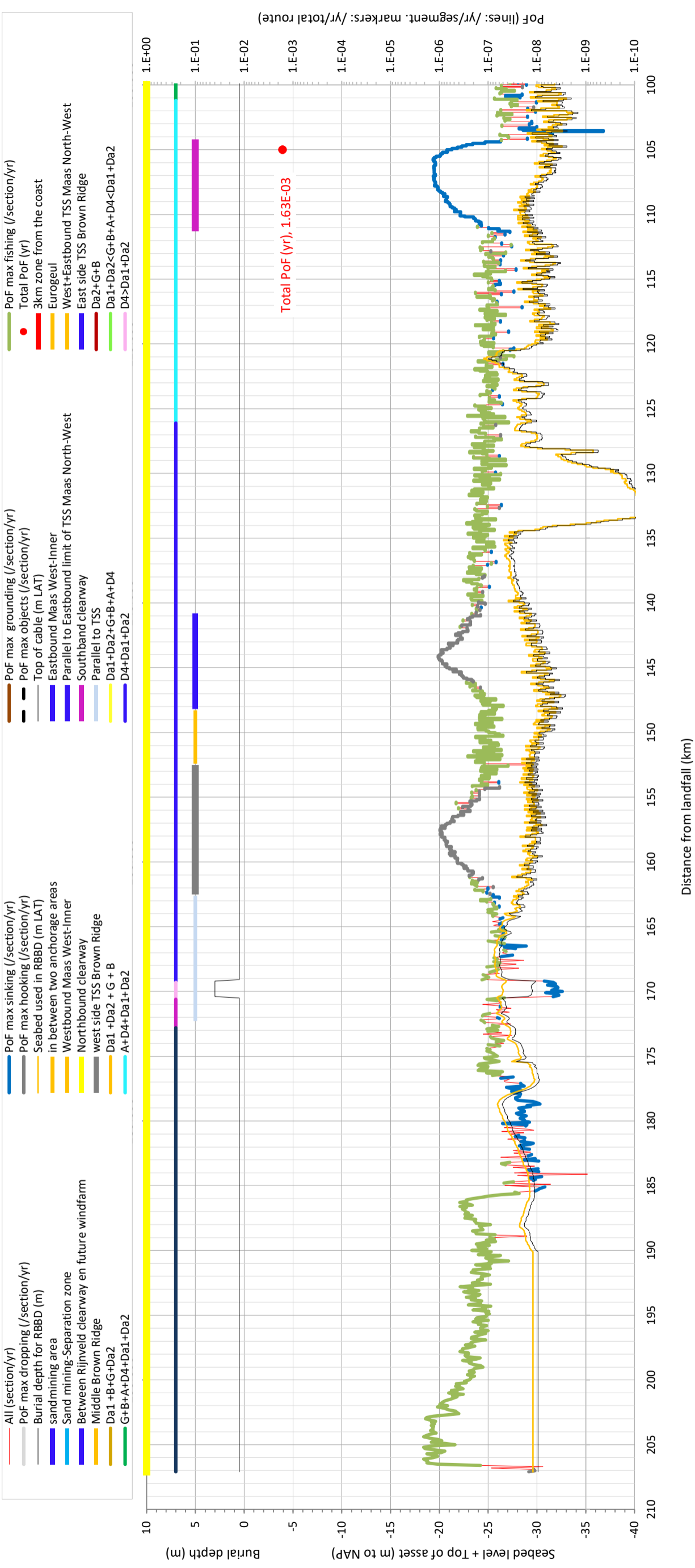


Figure A3.33 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Beta**, *maximum threat only*, **KP0 – KP110**
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.2.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt A' (red dot at KP105)

Figure A3.34 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Beta**, *maximum threat only, KP100 – KP210*
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.2.

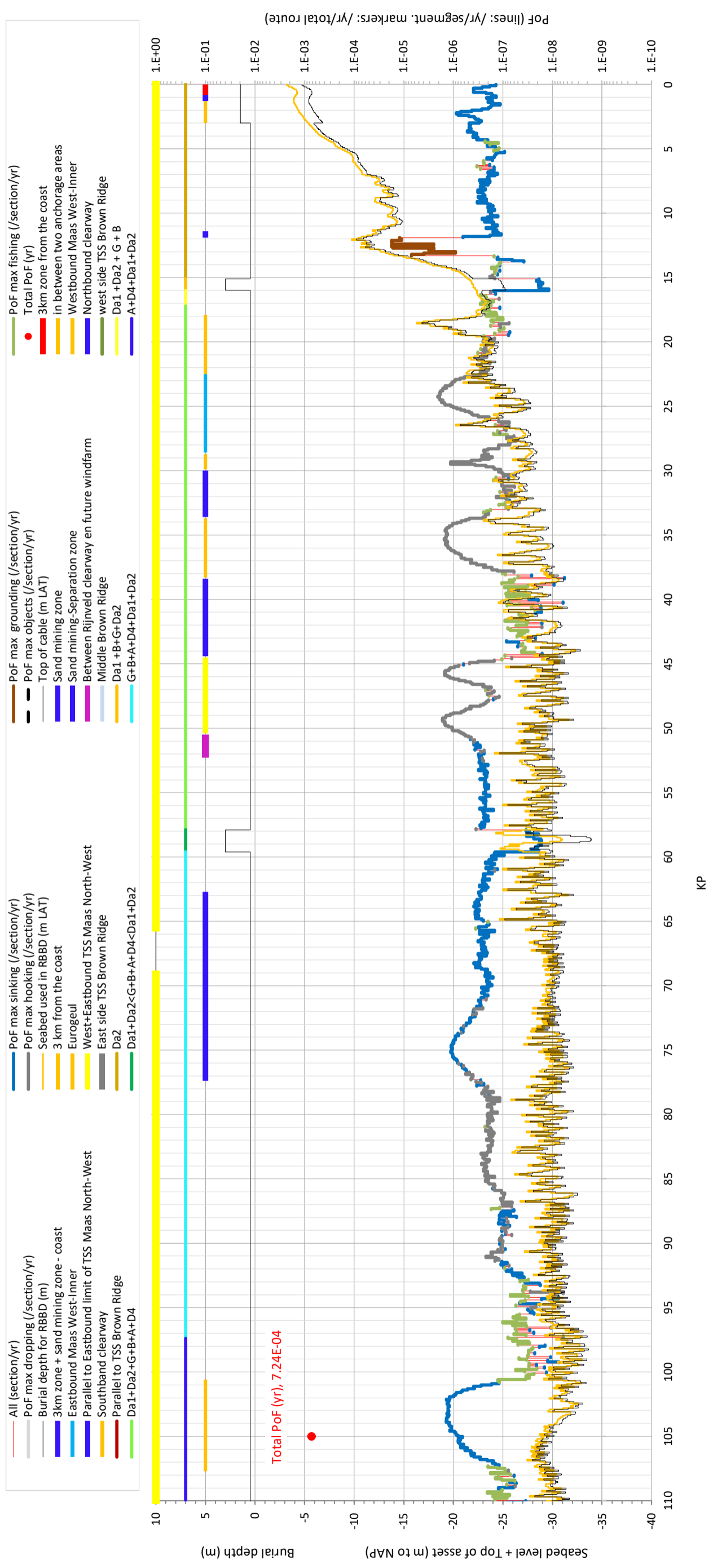
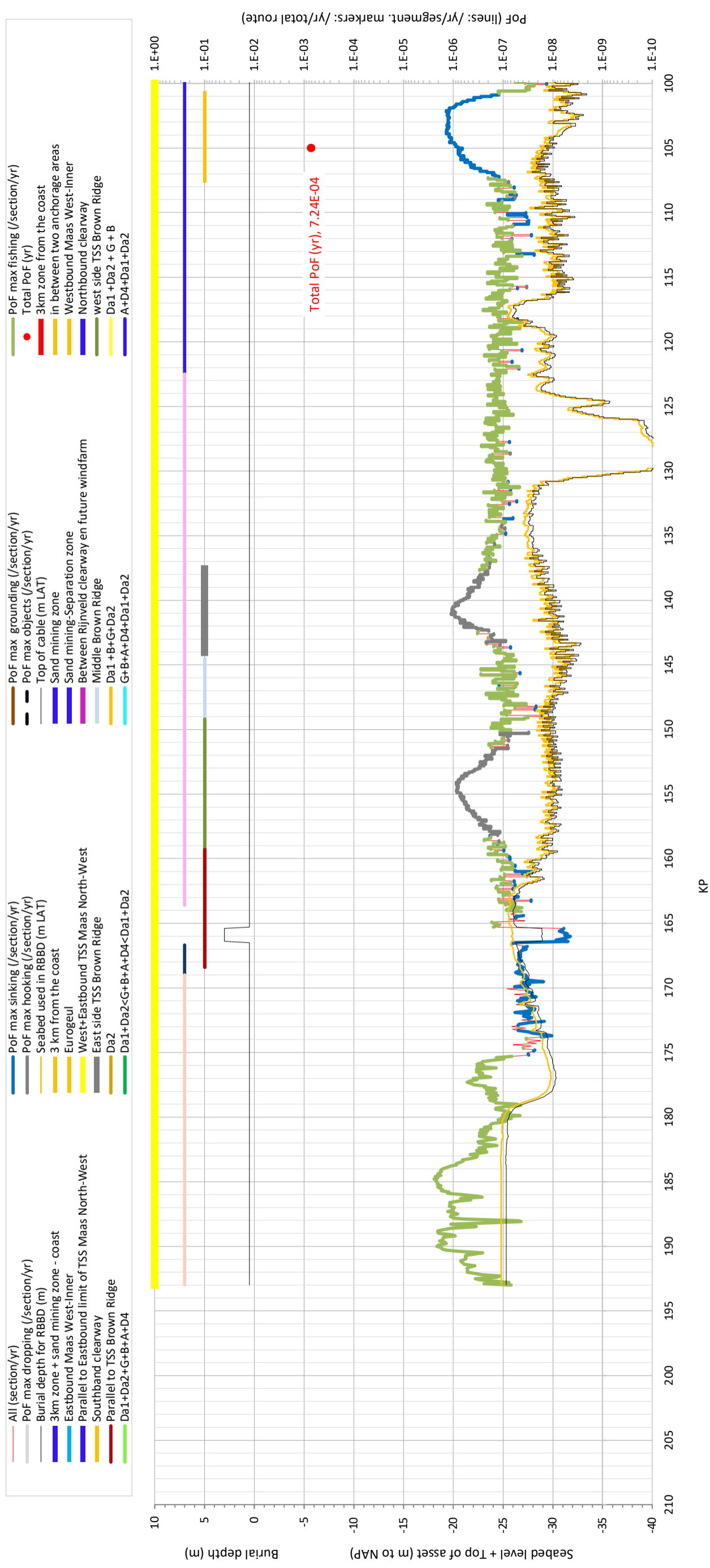


Figure A3.35 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **KP0 – KP110**
Minimum scenario: Burial depth in Table A3.1.



Probability of Failure per segment (histogram) and for complete route 'Delta alt B' (red dot at KP105)

Figure A3.36 Probability of Failure (PoF) for **Nederwiek Gamma**, maximum threat only, **KP100 – KP210**

Signal scenario: Burial depth in Table A3.1.

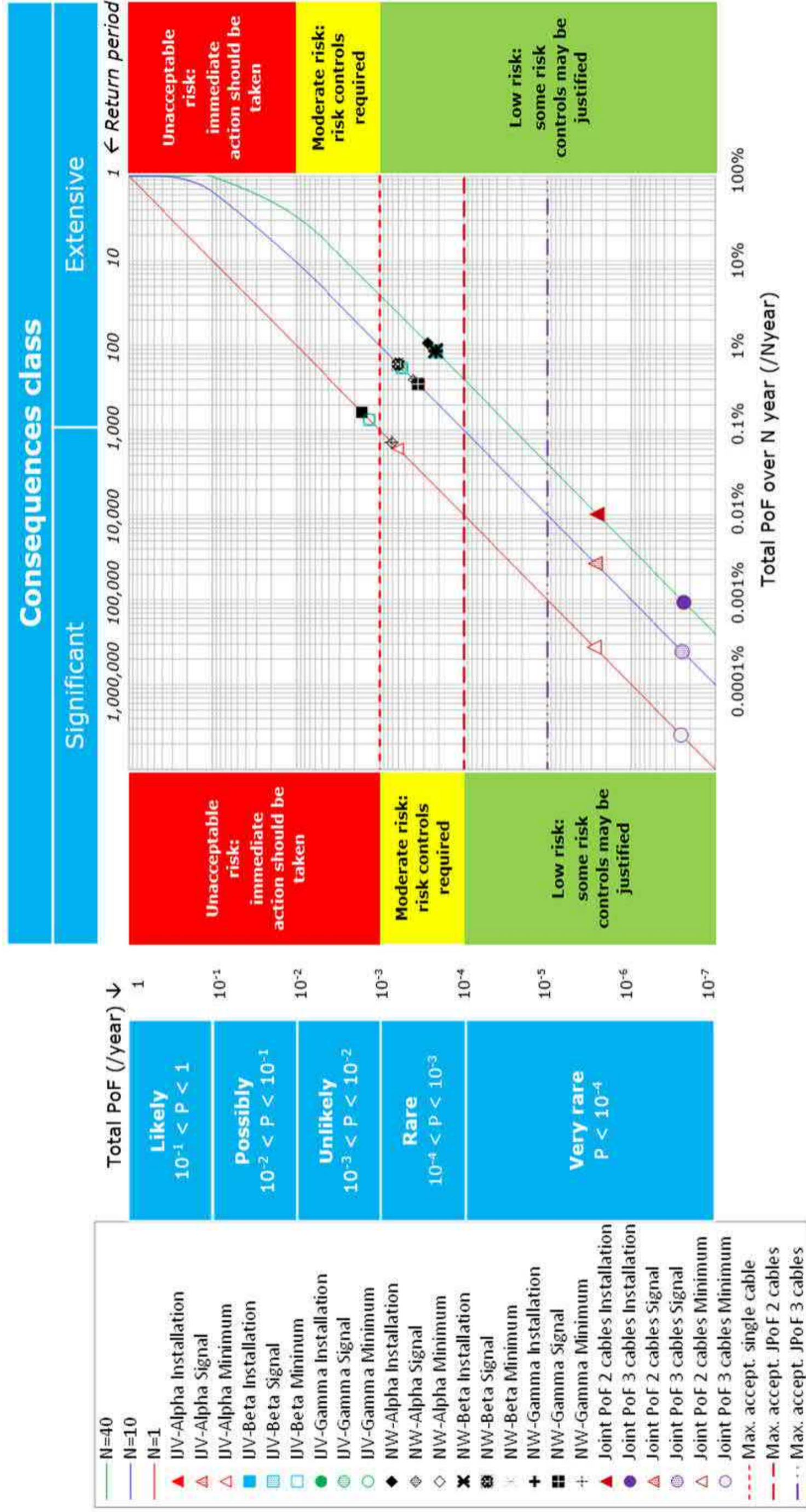


Figure A3.37 Probability of Failure for burial scenarios for single cable, 2 cables simultaneously and 3 or more cables simultaneously expressed as (1) PoF/year (vertical axis) and (2) chance per relevant duration (PoF over N year).

ONDERWERP

Risico op kompasdeviatie in de 2*2-configuratie

ONZE REFERENTIE

D10038364:9

DATUM

27 september 2021

VAN

Martin van Essen

AAN

Tineke Hempenius

KOPIE AAN

Tom Bogaert

Inleiding

In de rapportage "Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie" (versie 20 juli 2021, Martin van Essen, Arcadis) zijn magneetvelden berekend voor de 2*2-configuratie.

Hierbij zijn twee hoofdsituaties onderscheiden: Eén met 10% asymmetrie, waarbij de MR (Metallic Return¹) 10% van de retourstroom voor zijn rekening neemt, en een storings-/onderhoudssituatie, waarbij de MR de volledige retourstroom voert.

De vraag is opgeworpen of in deze gevallen kompasdeviatie kan optreden. Dit memo doet een inschatting.

Beschouwing

Enkele typische grootte-orden van de maximale waarden van het magneetveld uit deze rapportage zijn hieronder gegeven. Hierbij zijn de waarden overgenomen voor 185 mm kabeldiameter en een begraafdiepte van 1 m. De horizontale component veroorzaakt de afwijking van het lezen van de richting van het aardmagnetisch veld.

10% asymmetrie	Absolute grootte (μT)	Horizontale component (μT)
10 m boven zeebodem	1,99	1,4
40 m boven zeebodem	0,152	0,1

Storing / onderhoud	Absolute grootte (μT)	Horizontale component (μT)
10 m boven zeebodem	15,2	10
40 m boven zeebodem	1,15	0,75

Het aardmagnetisch veld heeft een waarde van ongeveer 48 μT met een horizontale component van ongeveer 20 μT , welke ongeveer naar het geografische noorden wijst (de afwijking bedraagt enkele graden). Uit de getallen hierboven blijkt dat het magnetisch veld veroorzaakt door de kabel enkele procenten van het aardmagnetisch veld kan bedragen in geval van 10% asymmetrie en zelfs de helft in geval van onderhoud / storing, uiteraard afhankelijk van de diepte van de kabels en ervan uitgaande dat de kabels hun maximale stroom voeren.

Het magnetisch veld dat de kabel veroorzaakt staat dwars op de kabel. De grootste deviaties worden bereikt wanneer het veld van de kabel een oost-west-oriëntatie heeft, dat wil zeggen, wanneer de kabel zelf noord-zuid loopt, hetgeen bij benadering geldt voor een groot deel van het Noordzeetracé. In dat geval kan de deviatie enkele graden tot enkele tientallen graden bedragen².

Dit geldt overigens alleen in het maximum van de horizontale component van het magneetveld. Typisch valt de deviatie snel af buiten enkele tientallen meters van dit maximum.

¹ In andere contexten bekend als Dedicated Metallic Return (DMR)

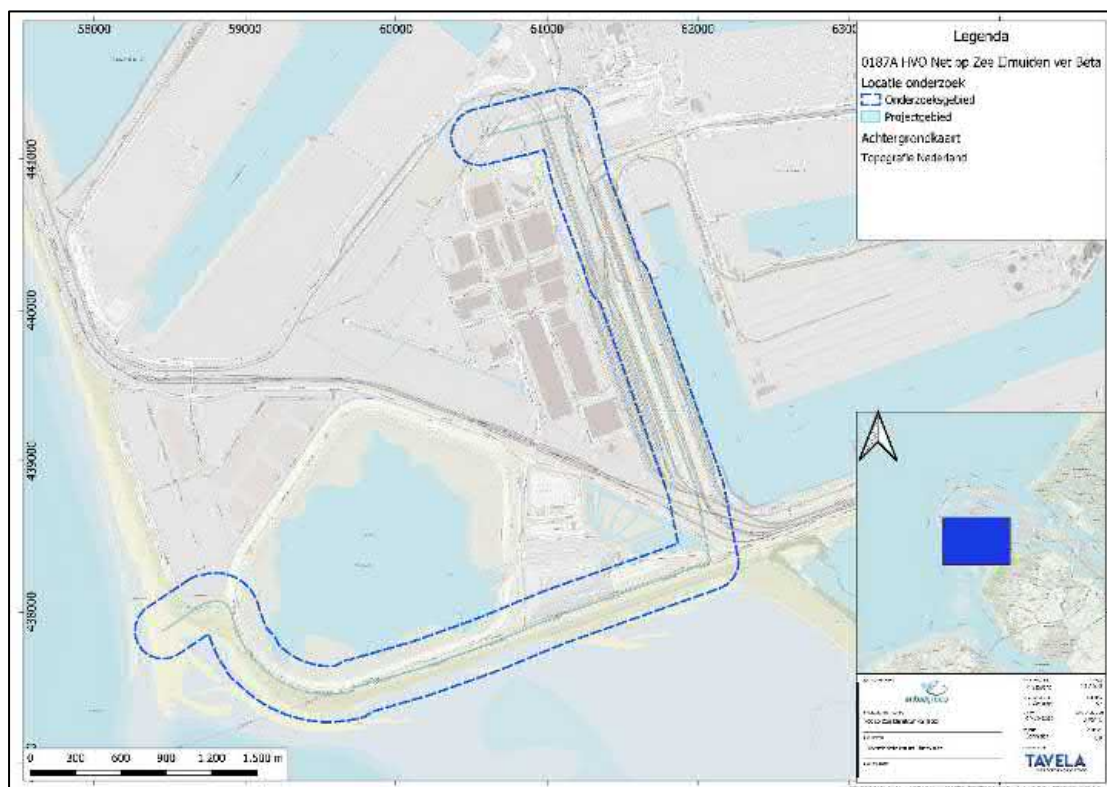
² Een rekenvoorbeeld: Uitgaande van een kabelmagneetveld met een horizontale component van 10 μT (zoals in de hoofdtekst aangegeven bij Storing / onderhoud) in oost-westrichting en een noordwaarts gericht horizontaal aardmagnetisch veld van 20 μT , zal het lokale resultante magneetveld 26,6° van het aardmagnetisch veld afwijken. Behalve van de bedrijfsvoering is deze waarde uiteraard afhankelijk van de diepte waarop de kabel begraven ligt, de gekozen configuratie, de kabeldiameter en de kabeloriëntatie. Bij nog ondieper water dan in dit rekenvoorbeeld zijn nog grotere afwijkingen mogelijk.

Het zij opgemerkt dat in het algemeen getracht wordt de kabels ver buiten de belangrijke vaarroutes te houden. Langdurig "meevaren" precies boven een kabel zou weliswaar kunnen optreden voor vaartuigen die de windparken op zee als bestemming hebben, maar voor verreweg het meeste scheepvaartverkeer zal dit niet aan de orde zijn. Er zal typisch onder een vrij steile hoek worden gekruist, waarbij slechts kortstondig sprake is van een deviatie. Er valt op te merken dat wanneer heen- en terugkerende stroom in een horizontaal vlak liggen, zoals gehanteerd in geciteerd rapport, de deviatie plotseling omkeert wanneer de kabel haaks wordt gekruist.

TAVELA

EXPLOSIEVENONDERZOEK

Historisch vooronderzoek CE



Project: Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

OPDRACHTGEVER: Antea Group
LOCATIE: Maasvlakte (Beta)
KENMERK: HVO 0187A
VERSIE: 02
DATUM: 15-12-2020

TAVELA
Baileystraat 2A, 8013 RV Zwolle
Tel: 038- 785 49 18
KVK: 73373648
info@tavela.nl
www.tavela.nl

Handtekeningenblad

Projectnummer Tavela: HVO 0187A
Projectnummer Antea Group: 0464270.100

Datum: 15-12-2020

Betreft:

Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven ter plaatse van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, locatie Beta (Maasvlakte).

Distributielijst:

- Antea Group

Opdrachtgever:

Antea Group
T.a.v. De heer ing. R. Raap
Tolhuisweg 57
Postbus 24 | 8440 AA Heerenveen
Telefoon: 0513 – 63 45 67
Mobiël: 06 – 51 81 97 64
E-mail: Reinier.Raap@anteagroup.nl
Website: www.anteagroup.nl

Voor akkoord:

Historisch Vooronderzoeker

Drs. Carlo Tinschert



Senior OCE- deskundige

Dhr. Peter Bahnerth



Projectleider

Ing. Bert Veenstra



Algemeen Directeur

Bert Lambers



Copyright Tavela B.V. 2020 ©. Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, internet of welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houders van het auteursrecht. De opdrachtgever mag voor intern gebruik duplicaten maken.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	- 4 -
1.1	AANLEIDING	- 4 -
1.2	DOEL VOORONDERZOEK	- 4 -
1.3	WAARDERING EN GROET NAMENS TAVELA.....	- 4 -
1.4	HET ONDERZOEKSGBIED	- 4 -
1.5	ONDERZOEKSMETHODE.....	- 5 -
1.6	VERANTWOORDING.....	- 7 -
1.7	LEESWIJZER.....	- 7 -
2	INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL	- 8 -
2.1	VERPLICHTE BRONNEN.....	- 8 -
2.2	LITERATUUR EN WEBSITES.....	- 10 -
2.3	ARCHIEVEN	- 10 -
2.4	EXPLOSIEVEN OPRUIMINGSDIENST DEFENSIE (EODD)	- 10 -
2.5	LUCHTFOTOCOLLECTIES	- 11 -
2.6	AANVULLENDE NATIONALE BRONNEN	- 12 -
2.7	AANVULLENDE INTERNATIONALE BRONNEN	- 12 -
2.8	GETUIGENVERKLARINGEN	- 13 -
2.9	NAORLOGSE BODEMROERING.....	- 13 -
3	CHRONOLOGISCHE SAMENVATTING INDICATIES.....	- 14 -
4	ANALYSE	- 15 -
4.1	ANALYSE NAOORLOGSE EODD-RUIMINGEN EN ACHTERGELATEN MUNITIE MMOD	- 16 -
4.2	ANALYSE LUCHTAANVALLEN EN CRASHES	- 16 -
4.3	LUCHTFOTO-ANALYSE.....	- 16 -
4.4	ANALYSE CONTRA-INDICATIES	- 17 -
4.5	HORIZONTALE AFBAKENING.....	- 17 -
4.6	VERTICALE AFBAKENING.....	- 17 -
4.7	LEEMTEN IN KENNIS.....	- 17 -
5	CONCLUSIE EN ADVIES	- 19 -
6	BIJLAGEN	- 20 -
	BIJLAGE 1: GERAADPLEEGDE LITERATUUR	- 21 -
	BIJLAGE 2: GERAADPLEEGDE WEBSITES	- 22 -
	BIJLAGE 3: GEMEENTELIJKE ARCHIEVEN	- 23 -
	BIJLAGE 4: PROVINCIALE ARCHIEVEN	- 25 -
	BIJLAGE 5: DE RUIMRAPPORTEN VAN DE EOD	- 26 -
	BIJLAGE 6: LUCHTFOTO'S WAGENINGEN EN ZWOLLE	- 27 -
	BIJLAGE 7: GERAADPLEEGDE STUKKEN NIMH	- 28 -
	BIJLAGE 8: NEDERLANDS INSTITUUT VOOR OORLOGSDOCUMENTATIE.....	- 29 -
	BIJLAGE 9: NATIONAAL ARCHIEF.....	- 30 -
	BIJLAGE 10: BUITENLANDSE ARCHIEVEN	- 32 -
	BIJLAGE 11: NAOORLOGSE BODEMROERING	- 33 -
	BIJLAGE 12: OVERZICHT GEBEURTENISSEN	- 35 -
	BIJLAGE 13: FEITEN INVENTARISATIEKAART	- 36 -
	BIJLAGE 14: CE- BODEMBELASTINGKAART	- 37 -
	BIJLAGE 15: PROTOCOL TOEVALSTREFFER	- 38 -
	BIJLAGE 16: . DEFINITIE EN UITLEG (SUB-) SOORTEN CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN.....	- 39 -
	BIJLAGE 17. UITGANGSPUNTEN HORIZONTALE AFBAKENING (WSCS-OCE TABEL 3).....	- 45 -
	BIJLAGE 18. WSCS-OCE CERTIFICAAT TAVELA	- 47 -
	BIJLAGE 19. ONTHEFFINGEN WET WAPENS EN MUNITIE TAVELA.....	- 48 -

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In opdracht van Antea Group heeft Tavela B.V. (hierna te noemen: Tavela) een Vooronderzoek CE uitgevoerd. Er is onderzoek verricht naar de aanwezigheid van Conventionele Explosieven (CE) ter plaatse van het projectgebied "Net op Zee Ver beta" in de gemeente Rotterdam. De opdrachtgever is voornemens om binnen het projectgebied grondroerende werkzaamheden uit te voeren.

1.2 Doel vooronderzoek

Het doel van dit vooronderzoek is beoordelen of er binnen het projectgebied indicaties van CE aanwezig zijn. Bij indicaties van mogelijke CE in het projectgebied wordt het verdachte gebied horizontaal en verticaal afgebakend. Tevens worden de soorten, hoeveelheden en verschijningsvormen van de vermoedelijke explosieven gespecificeerd. De rapportage wordt voorzien van een BodemBelastingKaart (BBK) en eindigt met een advies voor de uit te voeren werkzaamheden.

1.3 Waardering en groet namens Tavela

Namens Tavela hecht ik er waarde aan u te danken voor het in ons bedrijf gestelde vertrouwen. Met veel plezier hebben we uw opdracht uitgevoerd.

Ik hoop dat u tevreden bent met de inhoud van het rapport en dat we u goed hebben kunnen helpen. Dan wens ik u veel succes met het verdere verloop van uw project. Als Tavela staan wij u daarbij graag weer terzijde.

Uiteraard ook voor al uw verdere projecten waarbij explosievenonderzoek nodig is.



