

Aanvraag Wnb Vergunning

Aanbiedingsbrief

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

CLASSIFICATIE C1 - Publieksinformatie

Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
T.a.v.
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

DATUM 16-09-2022

BEHANDELD DOOR

BETREFT: Aanvraag vergunning Wet natuurbescherming (gebiedsbescherming) ten behoeve van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

Bijlagen: 5

Geachte

Hierbij ontvangt u een aanvraag om een vergunning op basis van artikel 2.7, lid 2 Wet natuurbescherming ten behoeve van de aanleg, exploitatie en de verwijdering van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma (verder aangeduid als het project).

Graag geven wij in deze oplegbrief een korte samenvatting van het project en de bevindingen in de Passende Beoordeling.

Toelichting project

Het Net op zee IJmuiden Ver Gamma bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

1. 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-gelijkstroom.
2. Een ondergronds gebundeld kabelsysteem voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee.
3. Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation.
4. Een converterstation op land op de Tweede Maasvlakte voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom, dat geschikt is voor het landelijke hoogspanningsnet.
5. Een 380kV-wisselstroom kabeltracé van het converterstation naar het 380kV-station Amaliahaven.

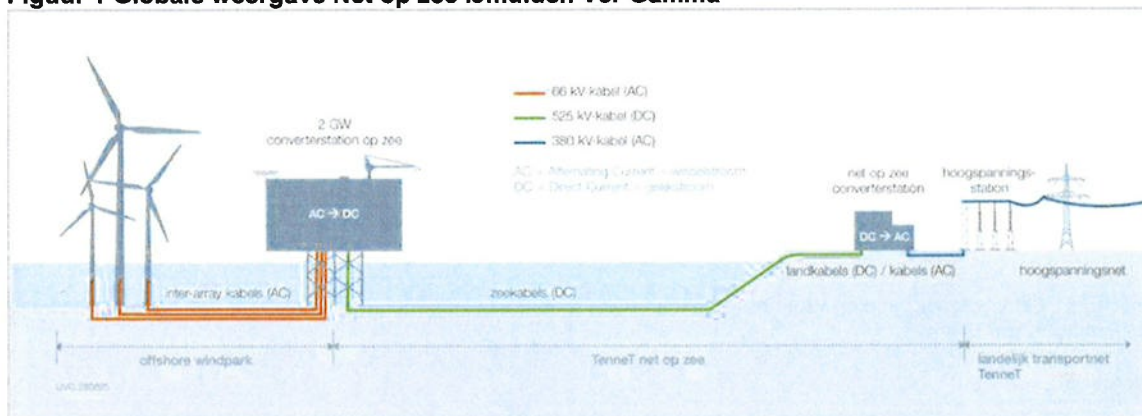
Het converterstation wordt met ondergrondse 380kV-kabels aangesloten op het nieuw te realiseren hoogspanningsstation Amaliahaven. Deze kabels lopen over het terrein van TenneT, langs het converterstation voor Net op zee IJmuiden Ver Beta, naar het nieuwe hoogspanningsstation Amaliahaven. De realisatie van het hoogspanningsstation Amaliahaven is geen onderdeel van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

In Figuur 1 zijn de onderdelen van het project schematisch weergegeven. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de verschillende mogelijke aanlegtechnieken en -methoden verwijzen wij u naar bijgevoegde bijlage 1, waarin de Passende Beoordeling (met activiteitenbeschrijving) is opgenomen, en in bijlage 3 waar de 'Typical Installation Method' is opgenomen.

TenneT TSO B.V. **Bezoekadres** Utrechtseweg 310, Arnhem **Postadres** Postbus 718, 6800 AS Arnhem

Factuuradres Postbus 428, 6800 AK Arnhem **Handelsregister** Arnhem 09155985

Telefoon 0800 83 66 38 8 **Fax** 026 373 11 12 **Internet** www.tennet.eu

Figuur 1 Globale weergave Net op zee IJmuiden Ver Gamma


De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het offshore platform van TenneT maken geen onderdeel uit van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma en worden daarom niet behandeld in deze aanvraag.

Voor het project is een Passende Beoordeling (PB) gemaakt, die is bijgevoegd als bijlage bij onderhavige vergunningaanvraag. De Passende Beoordeling bestaat uit een activiteitenbeschrijving (deel a), een effectbeoordeling (deel b), en bijlagen (deel c).

Hieronder volgt een korte samenvatting van de conclusies en mitigerende maatregelen uit de Passende Beoordeling. Naast de Passende Beoordeling is voor de volledigheid ook de soortenbeschermingstoets voor het project als bijlage 5 bijgevoegd. Voor het project wordt separaat een ontheffing van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming aangevraagd.

Bevindingen Passende Beoordeling

In de Passende Beoordeling is onderzocht welke soorten in en om het project voorkomen en welke potentiële negatieve effecten op natuurlijke kenmerken en/of instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kunnen optreden. In paragraaf 3.14 van de Passende Beoordeling is een samenvatting van effecten en effectbereik opgenomen. Een deel van het kabeltracé is gelegen in Natura 2000-gebied de Voordelta. Het bereik van de effecten raakt in potentie diverse andere Natura 2000-gebieden waaronder Voornes Duin en de Bruine Bank.

De volgende tabel geeft een overzicht van potentiële effecten en de soorten die hierdoor geraakt kunnen worden waarvoor instandhoudingsdoelstellingen gelden in Natura 2000-gebieden. De Passende Beoordeling is gemaakt voor alle natuurlijke kenmerken van alle Natura 2000-gebieden die al dan niet door externe werking worden geraakt. Relevante bijlagen voor de Passende Beoordeling zijn bij de aanvraag gevoegd (bijlage 1c).

Tabel 1 Mogelijke beïnvloede soorten en habitattypen bij potentiële gevolgen en effecten

Gevolg project	Potentieel negatief effect	Mogelijk beïnvloede groepen
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
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren, habitattypen, indirecte effecten op vogels via voedselbeschikbaarheid	Bodemdieren (H1110, H1140) Habitattypen
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	Verstoring tijdens rusten, broeden, ruïen of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vogels Vleermuizen Reptielen Zoogdieren
Habitat aantasting op zee	Beschadiging bodemleven, verlies habitat, verandering bodemdynamiek	Bodemdieren (H1110; H1140) Bodemsamenstelling (habitattypen) (H1110; H1140)
Elektromagnetische velden (EMV)	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	Trekvissen Zeezoogdieren

De Passende Beoordeling wijst uit dat voor het overgrote deel de effecten reeds zonder mitigerende maatregelen niet leiden tot significant negatieve effecten voor de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden aangezien de effecten in tijd en ruimte beperkt zijn. Het betreft effecten ten gevolge van de aanlegfase. Het realiseren van het Net op zee IJmuiden Ver Gamma leidt niet tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden en de instandhoudingsdoelstellingen in deze gebieden voor vogelrichtlijn- en habitatrictlijnsoorten.

Ten aanzien van het impuls-onderwatergeluid dat optreedt bij de heiwerkzaamheden voor de fundering van het platform op zee, is vastgesteld dat dit kan leiden tot negatieve effecten op de bruinvis door overschrijding van de geluidsnorm en de omvang van het verstoorde gebied. In cumulatie met andere activiteiten op zee zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor de bruinvis door het treffen van mitigerende maatregelen. Met inachtneming van de voorgestelde mitigerende maatregelen (zie hierna) zijn significant negatieve effecten als gevolg van impuls-onderwatergeluid in Natura 2000-gebied de Voordelta ook uitgesloten. Negatieve effecten door externe werking in andere Natura 2000-gebieden zijn uitgesloten.

De sterkte van het elektromagnetische veld (EMV) in de gebruiksfase is dermate beperkt dat slechts beperkte hinder ontstaat en barrièrewerking niet wordt verwacht. Dit leidt met zekerheid niet tot significant negatieve effecten.

Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen worden toegepast om significant negatieve effecten te voorkomen.

Ter beperking van onderwatergeluid

- Toepassing van een ADD ('acoustic deterrent device' – akoestische waarschuwing) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. 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 hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van bellenscherm(en) als geluidsreducerende maatregel.
- Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de fundatietechniek en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Net op zee IJmuiden Ver Gamma (160 dB re 1 μ Pa2s). 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.
- Uitvoeren van project specifieke berekeningen inzake onderwatergeluid voor de nog uit te voeren bodemsurveys.

Ter beperking van verstoring door bovenwatergeluid:

- 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 vanaf het strand. Bij het leggen van de kabel op zee ter plaatse van de aanlanding van de kabel op de Tweede Maasvlakte dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1.500 m van de werkzaamheden. Waarnemingen zullen vanaf zee (boot/schip) en vanaf land moeten plaatsvinden om gehele onderzoeksgebied/verstoringgebied te kunnen waarnemen.
- Bij het leggen van de kabel op zee in de Voordelta dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1.500 m van de werkzaamheden. Hiervoor zal de vogelwaarnemer een inschatting maken op welke wijze de waarneming zal plaatsvinden.
- Tijdens werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de Tweede Maasvlakte moet er gebruikt 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 verstoringafstand van 1.200 m, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de zeehonden weg zijn. Bij het leggen van de kabel op zee in de verstoringafstand tot de Hinderplaat (1.200 m) moet een zeehondenwaarnemer aanwezig zijn. De zeehondenwaarnemer zal verifiëren of er zeehonden aanwezig zijn tot 1.200 m vanaf het schip. Hiervoor zal de zeehondenwaarnemer zelf een inschatting maken op welke wijze de waarneming zal plaatsvinden.

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.

Voorafgaand aan de bouw- en aanlegwerkzaamheden wordt een ecologisch werkprotocol opgesteld waarin de genoemde mitigerende maatregelen zijn opgenomen. In het protocol zullen ook uitwerkingen van gevoelige periodes voor beschermde soorten en de daaruit volgende restricties komen te staan.

In het ecologisch werkprotocol komen de maatregelen vanuit Natura 2000-wetgeving (voorzittende Passende Beoordeling) en de soortenbescherming (separate soortenbeschermingstoets) samen.

Naast de hierboven vermelde mitigerende maatregelen zal TenneT een bronmaatregel nemen om de stikstofemissie tijdens de aanlegfase te beperken. Hoewel de stikstofeffecten van de schepen in de aanlegfase niet betrokken hoeven te worden bij het besluit over de natuurvergunning, wil TenneT de emissie van stikstof tot een minimum beperken om een bijdrage te leveren aan de stikstofreductie opgave in Nederland. De schepen voor de aanleg van de kabels veroorzaken het grootste deel van de stikstofemissie.. Als bronmaatregel schrijft TenneT in de aanbesteding voor de zeekabels aan de te selecteren aannemers voor de uitstoot van stikstof met 80% ten opzichte van 'business as usual' te realiseren.

Planning en gewenste looptijd vergunning

Vergunning wordt aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van het project met bijbehorende effecten en gevolgen zoals weergegeven in de Passende Beoordeling (bijlage 1). De aanlegwerkzaamheden vinden op basis van de huidige planning plaats in de periode 2023-2029. Vervolgens is de verbinding tenminste 40 jaar in gebruik. Na de gebruiksfase worden het platform en de kabels verwijderd. De gewenste looptijd van de hierbij aangevraagde vergunning is voor onbepaalde tijd.

Procedure

Op uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikelen 20c en 20ca van de Elektriciteitswet de Rijkscoördinatieregeling uit de Wet ruimtelijke ordening van toepassing. Hierbij is de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) de aangewezen minister voor de coördinatie.

1. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) dient u als bevoegd gezag een afschrift van deze aanvraag aan de minister van EZK te versturen. TenneT TSO B.V. zal er echter voor zorgen dat de minister van EZK een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerpbesluit gereed te hebben.
3. Het ontwerpbesluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT TSO B.V., maar aan de minister van EZK, t.a.v. Bureau Energieprojecten, Postbus 93144, 2509 AC Den Haag. De minister stuurt de besluiten gebundeld door aan de initiatiefnemer; dit is juridisch gezien de bekendmaking. De ter inzagelegging van de besluiten wordt verzorgd door Bureau Energieprojecten.

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

- o Onderhavige brief
- o Bijlage 1a: Activiteitenbeschrijving¹
- o Bijlage 1b: Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma;
- o Bijlage 1c: Bijlagen bij Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Gamma;
- o Bijlage 2: Machtiging Arcadis Nederland B.V. door TenneT TSO B.V.;
- o Bijlage 3: Typical Installation Method Net op zee IJmuiden Ver Gamma;
- o Bijlage 4: Kaarten tracé Net op zee IJmuiden Ver Gamma;
- o Bijlage 5a: Soortenbeschermingstoets Net op zee IJmuiden Ver Gamma;
- o Bijlage 5b: Bijlagen bij de soortenbeschermingstoets.

¹ Ook de soortenbeschermingstoets (bijlage 5) is gebaseerd op deze activiteitenbeschrijving

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoek ik u op korte termijn contact met ons op te nemen (zie aanhef brief voor contactgegevens). Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Bureau Energieprojecten, tel. 070 379 8979.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

Projectleider Vergunningen en MER Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 1a: Activiteitenbeschrijving

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

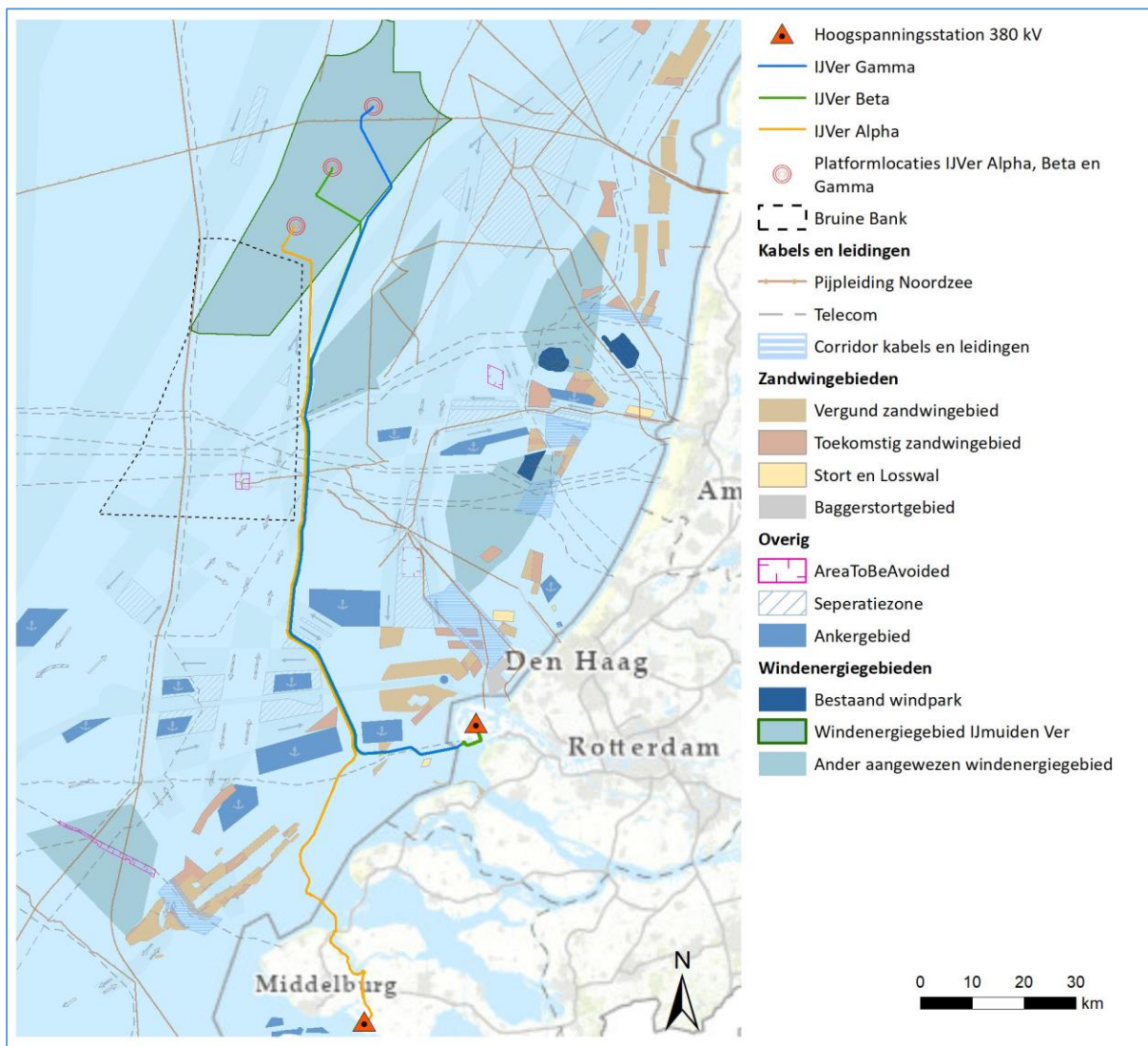
1	Inleiding.....	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Duurzame energie.....	4
1.2.1	Redenen	4
1.2.2	Routekaart 2030.....	5
1.2.3	Noodzaak extra windenergie op zee.....	6
1.3	Net op zee IJmuiden Ver Gamma	7
1.4	Doelstelling	7
2	Voorgenomen activiteit	9
2.1	Overzicht	9
2.2	Platform op zee.....	11
2.2.1	Locatie platform	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

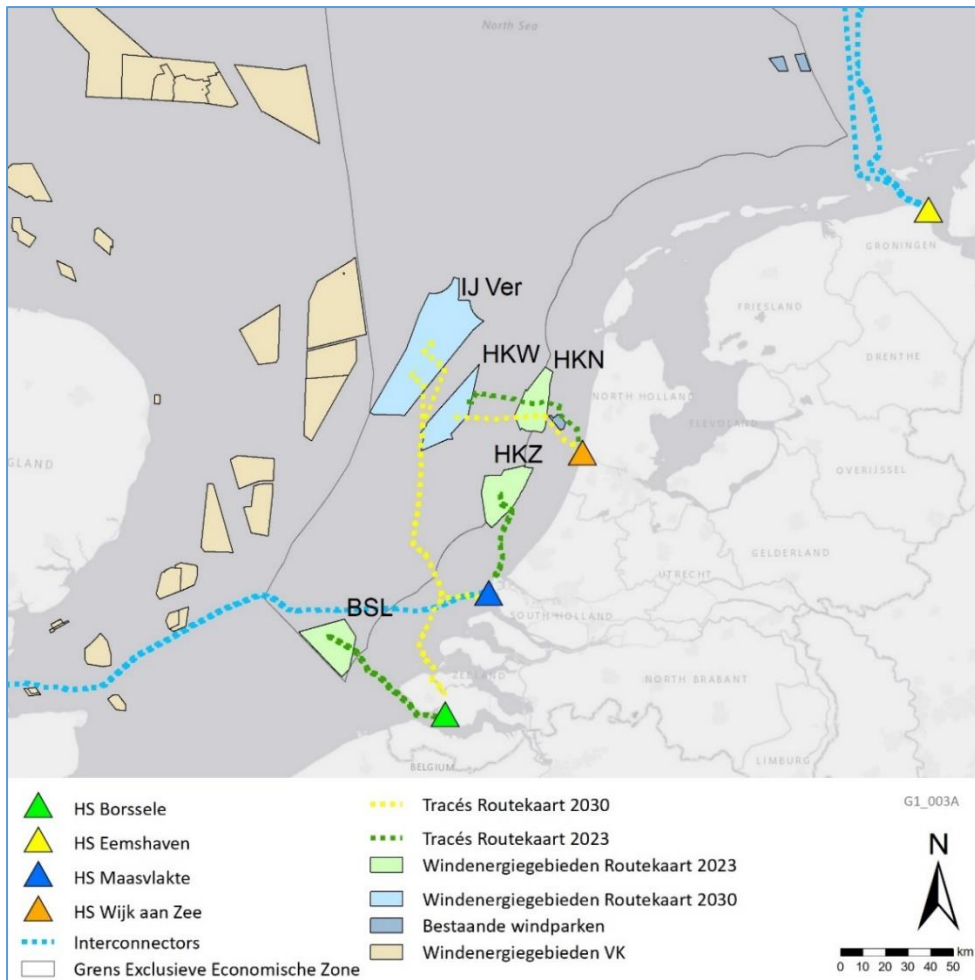
Project (windpark)	Aansluiting op 380kV	Operationeel in	Capaciteit en stroomsterkte	Verwachte besluitvorming
Hollandse Kust (west Alpha) en (west Beta)	Beverwijk	(west Alpha) in 2024 (west Beta) Q4 2026	700 MW en 220kV	Q2 2021 ontwerp besluiten ter inzage Q4 2021 definitieve ontwerpen vastgesteld
Ten 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), Hollandse Kust (west), Hollandse 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.

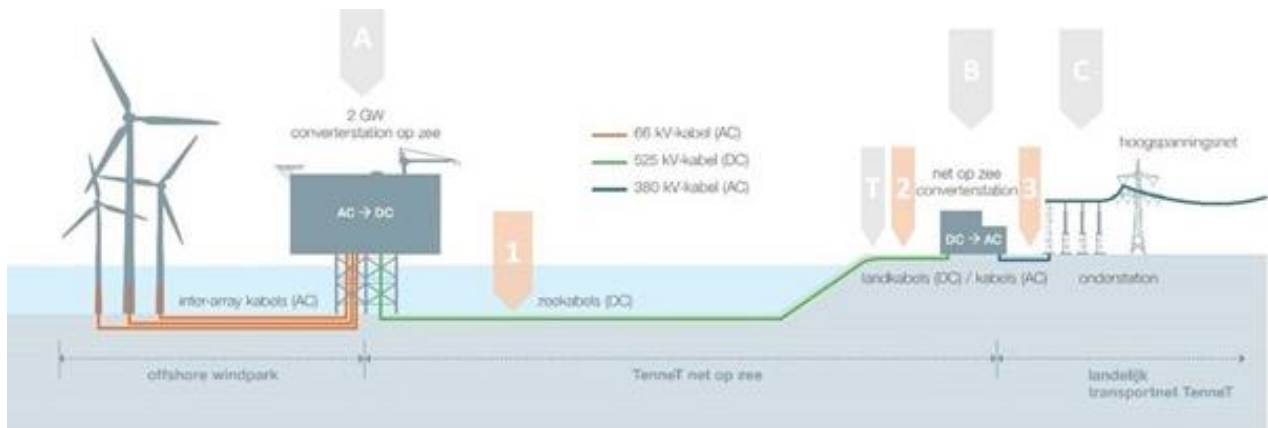
Wanneer in dit rapport wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Gamma (of over het voorkeurstracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen, die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- 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 bemane 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

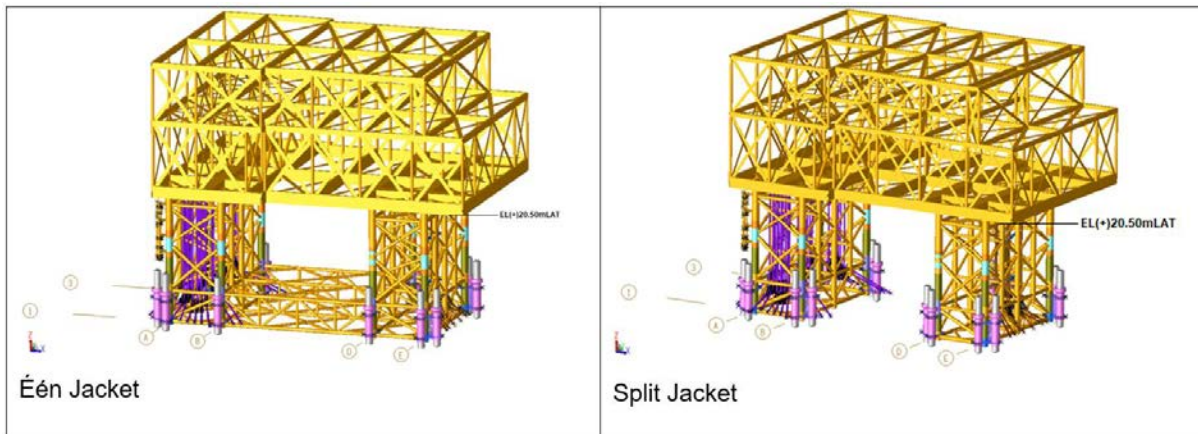
De installatieperiode van het platform duurt naar verwachting ca. 3 maanden. In de gehele aanlegfase van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zal er, gedurende één jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

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.



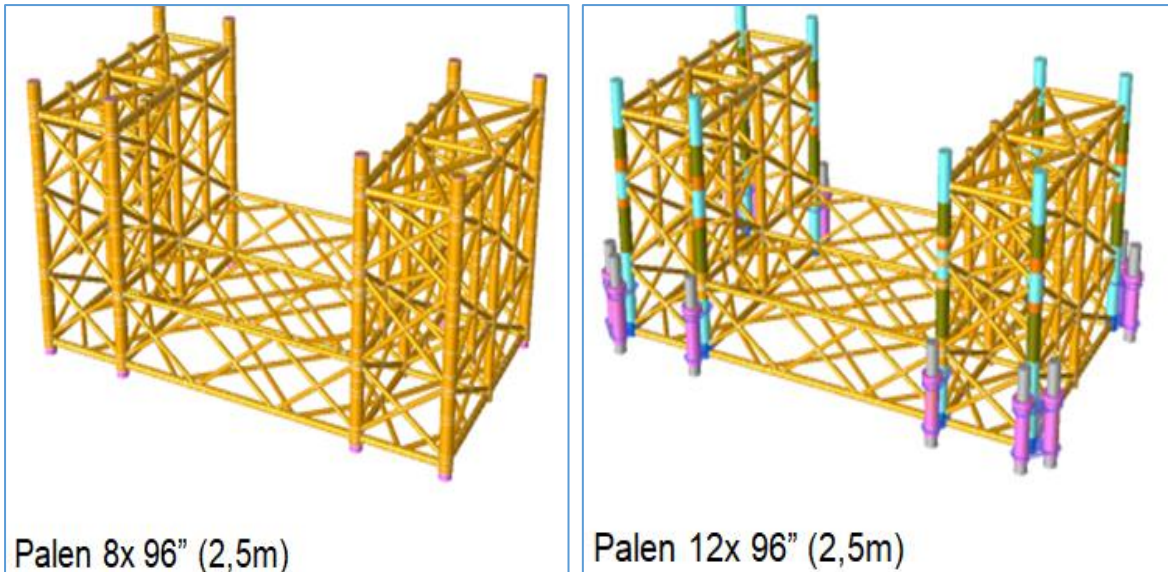
Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket: links "één jacket", en rechts "split-jacket".

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.

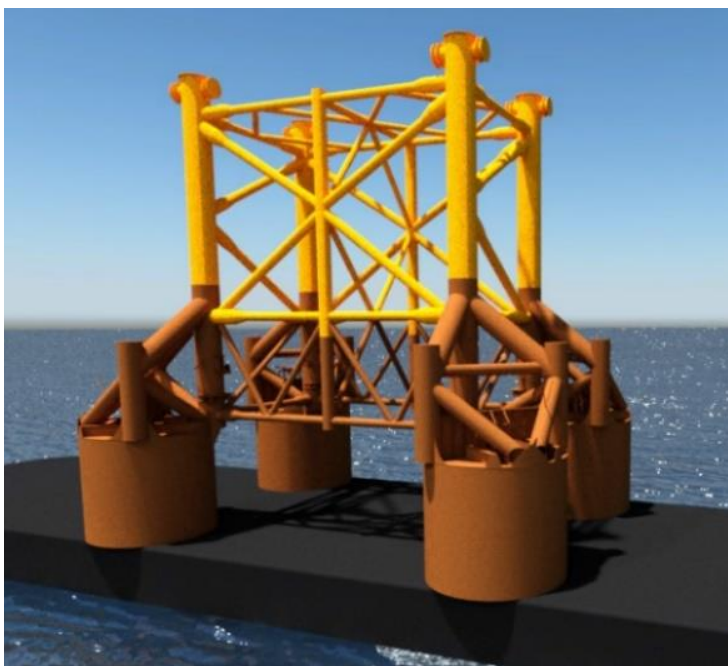
Voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 (worst-case) palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De palen worden worst-case 80 meter diep de zeebodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Het hamertype 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.



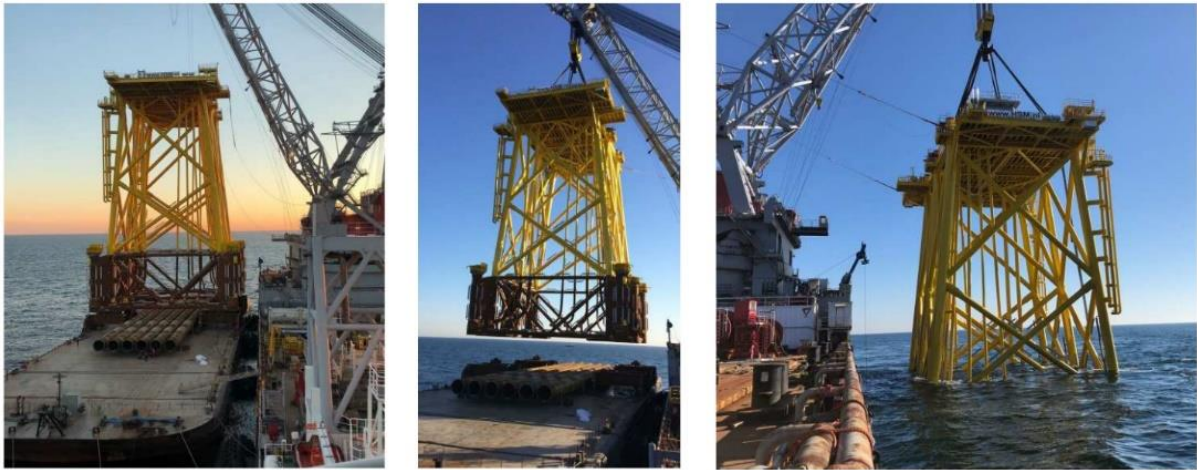
Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, rechts de optie met 12 palen

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 (bevoorradsings-) 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 (bevoorradsings- 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.

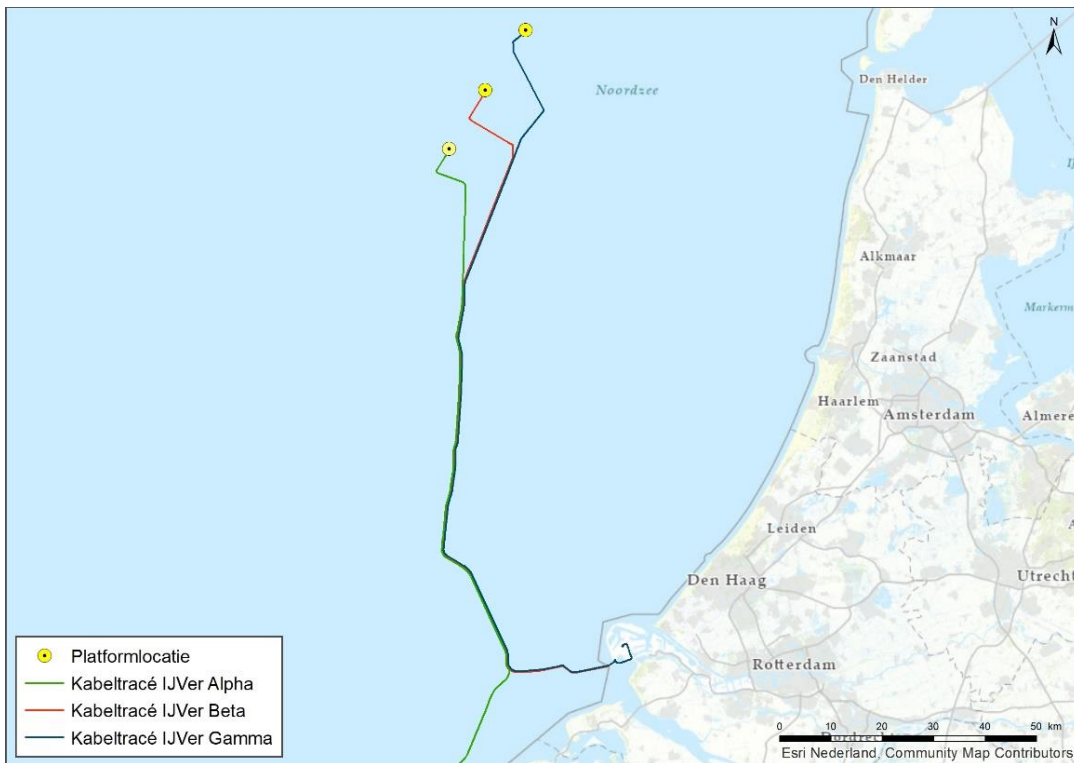
2.3 Kabels op zee

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 voorkeurstacé, 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.

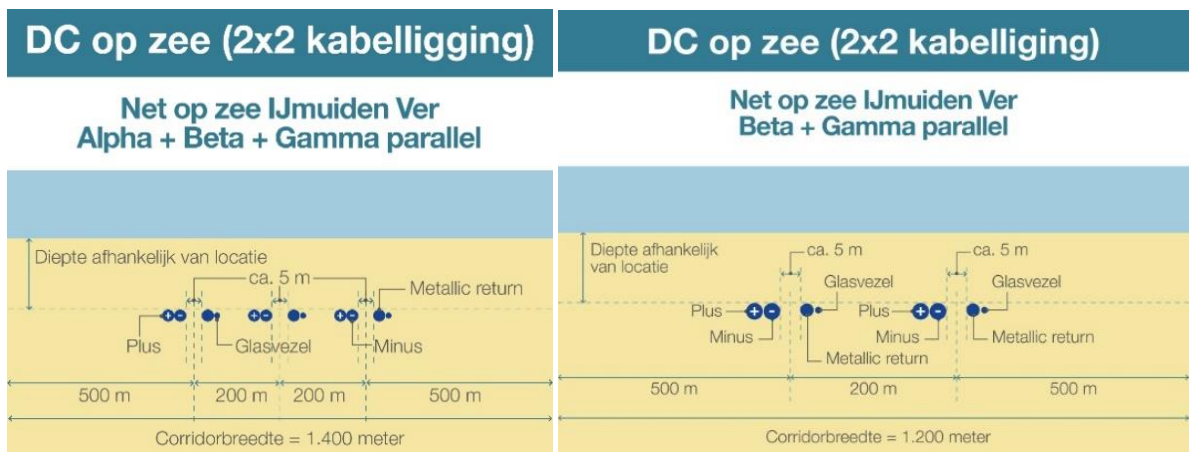
2.3.3 Veiligheidscorridor

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 (sleeponker) 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):

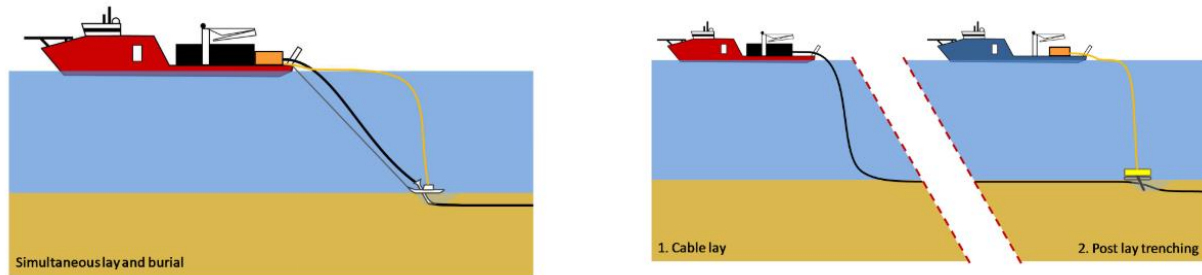
'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

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, hoofdbediensingsplatform, 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

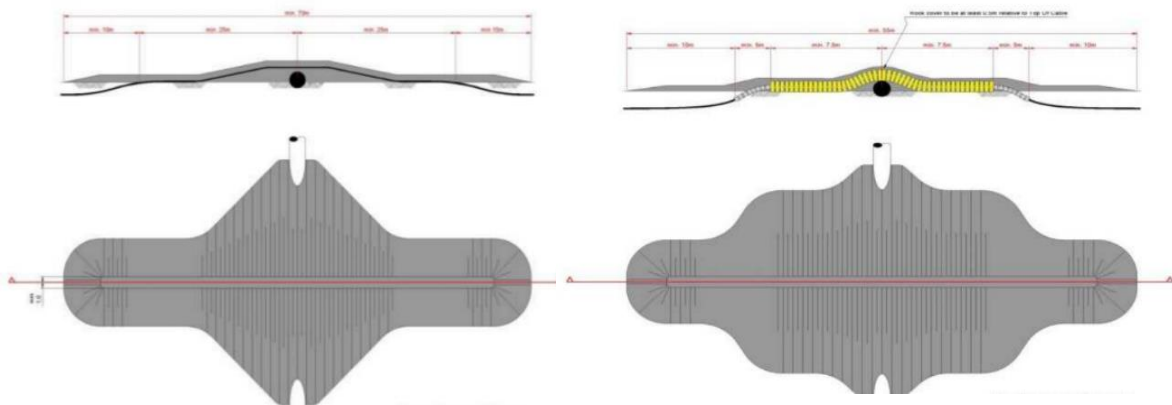
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluide gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel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

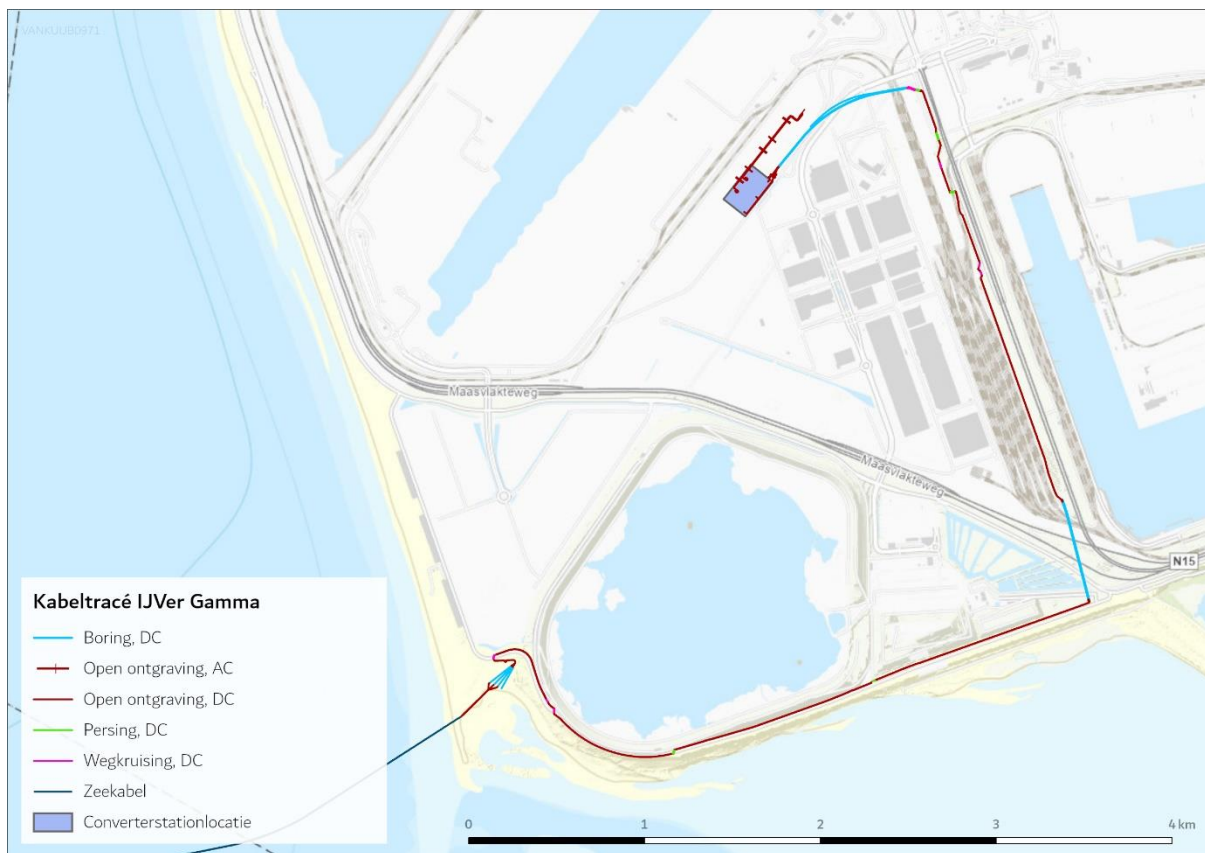
2.4 Kabels op land

2.4.1 Route kabel

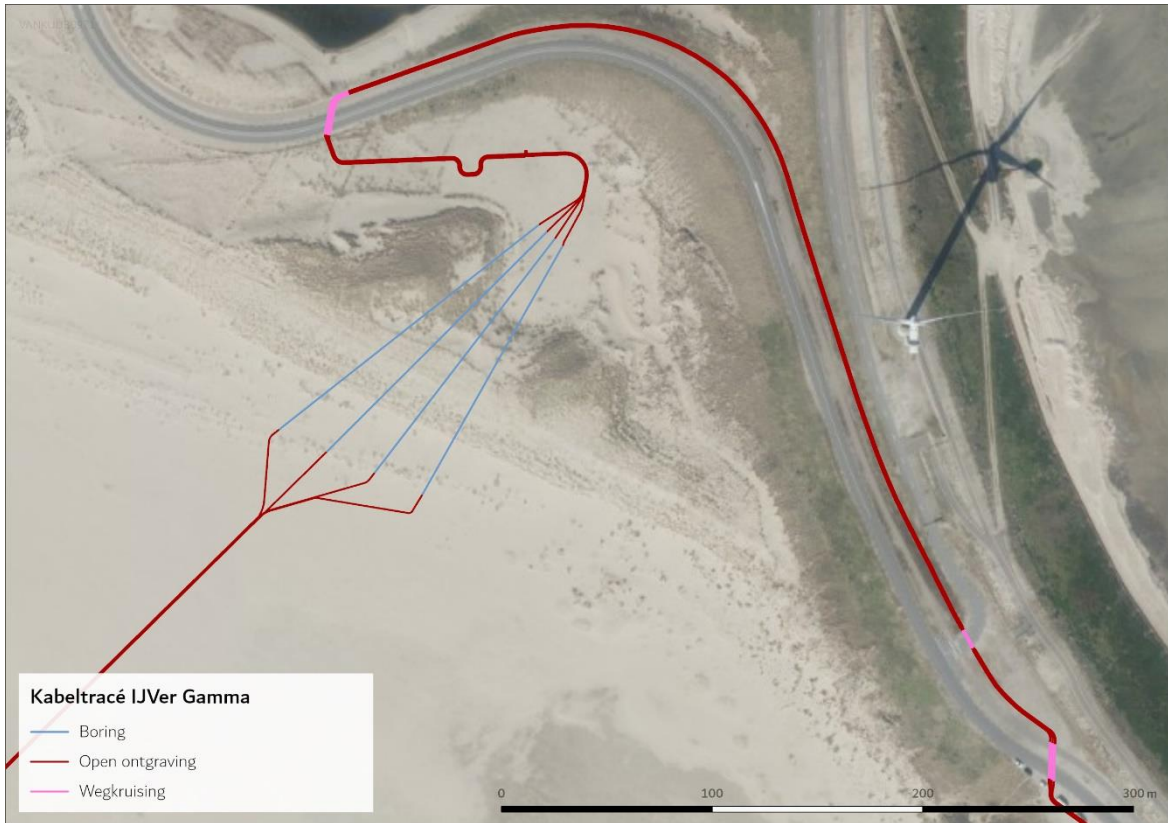
Het voorkeurstracé op land overbrugt een afstand van 8,2 km en is weergegeven in Figuur 18. De route van de kabels op land begint op het strand van de Maasvlakte. De kruising van het strand vindt plaats met open ontgraving. Vervolgens zullen de kabels door gestuurde boringen vanuit de landzijde naar 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

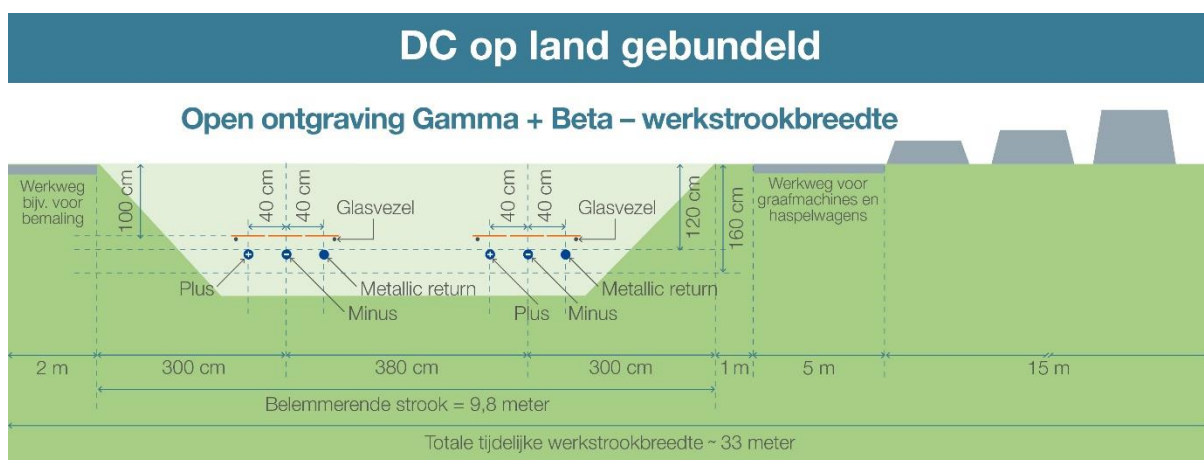
Uitgangspunt voor de aanleg van het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Gamma is dat het gelijktijdig wordt aangelegd met het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta. In de effectbeoordeling van het tracé op land is uitgegaan van een gecombineerde corridor voor de open ontgraving, boringen en persingen. 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.

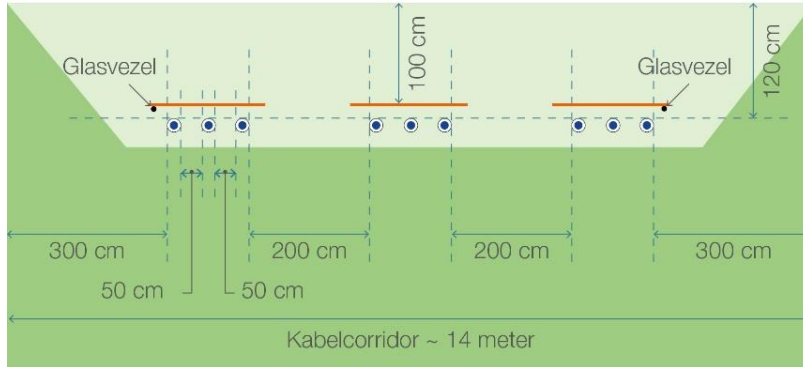
De kabels worden gelegd met rollers, kabelspanners en lieren en worden op een bodem van opvulzand gelegd. Er volgt een dekking van ongeveer 200 mm van hetzelfde zand en een laag beschermingstegels (vaak rood met waarschuwingstekst). De trench wordt direct na het leggen van de kabels afgesloten met de 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

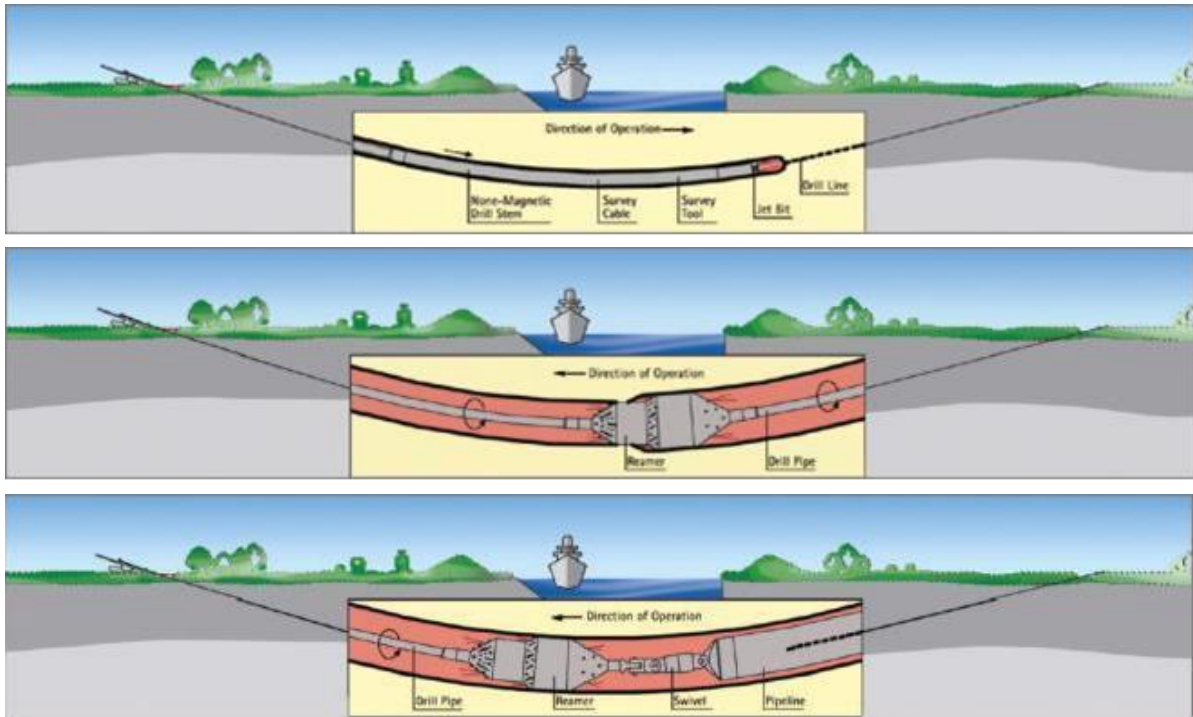
Open ontgraving



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.

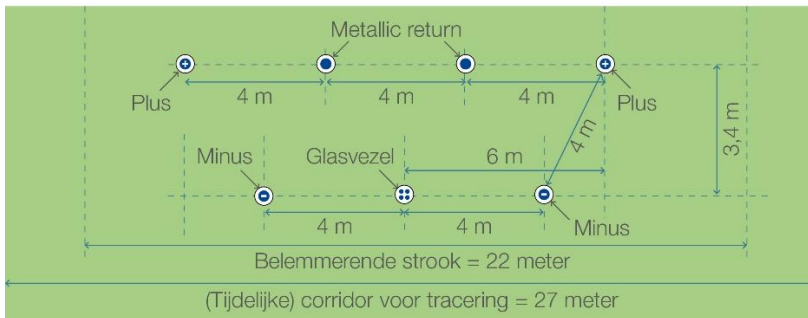
Tabel 6 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD lengtes, t = ton

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



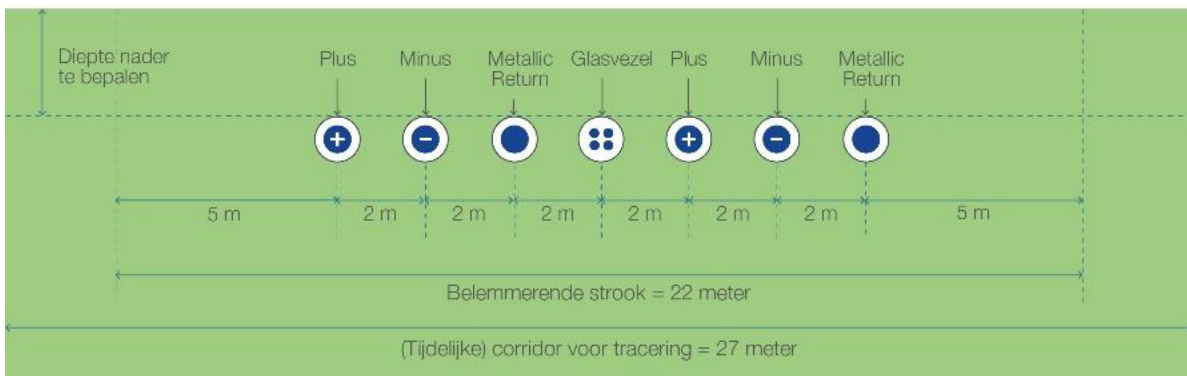
Figuur 25 De kabelconfiguratie en werkstroombreedte bij boring (HDD) van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta.

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

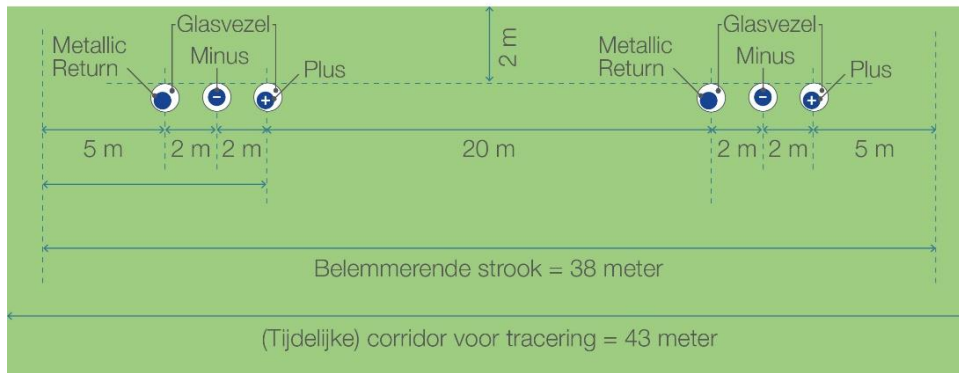
Persingen Beta + Gamma parallel



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.

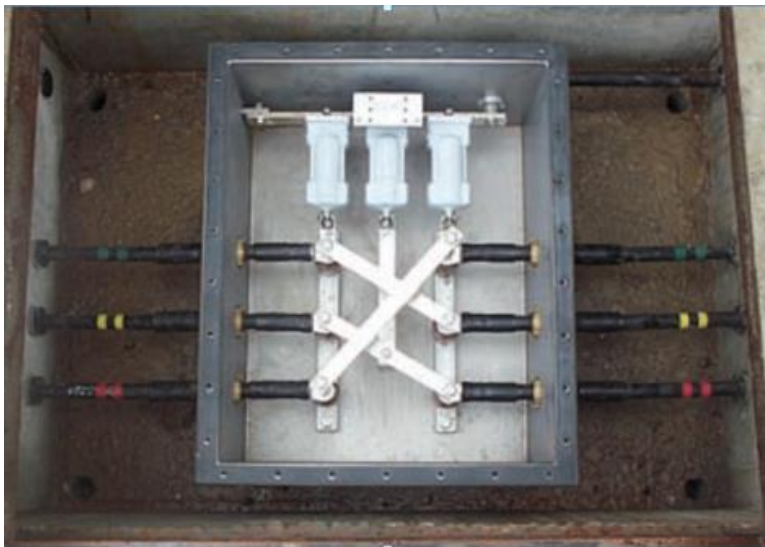
2.5.3 Mofput (op land)

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.



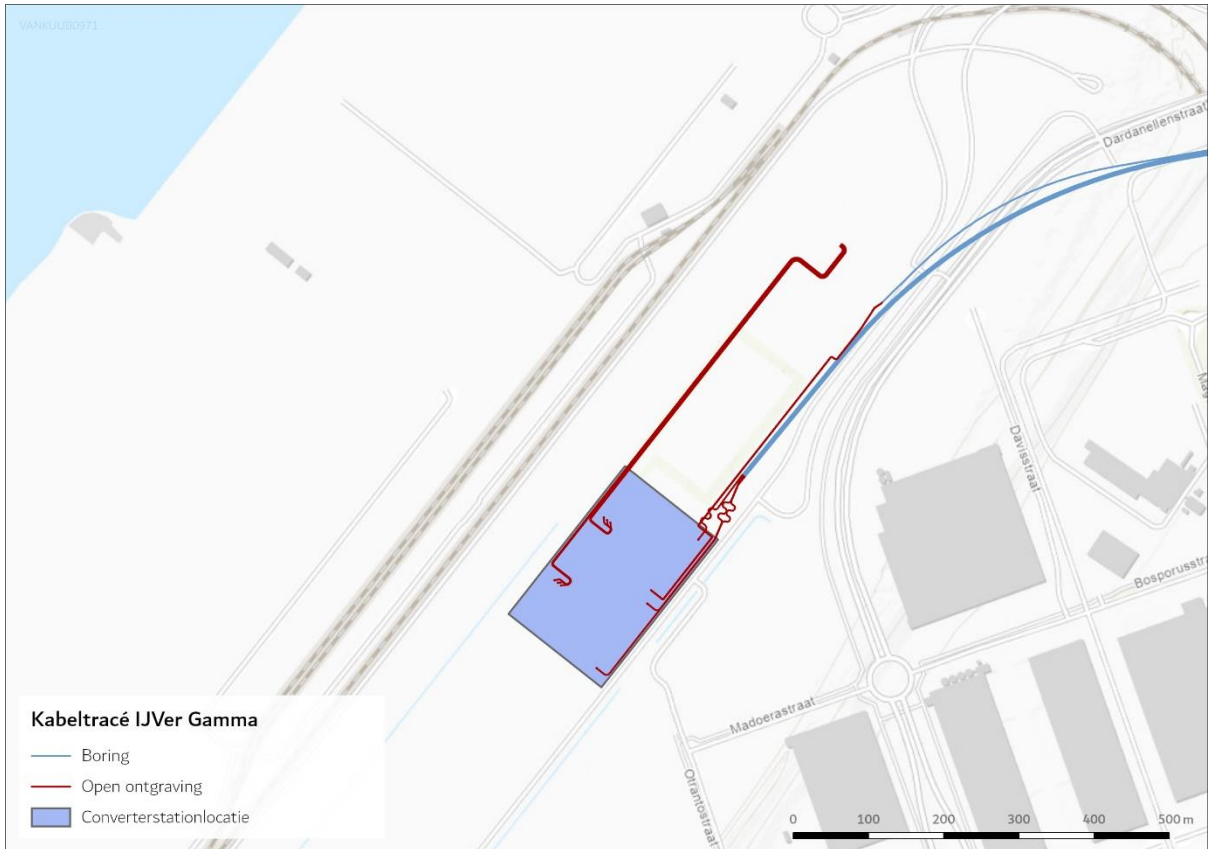
Figuur 29 Impressie van een aardput

2.6 Converterstation

2.6.1 Locatie en afmetingen

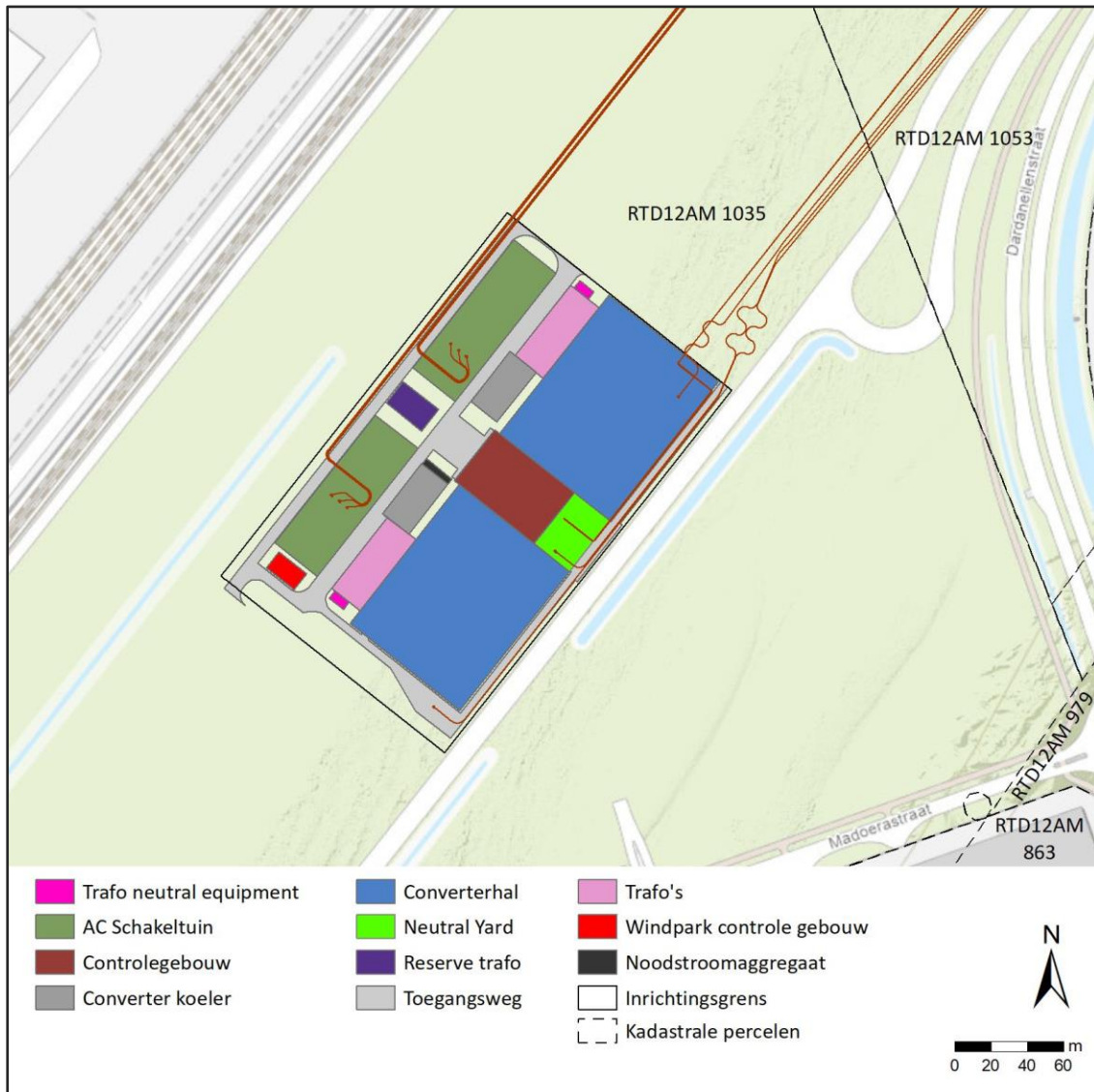
In het converterstation wordt het voltage van 525kV-gelijkstroom omgezet naar 380kV-wisselstroom zodat het kan aansluiten op het bestaande hoogspanningsnet van TenneT. In totaal is een plot van maximaal 4,0 ha grond benodigd voor de realisatie van het converterstation. Dit plot ligt op een hoogte van +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

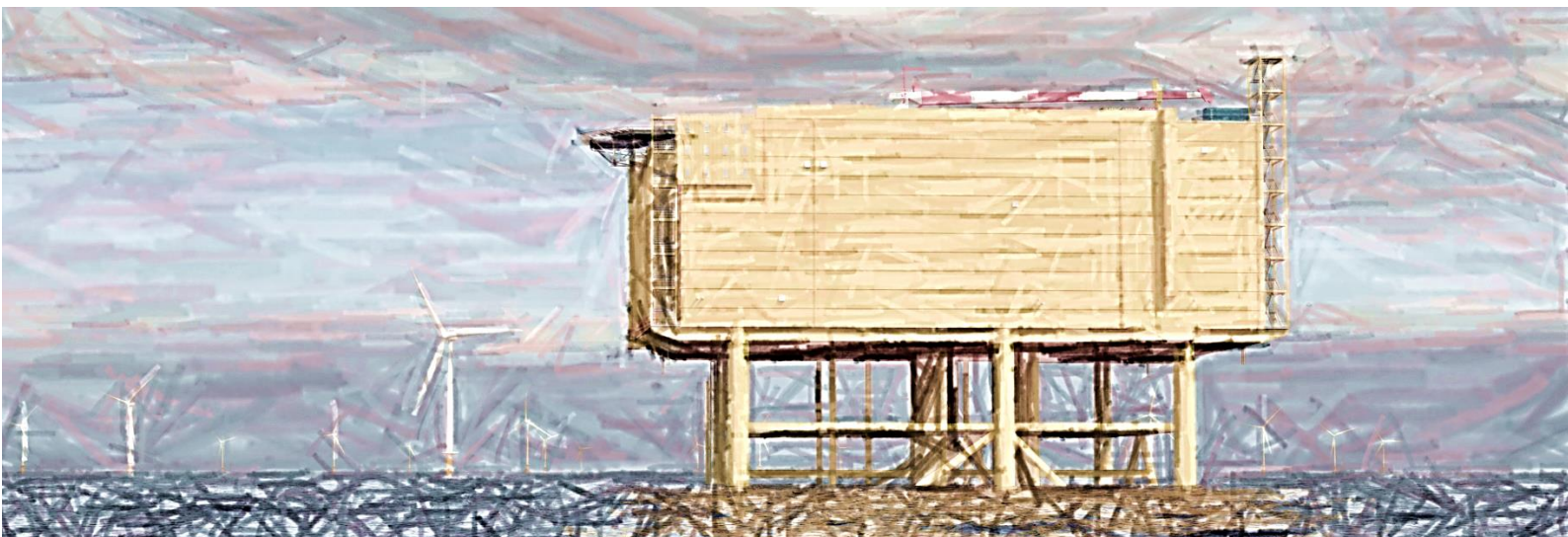
www.arcadis.com

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 1b: Passende Beoordeling Net op Zee
Ijmuiden Ver Gamma

Net op zee IJmuiden Ver Gamma

Passende Beoordeling bij Wnb-Vergunning



Datum: 12-12-2022
Versienummer: 2.0
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	27
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	32
3.10	Verontreiniging op zee.....	33
3.11	Warmteontwikkeling	34
3.12	Verdroging op land	34
3.13	Verzuring en vermesting.....	35

3.14	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	36
4	Betrokken Natura 2000-gebieden	39
4.1	Het studiegebied.....	39
4.2	Beïnvloedde instandhoudingsdoelen	40
4.3	Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied	41
4.3.1	Bruine Bank.....	41
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 trekvissen	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 trekvissen.....	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	137
6.6.1	Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren	137
6.6.2	Effecten op bruinvissen	137
6.6.1	Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie	139
7	Cumulatie.....	141
7.1	Toelichting	141
7.2	Projecten meegenomen in cumulatietoets	142
7.3	Impuls-onderwatergeluid	143
7.4	Vertroebeling.....	145

7.4.1	Vergunde projecten	145
7.4.2	Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma	148
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
9	Conclusie	170
9.1	Gebiedsbescherming	170
9.2	Mitigerende maatregelen.....	170
10	Referenties.....	172
	Bijlage A Uitgangspunten Aerius-berekeningen gebruiksfase.....	189
	Bijlage B Aerius-berekeningen gebruiksfase.....	190
	Colofon.....	191

1 Inleiding Passende Beoordeling

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit 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.

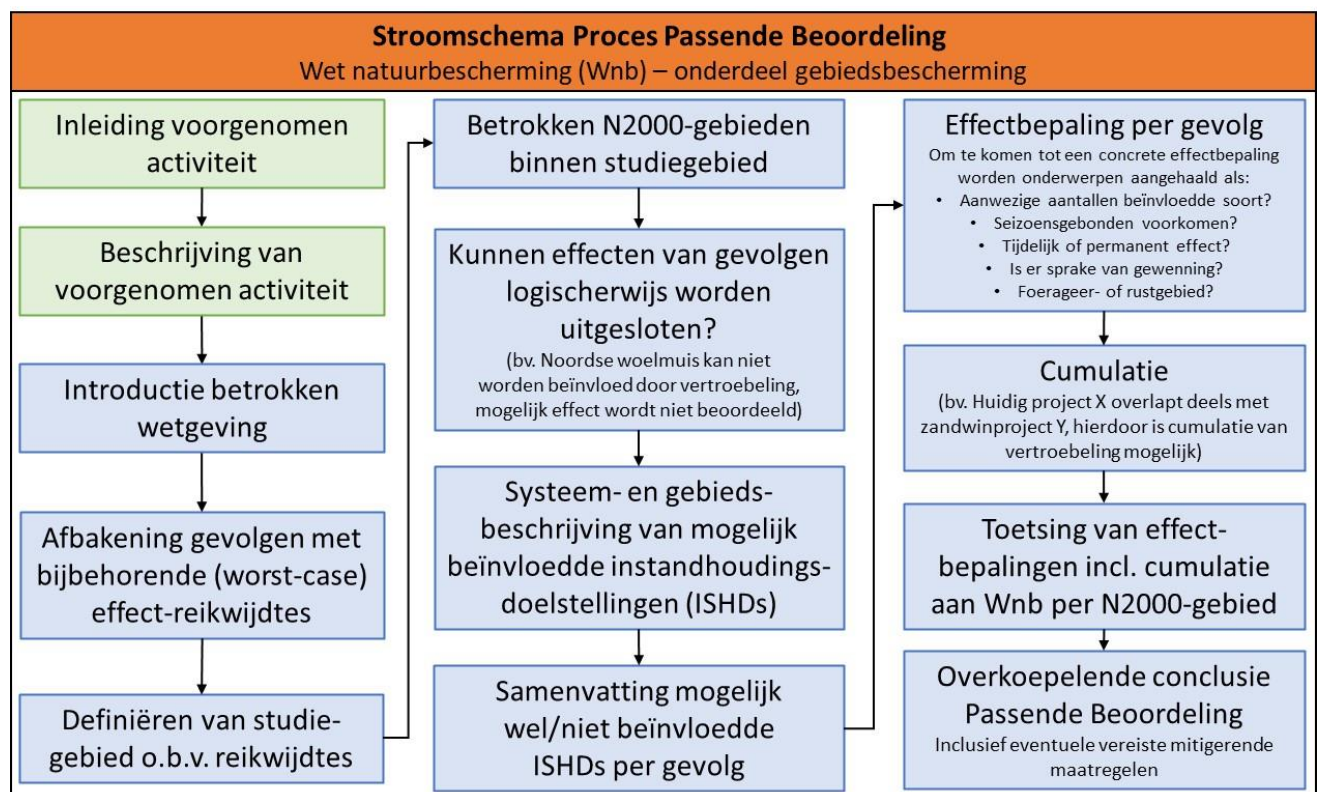
In deel B van de Passende Beoordeling wordt in hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader voor Natura 2000-gebieden. Dit is vastgelegd in de Wet Natuurbescherming. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de ecologische gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, 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 (1x4) methode is technisch/economisch mogelijk niet haalbaar. Zo is één bundel van vier kabels (1x4) erg star, wat het installeren op de zeebodem bemoeilijkt.

De (2x2)-kabelconfiguratie heeft de grootste versturende effecten en is de worst-case. Ook voor bijvoorbeeld vertroebeling is de 2x2 configuratie worst-case. Indien de (1x4) configuratie wel mogelijk is, zou hiervoor 15% minder gebaggerd hoeven te worden. Hierom worden dus alleen de reikwijdtes van de (2x2)-kabelconfiguratie benoemd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de kabels met twee boten worden aangelegd. Deze varen achterelkaar indien anders aangegeven. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren 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.