Bert Lambers (Algemeen directeur)

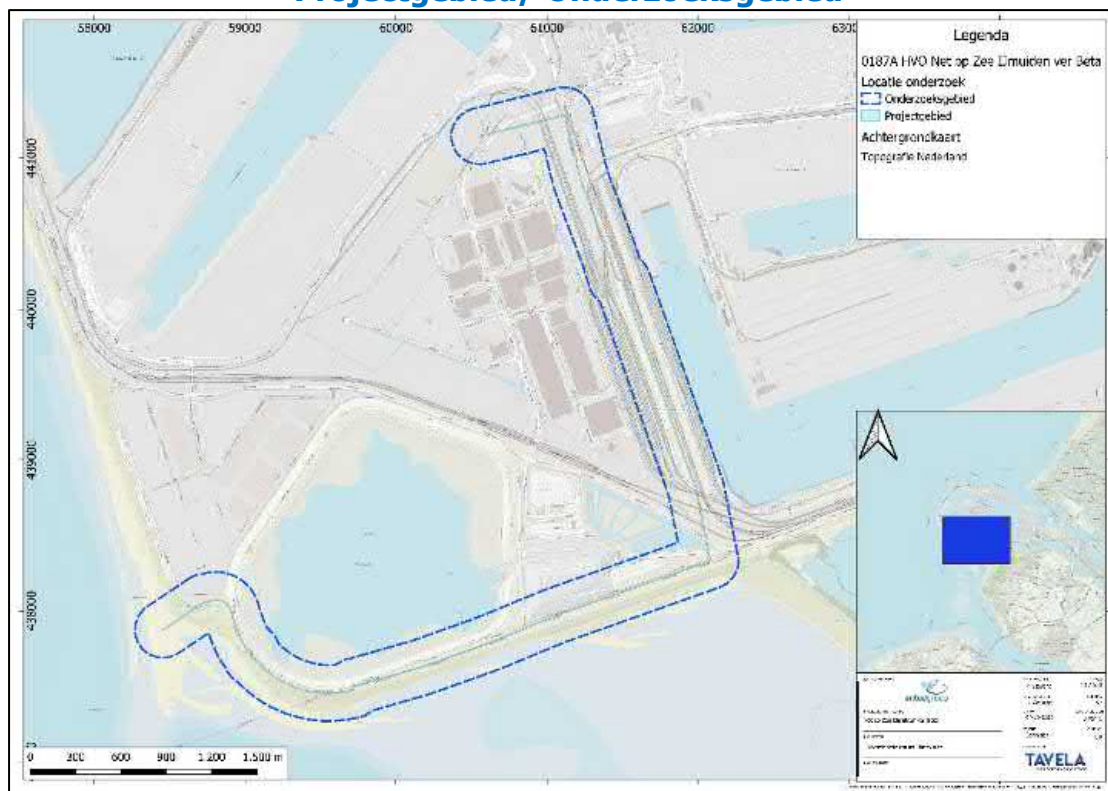
Zwolle, december 2020

1.4 Het onderzoeksgebied

Het projectgebied betreft een terrein gelegen op de Maasvlakte, globaal nabij de Maasvlakteboulevard tot aan de Dardanellenstraat, in de gemeente Rotterdam. Om een gefundeerde uitspraak te kunnen geven omtrent de aanwezigheid van CE heeft Tavela, conform de WSCS-OCE, een straal van 181 meter rondom het projectgebied gehanteerd. *Dit noemen we het onderzoeksgebied.* Door een grondig Vooronderzoek CE te leveren wil Tavela een zo compleet mogelijk beeld krijgen van de omgeving ten tijde van de Tweede Wereldoorlog.

Het onderzoeksgebied is in onderstaande afbeelding met een **donkerblauw gestreepte lijn** aangegeven. Binnen deze omtrek worden, voor het projectgebied, alle relevante gebeurtenissen meegenomen in dit onderzoek. Het projectgebied is in onderstaande afbeelding het **lichtblauwe vlak**. De classificatie verdacht of onverdacht wordt uitsluitend afgegeven voor het projectgebied.

Projectgebied/ Onderzoeksgebied



Afbeelding 1.4.1: plattegrond waarop het projectgebied in blauw is weergegeven. Het onderzoeksgebied is aangegeven met de donkerblauwe onderbroken contourlijn.

1.5 Onderzoeksmethode

Het Vooronderzoek CE zal conform het Werkveld Specifiek Certificatieschema voor het Systemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven 2016 (WSCS-OCE) worden uitgevoerd.¹

In de WSCS-OCE zijn richtlijnen opgenomen voor het inventariseren en beoordelen van historisch bronnenmateriaal. In het vooronderzoek wordt conform deze richtlijnen onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- Inventarisatie van bronnenmateriaal;
- Beoordelen en evalueren van bronnenmateriaal;
- Opstellen rapportage en CE-bodembelastingkaart.

¹(ARBO wet BWBR0008587_BijlageXII-geldend_van_01-01-2019_tm_heden_zichtdatum_06-02-2019)

Inventarisatie

Het bronnenonderzoek vindt plaats op basis van een inventarisatie van:

- a. Gebeurtenis/informatie die een aanwijzing vormt dat het onderzoeksgebied, of een gedeelte daarvan, verdacht is op de aanwezigheid van CE (indicaties);
- b. Gebeurtenis/informatie die een aanwijzing vormt dat het verdachte gebied, of een gedeelte daarvan, als onverdacht kan worden aangemerkt (contra-indicatie).

Conform de WSCS-OCE worden de verplichte bronnen geraadpleegd. Indien noodzakelijk worden ook aanvullende bronnen geraadpleegd. In onderstaande tabel staat aangegeven welke bronnen verplicht zijn, en welke aanvullend. In dit rapport wordt uitgelegd waarom een aanvullende bron wel of niet is geraadpleegd. Een geraadpleegde bron wordt aangegeven door een groen 'vinkje'. Het inventariseren van bronnenmateriaal wordt op een eenduidige wijze gedocumenteerd, zodanig dat alles makkelijk te herleiden is.

Bron	Verplicht	Aanvullend	Geraadpleegd
Literatuur	X		✓
Gemeentelijk en provinciaal archief	X		✓
Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD)	X		✓
Luchtfotocollectie Bibliotheek Wageningen Universiteit	X		✓
Luchtfotocollectie Topografische Dienst (Zwolle)	X		✓
Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)		X	
Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD)		X	
Nationaal Archief te Den Haag		X	
Luchtfotocollectie The Aerial Reconnaissance Archives		X	
The National Archives (Londen)		X	✓
Bundesarchiv-Militärarchiv Freiburg		X	
The National Archives (Washington DC)		X	
Getuigen		X	

Tabel 1.4.1: overzicht verplichte en aanvullende bronnen uit WSCS-OCE

Beoordeling

Na het inventariseren van het bronnenmateriaal worden de indicaties en contra-indicaties geanalyseerd. CE verdachte gebieden worden vastgesteld met de hiervoor genoemde analyse en afgebakend naar de situatie van 1940-1945. Zoals eerder aangegeven wordt in deze ook fase getracht de soorten, aantallen, verschijningen, en horizontale afbakening te bepalen. Het rapport zal eindigen met een conclusie en een eventueel advies.

Tavela gebruikt een geografisch informatiesysteem (CAD of GIS) bij de verwerking en beoordeling van het bronnenmateriaal. Relevante luchtfoto's en stafkaarten uit de periode 1940-1945 worden in GIS gepositioneerd ten opzichte van de huidige topografie. Alle relevante indicaties en contra-indicaties worden indien mogelijk vertaald naar een locatie in het RD- coördinatenstelsel en gepositioneerd in GIS. Het eindresultaat is een rapportage met een bijbehorende Feiten-inventarisatiekaart (ook wel Feitenkaart genoemd) en CE- bodembelastingkaart (CAD of GIS).

1.6 Verantwoording

Het Vooronderzoek CE is uitgevoerd door historisch onderzoeker de heer drs. Carlo Tinschert, de heer ing. B.A. Veenstra en senior OCE-deskundige de heer P. Bahnerth, in samenspraak met en onder verantwoording van de heer A.G. Lambers, Algemeen Directeur van Tavela.

Tavela streeft voortdurend naar innovatie. Tavela behoudt zich daarom het recht voor die producten of werkzaamheden die in dit document worden beschreven zonder voorafgaand bericht aan te passen of te verbeteren.

Hoewel bij het redigeren van dit document de grootst mogelijke zorgvuldigheid wordt betracht, bestaat de mogelijkheid dat sommige informatie na verloop van tijd verouderd of niet meer juist is. Tavela kan geen aansprakelijkheid aanvaarden voor de gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van informatie in deze uitgave.

De interpretatie van risico's rond conventionele explosieven uit de Tweede Wereldoorlog is door Tavela mede gebaseerd op beschikbare informatie van derden. Op basis van deze informatie kan een eventuele aanwezigheid van conventionele explosieven in de (water)bodem van de betreffende locatie; afwijkend van deze informatie, echter niet worden uitgesloten. Tavela wijst daarom elke verantwoordelijkheid nadrukkelijk af ten aanzien van eventuele toekomstige vondsten van conventionele explosieven in de (water)bodem van de betreffende locatie; die strijdig zijn met de in dit document voorgestelde interpretaties.

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk **twee** worden de geraadpleegde bronnen beschreven. In het **derde** hoofdstuk worden de relevante oorlogshandelingen op chronologische volgorde in een lijst weergegeven. In hoofdstuk **vier** worden deze oorlogshandelingen geanalyseerd en bepaald of er zich mogelijk CE in het projectgebied bevinden. Het rapport eindigt in hoofdstuk **vijf** met een conclusie, en eventuele aanbevelingen. In de toegevoegde bijlagen staan diverse relevante stukken, luchtfoto's en kaarten.

2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL

Verantwoording bronnenmateriaal

Om een zo compleet mogelijk vooronderzoek uit te voeren zijn er diverse bronnen geraadpleegd. Als in een bron een indicatie staat waaruit blijkt dat het onderzoeksgebied getroffen is door een oorlogshandeling, dan dient deze indicatie in een mogelijke tweede en/of meerdere bronnen te worden bevestigd. Wanneer dit niet het geval is, dan moet op basis van deze enkele bron een afweging worden gemaakt welke consequentie(s) dit heeft voor het onderzoeksgebied.

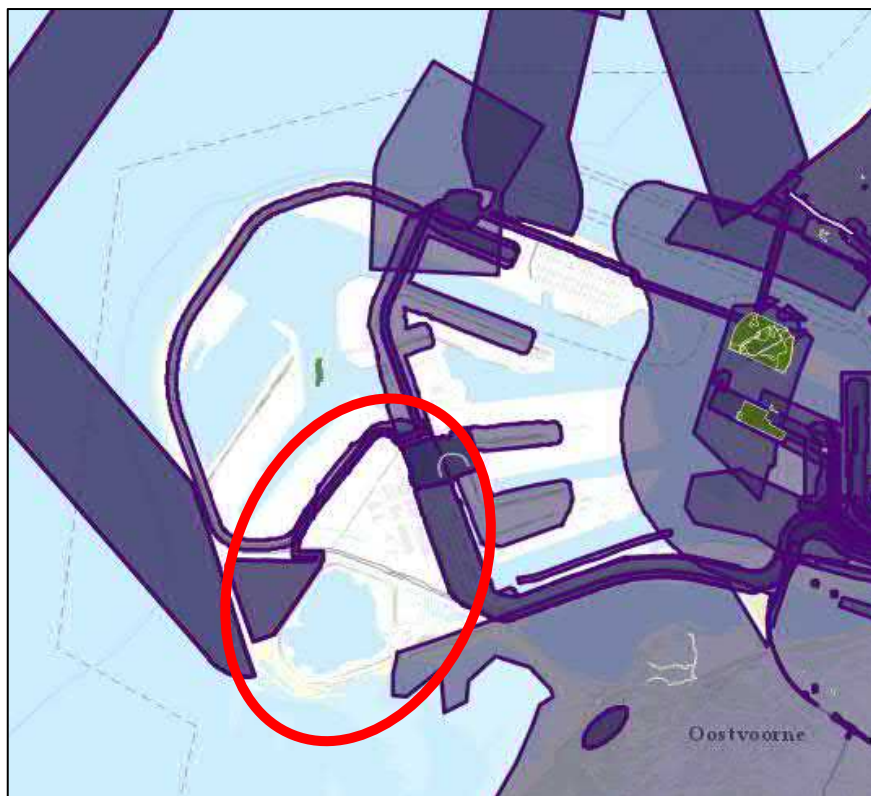
In dit hoofdstuk komen de geraadpleegde bronnen in het kader van het vooronderzoek aan bod. Per bron is in de bijlagen terug te vinden welke literatuur, archiefstukken en/of documenten zijn geraadpleegd, zodat voor de lezer de herleidbaarheid van indicaties (en contra-indicaties) van oorlogshandelingen duidelijk zijn.

Op basis van bronnenonderzoek wordt een lijst opgesteld met oorlogshandelingen die mogelijk relevant zijn voor de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied (indicaties). Deze lijst bevat een verwijzing naar de data waarop de oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden. Een chronologisch overzicht van de lijst is terug te vinden in bijlage 12.

2.1 Verplichte bronnen

Reeds uitgevoerde vooronderzoeken

Tavela heeft, conform de WSCS-OCE, bij aanvang van het onderzoek gezocht naar eerder uitgevoerde vooronderzoeken CE van of in de nabijheid van het projectgebied. Ter controle is ook de VEO-bommenkaart geraadpleegd.



Afbeelding 2.1.1 : Eerder uitgevoerde vooronderzoeken (Bron: VEO Bommenkaart). In de rode ovaal de projectlocatie.

Er zijn echter geen vooronderzoeken ter beschikking gesteld door de gemeente Rotterdam. Er is een schrijven van de gemeente aan Tavela B.V. gericht, waarin wordt gesteld:

Citaat:

Conclusie:

*Op basis van de gegevens uit het gemeentebrede Vooronderzoek is de conclusie dat de projectlocatie in **onverdacht gebied** gelegen is ten aanzien van het aantreffen van niet gesprongen explosieven uit de Tweede Wereldoorlog. Zie bijgevoegde pdf.*

*Derhalve zien wij **geen** belemmeringen voor het uitvoeren van werkzaamheden op deze locatie.*

Wellicht ten overvloede, wijs ik u er nadrukkelijk op dat wij niet kunnen garanderen dat er geen niet gesprongen explosieven uit de Tweede Wereldoorlog zullen worden aangetroffen in het onverdachte gebied. Wordt (mogelijk) CE aangetroffen dan dient het protocol spontane vondsten te worden gevolgd. Zie bijlage.

Einde citaat.

Deze conclusie is binnen dit onderhavige onderzoek andermaal getoetst. Voor het 'Protocol toevalstreffer' zie bijlage 15.

Ten aanzien van deze reeds eerder (in de omgeving) uitgevoerde vooronderzoeken heeft Tavela beperkt aanvullend bronnenonderzoek gedaan, om ze waar nodig te actualiseren naar de huidige richtlijnen van de WSCS- OCE.

De archieven en archiefdossiers die al door eerdere vooronderzoeken zijn geraadpleegd, zijn door Tavela waar nodig opnieuw ingezien.

Bij het bevoegd gezag hebben wij navraag gedaan naar eerder uitgevoerd onderzoek naar de aanwezigheid van CE in het projectgebied. Voor zover bij de gemeente bekend is niet eerder dergelijk onderzoek uitgevoerd, behoudens voornoemd gemeentebrede vooronderzoek.

2.2 Literatuur en websites

Diverse literatuur is bestudeerd voor dit onderzoek. Het betreffen niet alleen de standaardwerken over de Tweede Wereldoorlog, maar ook de regionale literatuur. Een overzicht van de geraadpleegde literatuur is terug te vinden in bijlage 1.

Ook digitaal is er materiaal te vinden dat betrekking heeft op het onderzoeksgebied. In bijlage 2 is er een overzicht te vinden van de geraadpleegde websites.

2.3 Archieven

Gemeentelijk archief

Het projectgebied viel (en valt) onder de gemeente Rotterdam. Het gemeentearchief van Rotterdam is ondergebracht bij de gemeente zelf, in het Stadsarchief Rotterdam. Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog was de toekomstige Maasvlakte onderdeel van de deelgemeente Hoek van Holland.

Bij het raadplegen van de gemeentelijke archieven wordt conform de WSCS-OCE ten minste de stukken van de luchtbeschermingsdienst, de stukken over geruimde CE en de oorlogsschaderapporten geraadpleegd. Een overzicht van de geraadpleegde gemeentelijke archieven is terug te vinden in bijlage 3.

Provinciaal archief

Zuid-Holland heeft als enige provincie geen eigen provinciaal archief. De provinciale archieven van Zuid-Holland worden bewaard in het Nationaal Archief, te Den Haag. Bij het raadplegen van het provinciaal archief van Zuid-Holland wordt conform de WSCS-OCE ten minste de stukken van de luchtbeschermingsdienst, de stukken over geruimde CE en de oorlogsschaderapporten geraadpleegd. Een overzicht van de geraadpleegde provinciale archieven van Zuid-Holland is terug te vinden in bijlage 4.

2.4 Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD)

De archieven van Defensie zijn geraadpleegd voor meldingen of ruiming van CE in of grenzend aan het projectgebied. In de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog was de Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) verantwoordelijk voor het opruimen van mijnen en achtergelaten munitie in Nederland. Het archief van de MMOD bevindt zich bij de Semi-statisch Informatiebeheer van het ministerie van Defensie in Rijswijk. In 1971 kreeg de EOD de taak voor het ruimen van aangetroffen CE van het Ministerie van Binnenlandse Zaken. Pas vanaf die tijd zijn alle meldingen van aangetroffen/geruimde CE bijgehouden. Tot 1990 werden deze meldingen MORA's genoemd (Melding Opdracht Ruimrapportage Afdoening).

Na 1990 werden deze meldingen WO's (Werkopdrachten) of UO's (Uitvoeringsopdrachten) genoemd. De EOD heeft de inventarissen van de rapporten beschikbaar gesteld.

Bij inventarisatie van de geraadpleegde bronnen en archieven zijn er **wel** meldingen van CE aangetroffen die betrekking hebben nabij het projectgebied.

Voor een lijst van de door Tavela aangetroffen CE in dit deel van de Maasvlakte, zie bijlage 5.

2.5 Luchtfotocollecties

Nationaal

Tijdens de Tweede Wereldoorlog zijn er door de geallieerden veel luchtfoto's van Nederland gemaakt. Er zijn in Nederland twee locaties waar luchtfoto's van Nederland zijn te raadplegen. Een deel bevindt zich in de afdeling Speciale Collecties, Bibliotheek Wageningen UR te Wageningen. Het andere deel bevindt zich in de collectie van het Kadaster Geo-informatie te Zwolle. Luchtfoto's uit beide archieven worden geleverd via Dotkadata.

Internationaal

In Schotland bevindt zich een omvangrijke collectie luchtfoto's bij The National Collection of Aerial Photography (NCAP), Edinburgh. De Luftbilddatenbank in Estenfeld Duitsland beschikt over een database met Duitse gegevens uit al deze archieven. De luchtfotoarchieven in Edinburgh en Estenfeld zijn voor dit onderzoek niet geraadpleegd, omdat de Nederlandse archieven voldoende informatie hebben opgeleverd.

De beschikbare luchtfoto's zijn door Tavela geïnventariseerd. Bij de selectie van luchtfoto's wordt rekening gehouden met: opnamedatum in relatie tot oorlogshandelingen, kwaliteit van het fotobeeld en de schaal. In bijlage 6 is terug te vinden welke door Tavela relevante foto's van het onderzoeksgebied zijn geanalyseerd.

De geraadpleegde luchtfoto's uit de periode 1940-1945 worden in CAD of GIS gepositioneerd ten opzichte van de huidige topografie en geanalyseerd op sporen van oorlogshandelingen zoals bijvoorbeeld op kraters, loopgraven, mangaten, bunkers, verdedigingswerken, (geschut)stellingen, tankgrachten en mijnevelden. Vervolgens worden alle op de luchtfoto's zichtbare indicaties voor de aanwezigheid van CE ingetekend in CAD of GIS en weergegeven op de feiten inventarisatiekaart (of feitenkaart) in bijlage 13.

Voor dit onderzoeksgebied geldt dat er geen luchtfoto's beschikbaar zijn: het onderzoeksgebied lag destijds middenin zee. Zelfs al zouden er luchtfoto's worden gevonden, dan is het onmogelijk om te bepalen of zij daadwerkelijk het onderzoeksgebied hebben bestreken: er zijn geen vaste kenmerken om de positie te bepalen.

2.6 Aanvullende nationale bronnen

Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)

De collectie "Gevechtsverslagen en rapporten mei 1940" met collectienummer 409 van het NIMH is niet geraadpleegd; er zijn geen indicaties dat er grondgevechten hebben plaatsgevonden in het onderzoeksgebied, in de periode mei 1940.

Omdat er geen indicaties waren van Duitse militaire werken in het onderzoeksgebied is de collectie "Duitse verdedigingswerken in Nederland en de rapporten van het Bureau Inlichtingen te Londen (1940- 1945)" met collectienummer 575 niet geraadpleegd.

Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD)

De literatuurcollectie van het NIOD is door Tavela niet geraadpleegd, omdat er niets was te schrijven over dit deel van de zee.

Nationaal Archief

In het Nationaal Archief te Den Haag zijn diverse archieven geraadpleegd, ook de archieven van Zuid-Holland. Ook dit was tevergeefs.

2.7 Aanvullende internationale bronnen

Stafkaarten

Bij de afdeling GEO-informatie van het kadaster te Zwolle zijn geallieerde stafkaarten uit de periode 1940-1945 aanwezig. Op deze stafkaarten is het onderzoeksgebied te zien zoals het was ten tijde van de Tweede Wereldoorlog. In sommige gevallen zijn kaarten beschikbaar met locaties weergegeven van tankgrachten, loopgraven, mijnenvelden en geschutposities en/of artilleriedoelen. Dit is op deze kaarten, voor het onderzoeksgebied, niet het geval.

The National Archives (Londen)

Deze stafkaarten worden door Tavela tevens gebruikt om oorlogshandelingen uit de geallieerde War Diaries en Operations Record Books te analyseren aan de hand van het destijds door de geallieerden gebruikte *Nord de Guerre* coördinaatsysteem. De in de War Diaries en Operations Record Books genoemde coördinaten kunnen zodoende worden herleid tot een positie in de huidige topografie.

Het Britse coördinatensysteem

Bij de informatie afkomstig van het National Archives te Londen zitten vaak coördinaten. De Britse strijdkrachten gebruikten tijdens de Tweede Wereldoorlog het *Modified British System*. Hiermee werden, voor de troepen en piloten, doelen in Europa gelokaliseerd. Nederland viel onder de *Nord de Guerre zone*. Deze zone werd opgedeeld in stukken van 500 vierkante kilometer en elke stuk kreeg een eigen kleine letter. Deze stukken werden weer verdeeld in stukken van 100 vierkante kilometer en kregen een grote tweede letter toegewezen.

In elk stuk van 100 vierkante kilometer werd er via getallen een horizontale en verticale as aangegeven. Het aantal getallen gaf de nauwkeurigheid aan, waarbij een minimum was van vier getallen. **Vier** getallen geven een vak aan van één vierkante kilometer aan en **zes** getallen een vlak van 100 vierkante meter.

War Diaries

Tavela beschikt over gevechtsverslagen (War Diaries) van diverse Britse en Canadese eenheden die in Nederland actief zijn geweest. Deze gegevens zijn afkomstig uit The National Archives in Londen. Deze gevechtsverslagen geven een overzicht van de activiteiten van deze eenheden. Met betrekking tot het onderzoeksgebied zijn er geen War Diaries aangetroffen. Er hebben in het gebied (vanzelfsprekend) geen grondgevechten plaatsgevonden.

Operations Record Books R.A.F.

Tavela beschikt over de Operations Record Books van de R.A.F. met informatie met betrekking tot bombardementsgegevens, en over de Daily Logs van de 2^{de} Tactische Luchtmacht uit de periode september 1944 tot en met mei 1945. Ook deze gegevens zijn afkomstig uit The National Archives in Londen. Een overzicht van de door Tavela geraadpleegde archieven is terug te vinden in bijlage 10.

Bundesarchiv-Militärarchiv (Freiburg)

In het archief van Freiburg zijn o.a. archiefstukken van de *Führungsstab* van de Luftwaffe opgeslagen. Hierin staan alle melding van neergekomen vliegtuigbommen en toestellen in het bezette Europa beschreven. Ook andere gegevens komen naar voren in deze archieven. Er is niet gezocht in het BA-MA, omdat er voldoende informatie beschikbaar is uit Nederlandse en Britse archieven.

The National Archives and Records Administration (Washington DC)

In het NARA te Washington zijn net als in het Verenigd Koninkrijk onder andere interpretation reports en de daily logs (dagboeken) van verschillende eenheden van de Amerikaanse strijdkrachten gearchiveerd. Er is niet gezocht in het NARA, omdat er voldoende informatie beschikbaar is uit Nederlandse en Britse archieven.

2.8 Getuigenverklaringen

Interviews met ooggetuigen, die informatie hebben over de eventuele aanwezigheid van neergestorte vliegtuigen, afgeworpen bommen en andere gevechtshandelingen binnen het gebied, kan veel bruikbare informatie opleveren. Ruim 70 jaar na dato is het aantal ooggetuigen echter zeer beperkt. Voor dit onderzoek is niet getracht om getuigen te horen, omdat de bovenstaande bronnen voldoende informatie met betrekking tot het onderzoeksgebied bevatten.

2.9 Naoorlogse bodemroering

Indien er indicaties zijn voor de aanwezigheid van CE, dienen conform de WSCS-OCE, satellietbeelden te worden verzameld die het onderzoeksgebied in de naoorlogse periode bestrijken. Deze naoorlogse satellietfoto's moeten worden vergeleken met de luchtfoto's uit het tijdvak 1940-1945, om te inventariseren welke naoorlogse ontwikkelingen hebben plaatsgevonden in het onderzoeksgebied, waarbij grond (grootschalig) is geroerd of verzet.

Uit de vergelijking van de geanalyseerde luchtfoto met recente satellietbeelden blijkt dat er zeer ingrijpende naoorlogse ontwikkelingen in het projectgebied hebben plaatsgevonden, waarbij grond is geroerd of verzet. Het hele projectgebied bestond ten tijde van 1939 – 1945 nog niet; het was deel van de zee. De door Tavela geraadpleegde foto's en satellietbeelden zijn terug te vinden in bijlage 11.

3 CHRONOLOGISCHE SAMENVATTING INDICATIES

In de onderstaande tabel wordt een chronologisch overzicht gegeven van de relevante oorlogshandelingen uit het literatuur- en archiefonderzoek. Van sommige oorlogshandelingen is het niet mogelijk gebleken de locatie vast te stellen. Deze gebeurtenissen zijn omwille van het historisch overzicht en/of relevantie niet opgenomen in onderstaande overzicht. Alle genoemde gebeurtenissen zijn in de nabijheid of in het onderzoeksgebied. Er wordt telkens verwezen naar de geraadpleegde bron, de datum en eventuele andere relevante informatie. De relevante gebeurtenissen zullen in hoofdstuk 4 worden geanalyseerd. De onderstaande tabel is weergegeven op de feiten inventarisatiekaart (of feitenkaart) in bijlage 12.

De volgende indicaties voor de aanwezigheid van CE zijn achterhaald:

Datum	Gebeurtenis	Nationaliteit	Subsoort	Kaliber	Bronnen
	Niet van toepassing: er zijn geen relevante oorlogshandelingen te melden.				

Tabel 3.1.1: Chronologische gebeurtenissenlijst.

4 ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de relevant bevonden indicaties geanalyseerd. Door deze analyse kunnen we kijken of de indicaties ook zorgen voor verdachte gebieden in het onderzoeks- en projectgebied.

De horizontale afbakening van het eventuele verdachte gebied is weergegeven CE-Bodembelastingkaart in bijlage 14.

Mobilisatieperiode

Door de Duitse inval in Polen in september 1939 en de daaropvolgende oorlogsverklaring van Frankrijk en Groot-Brittannië aan de Duitse regering zorgden ervoor dat Nederland zijn strijdkrachten ging mobiliseren. In deze periode werden de verschillende onderdelen van Nederlandse strijdkracht onder de wapenen geroepen en werd er een begin gemaakt met het aanleggen van verdedigingslijnes, voorbereidingswerkzaamheden ten behoeve van inundaties, mijnevelden en versperringen.

Aangezien het onderzoeksgebied een deel van de zee was, valt er niets te melden.