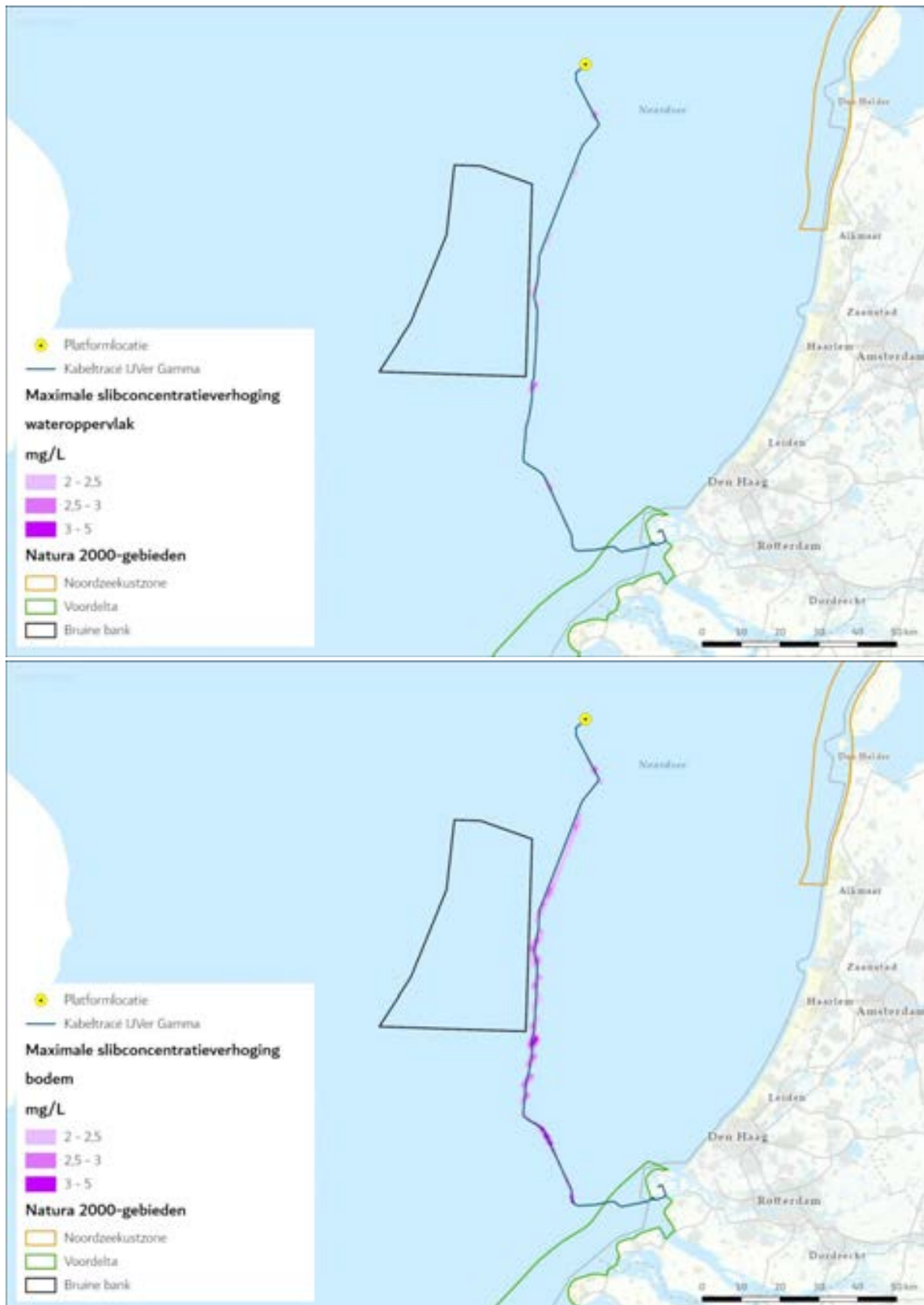
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- 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 waardes 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

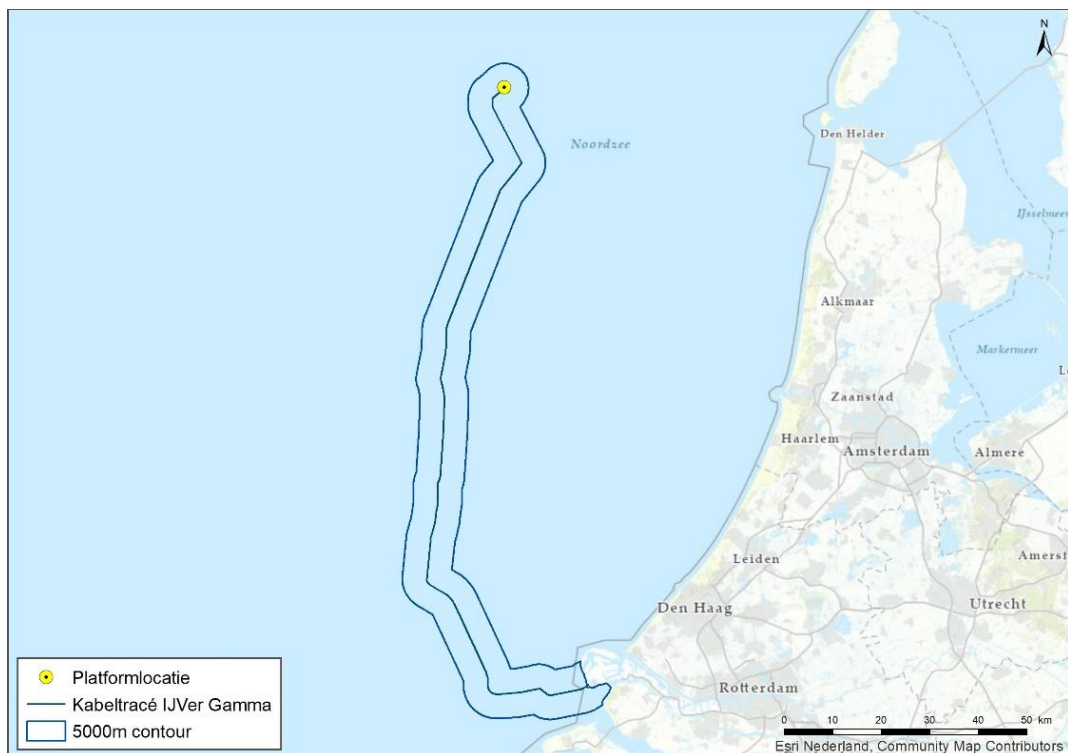
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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 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., 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 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 zee kabels 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

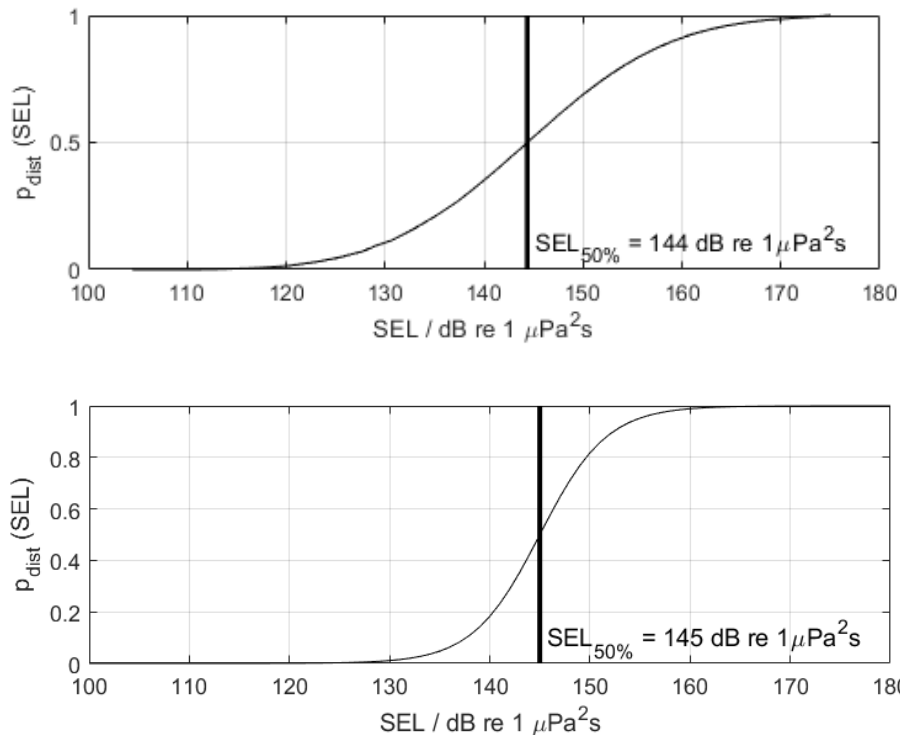
3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

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 verstoringsberekeningen 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 SELs van 145 dB re 1 μPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs 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:

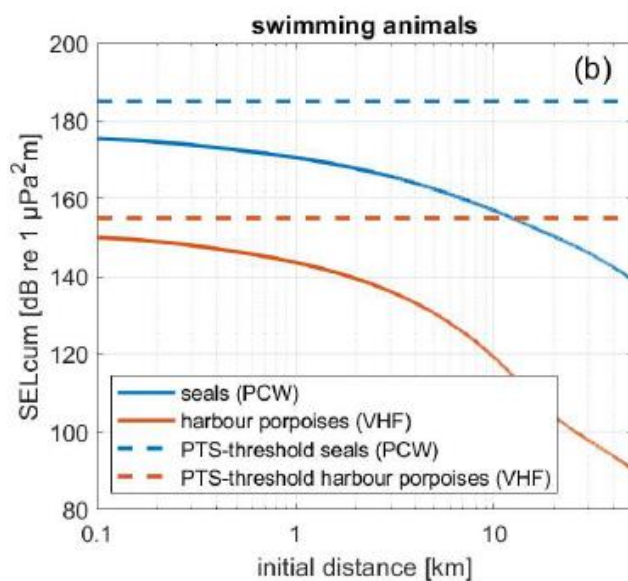
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELs van 130 dB re 1 μPa²s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 120 dB re 1 μPa²s.

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 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

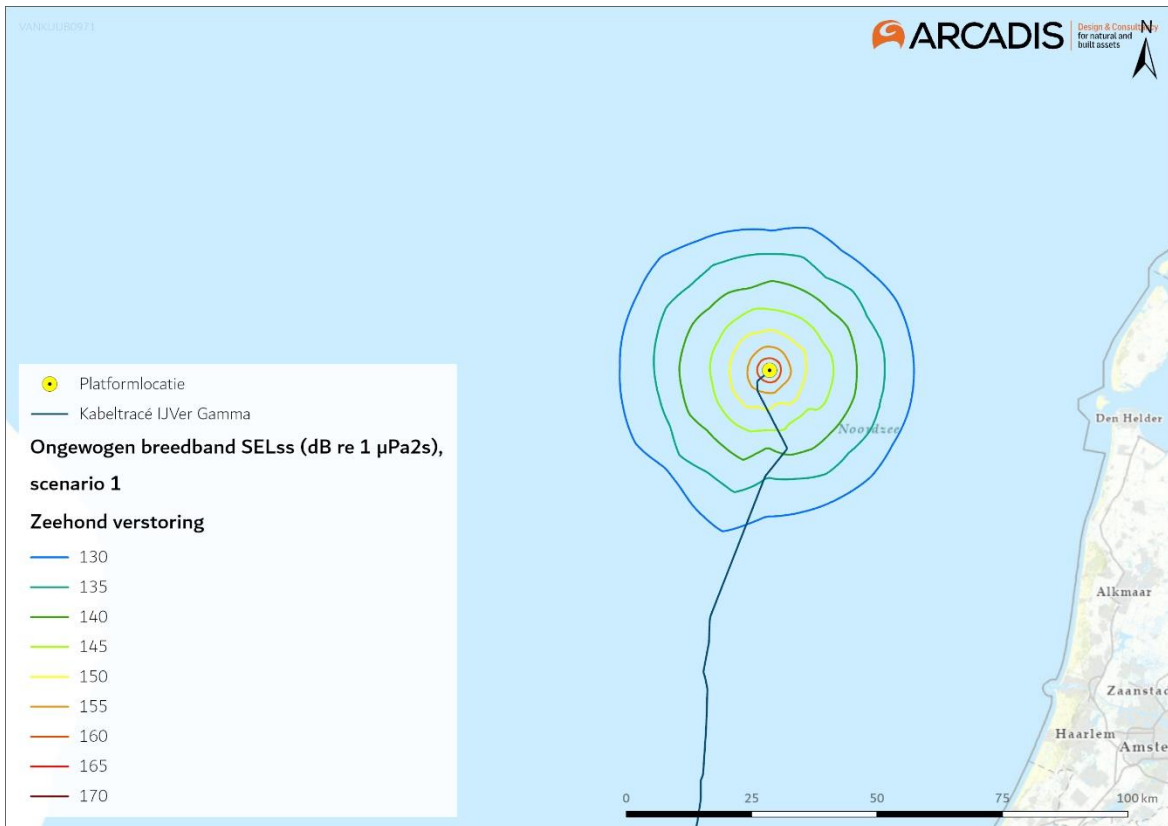
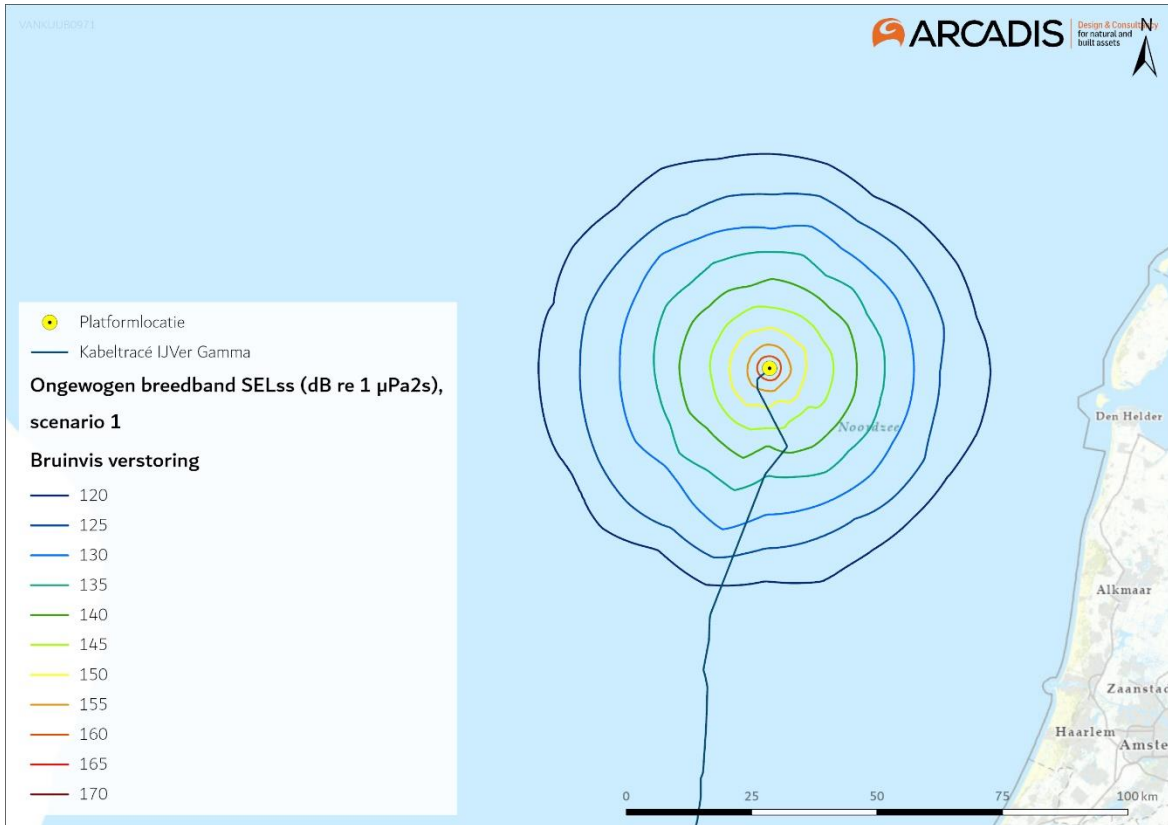
Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaarden voor TTS en PTS boven de genoemde waarden voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaarden voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens het KEC 4.0 is de kans op PTS 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 impulsogeluid 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 verharen.

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 verrekende 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 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 foerageergedrag 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 verstoringen veroorzaken 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.

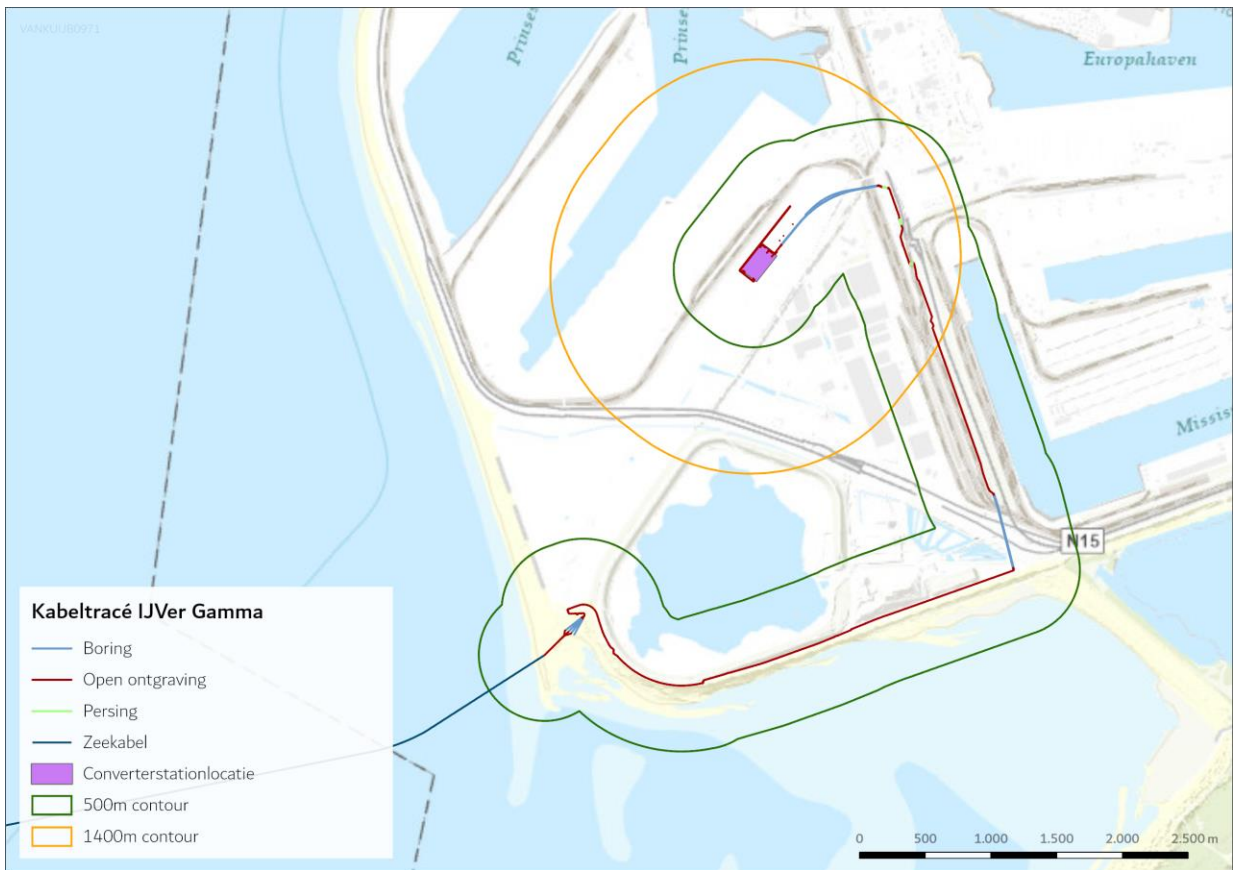
3.7 Verstoring op land

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.

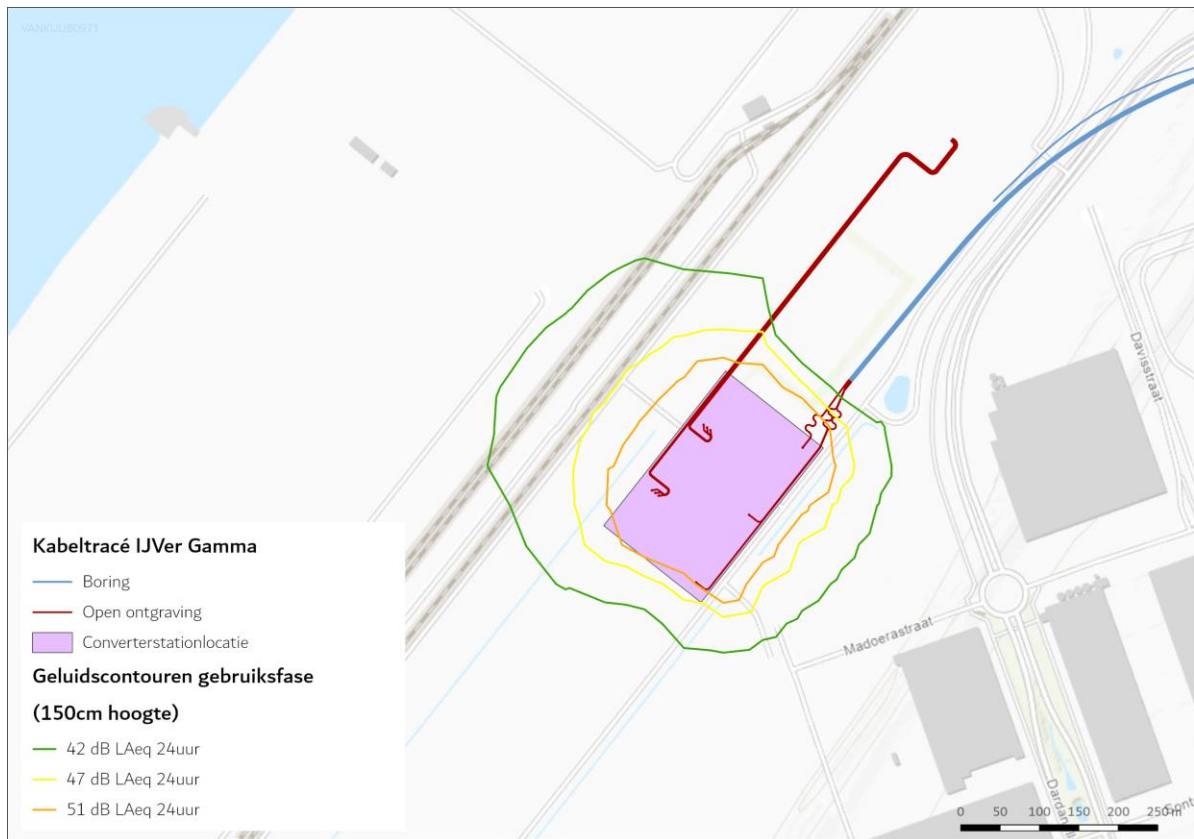
3.7.1 Geluid

Van verstoring door geluid kan zowel in de aanleg als de gebruiksfase sprake zijn. In de aanlegfase door gebruik van 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. 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 Geluidscontouren 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.

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.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is, vanuit de ondergrondse kabels, geen sprake van enige verstoringen door verlichting. In de gebruiksfase kan van het converterstation wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie.

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). Er is daarnaast op de tweede Maasvlakte als gevolg van andere gebruiksfuncties al sprake van relatief hoge lichtemissie i.v.m. straatverlichting en verlichting vanuit industrie (*Kaart Lichtemissie*, 2021). Het effect van extra verlichting tijdens de aanlegfase is hiermee verwaarloosbaar. 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 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 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 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 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.

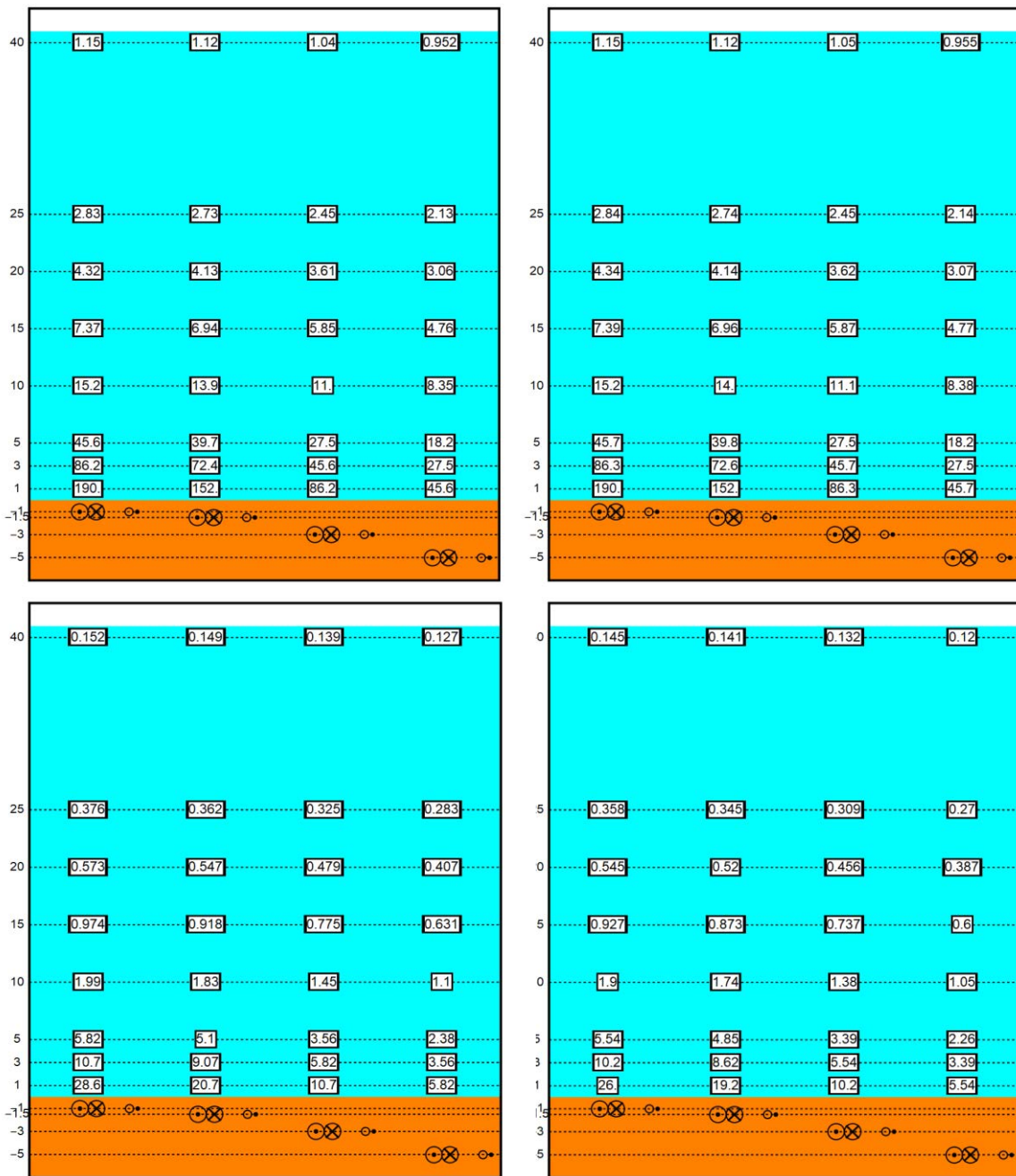
Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch 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

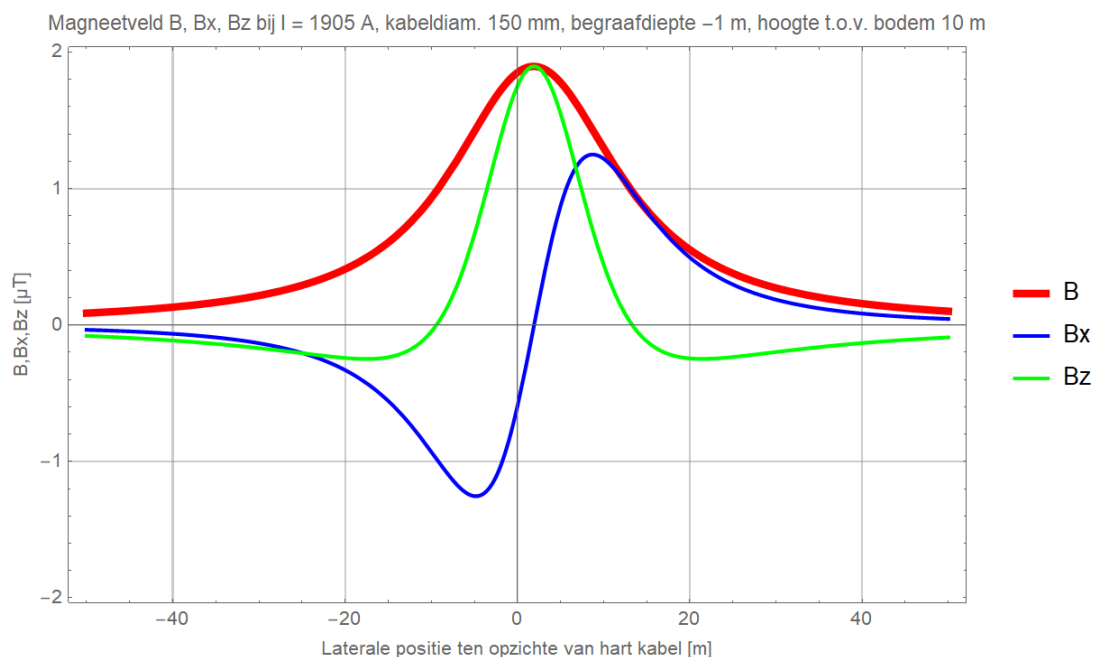
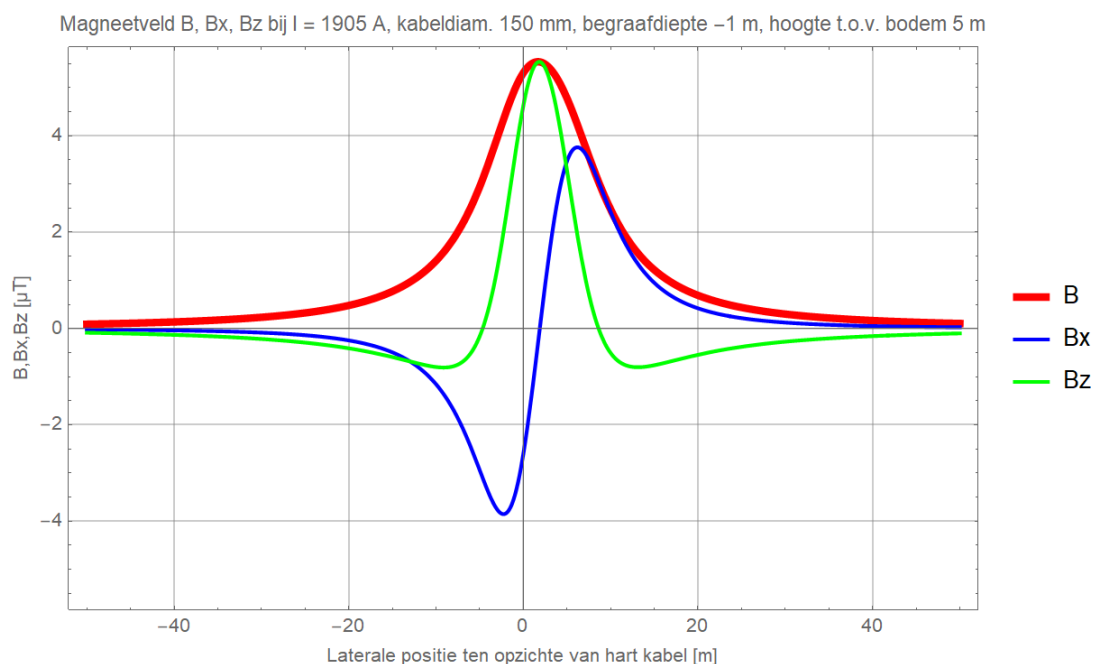
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 11 is de worst-case magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal 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 $0,145 \mu\text{T}$ (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 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 $1,15 \mu\text{T}$ in het geval van beide kabeldiktes. Normale waarden bij een kabeldikte van 150 mm waren voorheen $0,034 \mu\text{T}$ en waarden bij een kabeldikte van 185 mm waren voorheen $0,0419 \mu\text{T}$. 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 μ T ipv. 0,02-0,03 μ T) (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 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).



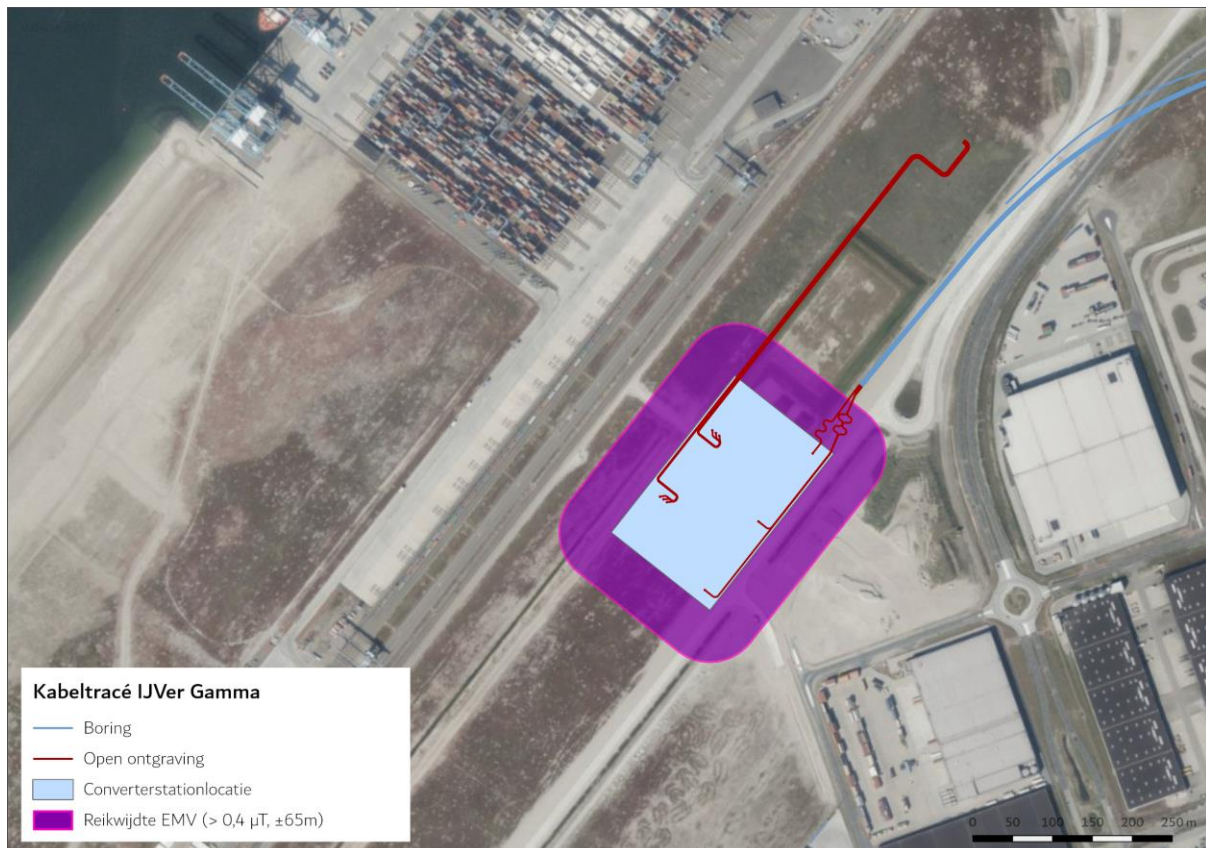
Figuur 12 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in μT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 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 (o.b.v. 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 waterbodembodemkwaliteit 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 benthische (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/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. 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 habitattype overschrijdt én;
- Als gevolg van de werkzaamheden een toename van de stikstofdepositie ontvangt.

Noodzaak beoordeling stikstofdepositie

In de op 1 juli 2021 in werking getreden Wet stikstofreductie en natuurverbetering en het bijbehorende besluit stikstofreductie en natuurverbetering (Staatsblad 2021, 287 en Staatsblad 2021, 288) 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. De 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.

Een nadere beoordeling of toetsing van de effecten van de tijdelijke stikstofdepositie tijdens de aanlegfase is daarom niet meer noodzakelijk. De stikstofemissies uit de gebruiksfase zijn worst case in beeld gebracht middels een AERIUS-berekening (zie Bijlage A voor de uitgangspunten en Bijlage B voor de Aeries berekening). Er zijn twee scenario's doorgerekend, Scenario 1: onderhoud per helikopter en materiaal per boot, Scenario 2: onderhoud per boot in combinatie met helikopter. Deze berekeningen zijn opgenomen in Bijlage A. Voor beide scenario's geldt dat geen stikstofdepositie optreedt op daarvoor gevoelige Natura 2000-gebieden. Verzuring en vermessing is daarom verder geen onderdeel van deze Passende Beoordeling.

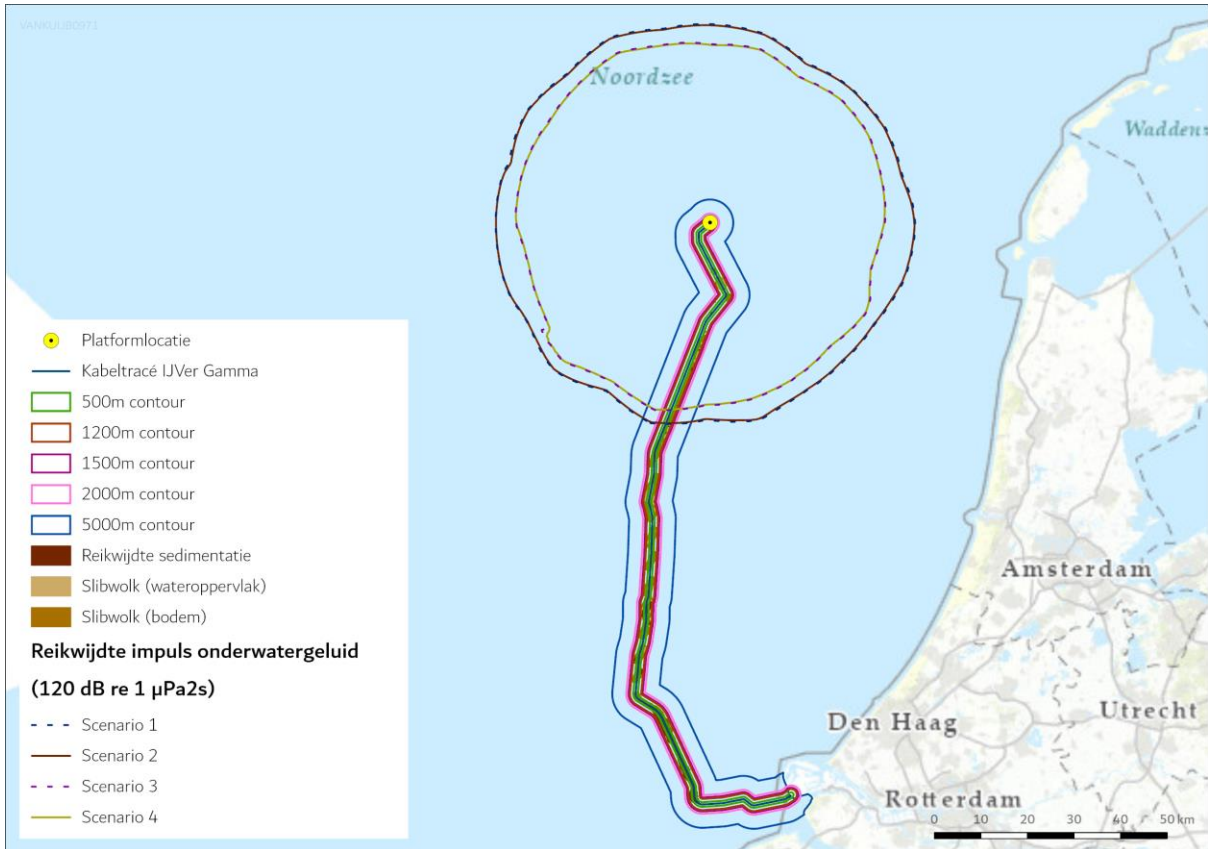
3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

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.

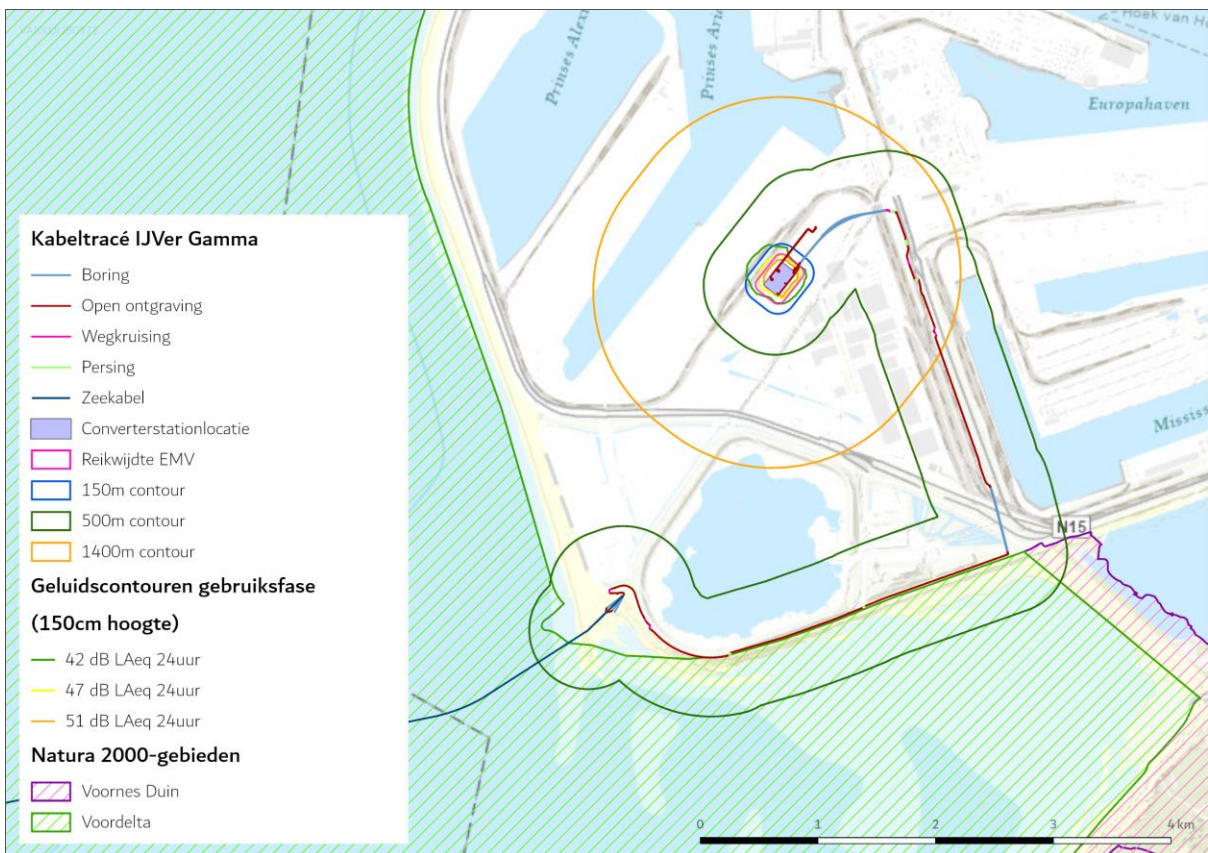
Tabel 1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

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.
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).

Gevolg		Op zee / op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
				Sedimentatiesnelheid komt niet boven de 1mm/dag
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zee	Beide, maar aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	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	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
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 voorkeurstracé. 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

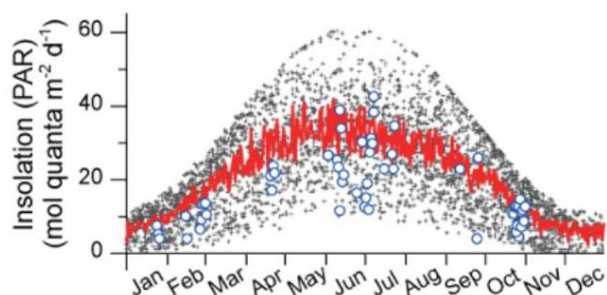
Verstoring door continu onderwatergeluid reikt in de Bruine Bank. Vogels rusten op het water, of vliegen, en ondervinden in principe geen hinder van onderwatergeluid. Theoretisch kunnen deze vogels tijdens het duiken het geluid wel horen. In de praktijk is een groot deel van het geluid al uitgedoofd 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 geluidsignalen 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 trekvissen.

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 uitvlieg radius. De grote stern heeft een uitvlieg radius 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)

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 (zeevetmuur)					
	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	Scholekster			X		
	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 habitatsoort noordse woelmuis en de aangewezen broedvogels. De habitatrichtlijnsoorten 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	Kruiwilgstruwelen	
	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

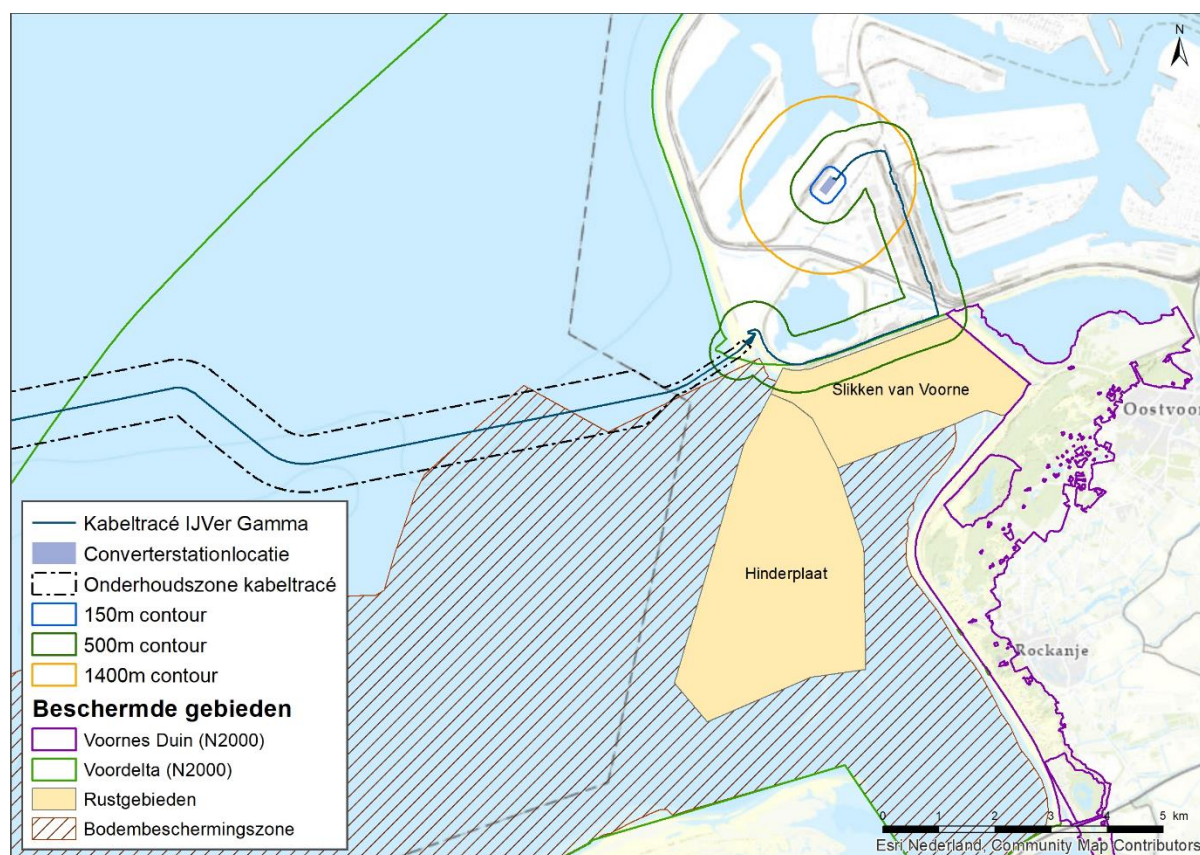
Natura 2000-gebied Voordelta ligt voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust, beginnend bij de Maasvlakte tot aan Walcheren. Het is onderdeel van het Nederlandse deltagebied. Het gebied beslaat zo'n 900 km² (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Het gebied is een afwisseling tussen 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).



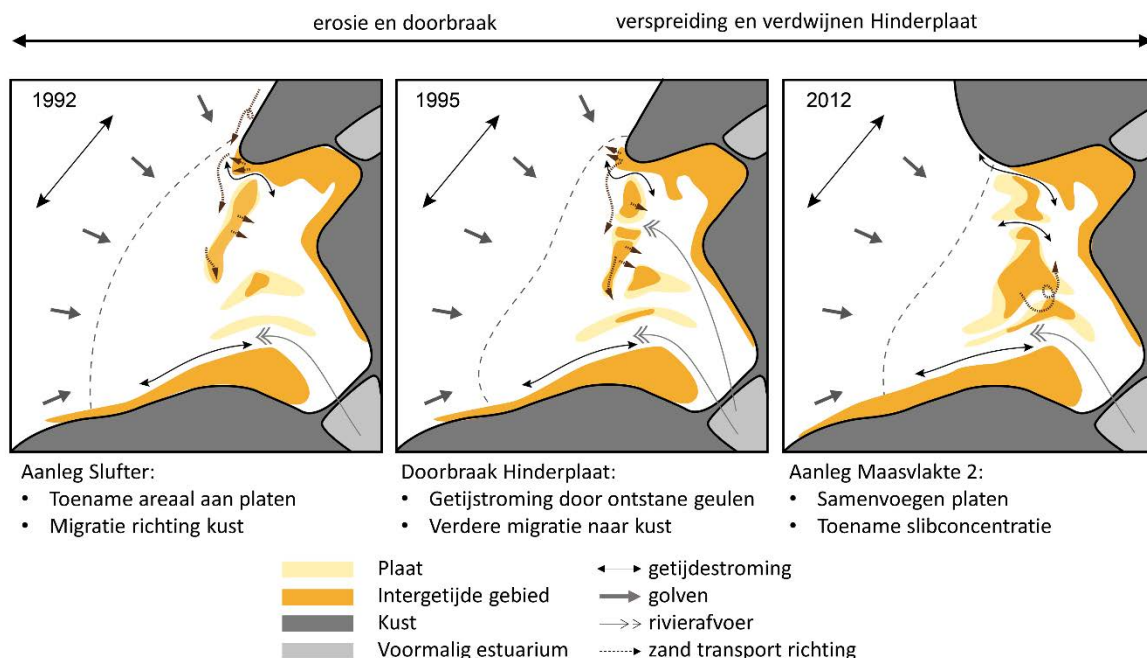
Figuur 17 De ligging van het voorkeurstracé tot het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat in de Voordelta. De verstoringcontouren voor geluid, licht en optische verstoring van de werkzaamheden boven water en land ten opzichte van de rustgebieden.

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 et al., 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.

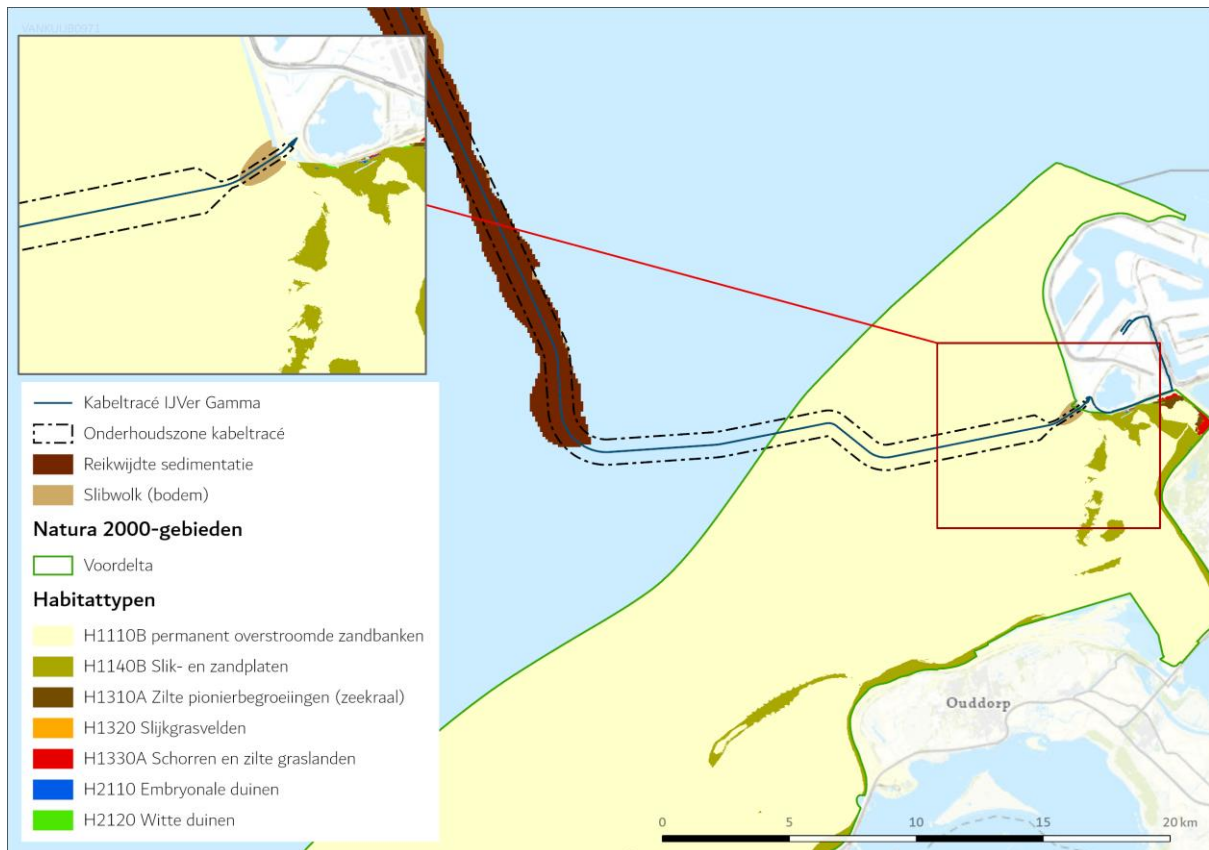
5.1.3 Natura 2000-gebied Voornes Duin

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. Aan 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 binnenduinrand 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. Strooming 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 overstroomd vanuit de (tot soms ver in de kwelders doordringende) getijdenkreeken (Ministerie van LNV, 2009).

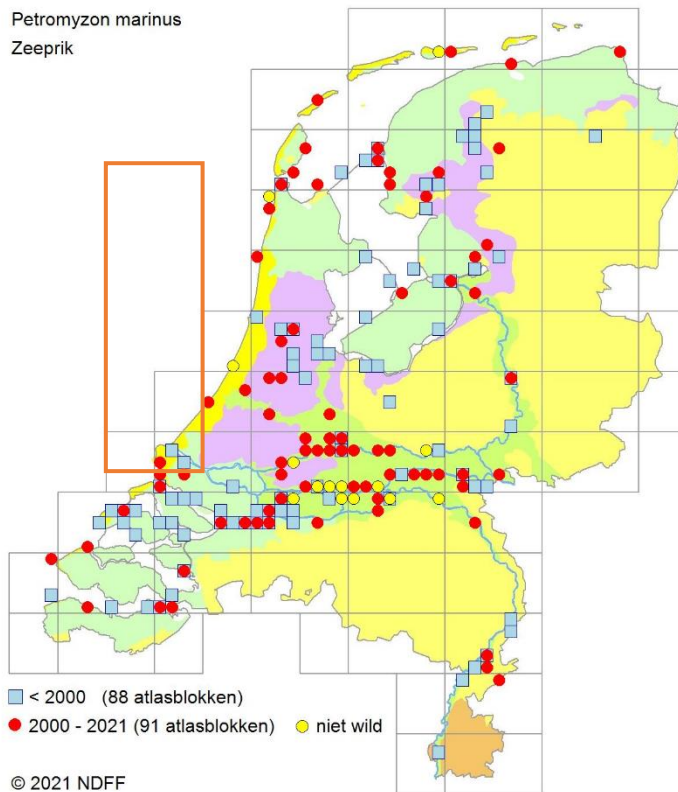
5.3 Habitatrichtlijnsoorten

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 zeeprík 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. Zeeprík komt daarmee ook in het studiegebied voor.

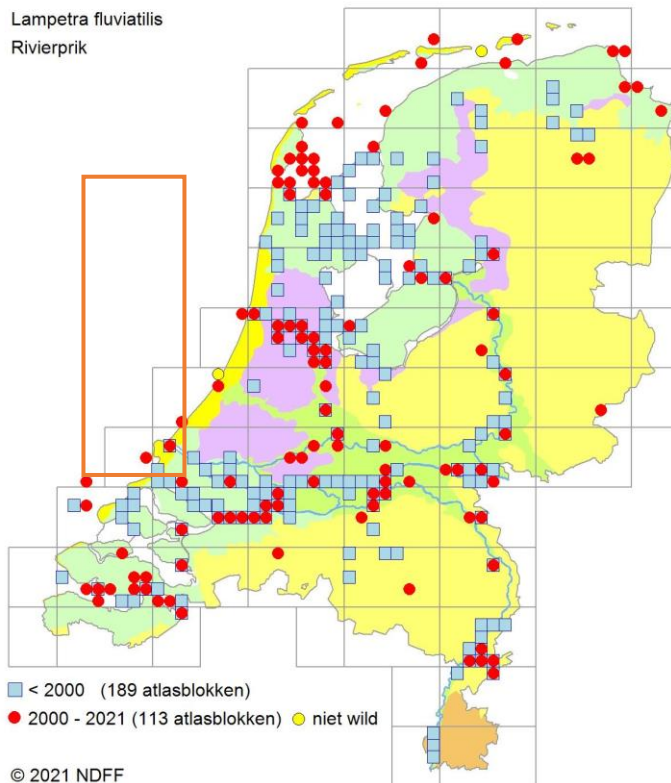


Figuur 20 Waarnemingenoverzicht zeeprík (RAVON, 2021c). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m 2021,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

5.3.2 Rivierprík (H1099)

De rivierprík (*Lampetra fluviatili*) behoort net als de zeeprík tot de rondbekken. Qua morfologie en ecologie is de soort vrijwel identiek aan de zeeprík, de rivierprík blijft echter kleiner en kent een andere levenscyclus. Adulte rivierprík 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 zeeprík verblijven ze voornamelijk in riviermondingen en kustwateren. Vanaf een leeftijd van 7 à 8 jaar is de rivierprík 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.



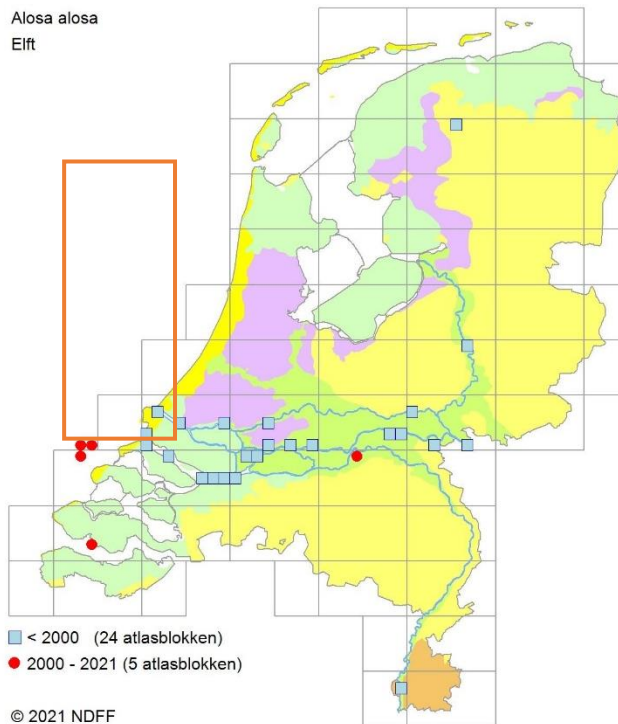
Figuur 21 Waarnemingenoverzicht rivierprik (RAVON, 2021c). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m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

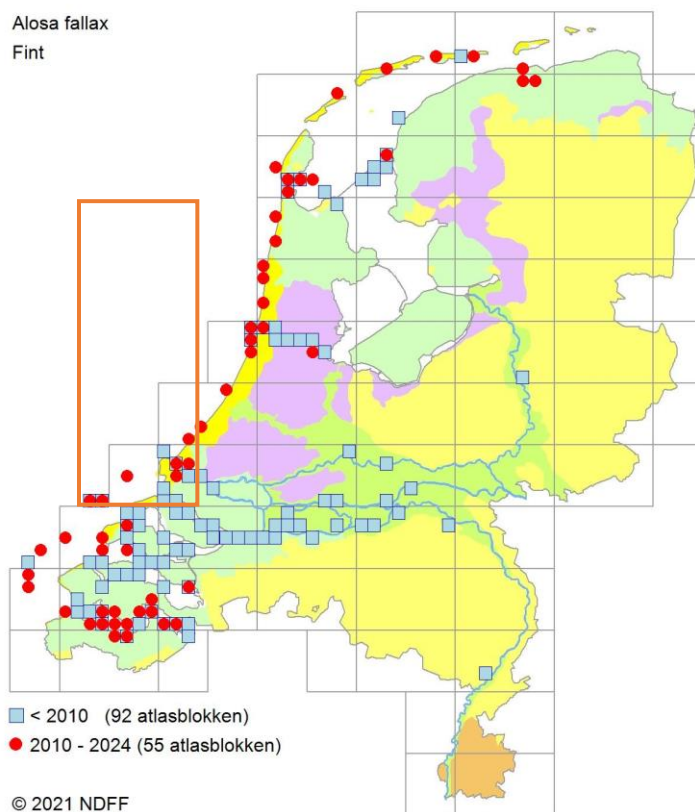


Figuur 22 Verspreiding van elft in Nederland (RAVON, 2021a). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer. De bron werkt met een tijdsblok t/m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

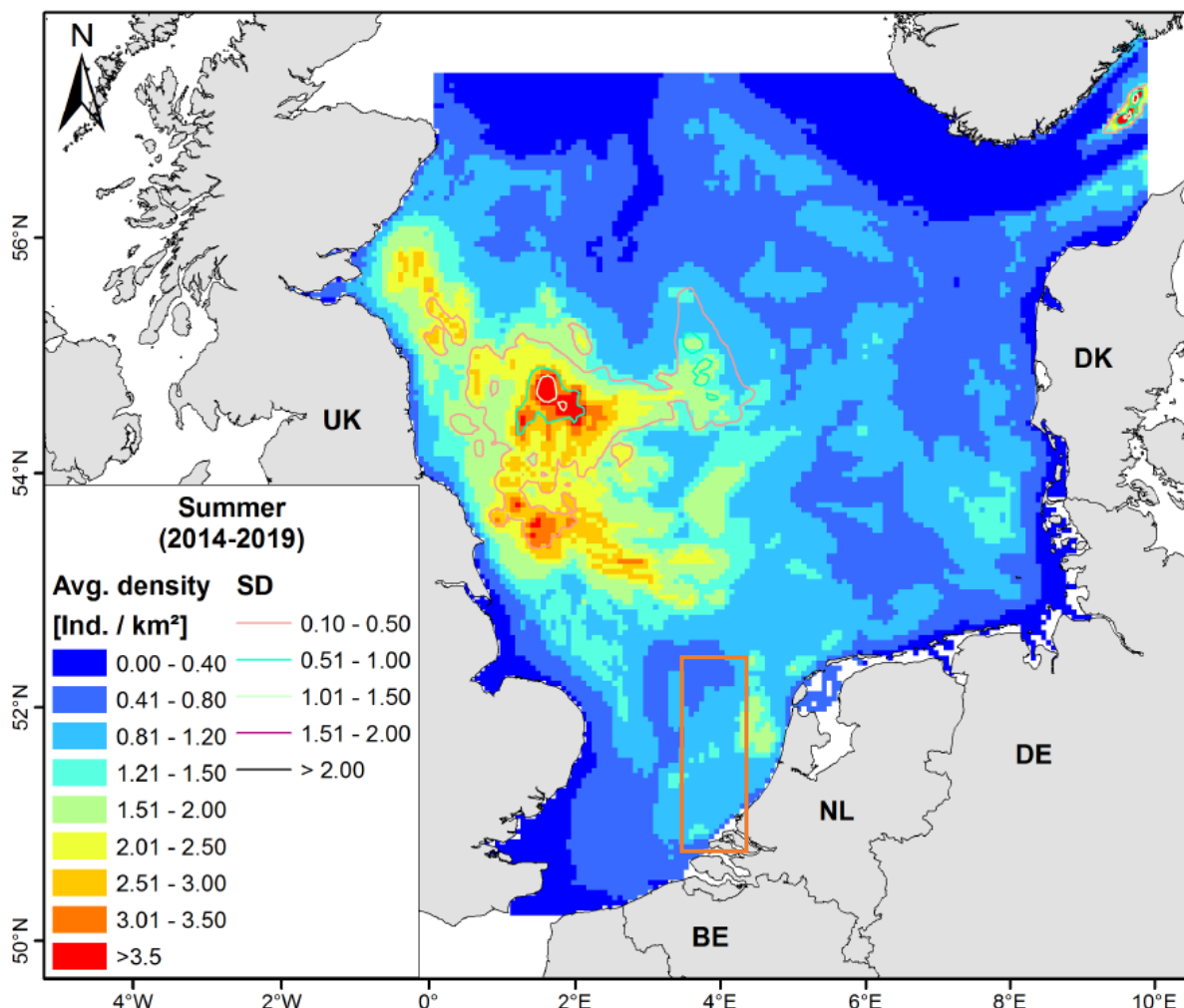
De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 24). De soort vkomt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele 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 zometellingen 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)

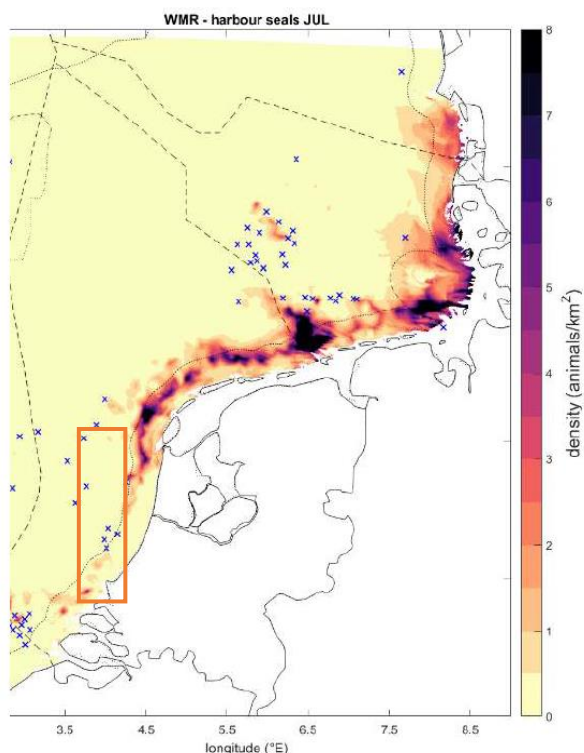
De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om te foerageren. 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,

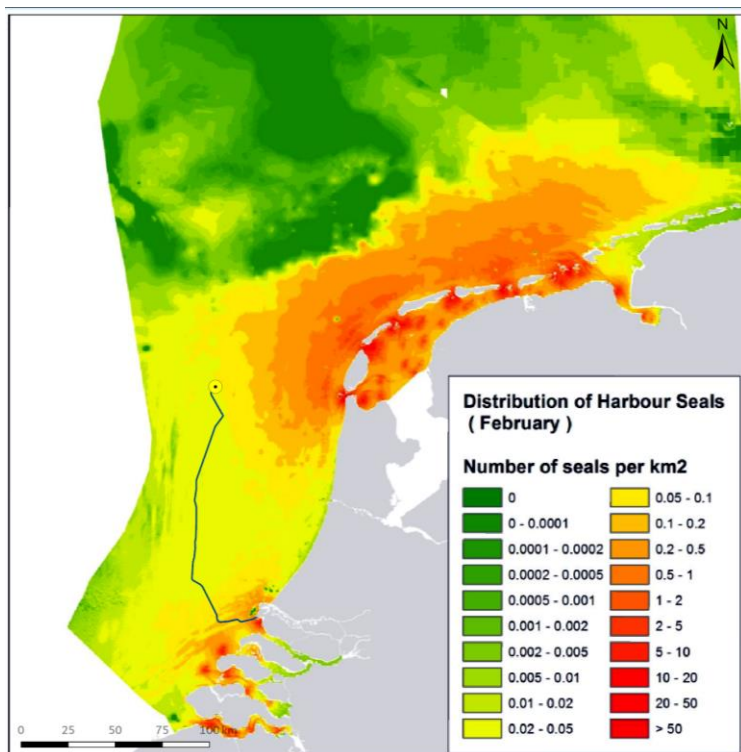
met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland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

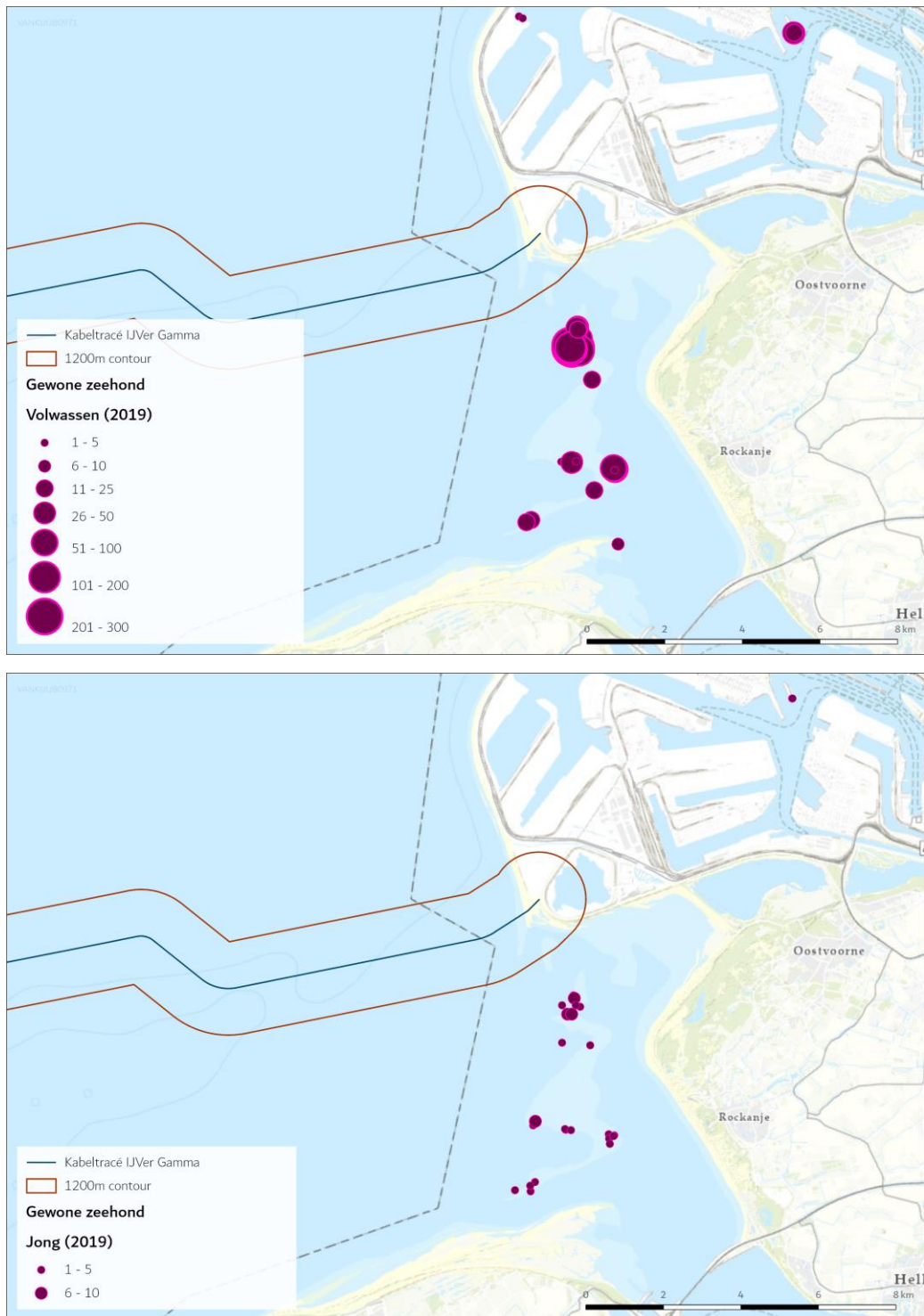
Gewone zehonden komen met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Delta om te rusten, verharren en zogen. De algehele verspreiding van gewone zehonden in de Nederlandse kustwateren is weergegeven in de zomer 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 deltaggebied 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)).



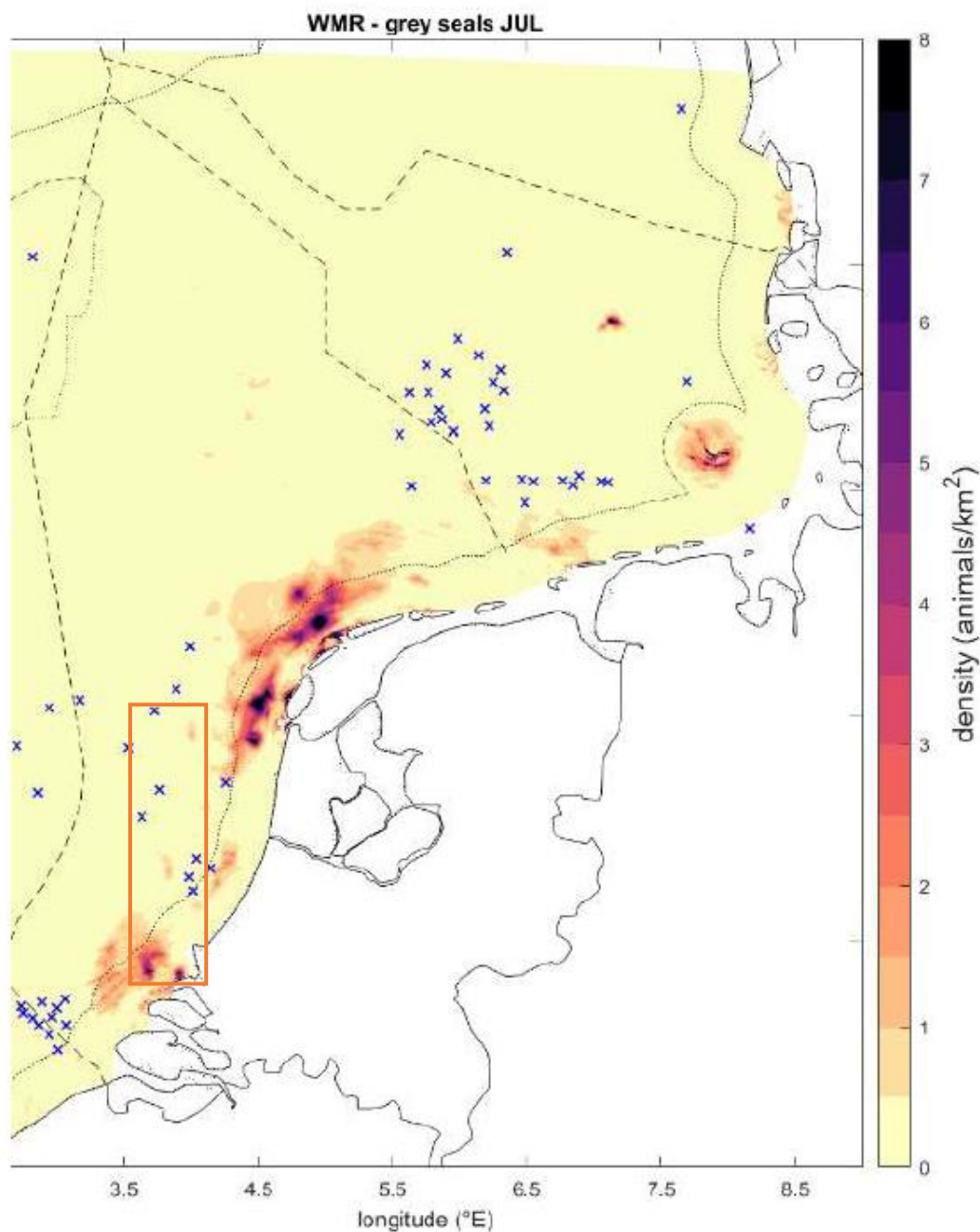
Figuur 26 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in februari. Ligging van platform en voorkeurstracé is hierin aangegeven (Aarts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

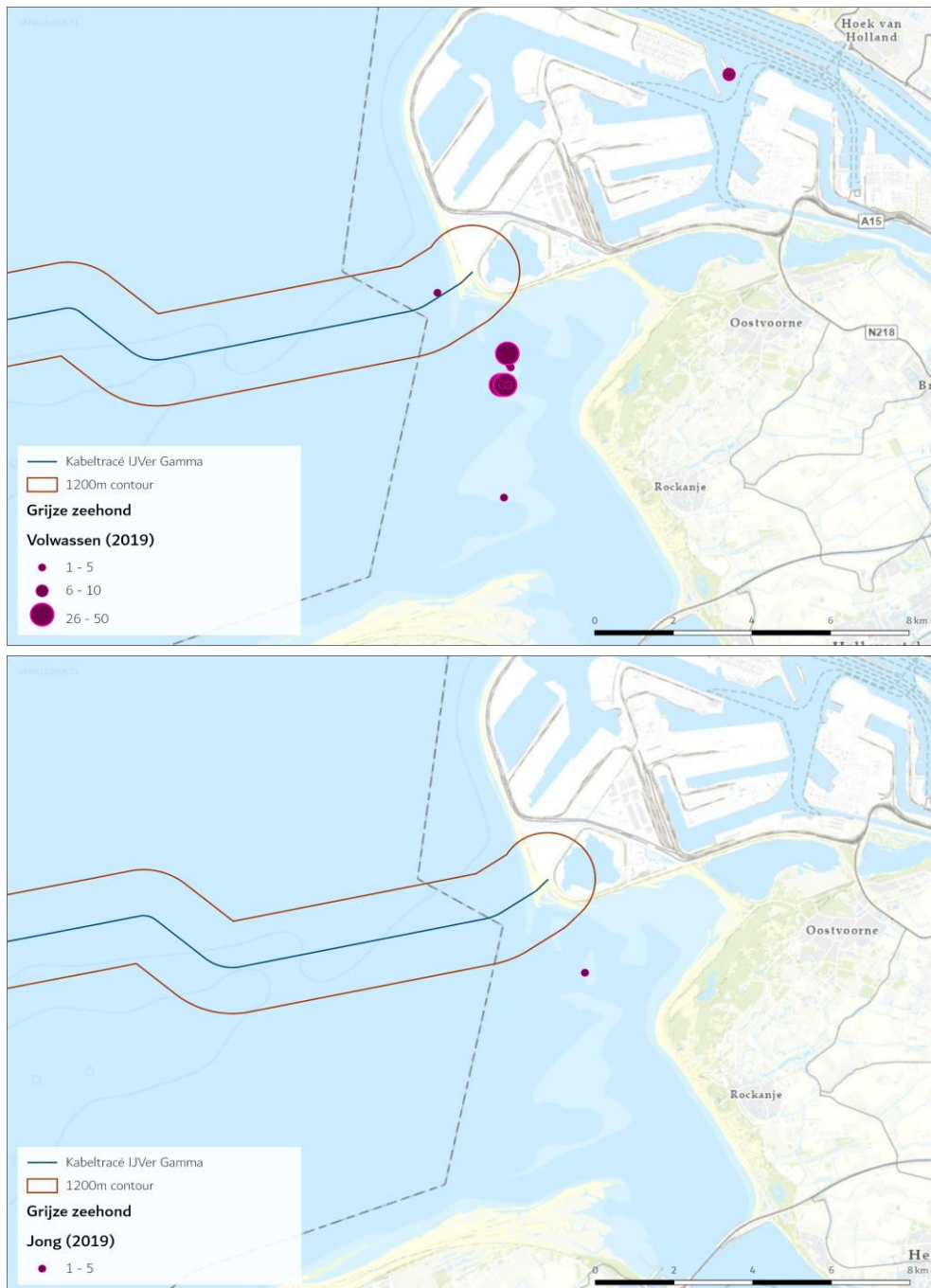
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 28.



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).



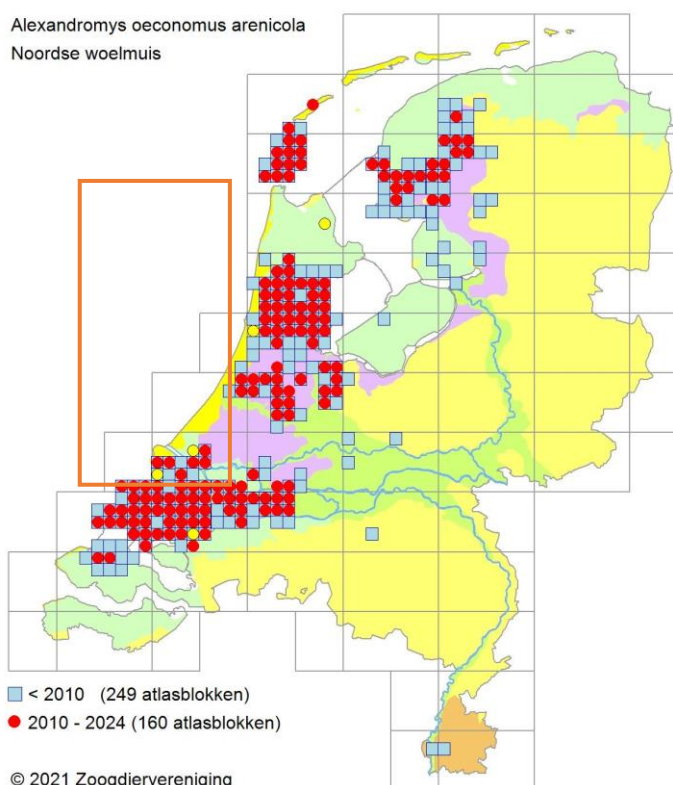
Figuur 29 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (boven) en van jonge grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).

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 (Bekker, D., 2020). 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.

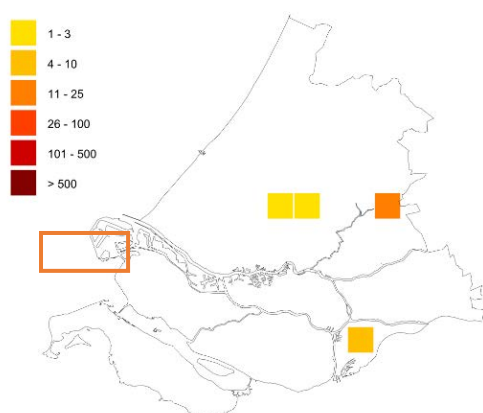
5.4 Broedvogels

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 voorgenumen 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).

Geoorde Fuut - *Podiceps nigricollis*
broedvogels
verspreiding
2019



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).

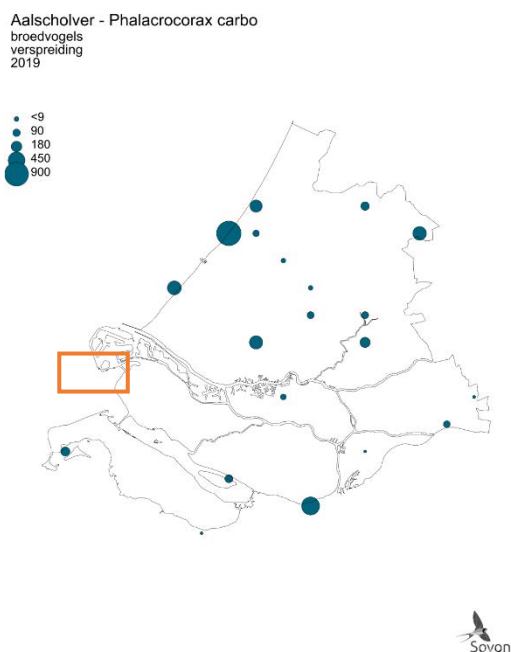
Met name tijdens de rui en de broedtijd is deze fuut verstoringsgevoelig. Aangezien de meeste geoorde futen broeden in afgesloten gebieden broeden, zoals achter de duinreep en in het bos (met name het Breede Water en het Quackjeswater), is verstoring van deze broedlocaties door de werkzaamheden niet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



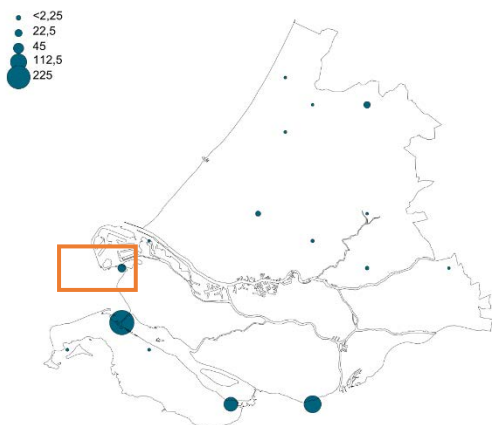
Figuur 33 Verspreiding van de kleine zilverreiger in Zuid-Holland als broedvogel (Sovon, 2021j). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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.

Lepelaar - Platalea leucorodia
broedvogels
verspreiding
2019



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

5.5 Niet-broedvogels

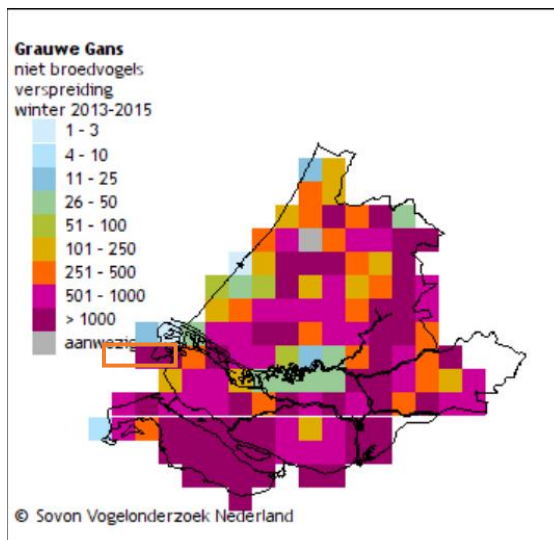
In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de ecologie van de aangewezen niet-broedvogels voor de behandelde Natura 2000-gebieden. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

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, slobend, 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.

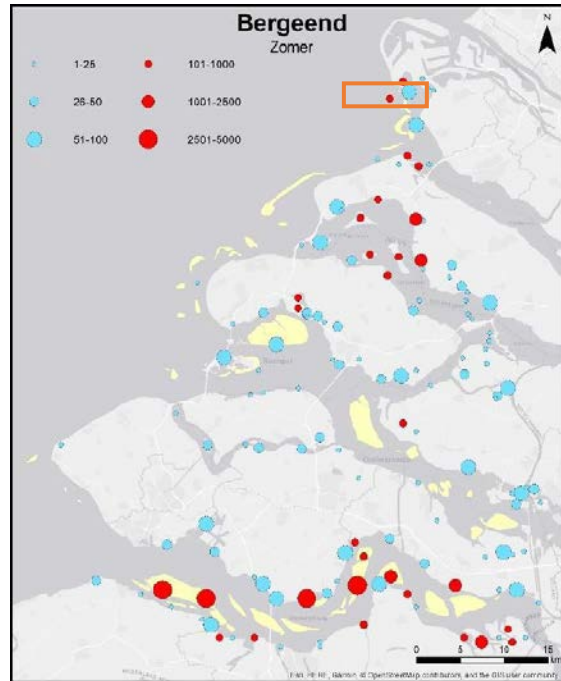
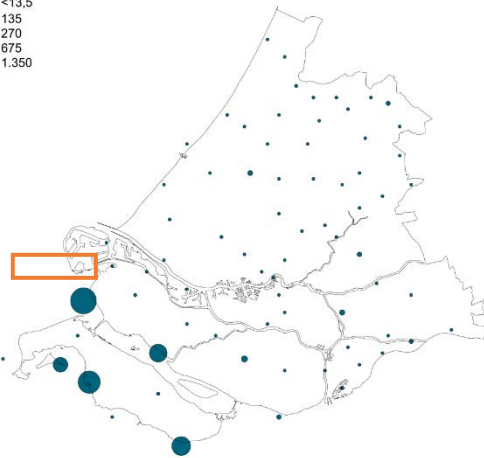


Figuur 35 De verspreiding van de Grauwe Gans in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021i).

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

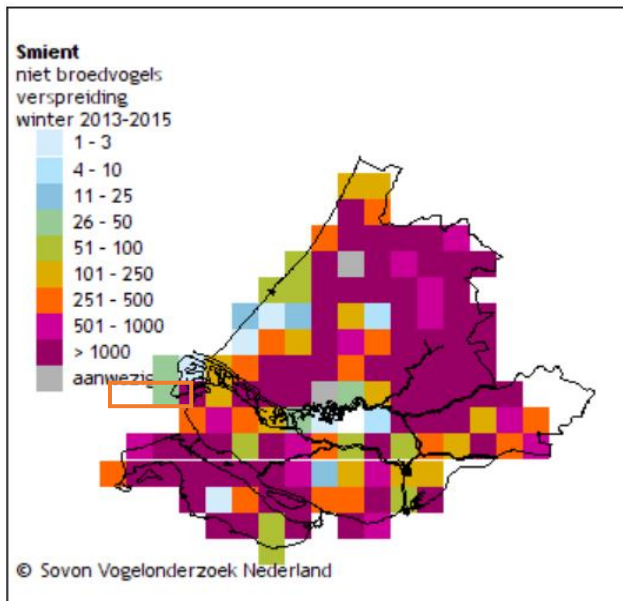


Figuur 36 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied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

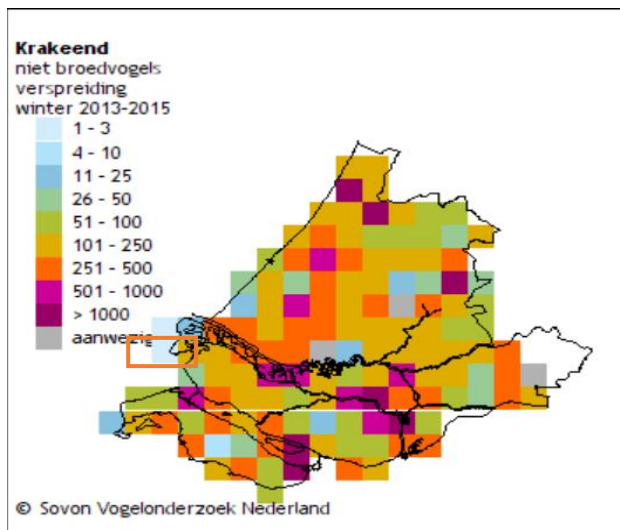
De smient leeft in estuaria zoals de voordelta, ‘wetlands’ en graslanden nabij plassen en meren. Vooral in het najaar/winter is de smient hier veel te zien, daarna verplaatsen zij zich richting open agrarische gebieden in het binnenland. Smienten eten voornamelijk planten, zaden, wortels, groenwieren 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.

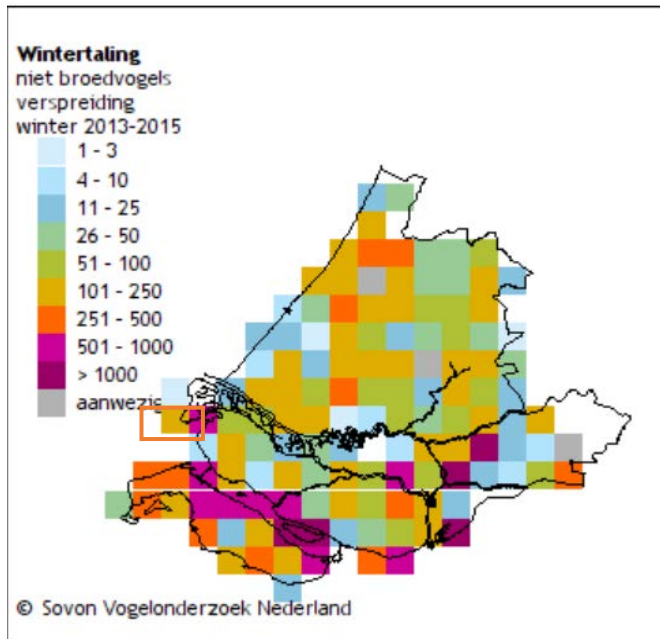


Figuur 38 De verspreiding van de kraakeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021l).

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

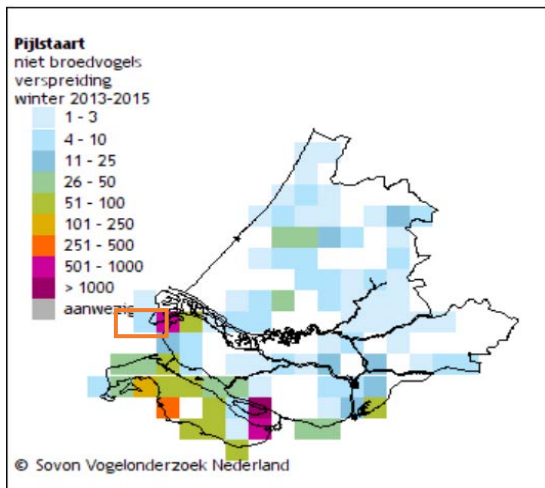
zomer leven ze vooral van insecten en kreeftachtigen en 's winters vooral van zaden en grassen. In de winter ligt het maximum tussen de 70.000 en 120.000 individuen. Het geschatte doortrekmaximum lag in de periode 2012 – 2017 tussen de 99.200 en 120.000 individuen (Sovon, 2021y). De verspreiding van 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)

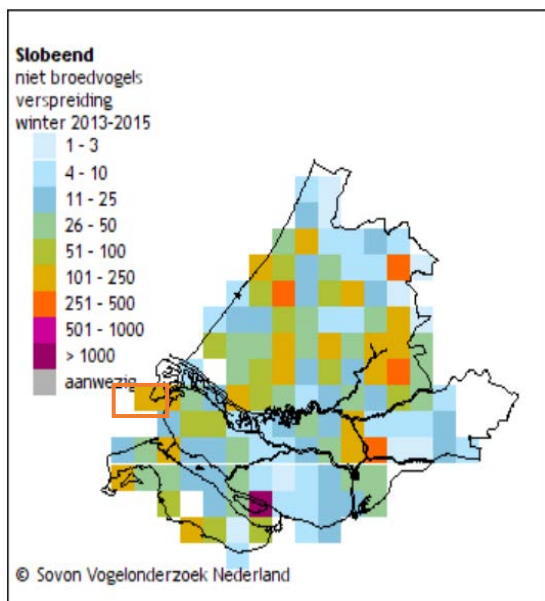
De pijlstaart (*Anas acuta*) is een vogel uit de familie van de eenden. In Nederland is de pijlstaart voornamelijk aanwezig in milde winters, waaronder in de Voordelta. In de winter zijn de aantallen een stuk hoger (33.000 – 38.000). Het geschatte doortrekmaximum wordt tussen de 23.400 en 36.000 geschat (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.

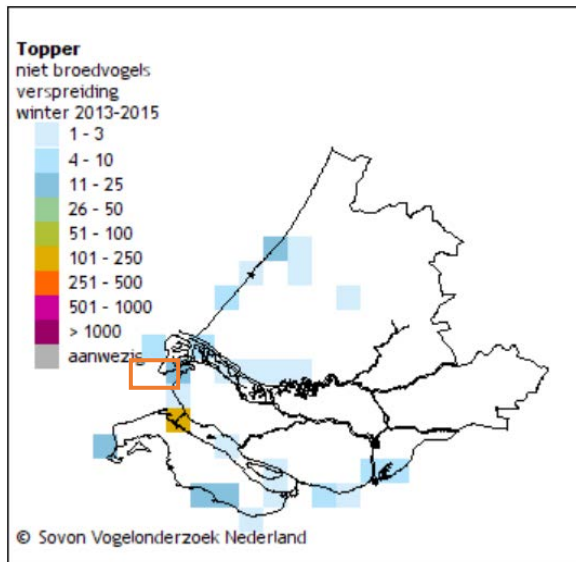


Figuur 41 De verspreiding van de slobeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode van 2013- 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021t).

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

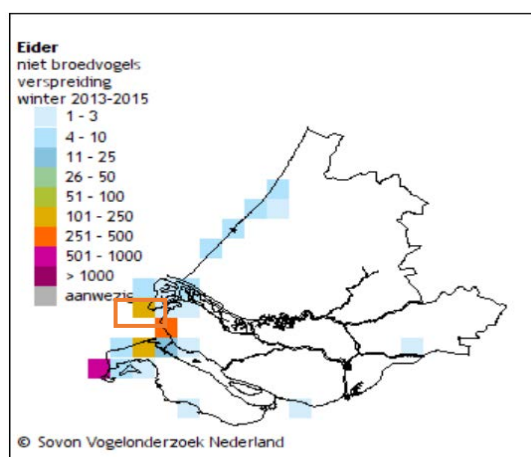
westelijke Waddenzee. Ze rusten overdag in compacte groepen en vliegen 's nachts naar voedselgebieden tot op 5-10 km afstand van de rustplaats. Rustende groepen van de topper verblijven doorgaans verder van de oever dan de groepen van de kuif- en tafeleend (Ministerie van LNV, 2008i; Sovon, 2021w). De 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.

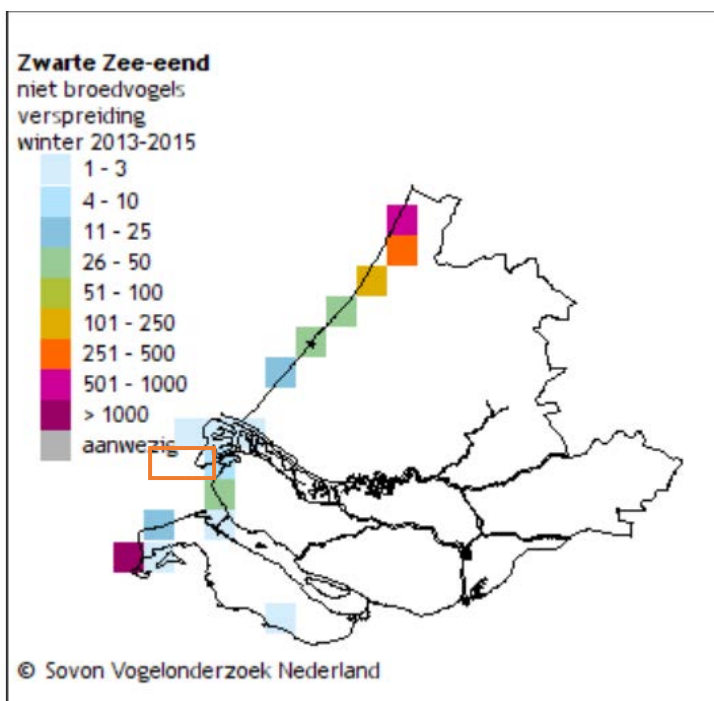


Figuur 43 De verspreiding van de Eider als niet-broedvogel in Zuid-Holland (2013- 2015). Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021f).

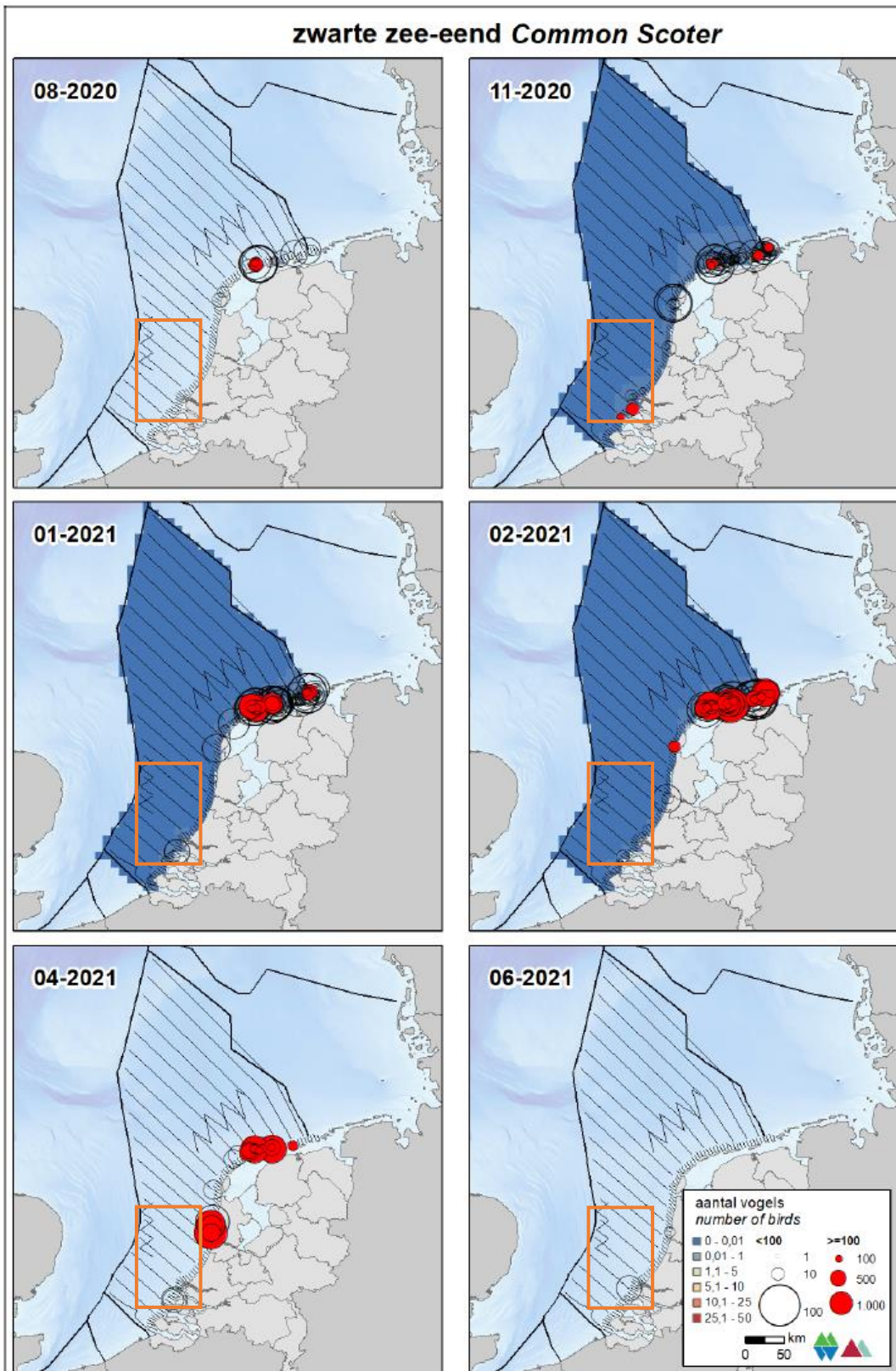
Zwarte zee-eend (A065)

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).



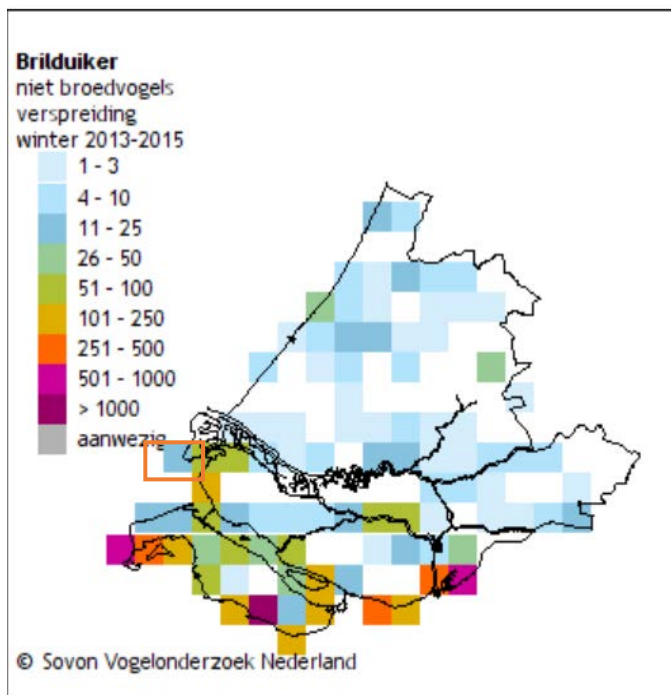
Figuur 44 Verspreiding van de zwarte zee-eend in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021ab).



Figuur 45 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in seizoenen 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).

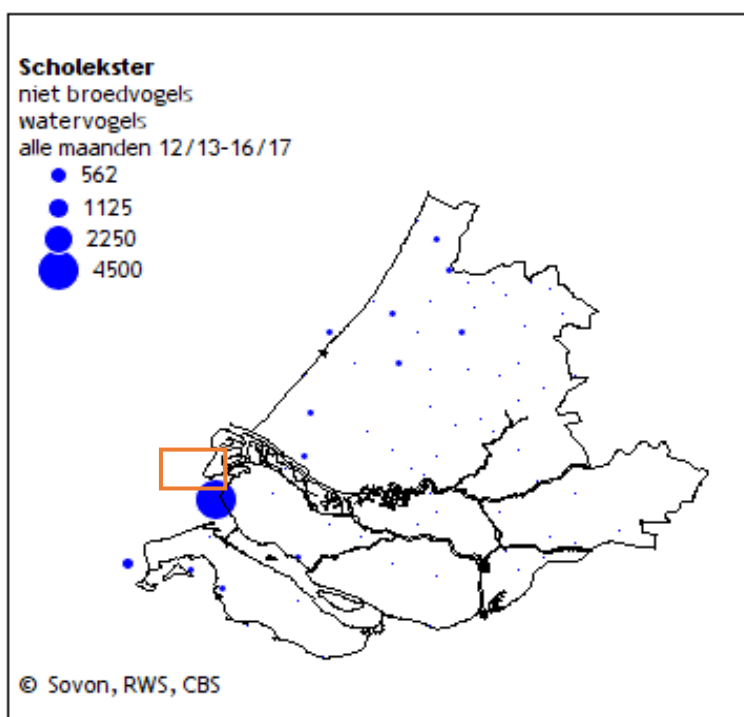
5.5.2 Steltlopers

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.

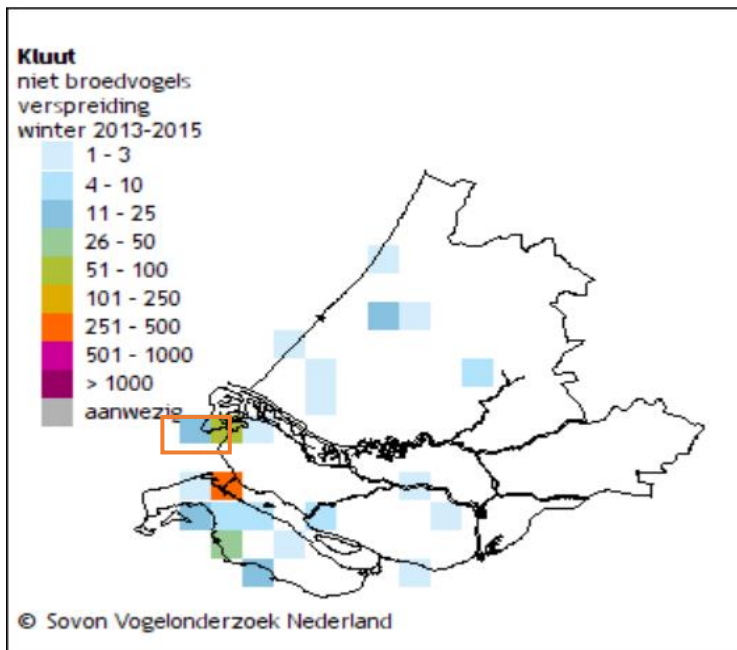


Figuur 47 Voorkomen van de scholekster als niet broedvogel in Zuid-Nederland in de periode 2013-2017. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021s).

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.

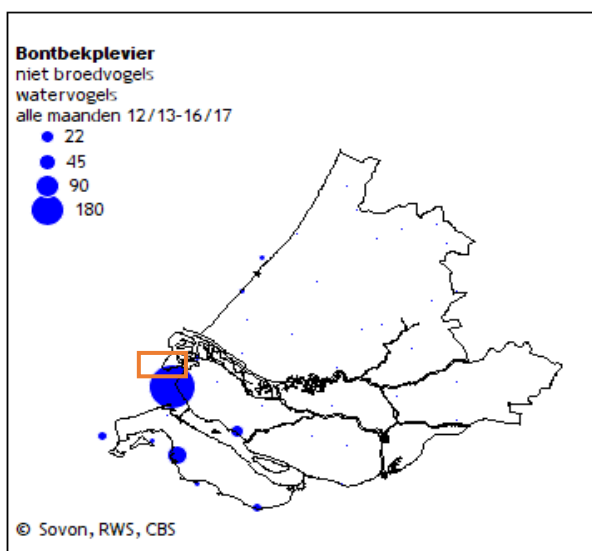


Figuur 48 Verspreiding van de kluut in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021k).

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).

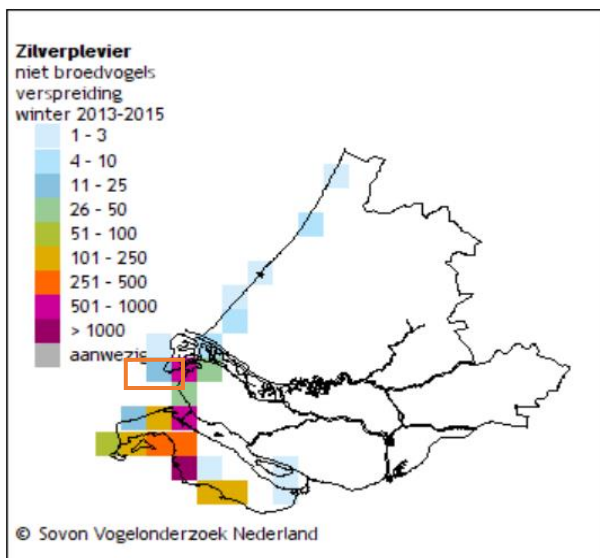
In de Voordelta zijn Bontbekplevieren in de grootste getalen te vinden rond de Slikken van Voorne (Figuur 49). De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



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.

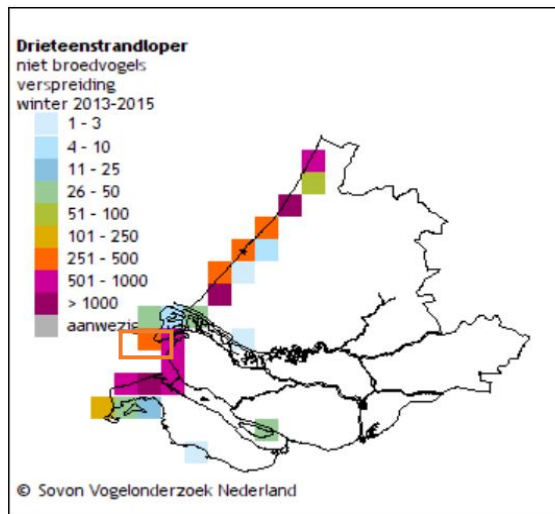


Figuur 50 Verspreiding van de zilverplevier in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021aa).

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-

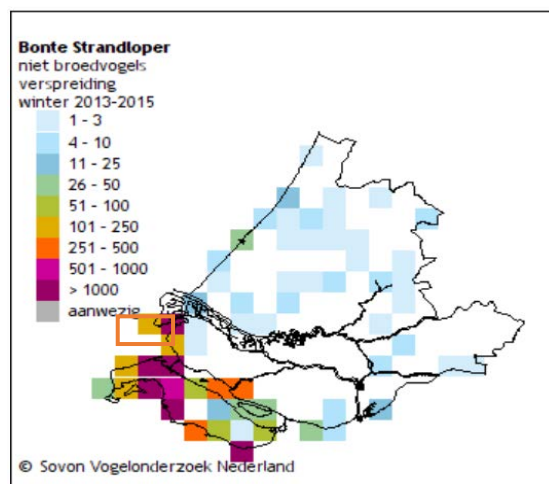
Holland is te vinden in Figuur 51. De soort komt voor in het studiegebied en wordt nader beoordeeld.



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.

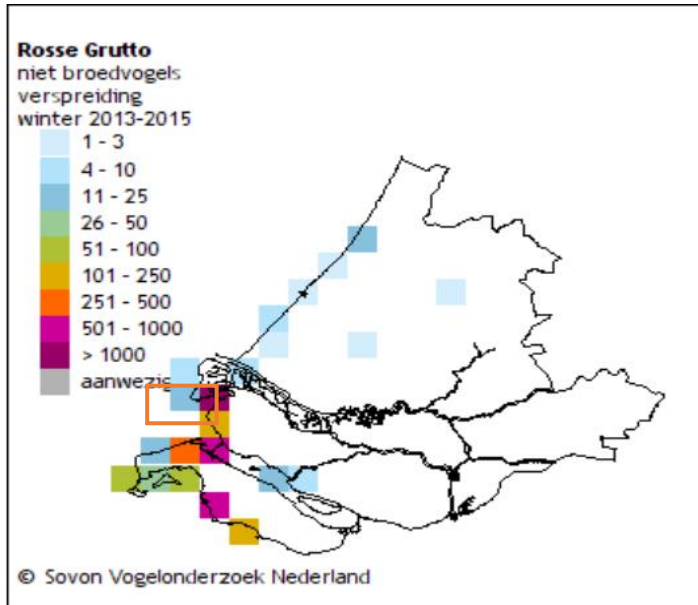


Figuur 52 Verspreiding van de bonte strandloper in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021c).

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

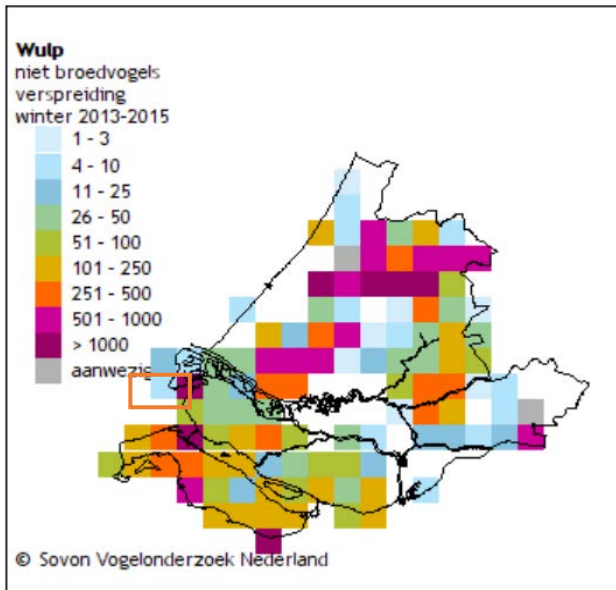
het zuiden (INBO & ANB, 2019). Rond de maand mei zijn er ongeveer 130.000 – 200.000 vogels te vinden in Nederland en in de winter nog zo'n 61.000 – 76.000 (Sovon, 2021r). De rosse grutto is te vinden in getijdengebieden, op slikken en schorren en in weilanden in de buurt van de kust (INBO & ANB, 2019). 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)

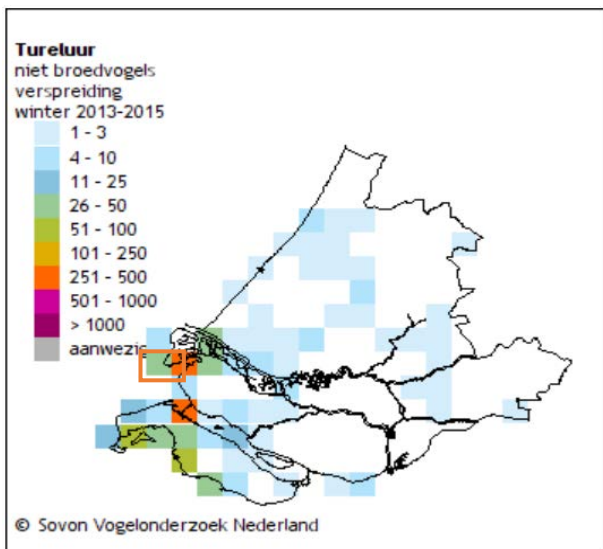
In augustus en september zijn er tot 200.000 in Nederland aanwezig, met de nadruk op het Waddengebied en in mindere mate de Delta, nabij de Voordelta. De aantallen in de winter zijn wat lager, maar een grote uittocht vindt alleen plaats bij langdurige strenge vorst. Vanaf januari of februari nemen de 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.

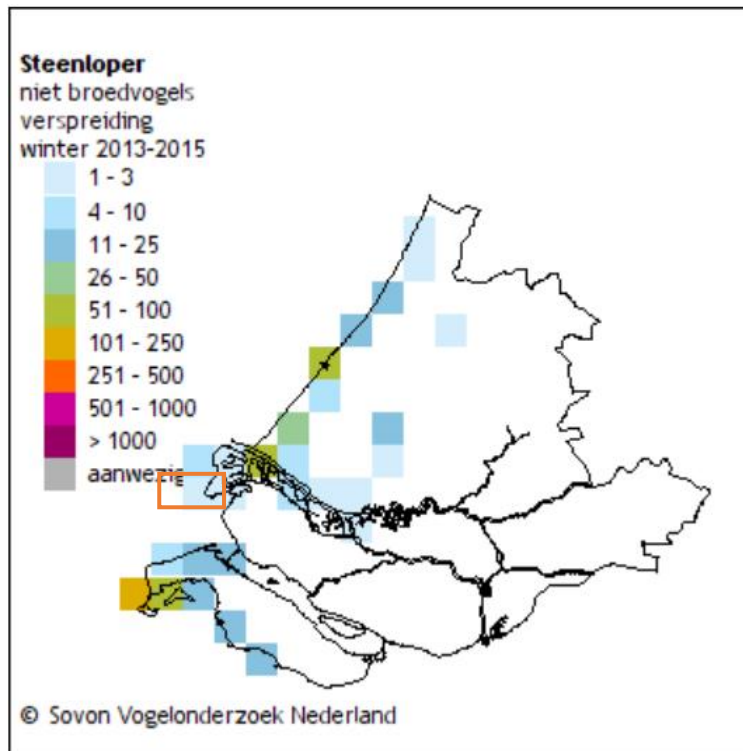


Figuur 55 Verspreiding van de tureluur in de winter in Zuid-Holland in de periode van 2013 - 2015. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021x)

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.



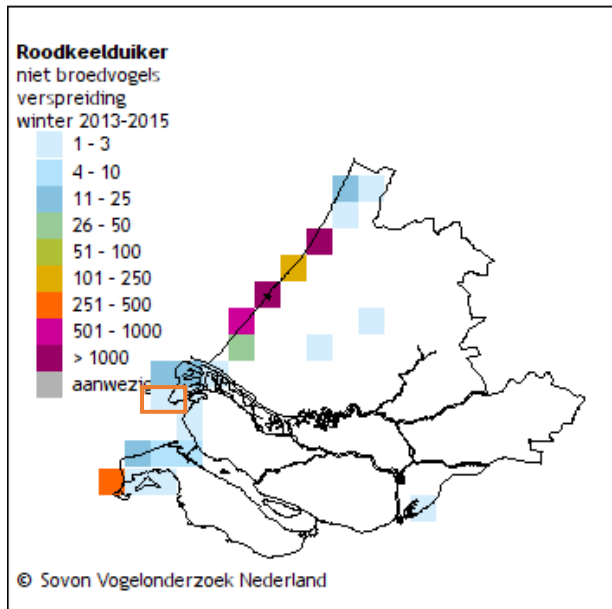
Figuur 56 Verspreiding van de steenloper als niet broedvogel in de periode 2013-2015 in Zuid-Holland. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021v)

5.5.3 Zichtjagers

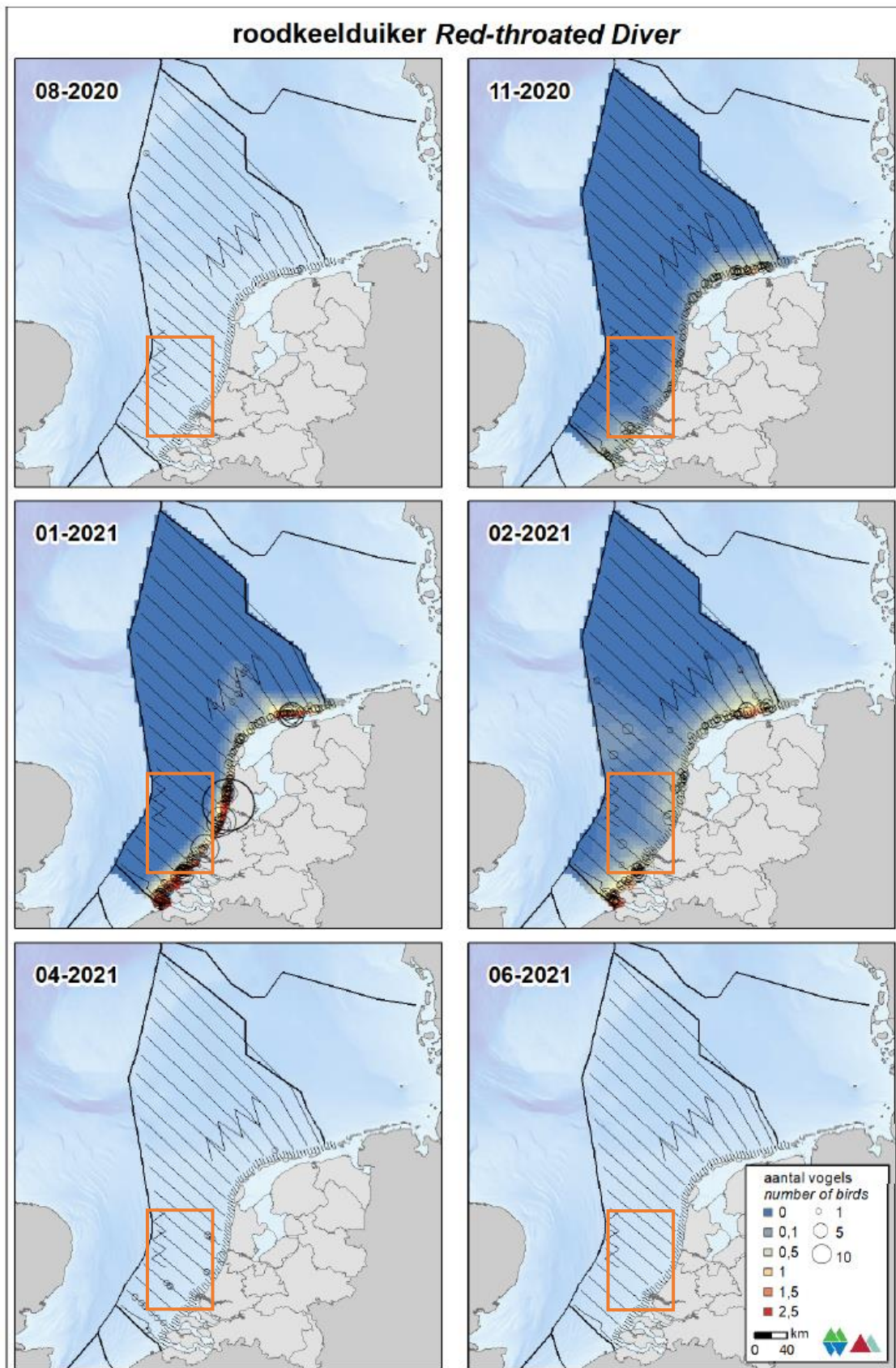
Roodkeelduiker (A001)

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).

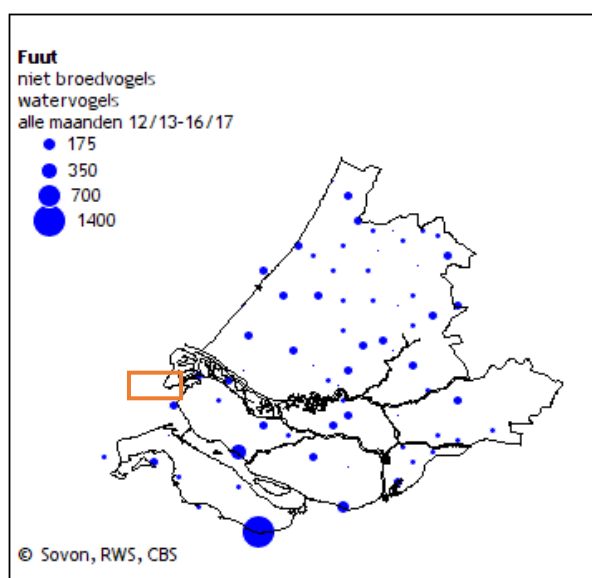


Figuur 58 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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.

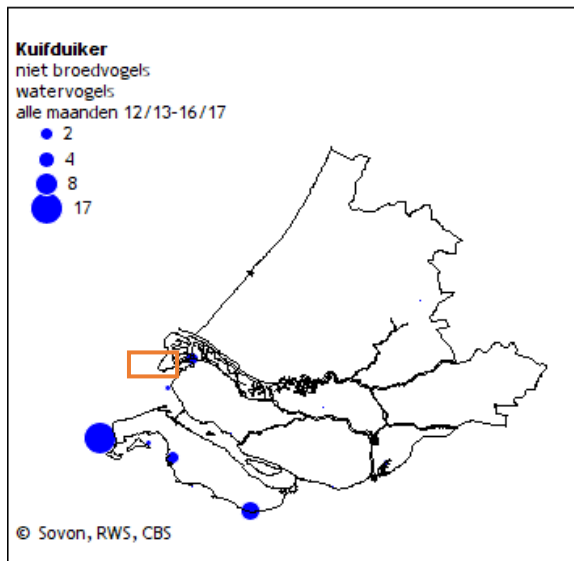


Figuur 59 Verspreiding van futen in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer (Sovon, 2021g)

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).

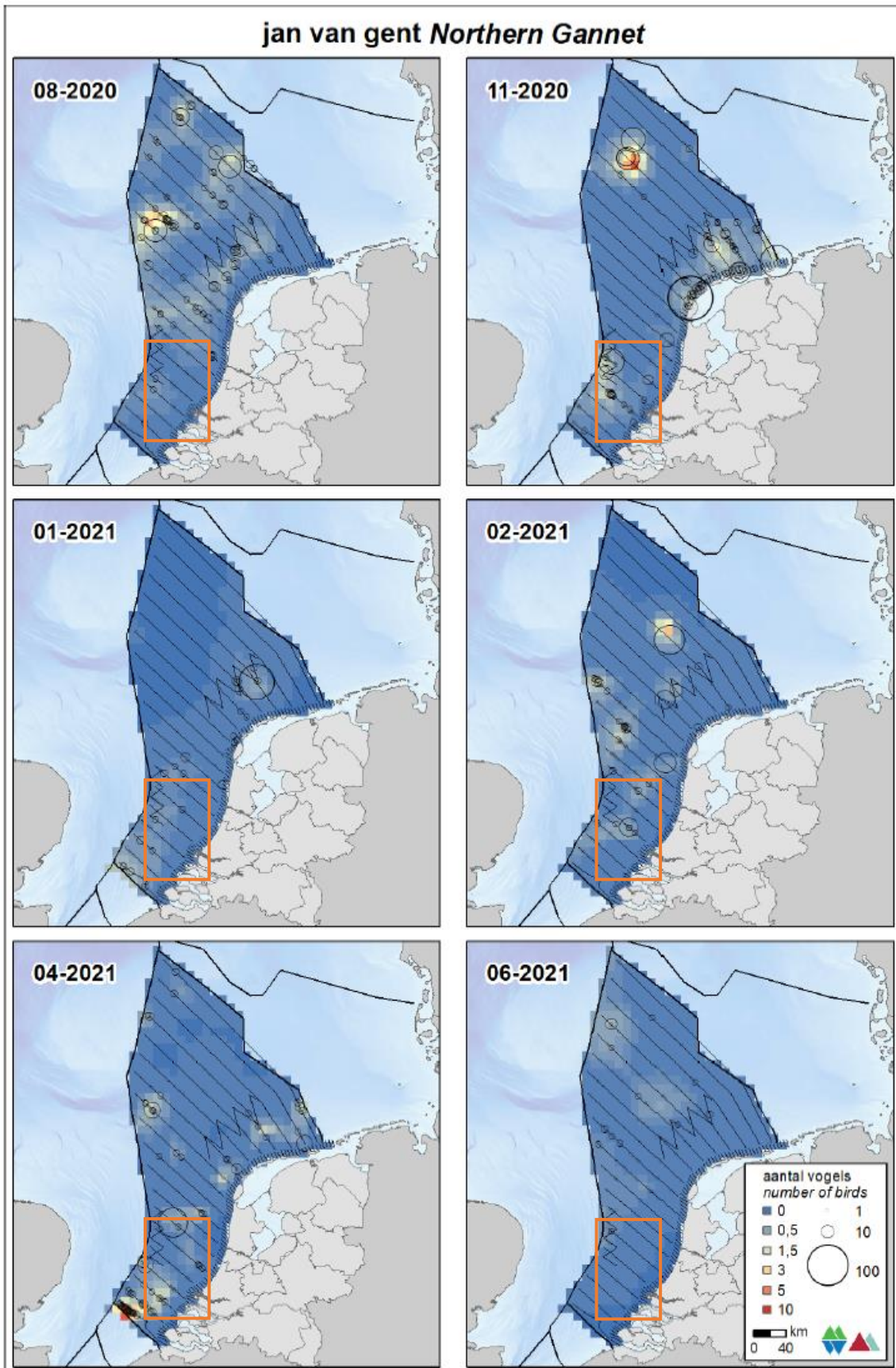
In de periode 2013-2015 werd het aantal overwinterende kuifduikers geschat op 150-200 en de doortrek op 120-150 (Sovon, 2021m). Figuur 60 laat de verspreiding zien van de kuifduiker in Zuid-Holland. De verspreiding van deze soort ligt niet binnen het studiegebied en wordt niet nader beoordeeld.



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

Jan-van-gent (A016)

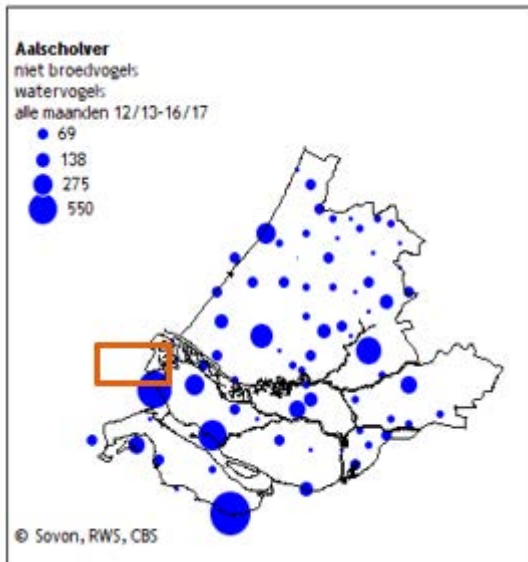
De Jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig op het NCP, waarbij het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Deze soort komt in het studiegebied vooral voor bij de Bruine Bank. In de Bruine Bank is de Jan-van-gent 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.



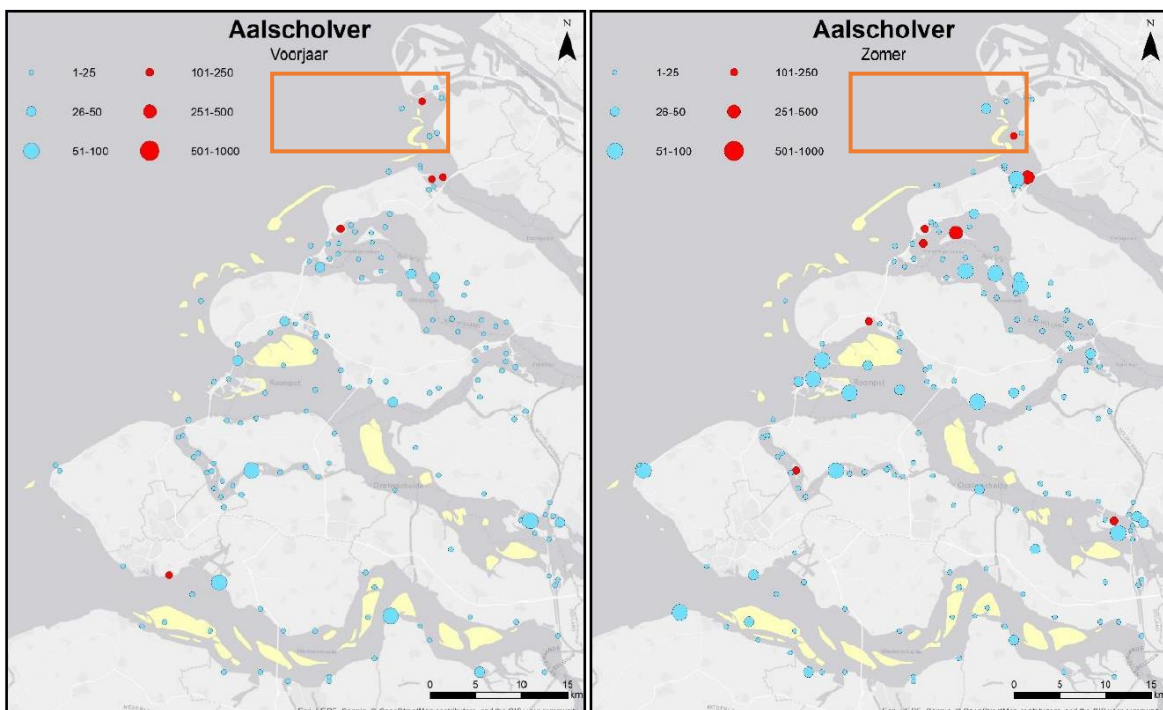
Figuur 61 Verspreiding van de Jan-van-gent op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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)



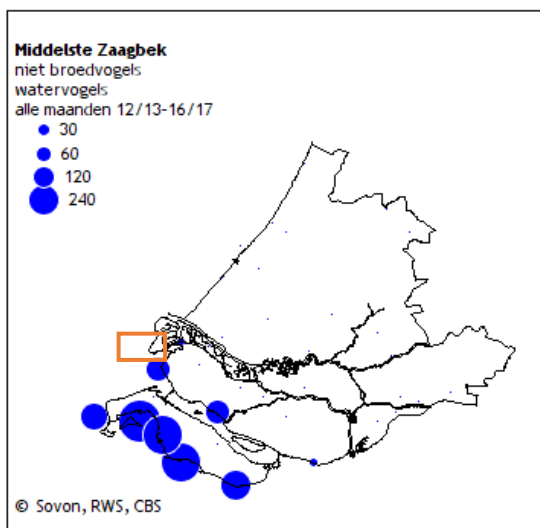
Figuur 63 Verspreiding van aalscholver in het voorjaar (maart, april, mei) en zomer (juni, juli, augustus) (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied in de Voordelta weer.

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)

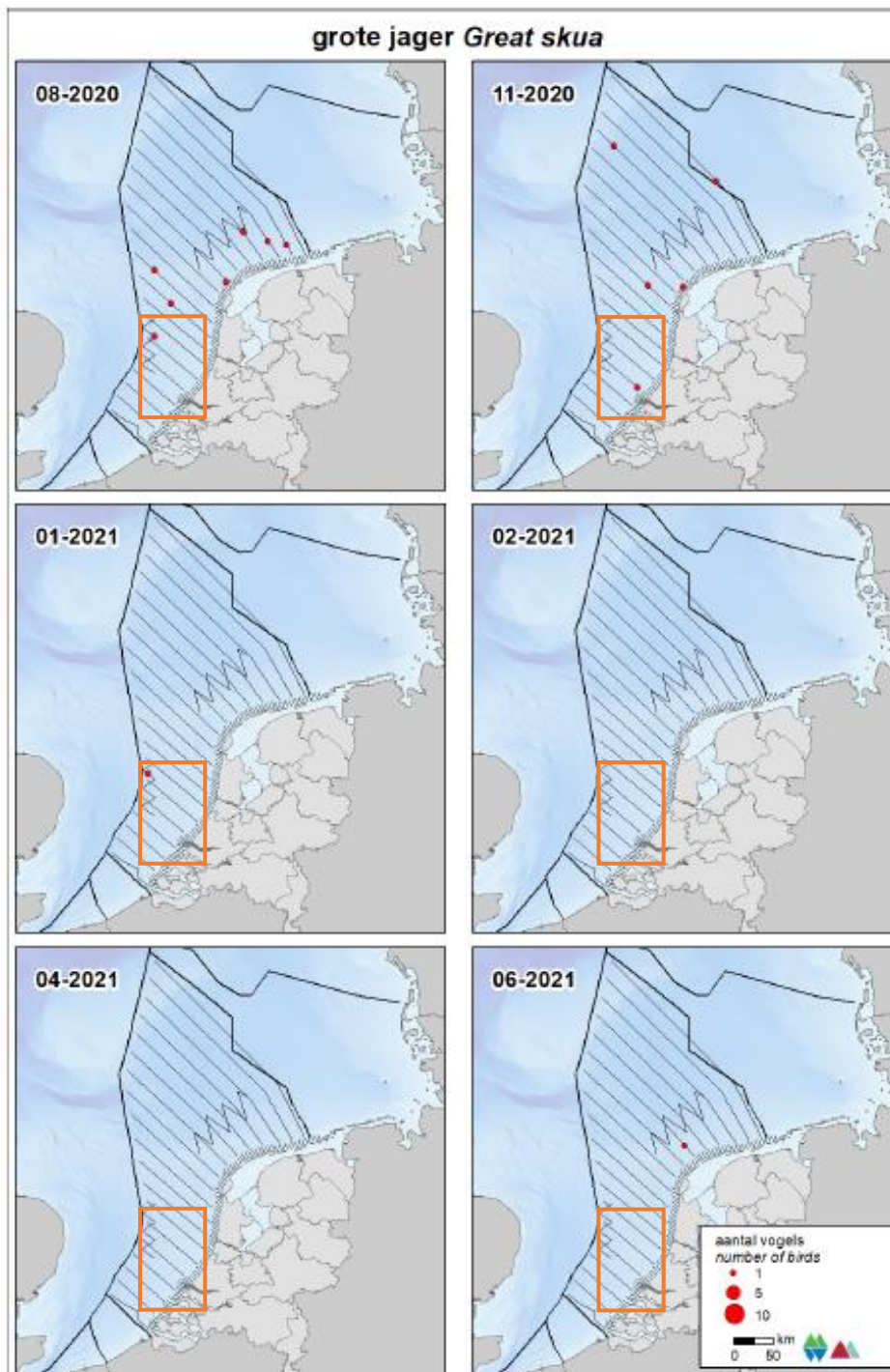
Grote Jager (A175)

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 prooien 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 (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-

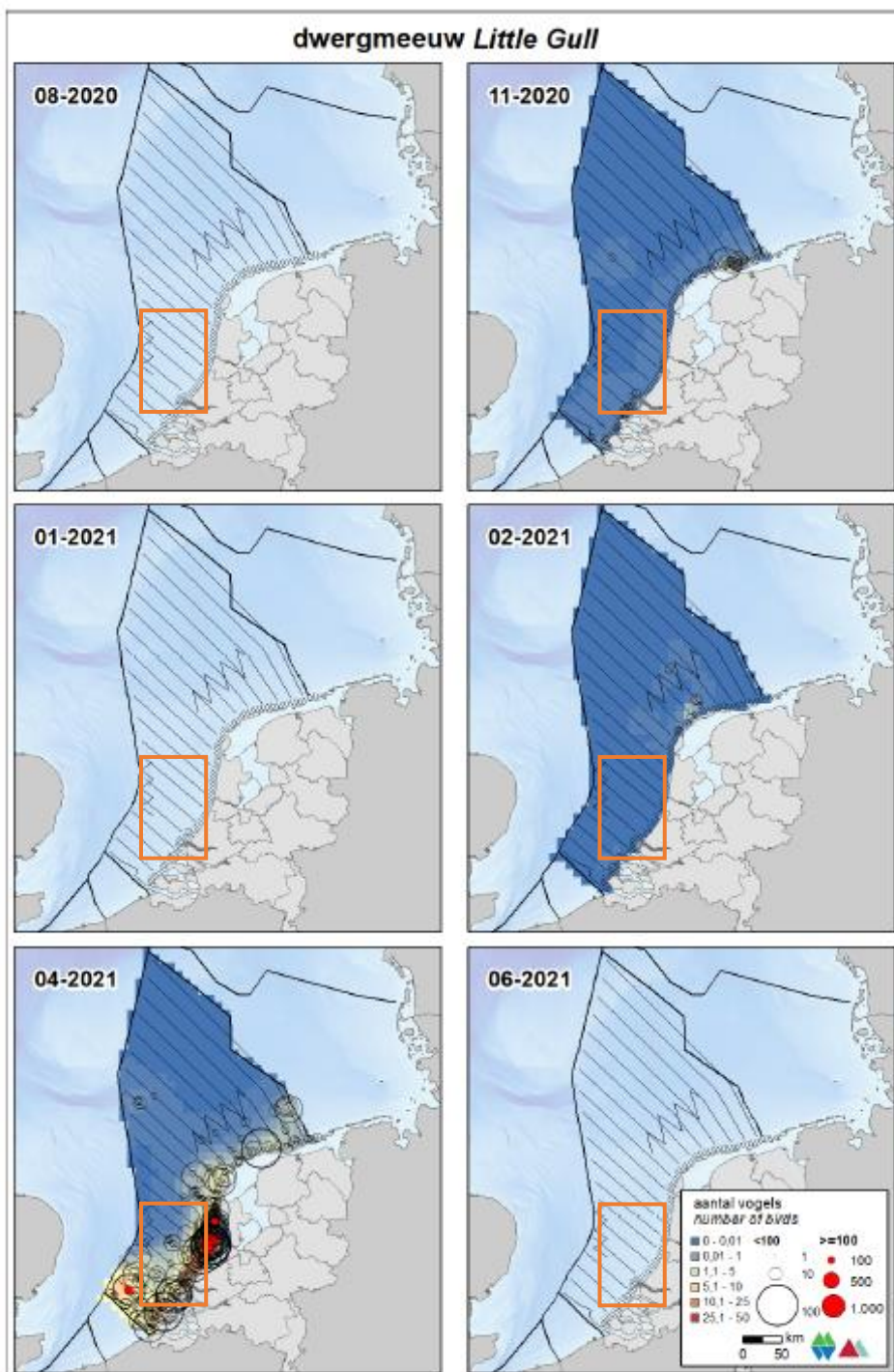
mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen over Nederland (Ministerie van LNV, 2008d). Hier is de dwergmeeuw voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008d).

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.

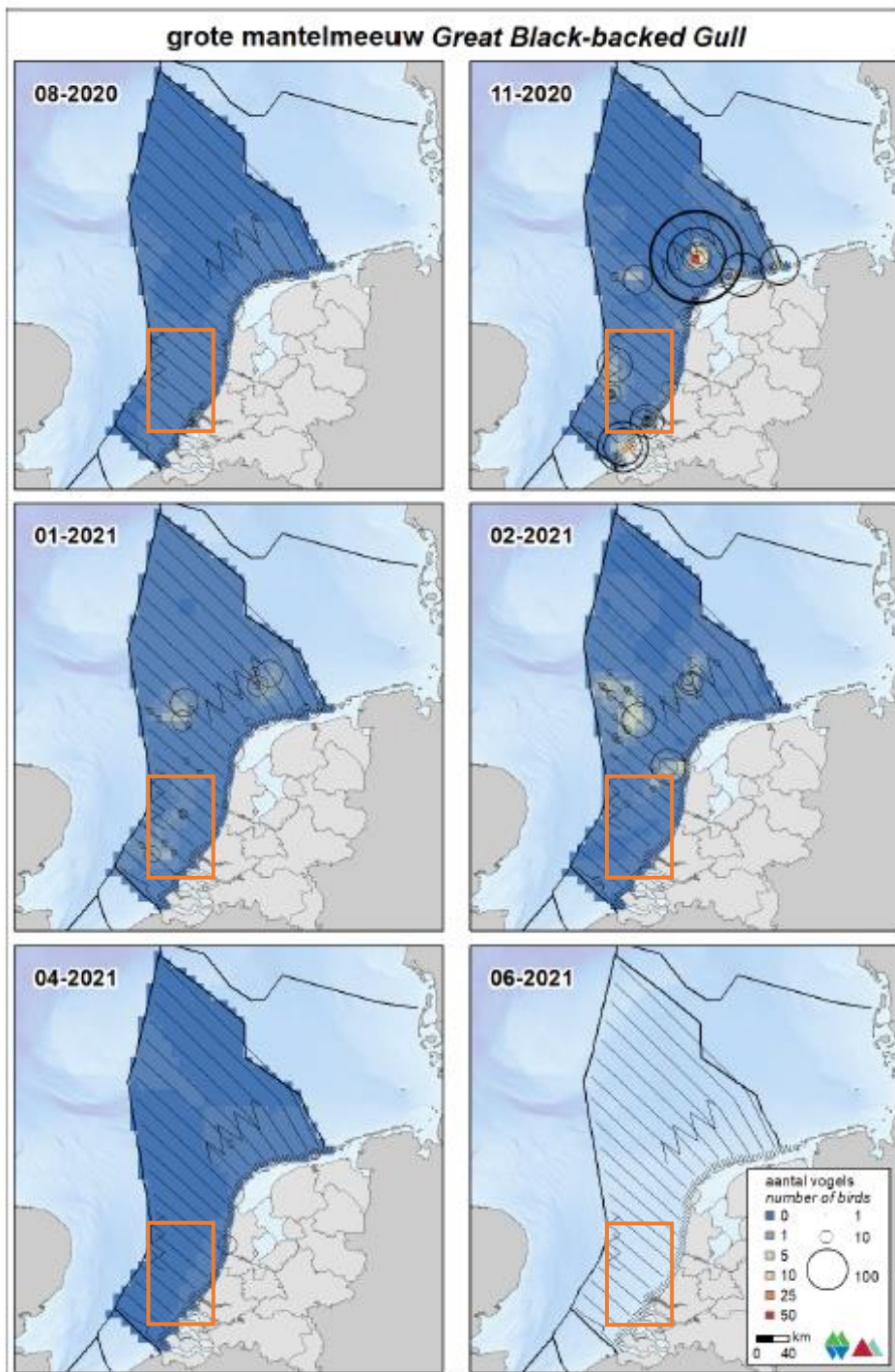
De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust (Fijn et al., 2022). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. 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.



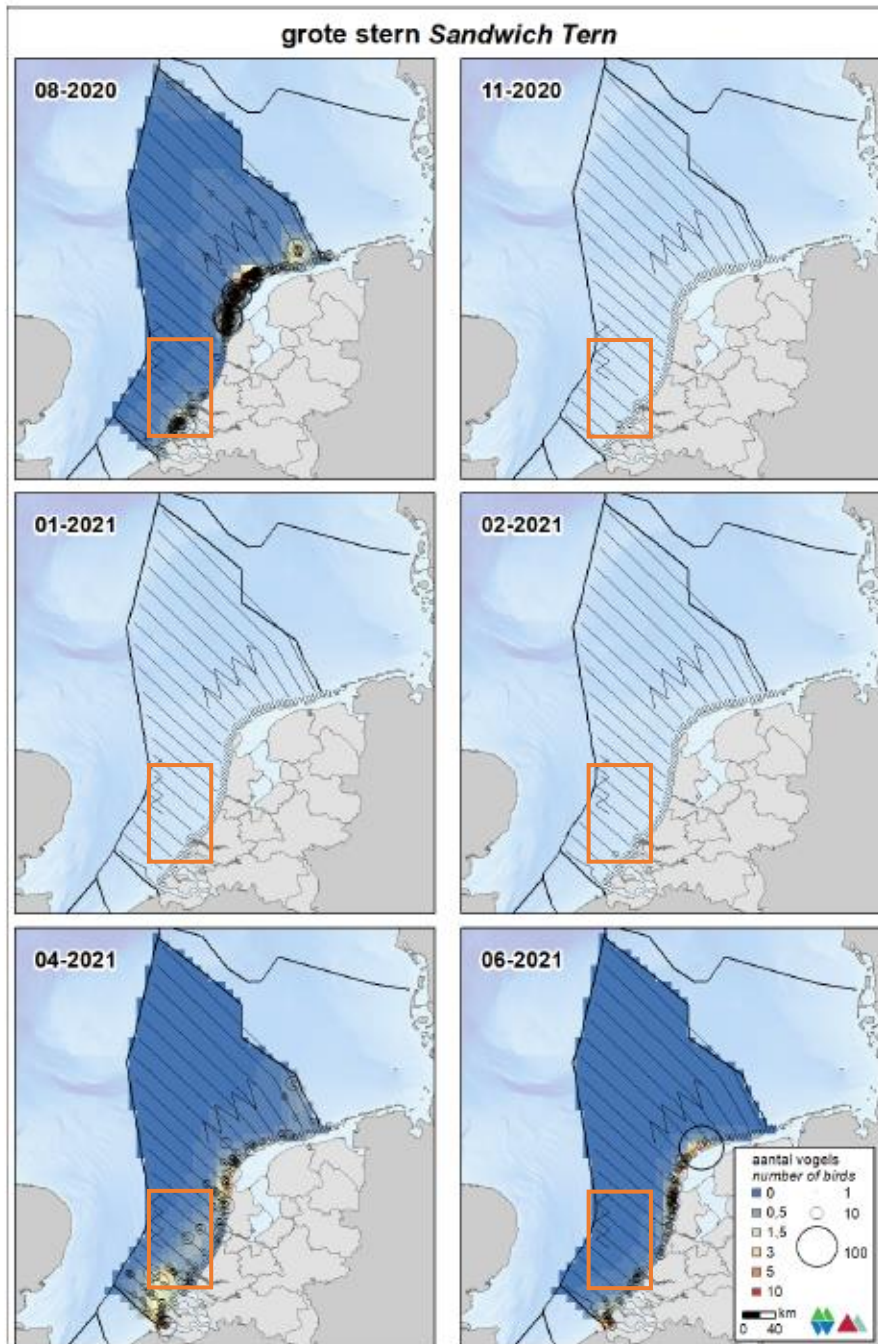
Figuur 66 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



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)

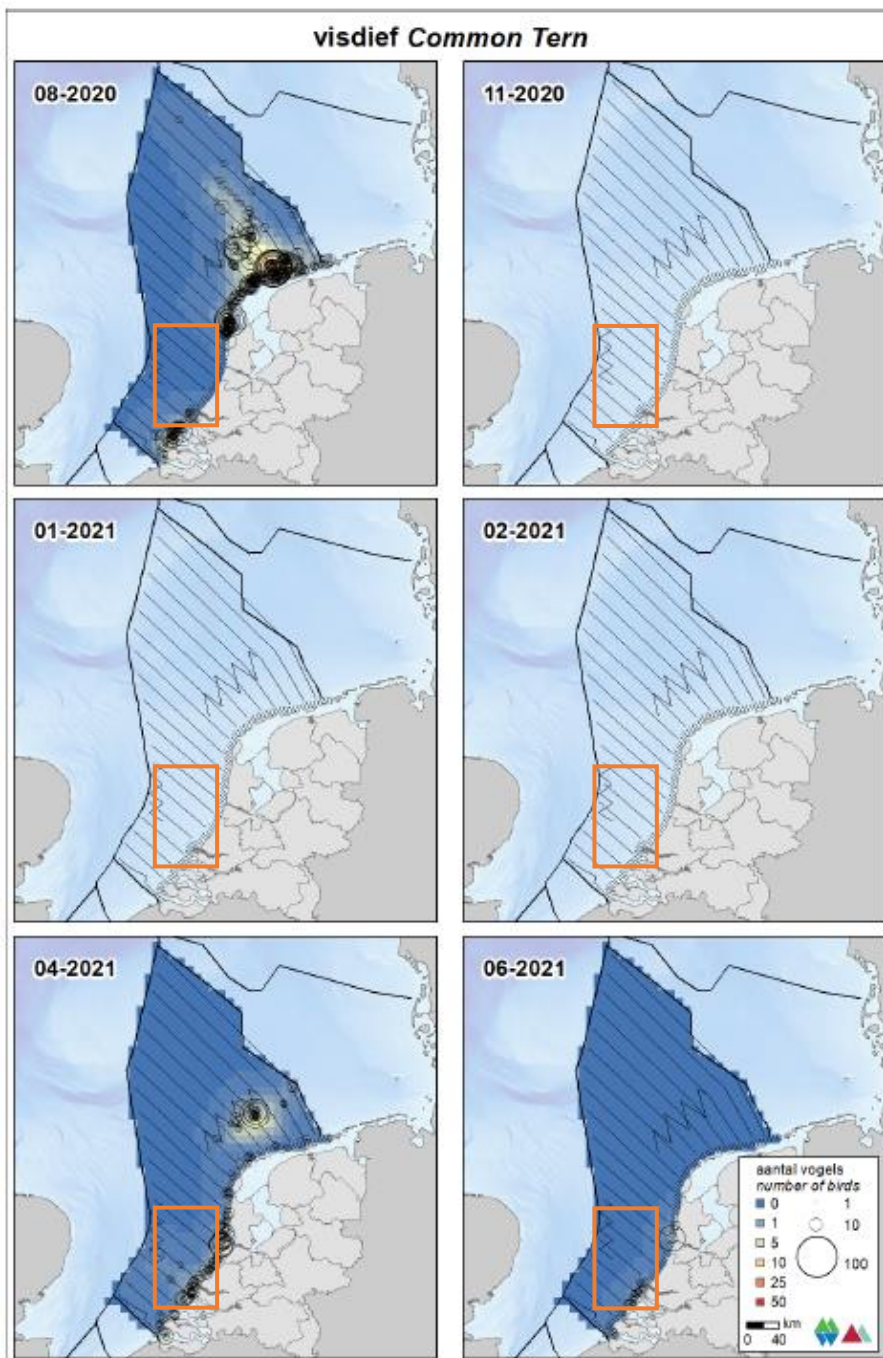
Sterns zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Grote sterns (*Sterna sandvicensis*) zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in Nederland, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het belangrijkste 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.