Meidagen 1940

In de vroege ochtend van 10 mei 1940 vielen Duitse eenheden vanuit het grensgebied Nederland binnen, terwijl Duitse parachutisteneenheden in West-Nederland landden. Bij Kornwerderzand en bij de Grebbelinie werden de Duitse troepen tegengehouden, daarnaast vochten Nederlandse eenheden dapper tegen de Duitse parachutisteneenheden in het westen van Nederland. Na het bombardement op Rotterdam door de Duitse luchtmacht besloot het Nederlandse opperbevel te capituleren. Alleen in Zeeland werd nog doorgevochten door Nederlandse en Franse eenheden.

Duitse bezettingsjaren

Direct na de Duitse inval werd Nederland met enige regelmaat getroffen door (kleinschalige) geallieerde bombardementen. Deze bombardementen waren met name gericht op vliegvelden, havens, infrastructuur en industriegebieden. Vanaf 1943 werden de geallieerde luchtmachten steeds sterker. Hierdoor vonden er steeds meer, grotere en zwaardere bombardementen plaats op Nederlandse vliegvelden, havens en industriegebieden. Vanaf 1942 werd begonnen met het aanleggen van de Atlantikwall door de Organisation Todt in het Nederlands kustgebied.

Bevrijdingsjaar 1944-1945

Het bevrijdingsjaar voor Nederland startte vanaf september 1944. Geallieerde grondtroepen staken vanuit België de Nederlands grens over in Zeeland, Noord-Brabant en Limburg. Halverwege september 1944 vond Operation Market Garden plaats. Dit ambitieuze plan van de geallieerde bevelhebber Montgomery moest ervoor zorgen dat de bruggen tussen Eindhoven en Arnhem door luchtlandingstroepen bezet zouden worden om vervolgens door geallieerde grondtroepen te worden bevrijd. Als dit plan zou slagen dan zouden geallieerde eenheden voor kerst 1944 Berlijn al hebben veroverd.

Operation Market Garden werd een fiasco en Noord-Brabant, Zeeland, Limburg en Gelderland werden frontgebied, waar zware (grond)gevechten plaatsvonden in combinatie met artilleriebeschietingen en bombardementen. Nederland boven de rivieren was vanaf het najaar van 1944 tot aan de bevrijding in mei 1945 nog het toneel van verschillende soorten gevechtshandelingen.

Aangezien het onderzoeksgebied een deel van de zee was, valt er hoegenaamd niets te vermelden.

4.1 Analyse naoorlogse EODD-ruimingen en achtergelaten munitie MMOD

Meerdere munitieruimrapporten in en rondom het onderzoeksgebied zijn meegenomen in de analyse. Uit de analyse blijkt dat er **geen** vondsten in het projectgebied zijn.

De naburige vondsten zijn te verklaren aan de hand van de vondst zelf: granaten en een bom. Deze granaten zijn eens afgevuurd, ze zijn in de jaren zestig bedekt met opgespoten zand, en zijn naderhand toch weer 'boven' gekomen. Dit geldt voor de EOD-meldingen 19981267, 19990949 en 20171575. Zie bijlage 5.

De bom van melding 20120993 zal op een ondiep gedeelte van de zee terecht zijn gekomen, misschien was het een noodafwerp, misschien is de bom afgeworpen tijdens een aanval op een schip. Ook dit deel van de zee is later weer bedekt met zand, en naderhand is de bom toch weer aan de oppervlakte gekomen.

Het enige wat Tavela niet kan verklaren is de Tellermine, een tamelijk grote schotelvormige antitankmijn. In bijlage 16 is een afbeelding van zo'n soort Tellermine te zien. Er zijn op de Maasvlakte 1 (en 2) geen mijnen gelegd, het was een deel van de zee tijdens de Tweede Wereldoorlog. Deze Tellermine is te groot om door de zandzuiger te kunnen zijn verplaatst. Concluderend stelt Tavela vast dat we niet definitief hebben kunnen vaststellen waar de oorsprong van deze mijn gelegen is.

4.2 Analyse Luchtaanvallen en crashes

Er zijn geen relevante luchtaanvallen te vermelden, omdat het onderzoeksgebied destijds middenin zee lag. Als er al bommen zijn afgeworpen is dat in het kader van aanvallen op schepen gebeurd, of door noodafwerpen. Dat gebeurde als een toestel zijn bommenlast afwierp om sneller en/of lichter te worden, omdat het beschadigd was, of omdat het wilde ontkomen aan zijn achtervolgers. In beide gevallen zijn er geen exacte gegevens te vermelden: bij aanvallen op schepen was er geen sprake van een nauwkeurige plaatsbepaling, en bij noodafwerpen op zee was er überhaupt geen plaatsbepaling.

4.3 Luchtfoto-analyse

Het projectgebied lag ten tijde van de Tweede Wereldoorlog ruim drie kilometer uit de kust. Er is op eventuele relevante luchtfoto's niets te zien, alleen zee.

4.4 Analyse contra-indicaties

Er zijn **wel** contra-indicaties voor de aan- of afwezigheid van CE achterhaald. Dit heeft betrekking op naoorlogse grondroerende werkzaamheden en veranderingen aan het gebied. De Eerste Maasvlakte (of Maasvlakte 1) is pas in de jaren zestig van de vorige eeuw ontstaan. Er werd een ringdijk aangelegd, en daarna werd daarbinnen zand uit de Noordzee opgespoten om de zee droog te leggen. De enige munitievondsten die kunnen worden aangetroffen zijn afkomstig uit dat opgespoten zand. Daarin kunnen eventueel kleine (resten van) munitie worden aangetroffen.

Er zijn natuurlijk uitzonderingen op deze regel. Bijvoorbeeld als een bom is afgeworpen op een ondiep deel van de zee, en later ontdekt wordt. Dat is waarschijnlijk ook het geval geweest met MORA 20120993, die overigens ruim 500 meter buiten het onderzoeksgebied ligt.

4.5 Horizontale afbakening

Op basis van de geraadpleegde bronnen is vastgesteld dat binnen het onderzoeksgebied **geen** oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden, waardoor het onderzoeksgebied onverdacht is.

Er is sprake van onverdacht gebied, *geen horizontale afbakening* derhalve.

4.6 Verticale afbakening

Er is sprake van onverdacht gebied, *geen verticale afbakening* derhalve.

4.7 Leemten in kennis

Tavela waarborgt de kwaliteit en veiligheid van zijn diensten. Het vooronderzoek is uitgevoerd volgens de WSCS-OCE-richtlijnen. Het is uiteraard altijd mogelijk dat bepaalde oorlogshandelingen niet zijn beschreven, gearchiveerd of in de tijd verloren zijn gegaan, waardoor deze in het heden niet als feitenmateriaal terug te vinden zijn.

Leemte in kennis

- Niet alle boven Nederland uitgevoerde bombardementen zijn nauwkeurig geregistreerd of gelokaliseerd.
- Van eventuele meldingen of ruiming van (vermoede) explosieven in of direct grenzend aan het onderzoeksgebied zijn over de periode 1940-1944 en 1948-1970 geen gegevens meer bekend bij de EOD en het SSA.
- Bepaalde indicaties die zijn aangetroffen in literatuur en archiefstukken zijn niet te herleiden naar een specifieke locatie.
- Er heeft beperkte controle plaatsgevonden of de ontleende adresgegevens corresponderen met mogelijk in de loop van de jaren veranderde huisnummering, straatnamen of perceel- indelingen.

- Tavela beschikt niet over de complete informatie aangaande de maatvoering van de achterhaalde/waargenomen naoorlogse grondroerende activiteiten/werkzaamheden.
- Bij een historisch onderzoek kan nooit een volledig overzicht van alle bronnen worden verkregen. Er is bij dit onderzoek gebruik gemaakt van een bronneselectie. Getuigen die meer kunnen vertellen over munitiedumpingen, vliegtuigcrashes en bombardementen kunnen ondertussen zijn overleden.
- Luchtfoto's van de Royal Air Force geven doorgaans een betrouwbare indicatie voor wat betreft de vraag of er mogelijk CE in het onderzoeksgebied aanwezig zijn. Door camouflage-maatregelen kan een deel van de Duitse geschutsopstellingen of andere militaire bouwwerken niet zichtbaar zijn, terwijl deze er wel waren.
- Luchtfoto's geven een momentopname weer. Er kunnen voor, na en tussen verschillende opnamedata in het onderzoeksgebied CE terecht zijn gekomen.
- De ruimrapporten van de EOD kennen hun beperkingen, voor wat betreft de nauwkeurigheid van de vindplaatsbeschrijvingen. Het is daarom niet altijd mogelijk om exact aan te geven waar de CE werden aangetroffen.
- Beperkingen in nauwkeurigheid zijn er ook bij andere geraadpleegde bronnen, zoals bijvoorbeeld documenten uit de gemeentearchieven. Er kan alleen een CE verdacht gebied worden afgebakend met behulp van concrete locatiebeschrijvingen.

5 CONCLUSIE EN ADVIES

Op basis van het voorliggende Vooronderzoek CE kunnen de onderstaande conclusies en adviezen door Tavela worden uitgebracht voor het projectgebied.

De conclusies worden in de onderstaande figuur gevisualiseerd, waarbij in **groen** de onverdachte gebieden zijn weergegeven, waarin geen aanvullend explosieven onderzoek noodzakelijk is. De werkzaamheden kunnen regulier worden uitgevoerd.

Tavela adviseert om voor dit projectgebied het protocol "Aantreffen toevalstreffer" te hanteren. **Zie bijlage 15.**

BodemBelastingKart (BBK)



Afbeelding 5.1.1: BBK.

Conclusie Tavela: **onverdacht gebied:**

Het projectgebied kwalificeren wij op basis van het geanalyseerde feitenmateriaal als:

Onverdacht op de aanwezigheid van CE.

Tavela adviseert de opdrachtgever om, binnen het onderzoeksgebied, **geen** verder aanvullend explosieven onderzoek te laten uitvoeren. Op basis van dit onderzoek ontbreekt de noodzaak. De grondroerende werkzaamheden kunnen regulier worden uitgevoerd.

6 BIJLAGEN

Bijlage 1: Geraadpleegde literatuur

Auteur	Titel	Plaats + datum
Amersfoort, H. en P. Kamphuis	Mei 1940. De strijd op Nederlands grondgebied 4e druk	Amsterdam 2012
Bollen, H.A. & P. Vroemen	Canadezen in actie. Nederland najaar '44 – voorjaar '46	Warnsveld 1993
Eversteijn, T.	Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 – 5 mei 1945	z.p. z.j.
Gooderson, I.	Air power at the battlefront. Allied close air support in Europe 1943-1945	z.p., 1998
Huurman, C.	Het spoorwegbedrijf in oorlogstijd, 1939-1945	Eindhoven 2001
Jong, Dr. L.	Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog	Den Haag 1970
Klep, C. (red.),	De bevrijding van Nederland 1944-1945. Oorlog op de flank	Den Haag 1995
Korthals Altes, A.	Luchtgevaar, luchtaanvallen op Nederland 1940-1945	Amsterdam 1984
Meer, A. van der., O. Boonstra	Repertorium, van Nederlandse gemeenten van 1812	2 ^e editie 2011
Middlebrook, M.	The Bomber Command War Diaries, an operational reference book 1939-1945	z.p., 2000
Nierstrasz, V.E.	De operatiën van het veldleger en het oostfront van de Vesting Holland, mei 1940	Den Haag 1955
Onderwater, H. e.a.	Oorlog rond Hoek van Holland, 10-20 mei 1940. (Stichting Nederlands Kustverdedigingsmuseum Fort aan den Hoek van Holland)	Hoek van Holland 2000
Studiegroep Luchtoorlog 1939-1945 (SGLO)	Verliesregister 1939-1945. Alle militaire vliegtuigverliezen in Nederland tijdens de Tweede Wereldoorlog.	Den Haag, 2008
Veenstra, S.L.	In de schaduw van de glorie. Overzicht van vliegtuigbergingen in Nederland 1960-1977	Zutphen 1992
Zwanenburg, G.J.,	En nooit was het stil: kroniek van een luchtoorlog, deel 1 en 2	Den Haag 1990, 1993

Bijlage 2: Geraadpleegde websites

Website	Datum
www.airwar4045.nl	2-12-2020
www.topotijdreis.nl	2-12-2020
www.beobom.nl/ruimingskaart	12-11-2020
www.secondworldwar.nl	18-11-2020
www.studiegroepvluchtoorlog.nl/verliesregister	11-11-2020
www.explosievenopsporing.nl	19-11-2020
www.vergeltungswaffen.nl	2-12-2020
www.ikme.nl	12-11-2020

Bijlage 3: Gemeentelijke archieven

63 - Gemeentepolitie Rotterdam	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
3278	Stukken inzake bombardement 31-03-43
3301	Opgave van woningnummers en aantal verwoeste woningen 14-05
3302	Kaarten van op 14-05 verwoeste panden
3303	Stukken inzake de tijdens de oorlog uitgevoerde bombardementen op de 4e afdeling, bureau Oostervangerstraat
3304	Bominslagen en neergestorte vliegtuigen 40-45
3808	Dagrapporten HvH mei-feb 40-41
3809	Dagrapporten HvH feb-aug 41
3810	Dagrapporten HvH sep-april 41-42
3811	Dagrapporten HvH april-sept 42
3812	Dagrapporten HvH sep-feb 42-43
3813	Dagrapporten HvH feb-jul '43
3814	Dagrapporten HvH jul-feb 43,44
3815	Dagrapporten HvH 1945
4100	Demonteren bom in de Bellevoestraat
4284	Stukken betreffende diverse bominslagen

273 – Verzameling WOII (Rotterdam)	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
707	Plattegrond R'dam met daarop aangegeven schade van het grote bombardement
843	Lijst van verwoeste panden na de bombardementen van 14 mei '40 en 31 maart '43
844	Lijsten van bom en luchtdoelinslagen te Rotterdam '41 en '45
859	Staat van werkzaamheden van de Rotterdamse bommenploeg (1986)
861	Inlichtingen betreffende aanwezigheid bommen in de Maashaven
1458	Lijst door bom en granaat beschadigde panden. Chronologisch, met plattegrond inslagen 40-45 (exclusief 14-05)
1837	Stukken betreffende afhandeling van schade van een bombardement op 8 maart 1941
1843	Oorlogsschade in Rotterdam door JW van Borselen

369b - Brandweer Rotterdam	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
Z.n.	Geen titel

444.01 – Gemeentesecretarie Rotterdam (t/m 1941)	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
4317 t/m 4332	Schade door defensie maatregelen en vreemde vliegtuigen toegebracht
4337	Uitkijkposten Luchtbeschermingsdienst
5658	Dossier '41-'45, Duitse bezetting

444.02 – Gemeentesecretarie Rotterdam afdeling algemene zaken ('42-'65)

Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
151	Stukken betreffende de oorlog, o.a. overzicht neergestorte vliegtuigen
179	Verslag Luchtbeschermingsdienst over 1941, 1942

497 – Gemeentesecretarie Rotterdam centraal archief ('42-'45)

Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
47	Vergadering over een luchtaanval van 31-03-43
76	Stukken m.b.t. diverse gevallen van steunaanvragen in verband met oorlogsschade

465.01 – afdeling openbare werken

Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
575	Schade van bomaanslagen aan verenigings- en hypotheekwoningen
2510	Oorlogsschade onroerend goed

653 – Luchtbeschermingsdienst (LBD) en Gemeentesecretarie

Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
2	Doorslagen van rapporten betreffende bom- en granaatinslagen ('44-'45)
4	Klad van rapport aan de inspectie der LBD over 14-05

Digitale bommenkaart

Inv. Nr.	Omschrijving archiefstuk(ken)
	Naast de bommenkaart zoals vermeld onder inventarisnummer 3304 beschikt de gemeente ook over een digitale bommenkaart. Hierop staan ook bominslagen ingetekend die niet uit de beschikbare archiefstukken naar voren komen.

Bijlage 4: Provinciale archieven

De provinciale archieven van Zuid-Holland liggen in het Nationaal Archief te Den Haag. Bijlage 9 bevat een lijst met de gebruikte provinciale archieven en overige (Zuid-Hollandse) archiefbescheiden uit het Nationaal Archief.

Bijlage 5: De ruimrapporten van de EOD

Nummer	Datum	Locatie	Aard
19981267	14-6-1998	De Sluster, Maasvlakte (Rotterdam)	2 brisantgranaten van 7 veld, verschoten, met rest ontsteker.
19990949	27-5-1999	M.O.T. Maasvlaktehaven 8940, Rotterdam. Bedreigd gebied: olieopslagplaats	1 pantsergranaat van 15 cm met hijsoog, verschoten (Oud-Hollands)
20101807	24-12-2010	Europaweg 902, Rotterdam	Anti-tankmijn Tellermine 35 (D.)
20120993	18-6-2012	Ingang Nieuwe Maasvlakte, Maasvlakte Rt	1 brisantbom 250 lbs (113 kg) GP Mk IV
20160780	6-5-2016	Dardanellenstraat, Rotterdam	Schroot
20171575	8-9-2017	Yangtzekanaal, Europaweg 902	Lichtgranaat 8.8 cm, (D.) (verschoten)

Bijlage 6: Luchtfoto's Wageningen en Zwolle

Geen relevante luchtfoto's beschikbaar.

Foto	Herkomst	Datum	Run	Kwaliteit	Sortie

Bijlage 7: Geraadpleegde stukken NIMH

Geen relevante stukken gevonden.

Collectie 409 "Gevechtsverslagen en rapporten mei 1940"		
Inv. Nummer	Datum	Omschrijving archiefstuk(ken)

Collectie 575 "Duitse verdedigingswerken in Nederland en rapporten van het Bureau Inlichtingen te Londen (1940-1945)"		
Inv. Nummer	Datum	Omschrijving archiefstuk(ken)

Bijlage 8: Nederlands Instituut voor OorlogsDocumentatie

Geen relevante stukken gevonden.

Toegangsnummer 077 - Collectie Generalkommissariat für das Sicherheitswesen - Höhere SS- und Polizeiführer Nord-West		
Inv. Nummer	Datum	Omschrijving archiefstuk(ken)
1328	1940-1941	Dagberichten van de Befehlshaber der Ordnungspolizei Den Haag betreffende vijandelijke luchtaanvallen, 1940-1941.

Toegangsnummer 216K - Collectie Departement van Justitie		
Inv. Nummer	Datum	Omschrijving archiefstuk(ken)
180	23 juni 1943 – 28 april 1944	Rapporten van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politiekorpsen en de Marechaussee inzake het geven van het sein luchtalarm, het neerstorten van vliegtuigen en de vondst van niet ontplofte explosieven.
185	11 oktober 1943 – 17 september 1944.	Processen-verbaal van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politie en Marechaussee met betrekking tot vijandelijke vliegtuigen, bomaanvallen en ontploffingen in verschillende gemeenten: Echt-Zwolle.
186	z. datum	Meldingen van verschillende gemeenten betreffende ongevallen, beschietingen, bombardementen en het afwerpen van (lege) benzinetanks door vliegtuigen.

Bijlage 9: Nationaal Archief

2.02.20 – Kabinet der Koningin, 1946-1975	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
13162-13181	Lijsten van wetten, koninklijke besluiten en kabinetsbrieven vanaf 1956

3.02.20.02 - Provinciale Staten Zuid-Holland	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
545	Provinciaal verslag, 1940
546	Provinciaal verslag, 1941-1945

3.02.27 - Provinciale Waterstaat Zuid-Holland	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
27	Inventarisatie van oorlogsschade aan provinciale eigendommen, 1945-1966: 1945-1951
28	Inventarisatie van oorlogsschade aan provinciale eigendommen, 1945-1966: 1953-1966
758	Onderzoeken naar de aanwezigheid van niet-geëxplodeerde vliegtuigbommen te Hazerswoude door de Hulpverleningsdienst van het Ministerie van Binnenlandse Zaken ten bate van diverse uit te voeren werkzaamheden,, 1952
809	Herstellen van oorlogsschade aan en opruimen van voormalige Duitse verdedigingswerken in de duinen,, 1947-1950
819	Opruiming van betonbunkers, 1953 - Staande langs de buitendijk van de Westerse Polder en van Torensteenspolder in de Hoeksche Waard te Numansdorp, volgens overeenkomst T/1953, 1953
820	Opruiming van betonbunkers, 1953 - Staande langs de buitendijk van de Eendragtspolder in de Hoekse Waard te Goudswaard en Zuid-Beijerland, volgens overeenkomst S/1953, 1953
1022	Oorlogsschade, 1940 - 1946, 1939-1950, z.d (*)
1025	Oorlogsschade, 1945 - 1950, 1939-1950, z.d (*)

3.02.27.01 - Provinciaal Bestuur Zuid-Holland 1850-1945	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
489-540	Gedeputeerde Staten, registers van net-notulen mei 1940 –mei 1945
5057-5066	Commissaris des Konings/der Koningin, 1940-1945

3.02.42 - Kabinet Commissaris der Koningin (Zuid-Holland)	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
213	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1975-1978
214	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1979-1980
215	Opruimactie's van V1-bommen en munitie, 1975-1982: 1981-1982

3.07.11 - Rijkswaterstaat Zuid-Holland	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
784	Stukken betreffende het herstel van brandschade en oorlogsschade aan het bedieningshuis van de Barendrechtsebrug over de Oude Maas, 1942-1947

3.09.34 - Militair Gezag Zuid-Holland	
Inv. Nr.	Omschrijving archiefstukken
43	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, munitie en andere explosieven,, 1945
146	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, munitie en andere explosieven,, 1945
147	Stukken betreffende het onderzoek naar verongelukte geallieerde vliegtuigen en hun bemanningen en de berging van vliegtuigwrakken,, 1945
231	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945
282	Stukken betreffende het in kaart brengen van mijnenvelden en het opruimen van explosieven,, 1945
361	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, springstof en andere explosieven,, 1945
465	Stukken betreffende de opsporing en opruiming van mijnen, bommen, springstof en andere explosieven,, 1945
529	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945
575	Stukken betreffende de opruiming van mijnen, munitie en andere explosieven,, 1945

Bijlage 10: Buitenlandse archieven

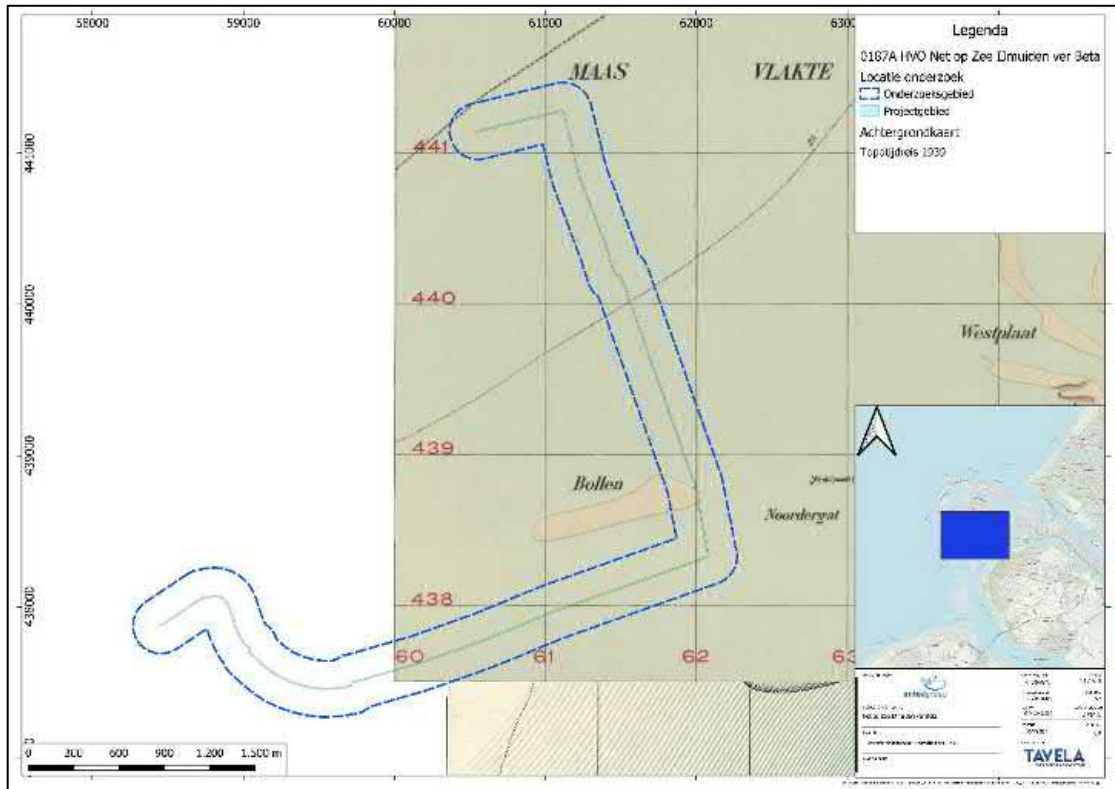
Geen relevante gegevens gevonden.

Toegang AIR 37, Daily logs van de 2 nd Tactical Air Force			
Inv. Nummer	Titel	Omschrijving	Tijdperiode
715	Allied Expeditionary Air Force, and 2nd Tactical Air Force	2nd Tactical Air Force: Daily intelligence and operations summaries	Sept-okt 1944
716	Idem	Idem	Nov-dec 1944
717	Idem	Idem	Jan-feb-1945
718	Idem	Idem	Mar-mei 1945

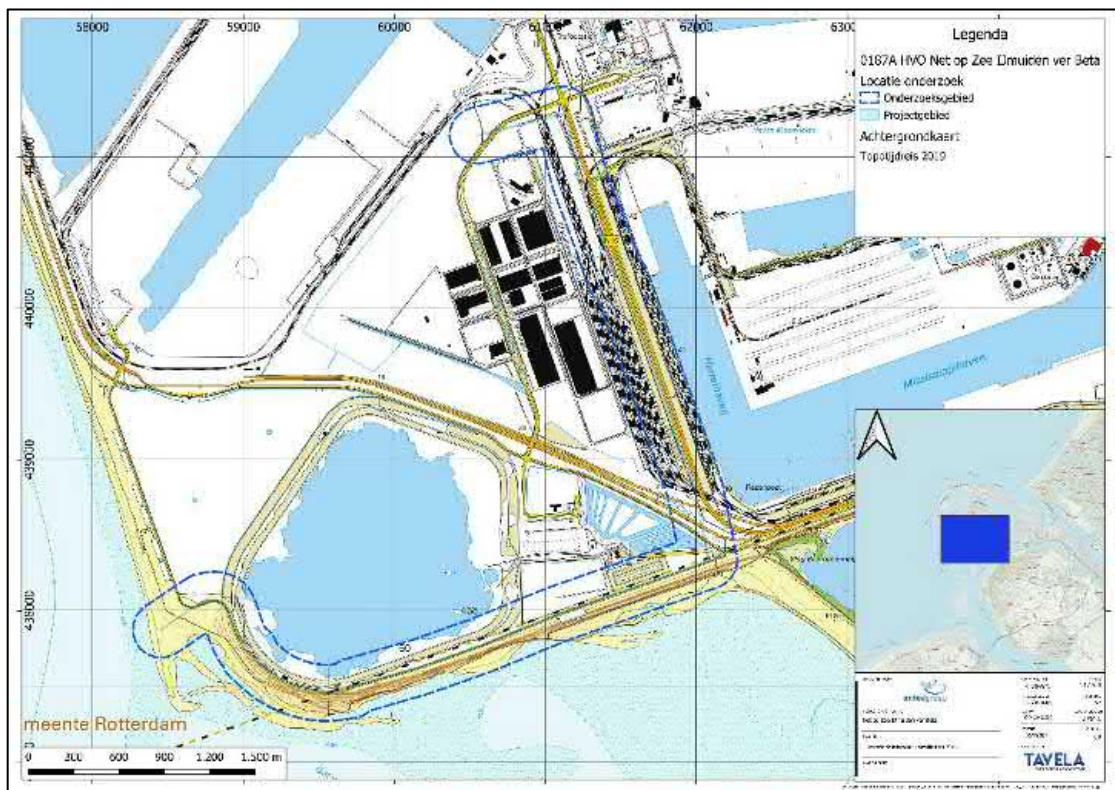
Bijlage 11: Naorlogse bodemroering

Van contra-indicaties is sprake als er in het projectgebied gerichte opsporing van CE, of dat er grondroerende werkzaamheden hebben plaatsgevonden. Dergelijke gegevens over naorlogs grondverzet worden alleen verzameld en geanalyseerd, indien er in het bronnenonderzoek indicaties voor de aanwezigheid van CE zijn aangetroffen.

Het onderzoek naar naorlogs grondverzet beperkt zich tot een vergelijking van de situatie ten tijde van de Tweede Wereldoorlog met de hedendaagse situatie.



Afbeelding B11.1: De situatie in 1939. Bron: Topotijdreis 1939.



Afbeelding B11.2: De situatie in 2019. Bron: Topotijdreis 2019.

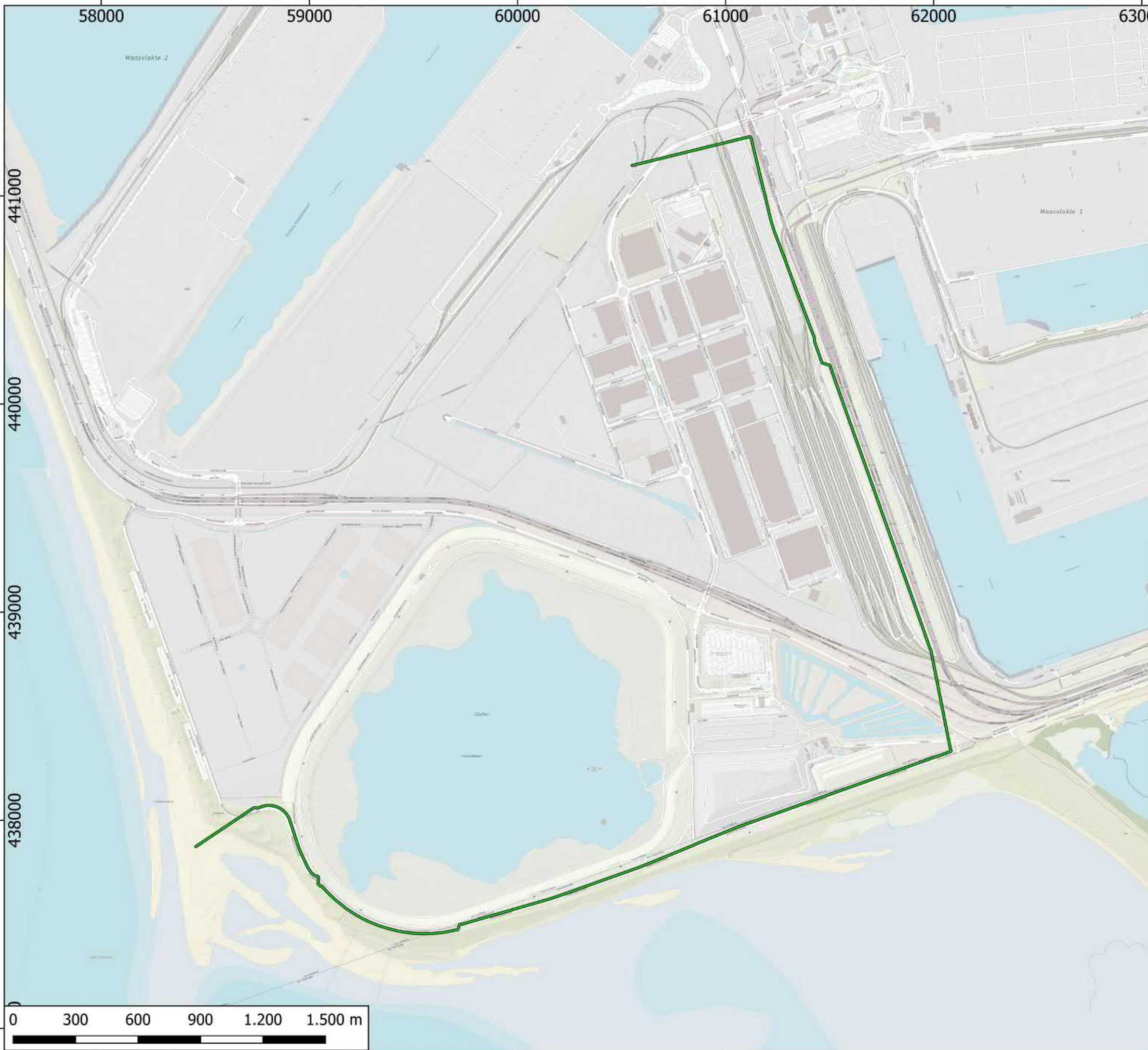
Bijlage 12: Overzicht gebeurtenissen

Geen gebeurtenissen weer te geven.

Bijlage 13: Feiten inventarisatiekaart

Geen gebeurtenissen weer te geven.

Bijlage 14: CE- Bodembelastingkaart



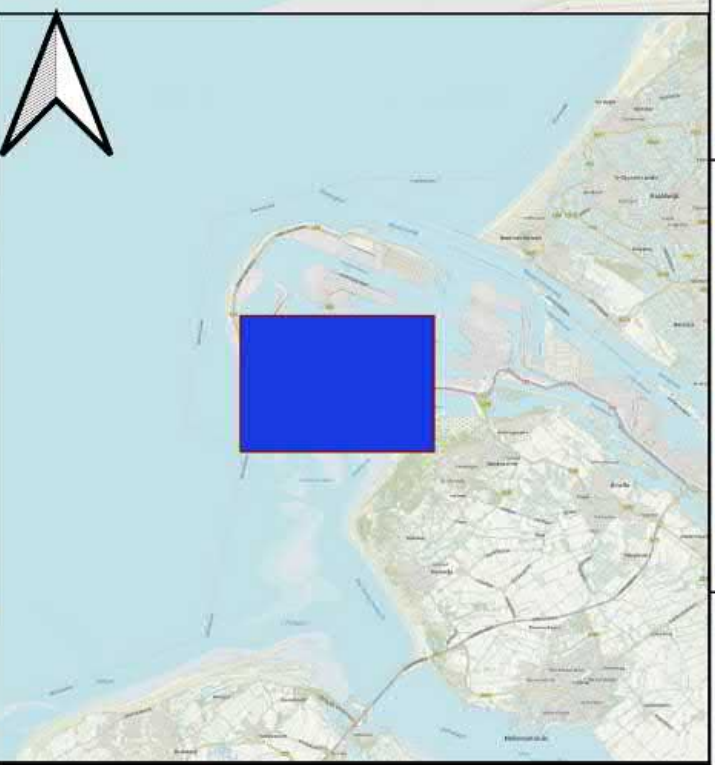
Legenda

0187A HVO Net op Zee IJmuiden ver Beta

Bodembelastingkaart CE

■ Onverdacht gebied

Achtergrondkaart
Topografie Nederland



OPDRACHTGEVER		GIS SPECIALIST	P. Stevens	SCHAAL	1:17.500
PROJECTLEIDER	B. Veenstra	PROJECTLEIDER	B. Veenstra	FORMAAT	A3
PROJECTOMSCHRIJVING	Net op Zee IJmuiden ver Beta	DATUM	08-12-2020	BLAD IN BLADEN	1 van 1
KAARTTITEL	Bodembelastingkaart BRK	STATUS	Definitief	WZELNR	C0
KAARTVERWER		www.zavel.nl		EXPLOSIEVENONDERZOEK	

Bijlage 15: Protocol toevalstreffer

Aantreffen 'vermoedelijk' explosief

1. Het object niet beroeren
2. Ter plaatse eventueel de werkzaamheden staken
3. Afzetten/markeren locatie (circa 5 meter rondom object)
4. Omstanders, opdrachtgever en bouwmanager attenderen/informereren
5. De opdrachtnemer informeert de politie (telefoonnummer 0900 – 88 44)
6. De politie stuurt een explosievenverkenner ter beoordeling wel/geen explosief
7. De politie geeft de melding door aan de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) en bepaalt de urgentie voor de ruiming van het vermoede explosief
8. De ruimploeg van de EOD komt vervolgens om het explosief onschadelijk te maken

Bijlage 16: . Definitie en uitleg (sub-) soorten Conventionele Explosieven

Algemeen

In totaal worden er 16 hoofdgroepen CE onderscheiden. De meest voorkomende hoofdgroepen worden hieronder kort omschreven.

Klein kaliber munitie

Definitie: munitie voor wapens met een kaliber < 20 mm.

Uitleg: klein kaliber munitie is een verzamelnaam bedoeld voor alle munitie van handvuurwapens zoals revolvers, pistolen, geweren, machinegeweren en dergelijke.



Afbeelding: Brits machinegeweer Bren MkII



Afbeelding: Klein Kaliber Munitie (KKM),
kaliber .303 (7,69 mm)

Handgranaten

Definitie: een lichaam al of niet voorzien van springstof en voorzien van een ontsteker bedoeld om met de hand te werpen.

Uitleg: een handgranaat bestaat uit een lichaam, meestal vuistgrootte, vaak voorzien van een beugel en veiligheidspin, dat al of niet is gevuld met een spring-, een chemische-, een pyrotechnische- of kruitlading. Een handgranaat is voorzien van een ontsteker met het doel te detoneren, brand te stichten, een rookgordijn te leggen, etc. Dit is afhankelijk van de soort handgranaat en haar vulling.



Afbeelding: Handgranaten

Geweergranaten

Definitie: een granaat bedoeld om met behulp van een geweer te verschieten.

Uitleg: een geweergranaat is betrekkelijk klein en meestal voorzien van een staartstuk. Het is een munitieartikel dat speciaal is ontworpen om met behulp van een geweer en een afvuur- c.q. scherpe patroon te worden verschoten.

De opbouw en gevechtslading van een geweergranaat is in het algemeen te vergelijken met de opbouw van die van handgranaten. Geweergranaten hebben een groter bereik dan handgranaten.



Afbeelding: Duitse geweergranaten.



Afbeelding: het verschieten van een geweergranaat

Granaatwerpers

Definitie: munitieartikelen die met een speciaal wapensysteem worden verschoten, gelanceerd of weggeslingerd.

Uitleg: munitie voor granaatwerpers verschilt van geweergranaten in die zin, dat zij een speciaal wapensysteem hebben om verschoten of gelanceerd te worden. Ook zijn ze groter dan geweergranaten. Het gebruik van de speciale afschiet- of lanceerinrichting werd niet direct geaccepteerd in militaire kringen, omdat dit inhield dat de militair een extra wapen moest dragen, meestal ten koste van zijn persoonlijke handvuurwapen. Op het slagveld bleken deze lanceerinrichtingen echter zeer doeltreffend te zijn, aangezien hiermee de vuurkracht van een kleine eenheid vergroot werd. Bovendien konden allerlei soorten granaten nauwkeurig gericht en verschoten worden op diverse vijandelijke doelen op uiteenlopende afstand. Munitie voor granaatwerpers heeft meestal een herkenbaar staartstuk.



Afbeelding: Engelse granaatwerpers (PIAT)



Afbeelding: Duitse granaatwerpers

Raketwerpers

Definitie: munitieartikelen die na te zijn afgevuurd tijdens de vlucht worden voortgestuwd door een raketmotor.

Uitleg: raketten zijn te herkennen aan een raketmotor met daarin een venturi (uitstroomopening). Anders dan hedendaagse geleide raketten waren deze raketten na het lanceren niet meer bestuurbaar. Bij de Amerikanen werd de Bazooka gebruikt en bij de Duitsers de Panzerschreck.

N.B. Voor raketten die werden afgevuurd door vliegtuigen zie lucht-gronddoelraketten.



Afbeelding: Amerikaanse Bazooka



Afbeelding: Duitse Panzerschreck

Geschutmunitie

Definitie: munitie voor diverse soorten vuurmonden met een kaliber van 20 mm of groter.

Uitleg: geschutmunitie is een verzamelnaam voor verschillende soorten munitie gebruikt voor b.v. kanonnen en mortieren. Hieronder vallen bijvoorbeeld granaten, mortiergranaten, terugstootloze vuurmonden (TLV's), maar ook hulzen e.d.



Afbeelding: Duitse 10,5 cm granaat



Afbeelding: 3 inch (= 7.62 cm) brisantgranaat

Mijnen(velden)

Definitie: een hoofdloading, al of niet in een omhulsel, voorzien van een ontsteker, in of op een terrein of gebied aangebracht om te hinderen, schade toe te brengen of buiten gevecht te stellen en dat door het te treffen doel wordt geactiveerd.

Uitleg: hoewel andere vormen voorkomen, hebben landmijnen vaak een ronde (schijf)vorm. Anti- personeelsmijnen zijn meestal zo groot als een schoenpoetsdoosje, terwijl anti-tankmijnen zo groot zijn als een wiel. Mines worden in of op het terrein (of ander gebied) aangebracht om de toegang tot en het gebruik van bepaalde terreingedeeltes te ontzeggen, de vijand te hinderen in zijn beweging en/of de vijand buiten gevecht te stellen. Mines uit de Tweede Wereldoorlog waren vaak voorzien van een drukontsteker. Moderne mines kunnen voorzien zijn van ontstekers met sensoren, zodat deze reageren op licht, geluid, trilling, warmte, e.d.



Afbeelding: Duitse anti-tank Tellermine.42



Afbeelding: Duitse anti-tank Riegelmine 43

Afwerpmunitie

Definitie: munitieartikelen, bedoeld om vanuit een vliegtuig te worden afgeworpen.

Uitleg: bommen komen voor in allerlei vormen en maten. De meeste bommen hebben een cilindrisch of sigaarvormig lichaam met een springstoflading (brisantbommen). Verder komen chemische en pyrotechnische ladingen voor (brand- en fotoflitsbommen). Bommen komen tot uitwerking in de lucht of bij inslag (direct of na het verlopen van een tijd) of na indringen. Om de beoogde uitwerking te verkrijgen kunnen bommen voorzien zijn van een grote verscheidenheid aan ontstekingsmechanismen. De meest voorkomende zijn de direct werkende of (lange) vertraging ontstekers.



Afbeelding: opslag 500lbs (= 227 kg) bommen



Afbeelding: 500lbs bom in Zwolle

Lucht-gronddoelraketten

Definitie: munitieartikelen die na te zijn afgevuurd tijdens de vlucht worden voortgestuwd door een raketmotor.

Uitleg: raketten zijn te herkennen aan een raketmotor met daarin een venturi (uitstroomopening). Anders dan hedendaagse geleide raketten waren deze raketten na het lanceren niet meer bestuurbaar.

De Britse 60-lbs raket werd voornamelijk vanuit jachtbommenwerpers afgevuurd op tanks, treinen, voertuigen en gebouwen.



Afbeelding: Engelse Semi Armour Piercing (SAP) 60 lbs (= 27 kg) vliegtuigraketten

Bijlage 17. Uitgangspunten horizontale afbakening (WSCS-OCE Tabel 3)

Indicatie	Algemene omschrijving	Verdacht	Onverdacht	Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
Verdedigingswerk	Groepering van wapenopstellingen en/of geschutopstellingen, rondom afgezet met een versperwring (bijvoorbeeld weerstandskam of steunpunt).	X		Het grondgebied binnen de grenzen van het verdedigingswerk is verdacht. De grenzen worden bij voorkeur bepaald aan de hand van georienteerde luchtfoto's.
Wapenopstelling	Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of anders (semi) automatisch wapen, niet zijnde onwettig deel van een verdedigingswerk.			Locatie van de wapenopstelling.
Geschutopstelling (statisch en mobiel)	Locatie van geschut, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	X		25 meter rondom het hart van de geschutopstelling, maar niet verder dan een eventueel aangrenzende watergang.
Munitieopslag in open veld	Locatie van munitievoorraad in het open veld, niet zijnde binnen een verdedigingswerk.	X		Locatie van de veldopslaglocatie.
Loopgraaf	Militaire loopgraaf.	X		Het gebied binnen de contouren van de loopgraaf is verdacht, bij voorkeur bepaald aan de hand van georienteerde luchtfoto's.
Tankgracht of Tankgat	Een diepe (al dan niet droge) gracht of goot met steile wanden, aangebracht om pantservoertuigen tegen te houden.		X	Niet verdacht, tenzij er aanwijzingen zijn dat er mogelijk munitie in gedumpt is.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MHOD geen landmijnen aangetroffen.		X	n.v.t.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MHOD, of bij naboorlogse activiteiten landmijnen aangetroffen.	X		De grenzen zoals aangegeven in het mijnenrapport.
Mijnerveld	Georienteerd mijnerveld, waarvan mijnenrapport aanwezig is. Alle volgens het legerapport geëde landmijnen zijn geïdentificeerd.		X	n.v.t.
Mijnerveld	Georienteerd mijnerveld waarvan mijnenrapport aanwezig is. Niet alle volgens het mijnenrapport geëde landmijnen zijn geïdentificeerd. Geen feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermoed.	X		De grenzen zoals aangegeven in het mijnenrapport en/of mijnenrapport.
Mijnerveld	Mijnenrapport aanwezig. Niet alle volgens het legerapport geëde landmijnen zijn geïdentificeerd. Feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermoed.		X	n.v.t.
Verspermingen	Verspermingen, zoals strand-verspermingen en Drakenzanden.		X	Tenzij er indicaties zijn dat CE onderdeel uitmaken van de versperming.
Infrastructuur zonder geschutopstelling of munitievoorraad	Militaire werken: zoals woon-onderkomen of werken met een burgerdoel zoals schuilbunker.		X	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van nabij verdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Schuilloopgraaf	Loopgraaf voor burgerbevolking om in te schuilen.		X	n.v.t.
Kampementen	Grondgebied met onderkomen zoals tenten.		X	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van munitieopslag of nabij-verdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Mangot	Gat in grond met schuifunctie, niet in gebruik genomen als schuiterput.		X	n.v.t.
Vernielingslading	Locatie van aangebrachte vernielingslading.	X		Locatie van de vernielingslading.
Artillerie, mortier- of raketbeschieting	Gebied dat is beschoten door mobiel of vast geschut, mortieren of grondbonden (meervoudig) raketwepensysteem.	X		Situatieel te bepalen.
Raketbeschieting inslagenpatroon bekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers.	X		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagenpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dit is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindgange binnen het inslagenpatroon.
Insagpunt blindanger, zijnde een vliegtuigbom	Vliegtuigbom die niet in werking is gekomen.			Te bepalen volgens rekenmethode waarin ten minste rekening wordt gehouden met de volgende parameters: de afwerphoogte, de afwerpsnelheid, het gewicht van de bom, de diameter van de bom en de weerstand van de bodem. Op basis van in ieder geval deze vijf parameters wordt berekend tot welke diepte CE theoretisch kunnen indringen en hoe ver de maximale horizontale verplaatsing is.
Crashlocatie vliegtuig	Aanwezigheid van CE vanwege de crash.	X		Situatieel te bepalen.
Krater van gedetoneerde incidentele luchtafweergeraat	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een incidentele luchtafweergeraat bevindt.		X	Tenzij er indicaties zijn dat het geen incidentele luchtafweergeraat betreft.
Insagpunt van een V-1 wapen	Gebied dat is getroffen door de in-slag van een V-1 wapen.	X		15 meter rondom een insagpunt vanwege de mogelijke horizontale verplaatsing onder de grond.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-1 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-1 wapen bevindt.	X		50 meter rondom een insagpunt vanwege de mogelijke aanwezigheid van explosieve componenten.
Krater van een (gedeeltelijk) gedetoneerd V-2 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-2 wapen bevindt.	X		Situatieel te bepalen.
Dumplocatie van munitie en/of toebehoren	Dumplocatie van CE en/of toebehoren in landbodem of op waterbodem.	X		Locatie van de dump en afbakening verder situatieel te bepalen, bij voorbeeld dumping in stilstaand of stromend water.
Ongecontroleerde (massa)explosie	(Sympathische) detonatie van een explosieven voorraad zoals ontploffing munitieopslag of munitie trein.			Situatieel te bepalen.
Vernielingslocatie voor CE	Eén of meerdere springputten.	X		De contour(en) van de springput(ten) en afbakening verder situatieel te bepalen, bijvoorbeeld gebied op de afstand van eventuele uitgeworpen CE buiten deze contour(en).
Vernielingslading (in werking gesteld)	Locatie van in werking gestelde vernielingslading, waarbij de mogelijkheid bestaat op het aantreffen van niet (geheel) gedetoneerde springlading(en).	X		Locatie waar de vernielingslading in werking is gesteld en afbakening verder situatieel te bepalen.
Tapijtbombardement	Gebied dat is getroffen door een bombardement met middelzware en/of zware bommenwerpers, met als doel om schade aan te richten over een groot gebied.	X		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon ⁽¹⁾ wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagenpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dit is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindgange binnen het inslagenpatroon.
Duikbombardement op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 181 meter gemeten vanuit het hart van het doel. ⁽²⁾
Duikbombardement op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 91 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn. ⁽²⁾
Raketbeschieting op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 108 meter gemeten vanuit het hart van het doel. ⁽²⁾
Raketbeschieting op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn of treinstel op deze spoorlijn te treffen.	X		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 80 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn. ⁽²⁾

- 1) *Verzameling van de locaties van inslagen van één bepaald toestel of één bepaald bombardement.*
- 2) *Afstanden zijn afkomstig van een Britse studie (empirisch onderzoek) naar de accuratesse bij aanvallen door eenmotorige duikbom- menwerpers gedurende de periode oktober 1944 – april 1945 (AIR 55/322). deze duikbombardementen is niet in de studie meegenomen. Eventueel effect van vijandelijk luchtafweer tijdens*
- 3) *De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50% van de vliegtuigbommen binnen 119 meter neer is gekomen en de maximaal gemeten afstand t.o.v. het doel 181 meter was.*
- 4) *De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50 % van de vliegtuigbommen binnen 46 meter neer is gekomen en de maximaal afstand t.o.v. het doel 91 meter was.*
- 5) *De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel (gebouwen) waarbij opgemerkt moet worden dat de gemiddelde spreiding van de raketten t.o.v. het middelpunt van een salvo 69 meter was, en dat de gemiddelde afstand van het middelpunt van een salvo t.o.v. het doel 39 meter was.*
- 6) *De genoemde afstand is de maximale afstand gemeten n.a.v. luchtfoto-interpretatie.*



TAVELA B.V.

te Zwolle

KvK-nummer: 73373648

Het managementsysteem van **TAVELA B.V.** en de toepassing daarvan voldoet aan de eisen zoals neergelegd in de norm:

Systeemcertificaat

Opsporen Conventionele Explosieven WSCS-OCE

Evaluatie van het managementsysteem heeft plaatsgevonden volgens het certificatiereglement van TÜV Nederland voor het toepassingsgebied:

Deelgebied A: Opsporing

Deze certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV Nederland.

Registratienummer: 28337/1.2
Ingangsdatum certificaat: 29-07-2019
Certificaat geldig tot: 08-05-2022
Datum eerste certificaat: 08-05-2019

Managing Director
Dhr. E.W.A.C. Franken

TÜV Nederland
Ekkersrijt 4401
5692 DL Son en Breugel
T: +31 (0) 499 - 339 500
E: info@tuv.nl
W: www.tuv.nl



Aanwijzingsbeschikking Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid onder nummer: 2014-0000086668

1/1

Bijlage 19. Ontheffingen Wet Wapens en Munitie Tavela



Justis
Ministerie van Justitie en Veiligheid

DE MINISTER VAN JUSTITIE EN VEILIGHEID,

Kenmerk: OWM 2810

Gelezen het verzoek van 18 december 2018 van 'Tavela B.V.', gevestigd te Burgum, te dezen vertegenwoordigd door de heer B.A. Veenstra om verlening van een ontheffing op grond van artikel 4, eerste lid, van de Wet wapens en munitie, tot het voorhanden hebben en vervoeren van explosieven, zoals bedoeld in artikel 2, eerste lid, categorie II, onder 7, van de Wet wapens en munitie, alsmede munitie, zoals bedoeld in artikel 2, tweede lid, categorieën II en III, van de Wet wapens en munitie, ten behoeve van het verrichten van opsporingswerkzaamheden, zoals bedoeld in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit;

Gezien het advies van 7 maart 2019 van de politiechef van de regionale eenheid Noord-Nederland, namens de korpschef van de Nationale Politie (hierna de korpschef), waarin wordt geadviseerd de ontheffing te verlenen;

Gelet op het feit dat uit het verzoek van 'Tavela B.V.' en het bij de korpschef ingewonnen advies blijkt dat wordt voldaan aan de voorwaarden zoals gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit en er derhalve een redelijk belang is bij het voorhanden hebben van explosieven van categorie II en munitie van de categorieën II en III;

Gelet op artikel 4, eerste lid, artikel 22, eerste lid en artikel 26, eerste lid, van de Wet wapens en munitie;

B e s l u i t :

- I. Ontheffing, als bedoeld in artikel 4, eerste lid, van de Wet wapens en munitie, te verlenen aan:

Naam bedrijf : Tavela B.V.
Adres : Mr. Oppedijk van Veenweg 20e, 9251 GA
Vestigingsplaats : Burgum

voor het voorhanden hebben en vervoeren van explosieven, zoals bedoeld in artikel 2, eerste lid, categorie II, onder 7, van de Wet wapens en munitie, alsmede munitie, zoals bedoeld in artikel 2, tweede lid, categorieën II en III, van de Wet wapens en munitie, ten behoeve van het verrichten van opsporingswerkzaamheden, zoals bedoeld in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit;

- II. Aan te wijzen als beheerder van de bedoelde explosieven en munitie:

Naam : Rijpers
Voornamen : Albert Martinus Johannes
Geboortedatum : 9 augustus 1963
Geboorteplaats : Roosendaal en Nispen

GELDIGHEIDSDUUR VAN DE ONTHEFFING: tot 28 maart 2024

BEPERKINGEN:

1. De ontheffing heeft betrekking op de werkzaamheden "het benaderen en – in afwachting van ruiming door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) – tijdelijk veiligstellen van (onderdelen van) explosieven en munitie";
2. De onder 1 genoemde werkzaamheden dienen plaats te vinden overeenkomstig het Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven van Bijlage XII, behorend bij Artikel 4.17f van de Arbeidsomstandighedenregeling (hierna het Certificatieschema);
3. De aangetroffen explosieven en munitie dienen – voor zover mogelijk - opgeslagen te worden in een speciaal daartoe ingerichte voorziening voor het tijdelijk veiligstellen van de situatie;
4. De voorziening voor het tijdelijk veiligstellen van de situatie dient voorzien te zijn van deugdelijk hang- en sluitwerk alsmede van een goedgekeurde alarminstallatie, die ten minste bestaat uit een geluidsignaal, lichtsignaal en een telefonische melding aan alarmdienst of de beheerder;
5. Het voorhanden hebben en vervoeren van de wapens en munitie is uitsluitend toegestaan aan de in deze ontheffing genoemde beheerders voor zover dit noodzakelijk is bij de uitoefening van hun werkzaamheden.

VOORSCHRIFTEN:

1. De in de ontheffing genoemde organisatie dient in het bezit te zijn van een procescertificaat opsporen conventionele explosieven, zoals bedoeld in artikel 4.10, tweede lid van het Arbeidsomstandighedenbesluit;
2. Het procescertificaat of een afschrift daarvan is op de arbeidsplaats aanwezig en wordt desgevraagd getoond aan de toezichhouder;
3. De in deze ontheffing genoemde beheerders dienen in het bezit te zijn van een door de korpschef verleend verlof;
4. Bij intrekking of opzegging van de ontheffing worden de ontheffing en de daarin genoemde explosieven en munitie onverwijld ingeleverd bij de korpschef;
5. Tijdens de benaderingswerkzaamheden dient op de projectlocatie minimaal één "Senior OCE-deskundige" zoals bedoeld in Bijlage 2c van het Certificatieschema aanwezig te zijn;
6. Bij verhuizing wordt door houder hiervan onverwijld kennis gegeven aan de korpschef en dient de ontheffing ter wijziging te worden aangeboden aan de Minister van Justitie en Veiligheid;
7. Bij wijziging van de beheerder(s) wordt hiervan onverwijld kennis gegeven aan de korpschef en dient de ontheffing ter wijziging te worden aangeboden aan de staatssecretaris van Veiligheid en Justitie;
8. De houder van de ontheffing houdt zich strikt aan de bepalingen, gesteld bij of krachtens de Wet wapens en munitie, alsmede aan de in de ontheffing genoemde beperkingen en voorschriften;
9. De houder van de ontheffing dient uiterlijk drie maanden voor afloop van de geldigheidsduur een aanvraag ter verlenging bij de Minister van Justitie en Veiligheid in te dienen.

Den Haag, 28 maart 2019,

De Minister van Justitie en Veiligheid,
namens deze,



S. Gobardhan
Operationeel manager V&T

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage XII-B Hoogwaterveiligheidstoets



Datum: 04-06-2020
Versienummer: -
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

1 Overstromingsrisico op locaties converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta

1.1 Samenvatting converterstation Maasvlakte

Tabel 1-1 Score alternatieven converterstation Maasvlakte

Criteria thema overstromingsrisico	Alternatief Maasvlakte Noord	Alternatief Maasvlakte Midden	Alternatief Maasvlakte Zuid
Overstromingskans			
Buitendijks ¹	1/10.000	1/10.000	1/10.000
Binnendijks ²			
Waterdiepte (bij bovenstaande kans en huidig maaiveld)	0,49 - 0,59 m	tot 0,39 m (een deel van het maaiveld op deze locaties is hoger dan de waterstand en voldoet dus wel)	0,19 - 0,24 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan eisen TenneT

¹ gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT (zie paragraaf 1.4.1).