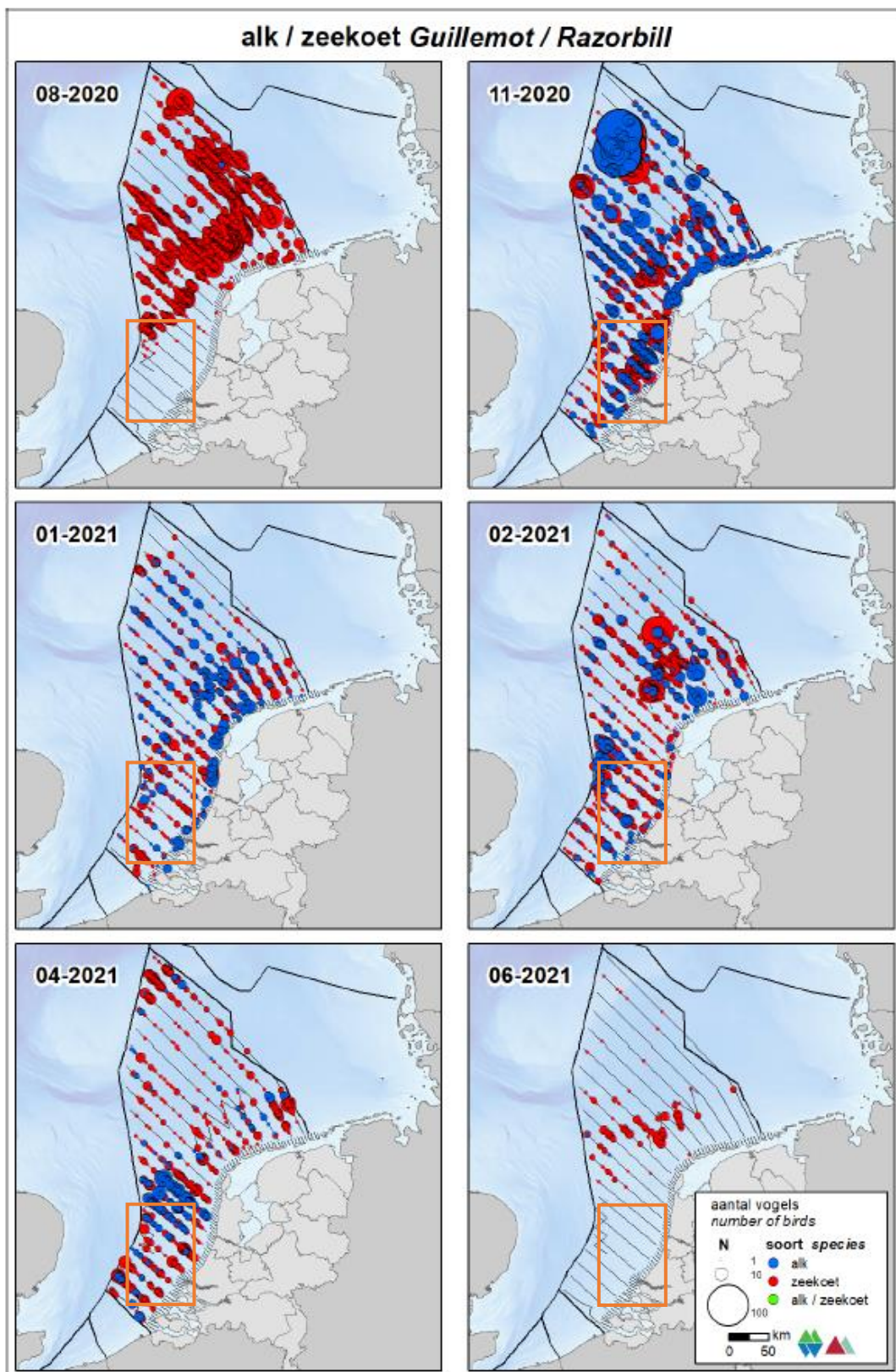
Zeekoet (A199)

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)

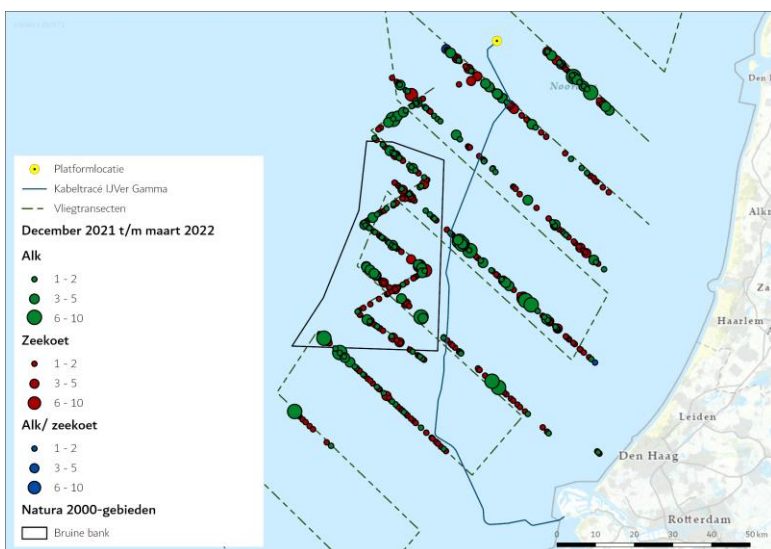
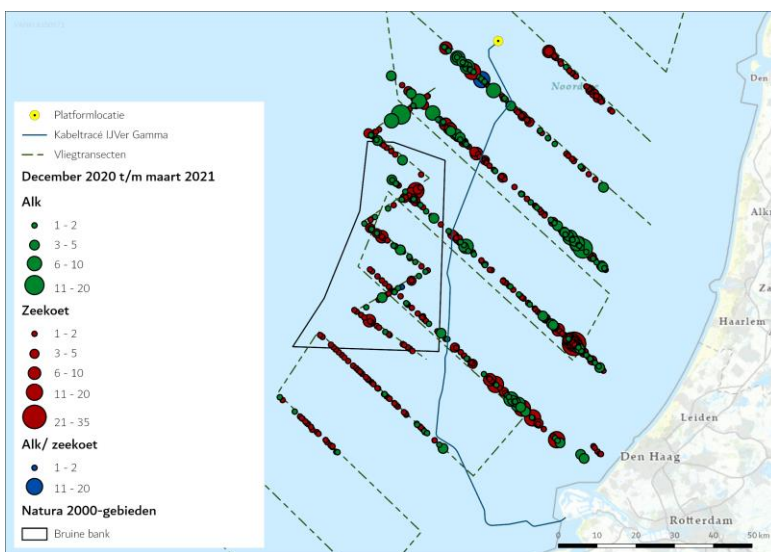
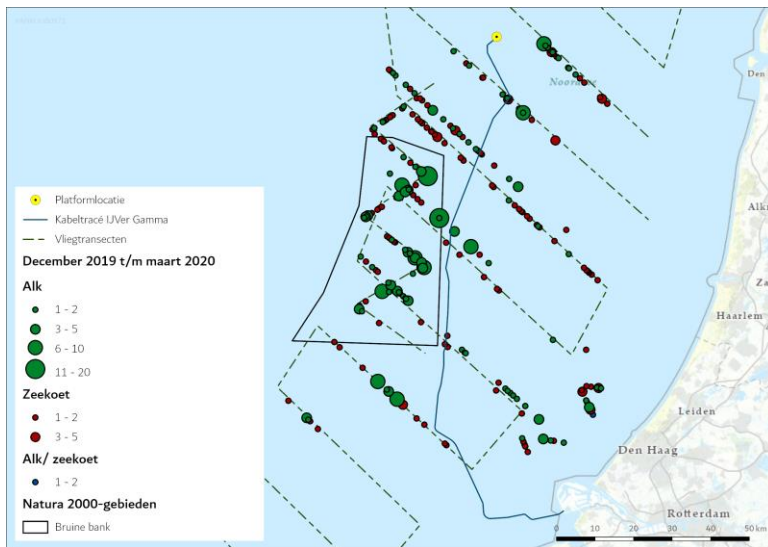
Alk (A200)

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).

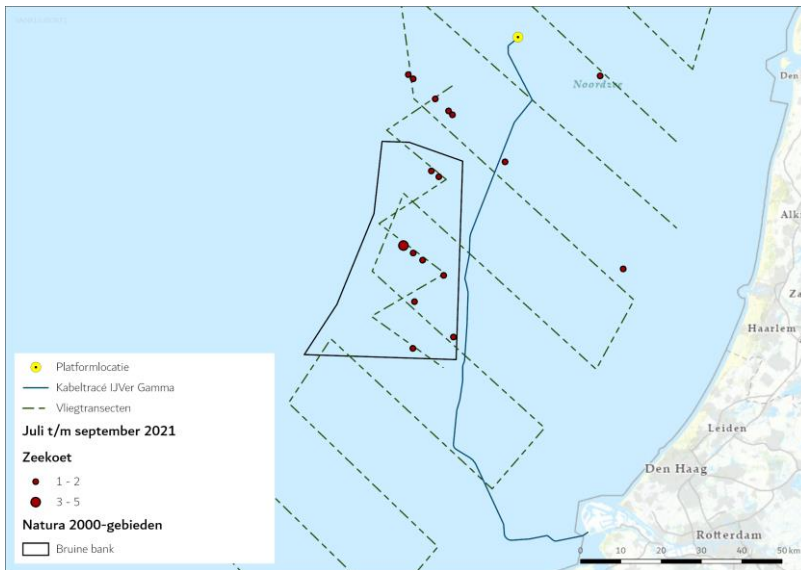
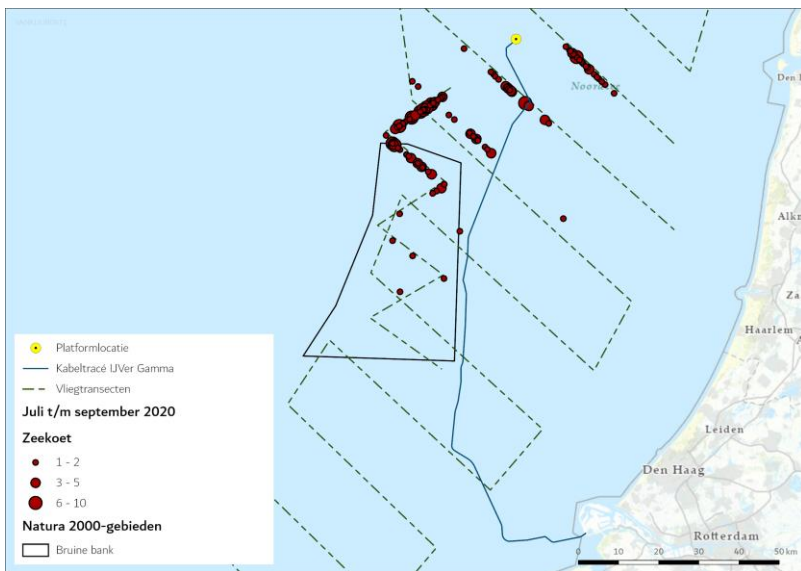
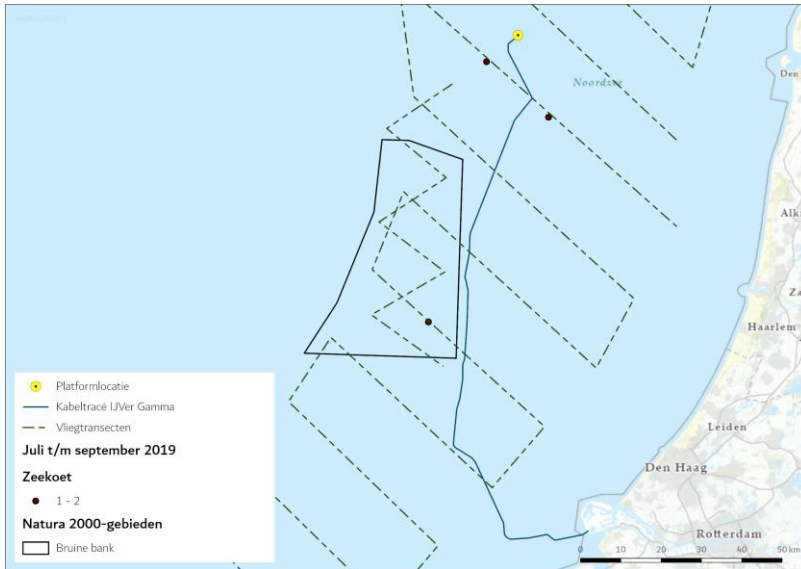
Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (R. van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in 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 overstroomde zandbanken (getijdengebied)	NB				NB	
	H1110B	Permanent overstroomde 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.

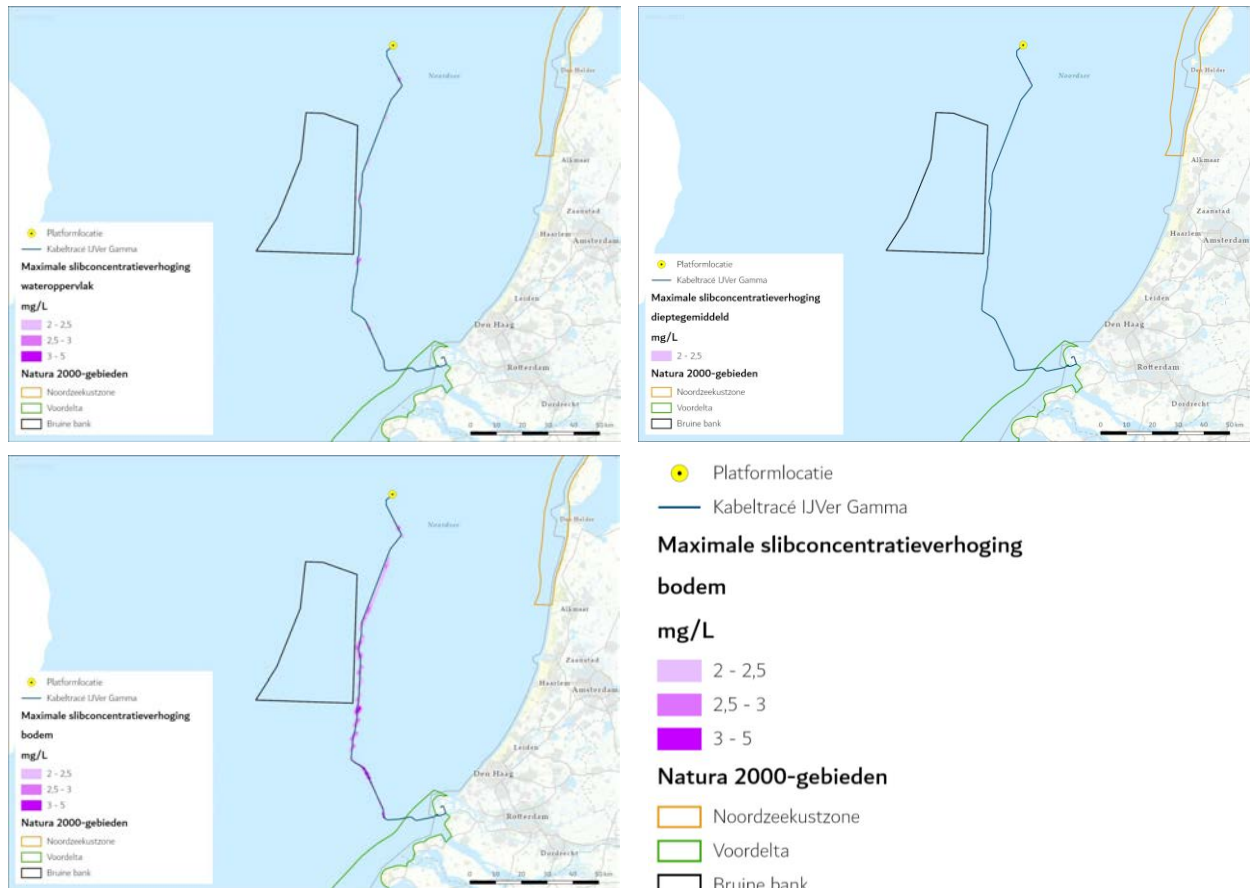
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het voorkeustracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is de algemene methodiek in de worst-case benadering om overal trenchen (2,5 m diepte) toe te passen en op sommige stukken 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 trenchen 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.

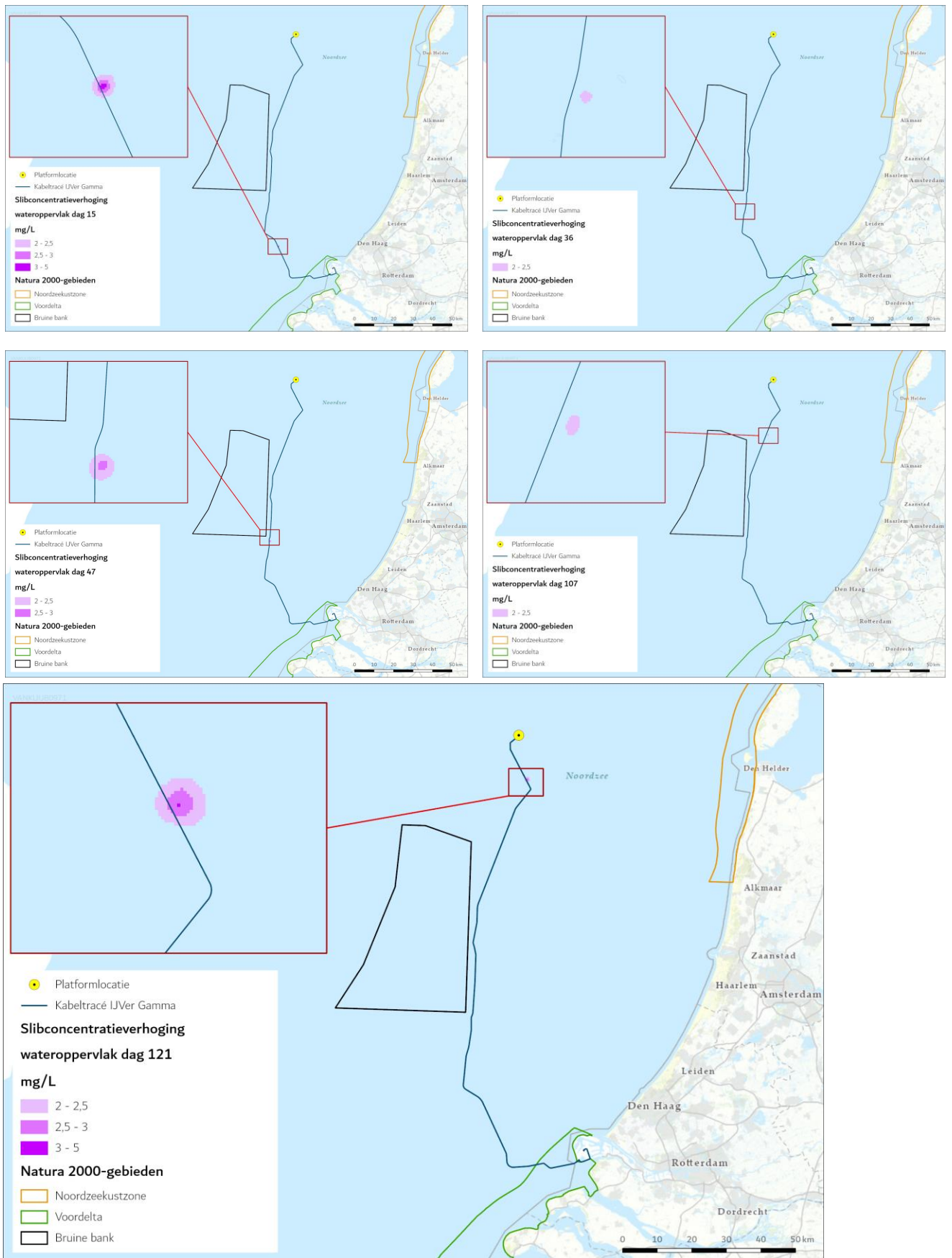
In Figuur 74 wordt het ruimtelijk beeld van de opgetelde maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



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 kleurenschaal, 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.

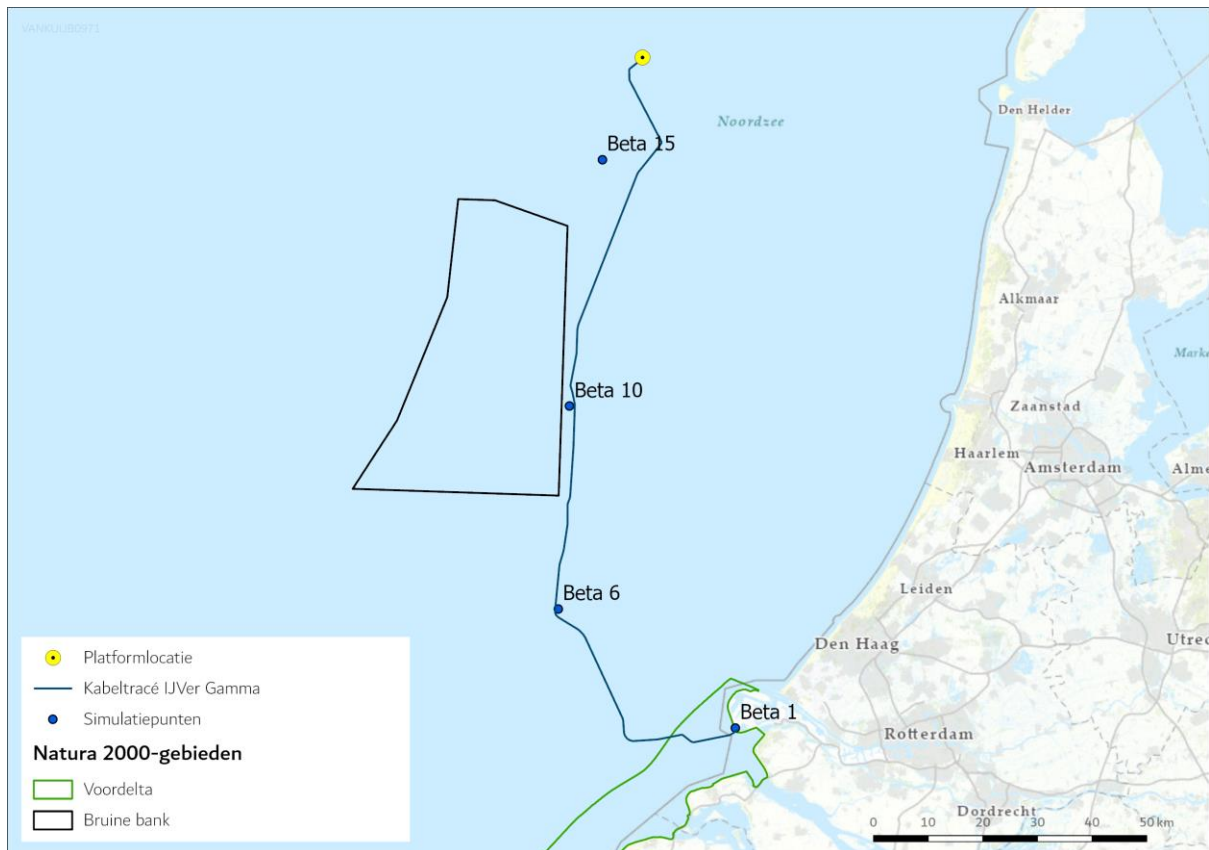
Uit dit figuur valt het volgende af te leiden:

- 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)

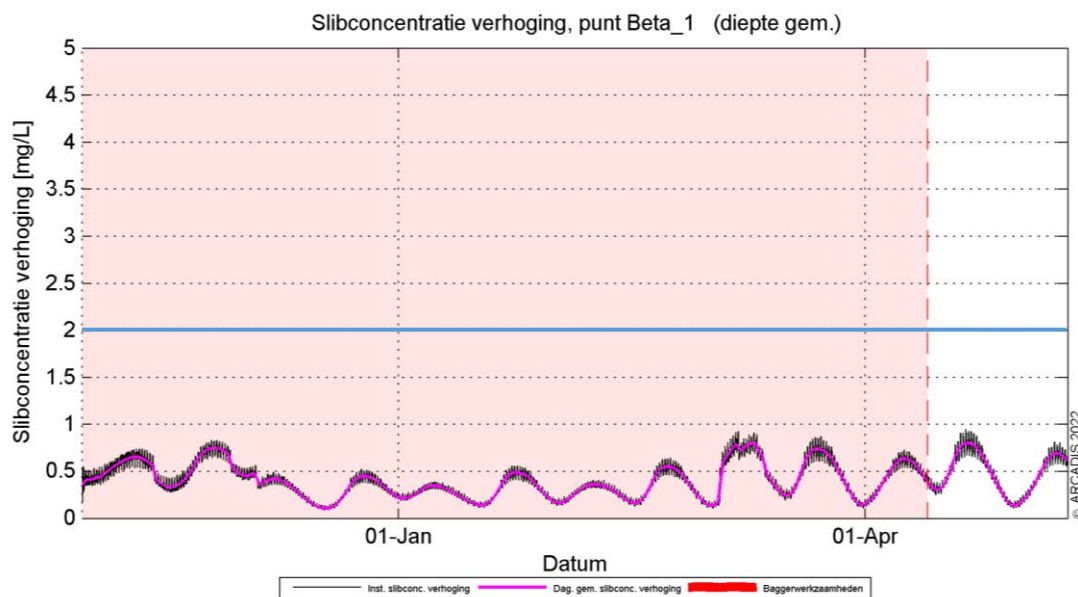
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 76 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype 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.



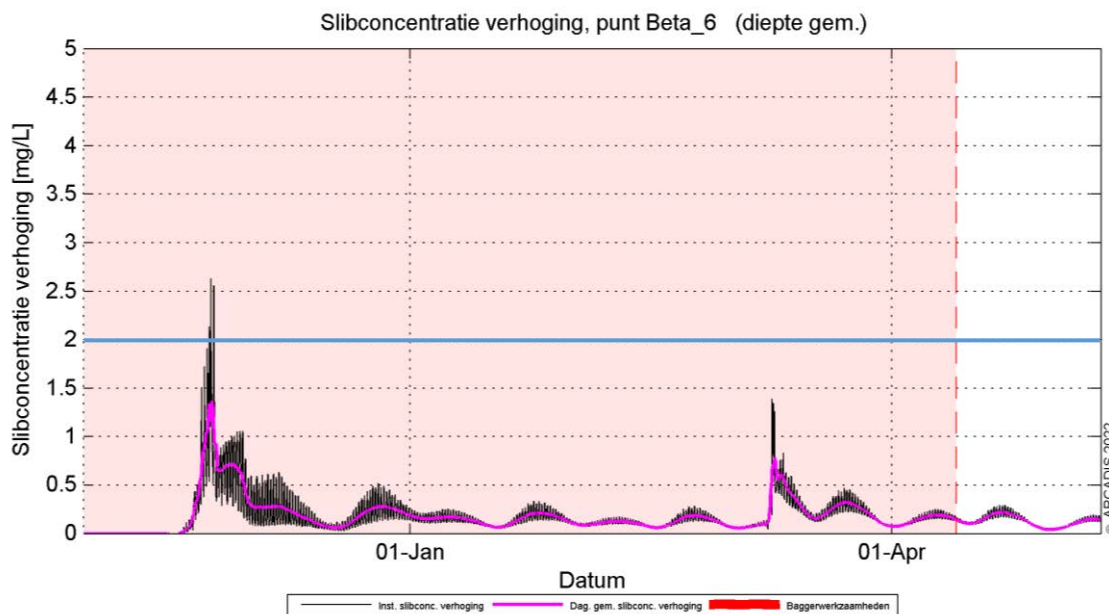
Figuur 76 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd

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.



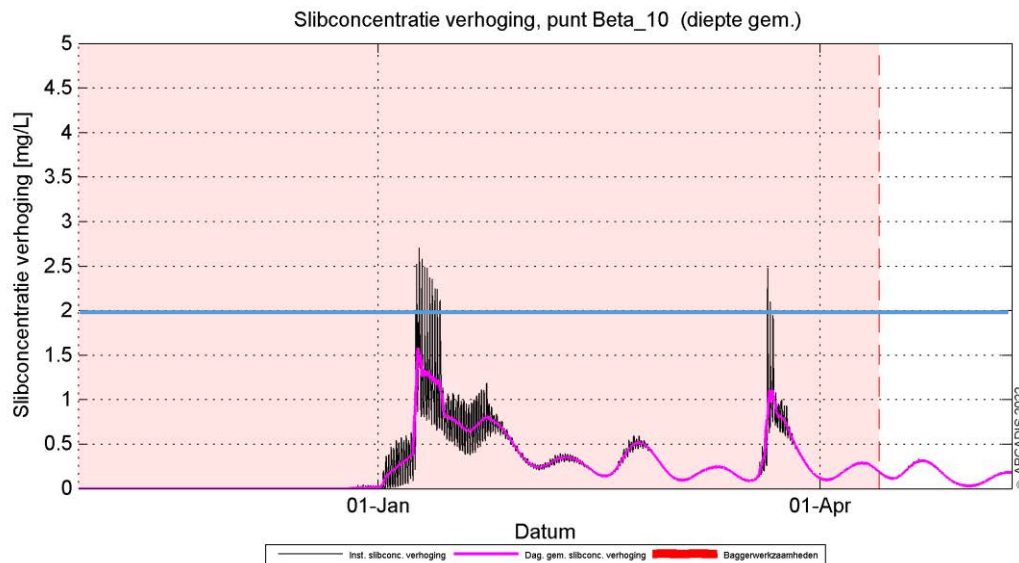
Figuur 77 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

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.



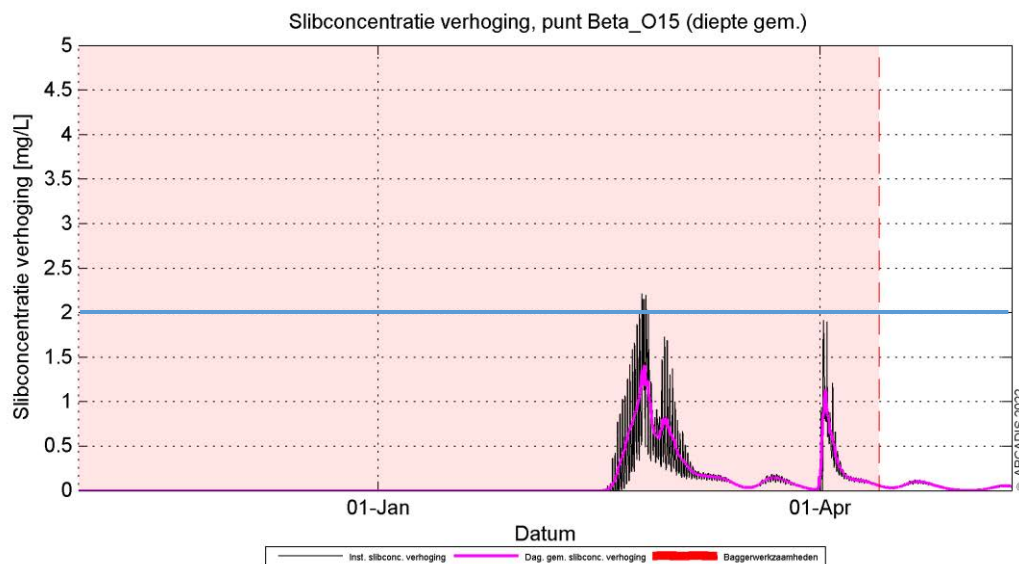
Figuur 78 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan

Simulatiepunt 10 bevindt zich direct ten oosten van de Bruine Bank (zie Figuur 76) en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 79. De werkzaamheden langs het voorkeurstracé 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 geheel onder de 2 mg/L grens. Eenmalig komt deze kortstondig boven de 2 mg/L grens. Aan het eind van de baggerwerkzaamheden is de slibconcentratie echter alweer onder de 2 mg/L.



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

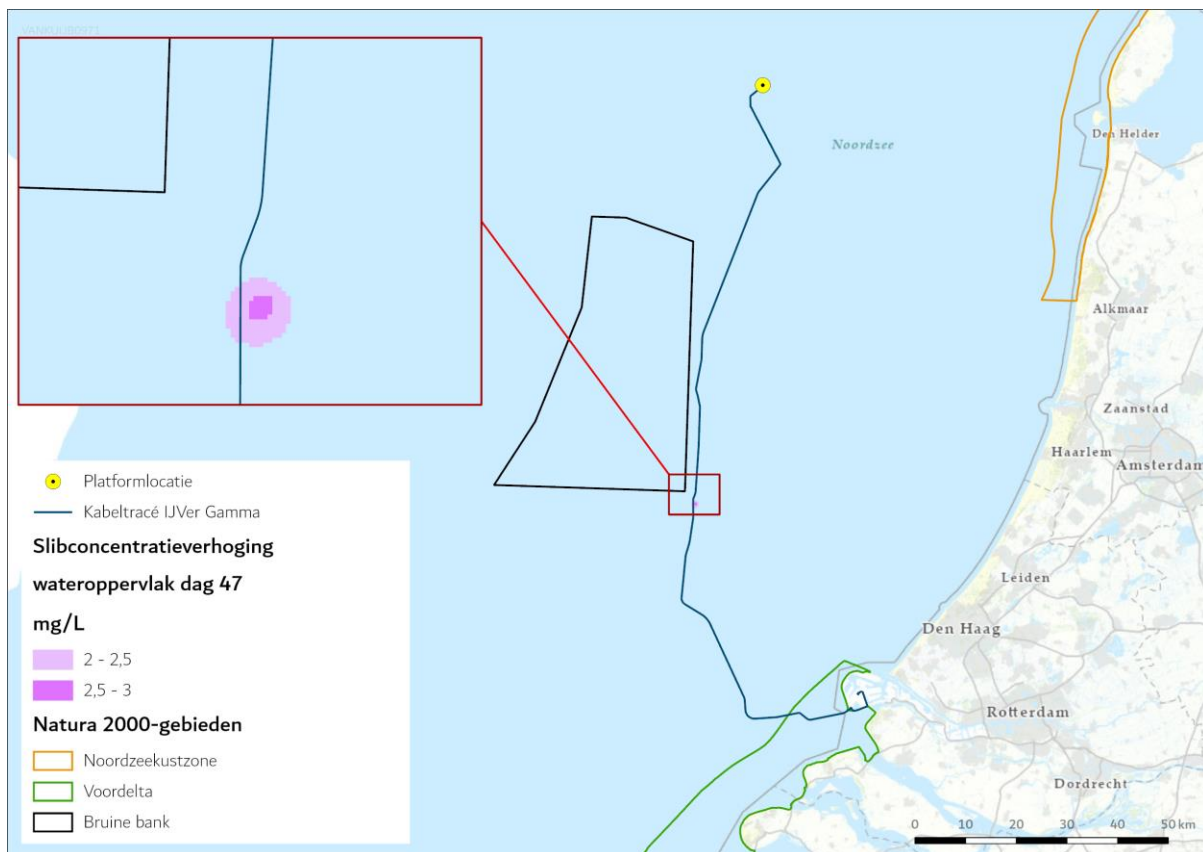
Aan de hand van Figuur 2 kunnen effecten op zichtjagende nestgebonden broedvogels worden uitgesloten in de Voordelta. Deze vogels, zoals de meeste sterns, hebben slechts een kleine uitvlieg-radius. De grote stern heeft een uitvlieg-radius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief 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

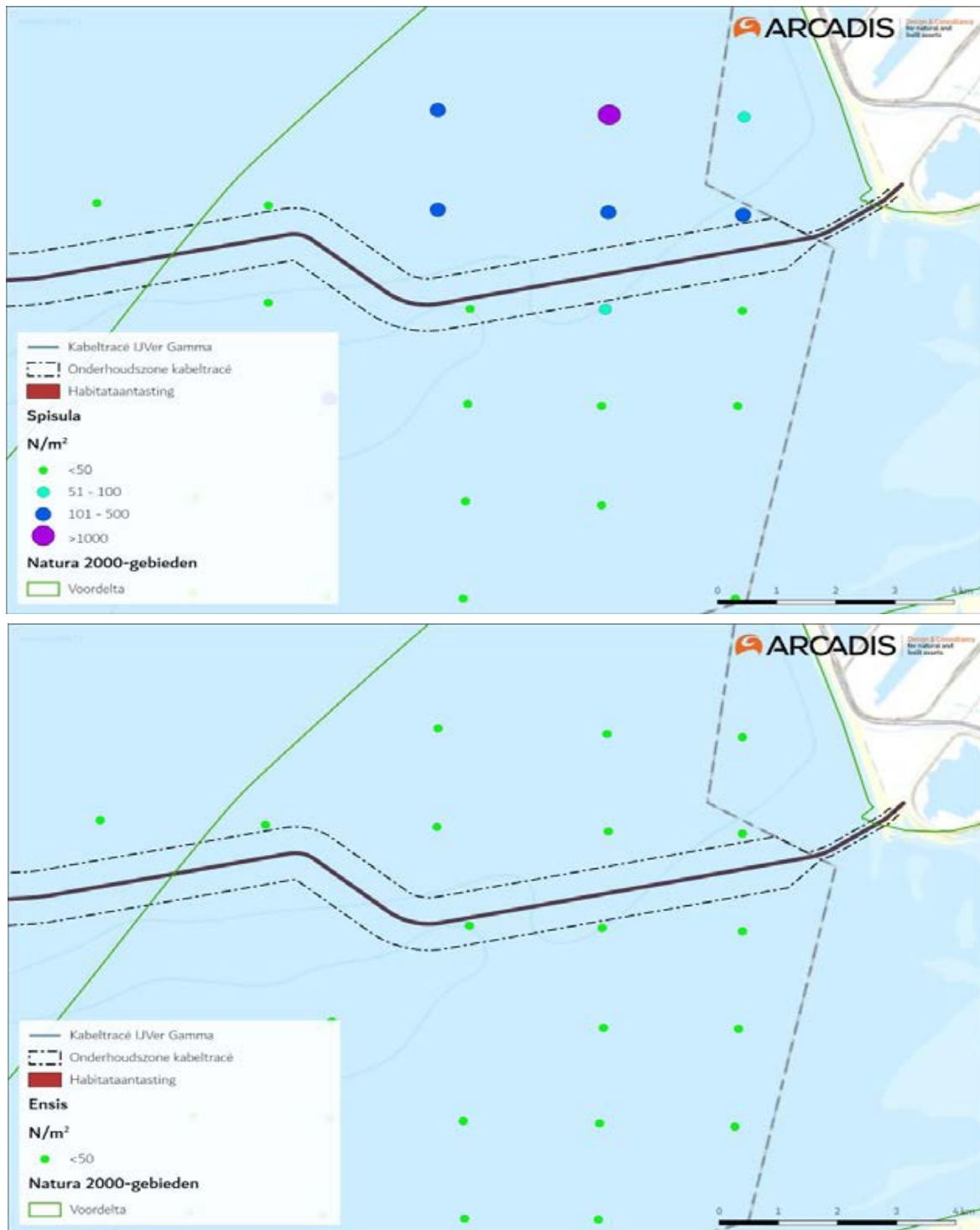
staat zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse, 1997).

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*

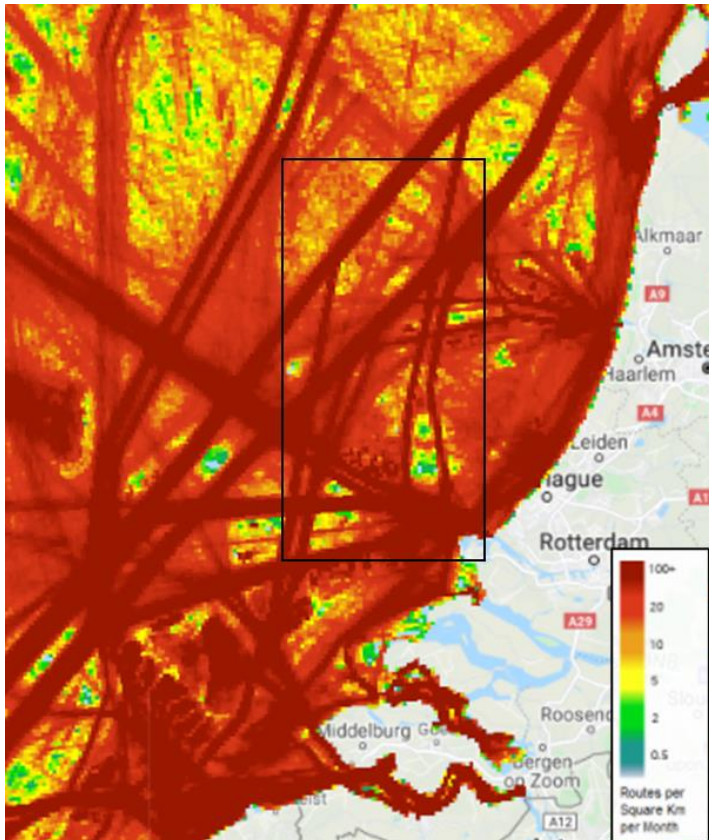
Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/L en na een periode van dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau, zie Figuur 74 voor ruimtelijke verspreiding van de slibwolk op 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. Wel zijn er mogelijk op meer plaatsen langs het tracé tegelijk schepen aan het varen, omdat het trenchschip achter het baggerschip aanvaart. Ook wordt de tweede kabel achter de eerste aangelegd. Als de aannemer meerdere schepen heeft kunnen er dus ook twee trenchschepen tegelijk op het tracé zijn. 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 trekvisseren 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 trekvisen (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 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-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 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 gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvis het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvis 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 (benodigd 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 trekvissen

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 trekvissen 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 trekvissen 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 trekvisen 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).

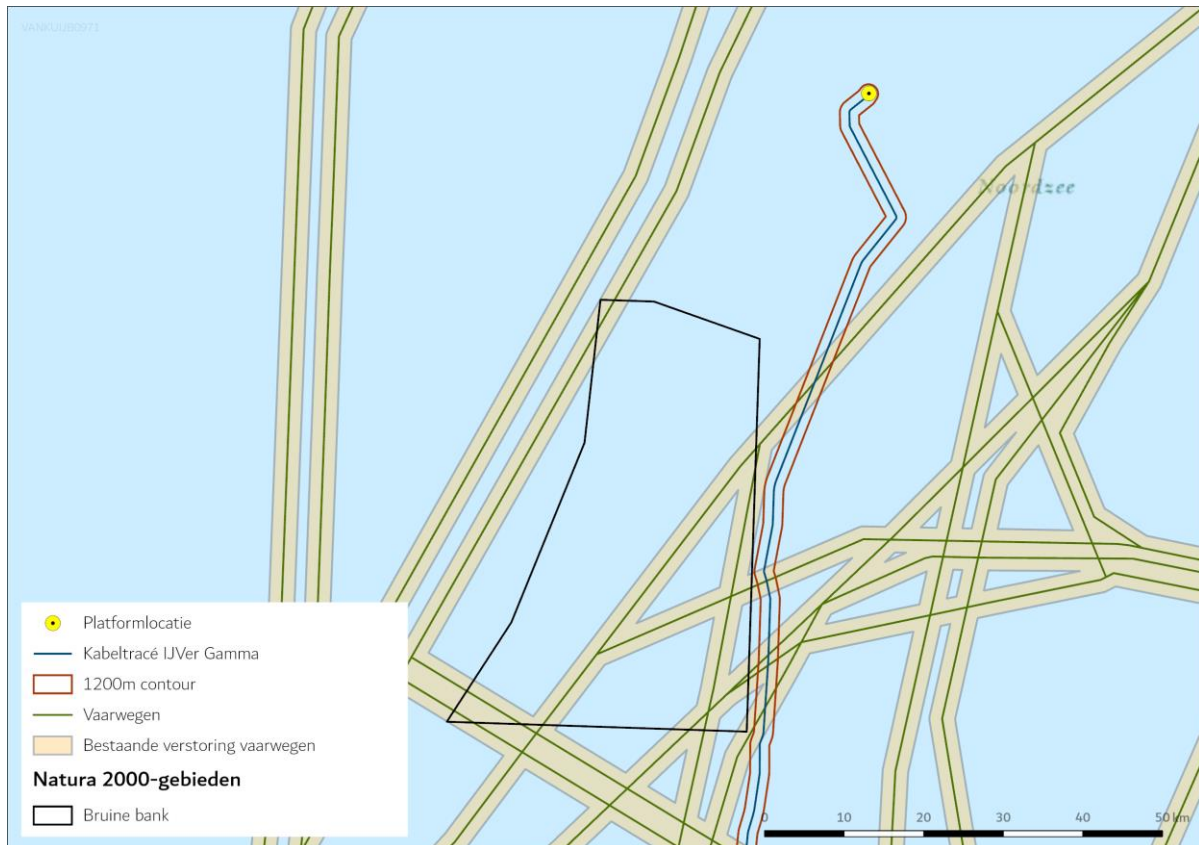
Het aantal verstoorde alken en zeekoeten kan aan de hand van het verstoorde oppervlakte (circa 168 km² (70 km * 1,2 km * 2)), oppervlakte van de Bruine Bank (1.336 km²) en aantal alken en zeekoeten op de Bruine Bank in augustus en februari berekend worden.

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 verstoringscontouren 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 verstoringscontouren 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 verstoringscontour 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 voorkeurstracé 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 verstoord 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 verstorende 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 voorkeurstracé. Het voorkeurstracé 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 voorkeurstracé. Voor een deel van het voorkeurstracé 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 verstoord 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 voorkeurstracé 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 voorkeustracé 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 voorkeustracé 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 onverstoorde 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. Gezien de aard van de verstoring is externe werking op nabije Natura-2000 gebieden ook niet aan de orde.

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.

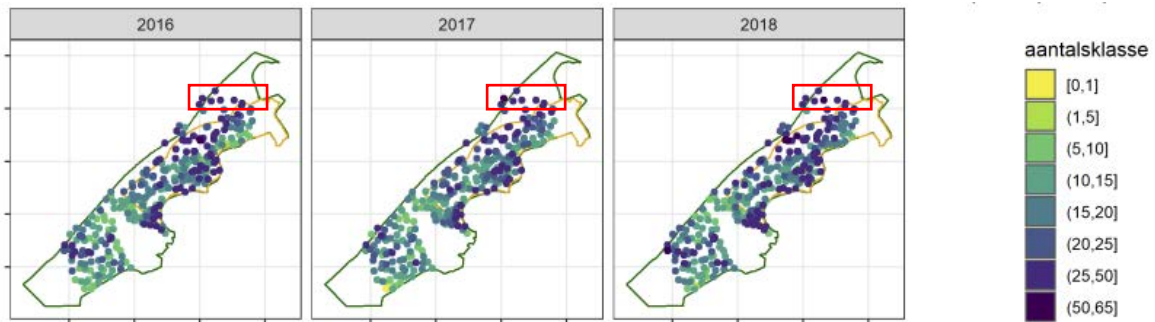
Het gehele voorkeurstracé in de Voordelta gaat door het habitatype permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone, H1110B). In de Voordelta heeft habitataantasting effect op maximaal circa 82 ha van habitatype permanent overstroomde zandbanken (zie Figuur 19). Dit is 0.1% van het totale areaal van 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.

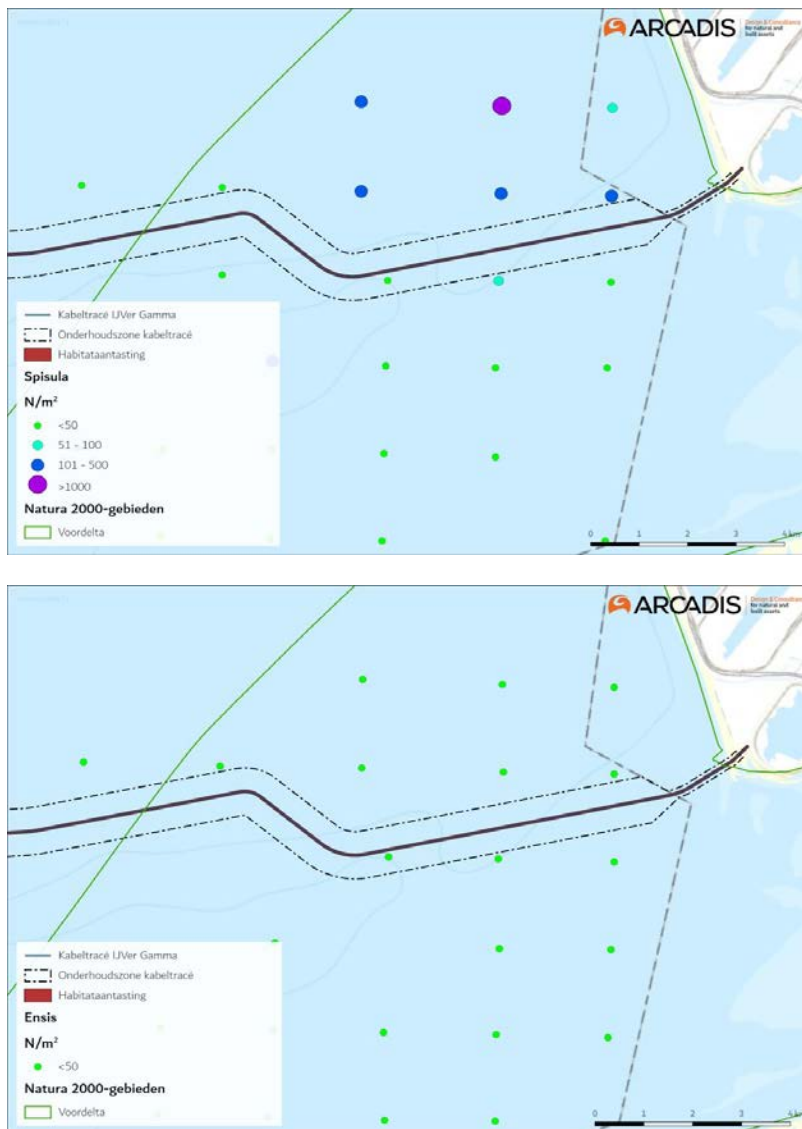
In een studie door Moorsel et al. (2020) naar ruimtelijke trends van de bodemgemeenschap in de Voordelta, komt naar voren dat het gebied wat beïnvloedt wordt door habitataantasting in de voordelta van gemiddelde kwaliteit is op “diversiteit van soorten”- niveau(Figuur 85).

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 *Spisula*banken (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. Gedurende deze 5 jaar zijn geen andere projecten met significante omvang te verwachten binnen de werkstrook. Aangezien de kabelcorridor voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma een veiligheidskorridor van 200m heeft waarin geen andere werkzaamheden mogen plaatsvinden, is de kans op bodemaantasting door andere projecten minimaal. Op voorhand worden andere projecten binnen de aanlegstrook voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma dus uitgesloten. Toekomstige kabels en leidingen die de corridor kuisen zijn echter niet uitgesloten. Zeer lokaal kan dus later nog habitataantasting ontstaan. Op dit moment is geen concreet zicht op een toekomstige kruisende kabel of leiding.

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 zeekabel 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 verdere successies zoals grijze duinen. 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 Voordelta gegaan waar geen kwalificerend habitatype aanwezig is (zie Figuur 87): voor het Natura 2000-gebied Voordelta zijn enkel de habitattypen H1110 Permanent overstromde 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).



Figur 87 Open ontgraving door Natura 2000-gebied Voordelta.

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 aanleg- en gebruiksfase 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 gebruiksfase 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 evertibraten 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 evertibraten 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 waarden 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

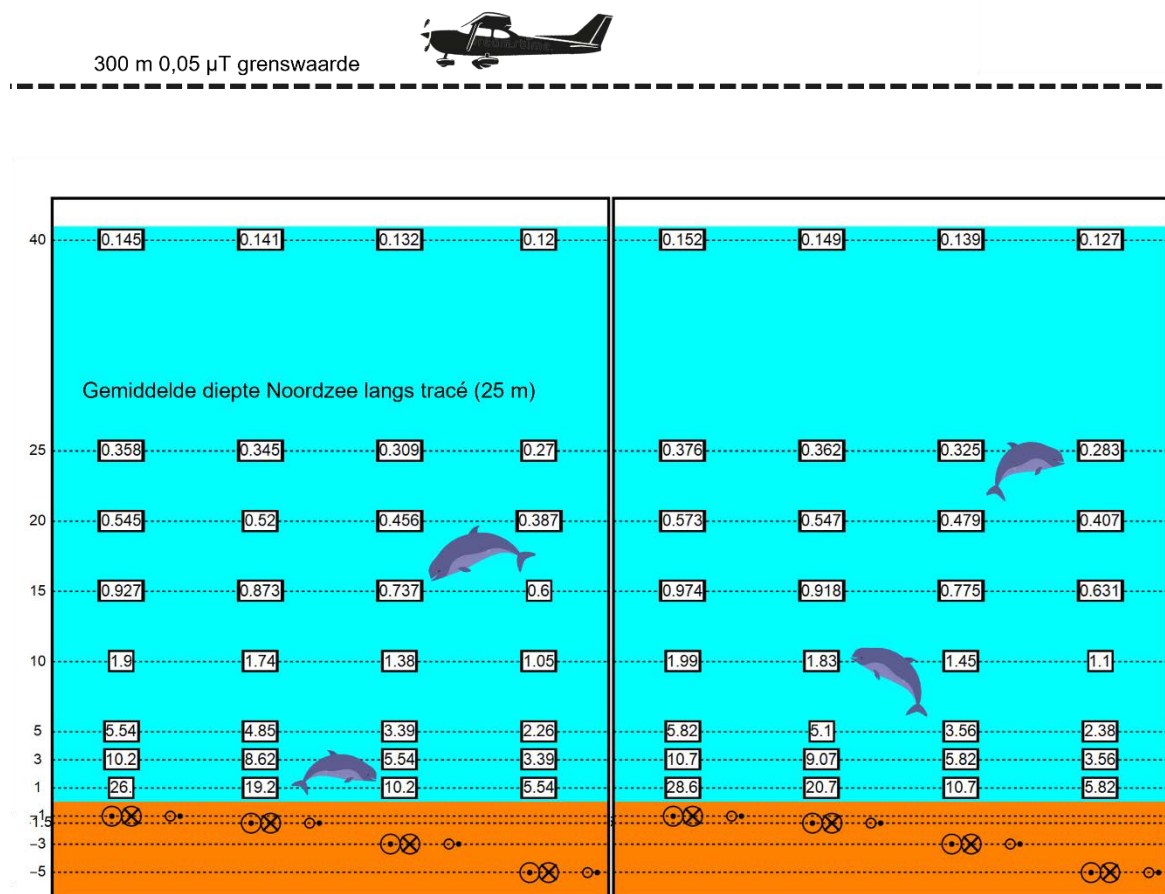
spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren, waardoor kans op effecten groter wordt. De spanning op de kabel kan variëren aangezien de hoeveelheid stroom die afgevoerd wordt ook per dag fluctueert.

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 $0,05 \mu\text{T}$ aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

Deze waarde van $0,05 \mu\text{T}$ 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, 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 $0,05 \mu\text{T}$ 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 88. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van $0,145 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en van $0,152 \mu\text{T}$ (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van $0,05 \mu\text{T}$ 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 $1,15 \mu\text{T}$ hebben. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de normale waarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van $0,05 \mu\text{T}$ (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 $0,05 \mu\text{T}$ 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 $7 \mu\text{T}$ 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 88 Magneetveldzone in μ T 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 zeebodoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2021b). De bovenste stippelijijn 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-gelijkstroomkabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 μ 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.

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 zijn ook het windpark Hollandse kust (west) en het Net op zee Hollandse kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 vallen 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
Hollandse kust (west) kavel VI en VII	Noordzee	2023-2024

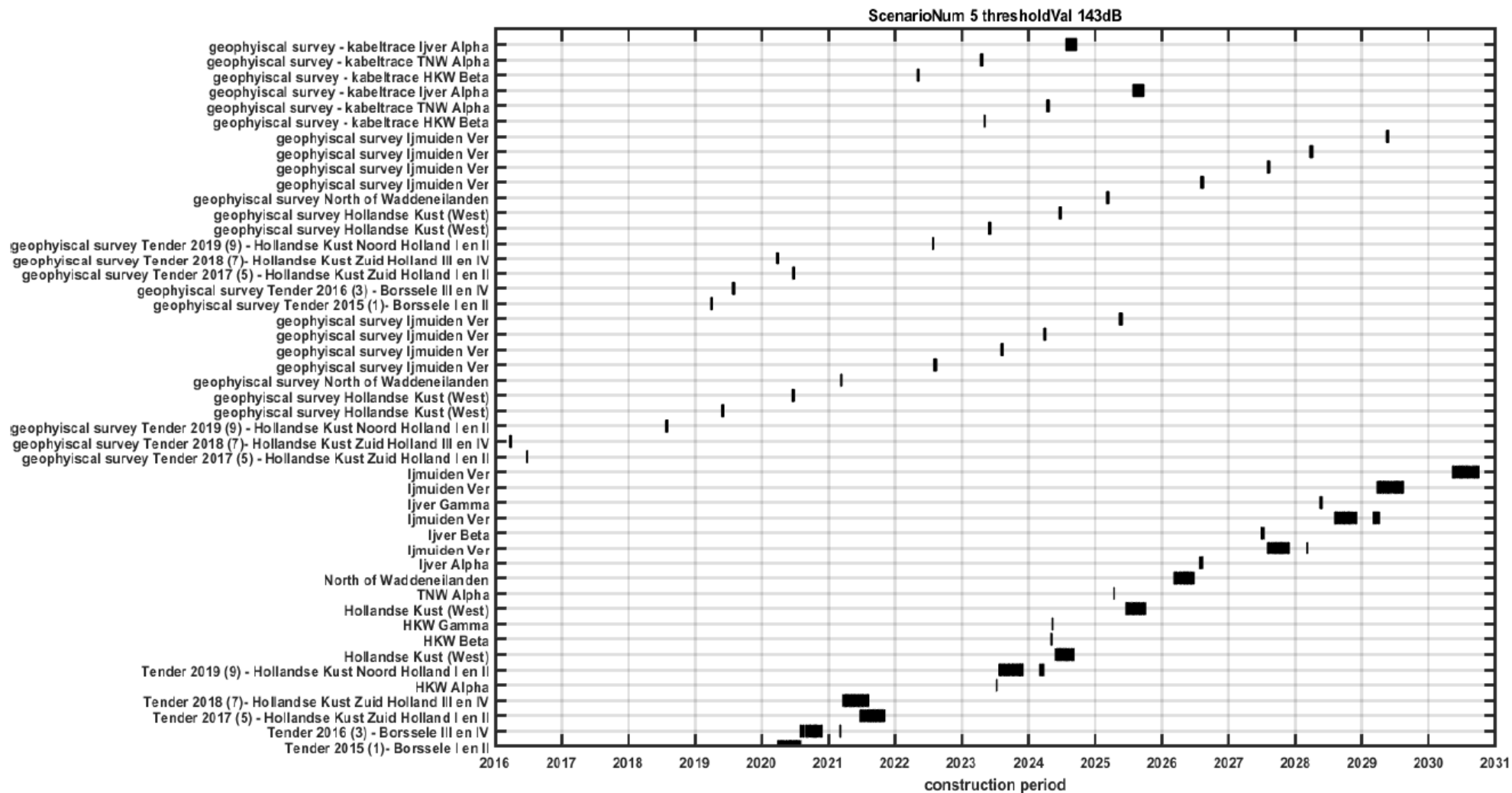
7.3 Impuls-onderwatergeluid

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 (SELss = 160 dB re 1 μ Pa2s 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 89 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 89 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 90). 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 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 90 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Taw, 2021)

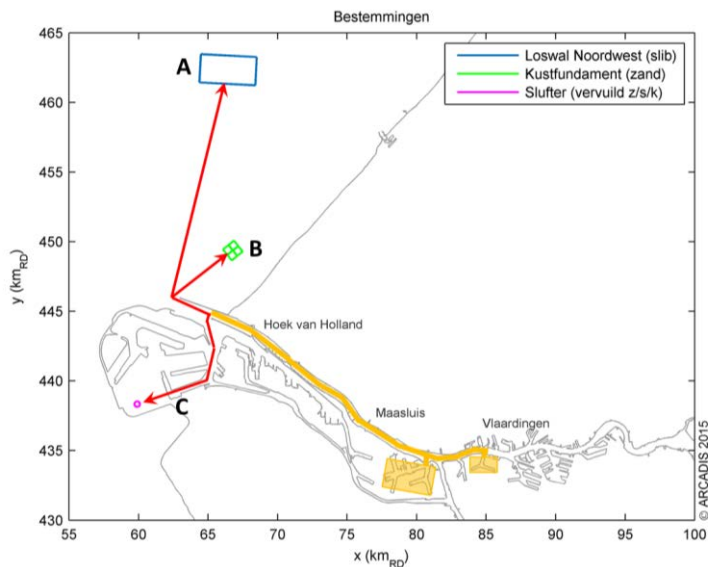
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

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 91). 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 91 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.

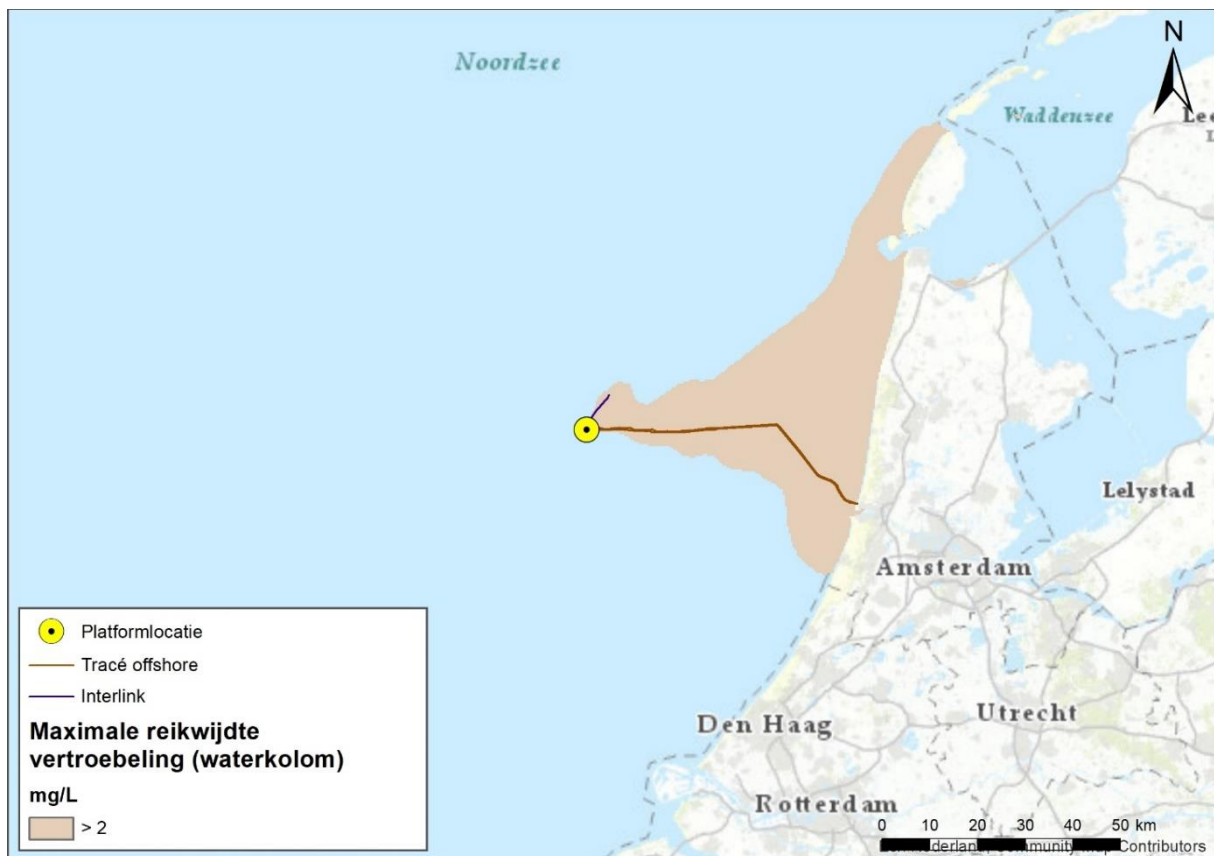
De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma begint op zijn vroegst op 1 maart 2024 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 92) en zal

zodoende niet in geografische locatie overlappen met Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 92 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 ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

Windpark Hollandse Kust (west) kavels VI en VII

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 voor windpark Hollandse kust (west) overlappen mogelijk in tijd met Net op zee IJmuiden Ver Gamma. In 2023-2024 vinden de werkzaamheden in de kavels plaats, waarbij ook gebaggerd wordt. De slibwolk is tijdelijk en zeer lokaal (Pondera Consult, 2020a, 2020b, 2021). Zodoende zal de geografische locatie niet overlappen met Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.

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.

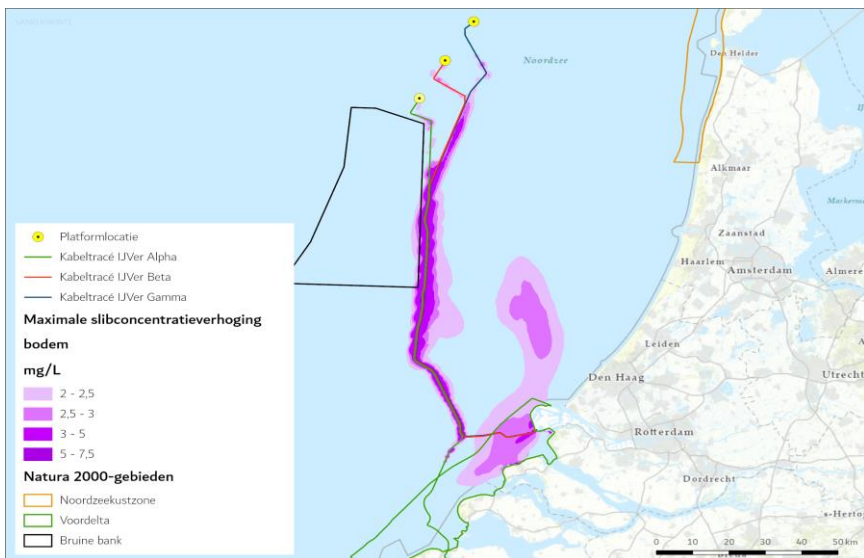
Voor het beoordelen van cumulerende effecten van vertroebeling is uitgegaan van de onderstaande vier scenario's:

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 93 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 93 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 93, 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 het figuur 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.



Figuur 93 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).

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 trekvissen.

Migratie perioden

De zeeprik 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 zeeprikken 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 rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken 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.

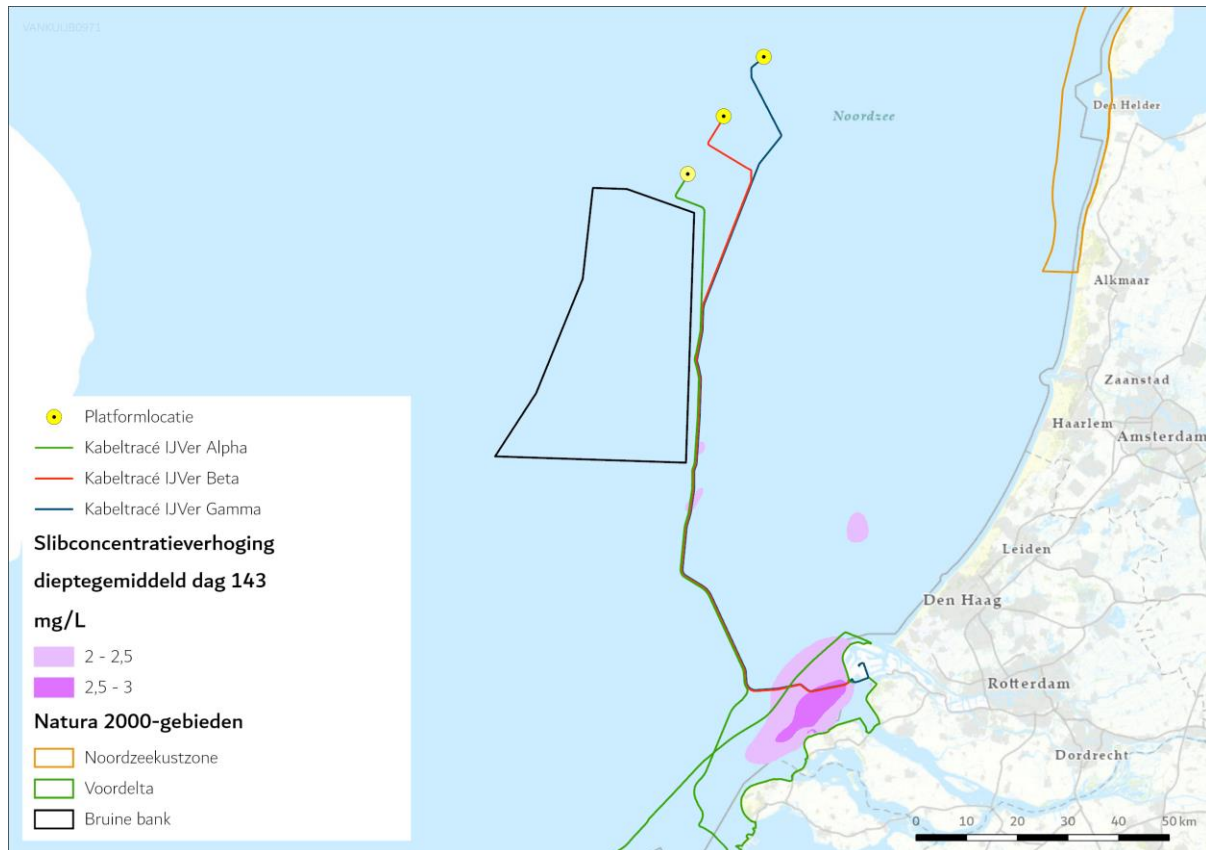
Tabel 15 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen

Soort	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Zeeprik												
Rivierprik												
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 trekvissen 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 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 trekvis en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Effecten van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma op trekvis 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. 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. 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 93). 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.

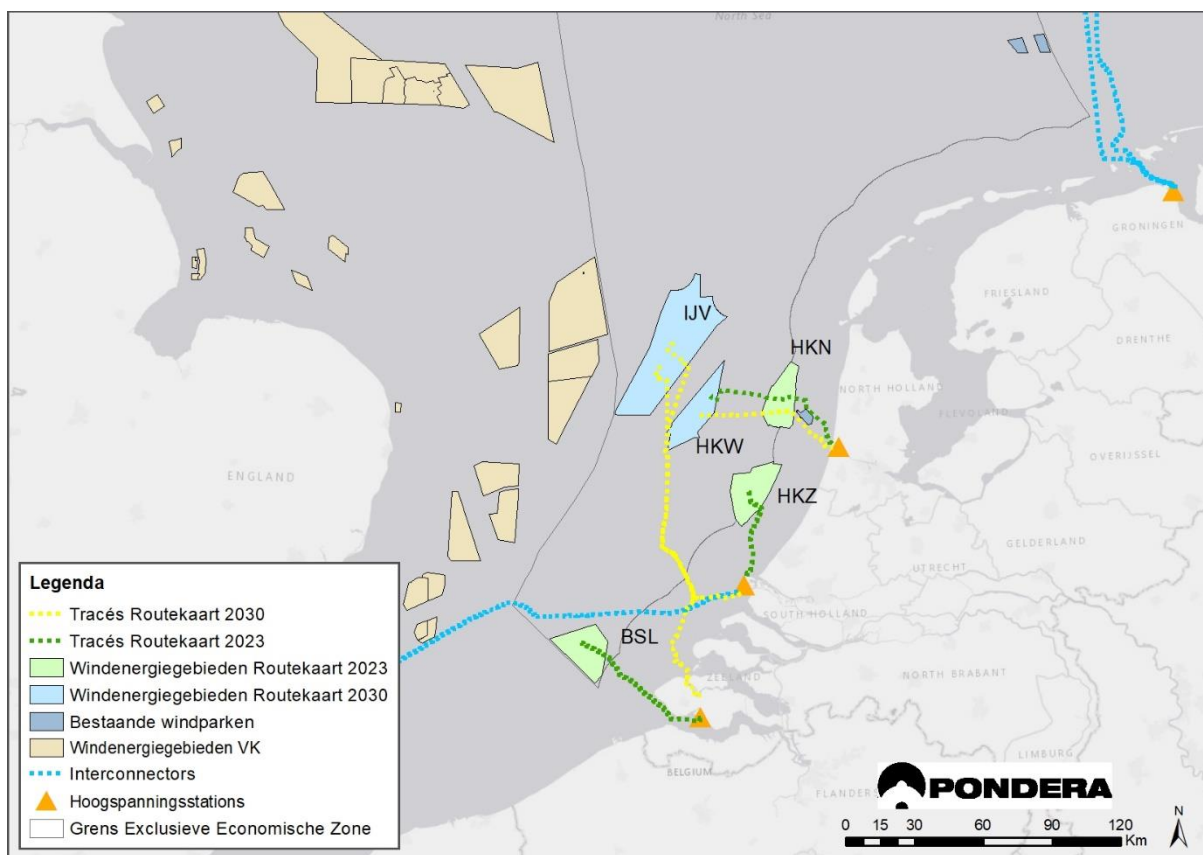
Figuur 97 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee IJmuiden Ver Gamma met de Wind op zee projecten, waarbij Net op zee IJmuiden Ver Beta (en in mindere mate IJmuiden Ver Alpha) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het Voorkeurstracé (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 voorkeurstracés 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 voorkeurstracés 200 meter uit elkaar.

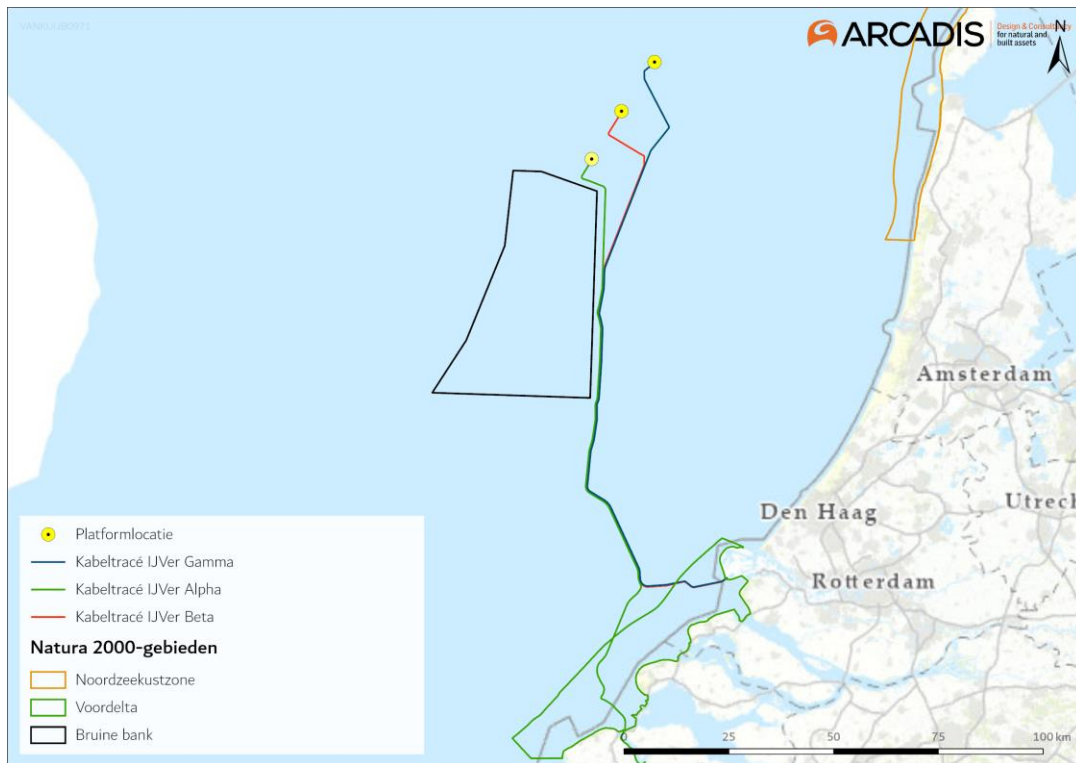
Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zouden overlappen, zal er slechts een licht of geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, 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 voorkeurstracés 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.

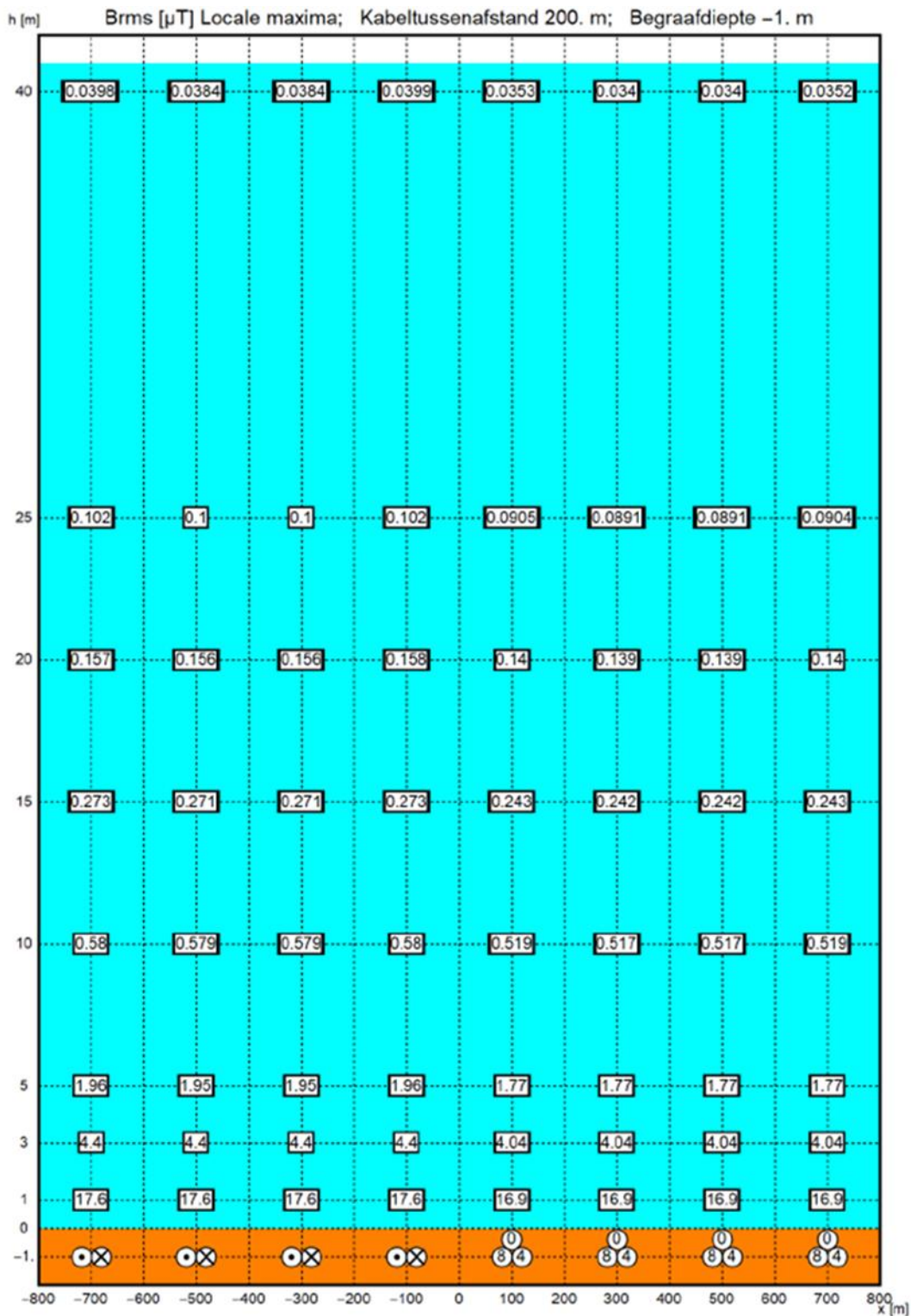
De export kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande als nog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor overlap en dus cumulatie van elektromagnetische velden is uitgesloten.



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 gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen.

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 dan bij separate aanleg. 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 kabelgeul bij de open ontgraving is inclusief werkstrook maximaal 29 meter breed. Indien de kabeltracés tegelijk worden aangelegd is er een maximale werkstrookbreedte van circa 33 meter. De gecombineerde corridor is dus 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 (2 maal 29 meter). 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 voorkeurstracé, 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. Significant 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 overstroomde 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	Habitat-aantasting	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 uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A005	Fuut	-	=	=	280							GSE
	A007	Kuifduiker	+	=	=	6				NB			GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	480				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	10				NB			GSE
	A043	Grauwe gans	+	=	=	70				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			GSE
	A048	Bergeend	+	=	=	360				NB			GSE
	A050	Smient	+	=	=	380				Tijdelijke verstoring in reeds verstoord gebied, voldoende uitwijk-mogelijk-heden			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				NB	Geen impact op voedselbeschikbaarheid		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							GSE
	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

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 bij hei-werkzaamheden:

- 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 SELss = 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 SELss = 160 dB re 1 μ Pa_{2s} (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).

Ter beperking van onderwatergeluid bij surveys:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de werkzaamheden. Hierdoor kan de mogelijke kans van PTS op zeezoogdieren gemitigeerd worden. Door het gebruik van de ADD krijgen bruinvissen namelijk een niet schadelijke geluidsimpuls waardoor ze geneigd zijn het projectgebied te verlaten. Voor het gebruik van de ADD gelden de volgende uitgangspunten:
 - Uitgaande van een bereik van 3.500 meter en een gemiddelde zwemsnelheid van 7,5 km/uur voor de bruinvis kunnen de bruinvissen in ongeveer 30 minuten buiten de vermijdingscontour zijn. De ADD hoeft echter niet tijdens deze gehele 30 minuten aan te staan. De ADD dient minimaal 5 minuten ingezet te worden. Op deze manier krijgen bruinvissen de kans op zich buiten de zone met de hoogste mate van verstoring te verplaatsen. Aansluitend aan de ADD kan gestart worden met de soft-start.
 - De ADD wordt opnieuw aangezet als de werkzaamheden voor een periode van meer dan 4 uur worden stilgelegd en aan het eind van de werkdag.'
- Toepassing van een gesimuleerde 'soft start' bij het uitvoeren van de geofysische surveys waarbij met toenemende energie geluidsimpulsen worden uitgezonden. De soft start begint na de ADD en bouwt gedurende 25 minuten op. In totaal zal het dan 30 minuten duren voordat de werkzaamheden geluidsimpulsen met maximale kracht uitzendt. Op deze manier krijgen bruinvissen de kans op zich buiten de vermijdingszone te verplaatsen.

Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie maatregelen het gewenste effect hebben wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:

- Voorafgaand aan de start van de surveys worden specifieke berekeningen uitgevoerd door de uitvoerder van de UXO+ pre survey (op basis van werkelijk in te zetten materieel).

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.
- Bekker, D. (2020). *Onderzoek naar de aanwezigheid van noordse woelmuis in de provincie Zuid-Holland met behulp van de eDNA methode in 2018-2019*. Zoogdiervereniging.
- 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 Dalssen, 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 Verklipperplaat, 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>

- 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). *Milieueffectrapport 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., van der Spek, A., & 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 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.*
- 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 Coninentaal 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.
- 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.*
- Kaart lichtemissie.* (2021). RIVM. <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten?config=3ef897de-127f-471a-959b-93b7597de188&activateOnStart=layermanager,info&gm-x=150000&gm-y=460000&gm-z=3&gm-b=1544180834512,true,1;1601630788619,true,0.8&activeTools=layercollection,search,info,bookmark,measure,draw,koeltorens>
- 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 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.*
- 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 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.

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. (2020a). *Passende Beoordeling Hollandse Kust (west) Kavel VI*.
- Pondera Consult. (2020b). *Passende Beoordeling Hollandse Kust (west) Kavel VII*.
- Pondera Consult. (2021). *Aanvullende Passende Beoordeling*.
- 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>
- 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* (Issue December).
- 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). *Geoorde 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.*

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., 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 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 UITGANGSPUNTEN AERIUS-BEREKENINGEN GEBRUIKSFASE

Platform exploitatiefase

Scenario 1 onderhoud per helikopter materiaal per boot

Omschrijving werkzaamheden	Materiaal	Type materiaal (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaar afstand [km]	Duur inzet vliegen (Cruise-mod) [kg/cydl]	brandstofverbruik LTO-cydl [kg/cydl]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emisiefactor LTO-cydl (g/kg brandstofverbruik)	NOx-emisiefactor vliegen (Cruise-mode) (g/kg brandstofverbruik)	NOx- vracht LTO-cydl [kg]	NOx- vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Exploitatiefase platform gebruik van helikopter voor onderhoud	Helikopter (crew transfer)	Helikopter type AW139	1	35	3.000	35	U	423	77	423	8,4	11,4	23	169	

Omschrijving werkzaamheden	Materiaal	Type materiaal (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewevingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaar afstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]	brandstofverbruik LTO-cydl [kg/cydl]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emisiefactor LTO-cydl (g/kg brandstofverbruik)	NOx-emisiefactor vliegen (Cruise-mode) (g/kg brandstofverbruik)	NOx- vracht LTO-cydl [kg]	NOx- vracht vliegen (Cruise-mode) (kg/0,75km)	NOx- vracht hoofdvaaroute tot platform (kg/18km)
Gebruik exploitatiefase schepen km met onderhoud per helikopter																
Vaarselschepen																
Exploitatiefase platform bevoorradingschip vanwege onderhoud per helikopter (zonn)	Bevoorradingschip (SOV)		1	4	8	10	75	32	U	465	49,0	49,0	720	7,2	172,7	
Onderhoud kabel Gamma	Fugro halmert		1	2	4	5	10	161	68	172	49,0	571				
Stationair schepen																
Schip draak stationair (SOV)	Bevoorradingschip (SOV)		1	4	1,5	nvt	nvt	nvt	8	284	49,0	83				

Scenario 2 onderhoud per boot km helikopter

Omschrijving werkzaamheden	Materiaal	Type materiaal (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourbewevingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaar afstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]	brandstofverbruik LTO-cydl [kg/cydl]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emisiefactor LTO-cydl (g/kg brandstofverbruik)	NOx-emisiefactor vliegen (Cruise-mode) (g/kg brandstofverbruik)	NOx- vracht LTO-cydl [kg]	NOx- vracht vliegen (Cruise-mode) (kg/0,75km)	NOx- vracht hoofdvaaroute tot platform (kg/18km)
Gebruik helikopter																
Vaarselschepen																
Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (WZVW) vanwege onderhoud per boot	Bevoorradings- en crewschip (WZVW) (jumbo heli)		1	4	8	11,4	22	75	28	494	49,0	548	5,5	131,6		
Onderhoud kabel Gamma	Fugro halmert		1	2	4	5	10	161	68	172	49,0	571				
Stationair schepen																
Schip draak stationair (WZVW)	Bevoorradings- en crewschip (WZVW) (jumbo heli)		1	4	6,5	nvt	nvt	nvt	23	200	49,0	216				

Omschrijving werkzaamheden	Materiaal	Type materiaal (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaar afstand [km]	Duur inzet vliegen (Cruise-mod) [kg/cydl]	brandstofverbruik LTO-cydl [kg/cydl]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emisiefactor LTO-cydl (g/kg brandstofverbruik)	NOx-emisiefactor vliegen (Cruise-mode) (g/kg brandstofverbruik)	NOx- vracht LTO-cydl [kg]	NOx- vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Exploitatiefase platform gebruik van helikopter voor onderhoud per schip	Helikopter	Helikopter type AW139	1	10	3.000	10	U	423	77	423	8,4	11,4	6,5	48,2	

Landstation exploitatiefase

Omschrijving werkzaamheden	Materiaal	Type materiaal (referentie voor kW) (verbergen bij print)	Aantal	Productie	kW	Duur inzet
Algemene transport bewegingen	Personentransport	VM transport			105	100

Overzicht invoer Aerijs

Activiteit/emissiebron	Gamma [kg NOx/jaar]	Scenario 1	Scenario 2
Helikopter platform op zee LTO-cydl	22,6	6,5	
Helikopter platform op land LTO-cydl	22,6	6,5	
Helikopter vliegen (Cruise mode)	169	48,2	
Bevoorradingschepen (SOV/WZVW) haven-hoofdroute (0,75km)	7,2	5,5	
Bevoorradingschepen (SOV/WZVW) hoofdroute-platform (18km)	173	132	
Onderhoud kabel	571	571	
Schepen stationair (SOV/WZVW)	83	216	
Transportbewevingen wegverkeer	100	100	
Totaal est. transportbewevingen	1049	985	

Aerius - Scenario 1		Model					Uitgangspunten						
Bronnr.	Omschrijving	Emissievracht		Wegverkeer bewegingen [bew/jaar]			Omschrijving	Emissievracht			Wegverkeer bewegingen [bew/jaar]		
		NOx-vracht [kg/jaar]	NH3-vracht [kg/jaar]	LV	MV	ZV		Cel in Excel	NOx-vracht [kg/jaar]	NH3-vracht [kg/jaar]	LV	MV	ZV
1	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	7,2	0,0000				Exploitatiefase platform bevoorradingschip vanwege onderhoud per helipecter (varen)	O27	7,2	0,0000			
2	Schepen stationair bij platform (SOV/W2WV)	83,0	0,0000				Schip draait stationair (SOV)	N31	83,5	0,0000			
3	Transit, hoofdvaarroute tot platform	173,0	0,0000				Exploitatiefase platform bevoorradingschip vanwege onderhoud per helipecter (varen)	P27	172,7	0,0000			
4	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	22,6	0,0000				Exploitatiefase platform gebruik van helipecter voor onderhoud	N21	22,6	0,0000			
5	Personentransport naar converterstation	-	-	100			Algemene transport bewegingen	H51	-	-	100		
6	MVL2 onderhoud kabel nearshore	33,7	0,0000				Onderhoud kabel Gamma	N29	571,3	0,0000			
7	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	268,7	0,0000										
8	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	268,7	0,0000										
9	Helicopter platform op zee LTO-cycli	22,6	0,0000				Exploitatiefase platform gebruik van helipecter voor onderhoud	N21	22,6	0,0000			
10	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	169,0	0,0000				Exploitatiefase platform gebruik van helipecter voor onderhoud	O21	168,8	0,0000			
Totaal		1048,5	0,0000	100	0	0	Totaal		1048,8	0,0000	100	0	0

Aerius - Scenario 2		Model					Uitgangspunten						
Bronnr.	Omschrijving	Emissievracht		Wegverkeer bewegingen [bew/jaar]			Omschrijving	Emissievracht			Wegverkeer bewegingen [bew/jaar]		
		NOx-vracht [kg/jaar]	NH3-vracht [kg/jaar]	LV	MV	ZV		Cel in Excel	NOx-vracht [kg/jaar]	NH3-vracht [kg/jaar]	LV	MV	ZV
1	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	5,5	0,0000				Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (W2WV) vanwege onderhoud per boot	O38	5,5	0,0000			
2	Schepen stationair bij platform (SOV/W2WV)	216,0	0,0000				Schip draait stationair (W2WV)	N42	215,6	0,0000			
3	Transit, hoofdvaarroute tot platform	132,0	0,0000				Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (W2WV) vanwege onderhoud per boot	P38	131,6	0,0000			
4	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	6,5	0,0000				Exploitatiefase platform helipecter vanwege onderhoud per schip	N47	6,5	0,0000			
5	Personentransport naar converterstation	-	-	100			Algemene transport bewegingen	H51	-	-	100		
6	MVL2 onderhoud kabel nearshore	33,7	0,0000				Onderhoud kabel Gamma	N40	571,3	0,0000			
7	MVL2 onderhoud kabel offshore deel II	268,7	0,0000										
8	MVL2 onderhoud kabel offshore deel I	268,7	0,0000										
9	Helicopter platform op zee LTO-cycli	6,5	0,0000				Exploitatiefase platform helipecter vanwege onderhoud per schip	N47	6,5	0,0000			
10	Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	48,0	0,0000				Exploitatiefase platform helipecter vanwege onderhoud per schip	O47	48,2	0,0000			
Totaal		985,6	0,0000	100	0	0	Totaal		985,2	0,0000	100	0	0

BIJLAGE B AERIUS-BEREKENINGEN GEBRUIKSFASE

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
Inrichtingslocatie

TenneT TSO BV
Maasvlakte 2,
- Noordzee

Activiteit

Omschrijving
Toelichting

VER IJmuiden Gamma
N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Gamma -
Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Berekening

AERIUS kenmerk
Datum berekening
Rekencon guratie

S ZKjzchXZzM
29 november 2022, 14:57
Wnb-rekengrid

Totale emissie

VER IJmuiden Gamma MVL - gebruiksfase - Scenario 1
(onderhoud per helicopter; materiaal per boot) -
Beogd


Rekenjaar	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
2022	2,5 g/j	1.048,5 kg/j

Resultaten

VER IJmuiden Gamma MVL - gebruiksfase - Scenario 1
(onderhoud per helicopter; materiaal per boot) -
Beogd
Gekarteerd oppervlak met toename (ha) -
Gekarteerd oppervlak met afname (ha) -
Grootste toename van depositie -
Grootste afname van depositie -





Hoogste depositie Hexagon Gebied

VER IJmuiden Gamma MVL2 - gebruiksfase - Scenario 1 (onderhoud per heliporter; 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/W WV)	-	83,0 kg/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	173,0 kg/j
5	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel nearshore	-	33,7 kg/j
6	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel o shore deel II	-	268,7 kg/j
7	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel o shore deel I	-	268,7 kg/j
8	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	22,6 kg/j
9	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	-	22,6 kg/j
10	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	169,0 kg/j
	 Verkeersnetwerk	2,5 g/j	21,2 g/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 helicopter; 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 helicopter; materiaal per boot), Rekenjaar 2022

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte Warmteinhoud	11,0 m 0,397 MW	NO _x	7,2 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W WW)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	6,0 m 0,017 MW	NO _x	83,0 kg/j
Locatie	45589,564114				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	173,0 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Wegverkeer | Weg

Naam	Personentransport naar converterstation			Links	Rechts	NO _x	21,2 g/j
Wegtype	Buitenweg	Type scherm		-	-	NO ₂	5,7 g/j
Rijrichting	Beide richtingen	Hoogte		-	-	NH ₃	2,5 g/j
Tunnelfactor	1	Afstand tot de weg		-	-		
Type hoogte ligging	Normaal						
Weghoogte	0 m						

5 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	33,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel o shore deel II	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	268,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel o shore deel I	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	268,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	50,0 m	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>				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	22,6 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	114501, 548776				
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 . _ _ d bf

Database versie . _ d bf

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/>

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
Inrichtingslocatie

TenneT TSO BV
Maasvlakte 2,
- Noordzee

Activiteit

Omschrijving
Toelichting

VER IJmuiden Gamma
N-depositie t.g.v. gebruiksfase van IJMuiden VER Gamma -
Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Berekening

AERIUS kenmerk
Datum berekening
Rekencon guratie

RgQ ejWe Jys
29 november 2022, 14:58
Wnb-rekengrid

Totale emissie

IJMuiden VER Gamma MVL - Gebruiksfase - Scenario 2
(onderhoud per boot icm helicopter) - Beoogd


Rekenjaar	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
2022	2,5 g/j	985,6 kg/j

Resultaten

IJMuiden VER Gamma MVL - 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 -





Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
-------------------	---------	--------

IJmuiden VER Gamma MVL2 - Gebruiksfase - Scenario 2 (onderhoud per boot icm heli­copter)
(Beoogd), 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/W WV)	-	216,0 kg/j
3	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	132,0 kg/j
5	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel nearshore	-	33,7 kg/j
6	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel o shore deel II	-	268,7 kg/j
7	Scheepvaart Zeescheepvaart: Zeeroute MVL onderhoud kabel o shore deel I	-	268,7 kg/j
8	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform op zee LTO-cycli	-	6,5 kg/j
9	Luchtverkeer Taxiën Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	-	6,5 kg/j
10	Luchtverkeer Stijgen Helicopter vliegen Den Helder - platform op zee	-	48,0 kg/j
	 Verkeersnetwerk	2,5 g/j	21,2 g/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)" (Beogd) 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 Warmteinhoud	11,0 m 0,397 MW	NO _x	5,5 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W WW)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	6,0 m 0,017 MW	NO _x	216,0 kg/j
Locatie	45589,564114				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	132,0 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Wegverkeer | Weg

Naam	Personentransport naar converterstation			Links	Rechts	NO _x	21,2 g/j
Wegtype	Buitenweg	Type scherm		-	-	NO ₂	5,7 g/j
Rijrichting	Beide richtingen	Hoogte		-	-	NH ₃	2,5 g/j
Tunnelfactor	1	Afstand tot de weg		-	-		
Type hoogte ligging	Normaal						
Weghoogte	0 m						

5 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	33,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel o shore deel II	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	268,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	MVL onderhoud kabel o shore deel I	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO _x	268,7 kg/j
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform op zee LTO-cycli	Uittreedhoogte	50,0 m	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>				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	Helicopter platform Den Helder LTO-cycli	Uittreedhoogte	<u>15,0 m</u>	NO _x	6,5 kg/j
		Warmteinhoud	<u>0,000 MW</u>		
Locatie	114501, 548776				
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 . _ _ d bf
 Database versie . _ d bf

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

12-12-2022

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

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 1c: Bijlagen bij Passende Beoordeling
Net op Zee IJmuiden Ver Gamma

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 Amphylae 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. [REDACTED]

Van
[REDACTED]

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
[REDACTED]

E-mail
[REDACTED]

Doorkiesnummer
[REDACTED]

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.

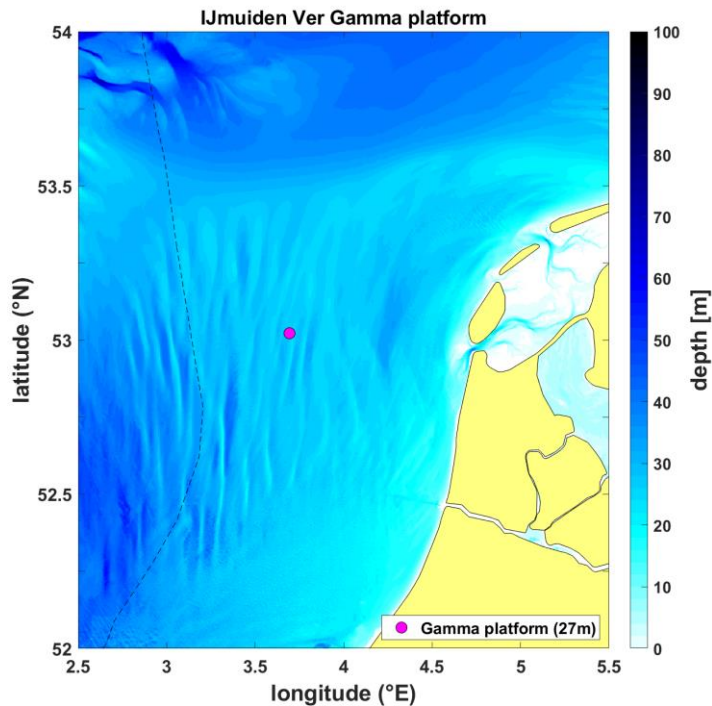
X_RD (new)	Y_RD (new)	NORTHING	EASTING
41394,581902	560782,809584	53° 01.318' N	3° 41.643' E

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 geluidssnelheid	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 geluidssnelheid	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.

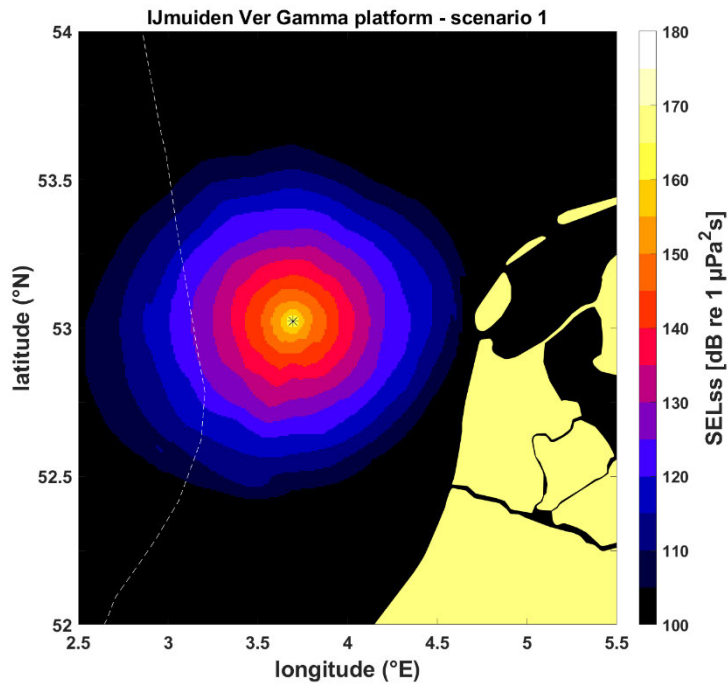
De wanddikte van de funderingspaal (60 of 80 mm) heeft nauwelijks invloed op het gerekende onderwatergeluid. Toepassen van een zwaardere hamer en aambeeld bij dezelfde heiklapenergie leidt tot een reductie van het onderwatergeluid. Verhogen van de ram- en aambeeld-massa van 126 naar 175 ton leidt volgens 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.

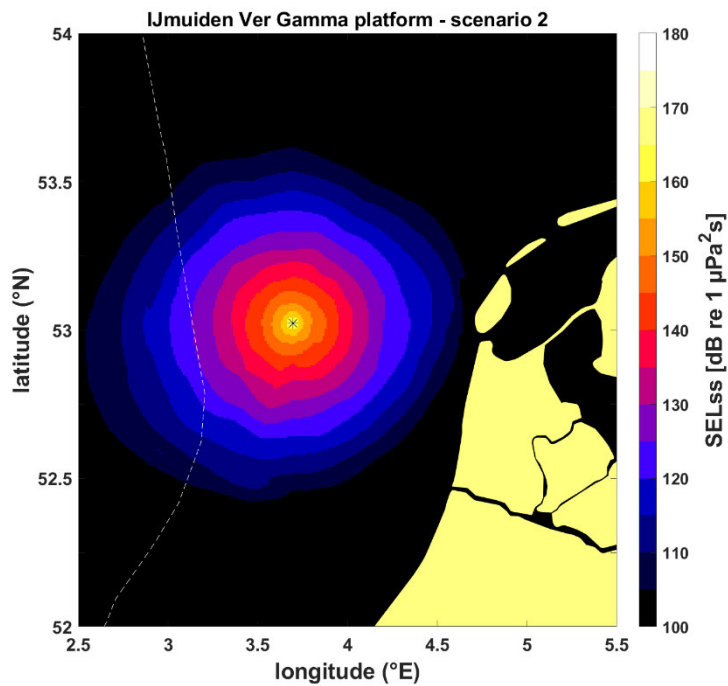
Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
5/11



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.1.

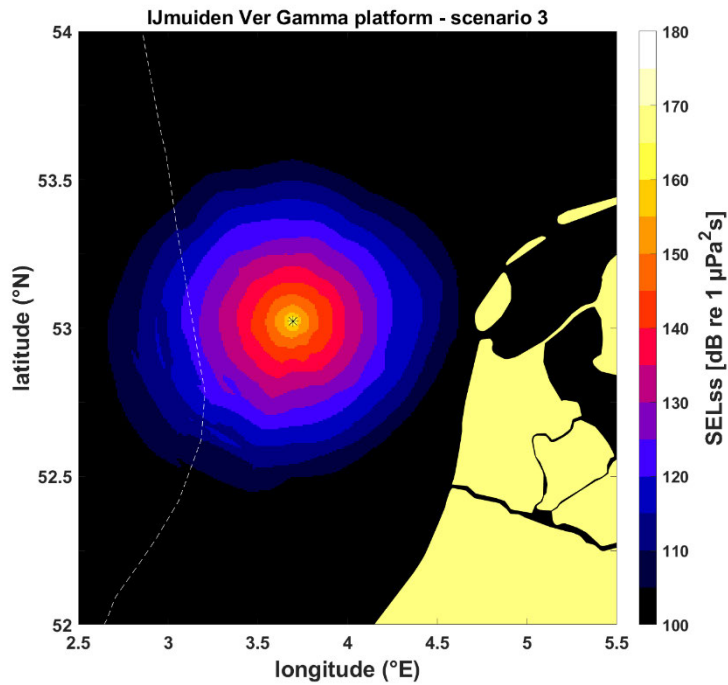


Figuur 3 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.2.

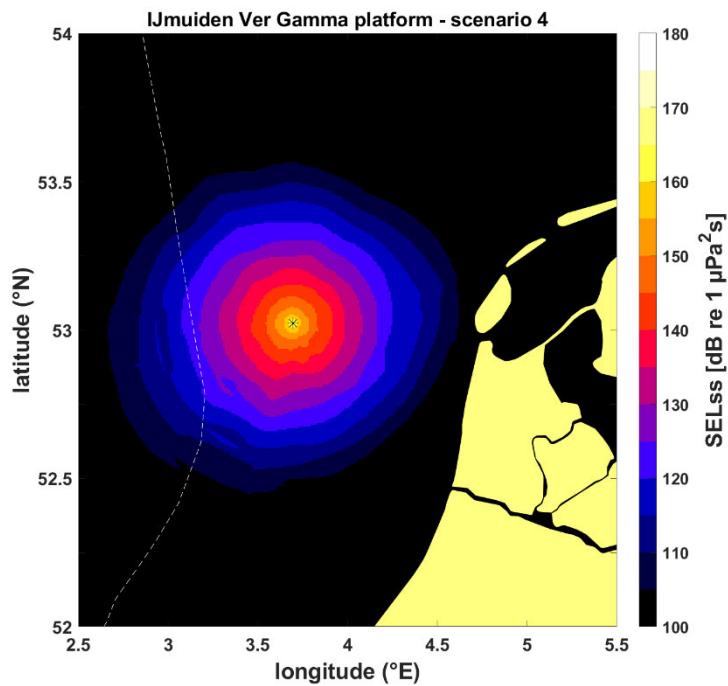
Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
6/11



Figuur 4 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.3.



Figuur 5 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (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

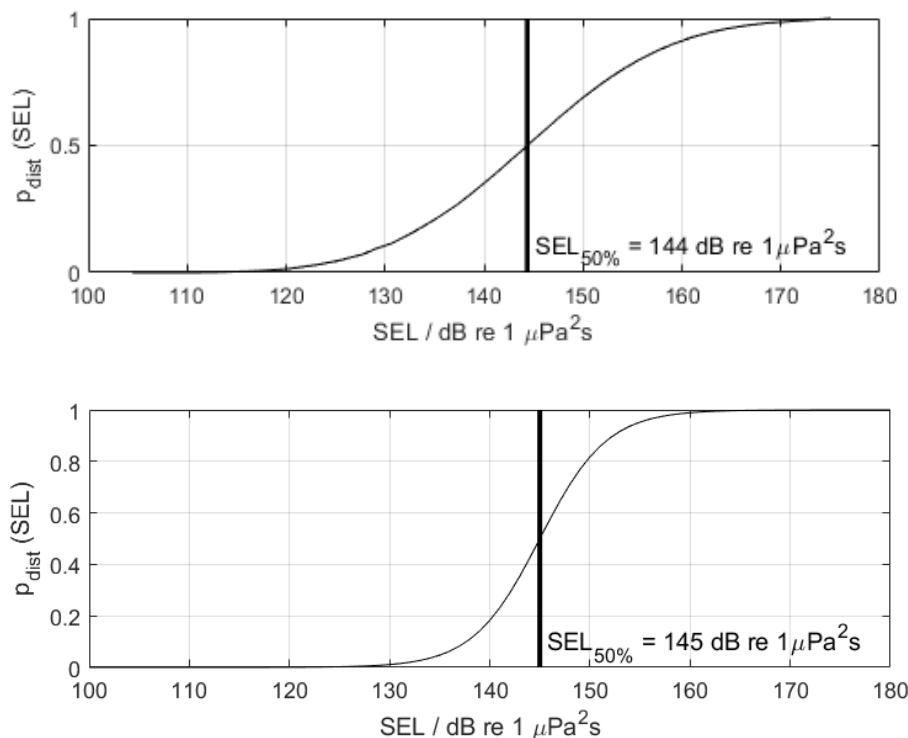
19 januari 2022

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 maximaal aantal 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 versturende 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 zee kabels 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.

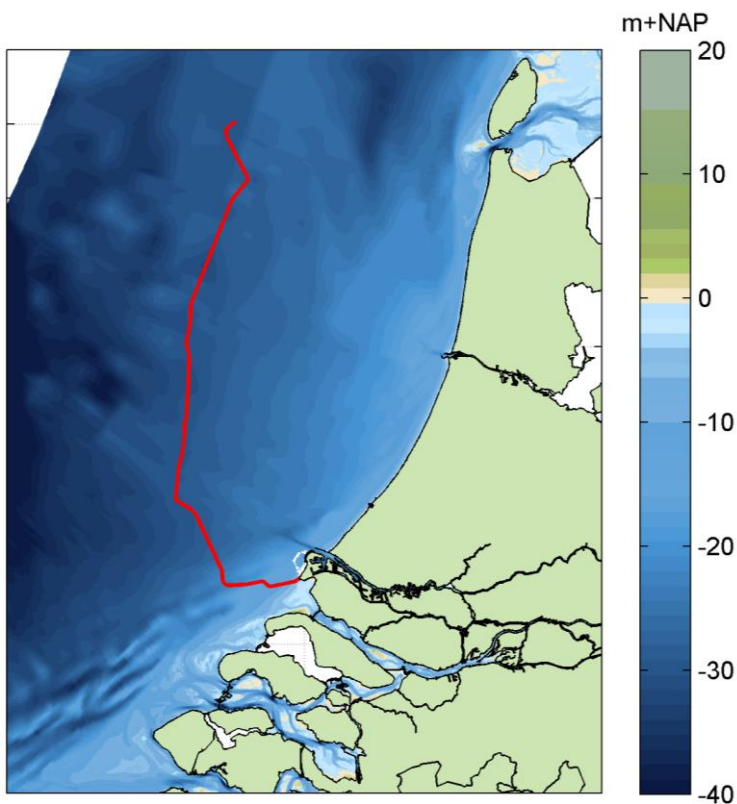
1.2 Locatiebeschrijving

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.

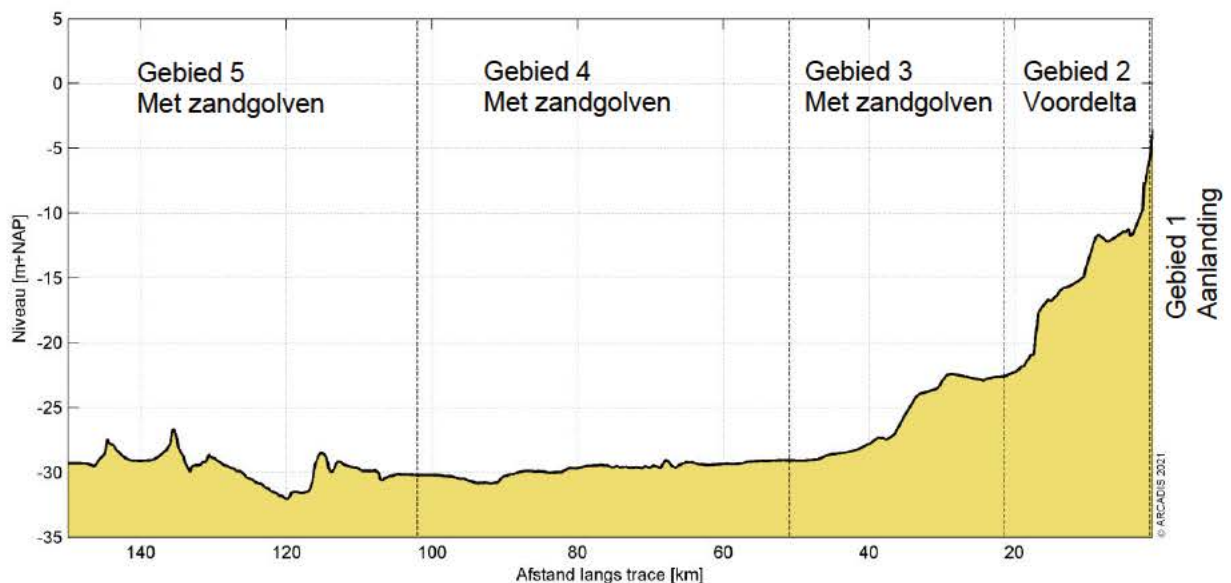


Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en voorkeustracé IJver Gamma.

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.

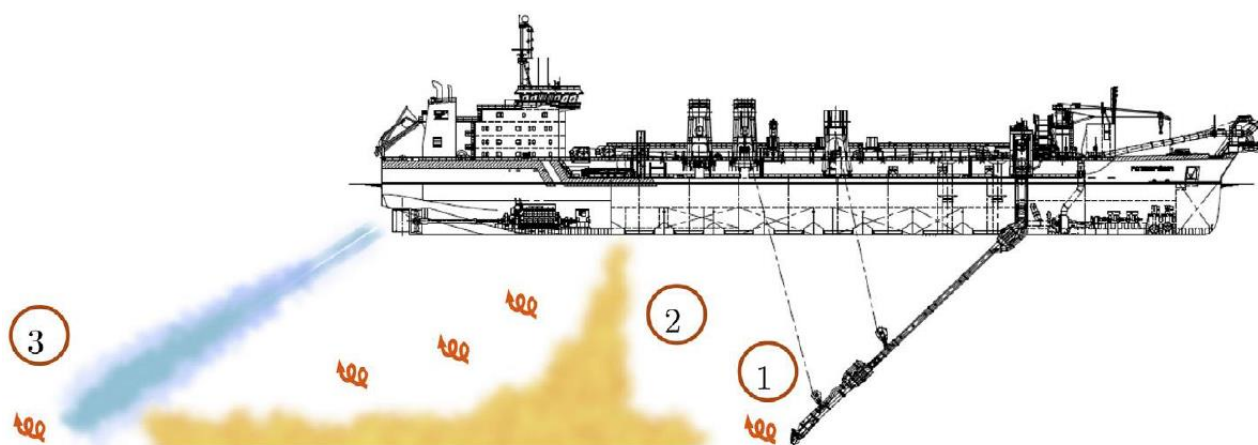
2.1.3 Baggeren

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 voorkeursracé 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 sloopschroef 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 gewichtsperscentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtsperscentage 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 oplopend 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, oplopend 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.

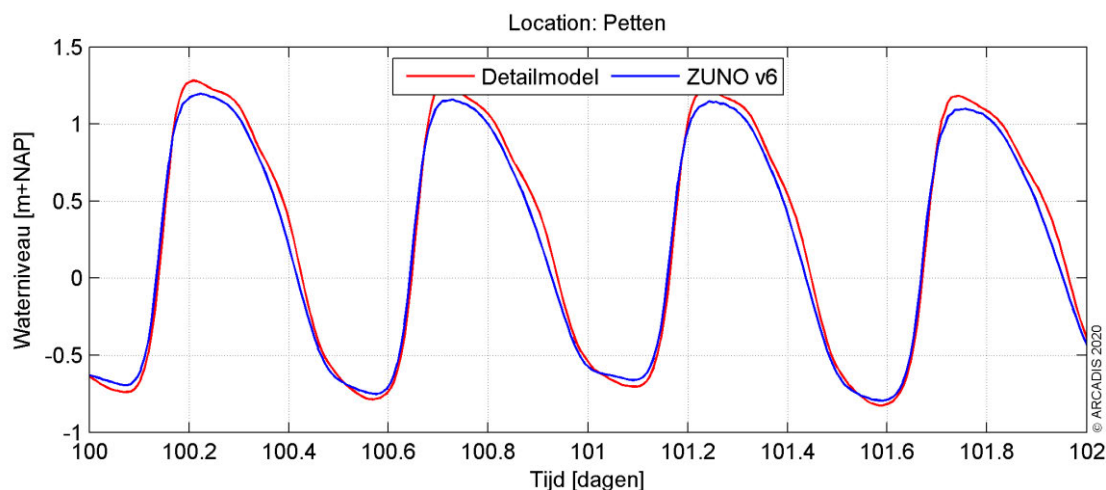
3.2 Randvoorwaarden

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 spuiemiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

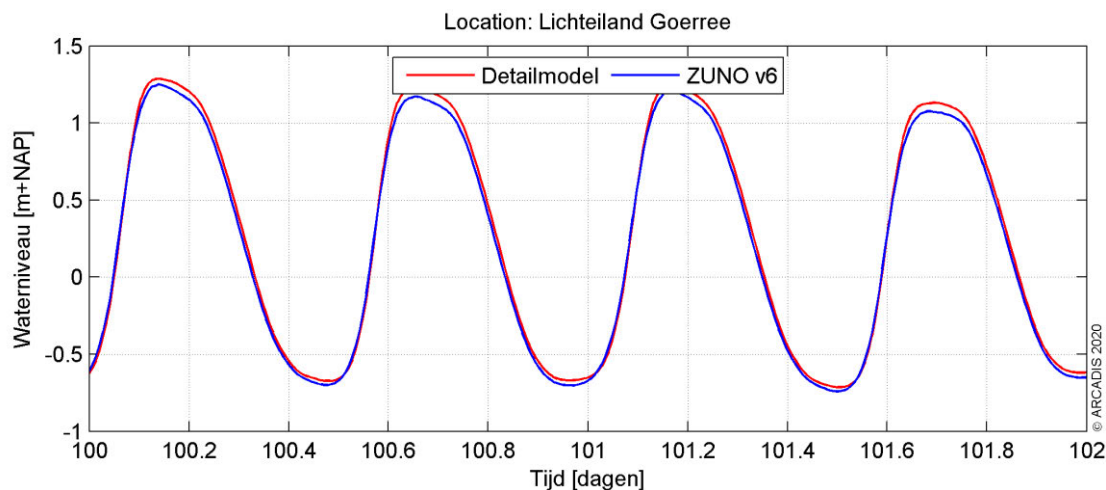
De randvoorwaarden voor de Riemann-randen en waterstandsrand zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – 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).

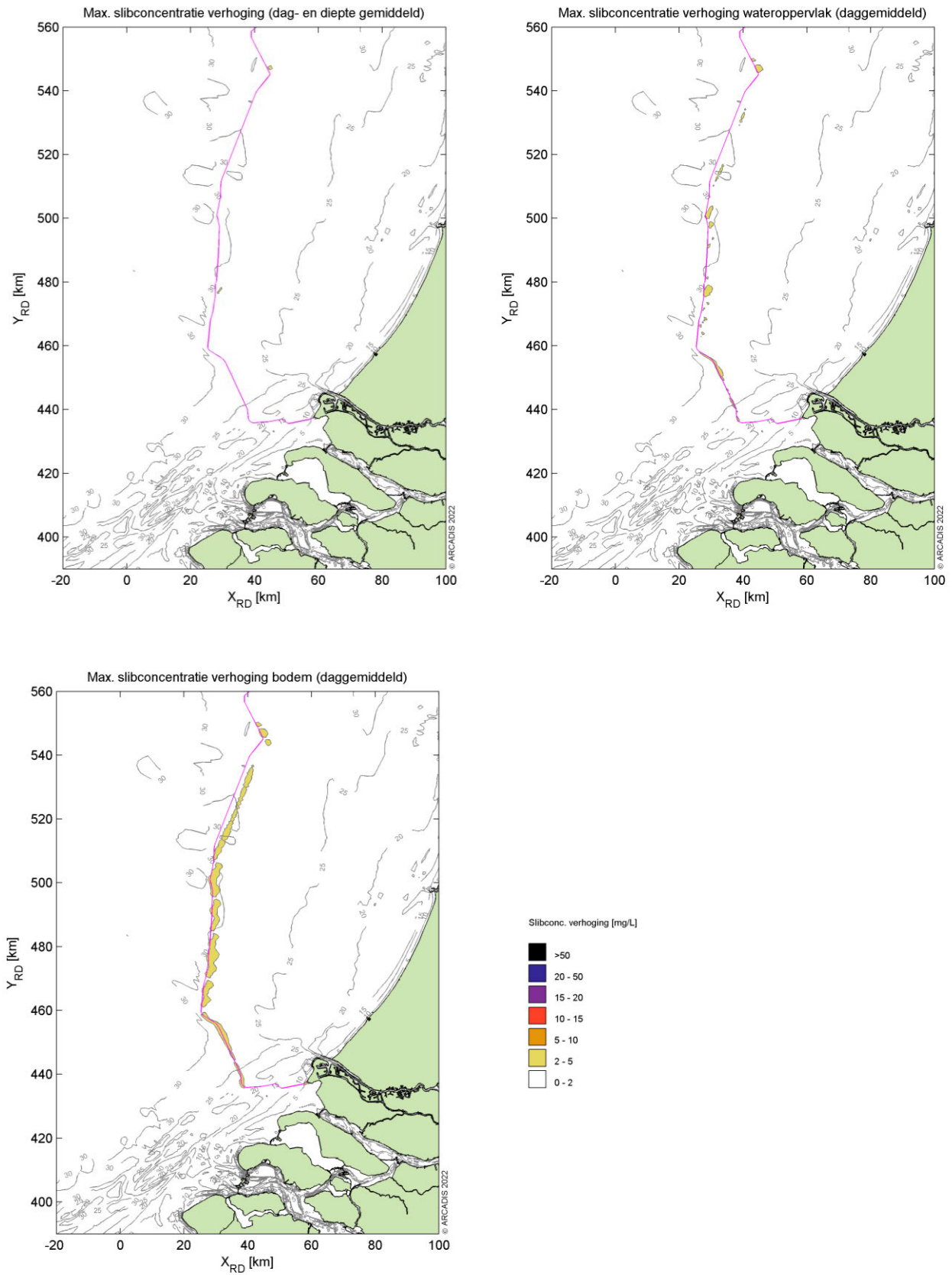
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

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.

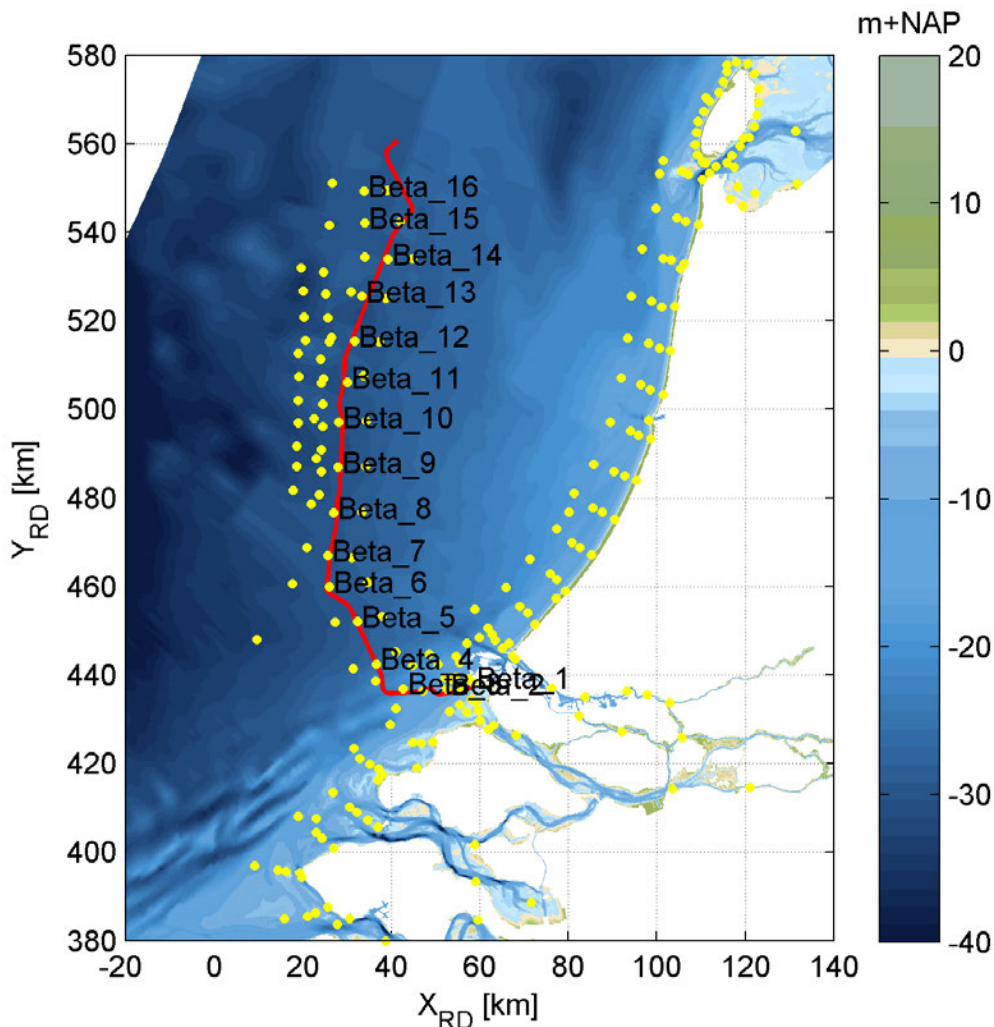


Figuur 6 Maximale omvang baggerpluim.

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.

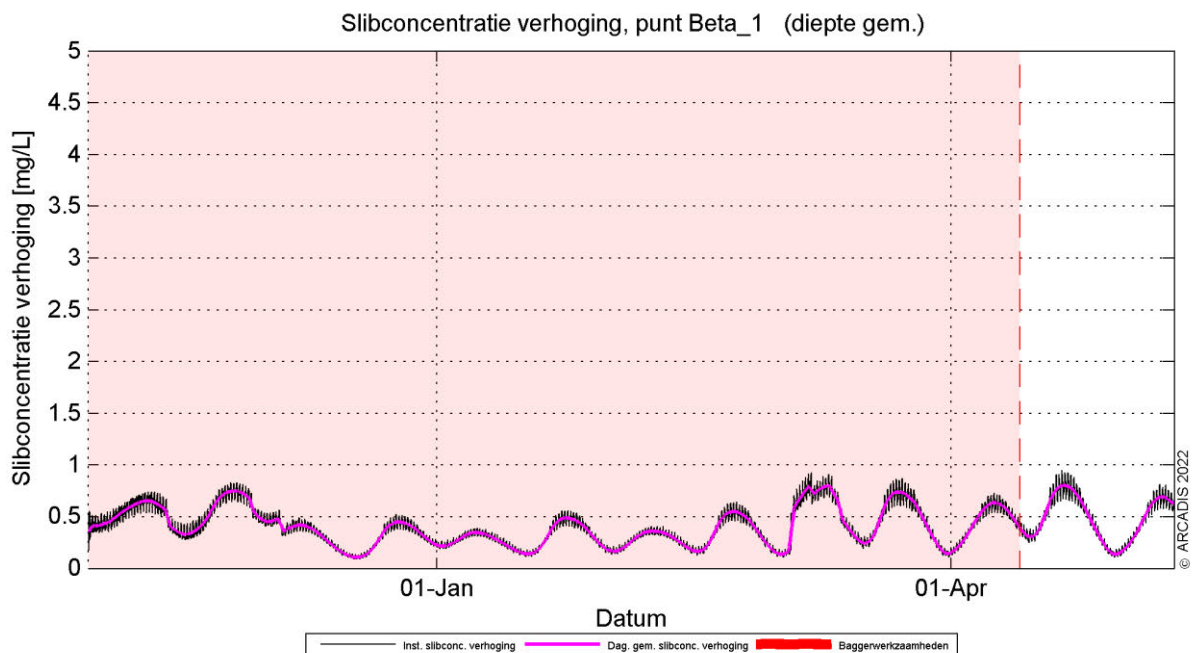
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 mei. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



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.

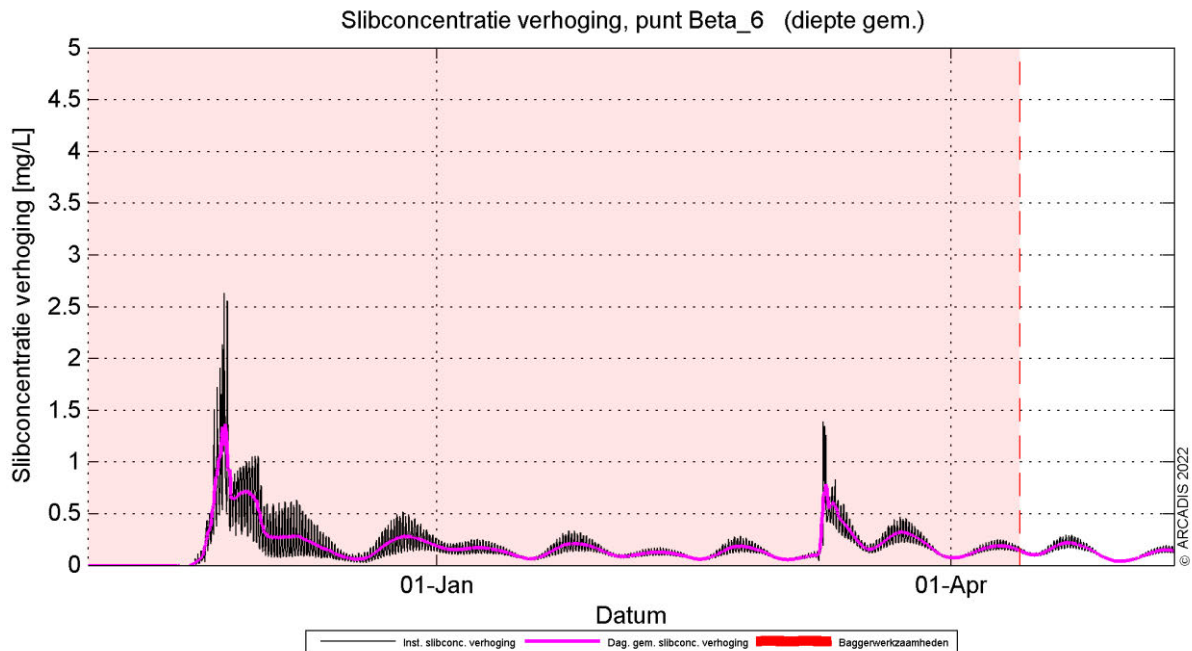
Omdat buiten het voorkeurstracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het voorkeurstracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij 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.



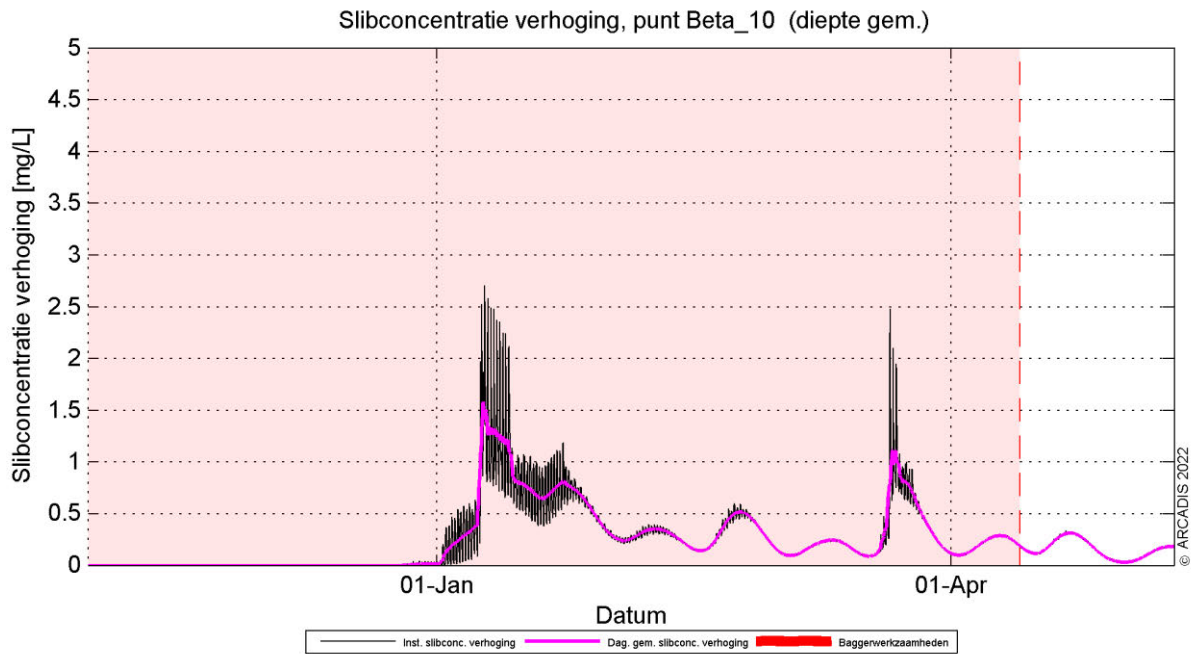
Figuur 8 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

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).

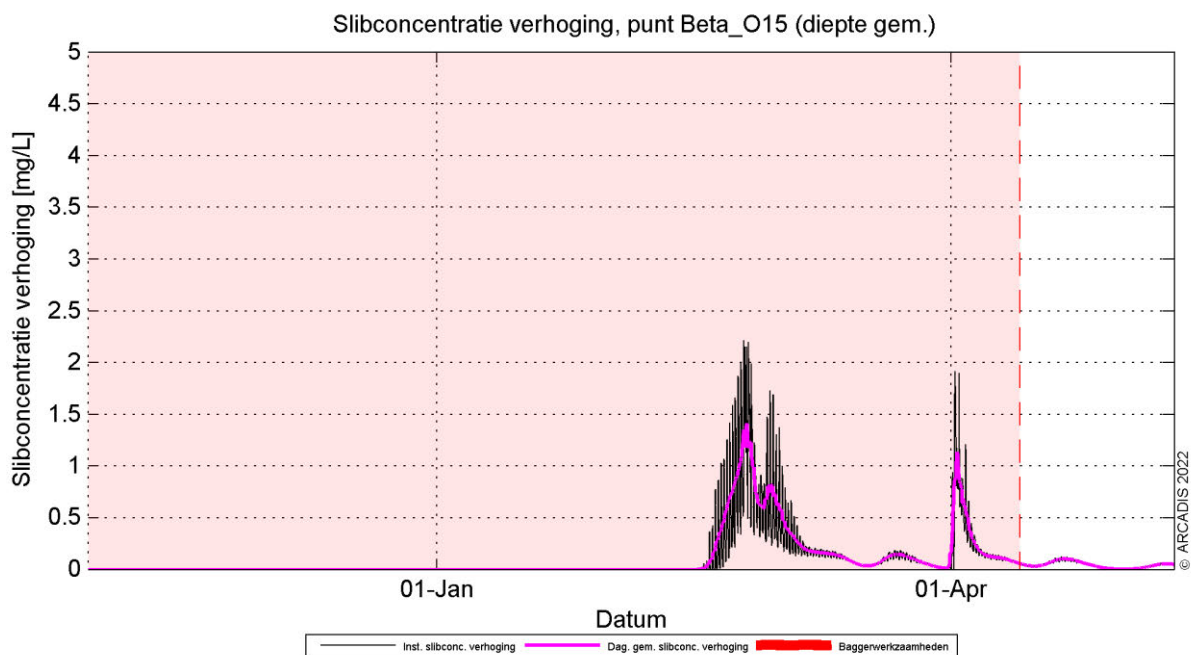


Figuur 9 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6.

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.



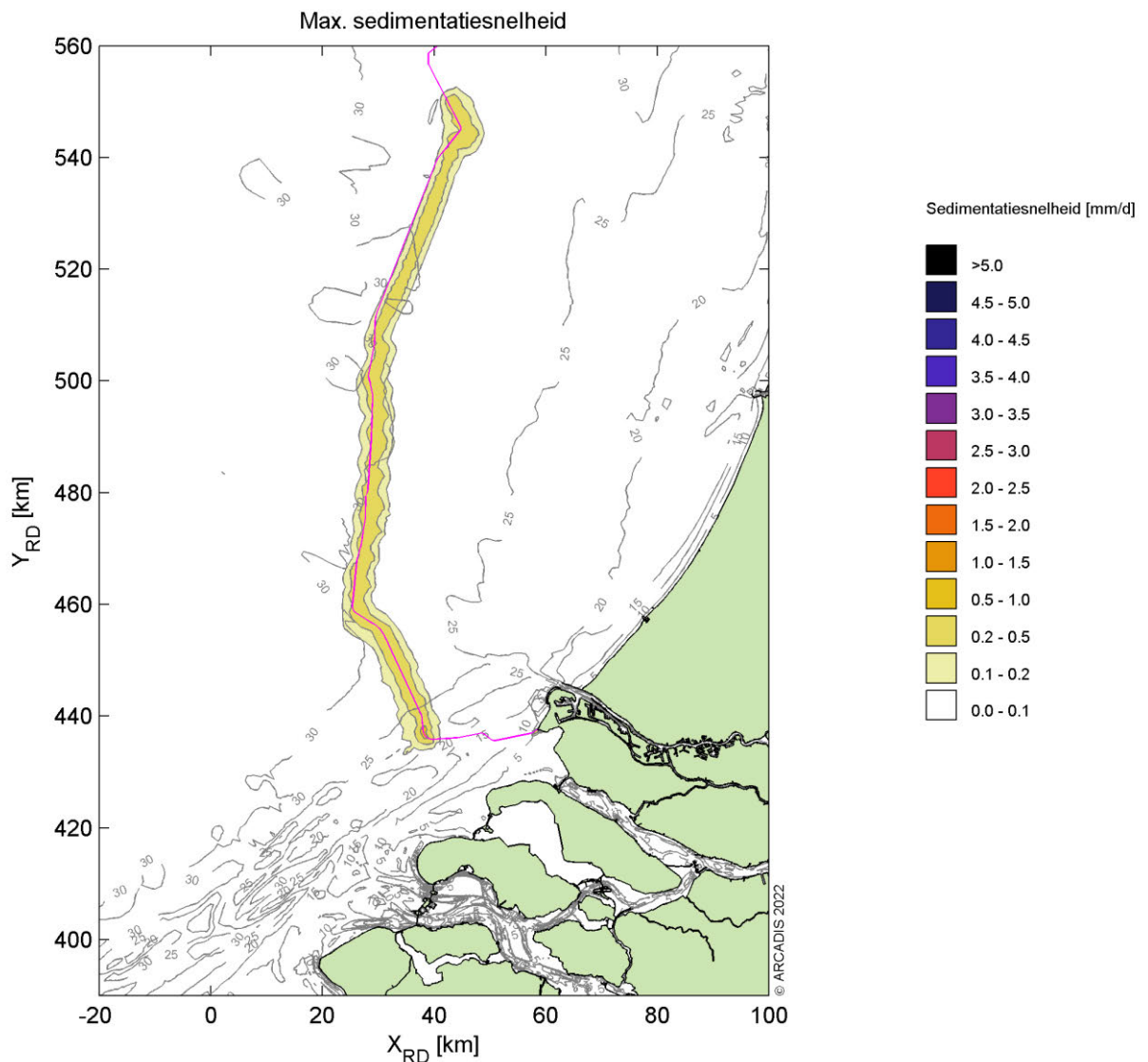
Figuur 11 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 15.

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het voorkeustracé 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 voorkeustracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid onder de 0,1 mm/dag. Langs het voorkeustracé 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 voorkeustracé 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.

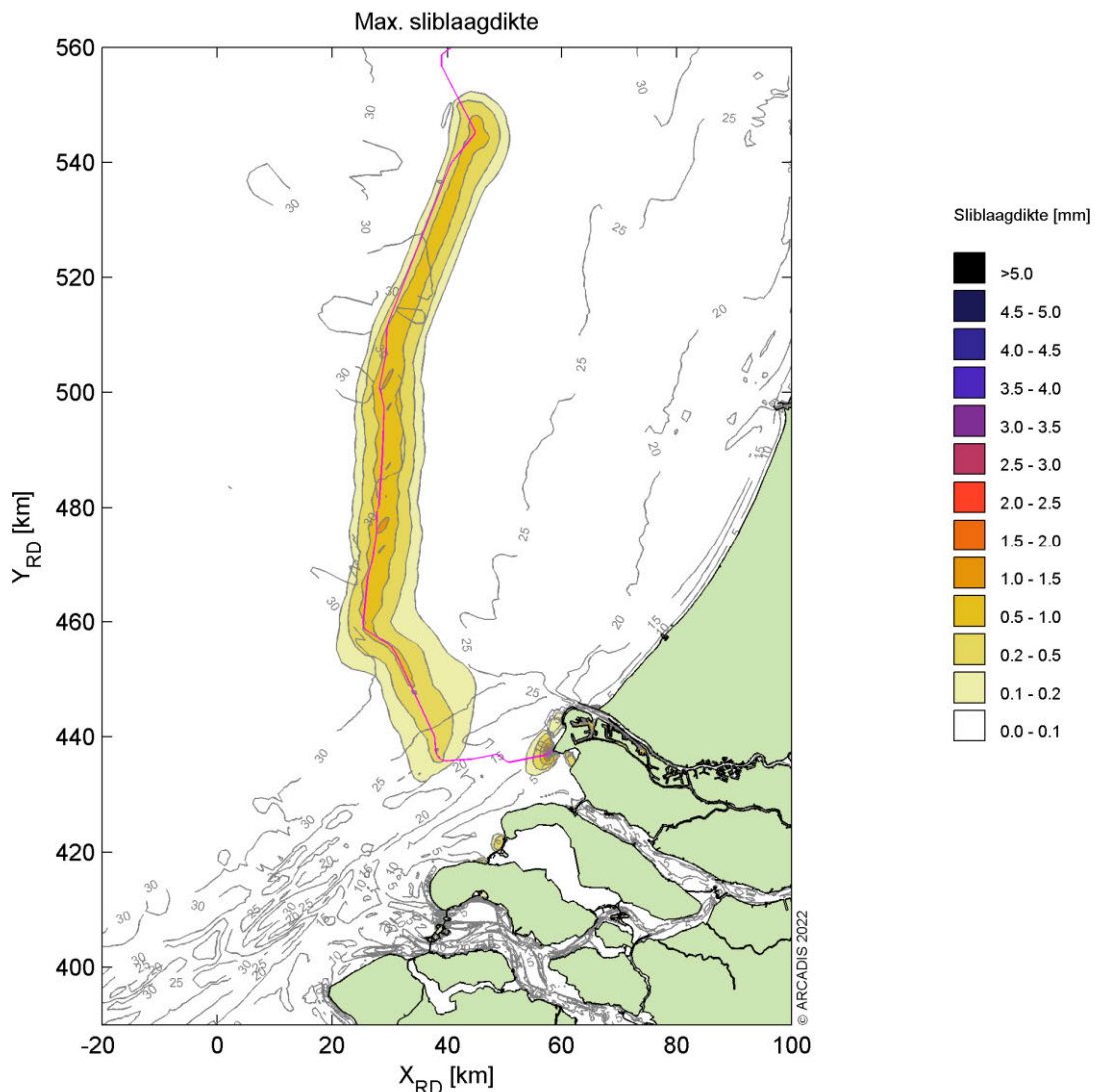


Figuur 12 Maximale sedimentatiesnelheid.

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 voorkeustracé 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 voorkeustracé 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 voorkeustracé 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 slib concentratie 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

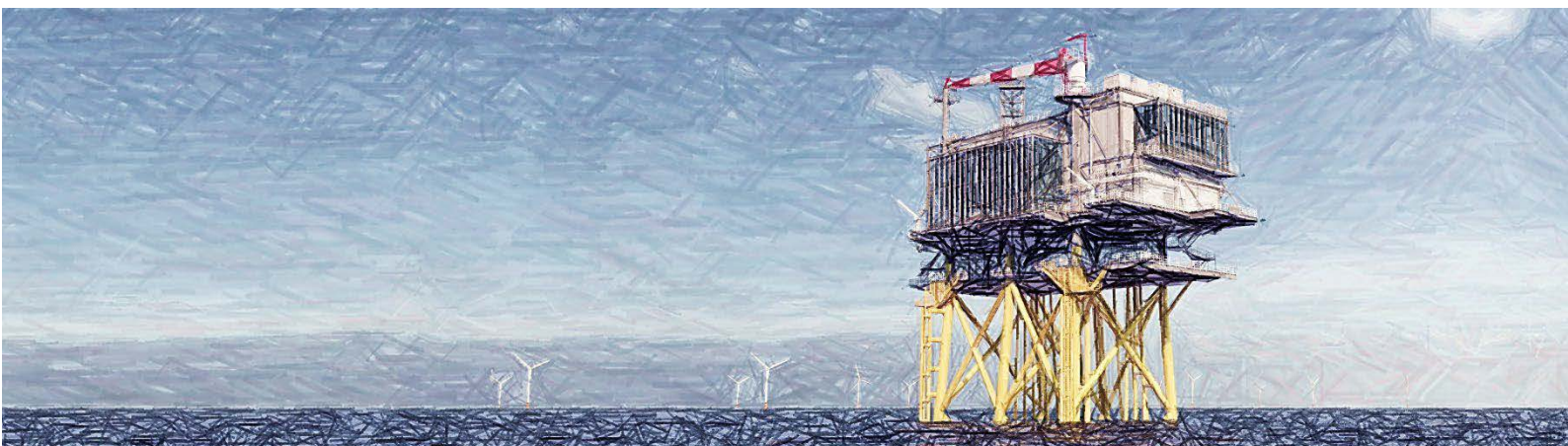
STATUS
Definitief

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.

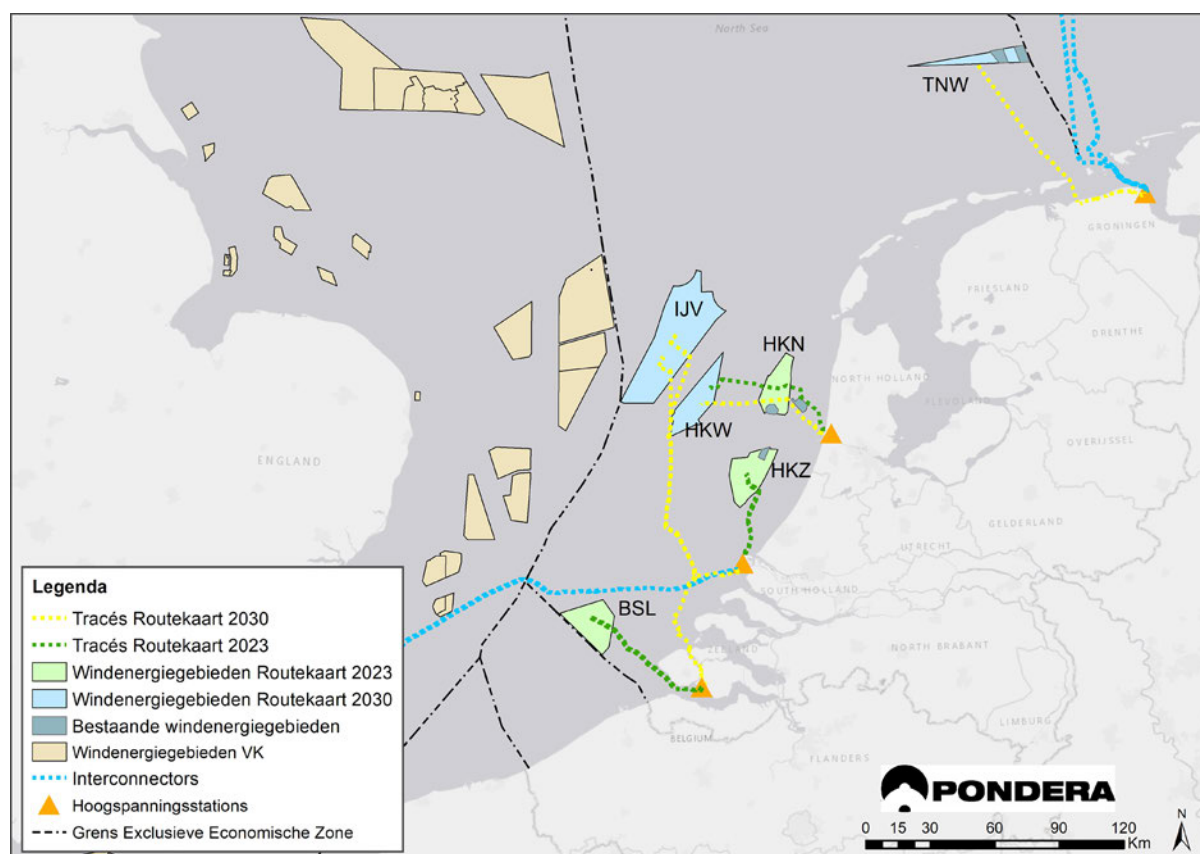
Dit document is een momentopname. Het vergroten van de kennis betreft geen 'statisch' proces, indien onderzoeksresultaten, inzichten of andere ontwikkelingen daartoe aanleiding geven, kunnen stappen worden aangepast en kan verder voortgebouwd worden op dit document.

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 evertibraten (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.

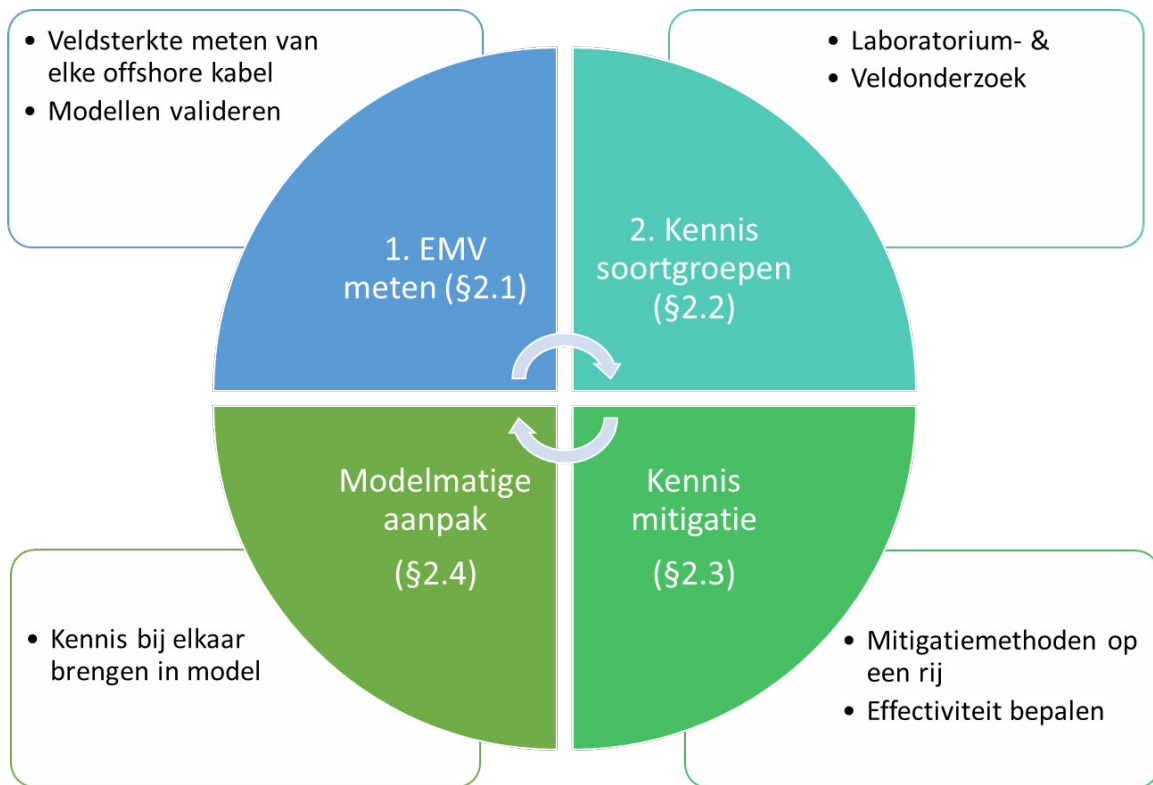
Om de kennis in te vullen is het voorstel om voor de relevante soorten informatie te verzamelen over:

- 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 trekvisen 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. Bruinvisstrandings 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.