² faalkans op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update van uitgevoerde of nog binnenkort uit te voeren versterkingen

1.2 Samenvatting converterstation Simonshaven

Tabel 1-2 Score alternatief converterstation Simonshaven

Criteria thema overstromingsrisico	Alternatief Biertsedijk
Overstromingskans	
Buitendijks ¹	
Binnendijks ²	1/400 ³
Waterdiepte (bij bovenstaande kans en huidig maaiveld)	2 tot 3 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan eisen TenneT

¹ gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT zie paragraaf 1.4.1.

² faalkans op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update van uitgevoerde of nog binnenkort uit te voeren versterkingen

³ de primaire waterkering is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (Programmabureau HWBP, 2019) en momenteel is sinds 2018 tot begin 2020 de verkenningsfase bezig en is de verwachting dat de realisatie van de dijkversterking in 2025 is afgerond, waarna de overstromingskans kleiner is dan 1/10.000 per jaar. Ook dan moet het maaiveld nog worden opgehoogd om aan de eis te voldoen van een maximale overstromingsdiepte van 2,5 m conform beleid TenneT (zie paragraaf 1.4.1).

1.3 Indicatie van locaties met mitigerende maatregel: ophogen

Om het maaiveld van de converterstations droog te houden zijn meerdere mitigerende maatregelen te bedenken. Een logisch en vaak toegepaste maatregel is het ophogen van het huidige maaiveld. In de onderstaande Tabel 1-3 en Tabel 1-4 is de minimaal benodigd geachte ophoging opgenomen om te voldoen aan de eisen zoals die zijn opgenomen in het beleid van TenneT (zie paragraaf 1.4.1). Deze minimaal benodigde hoogte is gelijk aan de eerder vermelde waterdiepte op basis van de waterstand van het aangrenzende water te vergeleken met het huidige maaiveld (uit het Algemeen Hoogtemodel AHN3). Deze ophoging is ter indicatie. Aanbevolen wordt om deze in het ontwerpproces nauwkeuriger te bepalen (rekening te houden met onzekerheden, bodemdaling, omliggend terrein en dergelijke).

Tabel 1-3 Minimaal benodigd geachte ophoging alternatieven converterstation Maasvlakte z.d.d. overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar

	Alternatief Maasvlakte Noord	Alternatief Maasvlakte Midden	Alternatief Maasvlakte Zuid
Minimaal benodigde ophoging	0,49 - 0,59 m	tot 0,39 m (heeft betrekking op een deel van de locatie)	0,19 - 0,24 m
TOTAAL thema	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

Tabel 1-4 Minimaal benodigd geachte ophoging alternatief converterstation Simonshaven z.d.d. overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar na uitvoering geplande dijkversterking in 2025

	Alternatief Biertsedijk
Minimaal benodigde ophoging	Tot 0,50 m
TOTAAL thema	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

1.4 Toelichtende onderbouwing bij de overstromingsrisico-analyse

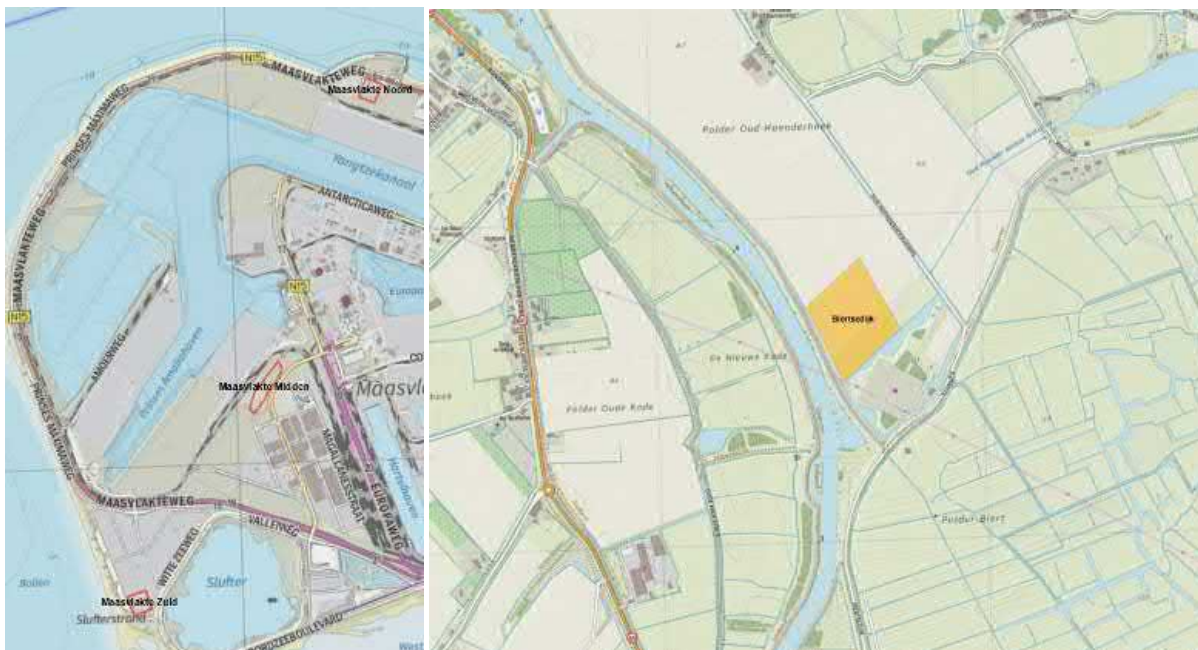
1.4.1 Inleiding

Voor de beoogde converterstationlocaties is op het thema overstromingsrisico het risico op overstromen in kaart gebracht. Daarbij is gekeken naar de kans van de mogelijke overstromingen vanaf het aangrenzende watersysteem zoals zee of rivier én de optredende waterdiepte.

Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn de volgende locaties (zie tevens Figuur 1-1) onderscheiden:

- Maasvlakte, 3 locaties, namelijk:
 1. Maasvlakte Noord (buitendijks)
 2. Maasvlakte Midden (buitendijks)
 3. Maasvlakte Zuid (buitendijks)

- Simonshaven, 1 locatie, namelijk:
 1. Biertsedijk (binnendijks, dijkkring 20)



Figuur 1-1 Indicatie locaties aanduiding voor beoogde converterstations

In de beoordeling is gebruik gemaakt van bestaande informatie en studies en is onderscheid gemaakt in binnendijkse en buitendijkse gebieden.

De binnendijkse gebieden zijn gebieden die binnen de dijken liggen, of formeel binnen de wettelijk vastgelegde primaire waterkeringen. De primaire waterkeringen zijn beschreven in de Waterwet (Ministerie I&M, overheid.nl, 2017). In de Waterwet zijn onder andere de normen vastgelegd waaraan de waterkering moet voldoen. De normen bevatten de maximaal toelaatbare overstromingskansen. Indien de waterkering niet voldoet (of dreigt niet te gaan voldoen) wordt er een dijkversterking ingepland, met als doel dat in 2050 alle waterkeringen voldoen aan de wettelijke norm. De wettelijke norm voor het overstromingsrisico is per gebied afgeleid en kan daardoor ook per gebied verschillen. Het huidige overstromingsrisico is in de studie Veiligheid Nederland in Kaart 2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014), voor het laatst in 2014 landsdekkend in kaart gebracht. Hieruit volgt de kans op overstromen en het gevolg (in waterdiepte en bijbehorende schade en slachtoffers) samen het overstromingsrisico. Dit beeld dient genuanceerd te worden met lopende en reeds geplande versterking van de waterkering.

Voor buitendijkse gebieden is er geen bescherming door een primaire waterkering. Dergelijke gebieden liggen doorgaans hoger zodat er niet direct gevaar voor overstroming ontstaat. Indien de waterstand echter hoger wordt, leidt dat alsnog tot overstroming. Voor de effectbeoordeling is de te verwachten waterstand bepaald met het rekenmodel Hydra-NL (versie 2.4.1 onderdeel van het vigerende Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium dat valt onder de Regeling veiligheid primaire waterkering 2017 (Ministerie I&M, Regeling veiligheid primaire waterkering 2017, 2016). Rekening houdend met het KNMI2006 W+ klimaatscenario (o.a. 25cm zeespiegelstijging in 2050 t.o.v. 2017 en 75 cm zeespiegelstijging in 2100 t.o.v. 2017). Deze zee­water­stand is vergeleken met de huidige maaiveldhoogte (op basis van het AHN3, Algemeen Hoogtemodel Nederland 3), zonder rekening te houden met toekomstige ophogingen cq. mitigerende maatregelen of wateroverlast door eventuele

golfoverslag op de kade. Indirecte uitval van aan- of afvoer van werknemers, goederen en/of elektriciteit is niet meegenomen in de beschouwing.

Voor de binnendijkse analyse is de huidige overstromingskans bepaald en de daarbij behorende waterdiepte ter plaatse van het converterstation.

Voor de buitendijkse analyse is de waterstand in 2070 (2028-2030 IJmuiden Ver Beta in bedrijf + 40 jaar levensduur) afgeleid voor de 1/10.000 per jaar conditie, conform het beleid van TenneT.

Het TenneT beleid voor nieuwe stationslocaties is als volgt samen te vatten:

Bij stationslocaties voor nieuwbouw van stations moet gestreefd worden naar realisatie van deze stations op een locatie die (volgens peiljaar 2020):

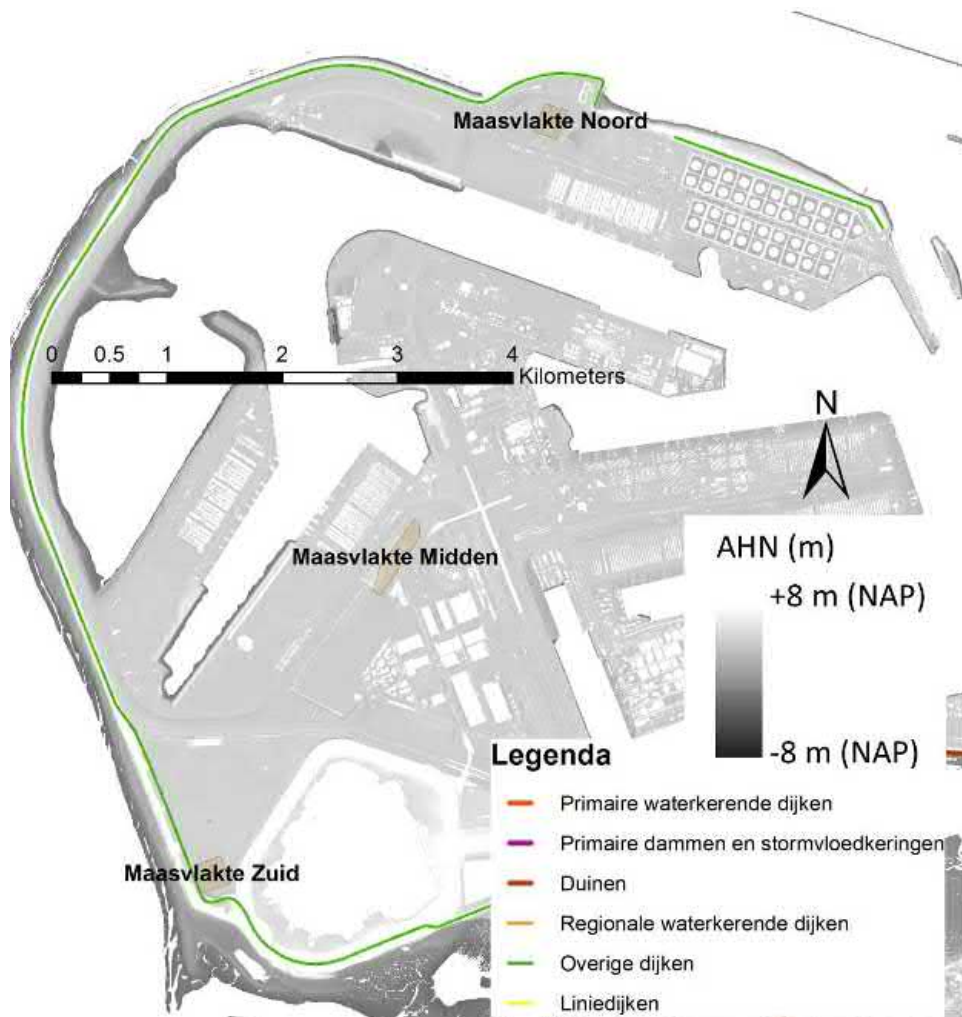
1. Niet overstroombaar is, of;
2. Een maximale overstromingsdiepte van +2,5 meter boven stationspeil heeft, en;
3. Een overstromingskans kent met een lagere kans van voorkomen dan 1/10.000 per jaar.

Afwijking is mogelijk indien gemotiveerd aangetoond wordt dat realisatie elders minder wenselijk of maatschappelijk onverantwoord is en realisatie in dit gebied ook uitvoerbaar kan worden gemaakt door het treffen van maatregelen.

In de eindbeoordeling is beoordeeld of de huidige overstromingskans kleiner is dan 1/10.000 per jaar én de overstromingsdiepte kleiner of gelijk is aan 0 meter. (Bij een overstromingskans van 1/10.000 per jaar en een bijbehorende optredende waterdiepte van bijvoorbeeld 0,94 meter kan in het ontwerp bijvoorbeeld een ophoging van het station worden overwogen en rekening worden gehouden met toegankelijkheid en bediening van het station en toekomstige klimaatveranderingen. Dergelijke mogelijke mitigerende maatregelen en overwegingen zijn niet meegenomen in de onderliggende beoordeling.)

1.4.2 Analyse Maasvlakte buitendijkse converterstationlocaties

- Maasvlakte, 3 locaties (zie tevens Figuur 1-2), namelijk:
 1. Maasvlakte Noord (buitendijks)
 2. Maasvlakte Midden (buitendijks)
 3. Maasvlakte Zuid (buitendijks)

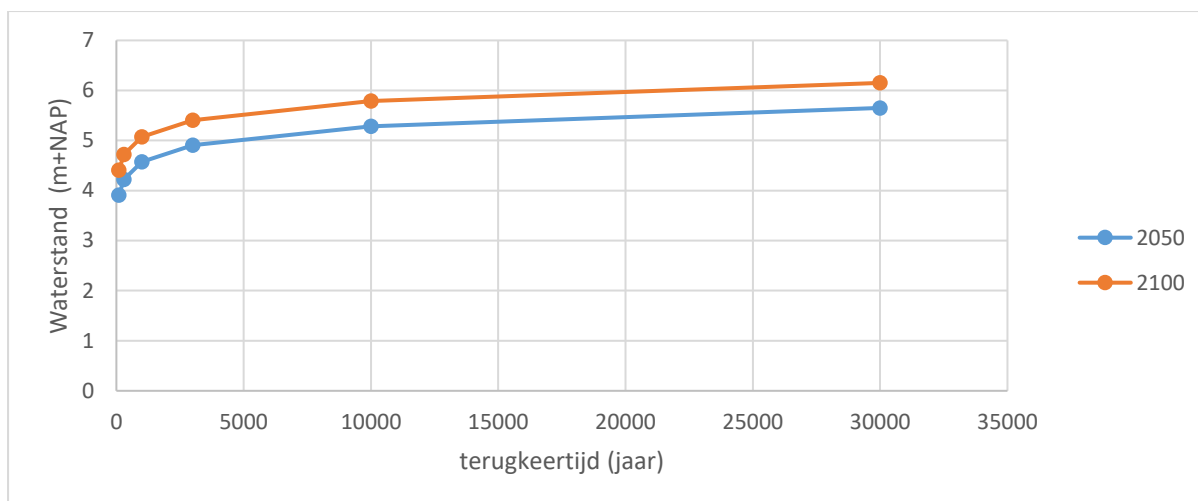


Figuur 1-2 Locatie converterstations Maasvlakte met indicatie van hoogteligging

De buitendijkse terrein voor de locaties Maasvlakte liggen op een hoogte van:

- Maasvlakte Noord = NAP +4,80 tot 5,00 m
- Maasvlakte Midden = NAP +5,10 tot 7,00 m
- Maasvlakte Zuid = NAP +5,20 tot 5,30 m

Deze worden bedreigd door water vanuit de Noordzee. De 1/10.000 per jaar waterstand voor 2070 bedraagt NAP +5,49 m (Hydra-NL, locatie HK_3_hy01-00006/ HK_3_14-5_hy01_00006), door middel van een lineaire interpolatie tussen de waterstanden 2050 en 2100, zie Figuur 1-3.



Figuur 1-3 Berekende waterstanden ten opzichte van de terugkeertijd

De 1/10.000 per jaar waterstand is in 2070 daarmee:

- Maasvlakte Noord: 0,49 tot 0,69 m hoger dan het aanwezige maaiveld
- Maasvlakte Midden: 0,39 hoger tot 1,51 m lager dan het aanwezige maaiveld
- Maasvlakte Zuid: 0,19 tot 0,29 m hoger dan het aanwezige maaiveld

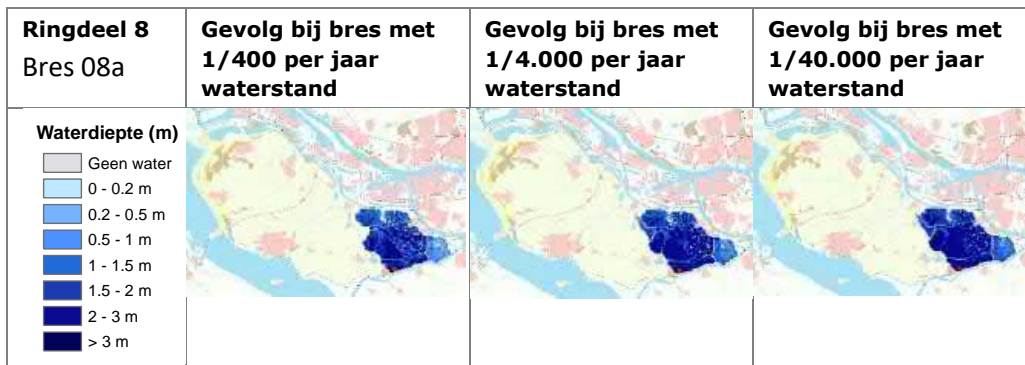
Deze locaties voldoen daarmee niet aan het TenneT-beleid, want bij een faalkans van 1/10.000 per jaar overstroomt deze locaties (locatie Maasvlakte midden deels). Om wel aan het beleid te voldoen kan bijvoorbeeld het maaiveld opgehoogd worden.

1.4.3 Analyse Simonshaven binnendijkse converterstationlocatie

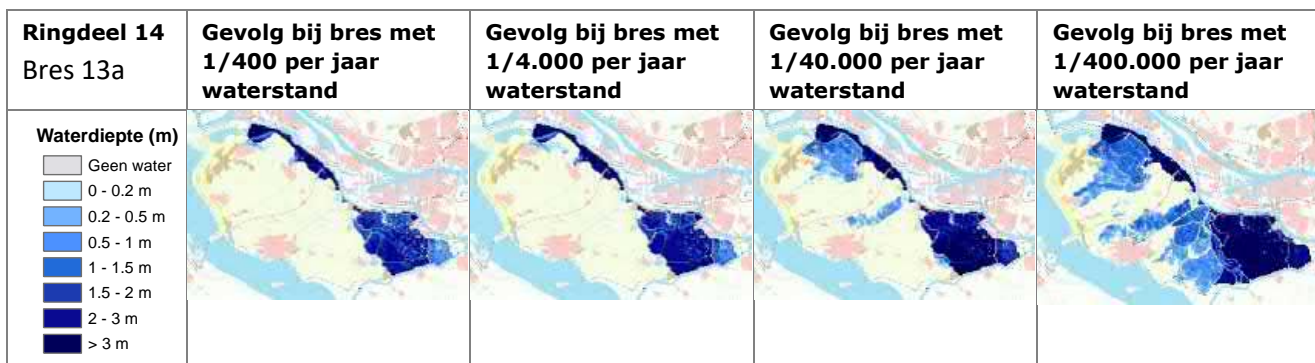
- Simonshaven:
 1. Biertsedijk (binnendijks, dijkkring 20)

De locatie Biertsedijk ligt binnendijks, in dijkkring 20, Voorne-Putten. In de vigerende Waterwet is de dijkkring opgedeeld in vier dijktrajecten (20-1, 20-2, 20-3 en 20-4). Waarbij elk dijktraject afzonderlijk is genormeerd. Het dijktraject 20-4 (dat bescherming biedt tegen overstromingen vanuit het Haringvliet) heeft een maximaal toelaatbare overstromingskans van 1/300 per jaar. De overige drie dijktrajecten hebben een maximale overstromingskans van 1/10.000 per jaar en bieden bescherming tegen het water dat in directe verbinding staat met de Noordzee (in de vorige Waterwet was er aan de gehele dijkkring een overschrijdingskansnorm van 1/4.000 per jaar toegekend voor de te keren waterstand).

De berekende overstromingskans (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) van de gehele dijkkring is groter dan 1/100 per jaar. Voor de locatie Biertsedijk zijn in principe alleen de overstromingen relevant die tot aan die locatie komen. Gezien de diverse compartimenterende dijken in het gebied zijn er twee delen van de dijkkring (zogenaamde ringdelen) waarbij, bij een doorbraak, er ook water zal komen op de locatie Biertsedijk, namelijk ringdeel 8 en ringdeel 14, respectievelijk Figuur 1-4 en Figuur 1-5.



Figuur 1-4 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (cq. bres) van ringdeel 8 bij een bepaalde waterstand, bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)



Figuur 1-5 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (cq. bres) van ringdeel 14 bij een bepaalde waterstand bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)

In de VNK2 studie is naast de overstromingskans van de gehele dijkkring ook de overstromingskans van de verschillende ringdelen berekend. De grootse faalkans (circa 1/400 per jaar) betrof ringdeel 8 met een bres aan het Spui met bovenstaande gevolgen bij een dergelijke faalkans. Ten tijden van de studie VNK2 stond een dijkversterking al wel in de planning, maar was het definitieve ontwerp nog niet gereed. Er is destijds een doorkijk gemaakt met de geplande verbeteringen en mogelijke dominante andere dijkvakken, maar ook daarmee bleef de faalkans relatief hoog. Dit beeld komt ook voort uit de “Beoordeling veiligheid primaire waterkeringen 2017-2023” (Bossenbroek, 2017). De opgave voor de versterking staat momenteel op het HoogWaterBescherminingsProgramma (HWBP). In het HWBP projectenboek 2020 (Programmabureau HWBP, 2019) is aangegeven dat de verkenningsfase loopt van 2018 tot begin 2020. De verwachting is dat de afronding van de realisatie in 2025 gereed is. De overstromingskans voldoet dan aan de wettelijke norm (1/10.000 per jaar, Waterwet). De werkelijk kans wordt dan nog aanzienlijk kleiner omdat in het ontwerp rekening gehouden wordt met toekomstige zwaardere hydraulische belastingen en onzekerheidstoelagen zodat aan het eind van de levensduur nog precies aan de norm wordt voldaan.

Het maaiveld van de locatie Biertsedijk ligt met een maaiveldhoogte van -1,2 tot -0,90 m NAP relatief laag, waardoor bij het falen van de waterkering ook een grotere waterdiepte verwacht kan worden, dan de eerdere berekeningen van voor de versterking lieten zien. De waterdiepte zal indien toch een bres ontstaat naar verwachting 2 tot 3 m bedragen. (Daarmee ligt de waterdiepte rondom de eis van maximaal 2,5 m waterdiepte, zodat een verhoging van het maaiveld nodig is, zeker indien bodemdaling en verdere zeespiegelstijging in rekening wordt gebracht. In een verdiepende studie cq. het ontwerp kan hier rekening mee worden gehouden zodat de bandbreedte van de overstromingsdiepte mogelijk verkleind kan worden.)

1.5 Bronnen

- Bossenbroek, J. (2017). *Beoordeling veiligheid primaire waterkeringen 2017-2013, Normtraject 20-3, Geervliet-Hekelingen* (Vol. 28 augustus 2017, Definitief v3.0). Waterschap Hollandse Delta.
- Ministerie I&M. (2016). *Regeling veiligheid primaire waterkering 2017* (Vol. IENM/BSK-2016/283517).
- Ministerie I&M. (2017). Opgehaald van overheid.nl:
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-07-01>
- Programmabureau HWBP. (2019). *HWBP projectenboek 2020* (Vol. 14 november 2019).
- Reen, M. v. (2015). *Water onder hoogspanning, Pilotstudie overstromingsrisico Zuid-Beveland*. Arcadis.
- Rijkswaterstaat projectbureau VNK. (2014). *De veiligheid Nederland in kaart*. Opgehaald van http://wetswegwijzer.nl/downloads_helpdeskwater/VNK-Rapport-HR.pdf

ONDERWERP

IJmuiden Ver Beta & Gamma - Magneetveldzoneberekeningen
Converterstation en AC-kabel

PROJECTNUMMER

D04001.054059

DATUM

5 augustus 2021

ONZE REFERENTIE

D10032595:47

VAN

Made Satyadhira Madalila

AAN

Ron van den Thillart (TenneT)

KOPIE AAN

Martin van Essen

Tom Bogaert

1 Inleiding

TenneT onderzoekt de mogelijkheden voor het aansluiten van het offshore windpark IJmuiden Ver Beta en Gamma op het landelijke hoogspanningsnet. Deze verbinding wordt Net op zee IJmuiden Ver Beta genoemd. Het offshore windpark wordt via een combinatie van ondergrondse HVDC- (gelijkstroom) en HVAC- (wisselstroom) verbindingen verbonden met het nieuw te bouwen 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven (MAH380)¹. Om de HVDC-verbinding om te zetten in een 380kV-verbinding, wordt een DC/AC converterstation gebouwd.

TenneT heeft aan Arcadis magneetveldzoneberekeningen gevraagd voor de volgende objecten:

- AC-schakeltuin bij converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma.
- AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma en MAH380

Voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen is in Nederland het beleidsadvies (VROM, 2005) van toepassing². Dit beleidsadvies adviseert aan gemeenten, provincies en netbeheerders om zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat 'gevoelige bestemmingen' vallen binnen de zone waar de jaargemiddelde veldsterkte hoger is dan 0,4 μ T (microtesla). Voor ondergrondse hoogspanningsverbindingen en transformator-/(converter)stations is er op dit moment geen beleidsadvies. Aangezien bekend is dat mensen in de nabijheid van hoogspanningsinfrastructuur zich soms zorgen maken over magneetvelden, is er voor Net op zee IJmuiden Ver Beta gekozen om met dit memo inzicht te bieden in de magneetveldcontouren en -zones van de bovengenoemde twee objecten.

Het feit dat in deze rapportage 0,4 μ T zones en -contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 μ T zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

In het volgende hoofdstuk wordt de software waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd nader toegelicht.

¹ Zoals onder andere aangegeven in "Participatieplan project Net op zee IJmuiden Ver Beta", 25 januari 2021

² Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen, Ministerie van VROM, kenmerk SAS/2005183118

2 Achtergrond Software

Deze paragraaf geeft enige achtergrond bij berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond complexere geometrieën, zoals de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- “Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015.
- Het document “Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding”, 3 november 2011.

2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden

De volgende uitgangspunten liggen ten grondslag aan de berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond hoogspanningsstations:

- 1) De geometrie bestaat uit eindige, rechte lijnelementen (die willekeurig georiënteerd kunnen zijn).
- 2) De invloed van de bodem is verwaarloosbaar (deze heeft in het algemeen een dempend effect *naast* het station), conform de RIVM-handreikingen tot het berekenen van magneetvelden³.
- 3) Specifiek voor magneetveldzoneberekeningen in de geest van de 0,4µT-contourbepaling wordt ervan uitgegaan dat alleen fasegeleiders stroom voeren; gearde geleiders voeren geen stroom, ook dit conform de RIVM-handreikingen.
- 4) De bron van het magneetveld is stroom die door de lijnelementen vloeit.
- 5) Elk lijnelement krijgt een stroom toegekend, inclusief richting en klokgetal.
- 6) Specifiek betreffende de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver: De stromen zijn berekend op basis van het nominale transportvermogen van de DC-kabels.
- 7) Het magneetveld opgewekt door het tijdswisselend elektrisch veld **E** wordt verwaarloosd. Dat wil zeggen: In de wet van Ampère $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t$, de vierde der Maxwellvergelijkingen, domineert de term met de stroomdichtheid **J** de term met **E**. Hierin zijn μ_0 zijn de magnetische permeabiliteit van het vacuüm, ϵ_0 de permittiviteit van het vacuüm en **B** het magnetisch veld.

2.2 Theorie en implementatie

Bovengenoemde wet van Ampère kan als volgt worden omschreven voor het geval van stromen door ‘dunne’ geleiders,

$$\mathbf{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\mathbf{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Die bekend staat als de wet van Biot-Savart. Hierin is I de stroom door een infinitesimaal lijnelement $d\mathbf{l}$ en r de afstand tussen het observatiepunt P en het lijnelement. Tenslotte is \hat{r} de eenheidsvector, dat wil zeggen: r genormaliseerd tot lengte 1. De integraal wordt genomen over alle stroomvoerende lijnelementen. In de praktische implementatie in de berekeningen is de integraal vervangen door een sommatie over eindige-lengte-lijnelementen. Rekening houdend met stroomrichtingen en klokgetallen kan voor ieder punt in de ruimte een tijdsafhankelijke magneetveldvector en een *rms*-waarde (*root mean square*) voor het magnetische veld worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd voor een dicht raster. In de postprocessing worden contouren aangegeven, in het bijzonder de 0,4 µT-contour.

2.3 Toepassingen in TenneT-projecten

Met de beschreven software zijn voor diverse projecten voor TenneT, magneetveld(zone)berekeningen succesvol uitgevoerd. Twee recente voorbeelden hiervan zijn Oudehaske 220+110kV (2018) en Oosteind 150kV Nieuwbouwstation (2020).

³ In zoverre dat de invloed van de bodem niet genoemd wordt, ook niet in de vorm van toepassing van spiegelgeleiders (hetgeen accuraat zou zijn voor een oneindig goed geleidende bodem).

3 Magneetveldberekeningen IJV Beta & Gamma

3.1 Ontvangen informatie

TenneT heeft Arcadis verschillende documenten en tekeningen verstrekt:

1. Indeling van converterstation Beta: Maasvlakte optie 1 met ingang aan de rechterkant op beta-perceel.pdf (Roskam, Albert. "Re: Tekeningen Beta en Gamma". Ontvangen door Martin van Essen. 1 april 2021. E-mail correspondentie). [4]
2. Algemene eisen van primaire installaties van TenneT (PVE.01.000 Primair) [5].

3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De magneetveldzoneberekening is zo veel als mogelijk uitgevoerd in de geest van de RIVM-handreiking en de afspraken over de rekenmethodiek voor kabels en hoogspanningsstations.

In onze berekening zijn drie vereenvoudigingen toegepast vanwege de karakteristiek van de stroom:

- De eerste vereenvoudiging is dat voor elk circuit dat wordt berekend, de berekening wordt uitgevoerd voor één stroom die maatgevend is voor de maximale jaarlijkse gemiddelde stroom.
- De tweede vereenvoudiging is dat de magneetveldzone van de AC-kabels wordt weergegeven door evenwijdige lijnen die bepalen hoe ver de 0,4 microtesla (μT) zone reikt aan weerszijden van de kabel.
- De derde vereenvoudiging is dat de stroom door het aardscherm van de AC-kabels of de bliksemraden in het AC-schakeltuin niet in deze simulatie wordt meegenomen.

3.3 Model

In



figuur 1 is de indeling van het converterstation van Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma en MAH380 weergegeven. De AC-kabelverbinding die converterstation Beta en Gamma verbindt met 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven is te zien aan de gele lijnen. De kabeleindsluiting van elke AC-kabel wordt aangesloten op de AC-schakeltuin van het converterstation.



Figuur 1: Indeling van Converterstation Beta & Gamma en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven.

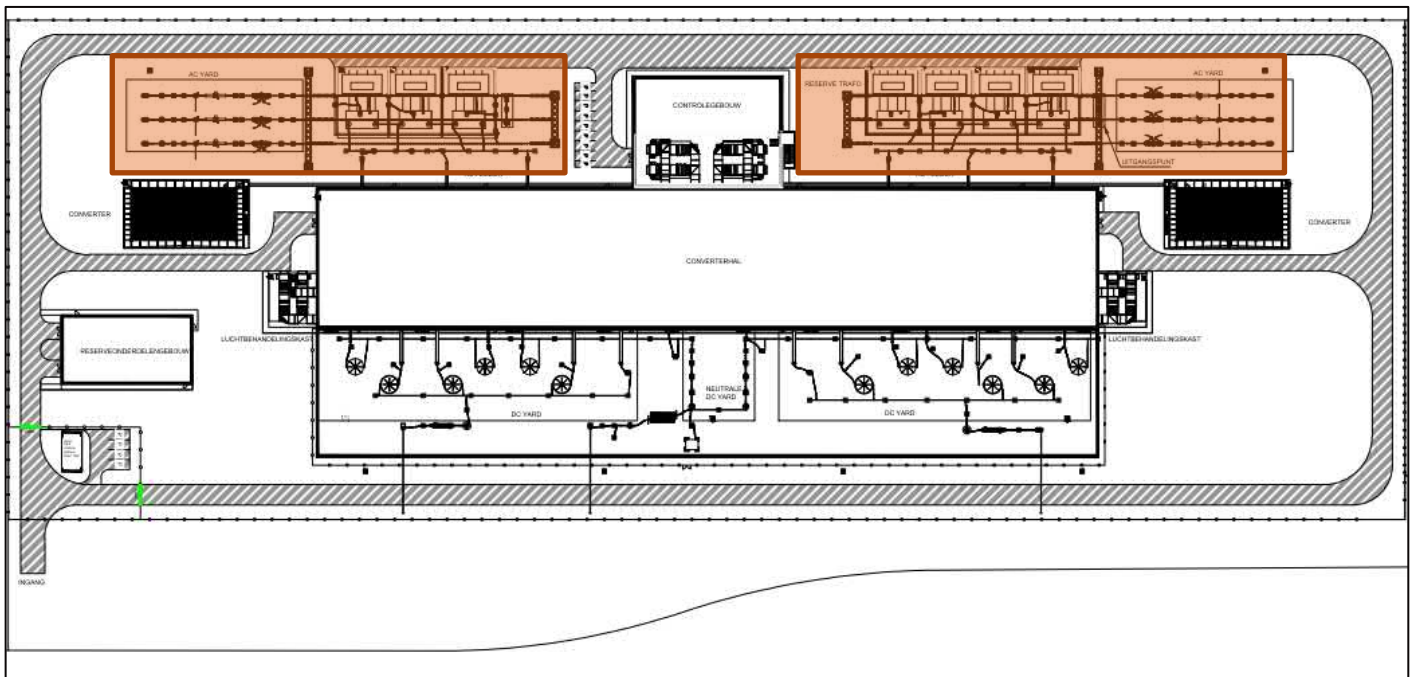
3.3.1 AC-kabelverbinding Beta

Het VKA-tracé van het AC-kabel tussen converterstation Beta en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven is door TenneT verstrekt [4]. De kabel wordt in open ontgraving gelegd in een platvlak liggingsconfiguratie. Het grootste gedeelte van het AC-kabel VKA-tracé betreft een enkelvoudig circuit en een klein deel betreft twee parallelle circuits. Dit leidt tot verschillen in de magneetveldzone en daarom zijn beide configuraties berekend.

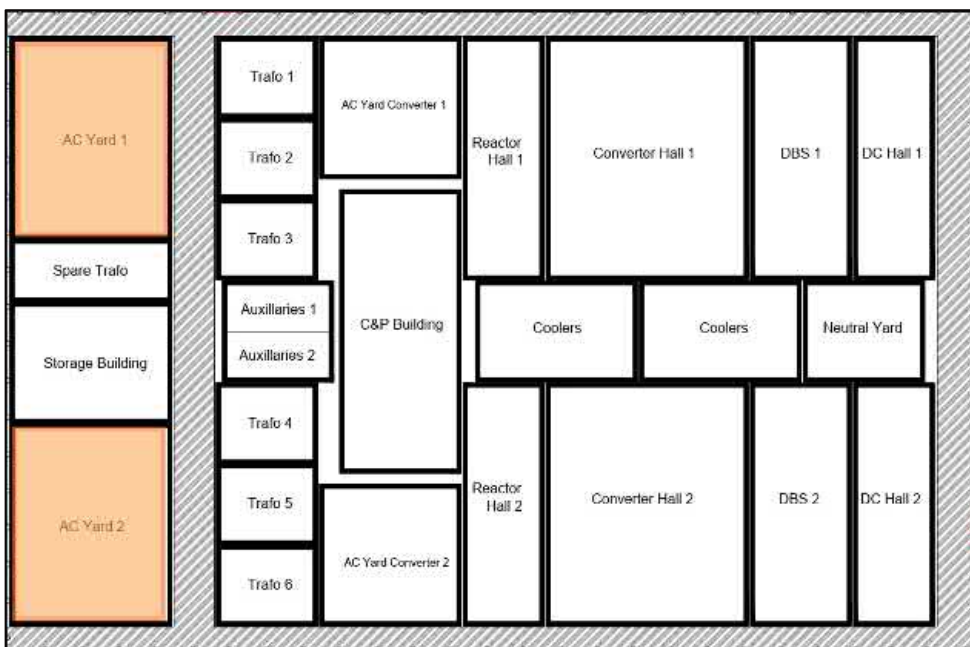
Andere uitgangspunten voor de simulatie van converterstation Beta zijn als volgt:

1. De hartafstand tussen fasen van bedraagt 0,75 m.
2. Daar waar het 2 circuits betreft, is de hartafstand tussen beide circuits 5 m.
3. De kabel ligt 1 m onder het maaiveld in platvlak liggingsconfiguratie.
4. Kabelstroom bedraagt: $2000 \text{ MW} / (380 \text{ kV} * \sqrt{3}) = 3.039 \text{ A}$.

3.3.2 AC-Schakeltuin



Figuur 2: Gedetailleerde indeling van converterstation Beta



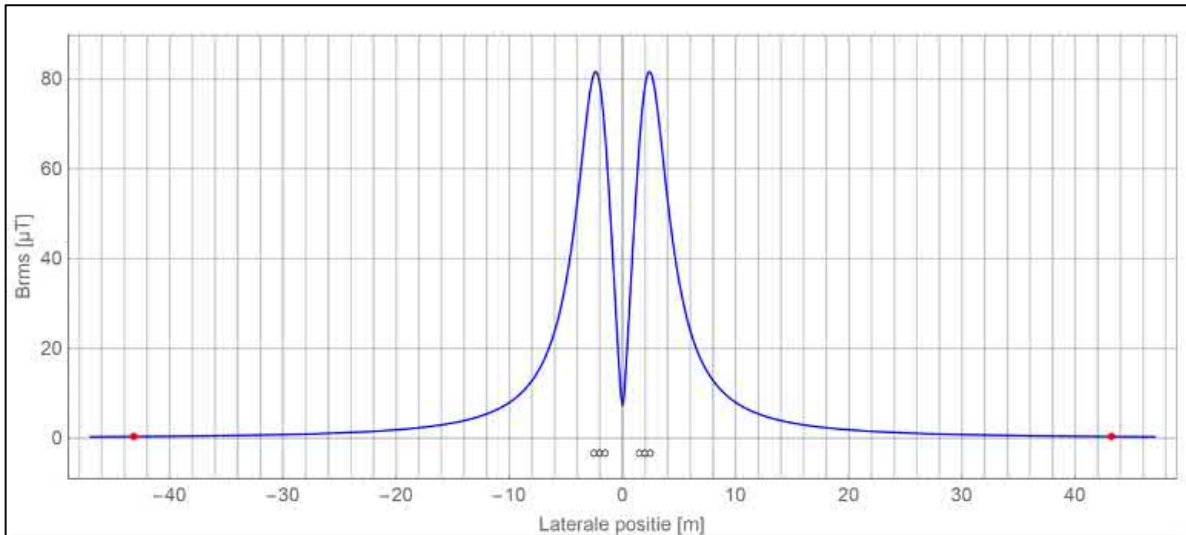
Figuur 3: Gedetailleerde indeling van converterstation Gamma

Er worden twee AC-schakeltuinen geïnstalleerd in het converterstation Beta en Gamma, dus in totaal er zijn vier AC-schakeltuin. Dit is gevisualiseerd in figuur 2 en 3 (oranje gebieden). De AC-schakeltuin aan de linkerkant wordt verder genoemd als het westelijke AC-schakeltuin en het AC-schakeltuin aan de rechterkant wordt verder genoemd als het oostelijke AC-yard.

In de berekening worden alleen de railbuizen van de AC-schakeltuin naar de AC-feeder meegenomen. Verder zijn in het model een aantal uitgangspunten toegepast op basis van ontvangen informatie. De uitgangspunten zijn:

1. De hoogte van het geleiders in AC-schakeltuin zijn 7 m [2];
2. De hartafstand tussen fasen is 5,5 m [5];
3. De afstand tussen fase-veldgrens is 4,5 m [5];
4. De lengte van het AC-schakeltuin geleiders is 45 m [3];
5. De veldstroom is 3.039 A. Deze waarde is afgeleid van de ontwerpstroom van de HVDC-kabel.

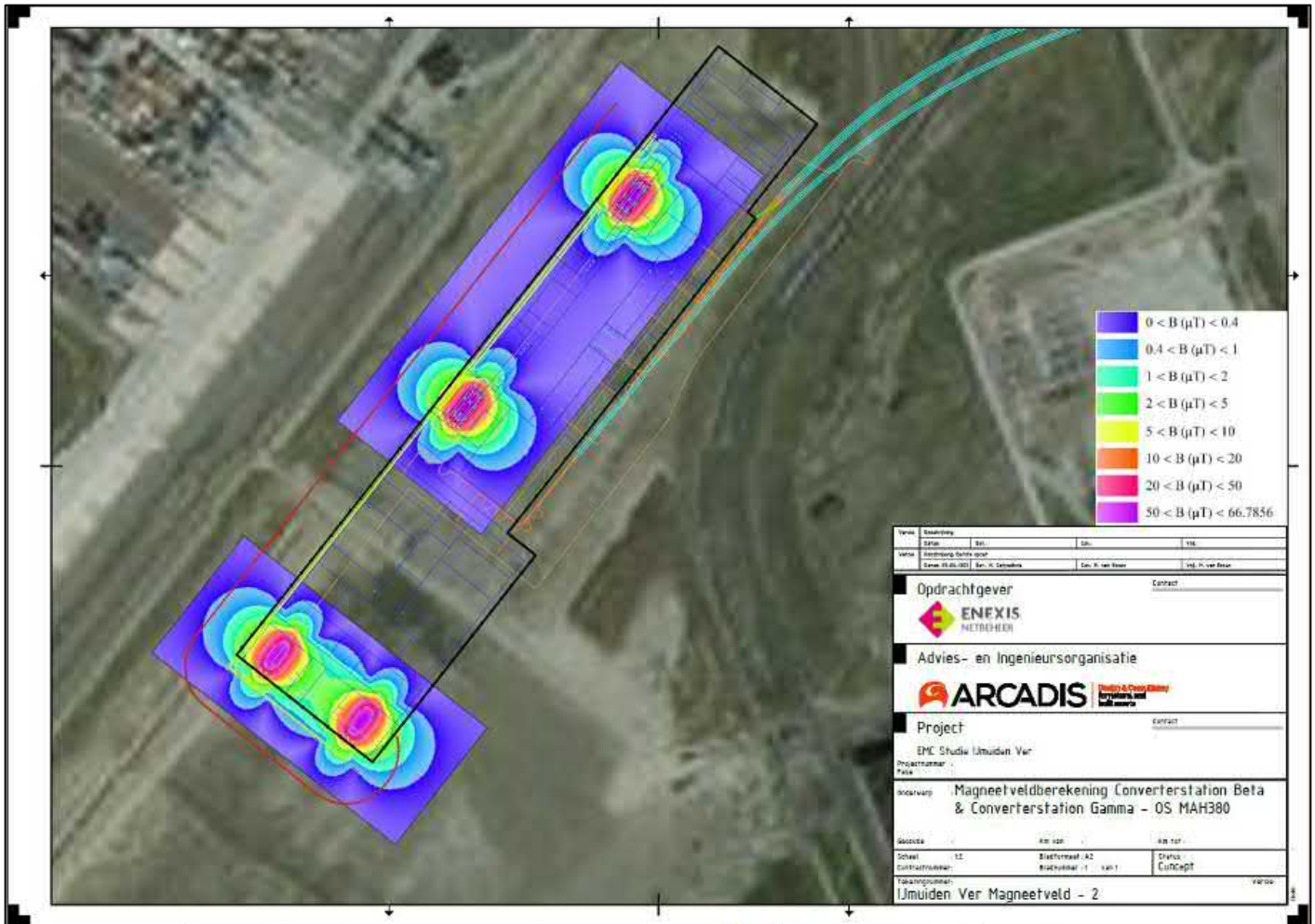
3.3.3 AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven



Figuur 4: Magneetveld van de AC-kabel tussen AC-schakeltuin van het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma en MAH380 in plat vlak configuratie (2 circuits parallel gelegd)

Het magneetveld van de AC-kabelverbinding tussen converterstation Beta & Gamma en 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven is te zien in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**4 hierboven. De waarde van 0,4 µT magneetveld wordt weergegeven door de rode stippen. In het deel waar de AC-kabel parallel zijn gelegd, strekt het 0,4 µT magneetveld zich uit tot ongeveer **43 m** van het midden of 40,5 m vanaf het buitenste deel van elk circuit. Op basis van deze informatie is de 0,4 µT grens van het magneetveld ingetekend tezamen met de magneetveldcontour op het converterstation Beta & Gamma. De 0,4 µT grens is in figuur 5 als een rode lijn weergegeven.

3.3.4 Magneetveldzone in converterstation Beta & Gamma en AC-kabelverbinding converterstation Beta & Gamma – MAH380



Figuur 5: Magneetveldzone in converterstation Beta & Gamma en van AC-kabelverbinding converterstation Beta & Gamma – MAH380

Het magneetveld in AC-schakeltuin van het converterstation Beta & Gamma en de 0,4 µT grens van de kabelverbinding tussen converterstation Beta & Gamma en MAH380, zijn te zien in figuur 5. De maximaal berekende oppervlaktespanning is 66,8 V. De maximaal Het gebied van de 0,4 µT magneetveldcontour van de AC-schakeltuin reikt tot ongeveer 63 m horizontaal en 25 m verticaal vanaf de randen van de buitenste geleiders en reikt tot 45 m buiten het hekwerk (zwarte lijn) van converterstation Beta & Gamma.

4 Conclusie

Arcadis heeft de magneetveldzoneberekeningen berekend voor de volgende objecten:

- AC-schakeltuin bij converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma.
- AC-kabelverbinding tussen converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma – 380kV-station Maasvlakte-Amaliahaven.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- “Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015;
- Het document “Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding”, 3 november 2011.

Vanuit onze simulatie ontdekken we dat het AC-kabel VKA-tracé voor Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma strekt het 0,4 μT magneetveld zich uit tot op ongeveer 43 meter van het midden kabelcircuit. Verder is het 0,4 μT magneetveld van de AC-schakeltuin in converterstation Beta & Gamma reikt tot 45 meter buiten het hekwerk. De berekende 0,4 μT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

ONDERWERP
IJmuiden-Ver, Waterveiligheid Waterkeringen - Gamma

PROJECTNUMMER
30077194.0150-8

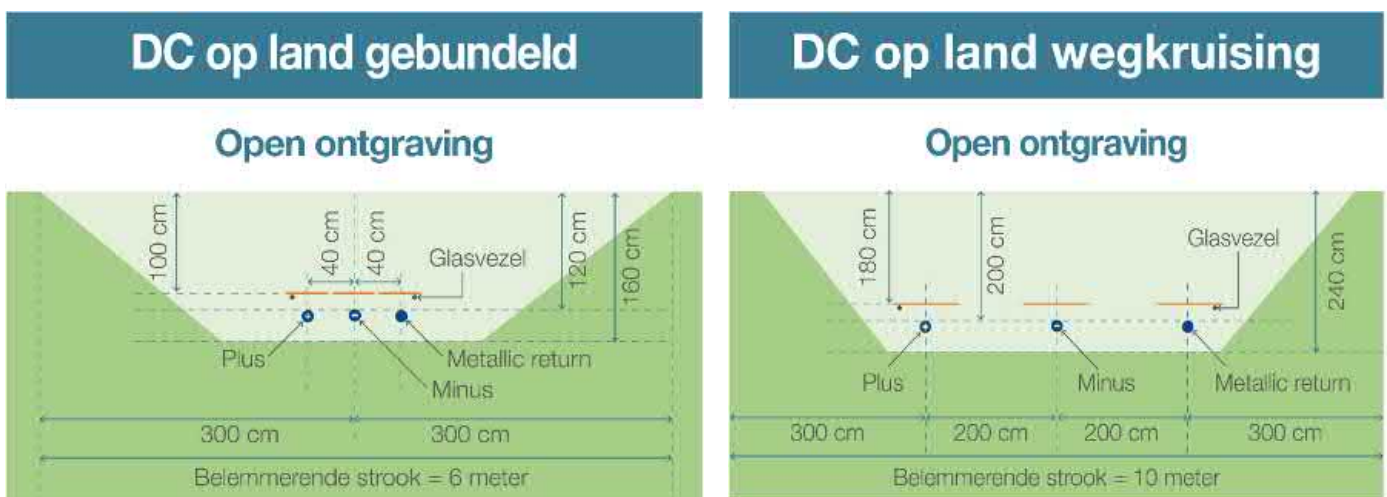
DATUM
8 augustus 2022

1.1 Inleiding

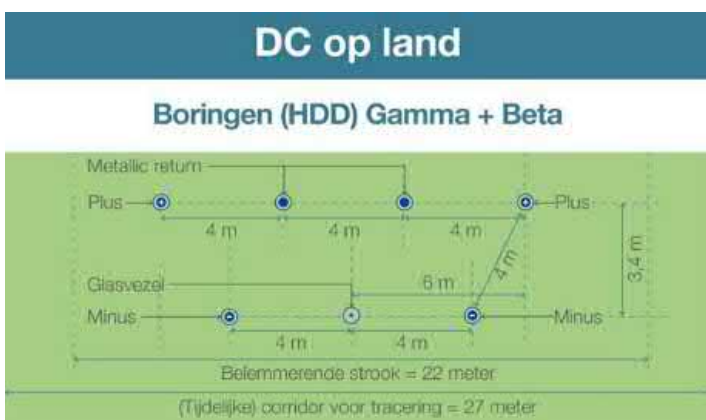
Dit memo bevat een quickscan van de locaties waar het kabeltracé, van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma naar het converterstation op land, waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt. Hiervoor is het wenselijk om vooraf en op hoofdlijnen (zonder vergaande inhoudelijke berekeningen) helder te hebben of en waar significante effecten zijn te verwachten met waterveiligheid.

Daarbij is een verschil waarneembaar met de aanlegwijze namelijk door middel van:

- Open ontgravingen (zie Figuur 1 voor dwarsprofiel) en
- Boringen (zie Figuur 2, langsdoorsnede zijn locatie specifiek en deels bekend)



Figuur 1 Dwarsprofiel met afmetingen open ontgraving



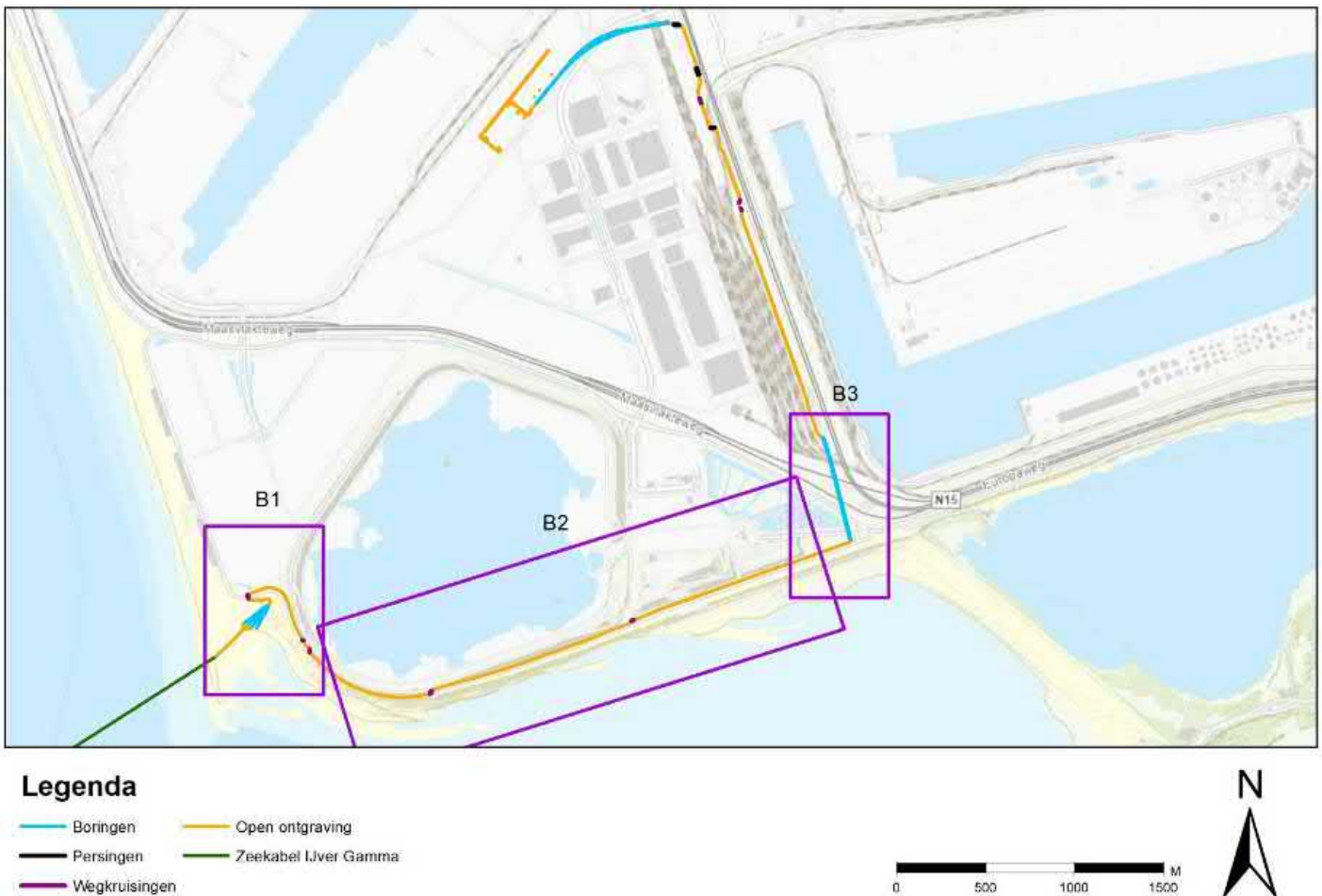
Figuur 2 Dwarsprofiel en onderlinge afstand bij boringen

Met name de boringen die onder de waterkering doorlopen hebben in potentie de grootste bijdrage in het vergroten van het overstromingsrisico. De boringen onder waterkeringen door, maar ook degene die parallel lopen aan de waterkering zijn echter al ver en in detail uitgewerkt (conform de geldende NEN-normen, NEN3650/3651), waaruit geconcludeerd kan worden dat deze altijd buiten de beschermingszone (of beschermingszone A) vallen voor intree-en uittreepunt en expliciet ook aandacht wordt besteed aan het voorkomen van het vergoten van de kans op kwel dan wel piping. Daarbij is er verschil in de situatie waar de kering direct buitenwater (tijdens stormcondities) moet keren dan wel in de situaties waarbij de kering aan beide zijde droog is (in geval van enkele regionale keringen). Hier is in de volgende paragrafen nader op in gegaan.

In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt in twee situaties, namelijk: de aanlegfase en de gebruiksfase. De beoordeling is gedaan op basis van expert judgement en de ligging van het tracé ten opzichte van de waterkering en haar beschermingszones. Voor een gedetailleerde beoordeling dienen alle boorplannen beoordeeld te worden en voor de open ontgravingen een nauwkeuriger beeld (met dwarsprofielen van de kering en de open ontgraving inclusief grondopbouw) van de lokaal specifieke situatie.

1.2 Achtergrond en gegevens

Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma sluit in het zuidwesten aan op de Tweede Maasvlakte en kruist daar de waterkering, ter bescherming van de Maasvlakte, in beheer bij Rijkswaterstaat. Aan de binnenzijde van die waterkering vervolgt het tracé tot het een haakse bocht maakt in noordelijke richting. Precies in die bocht valt het tracé nog net samen met de beschermingszone van de primaire waterkering van dijktraject 20-1 in beheer bij waterschap Hollandse Delta. Het tracé op land is voor deze waterveiligheidsbeoordeling in drie deeltracés opgedeeld zoals opgenomen in Figuur 3.