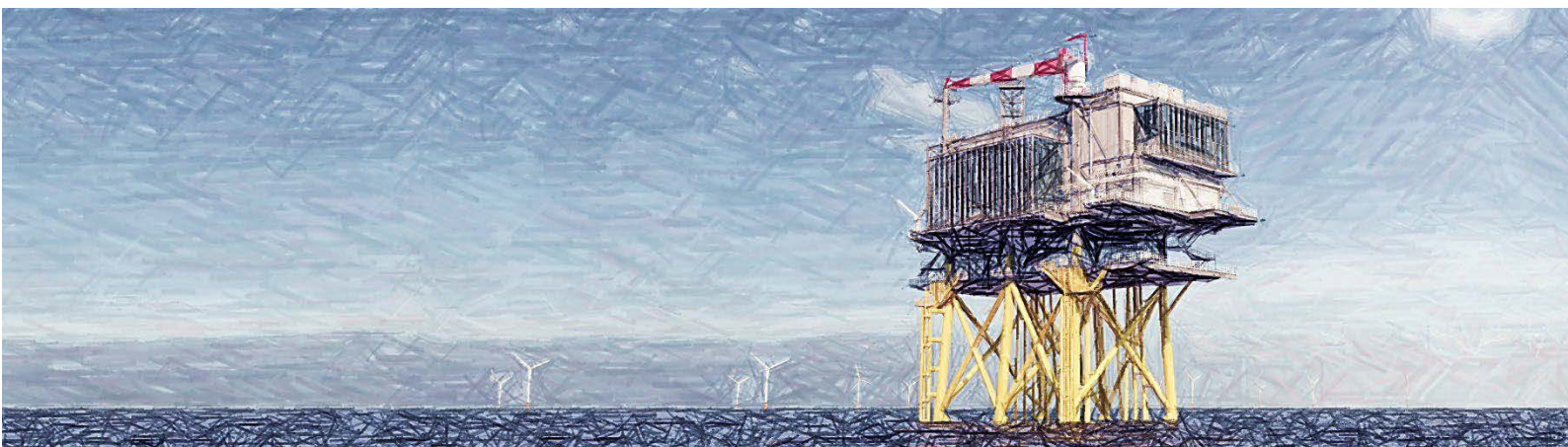
Daarnaast kan informatie uit deze notitie gebruikt worden:

- 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 besprekdocument



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.

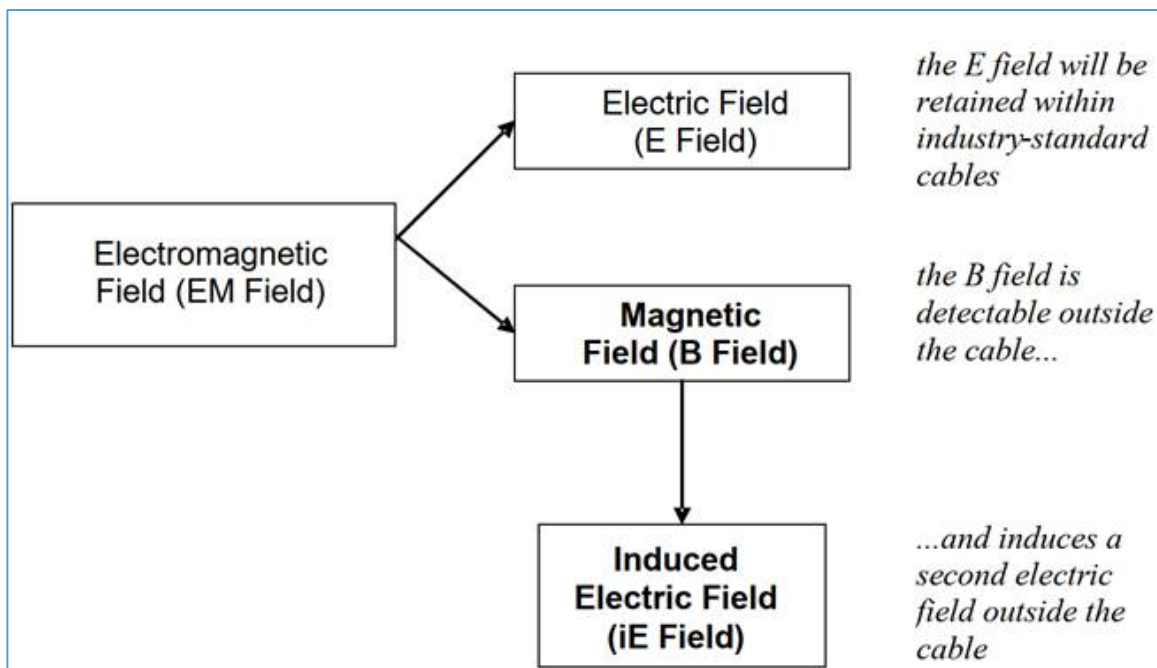
BIJLAGE 2 UITLEG ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Wat zijn elektromagnetische velden

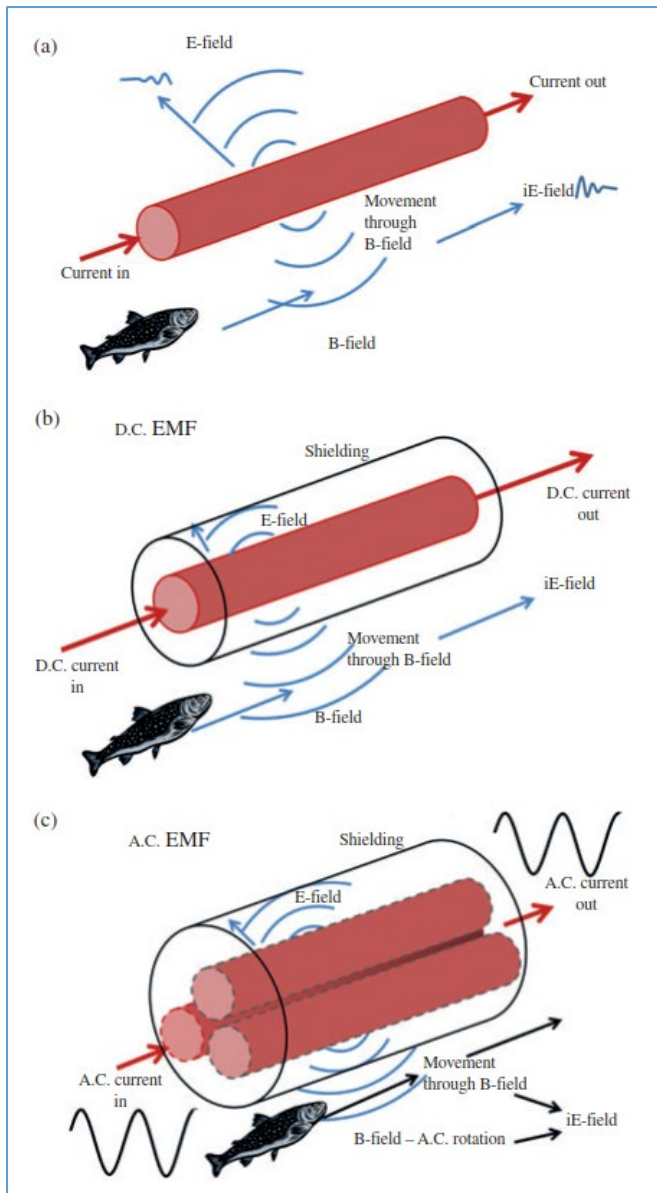
Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en 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 evertetraten 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.

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, blijkens 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

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 2: Machtiging Arcadis Nederland B.V.
door TenneT TSO B.V.

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

CLASSIFICATIE C3 - Vertrouwelijke Informatie

DATUM 24 maart 2022

BEHANDELD DOOR

BETREFT: machtiging voor het aanvragen van publiekrechtelijke toestemmingen (vergunningen, ontheffingen en meldingen)

Geachte

Ondergetekende:

De heer J. Dekkers, in zijn hoedanigheid als Project Lead Spatial Planning & Licensing Net op zee IJmuiden Ver Gamma van TenneT TSO B.V., gevestigd te Arnhem,

Bevoegd TenneT TSO B.V. te vertegenwoordigen, verklaart door ondertekening dezes machtiging te verlenen aan:

Arcadis Nederland B.V. (KvK 09036504), statutair gevestigd te Arnhem en kantoorhoudende aan de Beaulieustraat 22, (6814 DV) te Arnhem,

om alle uit hoofde van de toepasselijke wet- en regelgeving benodigde vergunningen, ontheffingen en meldingen ten behoeve van het project Net op zee IJmuiden Ver Gamma aan te vragen bij de bevoegde gezagen.

Deze machtiging is geldig tot en met 31-12-2023 of zoveel eerder als voornoemde vergunningen, ontheffingen en meldingen zijn aangevraagd.

Aldus opgemaakt en ondertekend te Arnhem,

Project Lead Spatial Planning & Licensing
TenneT TSO B.V.

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 3: Typical Installation Method Net op
Zee IJmuiden Ver Gamma

PROJECT LEADER [REDACTED]
 CLIENT Licensing team IJV
 AUTHOR [REDACTED]
 DEPARTMENT LPO-PR-IJV

CLASSIFICATION C2 - Internal Information
 DATE March 2022
 VERSION 0.2
 VERSION DATE March 24, 2022
 STATUS Final
 PAGE 1 of 66

Typical Installation Method IJmuiden Ver Gamma

Overview of possible installation methods of the IJV offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
01	08-02-2022	Initial version for permit	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
02	24-03-2022	Final version for permit	[REDACTED]	[REDACTED]
03				

1. Introduction	5
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method	6
2. Offshore grid connection overview	7
2.1 Offshore grid connection	7
2.2 Offshore converter station (Platform) (A)	7
2.3 Onshore converter station (B)	8
2.4 Onshore 380 kV substation (C)	8
2.5 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)	8
2.6 Transition joint (T)	8
2.7 380 kV land cable (3)	8
3. Offshore platform	9
3.1 Design	9
3.1.1 <i>Design philosophy</i>	9
3.1.2 <i>Safety and environment</i>	10
3.1.3 <i>Access</i>	10
3.1.4 <i>Scour protection</i>	11
3.2 Installation of the offshore platform	11
3.2.1 <i>Preparations before installation</i>	11
3.2.2 <i>Jacket installation and piling</i>	12
3.2.3 <i>Topside installation</i>	13
3.3 Operational phase of the offshore platform	15
3.4 Decommissioning of the offshore platform	15
4. HVDC and HVAC cable design	16
4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables	16
4.2 Design HVDC 525 kV land export cables	17
4.3 Design HVAC 380 kV land cables	18
5. Protection of the cables at sea	19
5.1 Protection design philosophy	19
5.2 Burial depth requirements	19
5.3 Long term seabed mobility	20
5.4 Short term seabed mobility	20
6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system	22
6.1 Initial route survey	22
6.2 UXO and archaeological survey	22
6.3 Pre installation route survey	23

6.4 Detailed route engineering	23
6.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	23
6.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	24
6.5.2 Non pre-detected cables and steel wire ropes	24
6.5.3 Out of Service pipelines and unknown pipelines	25
6.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	25
6.6.1 Minimising dredging by route engineering	25
6.6.2 Pre-sweep (dredge) profile design	26
6.6.3 Pre-Sweeping mobile seabeds	26
6.7 Pre-trenching run	26
6.8 Pre-cutting run	27
7. Installation of onshore cables	28
7.1 Onshore cable routing	28
7.2 Cable trench configuration	28
7.3 Open trench installation	31
7.4 Transition joint	32
7.5 Cross bonding Land Cable sections	33
7.6 Horizontal Directional Drilling	34
7.6.1 Outfall drilling	36
7.6.2 HDD configuration	37
7.6.3 HDD installation tools	38
8. Installation of cables offshore	41
8.1 Site description	41
8.2 Offshore cable route configuration, bundled or unbundled	41
8.3 Installation method	43
8.4 Trenching tools	45
8.4.1 Jet sledge	46
8.4.2 ROV jet trencher	47
8.4.3 For the burial of bundled cables, or of pairs of cables closely together, the cables or pairs of cables would be jet	

<i>trenched in multiple passes, where each pass would trench one cable or one pair of cables. Chain cutter</i>	48
8.4.4 Cable plough	49
8.4.5 Mass flow excavation	50
8.5 Additional trenching tools	51
8.5.1 Vertical injector	52
8.5.2 Vibration plough	55
8.6 Dredging	55
9. Offshore cable crossings with 3rd party assets	57
9.1 Cable and pipeline detection survey	57
9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines	57
9.2.1 Crossing structures	57
9.2.2 Outer rock layer	60
10. Post installation activities offshore cables	61
10.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	61
10.2 Post lay protection of cable segments	61
10.3 As built survey	61
11. Operational phase offshore cables	63
12. Decommissioning offshore cables	63
12.1 Cables	63
12.2 Crossing structures	63
13. Onshore converter station	64
13.1 Design	64
13.1.1 Lay-out	64
13.1.2 Electrical Installation	65
13.1.3 Safety and environment	65
13.1.4 Access	65
13.1.5 Buildings	65
13.2 Construction phase	65
13.3 Operational phase	66
13.4 Decommissioning	66

1. Introduction

1.1 General project introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. To increase offshore wind energy capacity, the government has designated three zones in the North Sea for the development of new wind farms.

The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate.

One of the wind farm zones lies approximately 70 km offshore from the coast of the province of North-Holland and is referred to as the IJmuiden Ver Wind Farm Site (from here on denoted as IJV). With three connections of 2GW each the windfarm is connected to the onshore grid. IJmuiden-Ver Gamma and Beta will be connected to the onshore grid at the new substation Maasvlakte Amaliahaven (MAH). IJmuiden Ver Alpha will be connected to the onshore grid at the 380 kV substation Borssele. The selected routes for Alpha, Beta and Gamma from the wind farm site to the onshore grid which are being investigated in the Environmental Impact Assessments are shown in Figure 1. The focus of this underlying document is the IJmuiden-Ver Gamma project, as the TIM for Alpha and Beta has been described already in a separate document. Most of its content though is identical to TIM Alpha and Beta.

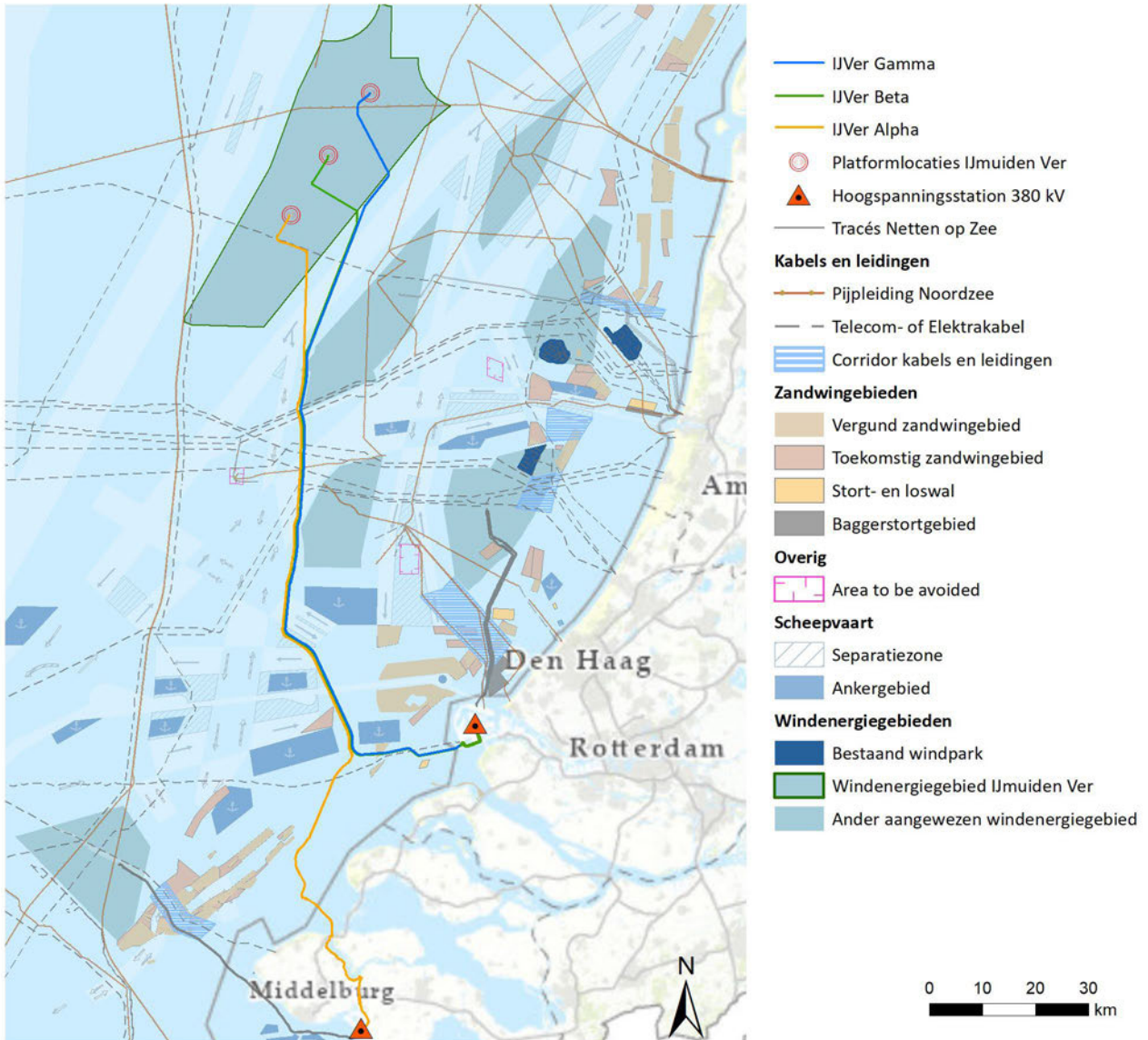


Figure 1 Chart of the three cable routes from the IJV windfarm to the onshore grid

1.2 Purpose of the typical installation method

This Typical Installation Method (TIM) describes the design philosophy of the different components of the offshore grid connection and outlines corresponding possible installation methods, focussing on relevant items from spatial and environmental perspective. It is intended to be used as input for the Environmental Impact Assessment and permit applications.

2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connection. It starts with a description of the different parts in paragraph 2.1. The next paragraphs elaborate on the different cable sections and connection points. The offshore grid connection is described for 2 GW. The 6 GW IJV program therefore comprises of three offshore grid connections, one for IJV Gamma, one for IJV Beta and one for IJV Alpha.

2.1 Offshore grid connection

The IJV offshore grid connection consists of six main parts as is shown in Figure 2. The items 'A' to 'C' are the connection points in the grid, the items '1', '2' and '3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the onshore converter station and the onshore 380 kV substation.

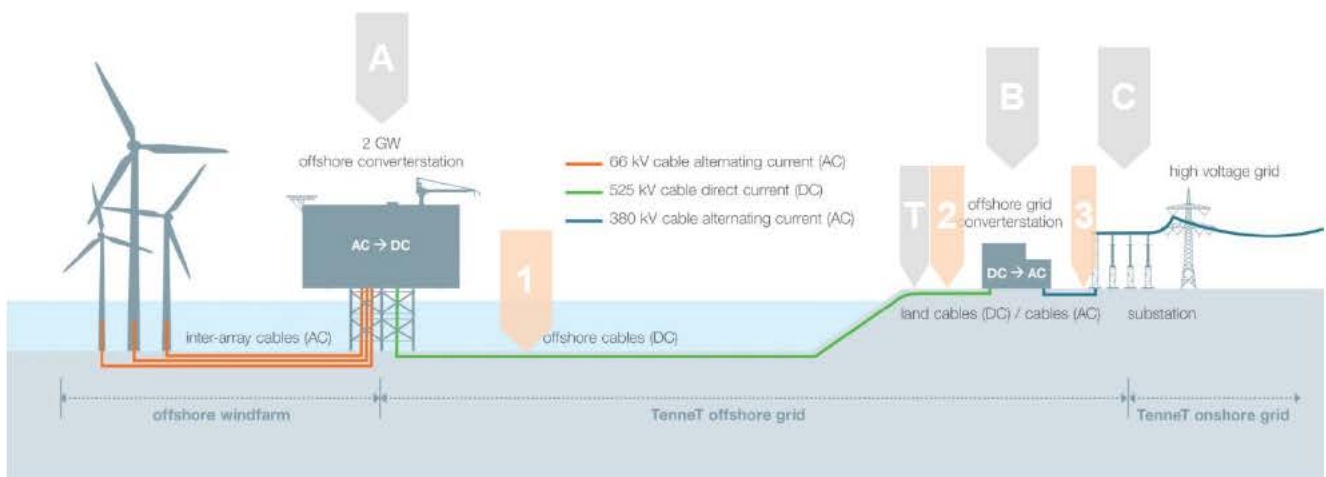


Figure 2 Offshore grid connection

Connection points

- A. Offshore converter station or Platform (AC → DC)
- T. Transition joint
- B. Onshore converter station (DC → AC)
- C. Onshore 380 kV substation

Cables

- 1. HVDC 525 kV submarine export cables (DC)
- 2. HVDC 525 kV land export cables (DC)
- 3. HVAC 380 kV land cable (AC)

2.2 Offshore converter station (Platform) (A)

The offshore converter station is the interface between the offshore wind park AC cables and the HVDC 525 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to 525 kV AC and then converts it to 525 kV DC for transport to shore. The converter station has a transport capacity of 2000 MW.

It contains the electrical equipment required to convert and transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on and of the offshore converter station.

2.3 Onshore converter station (B)

The onshore converter station is the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert the DC power to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. The onshore converter station contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

2.4 Onshore 380 kV substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid.

2.5 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

The export cable system is connecting the IJV offshore converter station to the onshore converter station. The cable system of the IJV export cables can be divided in two main sections, where the first section is the onshore section and the second the offshore section.

1. Onshore section: HVDC 525 kV land cables from the onshore converter station up to the transition joint.
2. Offshore section: HVDC 525 kV submarine cables from the transition joint to the offshore platform.

2.6 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVDC 525 kV submarine export cables and the HVDC 525 kV land export cables.

2.7 380 kV land cable (3)

The onshore converter station will be connected to the 380 kV grid using two 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and a fibre optic cable).

3. Offshore platform

This chapter describes the highlights of the design, installation and decommissioning of the offshore platform.

3.1 Design

The offshore platform will consist of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. The converter station is part of the topside.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the piles secure the jacket structure to the seabed. Other foundation options like suction buckets might be considered as well.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform, that the free spans in the cables between the J-tube bell mouths and the seabed do not increase to unacceptable lengths and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

3.1.1 Design philosophy

TenneT has developed a basic design of the offshore platform . Key elements of this design are:

1. The offshore platform contains all necessary systems (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport 2 GW.
2. It contains systems to ensure the safety on and of the platform.
3. The platform will be temporarily manned, with modular living quarters (used for commissioning or maintenance works).
4. The platform auxiliary systems will be fully automated.
5. Remote monitoring and control will be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control is possible during manned maintenance campaigns
6. Access to the platform will be via helicopter and boat
7. A rock placement around the base of the jacket to avoid erosion around the legs and to safeguard the cables against longer free spans and as such against the impact of vortex induced vibrations.

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at the project location will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can deviate based on field lay-out.
- The composition and the extents of the erosion protection by rock placement depends on the local design current and wave conditions.
- Number of legs and foundation piles



Figure 3 Standard 2GW offshore platform

The Offshore Wind Farm is connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends will be connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 525 kV AC after which it is converted to 525 kV DC.

3.1.2 Safety and environment

The platform is temporarily manned, but all the systems are typically controlled from onshore. By reducing the amount of systems (LEAN design), the required maintenance campaigns are limited. In case of a fire, inert gas is used as extinguishing agent. The gas pushes the air out (dilutes the air), thus lowering the oxygen content, and is not harmful to the environment. In the transformer rooms foam is used as extinguishing agent since the transformers are filled with oil. Any leaking oil from the transformers is collected in a tank. For other rooms with oil filled equipment, foam will be used as well.

3.1.3 Access

The platform is designed with a helideck and boat landings, plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution.

3.1.4 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform do not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage and lateral movement for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection. The outer edge of the scour protection will be designed in accordance with the "falling apron" principle, which entails that the rocks on the edge of the scour protection are designed to follow the edge scour around the scour protection downwards and stop the negative impact of the edge scour. This approach minimises the maintenance required over the lifetime.

3.2 Installation of the offshore platform

3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magnetometer survey, sub bottom profiler. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the foundation (dimensions and penetration depth) a geotechnical survey is executed that includes at least one drill to approximately 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per pile location of the platform.

A scour assessment will be performed in order to determine the extent of the scour holes which are to be anticipated as a result of the waves and currents around the jacket. Based on the results of the scour assessment for the Borssele, the Hollandse Kust (zuid) and the IJmuiden Ver platforms as well, based on the common practice in the North Sea and the German Bight, it is expected that a scour protection around the IJV platforms will be required. This scour protection will extend under the jacket, under the J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough or suction hopper dredger. After levelling, the scour protection can be installed. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 4. This will take approximately two/three weeks (excluding possible waiting on weather). The scour protection will have a filter layer which keeps the seabed sediments contained under the scour protection and an armour layer which will be designed to be stable under the design wave and current conditions. The filter layer will extend beyond the armour layer on the outer edge of the scour protection and serve as a 'falling apron'.

In the direct vicinity of the scour protection for the platform, some additional scour protection berms can be placed to create a stable location for the legs of jack-up barges, which can be used to place or exchange components on the platform.

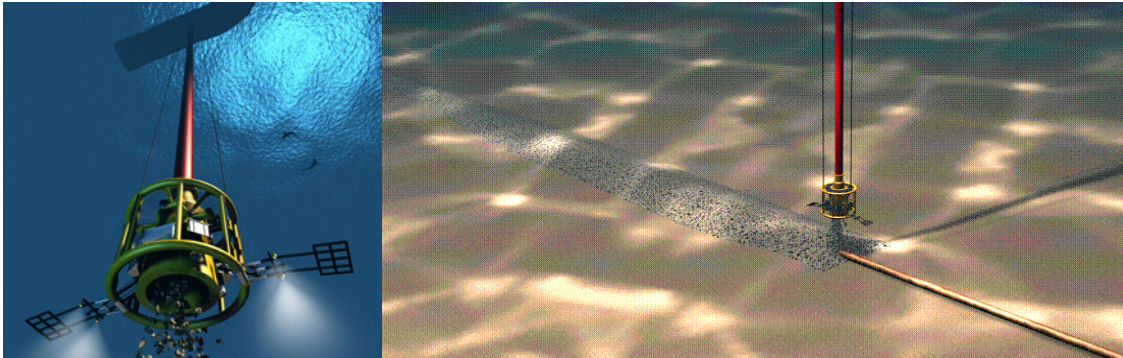


Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a yard and after completion be loaded onto a barge which will be towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning¹ or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends on the vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location.

The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection. The “mud mats”, which are plates at the base of the legs of the jacket, provide stability to the jacket during this intermediate installation phase.

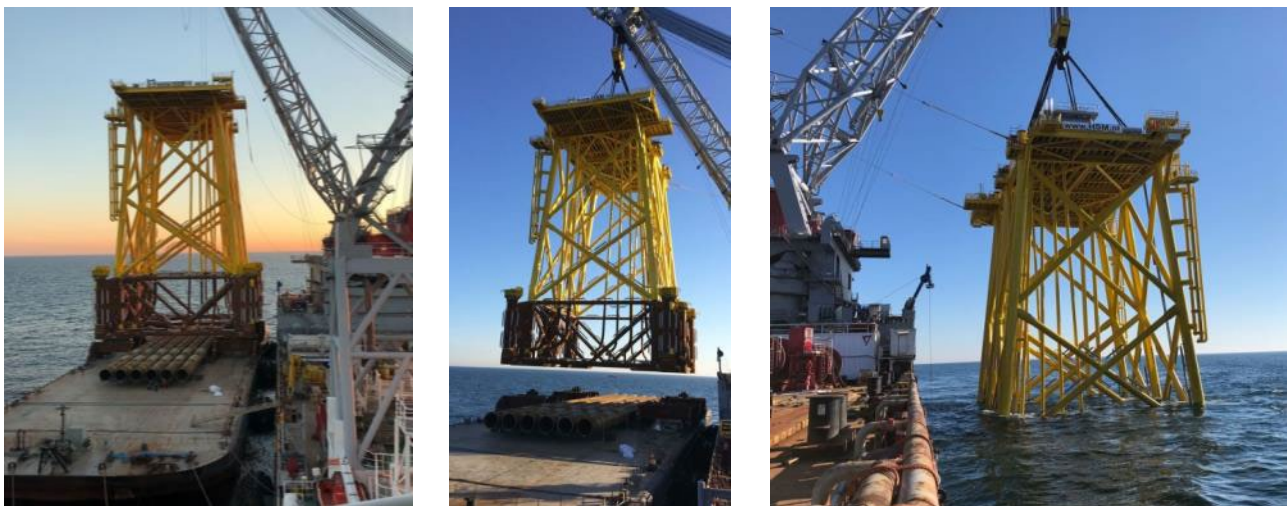


Figure 5 Installation of Borssele Alpha jacket

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile. Driving of a pile into the seabed to the required depth can take about a day per pile. During

¹ Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters

the hammering of the piles mitigating measures will be taken to reduce the impact of the underwater noise on the environment, for instance by using a bubble screen. After the piles are driven into the soil to their required depth, the connection between the pile and the pile sleeve is grouted to ensure a solid connection between the piles and the jacket. From that moment the piles can support the jacket and the mud mats lose their function. As soon as the jacket is supported by the piles instead of by the mud mats, the jacket is well protected against the influence of storms and high currents. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting on weather.

3.2.3 Topside installation

The topside is realised at a yard as well. After its completion the topside will be loaded onto a barge which is towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, there are two possible installation methods.



Figure 6 Pile driving at Borssele Alpha

The first method is to float the topside over the jacket (see figure 7a). With that approach the barge carrying the topside will sail in between the legs of the jacket. Once precisely in-between, the barge will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket will have to be designed specifically to facilitate this installation method.



Figure 7a Float over installation of the BorWin3 topside in the German Bight

An alternative option is a catamaran installation with the Pioneering Spirit (see Figure7b). In this option the vessel carrying the topside will sail to the jacket until the jacket is 'in between' the two hulls of the vessel. Once precisely in-between, the topside will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket will have to be designed specifically to facilitate this installation method.



Figure 7b Catamaran installation with the Pioneering Spirit [source: allseas.com]

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded. Installation of the topside takes approximately one week, this is excluding the time for welding as mentioned above and possible waiting on weather.

During the post installation works after the jacket and topside are installed, a jack-up barge will be positioned beside the platform to facilitate all required works for the commissioning of the platform and grid connection for an estimated time of three months. This jack-up barge will place its legs on the earlier mentioned dedicated rock berms, to avoid destabilisation by erosion around its legs.

3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially dependent on the condition of the platform and its systems. Monitoring of the systems is performed onshore. At this moment the exact number of maintenance campaigns is not yet known.

During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 40 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

4. HVDC and HVAC cable design

This chapter describes the highlights of the design of the HVDC 525 kV submarine and land export cables, as well as the HVAC 380 kV land cables.

4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables

The HVDC 525 kV submarine cable system consists of four cables in a bundled configuration, as shown in Figure 8. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

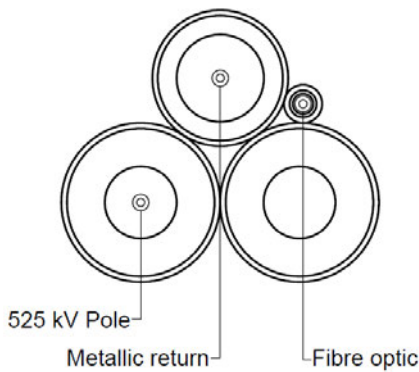


Figure 7 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration

HVDC 525 kV submarine cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	150 - 190 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 1 Key elements of the 525 kV + or - pole submarine cable.

Metallic return 5 kV submarine cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 2 Key elements of the metallic return submarine cable

Fibre optic submarine cable	
Outer diameter	50 - 70 mm
Number of fibres	48 – 144 fibres

Table 3 Key elements of the fibre optic submarine cable

The exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

4.2 Design HVDC 525 kV land export cables

The HVDC 525 kV land cable system consists of five cables in a configuration, as shown in Figure 8. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

HVDC 525 kV land cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	120 - 160 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

Table 4 Key elements of the 525 kV + or - pole cable.

Metallic return 5 kV land cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE

Table 5 Key elements of the metallic return cable

Fibre optic land cables	
Outer diameter	10 - 20 mm (in duct 40-50mm)
Number of fibres	48 – 96 fibres

Table 6 Key elements of the fibre optic land cables

4.3 Design HVAC 380 kV land cables

The HVAC 380 kV land cable system consists of two circuits consisting of three single phase cables per circuit (also see Figure 14). In the table below the key elements of the cables are provided.

HVAC 380 kV land cable	
Nominal voltage	380 kV
Outer diameter	140 - 180 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

Table 7 Key elements of the 380kV land cable, single phase.

5. Protection of the cables at sea

5.1 Protection design philosophy

The subsea cables will be protected against external threats and the environment will be protected against unacceptable negative influences of the cables in such a way that the costs to society over the lifetime can be minimised. The costs to society comprise amongst others the impact on the environment, the impact on other users of the sea and the financial costs to the society. The protection will be designed to be safe as well as expedient. To be expedient, the protection will not be designed more than rationally justifiable to meet the lowest lifecycle costs to society objective as well as to meet the permit requirements. To meet this objective state of the art knowledge and experience will be mobilised and applied for the protection of the cables and for the protection of all others against the cables.

The experience gained on the NorNed, BritNed, Borssele, Hollandse Kust and on the German Bight subsea cable projects will be of good use to the IJmuiden Ver project.

5.2 Burial depth requirements

The HVDC 525 kV subsea cables connecting the IJV Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats - in particular dragged fishing gear, dragged non holding anchors, lost cargo and to some extent to foundering vessels, to protect other users of the seabed against hooking behind the cable and as well as to reduce the impact on the environment where needed.

There are several perspectives to determine the required Depth of Burial for the IJV submarine export cables:

1. The Depth of Burial as required by Dutch law and/or licenses, which is considered as an absolute minimum value. This requirement has typically been 3m below seabed up to 3 km from the low water line, 1m below seabed beyond that line and sometimes 1,5m below the seabed in traffic separation systems at sea. For future projects it is expected that the requirement will be 1m soil cover at all times, taking into account the local seabed mobility.
2. A Risk Based Burial Depth which will provide a rational minimum to the depth of burial for the various sections of the route based on (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types. This would be a rational minimum depth of burial in conjunction with the minimum depth of burial as per law and/or licence.
3. An economical optimal depth of burial derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance on the depth of burial over the lifetime of the offshore cable in order to maintain a safe minimum depth of burial. This leads to the *"bury and would like to forget"* approach which TenneT has applied on the projects so far.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cables in relation to the burial depth and the thermal resistivity of the surrounding soils.

From these a minimum maintainable depth and an initial installation depth will be established.

The Depth of Burial will be defined relative to a reference level. This reference level will either be a threat level

determined by assessment of slow seabed mobility (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the fast moving seabed features like sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level).

5.3 Long term seabed mobility

The cable route passes through areas with mobile seabed's. The changes in depth are part of a process which spans multiple years if not decades. This long term seabed mobility threatens the burial depth of the cable over its lifetime.

It is to be noted that long term seabed mobility cannot be predicted accurately. Any mitigating measure to reduce the risk on cable exposure over its lifetime can therefore never be a guarantee. A prediction will be made based on the observed seabed mobility over the last 30 - 40 years and on state of the art modelling software as well as on an assessment of historical bathymetrical data. A regular route survey along the cable route is required to monitor the development of seabed mobility and its impact on the depth of burial of the cable over its lifetime. Maintenance on the burial depth in the mobile areas will be avoided by the design, but cannot be fully excluded during the lifetime of the cable. The measures to mitigate the impact of long term seabed mobility on the burial depth are therefore to be considered measures to reduce the risk on cable exposure and to minimize and/or postpone maintenance on the depth of burial. This is all contained in the "bury and would like to forget" approach of TenneT with regard to the installation of the cables.

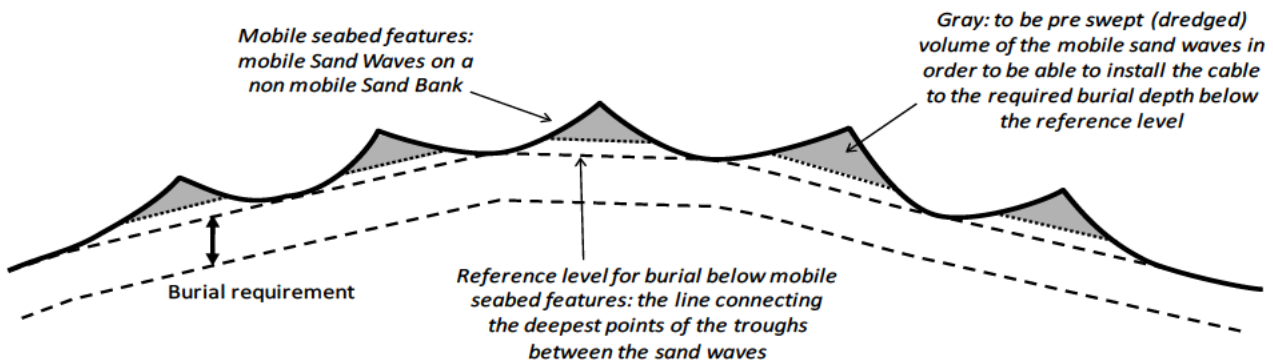


Figure 8 Reference level for cable burial below sand waves

Pre-sweeping of a cable installation corridor through areas with mobile sand waves is a proven method to reduce the risk of cable exposure over its lifetime as well as to significantly reduce the amount of maintenance required on the depth of burial of cables over their lifetime. Deeper initial installation into the seabed is a proven method to reduce the risk of cable exposure over its lifetime in the nearshore areas where the seabed is prone to near shore sand bank mobility (shifting riptides) and storm erosion.

5.4 Short term seabed mobility

Along the cable route fast moving mobile seabed undulations are encountered. Of these, the so-called 'Mega Ripples', are relevant to the burial depth of subsea power cables. Mega Ripples are driven by wind induced

surface waves. These ripples can be in the order of 0.5 m to 1.5 m in height. Mega Ripples move tens to hundreds of meters per year and come and go depending on the surface waves. Given the height of Mega Ripples, these undulations pose a threat to the burial depth of the IJV cables. To mitigate this threat, the required burial depth of the IJV submarine cables is defined relative to a level below these short term seabed undulations, see Figure 10.

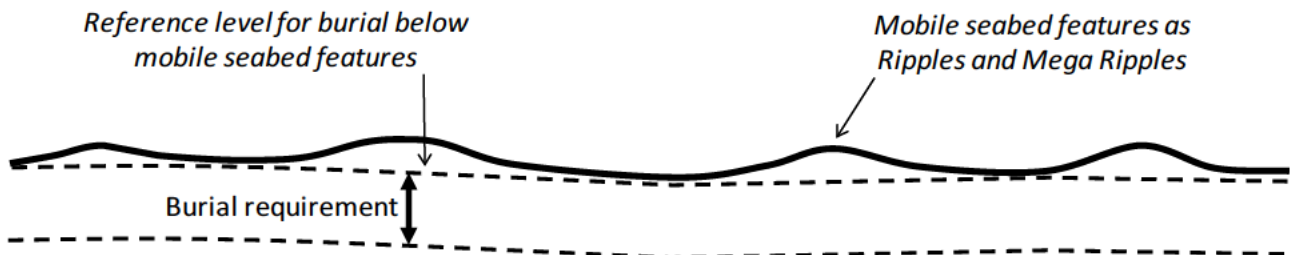


Figure 9 Reference level for cable burial below ripples and mega ripples

There are two options to bury the offshore cable to the required depth below these short term seabed undulations:

1. Flatten the short term seabed undulations prior to offshore cable installation.
2. Install the cable deeper than the initial required burial depth under the short term seabed undulations (provided deeper installation is possible with the applied trencher).

Another reason to flatten higher Mega Ripples is to allow safe passing of any trenchers which drive over, or are pulled over, the seabed. This as trenchers can struggle to pass over Mega Ripples either because they can be too steep or because the trencher digs into the Mega Ripple with its skids or other parts. This depends on the particular cable trencher design in relation to the size of the Mega Ripples.

6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system

This chapter describes the activities that take place prior to the installation of the offshore cables. These activities are to provide input for the offshore cable installation and to clear and prepare the offshore cable route.

6.1 Initial route survey

Since the preferred route alternative for Gamma has been selected, the initial geophysical and a geotechnical surveys of this route have been executed. The bathymetry along the cable routes will be measured in detail and geotechnical and geophysical investigations will be performed to map the seabed in the light of cable design engineering and cable protection engineering. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and out-of-service subsea assets. These surveys will also be used to identify possible archaeological objects.

6.2 UXO and archaeological survey

For clearance of potentially present unexploded ordnance along the routes of the offshore cables, the requirements of the CS-OOO (*Certificatieschema Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten*), formally known as WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see <https://www.explosievenopsporing.nl/en/dossiers/wscs-oce/>. Prior to the route preparation and cable installation operations a magnetometer survey will be executed, following the recommendations made in the previously executed UXO desk top study. Results of the offshore UXO survey will be interpreted by a UXO expert to advise on potential UXO's and/or other objects/obstructions. Where possible the cables will be rerouted around these potential UXO's and/or objects encountered during this magnetometer survey. Typically 10 - 20m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and a potential UXO. Standoff distances depend amongst others on the types of UXO expected and for instance on the installation / burial equipment that will be used. These standoff distances are prescribed in the UXO desk top study.

Potential UXO's which cannot be avoided by rerouting will be investigated by either an ROV (remotely operated vehicle) or by a diver. In case the object is identified to be UXO, clearance of the UXO, by removal and/or detonation, will be performed by specialists from the Royal Netherlands Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil above it with a dedicated dredge pump or other excavation means.

After the UXO survey and after clearance of potential UXO's which could not be avoided, an ALARP (As Low As Reasonably Practicable) certificate will be provided by the UXO responsible manager for each cable route.

During the UXO clearance operations encountered debris and other obstacles which could hamper cable installation will also be removed from the seabed.

6.3 Pre installation route survey

Before installation activities commence, a route survey will be conducted by the installation contractor. The goal of this pre installation survey is to update the bathymetry, to scan the cable route for obstacles and to update the understanding of the particulars of the cable route in relation to the selected installation methods. A particular focus will be on the mobile seabed's (mega ripples, sand waves, mobile sand banks), on the shallow grounds and on soil types adverse to the selected trenching method(s) (for instance clay, peat, glacial till in case of jet trenching).

6.4 Detailed route engineering

The knowledge of the cable routes and possible obstacles along those various alternative cable routes, gathered during the surveys, will be used for detailed route engineering (or "micro rerouting"). Within the boundaries of the permitted corridor for the cables and within the surveyed corridor, a detailed routing will be engineered for the cable routes. Objective for the route engineering is to reduce the installation risks as well as risks with regard to future maintenance of the cables by avoiding obstacles like for instance potential UXO's and wrecks as well as to reduce seabed preparation by for instance pre-sweeping of mobile sand waves. Crossing angles with in-service subsea assets to cross, for instance telecom cables and pipelines, will be optimised for installation purposes as well as brought in line with the particulars of the crossing agreements for each crossing.

As part of the detailed route engineering the installation Depth of Burial of the offshore cables will be set for all route sections. The installation Depth of Burial will be determined by the largest required installation depth as following from the Depth of Burial criteria as described in chapter 5.

The maximum installation depth will be limited by:

1. Permitted maximum dredging volumes;
2. Technical possibilities available on the market with regard to cable burial depths;
3. Limitations with regard to cable installation techniques following from the permits and from the requirements from stakeholders such as Port Authorities.

6.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run

After the pre-installation route survey, the route will be cleared of out-of-service cables and any significant debris encountered as far as not already recovered during the UXO clearance operations.

Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre-lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a threat for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train of grapnels will be dragged over the full length of the centre line of the intended cable routes with the exception of crossing locations with in service 3rd party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of obstructions during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-of in accordance with applicable regulations.

In case unknown wrecks (not present on current sea-charts or in the available databases) are discovered during the survey or other objects with possible archaeological value, notice will be made and reported to the authorities. Where possible, these objects will be avoided by rerouting of the cable route(s) around the object.

6.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01

For the crossings with Out-Of-Service subsea telecom cables, the ICPC recommendation 01 “Management of Redundant and Out-Of-Service Cables” will be followed. The OOS cable will be dragged from the seabed to deck. A section will be cut out of the OOS cable long enough to clear the route for the IJV cables. The ends of the cut OOS cable will be placed back on the seabed attached to a clump weight to secure the end of the OOS cable to the seabed. Reference is made to Figure 11.

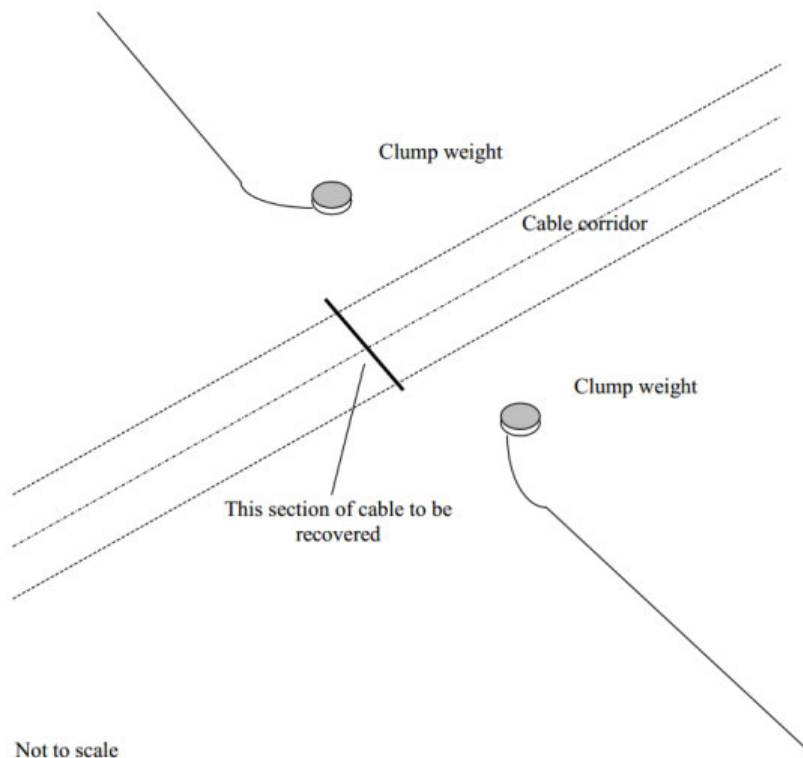


Figure 10 Partial removal of OOS cables of ICPC recommendation 01

6.5.2 Non pre-detected cables and steel wire ropes

On all the TenneT Net op Zee projects executed so far, unknown and earlier undetected subsea cables and steel wire ropes have been encountered during the survey, route clearance or even as late as during the lay and burial operations. That is likely to happen in IJV as well. These cables and steel wire ropes are being dealt with as debris. Attempts have been made in the past to trace back owners of unidentified cables and TenneT has contacted the Royal Netherland Navy to check whether secret military cables at sea are to be taken into account, as is done on land. In case such an unidentified cable or a steel wire rope would be found, the first mitigation is to remove the cable or steel wire rope from the cable route, as is done with known out of service cables. If the

cable or steel wire rope is encountered at a very late stage however, too late to remove it from the seabed, it can be attempted to bury the encountered to a larger depth by jet trenching or mass flow excavation prior to the burial of the cable or together with the IJmuiden Ver cable. That has been done before, for instance during the installation of the BritNed cables as well as on some projects of Energinet in Denmark. If that burial is successful, the IJV cables can be installed at the required Depth of Burial over the deeper buried cable or steel wire rope or together with it. In case this appears not possible, a rock placement will be considered to protect the shallow buried IJV cables at that location.

6.5.3 Out of Service pipelines and unknown pipelines

The IJmuiden Ver cable routes cross Out of Service pipelines, which locations and owners are known. Those pipelines will not be removed but crossed as if it were In Service pipelines. Removal of (parts or) Out of Service pipelines would introduce risks with regard to the environment which are deemed not acceptable.

Unknown pipelines have not been encountered so far on the TenneT Net op Zee projects. It is not likely to encounter Out of Service pipelines as pipelines have only been installed relatively recent, compared to the installation of cables which have been installed since the middle of the 19th century. Installed pipelines are considered all to be known. Pipelines do have a large ferro-magnetic mass compared to buried cables or steel wire ropes and are therefore very likely to be detected during the route surveys.

6.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds

6.6.1 Minimising dredging by route engineering

As part of the detailed route engineering (see 6.4) the route for the cables will be assessed regarding sand wave mobility. By rerouting the individual cable routes in sections of sand waves, crests of sand waves will be avoided where possible, by rerouting through the troughs between the sand waves. In sections where the cable route is situated more or less parallel to the crests of the sand waves rerouting can reduce dredging volumes.

The objective of the route engineering in areas with mobile seabed features is to reduce the impact on the environment and as well to reduce the maintenance on the depth of burial of the cables over their lifetime and on other users of the sea during the operation and maintenance phase of the offshore cables.

As a part of the assessments a comparison between the additional installation costs associated with dealing with seabed mobility on the one hand (CAPEX) and the costs involved in the expected future maintenance as a result of seabed mobility on the other hand (OPEX) will be made. Based on earlier projects (NorNed, BritNed, COBRA, Borssele, Hollandse Kust) it is expected that pre-sweeping (dredging) mobile seabeds prior to cable installation does reduce the lifetime impact on the environment by the total of cable installation and maintenance as well as reduce the total costs of ownership (TOTEX). In particular with BritNed, TenneT has gained experience with the benefits of pre-sweeping mobile sand waves prior to cable installation with regard to minimising maintenance on the Depth of Burial of the cables over their lifetime. On NorNed on the other hand experience has been gained with the reburial of a power cable of which the cover was reduced too far as a result of seabed mobility as well as because of changed permit requirements.

6.6.2 Pre-sweep (dredge) profile design

Where mobile sand waves are to be crossed, pre-sweep (dredging) profiles can be designed through the individual sand waves on a “trough to trough” basis. A corridor will have to be dredged which is wide enough for a cable burial tool to pass through. Typically the pre-sweep profiles have a bottom width of 14m. The side slopes of the pre-swept profiles are to be stable in the period between and during dredging and cable installation. Another approach can be to predict the lowest seabed over the lifetime of the cable and apply that level as the reference level for cable burial, as has been applied on BritNed.

Where sides of mobile banks are crossed which are retreating along the cable route, dredging profiles will be considered as well to postpone maintenance of the Depth of Burial.

6.6.3 Pre-Sweeping mobile seabeds

Prior to cable installation the mobile seabeds can be pre-swept in accordance with the design. The dredging operations will be scheduled as closely preceding the cable lay and trenching operations as practically possible to minimise the impact of natural backfilling of the pre-swept profiles between dredging and cable installation. A Trailing Suction Hopper Dredger will be used to pre-sweep the mobile seabeds. Only sand will be dredged as any encountered clays or other cohesive material is considered non-mobile over the lifetime of the cable. If any cohesive material is encountered during dredging (which has not been detected during the route survey), the dredging in that section will be stopped at that level.

The dredged seabed material will be disposed of beside the cable route in order to keep the dredged material in the local mobile seabed system. Typically a distance of 200m will be kept to the outer most cable route on the downstream side.

The cables will be trenched in the bottom of the pre-swept profiles and therefore the cables will be protected in the pre-swept profiles closely after their installation. The pre-swept profiles will be backfilled by nature over time. The time required for sand waves to recover depends on the local seabed currents. It typically varies from weeks close to the coast line to years at deeper water where tidal currents are less.

In case storms pass over the cable route between the completion of the pre sweeping operations and the lay and burial of the cable, maintenance of the pre swept profiles is likely to be required.

6.7 Pre-trenching run

In case the burial assessment study, based on the soil information available from the initial cable route survey, indicates a relevant risk of not achieving the required Depth of Burial due to soil conditions, a pre-trenching run will be considered. During the pre-trenching run the same burial tool as is intended to be used for the cable installation will be pulled or driven along the selected cable route section, but without the cable. As the cable is not present, it is not constraining the pre-trenching operation, making the possibilities of using the burial tool slightly wider, e.g. slower pulling and repeating sections become possible.

In sections where the pre-trenching run appears not successful, pre-dredging, pre-cutting or a soil strength related

reduction in the burial depth can be considered, depending on the local Depth of Burial requirements in relation to the permits and the risk based burial depths.

6.8 Pre-cutting run

Occasionally pre-cutting of the soil along the route can be applied, where soils, adverse to trenching, such as peat, clay or glacial till pockets, are being reckoned with. It is an operation comparable to trenching, which reduces failure to achieve the required burial depth in identified pockets of adverse soils. For pre-cutting either a cable plough or a chain cutter trencher can be used.

7. Installation of onshore cables

This chapter describes the installation of the HVDC 525 kV and HVAC 380 kV onshore cables. Not all items described are relevant for each cable type. Once the general route for the cable system has been established, similar as in the offshore section, there will be a route survey, suitable to provide the required input for the cable design engineering and cable installation engineering.

7.1 Onshore cable routing

The onshore cable routing starts at the transition joint and ends on the land station for the HVDC 525 kV land cables. For the HVAC 380 kV land cables the routing starts at the converter station and ends on the 380 kV substation. The routing itself can be executed using two installation methods:

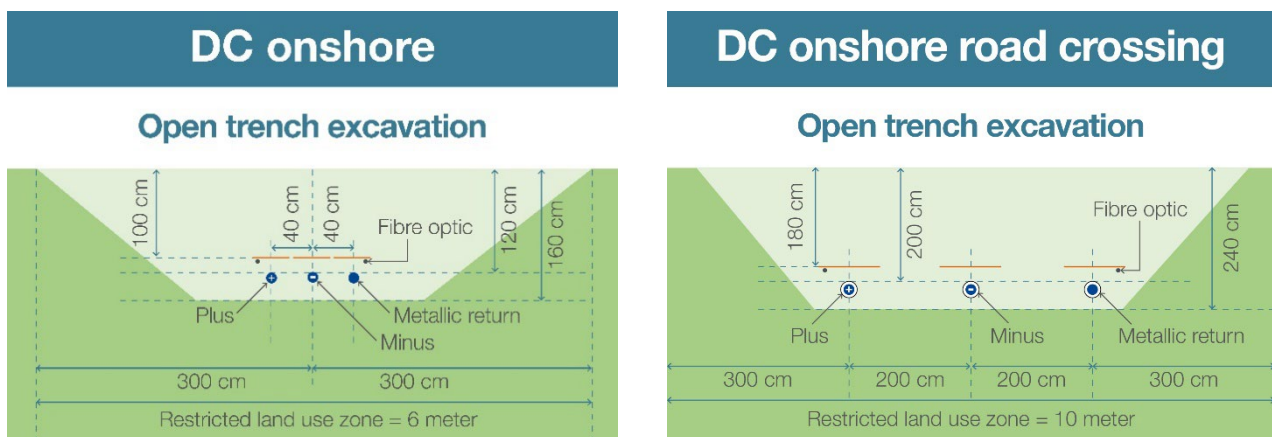
1. by excavation of an open trench and laying the cable systems in the trench and
2. by horizontal directional drilling (HDD).

This last installation method is only applicable if open trench is not an option (e.g. when crossing obstacles such as multiple cables/pipelines, canals, railroads, bridges, highways, etc.). Open trench is thus always the preferred execution method. The length of individual cables onshore will be 800 to 1200 m, connected using joints. This length will be used for both HVDC as HVAC cables.

7.2 Cable trench configuration

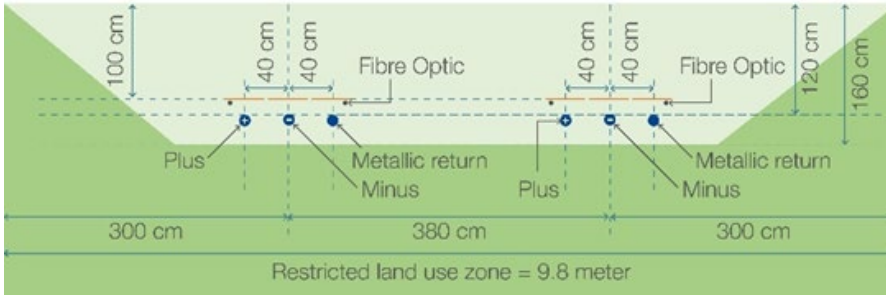
For the open trenching two cable trench configurations are applicable for the HVDC cables and two cable trench configurations for the HVAC cables.

Figure 13 show the cable trench configuration for IJmuiden Ver Gamma. Figure 14 shows the cable trenches for the 380 kV HVAC connections.



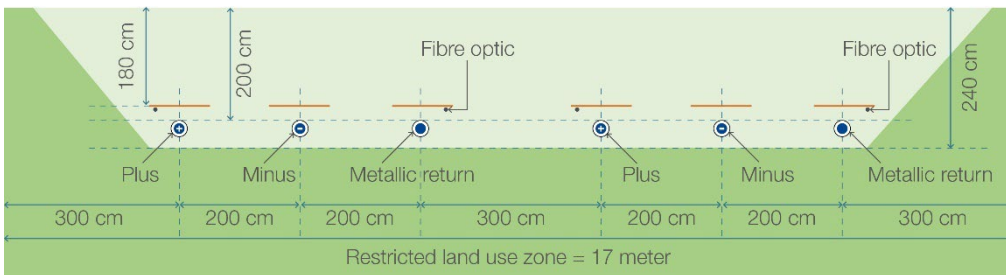
DC onshore

Open trench excavation Beta + Gamma



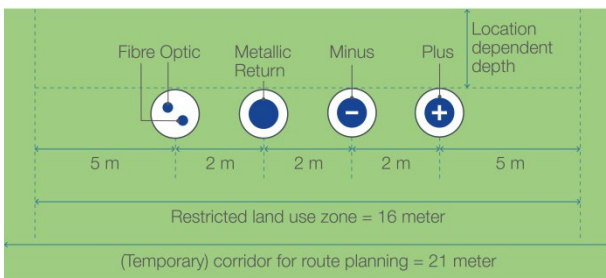
DC onshore road crossing

Open trench excavation Gamma + Beta parallel



DC onshore

Pipeline jacking



DC onshore

Pipeline jacking below track Gamma + Beta





Figure 13 Example of a trench

A trench of the required depth and width is excavated and if necessary, rainwater and/or groundwater will be pumped out of the trench and discharged on surface water in the direct vicinity of the project location. This will be done in compliance with permit requirements (if applicable). Different soil types in the trench are stored separately next to it. Next to the trench a temporary working road is installed which is used to move heavy equipment. Where necessary the soil and/or road is protected with protection mats. The required width of a working area for open excavation ranges from approximately 20 to 30 m for the 525 kV HVDC cable configurations and 30 to 35 m for the 380 kV HVAC cable configuration.

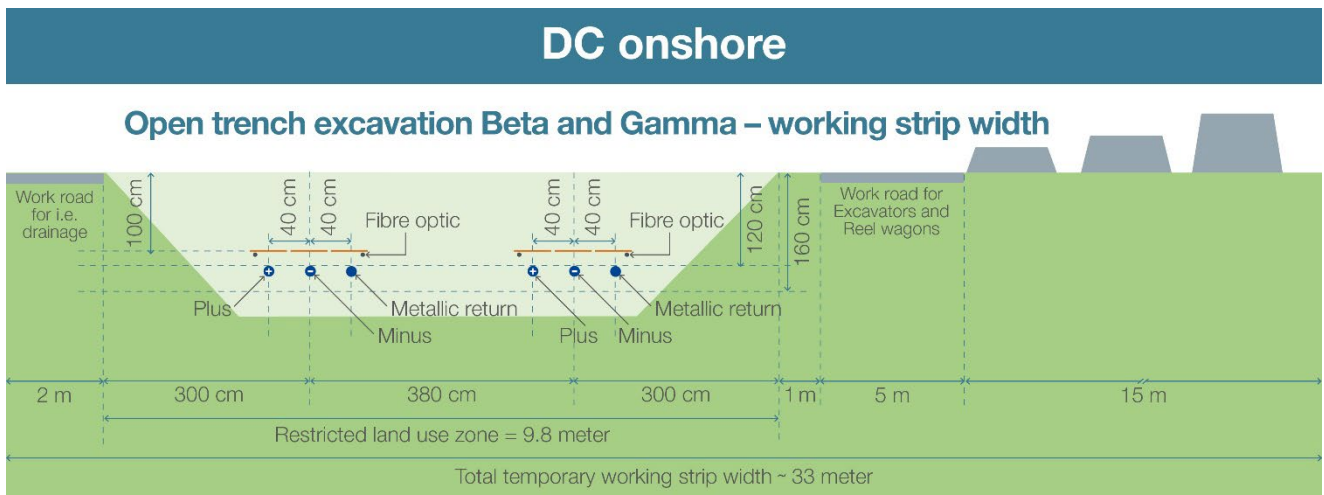


Figure 14 Typical example working area for trench type 525 kV HVDC connection

7.3 Open trench installation

The cables are pulled in using rollers, cable tensioners and winches. The cables will be laid on a bed of backfill sand. The cables will have a further cover of approximately 200 mm of the same sand and a layer of protection tiles (often red with a warning text). The trench will be closed directly after the installation of the cables using the

original soil stored in layers next to the trench, unless thermally stabilised sand is required instead of the original soil. This would be required if the thermal conductivity of the soil need to be improved for the cable design. Any surplus soil will be spread evenly in the working area allowing for some future compacting of the soil. The compaction will ensure stable ground and to prevent any subsidence of the soil at ground level. During the backfilling a warning tape will be installed above the protection tiles.

The installation works can take about 6-10 weeks per km DC cable and also 6-10 weeks per circuit AC (three single core cables).



Figure 15 Pull in wire and rollers (left), backfilling before cable pull in (middle), typical roller (right)



Figure 16 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)



Figure 17 Open cable trench, after the pull-in of the cables

7.4 Transition joint

For the transition between the HVDC 525 kV submarine export cable and the HVDC 525 kV land export cable a transition joint will be made. The dimensions of the working area, including the concrete base where the transition

joint can be mounted on, is approximately 10 x 5 m per transition joint. A concrete base or steel frame is used to secure the HVDC 525 kV submarine export cable and the HVDC 525 kV land export cable in order to be able to lift the joint and to clamp the armour wires of the submarine cable.

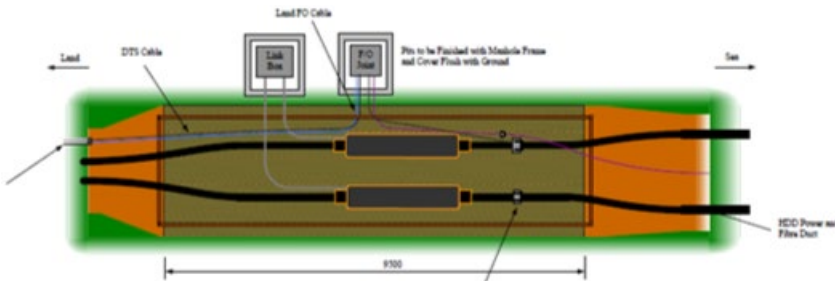


Figure 18 Typical transition joint bay lay-out for HVDC cable system comprising of 2 DC cables and a Fibre Optic (without MR cable)

7.5 Cross bonding Land Cable sections

This paragraph is only applicable for the HVAC 380 KV land cable system.

Cross bonding is a preferred solution for the metal sheath earthing of these cable. Cross bonding minimizes the losses in the cable system and increases the transport capacity. In order to achieve an optimum, the route is to be split into three cable sections or a multiple of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have, approximately, the same length.

Just outside of the joints, the earthing sheaths of the three single core cables are connected in an underground cross bonding box or an 'above ground' earthing box (see the figures below). The cable lengths between the underground cross bonding boxes is called the minor section and the cable length between two earthing points is called a 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections, thus only two underground cross bonding boxes. The same also applies to the total number of major sections within the cable system.

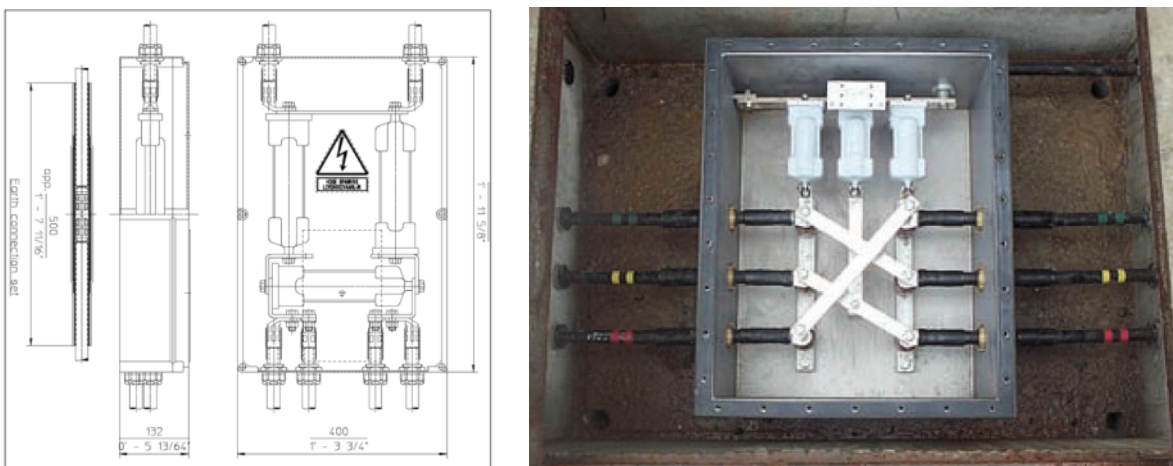


Figure 19 Typical cross bonding box for AC only (underground)

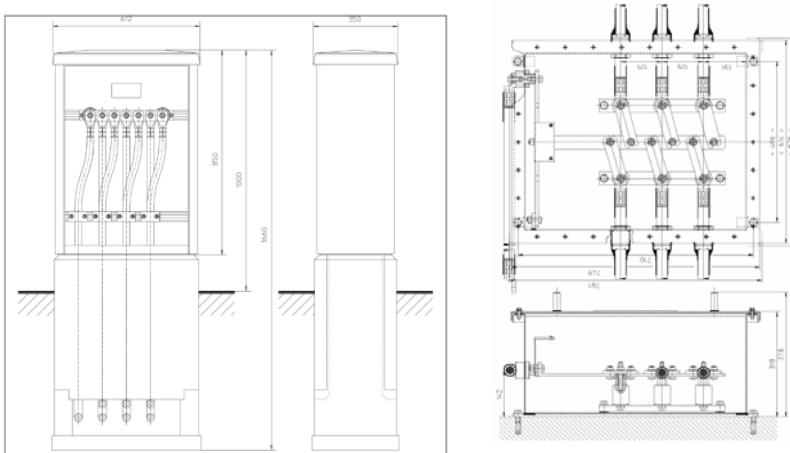


Figure 20 Typical Earthing box (can be both above ground and underground)

7.6 Horizontal Directional Drilling

This paragraph describes the installation method of a Horizontal Directional Drilling. Alternative drilling methods are available on the market. The HDD is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.

An HDD generally consists of three installation stages:

1. First, a drill bit is pushed through the ground on a designed alignment from an entry point close to the drill rig to an exit point on the other side of the obstacle to be crossed. This is called the pilot drilling. Established surveying and steering techniques are used and proven drill tools are available for a wide range of soil and rock conditions.

The borehole will be filled with drill mud during all stages. This is a mix of water and special clay (Bentonite). The mud particles prevent the drill mud to infiltrate into the bottom, secondly the drill mud has a larger specific weight than water. These two aspects make that the mud pressure in the borehole is (almost) always higher than the surrounding pressure created by the ground water level. The mud pressure therefore creates extra pressure on the wall from the borehole and keeps it stable and open.

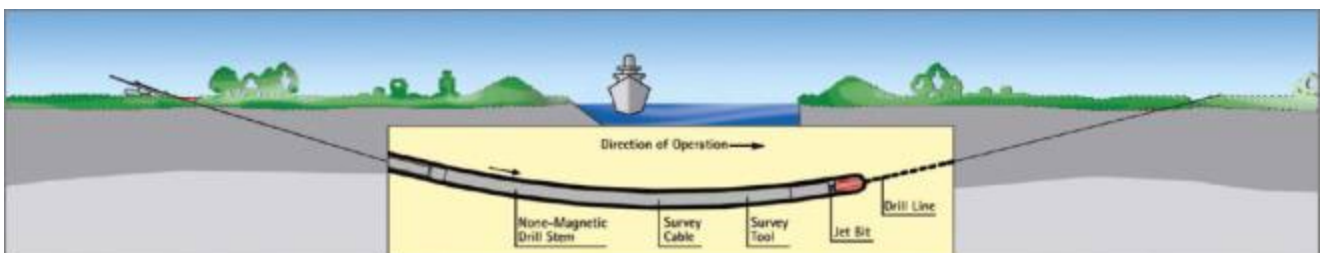


Figure 21 First stage of an HDD - pilot drill

2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter.

For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is an entire drill string from the entry to the exit point at all times. Depending on the soil conditions, a mixture of water and bentonite or other additives can be used for hydraulic excavation. This both supports the borehole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.

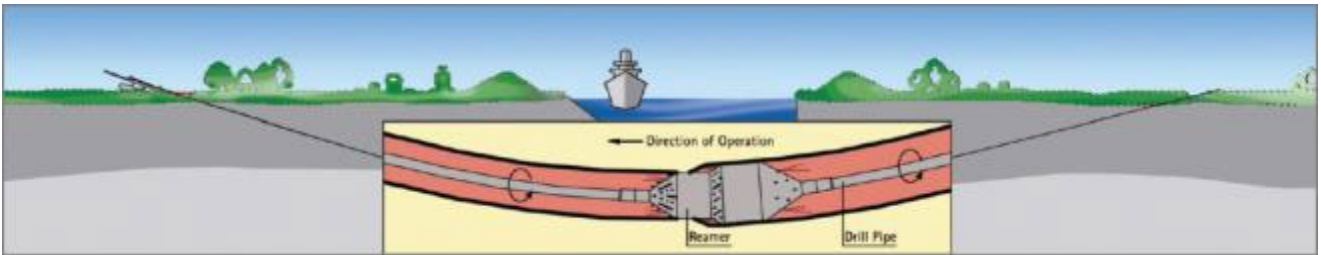


Figure 22 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill



Figure 23 - Examples of reamer in HDDs

3. In the final step of the operation the liner pipe is pulled into the reamed borehole starting at the exit point on the other side of the obstacle. The drill string in the borehole is connected to the pipe by a special pull head with a swivel. As soon as the drill rig has pulled the whole liner into the ground and the pull head arrives at the entry point, the liner has reached its final and safe position deep in the ground. A second technique is to push the liner through the reamed borehole.

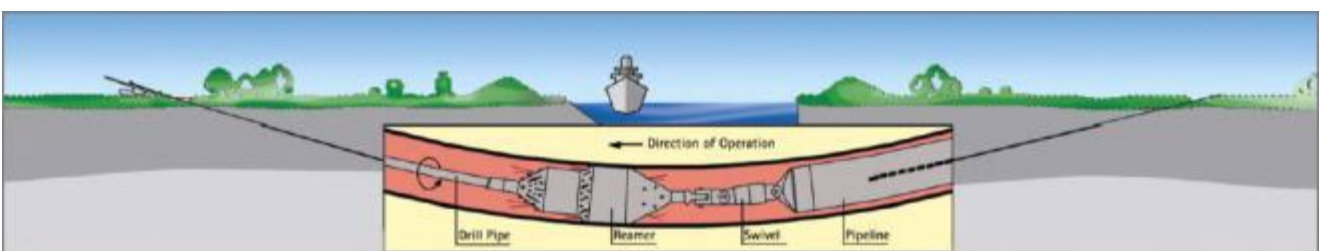


Figure 24 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline

Before the pipe can be pulled into the reamed drilling the full pipe string length will be assembled in the area

close to the point from which the pipe will be pulled into the borehole. The assembly consists of welding pieces of approximately 20m HDPE pipe together. Alternatively steel could be used as well instead of HDPE.



Figure 25 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.



Figure 26 Pipe string supply into pipe pusher

After the HDD itself is finalized the pipe of the HDD will first be cleaned of any debris or sediments by blowing a special pig through the HDD. A pull-in wire will be blown through the HDD after which the pulling of the cables can commence. For this the cable is connected to the pull-in wire and then pulled through the HDD using a winch. The execution time of one HDD will be approximately 2 weeks. Maximum length is set on 1200 m due to restrictions of cable transport. Transport of longer cable lengths is possible, as seen on Gemini, however not preferred.

7.6.1 Outfall drilling

For cable pulling and ampacity purposes the cable pipes will be filled with water. Therefore it is important that the difference in ground levels at the entrance and exit location are as low as possible. This is an important aspect in selecting optimal locations for the outfall drilling (drilling towards or from a higher or lower point than the other end). This is especially applicable for the outfall drilling from shore to the beach, see Figure 29.

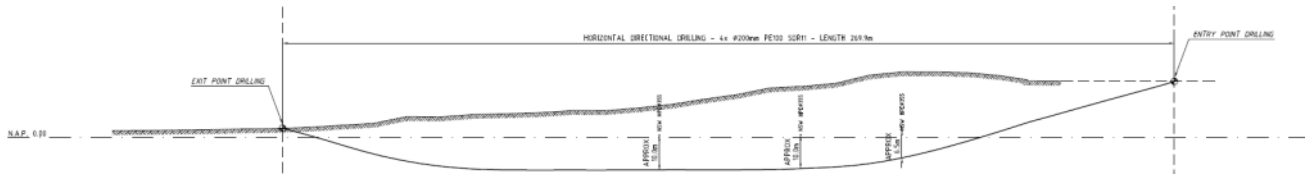


Figure 27 longitudinal profile of a typical outfall drilling

In cases where there is a significant height difference between the entrance and exit point, for example when drilling towards the beach, it is impossible to maintain a mud-filled borehole. Gravitational forces will make the mud level drop until the lowest open point and flow out until it reaches the lowest exit location (beach location in this case).

Two problems occur:

1. The first section of the tunnel (+/-20m length) is no longer filled with mud and loses inner pressure with a larger risk of collapsing in this area.
2. The total pressure over the total length of the drilling will drop causing a risk of groundwater entering the borehole over a large section causing the walls to collapse.

Both stability problems can result in a HDPE pipe being impossible to pull through the bore hole failing to be installed over the desired route. A prevention measure would be to temporarily increase the beach level until it equalizes the entrance location on land (e.g. by creating a mound (terp)). Hence the present ground water level is of influence determining the exact needed height. Ground water research therefore is needed.

7.6.2 HDD configuration

The standard configuration of the HDD's in the soil is shown in Figure 30.

The following sizes for the HDPE pipes can be taken into account for the landfall HDD and all other HDD's in the route.

- Landfall HDD → HDPE 450 SDR09 (450mm outer diameter and wall thickness of +/-50mm)
- Other HDD's → HDPE 250 SDR11 (250mm outer diameter and wall thickness of 22,7mm) or
HDPE 315 SDR11 (315mm outer diameter and wall thickness of 28,4mm)

The class of the HDPE (SDR11) depends on the design of the drilling and the calculation for the pull-in of the pipe through the borehole.

DC onshore

Pipeline jacking (HDD)

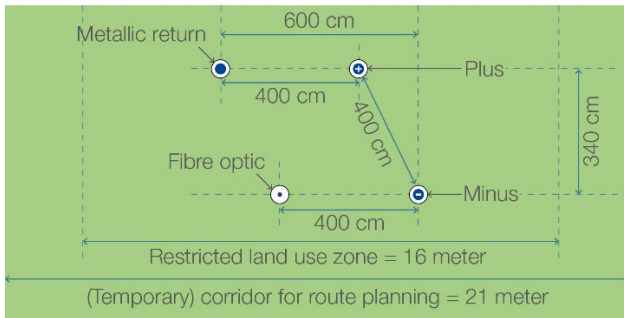


Figure 28 Separate HDDs (used in Gamma and Beta only).