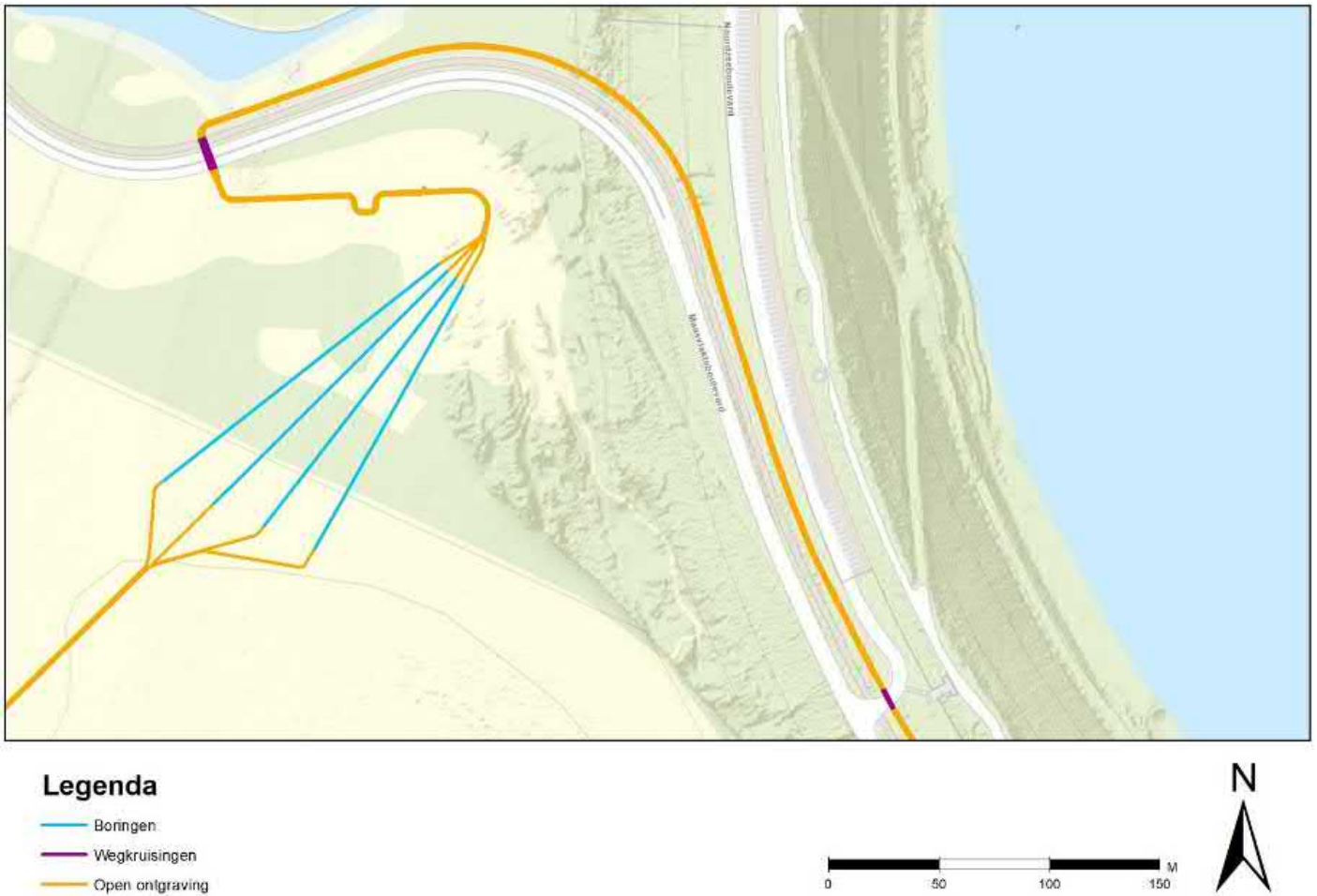
Figuur 3 Overzicht boringen en open ontgravingen kabeltracé Gamma met de drie deelgebieden voor de waterveiligheidsbeschouwing

1.2.1 Deeltracé B1 en B2 – Maasvlakte-waterkering

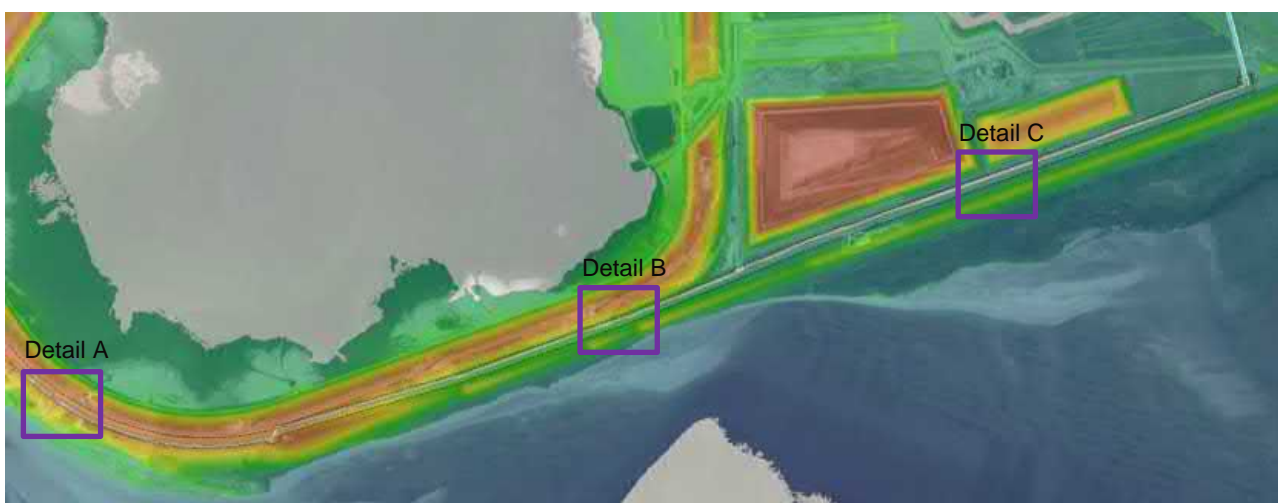
De deeltracés B1 en B2 zijn respectievelijk een kruising met de waterkering van de Tweede Maasvlakte en een parallelle ligging daaraan. Het tracé komt bij de aanlanding en het deel langs de Slufter ingegraven bovenop de kering te liggen. Het tracé van zee naar land vindt plaats door middel van boringen onder de waterkering door en gaat in een openontgraving parallel aan de weg (Maasvlakteboulevard) eerst richting het zuiden, zie Figuur 4. De kering heeft hier een hoogte van meer dan 20 meter boven NAP, zie ook Detail A (Figuur 5 en Figuur 6). Boven op de waterkering vervolgt het tracé richting het oosten. Aan de oostzijde van de slufter komt het tracé achter de kering te liggen. De waterkering aan de rand van de Tweede Maasvlakte heeft geen wettelijke status maar is wel met de destijds geldende eisen aangelegd (voor vergelijkbare waterkeringen aan de kust) en wordt door Rijkswaterstaat ook zo beheerd en onderhouden. Voor de beoordeling van de waterveiligheid zijn vergelijkbare eisen gehanteerd als in het MER voor het windpark van de Tweede Maasvlakte¹. Namelijk:

- overschrijdingskans van de waterstand 1:10.000 per jaar
- met gemiddeld overslagdebiet van 10 liter per seconde per strekkende meter waterkering
- en met een overschrijdingskans van 1:10 per jaar voor bij een overslagdebiet van 1 liter per seconde per strekkende meter waterkering

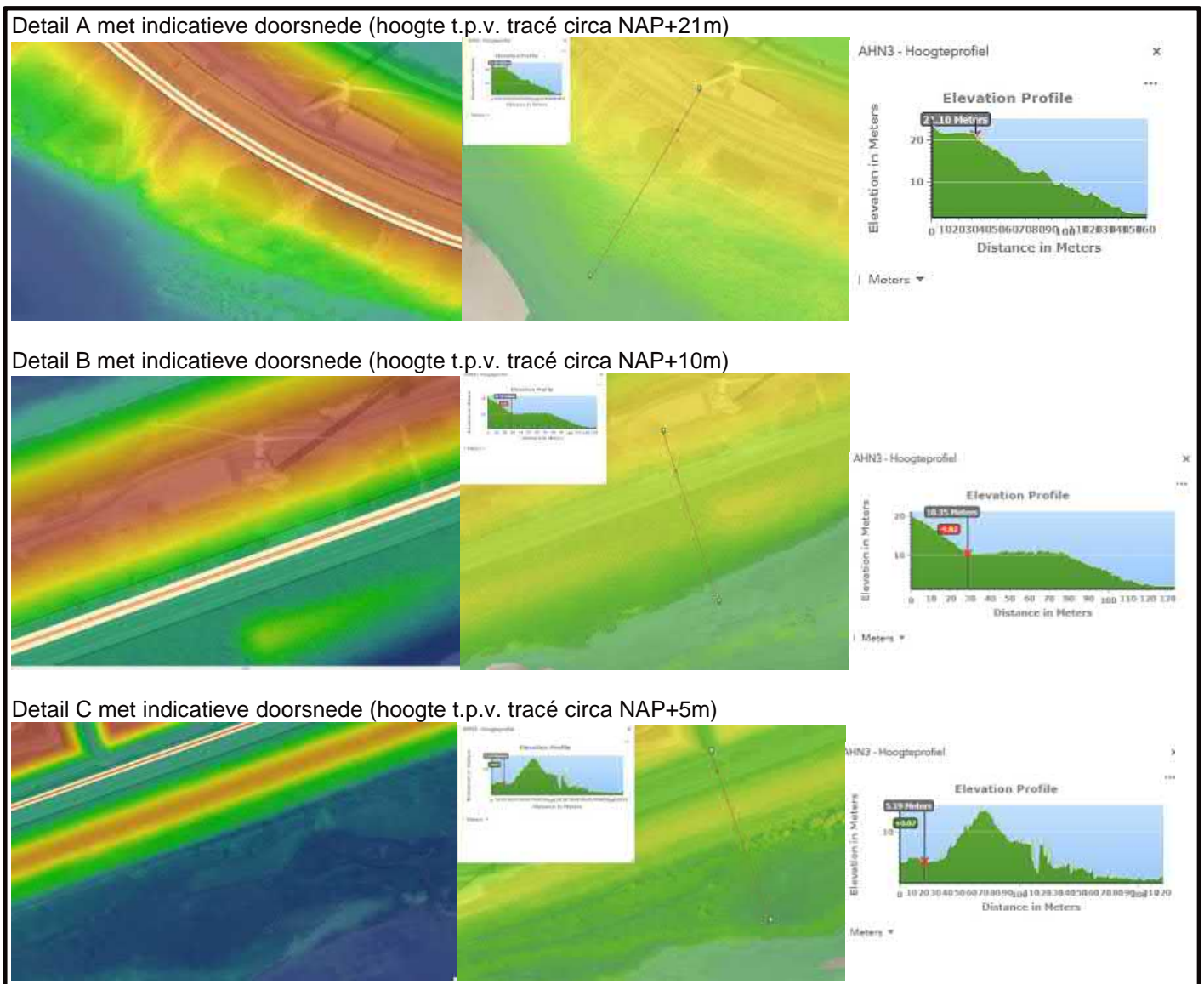
¹ Zie: <https://commissiener.nl/projectdocumenten/00007579.pdf>



Figuur 4 Detail (Deeltracé B1 zie Figuur 3) van aanlanding en kruising van de kering met boring en open ontgraving



Figuur 5 Locatie aanduiding met drie detaillocaties waarvoor de AHN3 profielen zijn weergegeven in Figuur 6 (achtergrond bevat AHN3 kleuren (AHN3 is het 3^e Actueel Hoogtebestand Nederland) met luchtfoto en indicatie van het tracé)

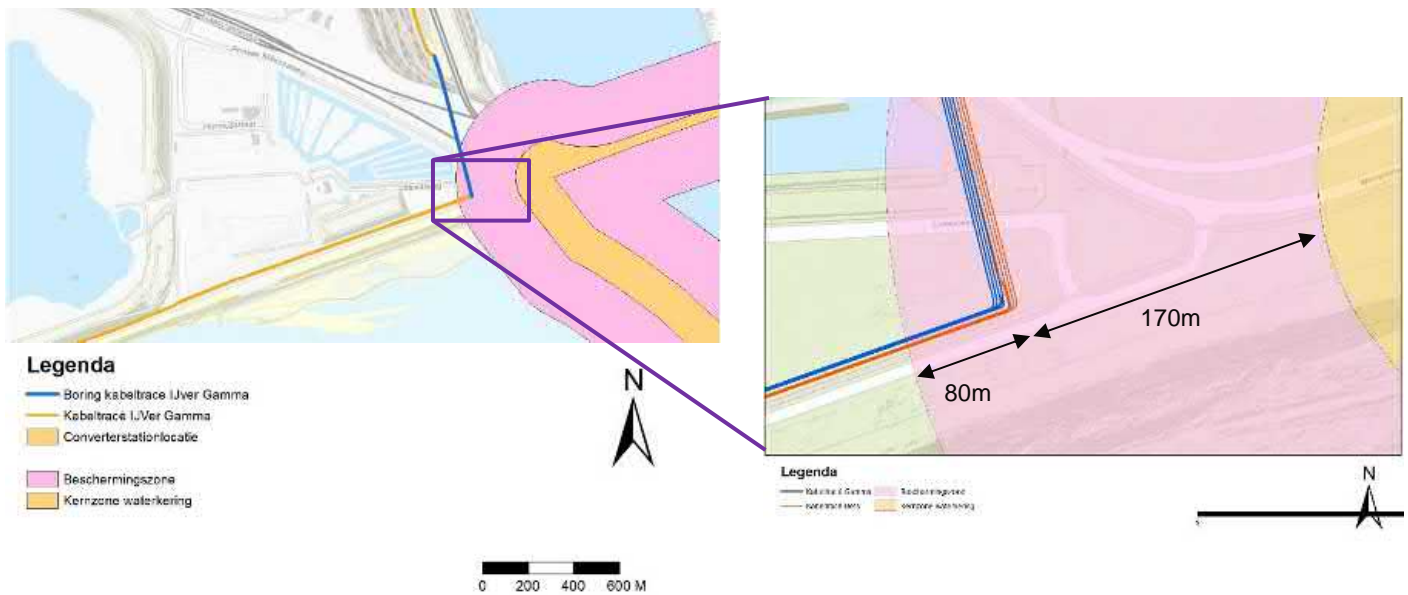


Figuur 6 Indicatief AHN3-profiel van de waterkering

1.2.2 Deeltracé B3 – Dijktraject 20-1

Het deeltracé B3 valt samen met een deel van de beschermingszone van dijktraject 20-1 in beheer bij Waterschap Hollandse Delta. Dijktraject 20-1 is in de Waterwet opgenomen en heeft een signaleringswaarde 1:30.000 per jaar (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-01-01>) en een ondergrenswaarde (maximaal toelaatbare overstromingskans) van 1:10.000 per jaar.

Het tracé ligt hier aan de buitenzijde van de primaire waterkering (traject 20-1) en achter de kering langs de rand van de Tweede Maasvlakte. De terreinhoogte is hier circa NAP+5,0 m zodat dit alleen bij extreme stormen (behorende bij de 1:10.000 per jaar) tot mogelijk enkele decimeter water op het maaiveld kan leiden.



Figuur 7 Ligging kabeltracé Gamma (en Beta) (deeltracé B3 uit Figuur 3) in combinatie met de beschermingszone dijktraject 20-1

1.3 Beoordeling per deelgebied

In de volgende sub paragrafen staan de kwalitatieve beoordelingen voor de verschillende faalmechanisme per deelgebied opgenomen. De kwalitatieve beoordeling is daarbij uitgevoerd op basis van expert-judgement, zonder kwantitatieve berekeningen/analyses. Onderscheid is er gemaakt in de aanlegfase en de gebruikersfase. Tevens is het verwachte effect aangegeven en indien van toepassing een voorstel om dat aan te tonen.

1.3.1 Beoordeling deeltracé B1 en B2 – Maasvlakte-waterkering

De kering van de Maasvlakte waar het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma overheen loopt en oostelijk van de slufte achter komt te lopen is veelal een zandige kering. Een beoordeling als zandige kering lijkt dan ook logisch, hierbij zou alleen naar het afslagprofiel gekeken moeten worden en de inpassing van het zogenaamde grensprofiel.

De aanlanding (deeltracé B1), maar ook de boringen onder de kering, verdienen hier de meeste aandacht en zullen in de aanlegfase bij voorkeur buiten het stormseizoen plaats moeten vinden. Het uitgangspunt is dat de boringen worden uitgevoerd conform de NEN3650/3651, waardoor de kruising van de waterkering geen invloed heeft op de waterveiligheid.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie	Geen effect aangezien boring hoogte van de kering niet aantast.	De boring en de aansluitende open ontgraving heeft geen invloed op de hoogte en erosie van de waterkering. Marginale zetting.
Piping	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping, tevens een beperkt waterstandverschil	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping, tevens een beperkt waterstandverschil
Macrostabieliteit buitenwaarts	Geen effect op waterveiligheid verwacht. Kabeltracé zal vermoedelijk niet tot extra instabiliteit leiden die dusdanige glijvlakken creëert dat de waterveiligheidseisen worden overschreden, gezien de brede en hoge kering.	Geen effect op waterveiligheid verwacht. Kabeltracé zal vermoedelijk niet tot extra instabiliteit leiden die dusdanige glijvlakken creëert dat de waterveiligheidseisen worden overschreden, gezien de brede en hoge kering.
Macrostabieliteit binnenwaarts	Geen effect, dit deeltracé heeft betrekking op de buitenzijde	Geen effect, dit deeltracé heeft betrekking op de buitenzijde

Tabel 1 Beoordeling in tracé B1

Voor de aanlegfase is in tracé B2 onderscheid gemaakt voor het deel waar het tracé op de kering komt te liggen en erachter voor het deel oostelijk van de Slufter. In de gebruiksfase zijn er geen aanvullende risico's voorzien, aangezien de kerende hoogte en stabiliteit niet worden aangetast, eveneens is er geen extra kans op piping omdat de kabels niet door de kering gaan, maar erop komen te liggen en deze ver boven stormpeil komen te liggen.

Faalmechanisme	Op de kering	Achter de kering
Hoogte en erosie	Kering bevindt zich ver boven stormpeil, indien het te ontgraven volume ter plaatse blijft is er geen effect op de kerende hoogte te verwachten (cq. blijft het te eroderen zandvolume gelijk)	Geen invloed op kruinhoogte of erosie
Piping	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)	n.v.t. betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)
Macrostabieliteit buitenwaarts	Geen effect, bij aanleg wel rekening houden met het gewicht van het in te zetten materieel (meenemen als aandachtspunt)	Geen effect, tracé komt hier achter de kering te liggen dus geen effect op buitenwaartse stabiliteit
Macrostabieliteit binnenwaarts	Geen effect, bij aanleg wel rekening houden het gewicht van het in te zetten materieel (meenemen als aandachtspunt)	Geen effect, tracé ligt relatief ver van de kering (achter de weg) en heeft een hoog achterland t.o.v. stormpeil

Tabel 2 Beoordeling open ontgraving in tracé B2

1.3.2 Beoordeling deeltracé B3 – Dijktraject 20-1

Voor de boring geldt dat alles ruim buiten de veiligheidszone volgens de NEN3650/3651 wordt uitgevoerd op hoog opgespoten terrein en er geen effecten zijn te verwachten.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping	Geen effect, betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)	Geen effect, betreft zand dus geen kans op piping en hoog gelegen opgespoten achterland (NAP+5m)
Macrostabieliteit buitenwaarts	Geen effect relatief ver van de kering. Ingrep vindt alleen aan buitenzijde plaats op meer dan 170m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)	Geen effect relatief ver van de kering. Ingrep vindt alleen aan buitenzijde plaats op meer dan 170m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)
Macrostabieliteit binnenwaarts	Geen effect relatief ver van de kering. Ingrep vindt alleen aan buitenzijde plaats op meer dan 170m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)	Geen effect relatief ver van de kering. Ingrep vindt alleen aan buitenzijde plaats op meer dan 170m van kernzone van kering 20-1 en aan de binnenzijde van de Maasvlakte kering met hoog achterland (NAP+5m)

Tabel 3 Beoordeling boring in tracé B3

1.4 Cumulatie Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta

In de voorgaande paragrafen zijn de (significante) effecten op de waterveiligheid beschreven van het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Naast de ontwikkelingen van het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma is ook het kabeltracé Beta ontwikkeld, dat een vergelijkbaar tracé volgt. De effecten van het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn vergelijkbaar met die van Gamma. Beide tracés hebben geen significant effect op de waterveiligheid. De effecten die door cumulatie zouden kunnen optreden zijn niet van toepassing, omdat er geen versterkend of cumulatief effect is te verwachten bij de tracés parallel aan de waterkering.

De uitvoering van de kruising met de waterkering, is een extra aandachtspunt, maar levert naar verwachting eveneens geen significante effecten op de waterveiligheid op, zoals vermeld in paragraaf 1.3.1. Dit is eveneens bevestigd in door Deltares en uitvoerig beschreven in het rapport "Aanlanding kabels bij Maasvlakte Zuid, IJmuiden Ver Gamma", rapport 11207426-002-GEO-0003 van 26-08-2021. Daar is in detail gekeken naar de aanlanding (deeltracé B1, zie Figuur 3). In dat rapport is tevens naar de cumulatieve effecten gekeken op de waterveiligheid en geconstateerd dat:

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen uitwijst dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de zeewering
- Er geen significant effect is op de maximale kruindaling voor IJmuiden VER Beta en IJmuiden Ver Gamma samen. Het waterkerend vermogen wordt niet aangetast.



Trefkansanalyse

IJmuiden Ver Gamma

TenneT TSO BV

720182 | v2.0

16-3-2022



Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document
Trefkansanalyse

Projectnaam
Ijmuiden Ver Gamma

Versienummer
v2.0

Datum
16-3-2022

Project nummer
720182

Opdrachtgever
TenneT TSO BV

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Uitgangspunten	3
2.1	Rekenmethodiek	3
2.2	Eigenschappen objecten	5
3	Resultaten	6
4	Beoordeling effecten	8
4.1	Aandachtspunten afweging	8

1 Inleiding

Deze analyse onderzoekt de mogelijke effecten van veertien windturbines van windpark Slufter op (geplande) nabijgelegen tracés voor stroomkabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. De geplande tracés liggen op de Maasvlakte, ten westen van Oostvoorne en ten zuidwesten van Hoek van Holland. Al de beschreven objecten zijn visueel weergegeven in Figuur 1.1.

De coördinaten van de windturbines zijn weergegeven in Tabel 1.1. Er is uitgegaan van een voor dit plan relatief maximaal gedimensioneerd windturbinetype Vestas V112 op een ashoogte van 94 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 150 m. Voor de gehele analyse zijn dezelfde windturbine eigenschappen als voor de trefkansanalyse voor Beta aangenomen¹.

Omdat de hoogspanningskabels geen gevaar voor de omgeving kunnen veroorzaken gaat het hier niet om een extern veiligheidsrisico maar wel om een afweging voor de kans op schade aan de hoogspanningsverbindingen.

Hoofdstuk 2 beschrijft de rekenmethodiek en eigenschappen van de te onderzoeken objecten. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de trefkansanalyse. In hoofdstuk 4 worden de effecten beoordeeld.

Figuur 1.1 Overzicht te plaatsen tracés Beta en Gamma en het al bestaande windpark Slufter.



¹ Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

Tabel 1.1 Windturbine X- en Y-coördinaten in coördinatenstelsel EPSG:28992.

Windturbine	X-coördinaten	Y-coördinaten
1	59665,9	439310,4
2	59431,1	438978,3
3	59184,0	438619,2
4	58972,0	438273,2
5	58964,1	437924,1
6	59247,2	437568,2
7	59660,0	437501,2
8	60080,0	437634,5
9	60496,8	437778,7
10	61117,1	437942,2
11	60766,0	438135,0
12	60756,0	438567,0
13	60717,0	438956,0
14	60238,0	439188,0

2 boUitgangspunten

2.1 Rekenmethodiek

De methodiek om de trefkansen te berekenen is gebaseerd op de berekeningsmethodieken in de Handreiking Risicozonering Windturbines v1.1² en de Handleiding Risicoberekeningen Windturbines (versie oktober 2020)³. Dit is de huidige opvolging van het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1). Voor het leesgemak wordt naar beide rapportages verwezen als “HRW”. Per faalscenario wordt omschreven hoe de berekening is uitgevoerd.

Er is geen vaste rekenmethodiek beschikbaar voor het berekenen van de kans op schade aan ondergrondse hoogspanningskabels. De rekenmethodiek is verbeterd en wordt nauwkeuriger geacht vergeleken met de voorgaande rapportage voor de trefkansanalyse van Net op zee IJmuiden Ver Beta⁴ en heeft daardoor ook een andere uitkomst. De huidige rekenmethodiek is beter reproduceerbaar, houdt rekening met meer details in het ontwerp van de bekabeling en is specifiekier dan de methodiek die is gebruikt voor de trefkansanalyse van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Beide methodieken leiden tot een conservatieve inschatting van de maximale kans op schade gebaseerd op treffen = 100% kans op schade.

2.1.1 Faalscenario's

Conform het HRW zijn er drie mogelijke faalscenario's van windturbines: gondelfalen, mastfalen en bladworp. De faalscenario's zijn weergegeven in Figuur 2.1. In geval van gondelfalen breekt de gondel los van de mast en valt langs de mast naar beneden, vervolgens breekt ook een blad los. Bij mastfalen breekt de mast onderaan af en valt de gehele windturbine naar beneden. Bij bladworp breekt een blad los en wordt dit rotorblad in zijn geheel geworpen als gevolg van de rotatie van de rotor. Bij bladworp wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt tussen bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren. Bij bladworp bij overtoeren wordt er gerekend met een toerental gelijk aan twee keer het nominale toerental. De faalfrequenties van de verschillende faalscenario's conform het HRW zijn in Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Faalfrequenties van de verschillende faalscenario's, conform het HRW.

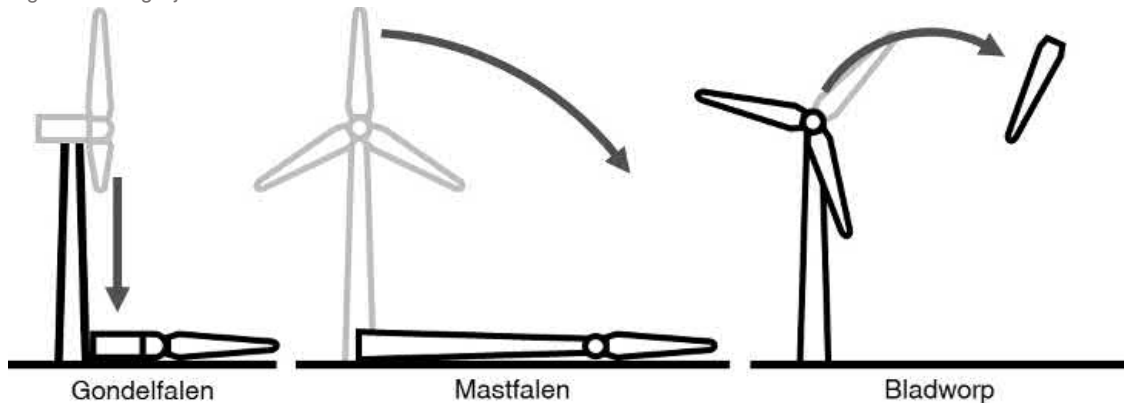
Faalscenario	Faalfrequentie per jaar
Gondelfalen	4,0E-05
Mastfalen	1,3E-04
Bladworp bij nominale toeren	8,4E-04
Bladworp bij overtoeren	5,0E-06

² Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), versie 1.1, Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving, 20 mei 2020.

³ Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

⁴ Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

Figuur 2.1 Mogelijke faalscenario's van een windturbine



2.1.2 Rekenmethodiek bij buisleidingen

In de Handleiding risicoberekeningen windturbines (module IV omgevingsveiligheid versie juli 2020) zijn geen rekenregels opgenomen waarmee de kans op schade is te berekenen aan ondergrondse elektriciteitskabels. Door het ontbreken van deze formules zijn er geen rekenregels beschikbaar om de kans op schade te kunnen bepalen conform een door belanghebbende afgestemde rekenmethodiek. Om toch enig inzicht te kunnen verlenen in de mogelijke hoogte van de trefkansen die zouden kunnen optreden wordt een methodiek gebruikt die gebaseerd is op de rekenformules van ondergrondse buisleidingen (aardgas).