DC onshore

Pipeline jacking (HDD) Gamma + Beta

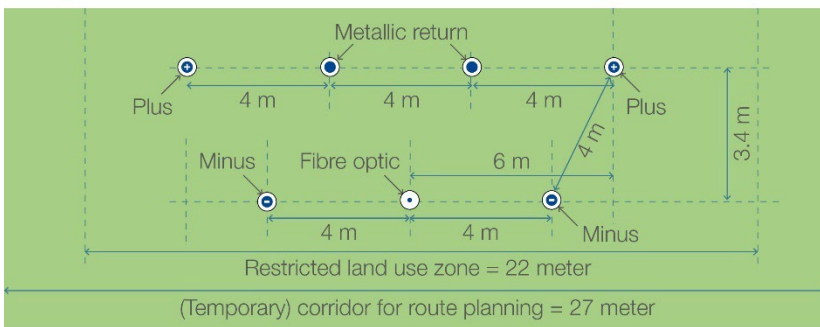


Figure 29 Combined HDD configuration Gamma and Beta

7.6.3 HDD installation tools

For the installation of an HDD various tools are required. Excavation machinery is required to dig the entry and exit pit from where the drilling starts and ends. The main tool is the drilling rig which drills and reams the drilling hole. Dependent on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 32. A midi rig will generally be used for drill lengths from 200 to 400 m and pipe diameters of typically 300 mm. Maxi rigs will typically be used for drill lengths from 400 meter up to 1200 meters.



Figure 30 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. Temporary area working for both entry and exit point for HDD equipment and conduit pull in arrangements depends on the length and type of drilling equipment. Some typical dimensions are stated below.

HDD length	Area for HDD equipment	Equipment
>1000 m	50 x 50 m = 2500 m ²	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m ²	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m ²	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m²) is needed. Also space for cranes and rollers are to be taken into account.

An important part of the ancillary equipment is the mud (drill fluid) installation which consists of the mud tank, recycling unit (separation of cutting from the mud) and the mud pump. The drill fluid is essential for the HDD installation since it fulfils multiple functions such as hydraulic cutting fluid (in case of soft soils), transportation of the drilling cuttings, stabilisation of the bore hole and more. Filtering of the drilling cuttings takes place in the recycling unit. An example of the rig site (entry point) is shown in Figure 33, the exit point in Figure 34.

The pull-in of the HVAC cable in the HDPE duct is done using a guide wire that's installed in the HDPE duct. After connecting the cable to the guide wire, a winch is used to pull the cable through the HDPE duct. Guide rollers and tensioners as shown in Figure 17 and Figure 18 are used during the pull-in to guide the cable.

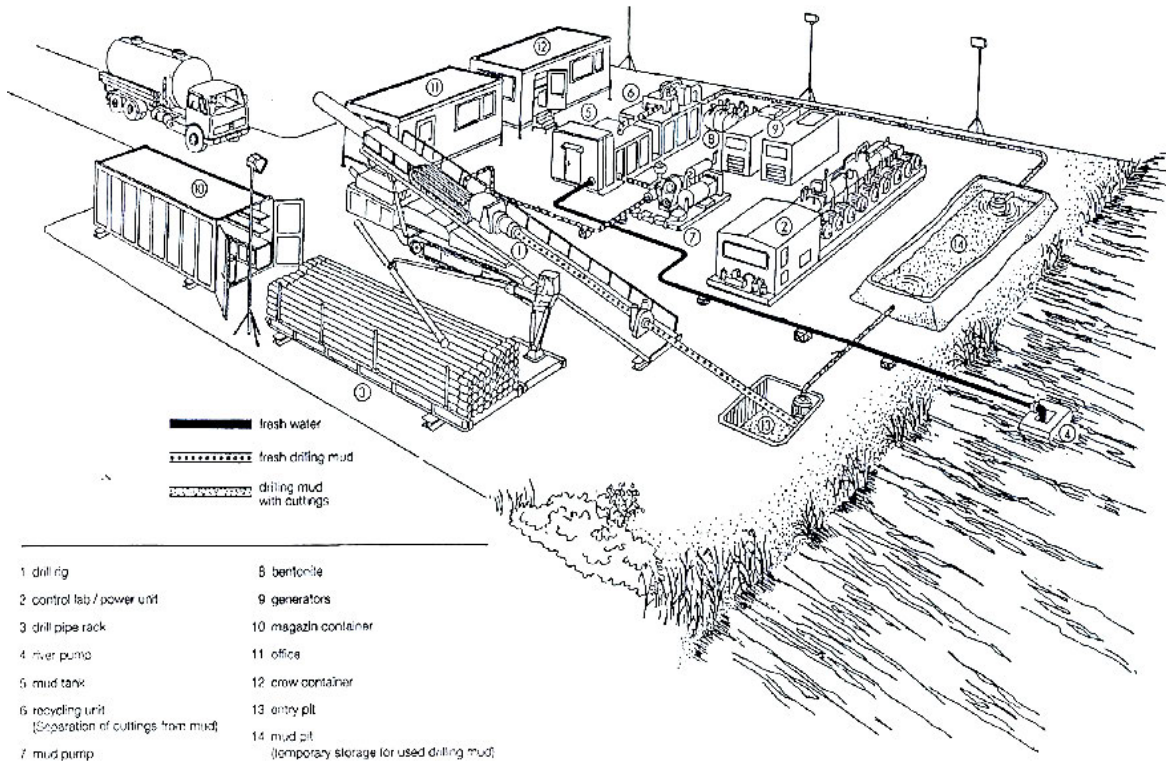


Figure 31 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

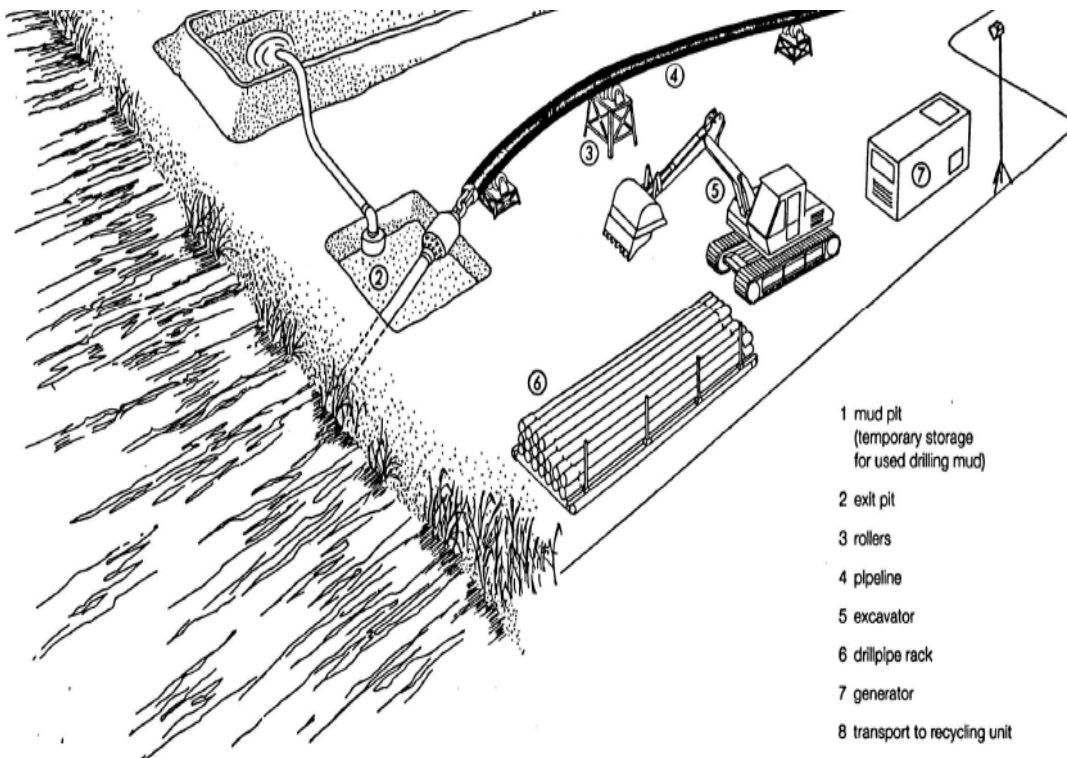


Figure 32 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

8. Installation of cables offshore

This chapter describes the installation of the HVDC 525 kV submarine cables at the offshore section of the route. There are several different installation methods and trenching tools available on the market to install the IJV offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods offered by the market which can meet the installation requirements.

8.1 Site description

The offshore section is the part of the cable route from the transition joint to the offshore substations IJV.

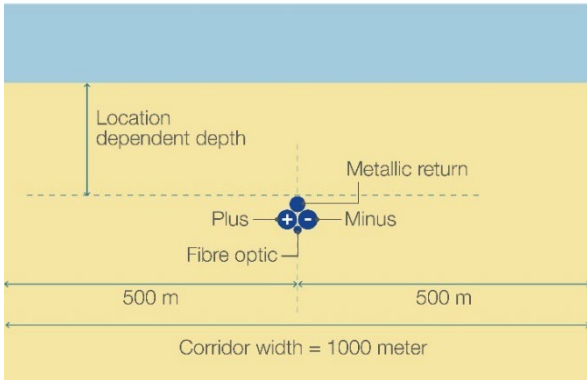
The individual cable system has a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 m (see Fig 34 and 35).

8.2 Offshore cable route configuration

The HVDC cables of one HVDC system, the plus pole, the minus pole, the metallic return and the fibre optic, are manufactured as individual cables and not, as AC cables, as one cable with multiple cores. The cables will be installed at sea in a bundled configuration. The individual HVDC cables are brought together on the installation vessel during the installation process.

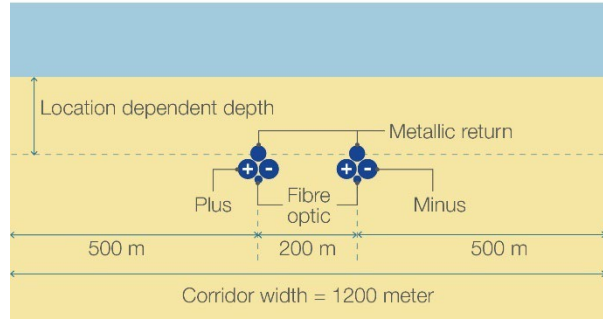
The individual cables of the HVDC system are installed closely together, such that the electromagnetic fields of the positive and the negative pole neutralise each other at a short distance. The distance between the individual cables, or between pairs of individual cables, is limited to some meters. The cables lay close together, within some meters from each other, but not necessarily all touching each other. The reason behind this is that the installation of all four cables in one bundle of the plus pole, minus pole, metallic return and the fibre optic touching each other, results in forces in individual cables during the installation which complicates the installation and which ultimately can compromise the integrity of the cables. If such a bundle is bent for instance, the forces on the outer cable are larger than on the inner cable, which results in a complicated mechanical behaviour. This behaviour has been modelled and studied in preparation of the IJmuiden Ver project. Installation of these HVDC cables touching each other introduces many unknown new aspects and risks to the cable installation. In the IJmuiden Ver project two configurations are considered: configuration of two pairs of cables, one pair consisting of the + and – pole and other pair consisting of the MR and FO cables (figure 35b) and a configuration of all 4 cables paired together (figure 35a).

DC offshore



DC offshore

Net op zee IJmuiden Ver Beta + Gamma parallel



DC offshore

Net op zee IJmuiden Ver Alpha + Beta + Gamma parallel

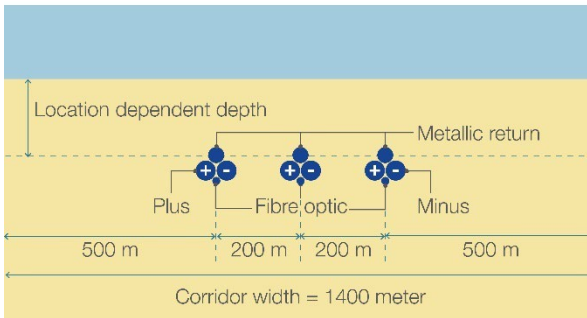
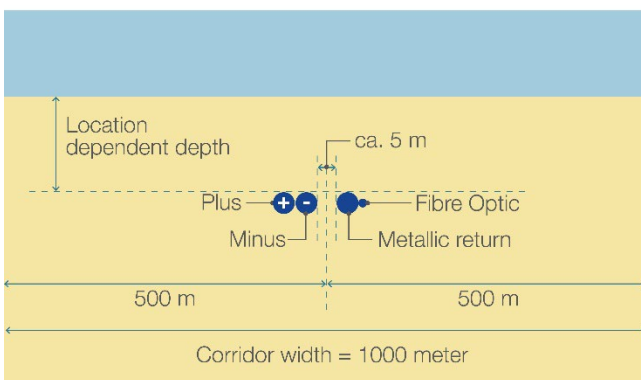


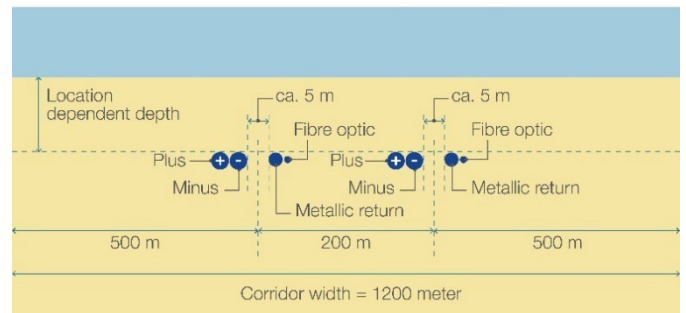
Figure 33a DC offshore with single cable configuration (Gamma, Beta+ Gamma, Alpha+Beta+Gamma)

DC offshore (2x2 cabling)



DC offshore (2x2 cabling)

Net op zee IJmuiden Ver Beta + Gamma parallel



DC offshore (2x2 cabling)

Net op zee IJmuiden Ver Alpha + Beta + Gamma parallel

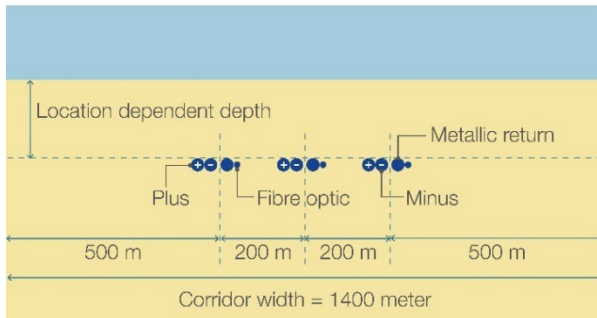


Figure 35b: DC offshore 2x2 cabling (Gamma, Beta+ Gamma, Alpha+Beta+Gamma)

If the cables are installed closely together, but not necessarily touching, in the bundled configuration, the cables, or pairs of cables, can be installed using existing cable installation techniques and tools, reducing the risks posed to the cables during the installation. If the cables are installed in two pairs, the plus and the minus pole can be installed touching each which minimises the electromagnetic field between those two. The metallic return and the fibre optic cable would in that case be installed as a second pair at some meters distance. This configuration of installation reduces the time to repair a cable during the operation and maintenance phase, as instead of four cables, only a pair of cables will have to be cut and brought to the surface of the sea for a repair. A new aspect to this lay and bury configuration will be, that the cables, or cable pairs, will have to be installed at a close distance from each other (within some meters from each other). The most likely option to install cables closely together is to use parallel simultaneously operated burial tools, which install all cables in one operation directly adjacent to each other. This technique has for instance been used in the past by TenneT for the installation of multiple parallel cables across the Eastern Scheldt in The Netherlands, see Figure 52 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland. With the use of modern remotely operated tracked cable trenchers, it could potentially be possible as well, nowadays, to lay and bury a cable, or a pair of cables, within a few meters from an already installed cable or pair of cables. The installation method and the handling of the cable, or pair of cables, would be the same as used on other cable installation projects, with a difference being the higher demands on positioning accuracy.

8.3 Installation method

The installation sequence of the 525 kV submarine cables for the offshore route will be either of the following options:

1. First end pull-in at the offshore substation and working towards the beach / location of the transition joint
2. Starting at the beach / location of the transition joint and working towards the offshore substation where a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. The amount of offshore joints is however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel. If joints are required,

it is possible as well to execute a first end pull-in at both the platform and the landfall side of the route, in combination with an offshore omega-joint. An omega joint is a joint between the ends of two cables which are laid towards each other. The joint is deployed on the seabed in the shape of the Greek letter Omega: Ω .

Installation methods can be divided in two main groups. Simultaneous Lay and Burial (SLB) is a method in which the cable is laid and buried in one operation. This is done using one vessel and a trenching tool mobilised on the same vessel or by a cable lay vessel closely followed by a trenching support vessel. In contrast, Post Lay Burial (PLB) starts by laying the cable on the seabed with one vessel. Afterwards a second vessel will bury the cable with a burial tool attached to this second vessel. Cable lay operations commence at an approximate pace between 400-500 m/h, while burying the cable, which depends on the soil type and burial depth, will commence at an approximate pace between 50-200 m/h. Some installation tools can only be applied with SLB. Some installation tools that can be used with PLB can also be used with SLB. Obviously, SLB would only require one single passage of an installation spread over the route. The advantage of PLB is that the laying of the cable will proceed approximately twice as fast compared to SLB (400-500 m/h versus 50-200 m/h). This significantly reduces the risk on cable damage as the probability on adverse weather would be reduced. Furthermore, if necessary the burial operation can be postponed during bad weather. An advantage of SLB is the active control over the mechanical tension in the cable during the trenching operations, which is required in particular where the cable is buried to larger burial depths.

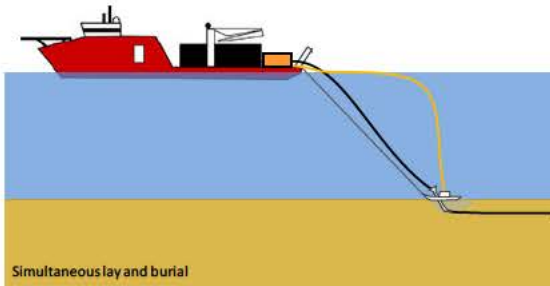


Figure 34 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

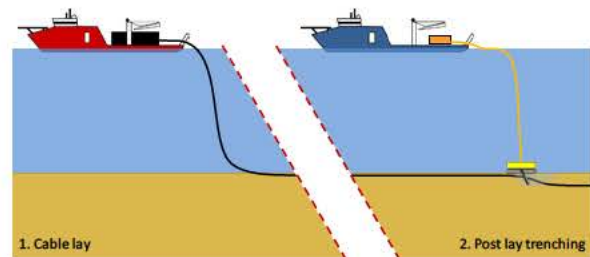


Figure 35 Post Lay Burial (PLB)

Any installation vessel for the offshore section of the submarine cable will be a vessel with considerable draft to cope with high seas and maximise the carrying capacity. The latter is needed to minimize the number of offshore cable joints. These vessels have a draft typically between 5 and 10 meters.





Figure 36 Typical deep water cable installation vessels

For the installation of the HVDC 525 kV cable system adaptations to the vessels are required to be able to transport the four cables that are part of the bundle. Until now the installation vessels are equipped to carry up to two separate cables plus a fibre optic cable. Adjustments to the vessel is therefore required for carrying the additional cable for the HVDC 525 kV cable system. This is however considered to be a feasible option.

8.4 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury a power cable into the seabed in order to provide protection to the cable against external threats. Each burial tool has its own advantages and drawbacks. Some tools are more suited to specific sea or soil conditions than others. Jetting trenchers for example operate well in non-cohesive sandy and soft clayey seabeds, while chain cutter trenchers are better fitted for tougher soil conditions like peat or stiffer clays. The benefits and disadvantages for each of the deployments of equipment and vessels span various features: speed, costs, weather dependency, risk to the integrity of the cable during trenching, likelihood of achieving the required depth of burial, draught, availability etcetera. A selection of specific conditions: shallow and deeper waters, strong currents and quieter areas, high waves and calmer areas, soft and hard seabeds, smooth and coarse surfaces, seabed undulations etcetera. Various cable manufacturers operate different types of laying spreads and burial tools, each with their own specific track record relating to the specific cable types. At tendering stage the contractors will prepare a burial assessment study based on the provided soil information of the IJV cable routes and on the specifics of the burial tool which they could offer.

The IJV cables will be buried into the seabed as a bundle of 3 power cables + 1 fibre optic cable. That has not been done at this scale before. Existing cable trenchers will have to be modified to cater for the installation of such a bundle. The width and the bending stiffness of the bundle on the other hand is expected to be comparable to the width and bending stiffness of the 220 kV AC cables, used on the AC offshore projects of TenneT. That reduces the complexity to some extent. Nevertheless, the handling and burial of the IJV cable bundle is considered one of the larger technical challenges of the IJV project.

The following customary burial tools are available for the offshore section. It should be noted though that this is not a limitative list. If other viable burial tools emerge those can be deployed as well, provided that their effects on the environment are comparable with the described burial tools and new tools might have to be developed to install the IJV cable bundle, based on the existing tools:

1. Jet sledge
2. ROV jet trencher
3. Chain cutter
4. Cable plough
5. Mass flow excavation

8.4.1 Jet sledge

The least complicated cable burial tools available on the market are the jet sledges. They are pulled by a barge or vessel for forward motion. The seabed is penetrated by water jets attached to the jet sledge and the cable is guided to the required depth through a cable duct, the so-called stinger.

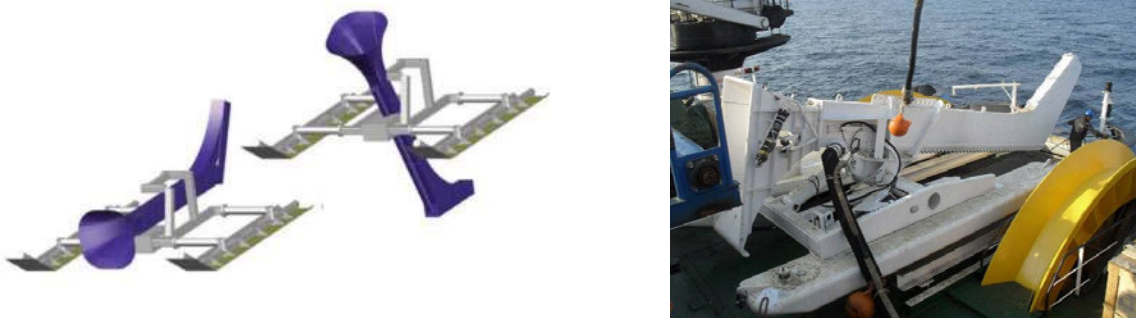


Figure 37 Typical Jet sledge

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 6.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 39) up to 8m with the BSS2 (see Figure 40).



Figure 38 BSS2 jet sledge

These trenchers are very suitable for non-cohesive soils and for soft clays. In stiffer cohesive soils as clay and peat however, these trenchers struggle to penetrate the ground.

By adding a chain cutter in front of the cable stinger, jet sledge trenchers can be made suitable for harder and more cohesive soils as well. The BSS3 trencher is an example of a jet sledge trencher with a chain cutter mounted.

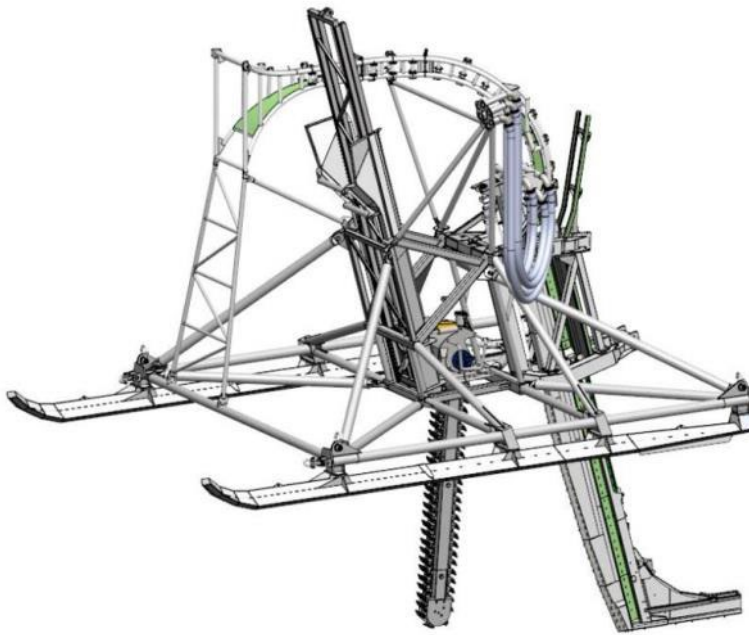


Figure 39 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger

Larger jetting sledges as the BSS2 and BSS3 are in the essence Vertical Injectors on a sledge, which makes this type of trencher more suitable in areas with swell.

For a bundled installation of cables, or of pairs of cables, a jet trencher can be fitted with either multiple swords or with a wider sword with multiple cable channels in that sword. The cables installed by TenneT across the Eastern Scheldt for instance were installed using multiple parallel swords.

8.4.2 ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel. While moving over the pre-laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own gravity once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling fill the trench with suspended soils. With an open jet sword trencher the lowering of the cable depends on the flexing down (depending on the bending stiffness) of the cable into the fluidised soil behind the trencher as well as on the re-sedimentation velocity of the suspended soil particles in the trench. High voltage cables are bend-stiff and

medium to coarse sand re-sediments quickly. This limits the effectiveness of open jet sword trenchers in sand. To improve the effectiveness of open jet sword trenchers, a so-called backwash sword can be mounted at the rear end of the trencher, which injects a high flow of low pressure water in the trench, thus keeping the sediments suspended along a larger length of cable. This results in a larger depth of burial in medium to coarse sands.

Some ROV jet trenchers are fitted with a so-called “depressor” which presses the cable down into the trench. The effectiveness of a depressor on a bend-stiff subsea power cable however is limited and there is a risk that a depressor damages the cable while pressing it down into the trench, in combination with the fluidised soil at and around it. This has resulted in some reluctance to apply depressors on high voltage power cables.

Jet trenchers can be self-propelled (tracks/skids and/or thrusters), or dragged.

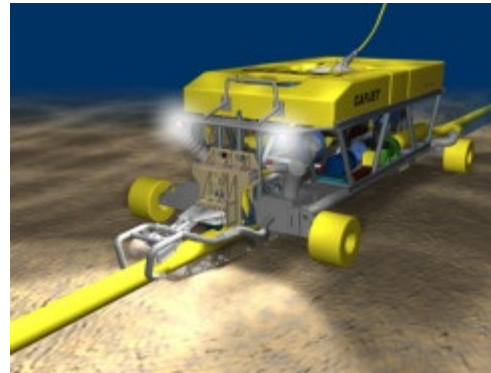


Figure 40 Typical ROV Jet trencher

8.4.3 For the burial of bundled cables, or of pairs of cables closely together, the cables or pairs of cables would be jet trenched in multiple passes, where each pass would trench one cable or one pair of cables. Chain cutter

To cut open cohesive and harder soil layers like clay, peat or glacial till, chain cutters use a driven belt with metal cutting teeth or plates. The cut soil is being transported upwards and out of the trench by the cutter belt or it is placed back in the trench behind the trencher. The cable is guided downwards into the cut trench through a blade or stinger, it is depressed by a depressor to the required depth or it is allowed to lower itself by its own gravity, depending on the type of cutter trencher.



Figure 41 Typical Chain cutter

For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 44. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of the cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch coast.



Figure 42 TM04 Wheel cutter cable trencher

If the cables are installed bundled, but not toughing, then the individual cables or pairs of cables, will have to be laid and buried after each other as parallel and simultaneous burial of cables using multiple mechanical cutters on one trencher will likely result in a very complicated trencher with a very high power demand.

8.4.4 Cable plough

The difference between a jet sledge and a cable plough lies in the fact that a cable plough can be pulled through cohesive soils by force, whereas a jet sledge only progresses through loosened sediments. Penetration in the seabed is achieved by a plough blade which digs itself into the soil. The cable is guided through the plough blade to the required burial depth, guided downwards by a cable guide. Optional jets on the plough blade facilitate soil penetration and reduction of pull forces, especially when ploughing in medium to dense sand. There are concerns with regards to the forces exerted on the cable when passing through a plough.



Figure 43 Sea Stallion cable plough

If cables are to be installed bundled by a cable plough, then the plough will have to be fitted with a special blade, which guides the individual cables, or the pairs of cables, to the required depth, without being hampered by forces between the cables or between the cable pairs.

8.4.5 Mass flow excavation

A mass flow excavation tool creates a large, low pressure flow of water which is aimed at the cable. This fluidises soil around the cable which allows the cable to sink into the seabed. In medium to coarse sand as present in front of the Dutch coast the majority of the fluidised sand stays around the cable and re-sediments back into the trench after the MFE tool has passed over. In finer sand however, as present further offshore in the German Bight, MFE results in a more or less open trench with the cable at the bottom. The tidal current and wave action will backfill the trench with surrounding soil material. This trenching tool has been used successfully for cable (re)burial on several high voltage power cable projects over the last years, amongst others BritNed and NorNed.



Figure 44 Mass flow excavation

Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 46, as used on BritNed, or by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger as shown in Figure 47. The latter has been used by TenneT to successfully rebury the NorNed cable in the Wadden Sea recently. Mass flow excavation is sometimes addressed as "controlled flow excavation" as well. The difference however lies mainly in the marketing.



Figure 45 Mass flow excavation by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger

Mass Flow Excavation would be suitable to bury bundled cables, as individual cables or as pairs of cables. As a result of the Mass Flow of water directed at the cables, the cables are likely to be pulled together during the installation, as a result of the lower pressure in the large flow of water, compared to the pressure in the surrounding.

8.5 Additional trenching tools

The following burial tools can be used for nearshore sections in case the main lay vessel is not suitable for the nearshore section. These require a barge which can be used as cable storage, main operation platform, direct

lay and burial methods or to operate other burial tools.



Figure 46 Typical nearshore cable lay barges

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 49 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main manoeuvring anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.

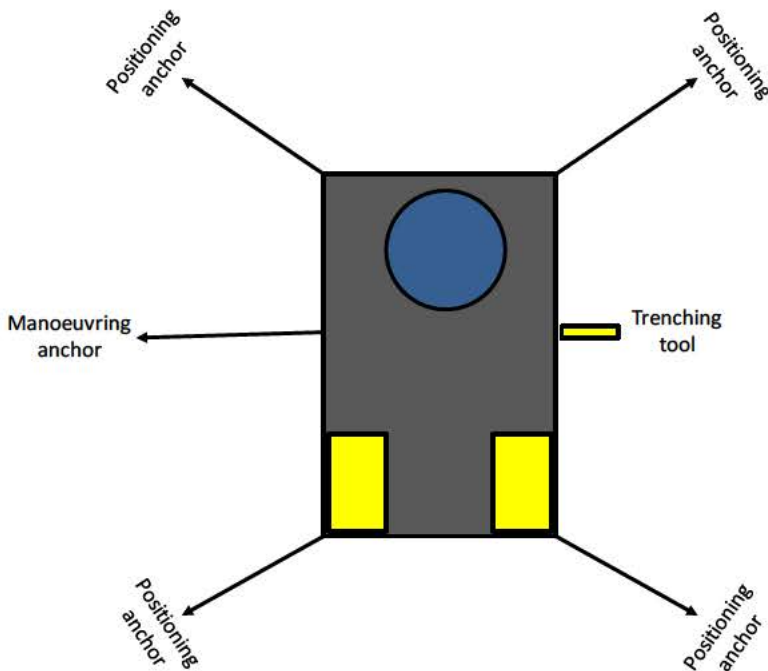


Figure 47 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

8.5.1 Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet -stinger. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through the stinger, which acts as a vertical cable duct. It is deployed from a barge; its top end stays above the water line and is kept to the side of the barge or vessel. Vertical Injectors did prove themselves to be reliable cable trenching tools for XLPE cables, simple and robust

and specially designed for nearshore operation. Burial depths up to 14 meter have been achieved. Vertical Injectors are typically deployed from a barge on anchors, but it can be deployed as well from a vessel on DP using just a pulling anchor. Downside of Vertical Injectors is their susceptibility to swell and waves.

Vertical Injector like trenchers have been used in the province of Zeeland in the Westerschelde to bury power cables.

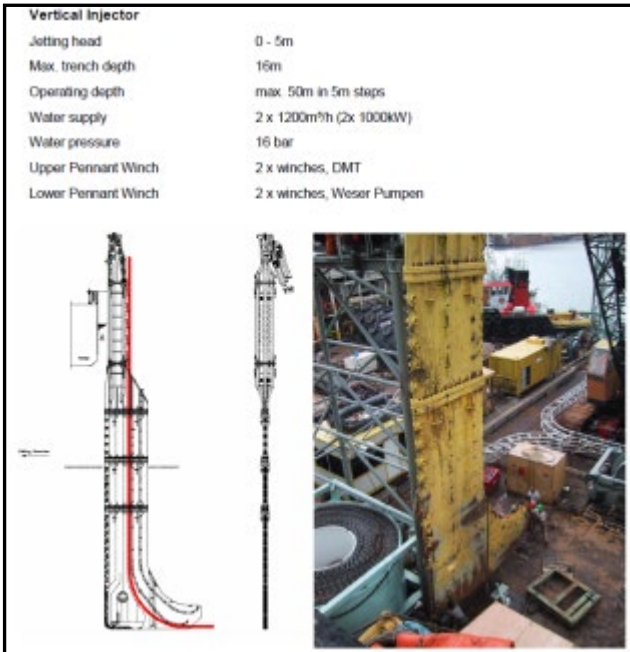


Figure 48 Vertical Injector



Figure 49 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland, location indicated in red



Figure 50 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland

In the figure above multiple cables are being installed in one go, closely together. This is an example of how cables can be installed bundled but not toughing.

8.5.2 Vibration plough

Vibration has the capability of fluidising non cohesive soils like sand and of breaking open cohesive soils like clay or peat. A vibration plough fluidises or opens up soil by means of a vibro sword. The cable is guided to the required depth through a duct in the sword, similar to a Vertical Injector.



Figure 51 Vibration plough deployed from a barge



Figure 52 Vibration plough on tracks

The advantage of a vibration plough is that it requires less jetting water thus causing less turbidity. The downside however is the noise and the disturbance caused by the vibrations.

If a vibration trencher would be fitted with parallel vibro swords, multiple cables or pairs of cables can be installed closely together. Or the individual cables or pair of cables are installed in multiple passes closely together.

8.6 Dredging

Dredging preceding the installation of the cables might be required along the IJV cable routes with mobile sand waves, to create a non-mobile reference level as depicted in Figure 9 and as described in chapter 5. Dredging

can be required as well to provide the cable installation vessels access to specific route sections, for instance across sand banks or to approach the land fall location close enough to execute a shore pull-in operation from a safe distance to shore.

The dredging operations preceding cable installation will be limited by the maximum dredging volume as per installation permit. After trenching of the cable into the bottom of the pre dredged trench, no active backfilling of the trench will be executed, backfilling of the dredged trench will be left to nature, except at locations where artificial backfilling will be required to meet specific permit requirements.

The dredging can be done by Trailing Suction Hopper Dredgers, or "hopper" in short. Hopper dredgers are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents in the nearshore section.



Figure 53 Trailing Suction Hopper Dredger

Once the hopper approaches the trench location, it lowers the drag head attached to the lower end of the suction pipe to the seabed. The soil is loosened by the cutting and jetting characteristics of the drag head teeth and jets. The dredge pump located in the vessel's hull sucks the loosened soil from the seabed to form the trench. The removed soil is raised via the suction pipe into the vessel's hopper. The dredged soil is kept in the hopper whilst the water leaves the hopper via an overflow.

The volumes to be dredged, the production of the dredging equipment and the time required for the dredging operations will be engineered during the preparation phase of the project. In case the cables are installed bundled with some meters between the cables or between the pairs of cables, then the dredging profiles will have to be slightly wider to facilitate passing of a wider trencher or of multiple parallel passes of a trencher.

The dredged soil is disposed of in the direct vicinity of the area where the soil is dredged, in order to keep the dredged soils in the local mobile seabed system. Where disposal is not allowed in the direct vicinity, the dredged soil will be disposed of along nearby route sections with mobile seabeds. If however the soil conditions would not

allow those soils to be dispersed at sea, for instance if the dredged soil is contaminated or if the soils contain too many fine particles, then that soil will be dispersed of at dedicated soil dispersal locations on land or where available at sea. The contaminations could comprise of human industrial waste or of contaminations of natural sources, such as high arsenic peats. Soils containing contamination with PFAS will be dispersed of downstream or in dedicated storage areas, in accordance with the applicable legal requirements.

The same approach will be used where artificial backfilling is required to meet specific permit requirements. For the backfilling mobile seabed material from adjacent route sections will be used, in a same manner as for instance used on the Hollandse Kust (zuid) project, where the HDD exit pit near the Maasvlakte had to be backfilled.

9. Offshore cable crossings with 3rd party assets

The 525 kV submarine cable route crosses some in service 3rd party subsea assets as well as some out of service pipelines. This chapter describes the different crossing methods for those in service assets and out of service pipelines.

9.1 Cable and pipeline detection survey

Prior to cable installation operations a survey will be performed to locate the in-service, the out-of-service subsea assets and unknown subsea assets. The results of this survey will be used for the detailed design of the crossing structures. Information provided by the owners of the subsea assets as well as information from the competent authorities will be used for this survey, for instance their last route inspection survey data.

9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines

9.2.1 Crossing structures

Three types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets and with out of service pipelines in Dutch waters. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more and a means of protecting the cable where it is laid over the 3rd party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
3. Separation by concrete mattresses

Those crossing structures have proven to be suitable and sustainable in the Dutch waters.

If however the owner of the 3rd party subsea asset would require another type of crossing structure and rejects the standard TenneT crossing structures, then the following will be considered as well: separation by sand- or grout bags or rock nets placed at the crossing location, outer protection by rock. This has the downside that placement of these bags or nets is quite labour intensive.

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations.

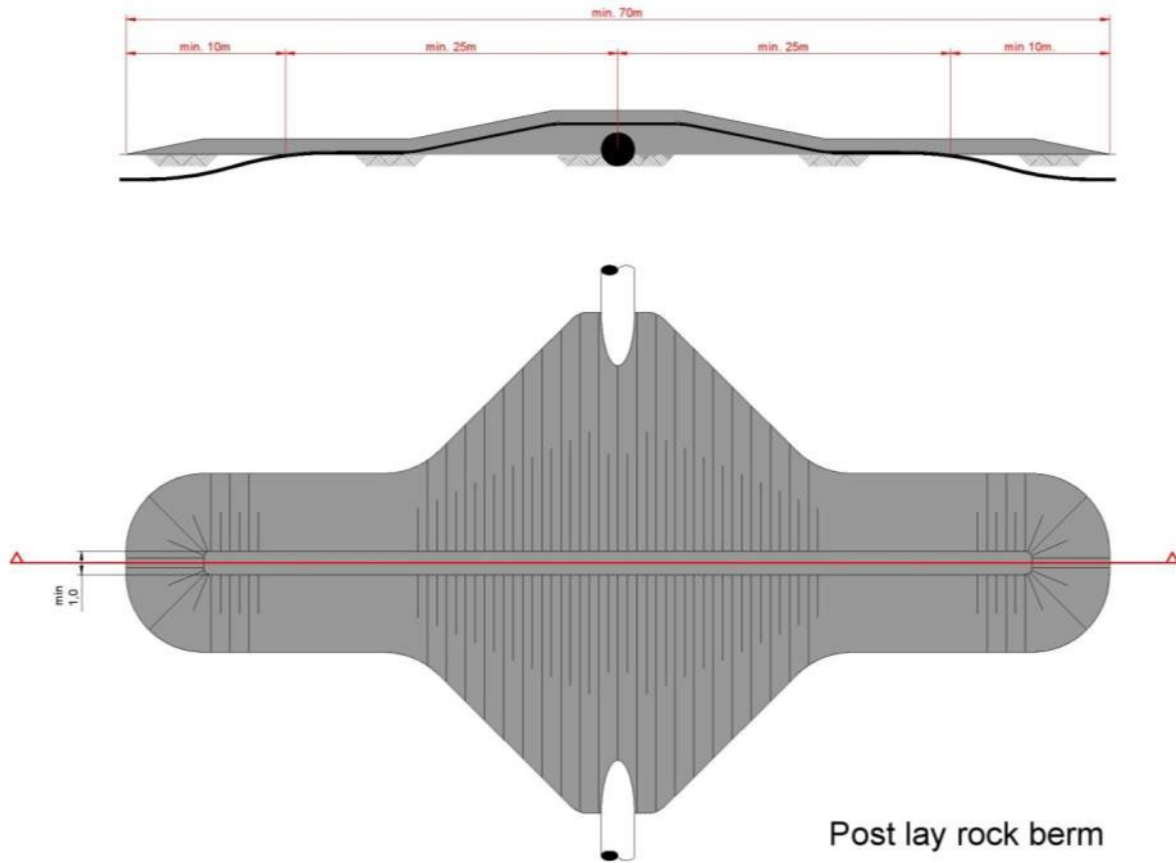


Figure 54 Typical rock - rock crossing structure

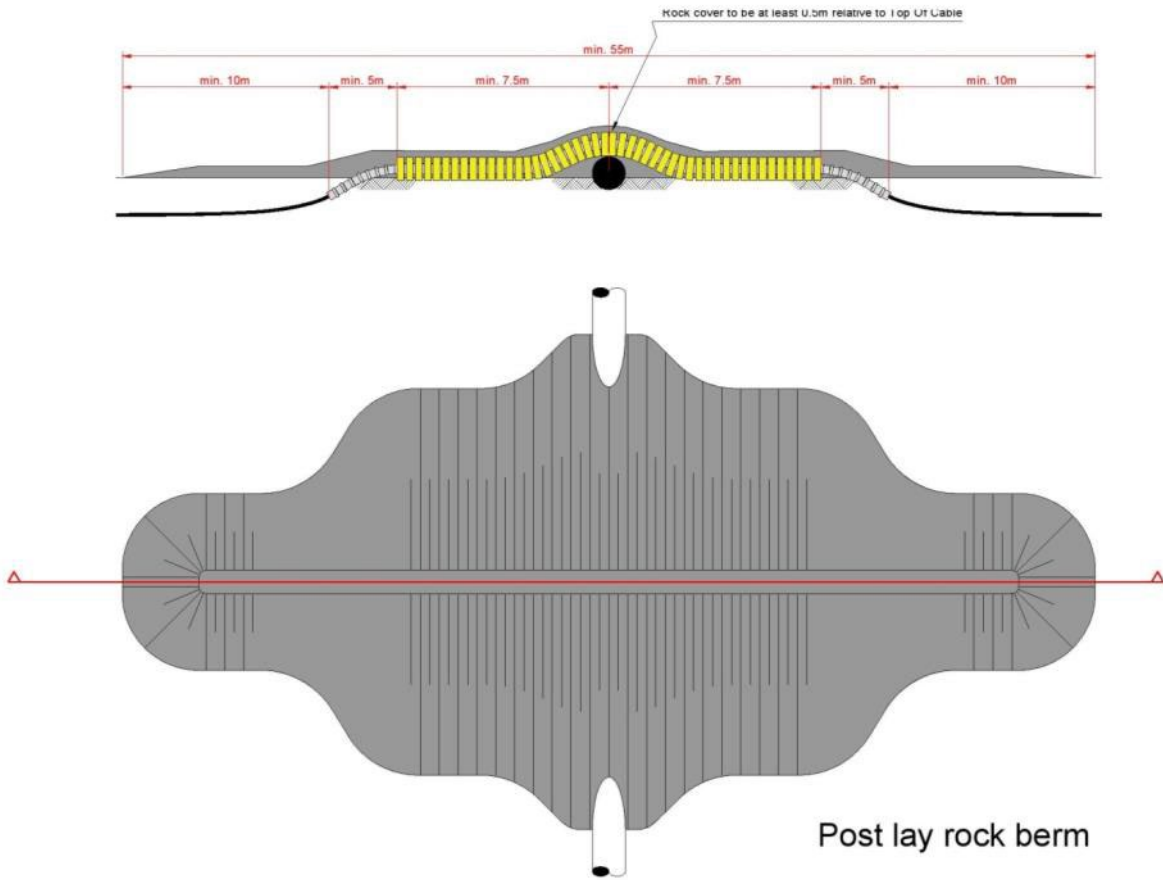


Figure 55 Typical separator - rock crossing structure

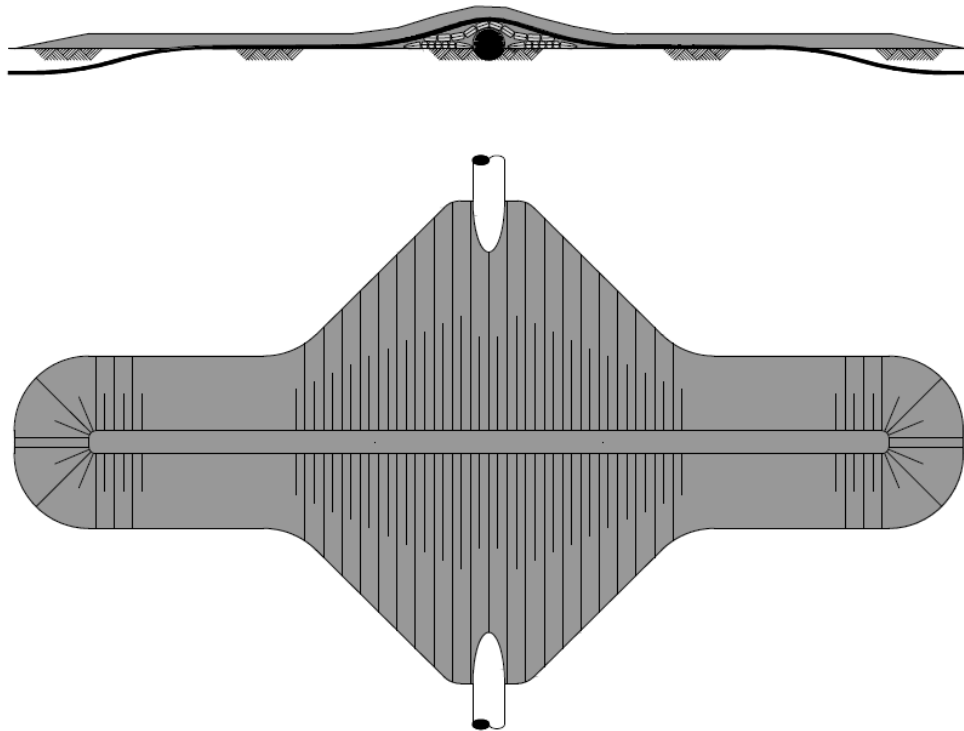


Figure 56 - Typical concrete mattresses - rock crossing structure

9.2.2 Outer rock layer

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats. The movement of the rock under storm conditions results in less steep side slopes of the rock berm, which stabilises the rock berm. Therefore some displacement of rock increases the stability of the rock berm.

On top of the outer rock layer a sprinkle layer of gravel with a D90 of less than 80 mm will have to be placed with a minimum thickness at installation of 0.2 m, aimed at minimising the risk of hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen). The effectiveness of this so-called sprinkle layer in avoiding hooking of fishing gear behind rocks is not supported by studies and experiments; even with a sprinkle layer installed quite some rocks are fished away. It is considered to be a compromise with the fishery liaisons. On the Hollandse Kust (zuid) project this sprinkle layer has been made of marble (remains of a marble quarry in Norway), which provides chalk to bottom life. That way the required sprinkle layer has been given another useful function.

10. Post installation activities offshore cables

10.1 Remedial burial by jet trenching or MFE

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by an ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

10.2 Post lay protection of cable segments

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as much as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

10.3 As built survey

After the completion of the installation operations a dedicated as built survey will be conducted to measure the actual burial depth along the full cable routes

During the installation of the cables the penetration depth of the burial tool can be used as the as-buried survey, provided the cable depth is physically determined by the applied burial tool.

The dedicated as built survey will establish the bathymetry along the cable route after installation as well as the depth of burial of the cables. There are several methods to establish the depth of burial of subsea power cables; they can however be split in the following groups:

1. Passive electromagnetic methods which transmit a changing electromagnetic signal into the seabed and measure the response of the cable to this changing field. These methods have a limited penetration depth and are therefore only suitable for shallowly buried cables. Example: TSS440.
2. Active electromagnetic methods which use an electromagnetic tone put on the cable to measure the burial depth of the cable. A tone can only be put on a cable when it is not in use, therefore a subsea power cable has to be taken out of operation for such a survey. This survey method however is suitable to measure larger depth of burial of cables compared to the passive method. Example: TSS350, DoBStar and Orion.
3. Electromagnetic methods which use a signal transmitted by the cable system to measure its depth of burial. This method can for instance make use of higher harmonic ripples on direct current interconnectors. Example: DoBStar and Orion
4. Acoustic methods which use the reflections of acoustic signal on the cable to measure its depth of burial. This method however requires relatively large instruments and is therefore more complicated and more costly. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial, in terms of cover by soil on the cable ("gronddekking"). This depth of

burial is to be established periodically over the lifetime of the cables, typically once a year over the first three years of its operational lifetime. If the cables have proven to be well buried, the permit allows for a request for relaxation in the interval of these surveys. By surveying the bathymetry over the cable route, the cover by soil on the cable will be derived, using the As Built survey data.

The depth of burial of a cable can change over its lifetime as a result of changes in the seabed. Seabed mobility changes the depth of burial of a cable over time. A subsea power cable does not move within the seabed. If the changes of the seabed over time are accurately measured, the changes in the depth of burial of the cables can be established based on a comparison between the most recent survey and the as built survey, provided the as built survey has been a continuous and reliable survey. Bathymetrical surveys over a cable route can be performed at significantly lower costs than surveys measuring the depth of burial of the cable in the seabed. From a cost efficiency perspective therefore a continuous and dedicated as built survey of the installed cables will be performed such that the consecutive route surveys to check the burial depths of the cables can be performed by just bathymetrical surveys.

11. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable tree main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation. Additional survey can be executed as well after a storm passed over the cable route which exceeded the design conditions.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock or gravel dumping might be applied.
3. A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired. Depending on the lay configuration of the cables, one cable, a pair of cables or all of the cables will have to be cut and lifted above water for a repair.

12. Decommissioning offshore cables

12.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the IJV cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

12.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3rd party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the IJV cables can be removed during decommissioning as well, provided the environment benefits from such a removal.

13. Onshore converter station

The onshore converter station forms the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert from DC to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

13.1 Design

The design of the onshore converter station is not yet known.

13.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment (AC Yard Grid Side, AC Yard Converter Side, DC Yard(s), Neutral Yard)
- Converter Hall buildings, containing HVDC Converter towers and DBS
- Transformer Buildings/Yards, containing HVDC Transformer units
- Service Building(s), containing all auxiliary, secondary- and safety systems
- Third party building containing space for the wind farm operators and RWS
- Outdoor cooler banks for converter cooling
- Storage facilities, for spare parts

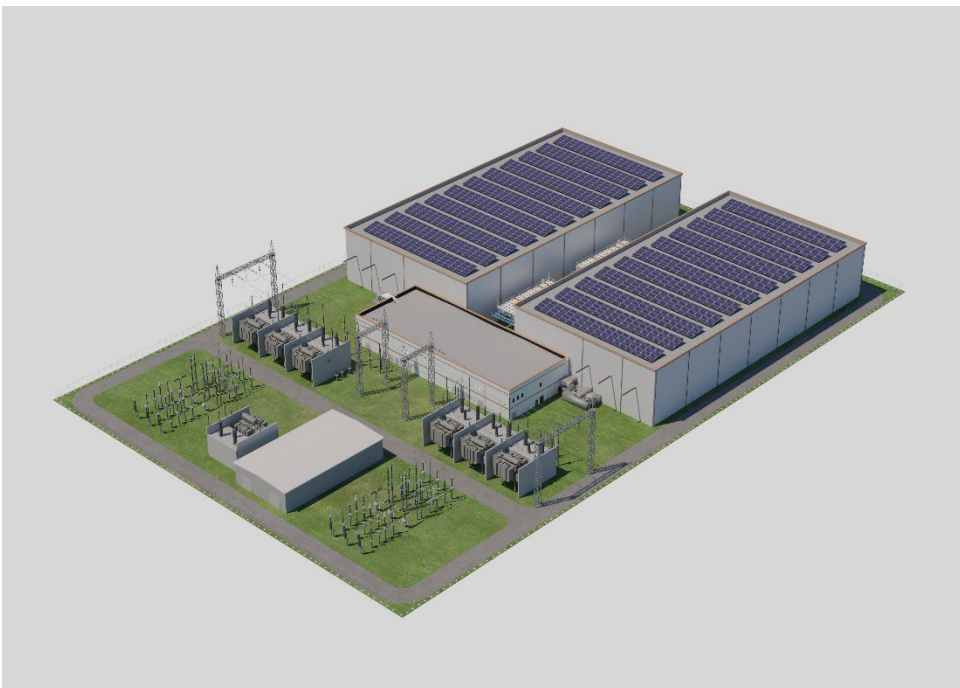


Figure 57 - Artist impression onshore converter station Gamma

13.1.2 Electrical Installation

The 525 kV export cables from the platform are connected in the indoor DC and Neutral yards, where also converter reactors may be connected (depending on HVDC supplier). The power is converted from DC back to AC by the HVDC Converter, then the voltage of the transmitted power is adjusted by the HVDC transformers to the voltage level of the Onshore AC Grid (380 kV or 400kV, depending on national grid code) to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

13.1.3 Safety and environment

The onshore converter station will be unmanned when the HVDC system is in operation, since it can be remotely operated. The transformers are placed indoors. Fluids like oil and rainwater are collected at the bottom of these buildings and drained through an oil/water separator to open water or infiltration system to prevent oil spillage in the environment.

Since several sound sources are installed at the onshore converter station, an acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

The ground level of the plot needs to be partly elevated due to flooding risks. The elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

13.1.4 Access

The onshore converter station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one access road is foreseen.

Beside access by TenneT, also third parties (such as the OWF operators) will have access to a specific part of the premises. For this an additional entrance gate is foreseen, to prevent access of third parties to the rest of the onshore converter station.

13.1.5 Buildings

At the onshore converter station area various buildings will be constructed. The following buildings are anticipated:

- Service building;
- Transformer buildings;
- Converter Hall;
- Spare parts building;
- Third Party Building.

13.2 Construction phase

The onshore converter station construction consists of two main parts:

1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the

plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. For the Borssele location piling is expected to be necessary, while at the Maasvlakte location piling might not be required. The construction of all buildings is also executed in the civil part.

2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary and safety systems.

13.3 Operational phase

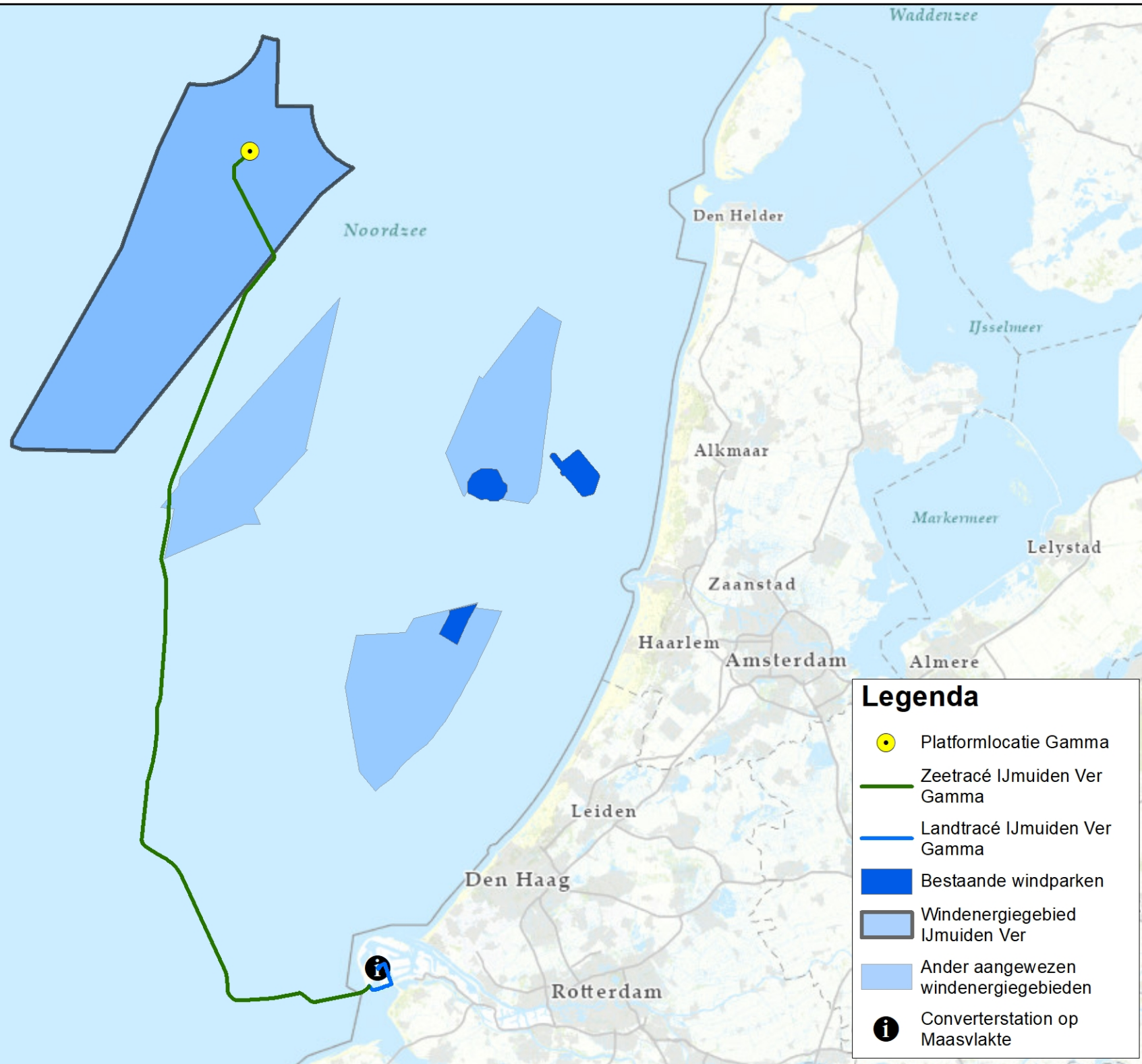
During the operational phase of the onshore converter station maintenance will be executed. The extent of the maintenance consists of visual inspections and maintenance campaigns.

13.4 Decommissioning

After the life span of 30-50 years of the onshore converter station the onshore converter station will be demolished/recycled if it's not being used for any other function.

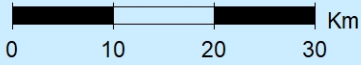
Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 4: Kaarten tracé Net op Zee IJmuiden
Ver Gamma



Legenda

- Platformlocatie Gamma
- Zeetracé IJmuiden Ver Gamma
- Landtracé IJmuiden Ver Gamma
- Bestaande windparken
- Windenergiegebied IJmuiden Ver
- Ander aangewezen windenergiegebieden
- Converterstation op Maasvlakte






Maasvlakteweg


Maasvlakteweg


N15

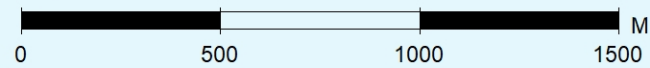
Euro

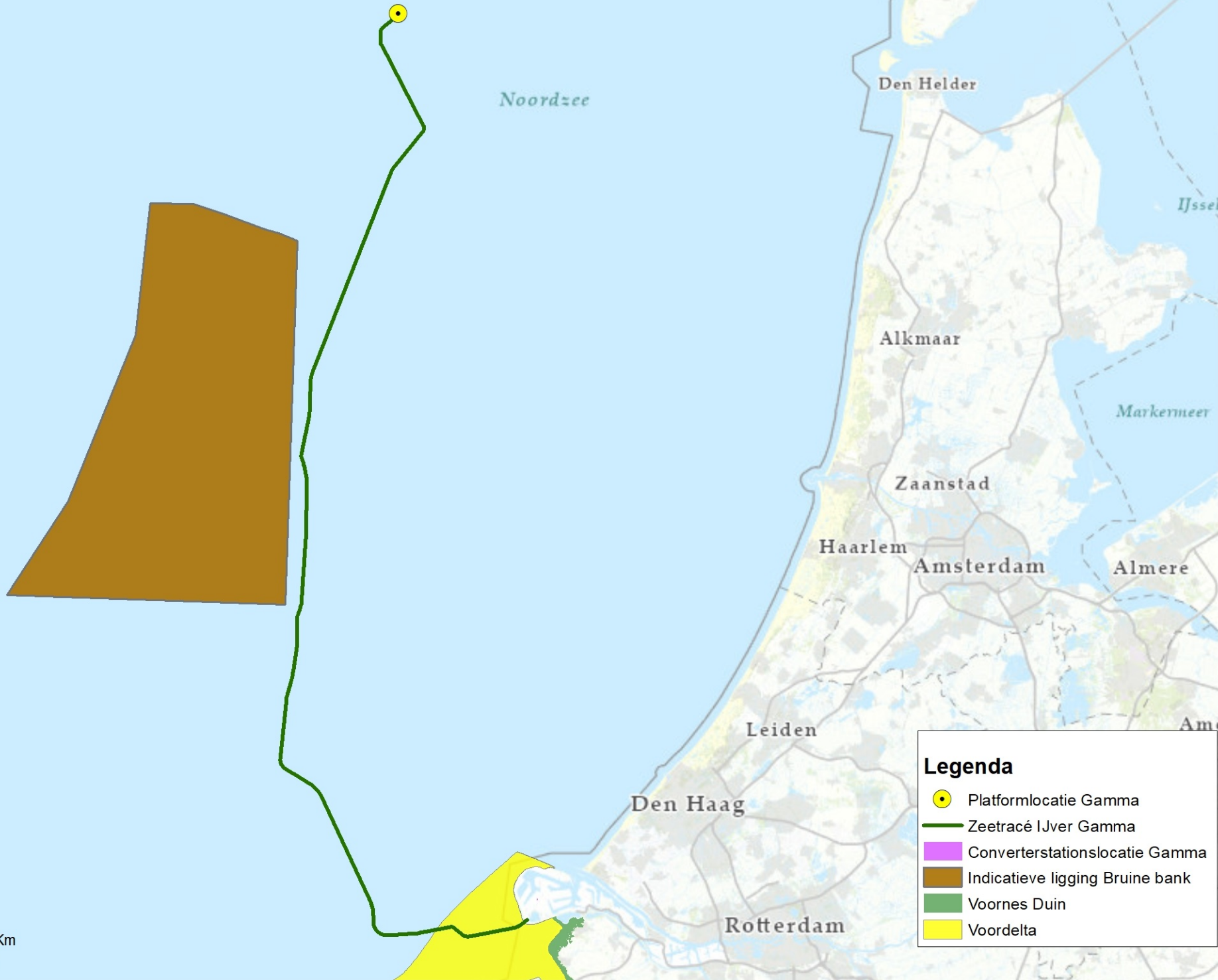
Legenda

 Zeetracé IJmuiden Ver Gamma

 Landtracé IJmuiden Ver Gamma

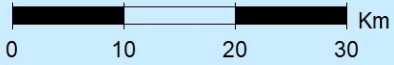
 Converterstationslocatie Gamma





Legenda

-  Platformlocatie Gamma
-  Zeetracé IJver Gamma
-  Converterstationslocatie Gamma
-  Indicatieve ligging Bruine bank
-  Voornes Duin
-  Voordelta



Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 5a: Soortenbeschermingstoets Net op
Zee IJmuiden Ver Gamma

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 trekvisser 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 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 (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 voorgenumen werkzaamheden

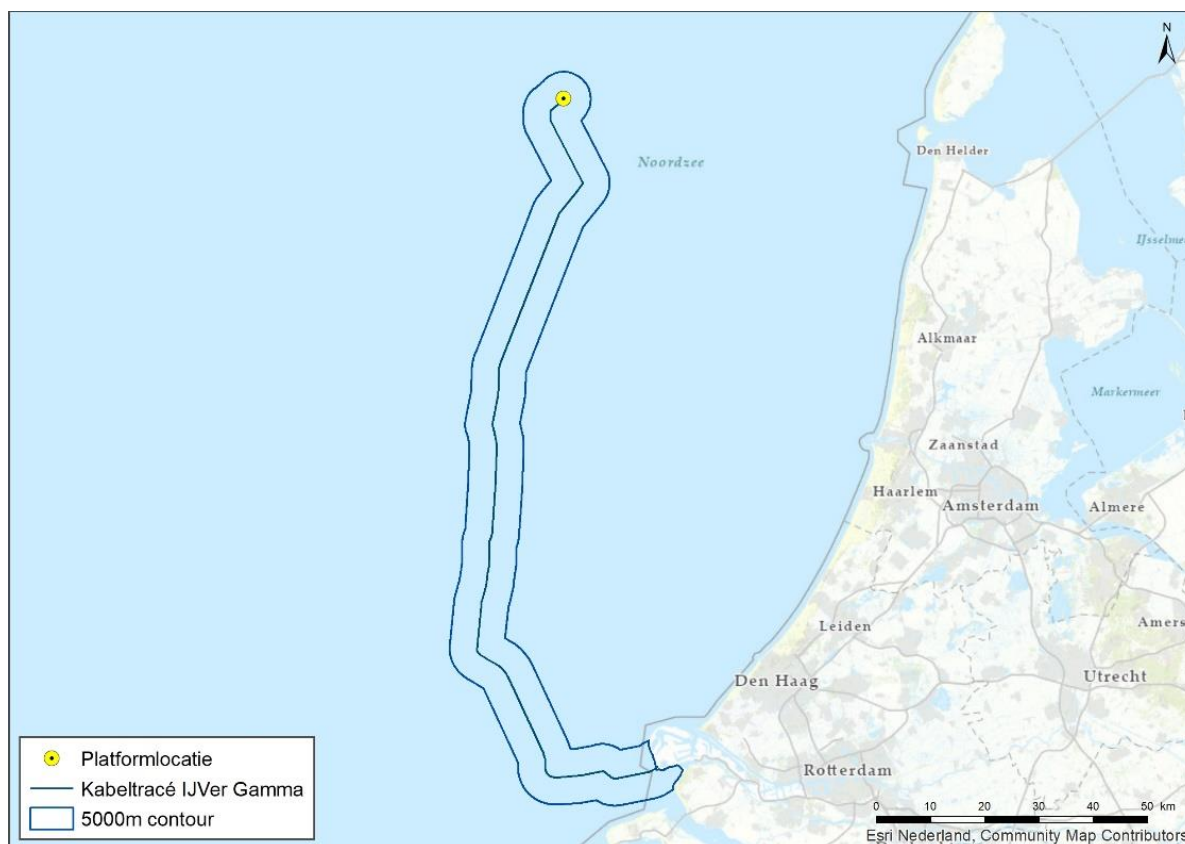
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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 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., 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

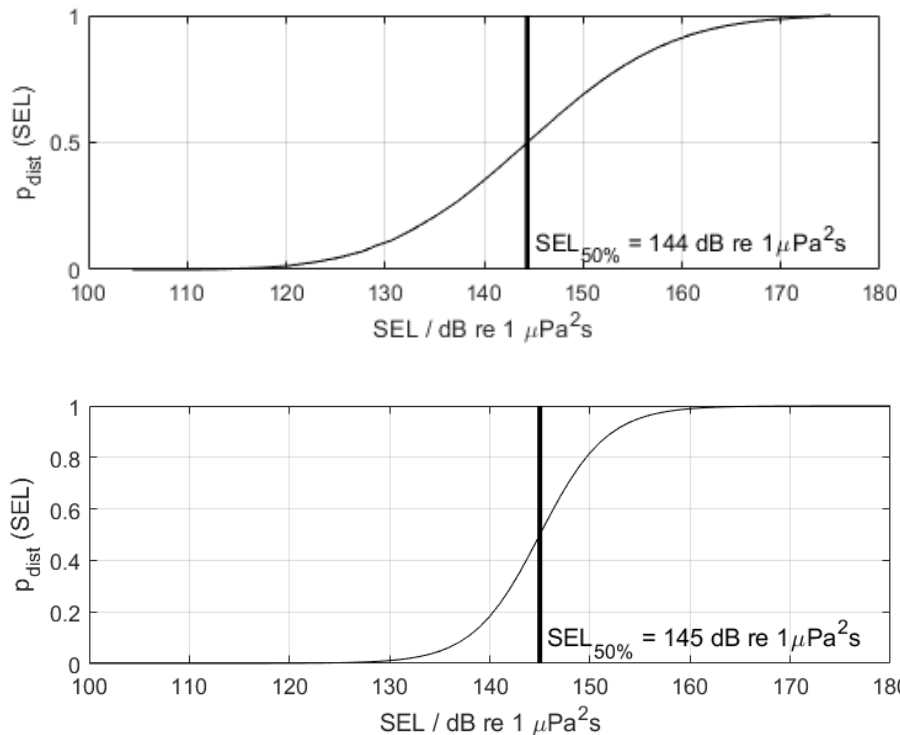
3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

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 zehonden 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 μPa^2s ;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 120 dB re 1 μPa^2s .

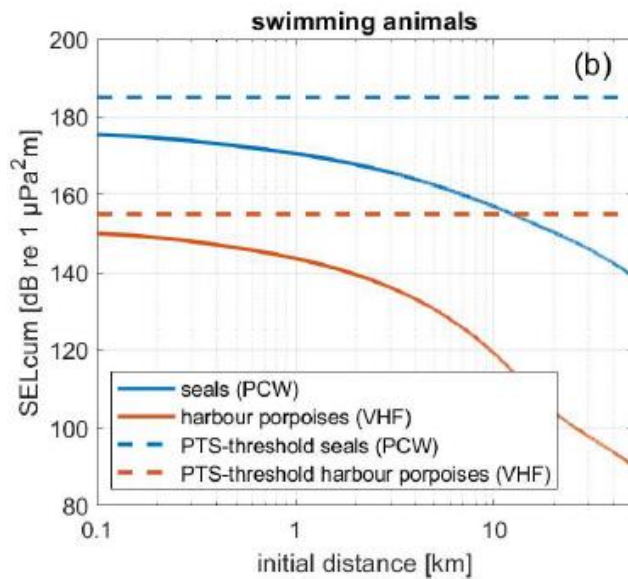
50% van de dieren ondervindt effecten bij de volgende waarden:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELs van 145 dB re 1 μPa^2s ;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 144 dB re 1 μPa^2s .

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):

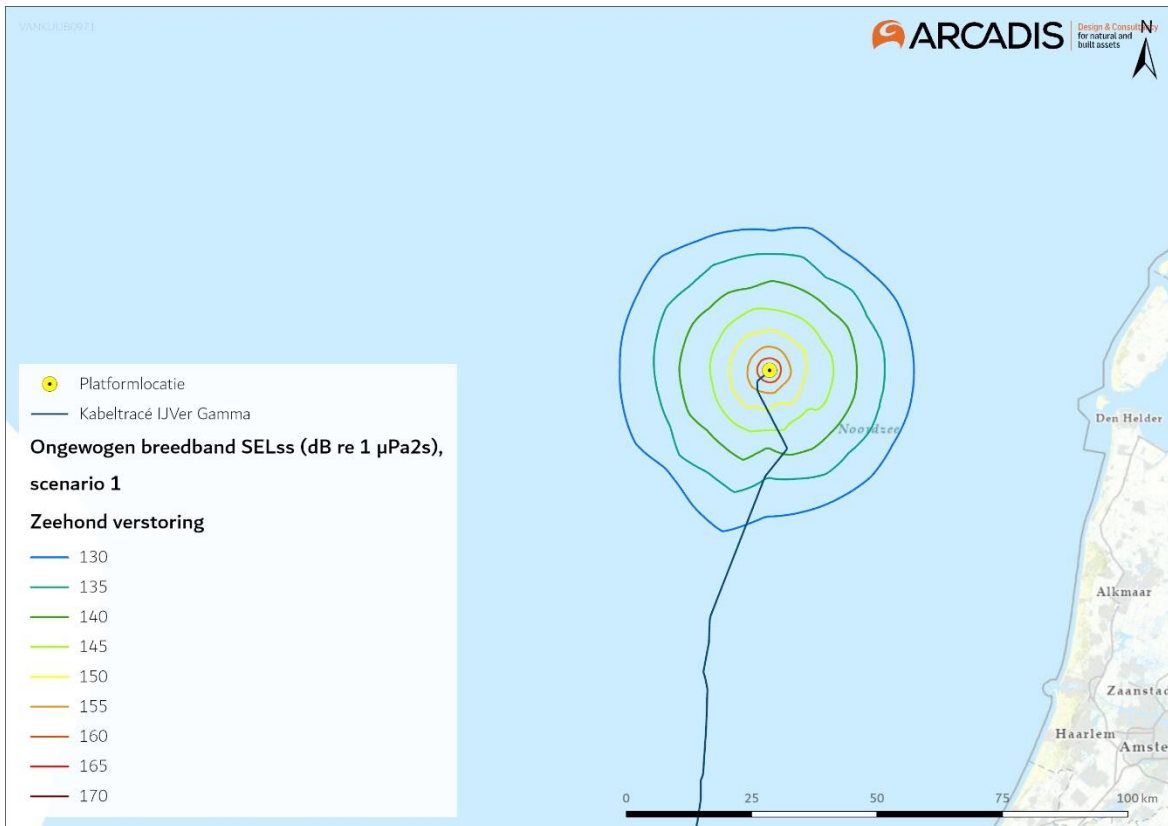
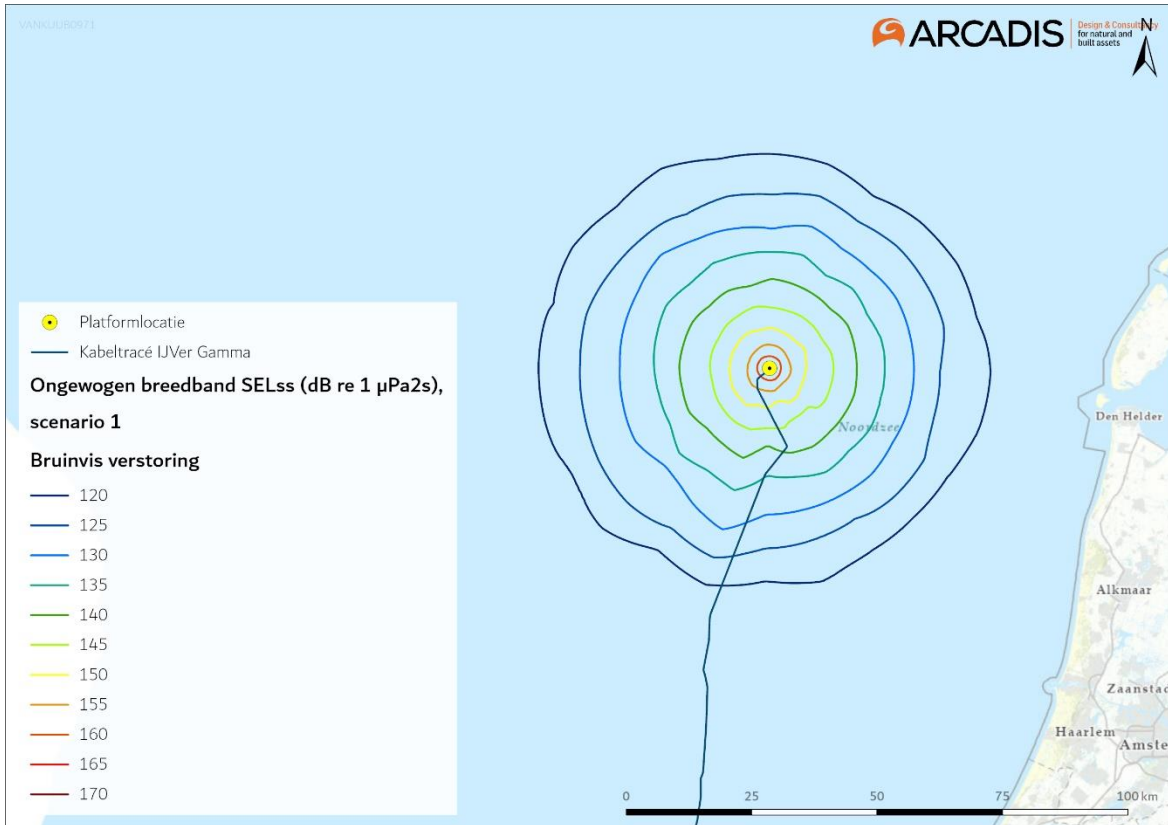
- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

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 verstoringsoppervlak 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 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 verreikende 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 Bovenwaterverstering 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 langgolelige (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.