Schade aan buisleidingen als gevolg van falende windturbineonderdelen kan plaatsvinden indien het zwaartepunt van het onderdeel landt binnen een kritische afstand rondom de buisleiding. Daarom worden de zwaartepunten van de windturbineonderdelen beschouwd. De kritische afstand is afhankelijk van de eigenschappen van de buisleiding.

Gondelfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de maximale straal van de mast + de lengte van de gondel inclusief de hub + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Mastfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de ashoogte + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Bladworp

Voor bladworp wordt uitgegaan van de werpafstanden van het zwaartepunt van een rotorblad welke berekend worden met het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten zoals opgenomen in paragraaf 3.2.1 van het HRW. Deze berekening wordt vervolgens geconverteerd in een data-image (geotiff), waarin elke pixel de kans weergeeft dat het zwaartepunt van het blad op de betreffende pixel landt. Vervolgens wordt een trefzone bepaald rondom het betreffende object. Deze trefzone bestaat uit een buffer gelijk aan de kritische afstand van het object. Indien het zwaartepunt van het blad in deze trefzone landt, wordt er aangenomen dat het object getroffen wordt. De uiteindelijke trefkans is de som van alle pixels van de data-image (geotiff) binnen de trefzone van het object.

2.2 Eigenschappen objecten

De relevante eigenschappen van de windturbines en ondergrondse elektriciteitskabels zijn weergegeven in onderstaande tabellen.

Tabel 2.2 Eigenschappen windturbines Vestas V112.

Eigenschap	Waarde
Rotordiameter [m]	112
Ashoogte [m]	94
Tiphoogte [m]	150
Nominaal toerental [rpm]	14,0
Afstand tot zwaartepunt van een blad, gemeten vanaf de hub-as [m]	14,64
Mastdiameter [m]	24
Lengte gondel inclusief hub [m]	17,5

Tabel 2.3 Kritische stroken ondergrondse elektriciteitskabels.

Object	Kritische strook [m] ⁵		
	Mast	Gondel	Blad
Beta	6	10	4
Gamma	6	10	4

⁵ Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

3 Resultaten

De totale trefkans per object is weergegeven in Tabel 3.1. De meeste objecten ondervinden een totale trefkans in de onder grootte van 5 E-04. Tabel 3.2 geeft de trefkansen per faalscenario en windturbine weer. De elektriciteitskabels ondervinden trefkansen van elk faalscenario. Het grootste verschil tussen de trefkansen van de individuele turbines is bij WT 5 met een verschil tussen Gamma en Beta van 1,03E-04, wat overeen komt met 89 % van het verschil tussen Beta en Gamma voor de totale trefkans (zie ook Tabel 3.1). Windturbines 1, 2, 3, 12, 13 en 14 hebben geen impact voor de trefkansanalyse, dit is ook visueel te zien in Figuur 3.1.

Tabel 3.1 Totale trefkans per object.

Object	Trefkans	Kans van optreden
Beta	6,48E-04	1 / 1.542 jaar
Gamma	6,66E-04	1 / 1.502 jaar

Tabel 3.2 Trefkansen per faalscenario en windturbine op de elektriciteitskabels. WT staat voor windturbine.

Object	WT	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Beta	6	1,12E-05	6,39E-05	4,06E-05	1,63E-07	1,16E-04
Beta	7	9,00E-06	6,50E-05	3,94E-05	1,53E-07	1,14E-04
Beta	5	1,03E-05	6,10E-05	3,84E-05	2,03E-07	1,10E-04
Beta	8	9,94E-06	5,96E-05	3,79E-05	1,50E-07	1,08E-04
Beta	9	9,50E-06	5,88E-05	3,74E-05	1,48E-07	1,06E-04
Beta	10	5,44E-06	5,63E-05	3,37E-05	1,31E-07	9,56E-05
Beta	4	0	0	0	1,94E-08	1,94E-08
Beta	11	0	0	0	1,71E-08	1,71E-08
Gamma	6	1,26E-05	6,53E-05	4,30E-05	1,73E-07	1,21E-04
Gamma	7	1,07E-05	6,64E-05	4,14E-05	1,62E-07	1,19E-04
Gamma	5	1,17E-05	6,25E-05	4,04E-05	2,03E-07	1,15E-04
Gamma	8	1,14E-05	6,12E-05	4,01E-05	1,59E-07	1,13E-04
Gamma	9	1,10E-05	6,05E-05	3,96E-05	1,57E-07	1,11E-04
Gamma	10	0	5,45E-05	3,23E-05	1,25E-07	8,69E-05
Gamma	11	0	0	0	2,38E-08	2,38E-08
Gamma	4	0	0	0	2,02E-08	2,02E-08

Figuur 3.1 Overzicht effect cirkels Gamma en Beta tracé.



4 Beoordeling effecten

De aangegeven trefkansen die inzicht geven in de maximale kans op schade welke zou kunnen optreden als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines nabij de aangegeven tracéopties dienen te worden gezien als een maximale weergave. Een trefkans met een kans op voorkomen van 1 / 1.500 jaar (wat overeen komt met de totale trefkansen van Gamma) kan ook worden gezien als een periode van uitval. Als de herstelwerkzaamheden van schade bijvoorbeeld 72 uur in beslag nemen dan is de gemiddelde te verwachten periode van stroomonderbreking per jaar circa 2 minuut en 53 seconden als gevolg van dit risico. De gevolgen van de onderbreking van de stroomlevering en de kans op schade kan gebruikt worden in de afweging van TenneT TSO BV over de te gebruiken tracés.

4.1 Aandachtspunten afweging

Een aantal aandachtspunten hebben sterk invloed op de getoonde resultaten in deze notitie:

- Gebruikt uitgangspunt van treffen = 100% schade;
- Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad;
- Aanleg landtracé deels dieper leggen of wijzigen ten opzicht van uitgangspunt.

4.1.1 Aanpassing uitgangspunt treffen = 100 % kans op schade

In deze notitie is ervan uitgegaan dat het treffen van de kritische strook altijd fatale schade veroorzaakt aan de functionele werking van de stroomkabels. Dit betekent dat de trefkans voor 100% wordt vertaald in de kans op schade. Er zijn echter vele scenario's denkbaar waarbij een faalsituatie niet leidt tot schade aan de stroombekabeling. Zo kan bij mastfalen de mast van een windturbine deels falen waarbij de windturbineonderdelen niet het tracé treffen, kan een blad gedeeltelijk worden geworpen of zodanig landen dat er amper sprake is van een impact, en/of kan bij gondelfalen enkel de hub met rotorbladen neervallen in de plaats van de gehele gondel.

Door in berekeningen uit te gaan van beschermingsfactoren i.p.v. 100% kans op schade (zie ook paragraaf 2.3.4.3 van de Handleiding Risicobeoordeling Windturbines), die aangeven wat de kans is dat er geen schade optreedt, kan de kans op schade worden gereduceerd. Er zijn geen vaste waarden bekend van geschikte beschermingsfactoren voor ondergrondse hoogspanningskabels. Op basis van expert judgement zouden de volgende beschermingsfactoren van toepassing kunnen zijn:

- Impact van de mast: - Beschermingsfactor 0,5;
- Impact van de gondel – Beschermingsfactor 0,25;
- Impact van een rotorblad – Beschermingsfactor 0,1.

Tabel 4.1 Opgetelde trefkansen per tracé rekening houdend met beschermingsfactoren

Tracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
Beta	2,19E-04 (-66 %)	1 / 4.566 jaar
Gamma	2,23E-04 (-66 %)	1 / 4.477 jaar

4.1.2 Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad

Het is zeer onzeker of de impact van een rotorblad op een onder de grond gelegen elektriciteitskabel een zodanige schokgolf kan veroorzaken dat er significante schade aan de elektriciteitskabel optreedt. De

gegevens over de hoeveelheid gronddekking boven de bekabeling, de sterkte van de bekabeling, het gewicht van een rotorblad, de gewichtsverdeling in een rotorblad en de lengte van een rotorblad kunnen allen invloed hebben of er schade kan optreden aan een ondergrondse elektriciteitskabel. Omdat de zeer grote rotorbladen (hier 56 meter) hun gewicht ook verdelen over een groot oppervlakte aan rotorblad is het aannemelijk dat de elektriciteitskabels niet kapotgaan door de impact van een rotorblad. Er zijn op het moment van schrijven van deze notitie bij de auteur geen praktijksituaties bekend waarbij een rotorblad een ondergrondse bekabeling heeft beschadigd. Als de impact van een rotorblad wordt verwijderd uit de trefkansanalyse dan blijven de volgende trefkansen resterend.

Tabel 4.2 Trefkans als gevolg van mastfalen en gondelfalen zonder rotorblad impact

Tracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
Beta	4,20E-04 (-35 %)	1 / 2.381 jaar
Gamma	4,28E-04 (-36 %)	1 / 2.337 jaar

4.1.3 Afweging aanvullende maatregelen

Als de trefkansen en de kans op schade te hoog worden geacht kan overwogen worden om lokaal nabij de windturbines de bekabeling dieper onder de grond te leggen eventueel met een gestuurde boring of om de bekabeling schokresistent uit te voeren (bijvoorbeeld in een betonnen bak). Ook kan de afstand vergroot worden tot buiten de effectafstanden van de windturbines zoals vermeld in de tabellen in deze rapportage. De geschiktheid, kosten en de uitwerking van dergelijke maatregelen dient nader te worden uitgezocht als een dergelijke optie wordt gekozen.

4.1.4 Cumulatie Beta en Gamma tracés

De raakzones van de Beta en Gamma overlappen elkaar en voor de trefkansanalyse is er dus sprake van een dubbeltelling. Dat wil zeggen dat in één faalincident beide tracés kapot zouden kunnen gaan. In deze trefkansanalyse is er niet vanuit gegaan dat er cumulatie is (dus als de ene wordt geraakt dat dan de andere ook automatisch kapotgaat). Gezien de grofheid van de berekeningen is het een goed uitgangspunt om de trefkansen van Beta en Gamma als losse situaties te beschouwen en te beoordelen. Dat betekent wel dat het risico enigszins wordt overschat doordat de overlap dubbel geteld wordt. Een extra analyse zou kunnen worden gedaan om te analyseren in welke situaties er schade aan beide tracés kunnen worden verwacht. Gezien de grofheid van de berekening schatten wij in dat dat niet het detail zou moeten zijn wat benodigd is voor de afweging.

ONDERWERP

Risicoanalyse veiligheid tracé op land Net op zee IJmuiden Ver Gamma

PROJECTNUMMER

30077194

DATUM

24 februari 2022

ONZE REFERENTIE

D10042149:12

AAN

TenneT

Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

Net op zee IJmuiden Ver Gamma is de derde ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied IJmuiden Ver naar het vasteland. Met deze verbinding wordt 2 GW aan duurzame energie naar land getransporteerd. Er zijn al vergevorderde plannen voor twee verbindingen vanuit dit gebied naar land: Net op zee IJmuiden Ver Alpha (met een aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet in Borssele via het Veerse Meer) en Net op zee IJmuiden Ver Beta (met een aansluiting op de Maasvlakte). Deze twee projecten zijn al verder in het proces van ruimtelijke besluitvorming. Met Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta wordt in totaal 4 GW aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

Net op zee IJmuiden Ver Gamma loopt voor een groot deel parallel aan het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Het voorkeustracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma loopt vanuit het noordelijk deel van het windenergiegebied IJmuiden Ver naar de Maasvlakte. Het Net op zee IJmuiden Ver Gamma bestaat uit een platform op zee, 525kV-gelijkstroomkabels op zee en op land, een converterstation op land en 380kV-gelijkstroomkabels van het converterstation naar het hoogspanningsstation Amaliahaven. In Figuur 1 is het tracé op land en het converterstation weergegeven.



Figuur 1 Landtracé IJmuiden Ver Net op zee Gamma en Beta

Deze notitie gaat in op eventuele gevolgen voor externe veiligheid, elektromagnetische velden en beïnvloeding tijdens de operationele fase van Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Dit wordt gedaan in het kader van het inpassingsplan/projectbesluit, waar de volgende veiligheidsaspecten worden opgenomen:

1. niet gesprongen explosieven (NGE);
2. leveringszekerheid TenneT (wat is de invloed van omliggende risicobronnen op deze leveringszekerheid);
3. beperkingen/hinder voor omliggende bestemmingen;
4. het converterstation (een converterstation is geen BEVI inrichting maar kent mogelijk wel veiligheidsrisico's). De VNG brochure 'Bedrijven en milieuzonering' hanteert als indicatieve hinderafstand 50 m rondom een transformatorstation;
5. als buisleidingen nabij liggen: een toets aan het besluit externe veiligheid buisleidingen.

Deze notitie betreft alleen de voor veiligheid relevante elementen genoemd onder 4 en 5 tijdens de operationele fase van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, en gaat in op risicobronnen in de nabijheid van het kabeltracé en het converterstation.

De kabel en het converterstation zijn zelf geen risicobron en hebben geen invloed op de veiligheidsrisico's van bestaande bedrijven, die blijven zoals ze zijn. Deze notitie bekijkt of de kabel en het converterstation inpasbaar zijn in de omgeving, daarbij is gekeken naar:

- Risico's vanuit de omgeving op de kabel en/of converterstation;
- Risico's/gevolgen op de omgeving door de kabel en het converterstation.

Voor de integriteit van de kabels en converterstations zijn alleen brand- en explosie-effecten van belang; toxische effecten zijn niet relevant en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Magneetvelden (EMV) en elektromagnetische compatibiliteit (EMC) worden in separate studies beschouwd.

Wettelijk kader

Huidige wettelijke kader

Het beleid voor externe veiligheid is geregeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), het besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Risicobronnen zijn bijvoorbeeld inrichtingen waar wordt gewerkt met gevaarlijke stoffen. Ook transport van gevaarlijke stoffen over weg, spoor, water en door buisleidingen kan een risico vormen. De impact voor de omgeving wordt door middel van risicocontouren vastgelegd. Deze risicocontouren zijn onder andere terug te vinden op de risicokaart.

Een ondergrondse hoogspanningsverbinding en een hoogspanningsstation en het converterstation zijn geen risicovolle inrichtingen in het kader van het Bevi. Ook zijn het Bevb en Bevt niet van toepassing¹. De ondergrondse hoogspanningsverbinding brengt geen externe veiligheidsrisico's met zich mee voor gevoelige functies (zoals woningen) die zich in de nabijheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding bevinden. Voor de volledigheid is in Figuur 2 wel weergegeven welke kwetsbare objecten zich in de nabijheid van het tracé en converterstation bevinden en of er invloed te verwachten is.

¹ Het Besluit externe veiligheid buisleidingen (voor het transport van gevaarlijke stoffen (Bevb) is niet van toepassing omdat de kabels en converterstation niet worden beschouwd als een object met hoge infrastructurele waarde omdat ze geen onderdeel uitmaken van het landelijk hoogspanningsnet, het geen elektriciteitscentrale betreft en de algehele stroomvoorziening niet in gevaar komt bij het uitvallen van de kabels of het converterstation. Daarbij liggen het converterstation en de kabels niet binnen de 10^{-6} contouren van buisleidingen. Ook is van een verhoging van groepsrisico geen sprake omdat er nauwelijks personen aanwezig zijn bij het converterstation.

Het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) (voor gevaarlijke stoffen) is niet van toepassing omdat de kabels en converterstation niet worden beschouwd als een object met hoge infrastructurele waarde omdat ze geen onderdeel uitmaken van het landelijk hoogspanningsnet, het geen elektriciteitscentrale betreft en de algehele stroomvoorziening niet in gevaar komt bij het uitvallen van de kabels of het converterstation. Daarbij liggen het converterstation en de kabels niet binnen de 10^{-6} contouren van transportroutes. Ook is van een verhoging van groepsrisico geen sprake omdat er nauwelijks personen aanwezig zijn bij het converterstation.

Omgevingswet

In het kader van de omgevingswet zien wij geen afwijkende effecten voor het aspect Externe veiligheid in wet- en regelgeving. De noodzakelijke informatie en onderbouwing zal onder de omgevingswet eerder zijn aan datgene dat onder de vigerende regelgeving noodzakelijk is.

Werkwijze

Veiligheidsrisico's vanuit de omgeving op de kabel en/of converterstation

De analyse van risico's vanuit de omgeving op de gebruiksfase van de kabel en/of het converterstation is als volgt uitgevoerd:

1. Inventarisatie van alle bedrijven en kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied (800 m aan beide zijden van het kabeltracé en rondom het converterstation), inclusief toelichting op het type bedrijf en de relevante risico-scenario's. Dit is gedaan op basis van de risicokaart. Het invloedsgebied komt voort uit het beleid van TenneT.
2. Beoordeling van welke bedrijven de integriteit van de kabels en/of converterstation zouden kunnen schaden. Voor de integriteit van de kabel en converterstation zijn alleen scenario's met een brand- en/of een explosie effect van belang. De beoordeling is gedaan op grond van de volgende criteria:
 - a. Brandcontouren:
 - i. 10 kW/m², bij deze hittestraling is sprake van 1% letaliteit en is de inzet van hulpdiensten beperkt mogelijk, diverse brandhaarden, vervorming van hout en kunststof. Breuk dubbelglas tot 40 meter;
 - ii. 35 kW/m², bij deze hittestraling is sprake van 100% letaliteit en is inzet van hulpdiensten niet mogelijk, onherstelbare schade, alle brandbare materialen gaan branden.
 - b. Explosie contouren:
 - i. 0,1 bar overdruk, herstelbare schade, schade aan deurposten, bewoonbaar na kleine reparaties.
 - ii. 0,3 bar overdruk, zware schade, onherstelbare schade 50-70% van de buitenmuren zijn zwaar beschadigd. De overige muren zijn onbetrouwbaar geworden.
3. Voor de voorgenoemde brand- en/of explosie contouren die:
 - a. Niet overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie is er geen effect van deze bedrijfsactiviteit op het initiatief te verwachten. Er is geen verdere analyse nodig;
 - b. Wel overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie, is beschreven wat de gevolgen van deze impact is.

De resultaten van bovenstaande stappen staan in Tabel 1 en Tabel 2. Figuur 2 en 3 laten de ligging van de bedrijven en risicocontouren zien.

Veiligheidsrisico's vanuit het kabeltracé en/of converterstation op de omgeving

De ligging van het kabeltracé en converterstation kan mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van de kabel en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Deze informatie komt volledig uit een EMC-studie die separaat wordt uitgevoerd.

Resultaten

In de onderstaande tabellen zijn de resultaten opgenomen van de beoordeling voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Hierin zijn de herkomst van een eventueel aanwezige risico-contour aangegeven en of die van invloed kan zijn op het tracé (Tabel 1) of converterstation (Tabel 2). Tevens is de mogelijke beïnvloeding van het tracé en converterstation naar de omgeving aangegeven. In de tabellen zijn de objecten genummerd en deze nummers corresponderen met de nummers op de figuren. De ligging van de risicocontouren van de bedrijven rondom het tracé en converterstation is weergegeven in Figuur 2. Figuur 3 laat de ligging van gevoelige objecten zien.

Tabel 1 Beoordeling van het tracé

Nummer	Bedrijf/inrichting	Achtergrond 10-6 contour			Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie	Toxisch		
1	Buisleiding 800m Contour (gevaarlijke stoffen)	Ja	Nvt	Nvt	Verschillende leidingen met gevaarlijke stoffen. Vanwege afstand geen invloed.	Geen invloed
2	Buisleidingen Shell	Ja	Nvt	Nvt	Buisleiding met 30m contour. Vanwege afstand geen invloed.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
3	C. Steinweg Handelsveem B.V	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
4	Odin Warehousing	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
5	Distripark Maasvlakte	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
6	Pantos Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
7	Nippon Express Nederland B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
8	Neele-vat Transport	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
9	Autosteiger Hartelhaven	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
10	FutureLand	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
11	Mineralz (Afvalverwerker)	Ja	Nvt	Nvt	Terreingrens vanwege 4990l propaantank. Verder weinig invloed risico-contour tot aan terreingrens.	Geen invloed
12	DB Cargo Locatie Maasvlakte	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
13	Star Depot Maasvlakte	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
14	DR Depots	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
15	Rotterdam Blending & Filling	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
16	EuroFrigo B.V.	Nvt	Nvt	Ja	Vanwege installatie en leidingen met Ammoniak. Beide 3600KG. Onderliggende risico's geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
17	Broekman Logistics	Ja	Nvt	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen, geen invloed risico-contour binnen terreingrens	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
18	Europaweg, ECT Rail Terminal West	Ja	Nvt	Nvt	Contouren door brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding.	Geen invloed.
19	Kloosterboer Delta Terminal	Nvt	Nvt	Ja	Vanwege ammoniak en koelinstallatie, toxische contour aanwezig, verder	Geen invloed

					geen invloed op tracé.	
20	Rail Terminal/ProRail Maasvlakte	Ja	Nvt	Nvt	Contouren door brand, vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding.	Geen invloed, object
21	Kramer groep Logistiek	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
22	Delta Reefer Care B.V. (Gasontvangst)	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed.	Geen invloed.
23	APM TR gebouw 19	Nvt	Nvt	Nvt	Laad, los – en overslag/opslag van stoffen en goederen met risico-contour, geen invloed.	Geen invloed
24	Europe Container Terminals	Nvt	Nvt	Nvt	Contour van 3100m van verschillende hoeveelheden opgeslagen stoffen, geen invloed.	Geen invloed
25	ARGO Merchants Maasvlakte	Ja	Nvt	Ja	Vanwege opslag Ammoniak 6500KG toxische contour aanwezig, verder geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
26	Rotterdam Container Terminals	Nvt	Nvt	Nvt	Opslag van containers met gevaarlijke stoffen met meer dan 10 ton, heeft een contour maar geen invloed op het tracé vanwege beperkt effect gebied. Dat alleen bovengronds aanwezig is en niet in de ondergrond waar het tracé zich bevindt.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
27	Uniper Maasvlakte	Ja	Nvt	Ja	Ligging risico-contour tot over de terreingrens maar gelet op de toxische aard en de ligging geen invloed op het tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .
28	HES Hartel Tank Terminal B.V.	Nvt	Ja	Nvt	Opslag van containers met gevaarlijke stoffen heeft een contour maar geen invloed op het tracé. Deze invloed is alleen bovengronds aanwezig en niet in de ondergrond waar het tracé zich bevindt.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen verhoogd risico ¹ .

29	Kova HSE	Ja	Ja	Nvt	Distributiecentrum voor koopmansgoederen en verpakte gevaarlijke stoffen, een afvul-lijn, een (verf)blending unit, een gasmeetlocatie en (tank)container opslag.	Geen invloed
30	Aardgasleiding GasUnie	Ja	Ja	Nvt	Leiding met aardgas van Gasunie, Contouren brand scenario's. Geen invloed op leiding.	Geen invloed
31	Hoogspanningstation Amaliahaven	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed

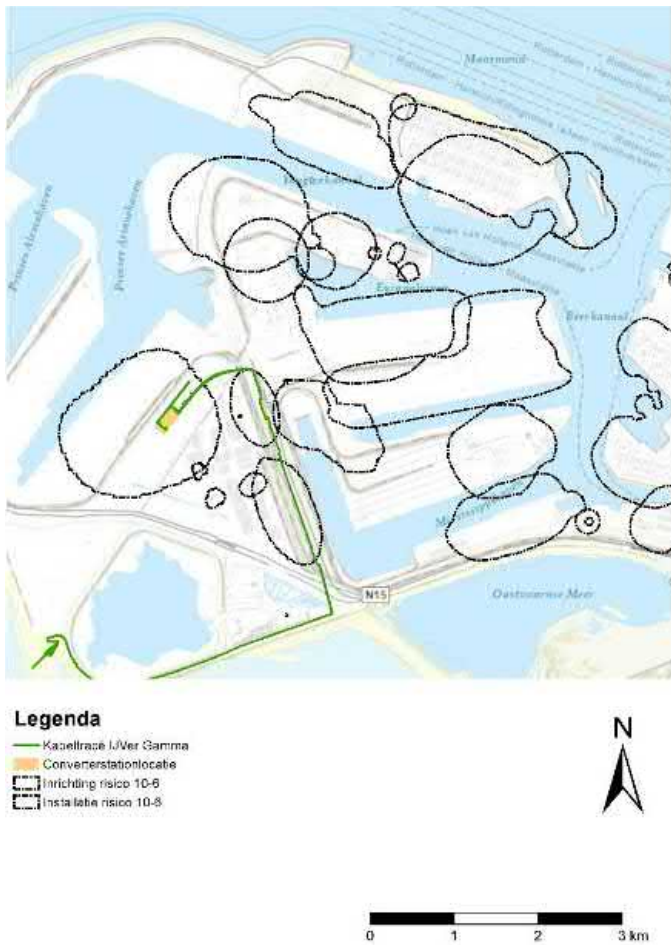
¹ Het tracé ligt ondergronds en heeft daarmee geen invloed op de objecten. Doordat de zone van de objecten bovengronds ligt is er sprake van een activiteit in een zone maar geen onderlinge beïnvloeding.

Tabel 2 Beoordeling van het converterstation

Nummer	Bedrijf/inrichting	Achtergrond 10-6 contour			Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie	Toxisch		
15	Rotterdam Blending & Filling	Nvt	Nvt	Nvt	Opslag gevaarlijke stoffen, kleine contour	Geen invloed
2	Buisleidingen Shell	Ja	Nvt	Nvt	Buisleiding met 30m contour. Vanwege afstand geen invloed.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf ¹ . Geen verhoogd risico.
16	EuroFrigo B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Vanwege installatie en leidingen met Ammoniak. Beide 3600KG. Onderliggende risico's geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf ¹ . Geen verhoogd risico.
4	Odin Warehousing	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
18	Europaweg, ECT Rail Terminal West	Ja	Nvt	Nvt	Contouren door brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding.	Geen invloed
19	Kloosterboer Delta Terminal	Nvt	Nvt	Ja	Vanwege ammoniak en koelinstallatie, toxische contour aanwezig, verder geen invloed op tracé.	Geen invloed
6	Pantos Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
7	Nippon Express Nederland B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
8	Neele-vat Transport	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed

10	FutureLand	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
17	Broekman Logistics	Ja	Nvt	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen, geen invloed risico-contour binnen terreingrens	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf ¹ . Geen verhoogd risico.
14	DR depots	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
20	Rail Terminal/ProRail Maasvlakte	Ja	Nvt	Nvt	Contouren door brand, vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op leiding.	Geen invloed
25	ARGO Merchants Maasvlakte	Ja	Nvt	Ja	Vanwege opslag Ammoniak 6500KG toxische contour aanwezig, verder geen invloed op tracé.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf ² . Geen verhoogd risico.
29	Kova HSE	Ja	Ja	Nvt	Distributiecentrum voor koopmansgoederen en verpakte gevaarlijke stoffen, een afvul-lijn, een (verf)blending unit, een gasmeetlocatie en (tank)container opslag.	Geen invloed
30	Aardgasleiding GasUnie	Ja	Ja	Nvt	Leiding met aardgas van Gasunie, Contouren brand scenario's. Geen invloed op leiding.	Geen invloed
31	Hoogspanningstation Amaliahaven	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed

² Doordat het plan de risico contour van het onderliggende object raakt zal bij de vergunningverlening getoetst worden of er sprake is van beïnvloeding. Deze beïnvloeding kan alleen elektrisch van aard zijn en is daarom gelet op de afstand tot het object niet te verwachten



Figuur 2 Risicocontouren bedrijven nabij het Net op zee IJmuiden Ver Gamma (land).

De contour rond de locatie van converterstation is afkomstig van locatie 29, Kova HSE. Deze risico-contour vormt vanwege zijn oorzaak (opslag chemicaliën) geen risico voor het tracé of het station.



Figuur 3 Gevoelige objecten rond het Net op zee IJmuiden Ver Gamma (land)

Cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Beta

Vanuit het oogpunt van externe veiligheid is er geen sprake van cumulatie van effecten te verwachten in de omgeving.

Conclusies

Langs het tracé Net op zee IJmuiden Ver Gamma op de Maasvlakte zijn binnen een afstand van 800m aan weerszijde van het tracé en rond het converterstation – een afstand die TenneT zelf hanteert als veiligheidsafstand – verschillende bedrijven met risicocontouren aanwezig. Geen van de bedrijven vormt vanuit Externe veiligheid (EV) een risico voor het tracé of het converterstation.

Het tracé ligt binnen de 10^{-6} contour van enkele bedrijfsactiviteiten. Gelet op de onderliggende oorzaken (toxisch of brand met een beperkte effect afstand) van deze bronnen is ook hier geen sprake van een risico voor het tracé en het converterstation.

Het tracé en het converterstation hebben vanuit EV perspectief geen invloed op de omgeving.