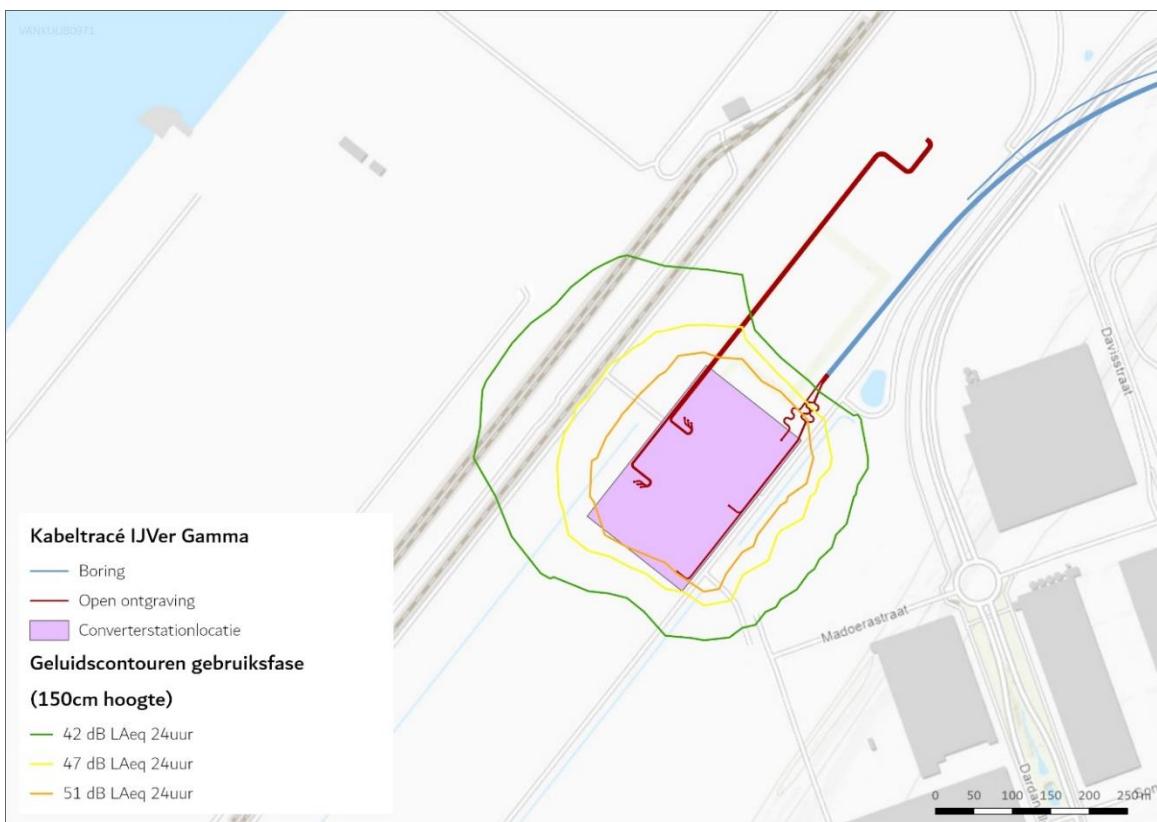
3.7.1 Geluid

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.

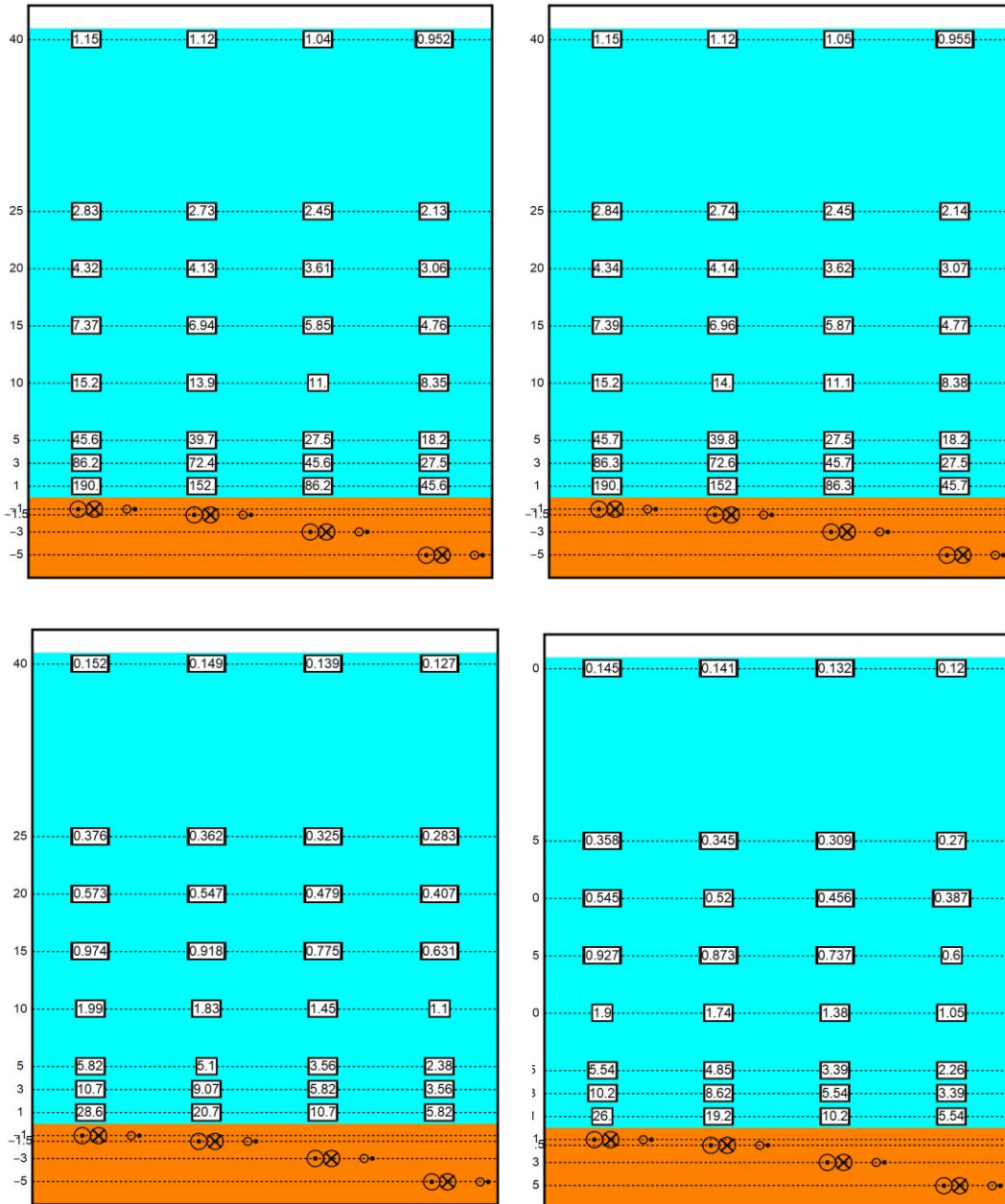
Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Gamma.

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

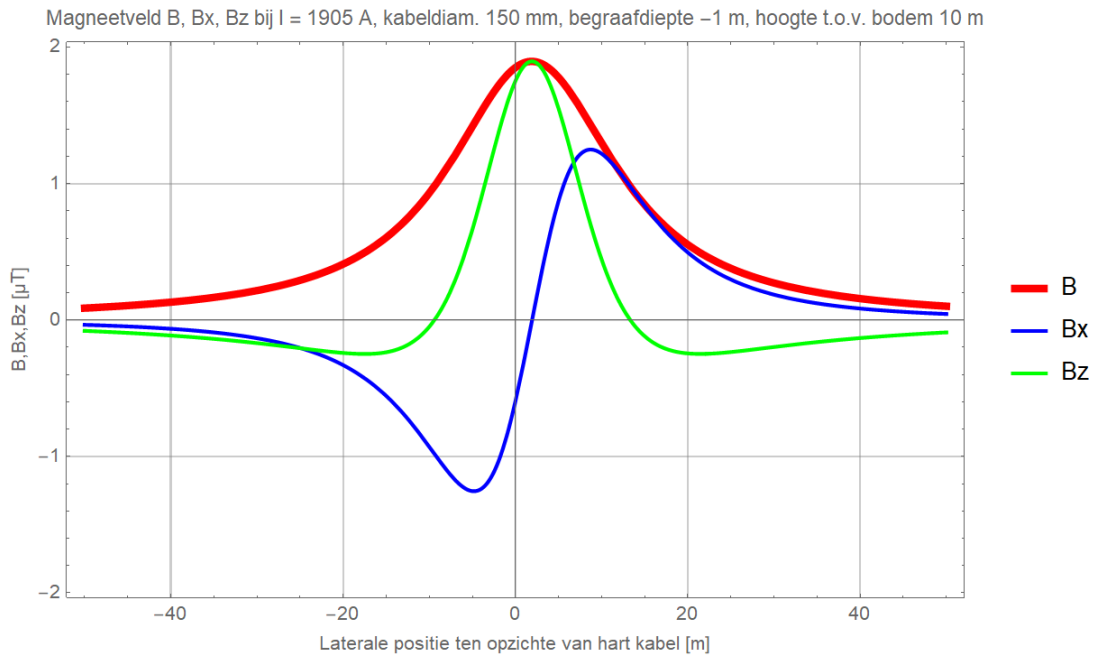
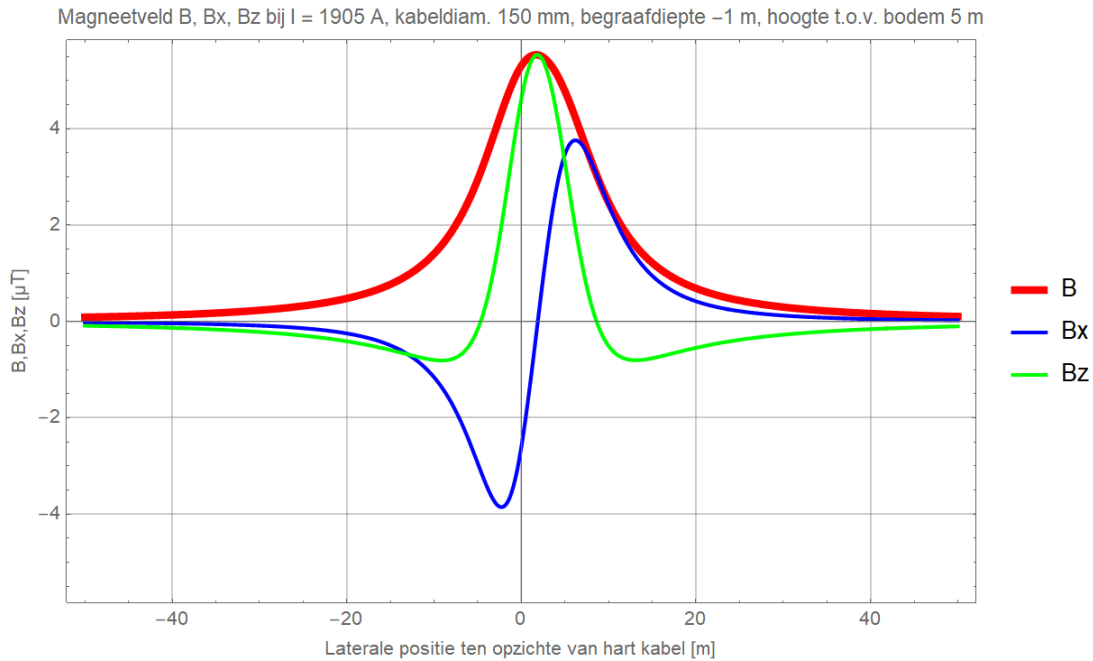
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 11 is de worst-case magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal 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 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). 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.

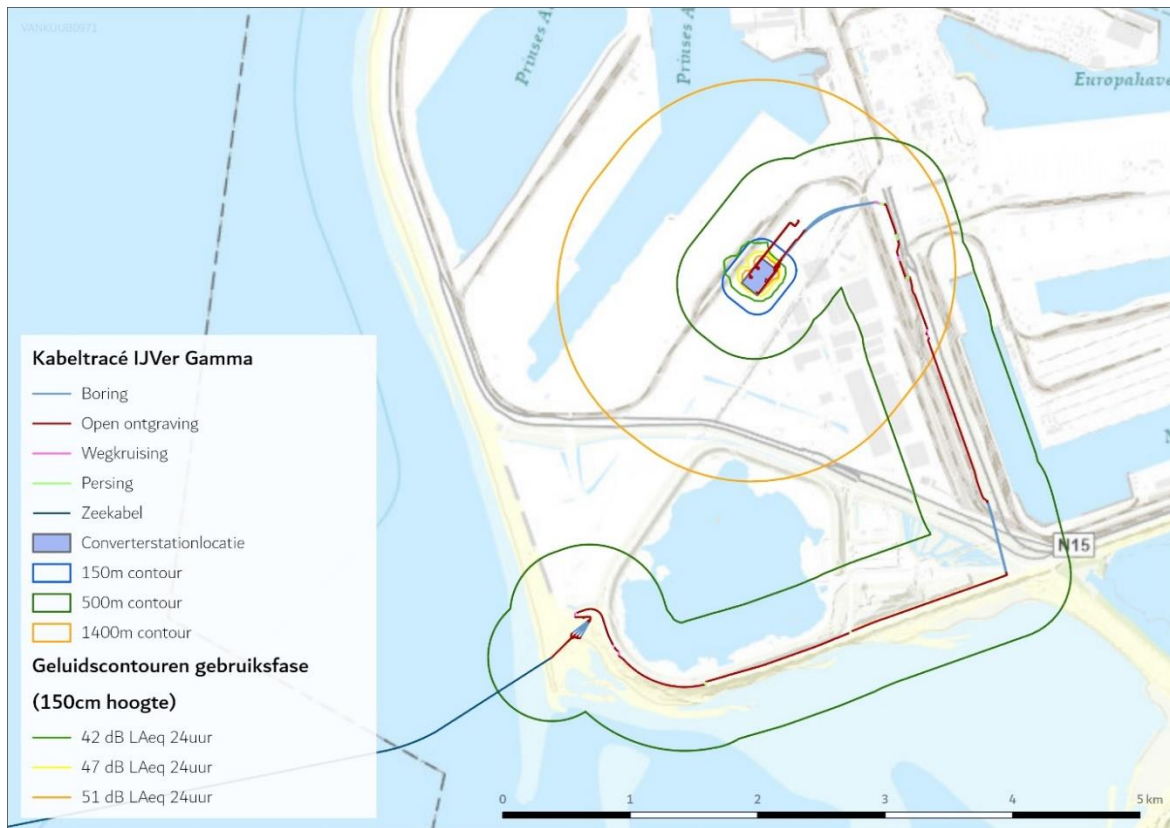
Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna, dit wordt niet verder beoordeeld.

3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

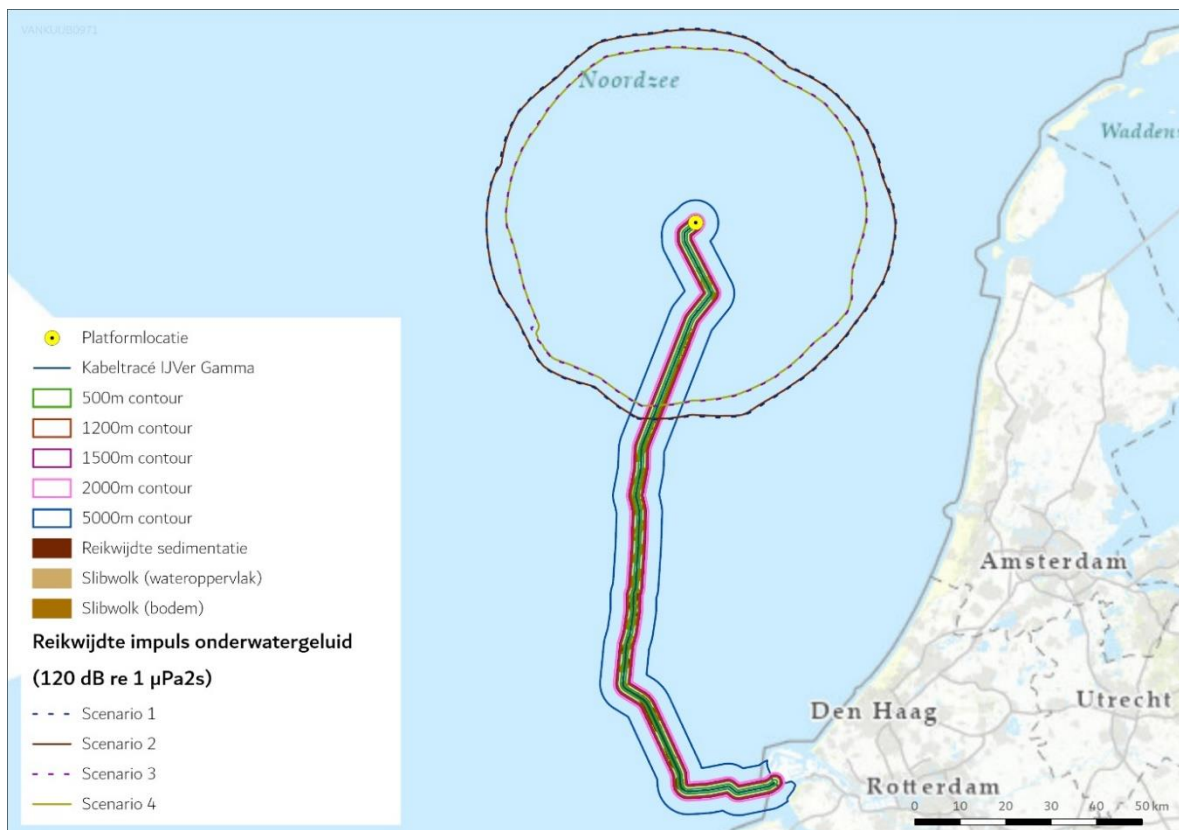
In Tabel 1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op land of op zee optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. Indien een gevolg voor beide fases relevant is wordt de worst-case benoemd en beoordeeld. In Figuur 14 en Figuur 15 zijn de 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).

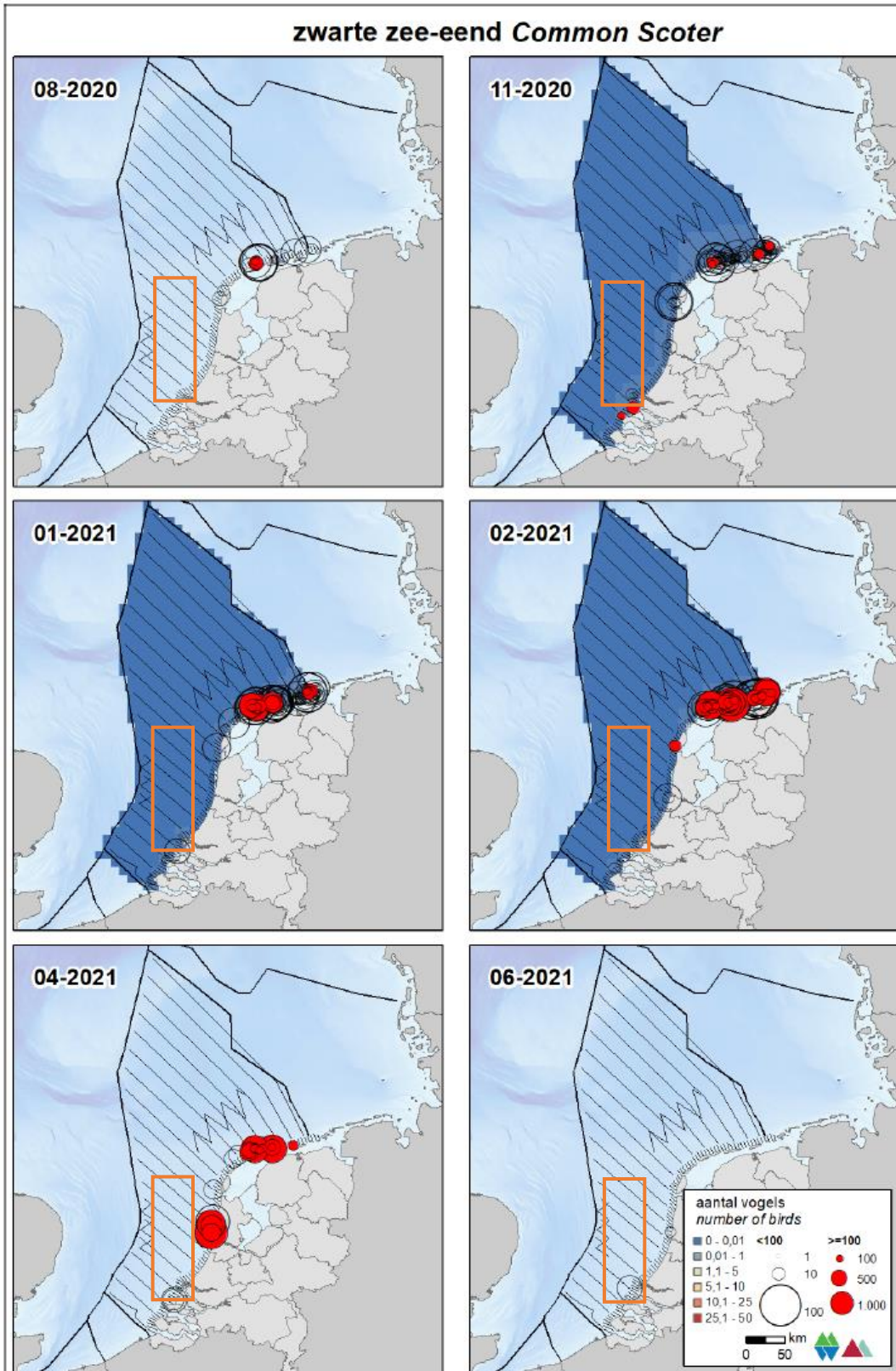
De eendensoort die met de grootste aantallen waargenomen is in 2019/2020 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is de zwarte zee-eend.

Zwarte zee-eend

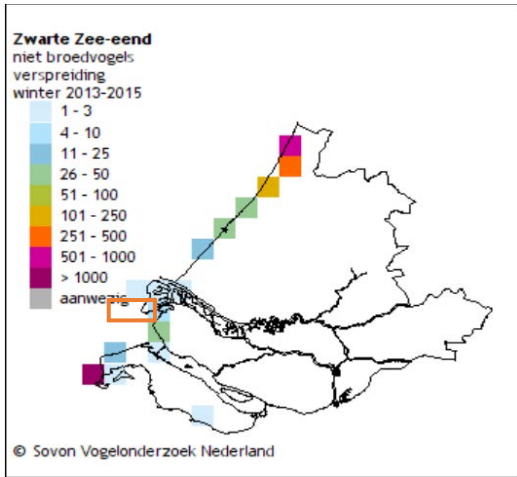
De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts et al., 2016). In recente jaren waren er incidenteel in de Voordelta wel grote aantallen 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).

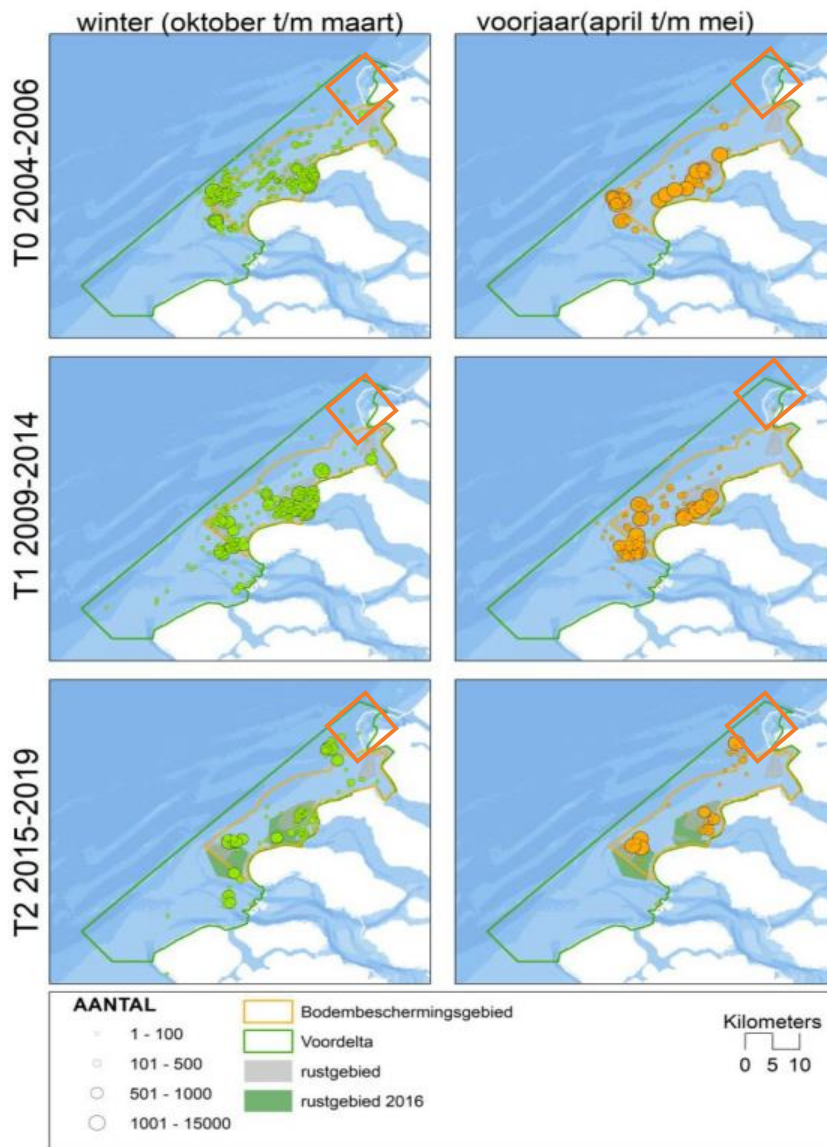
De zwarte zee-eend is een doortrekkende soort die in heel Nederland op zee voorkomt. In het plangebied komt de soort sporadisch, in lage aantallen, voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding 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

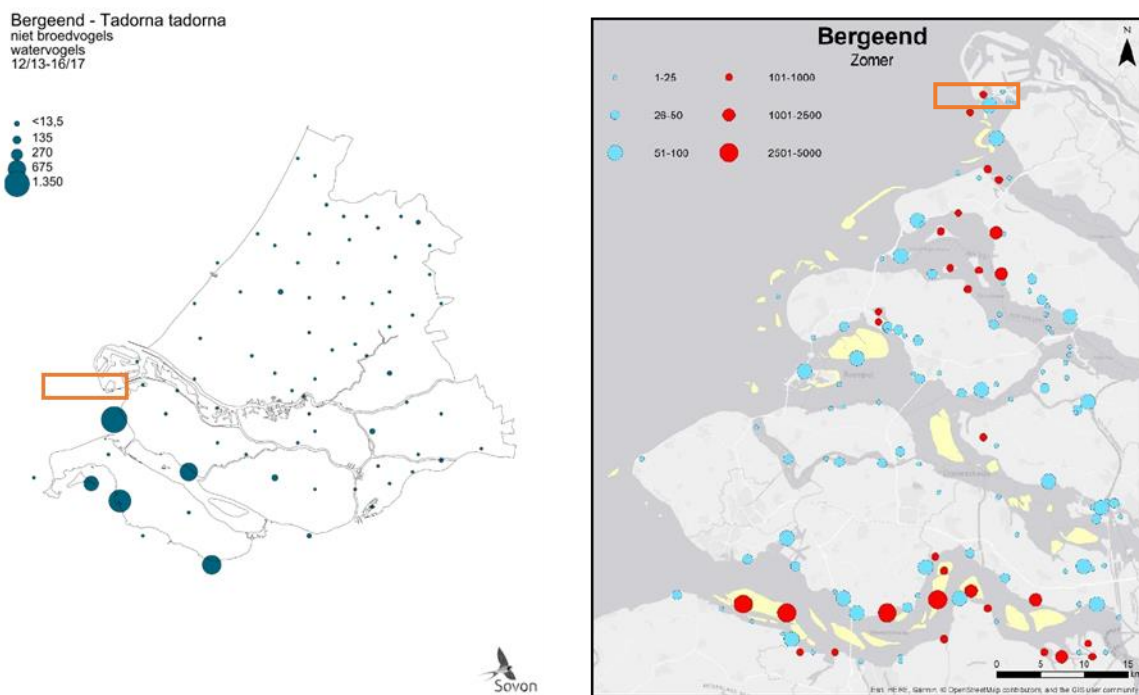


Figuur 18 Verspreiding van de zwarte zee-eend in verschillende seizoenen over verschillende jaren in de Voordelta (Prins et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

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

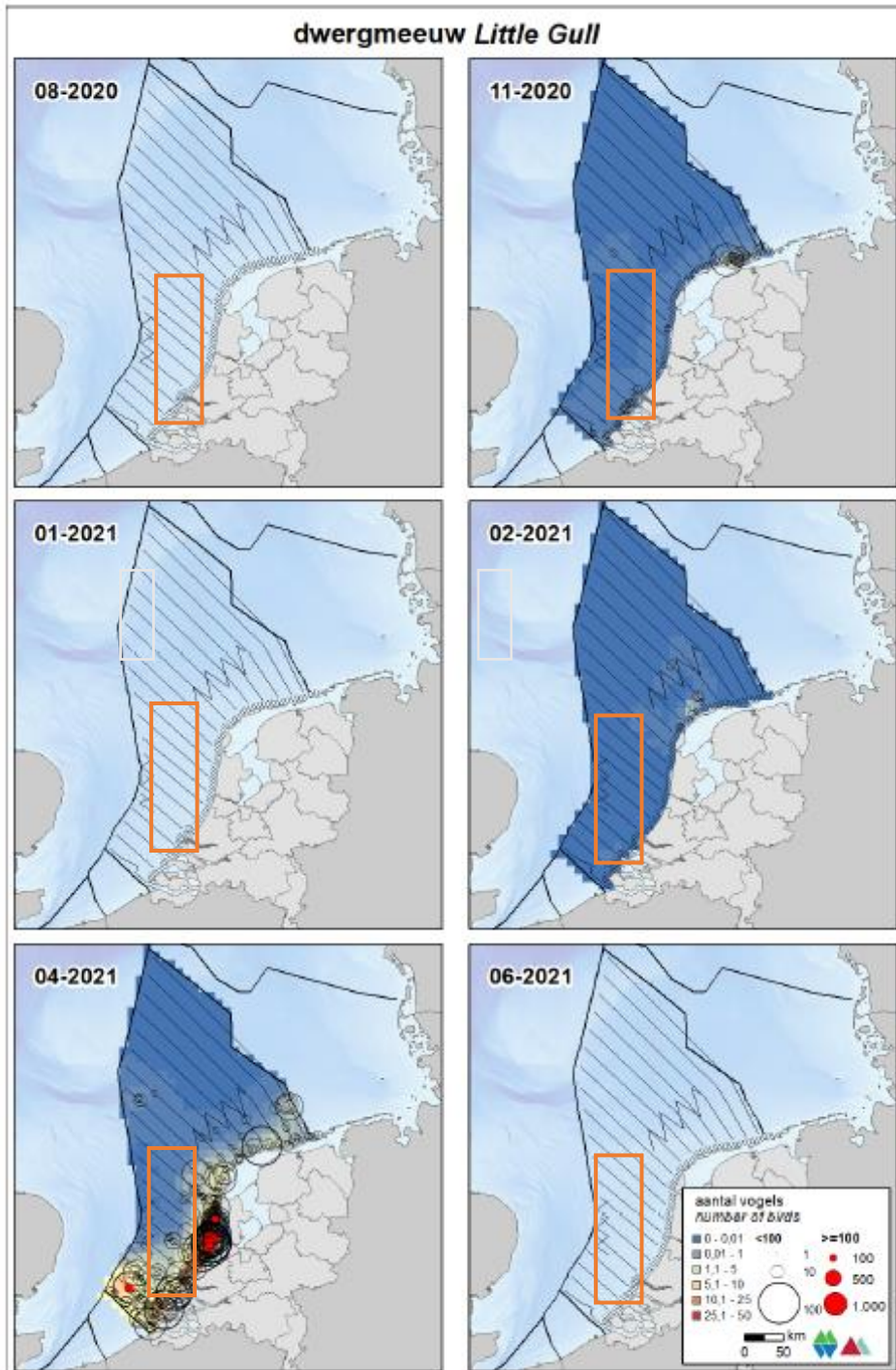
Het Nederlandse kust- en zeegebied is van belang voor verschillende meeuwensoorten: onder andere de kleine mantelmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, zwartkopmeeuw en dwergmeeuw. Meeuwen foerageren voornamelijk op open water maar zijn ook opportunistisch in hun foerageergedrag, op stranden en 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.

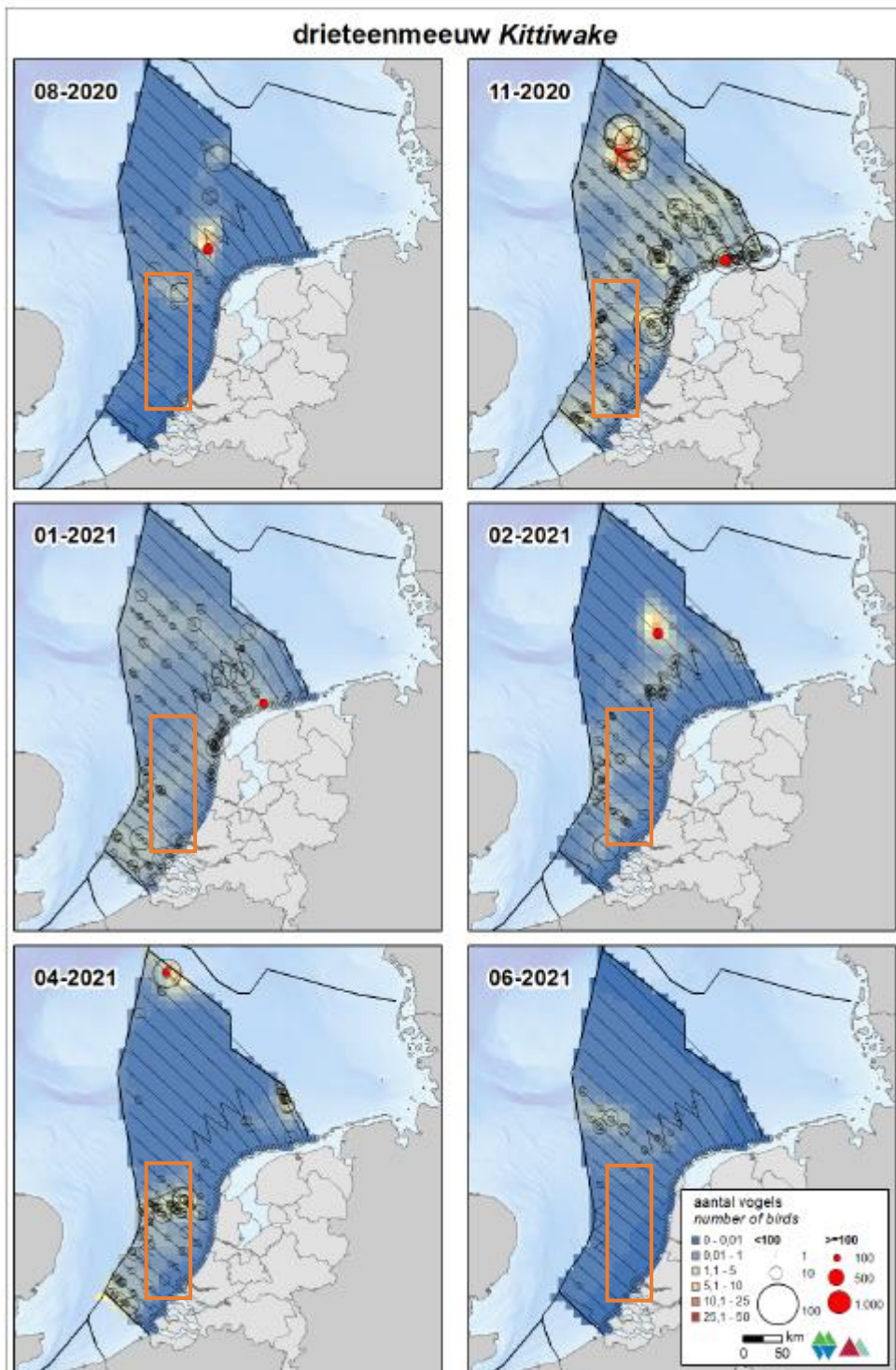


Figuur 20 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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.

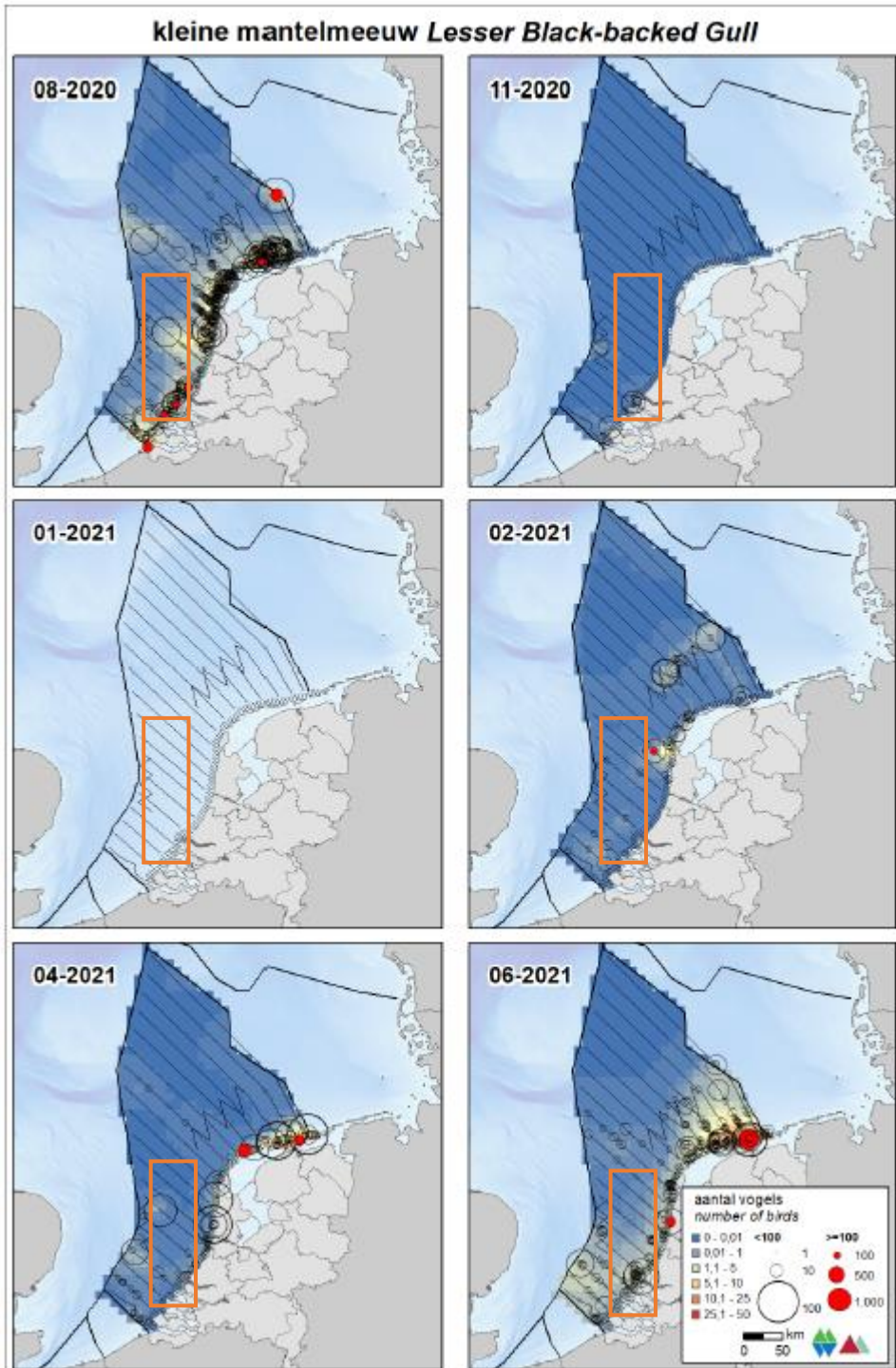


Figuur 21 Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

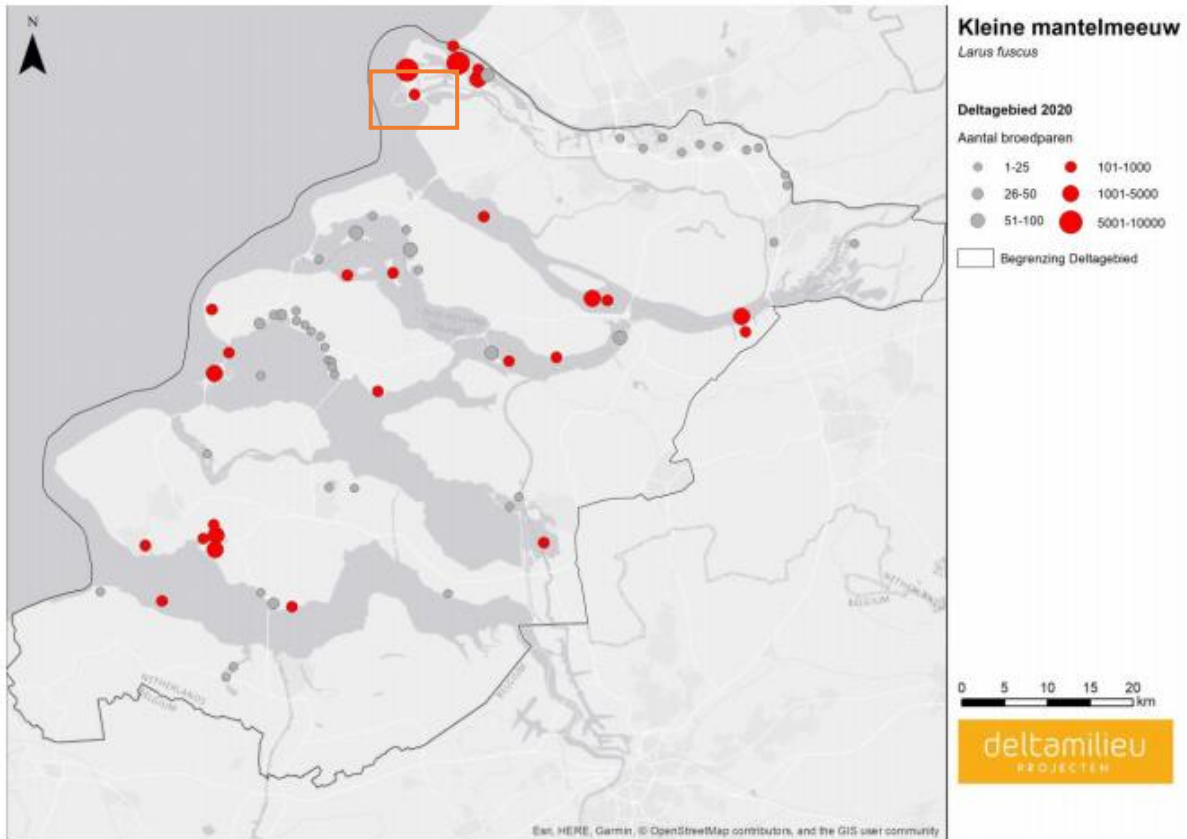
Kleine mantelmeeuw

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.

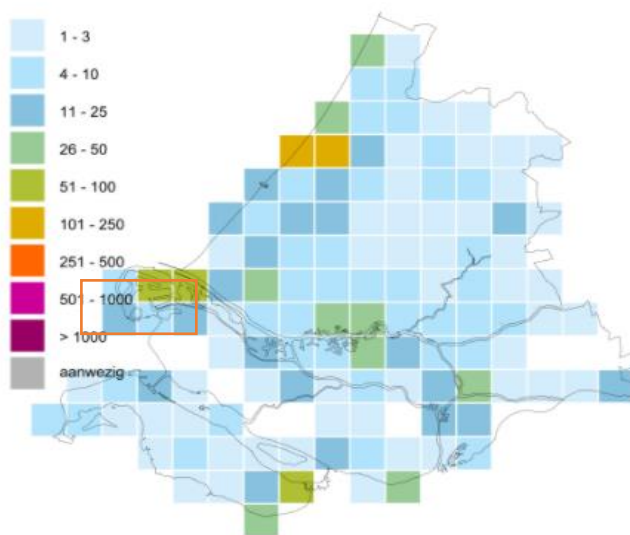
Het plangebied beslaat een deel van de Maasvlakte-Europort, waar een van de grootste broedpopulaties van de kleine mantelmeeuw in Europa zich vestigen, zo'n 30.000 paren. Voor de gunstige instandhouding nationale schaal zijn ten minste 20 sleutel populaties (400 paren) vereist (Ministerie van LNV, 2008c), 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.



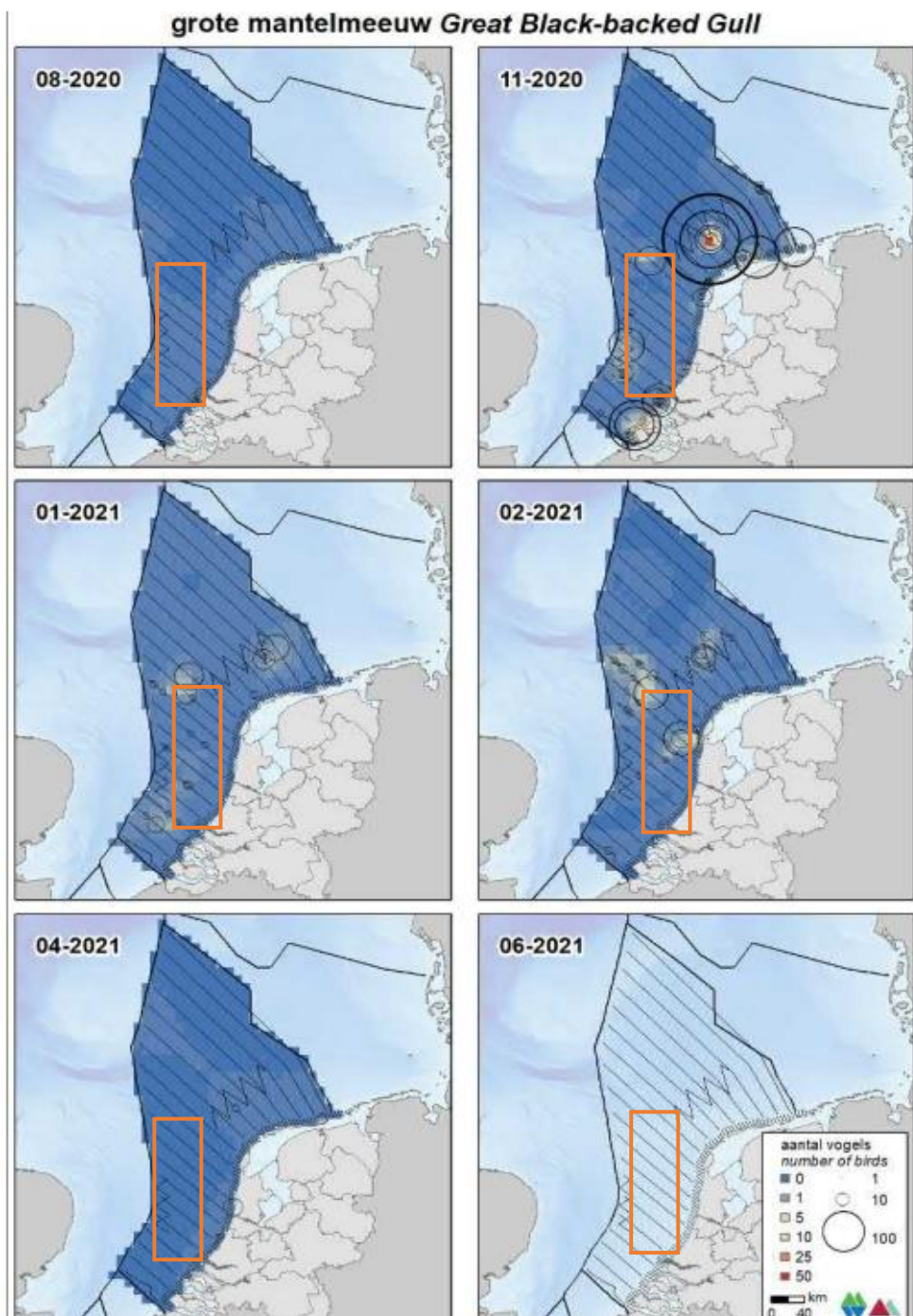
Kleine Mantelmeeuw - *Larus fuscus*
niet broedvogels
verspreiding
2013-2015



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.

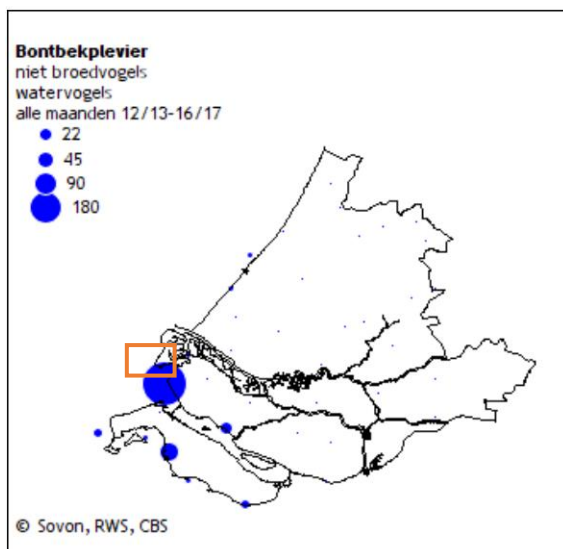
Steltlopers

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.

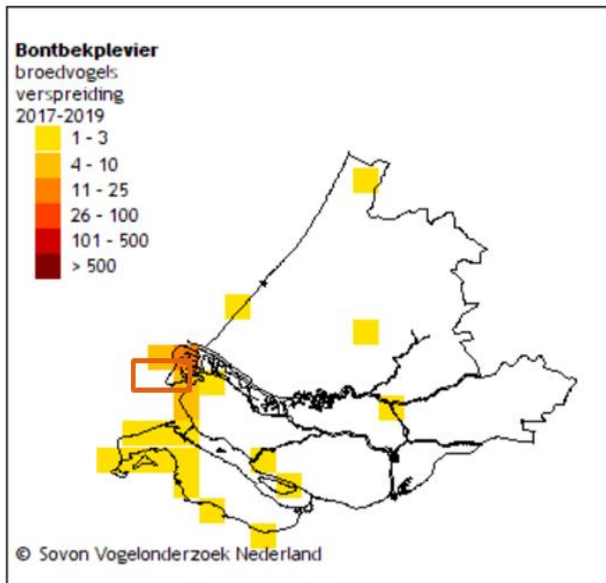
Bontbekplevier

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).

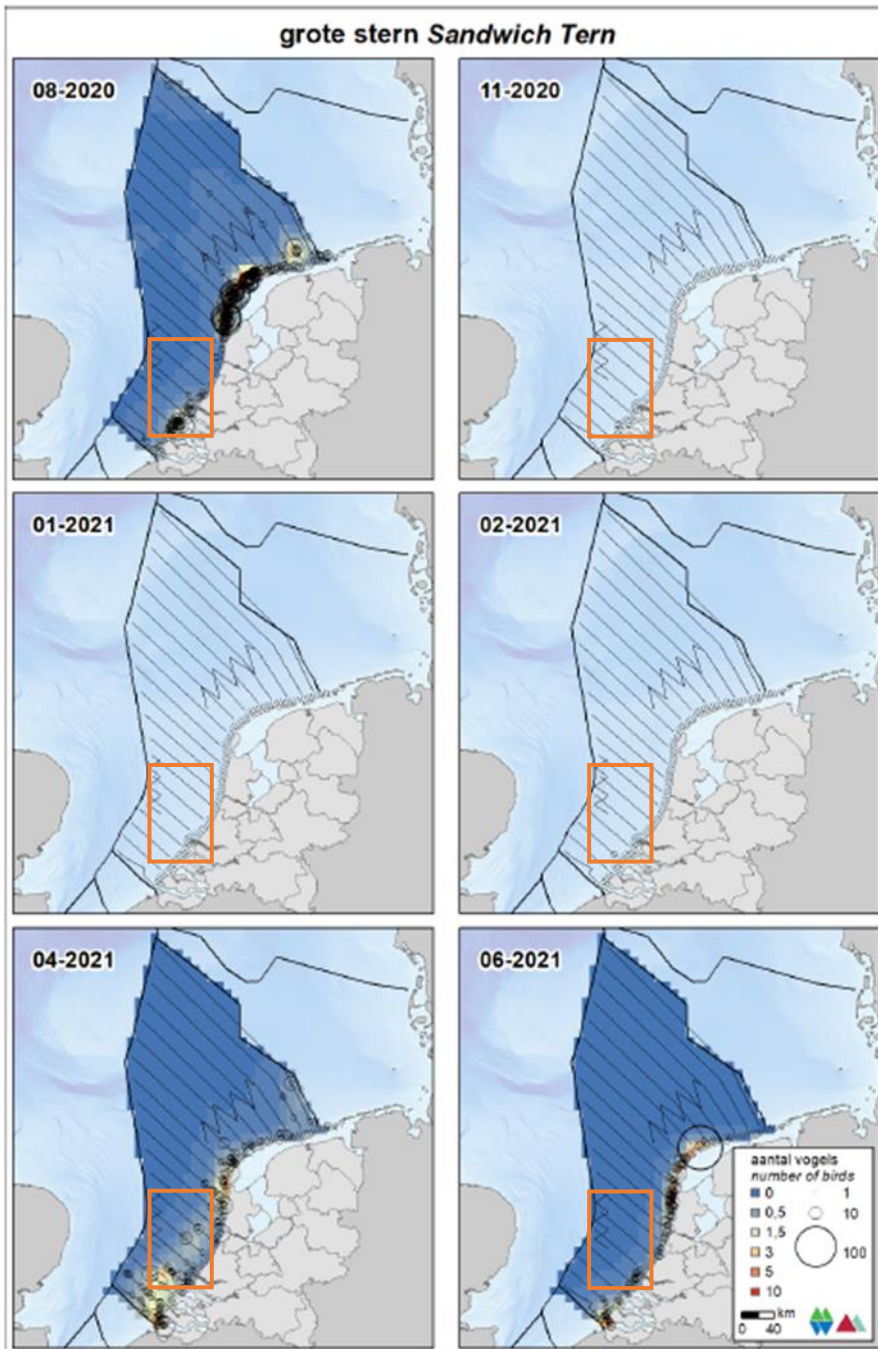
Sterns

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*).

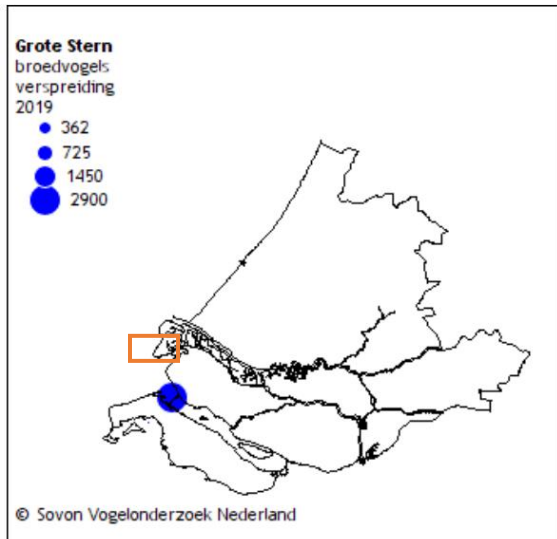
Grote stern

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.

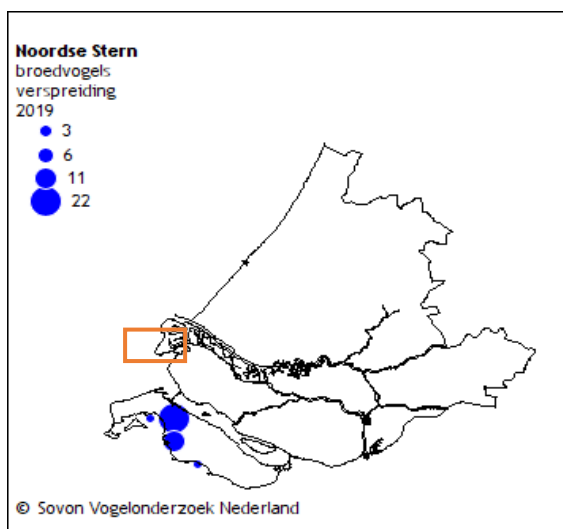


Figuur 28 Verspreiding broedvogels van de grote stern in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021c).

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.

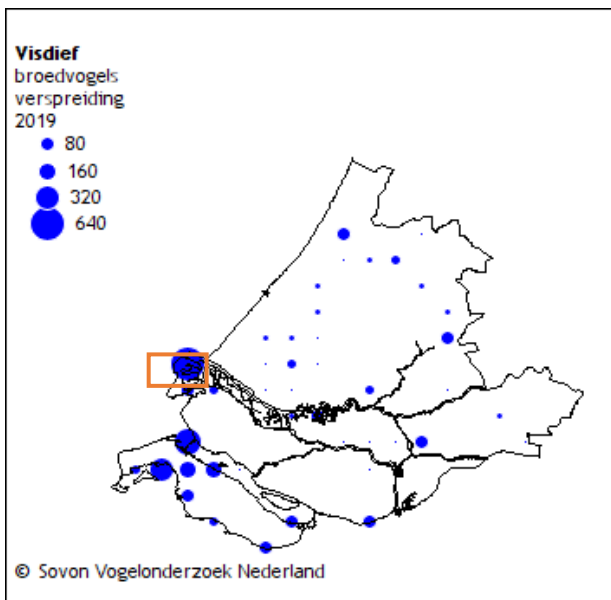


Figuur 29 Verspreiding broedvogels van de Noordse stern. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021e).

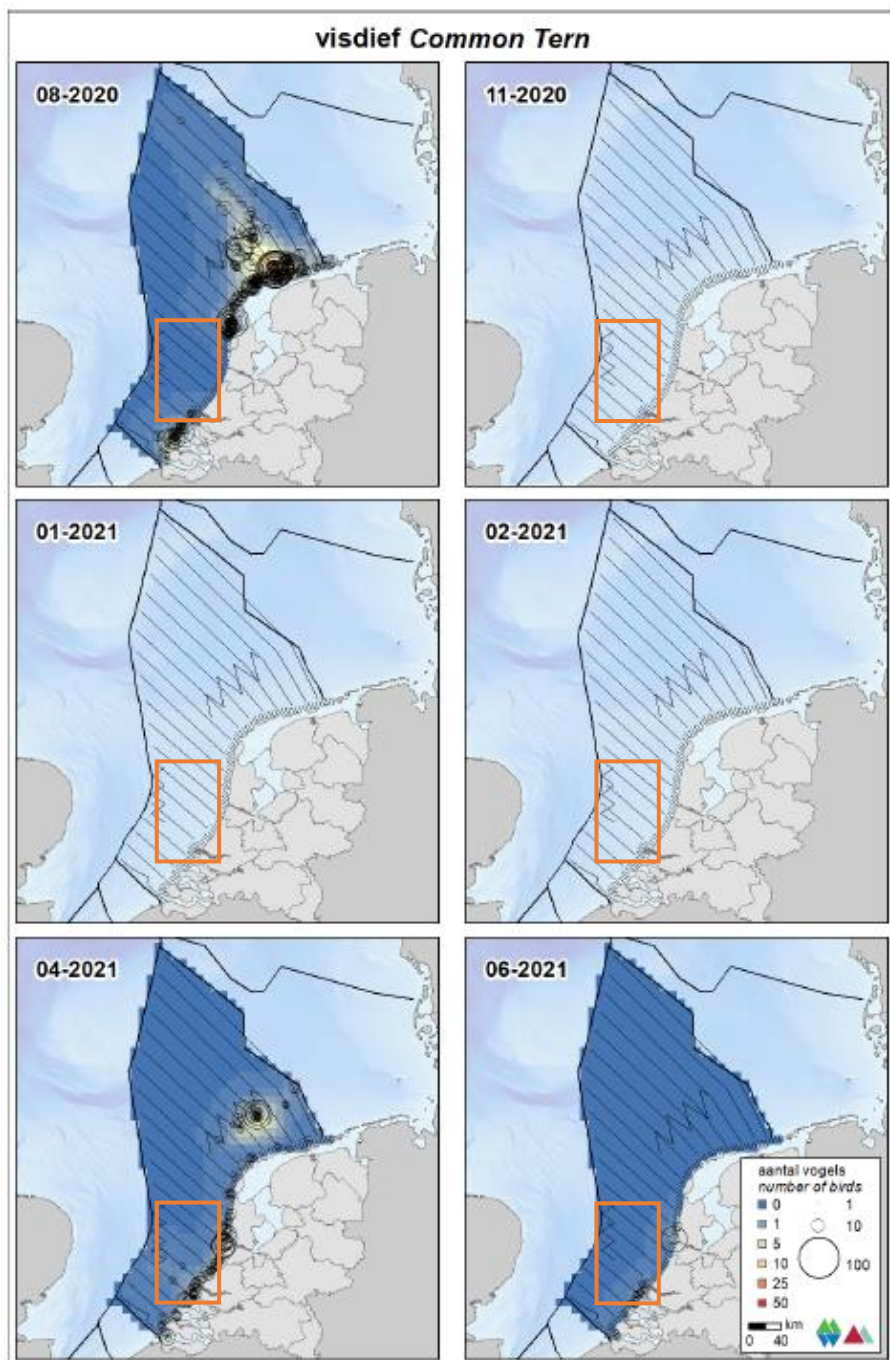
Visdief

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)

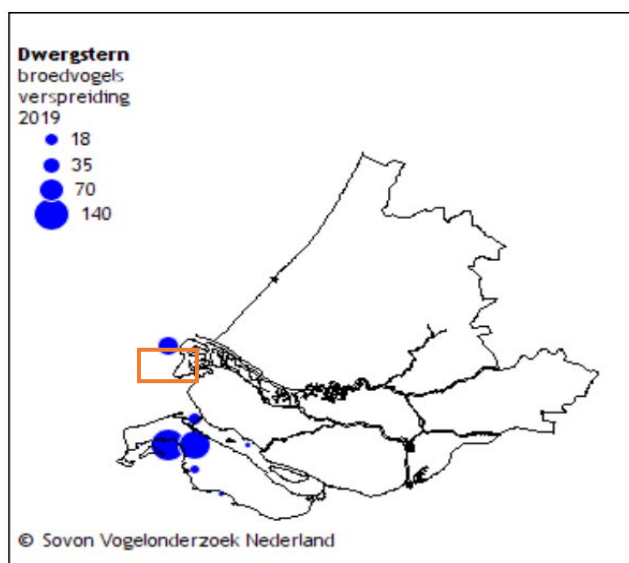


Figuur 31 Verspreiding van de visdief op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer. In de afgelopen jaren zijn geen visdieven waargenomen in de maand januari.

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)

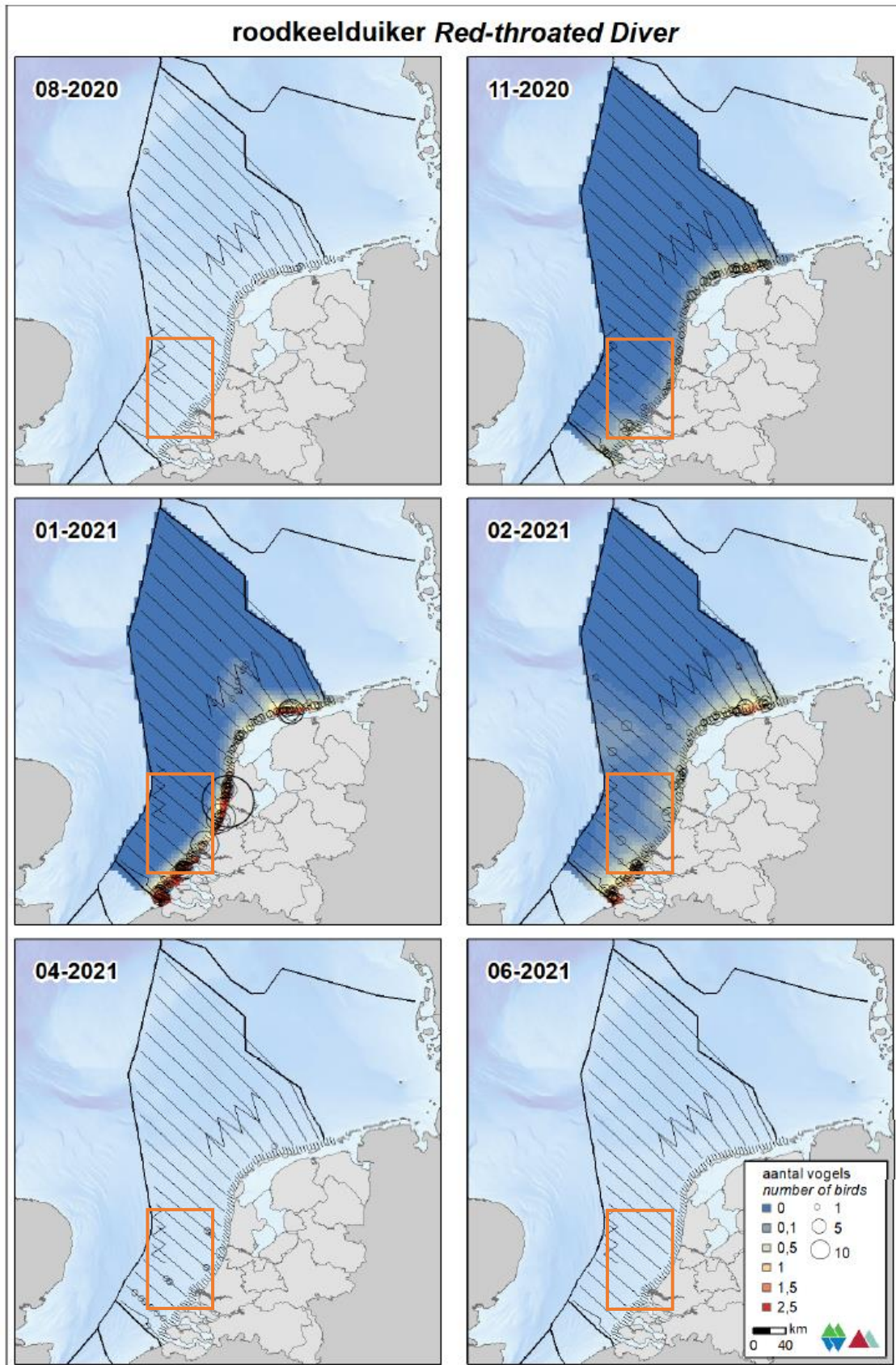
Duikers

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.

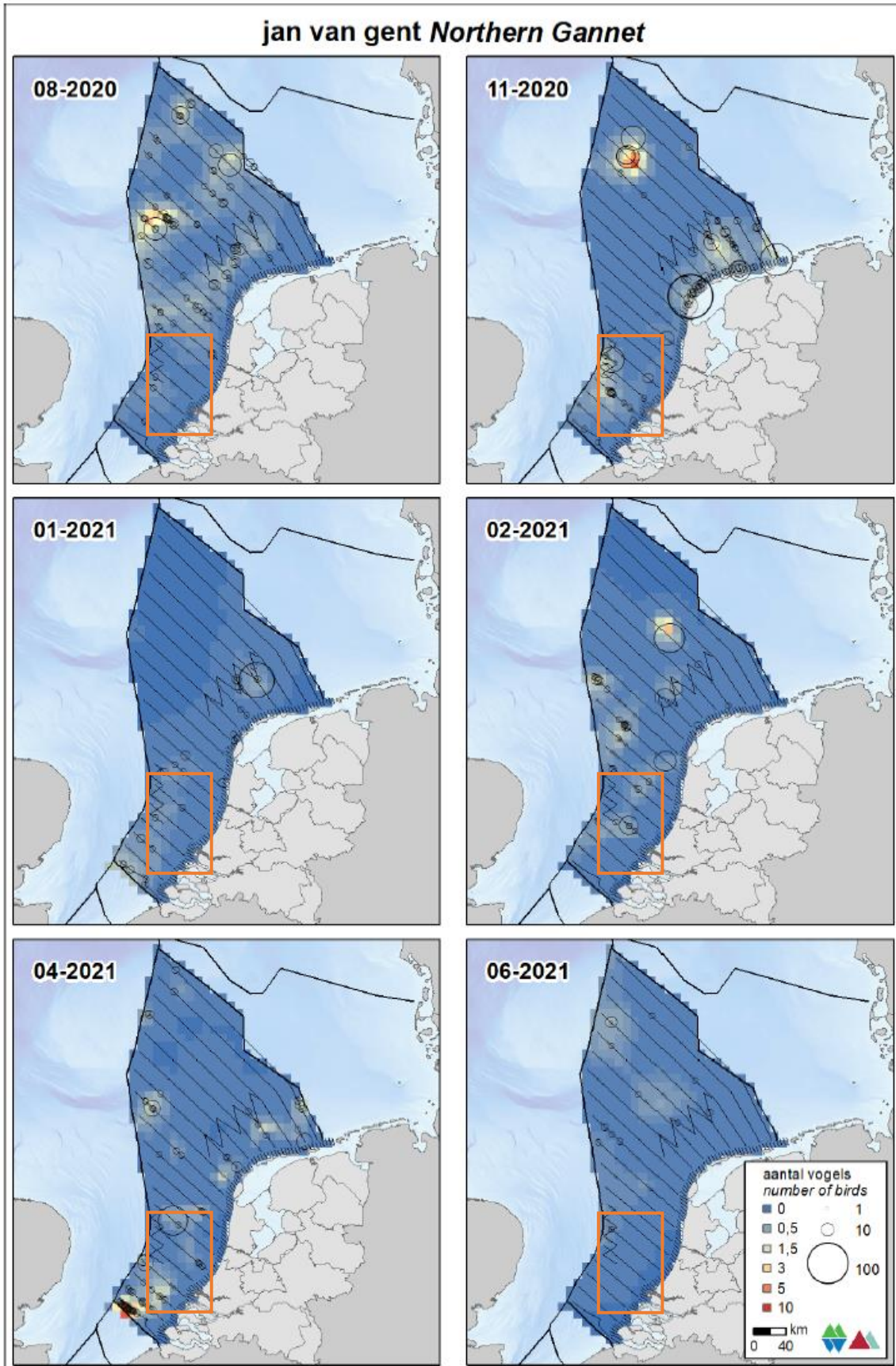
Overige vogels

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.



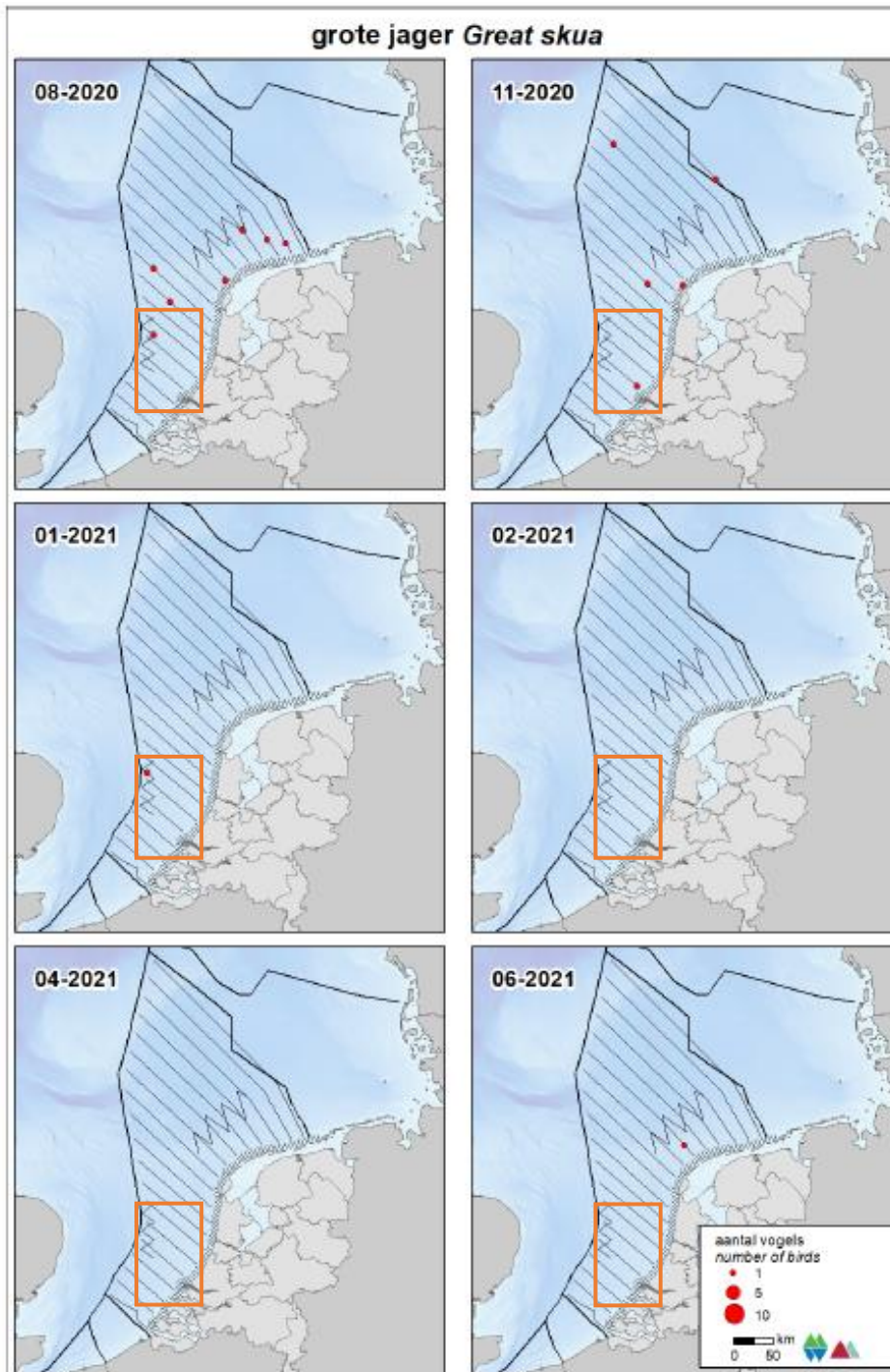
Figuur 34 Verspreiding van de Jan-van-gent op het NCP in het seizoen 2020/2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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.

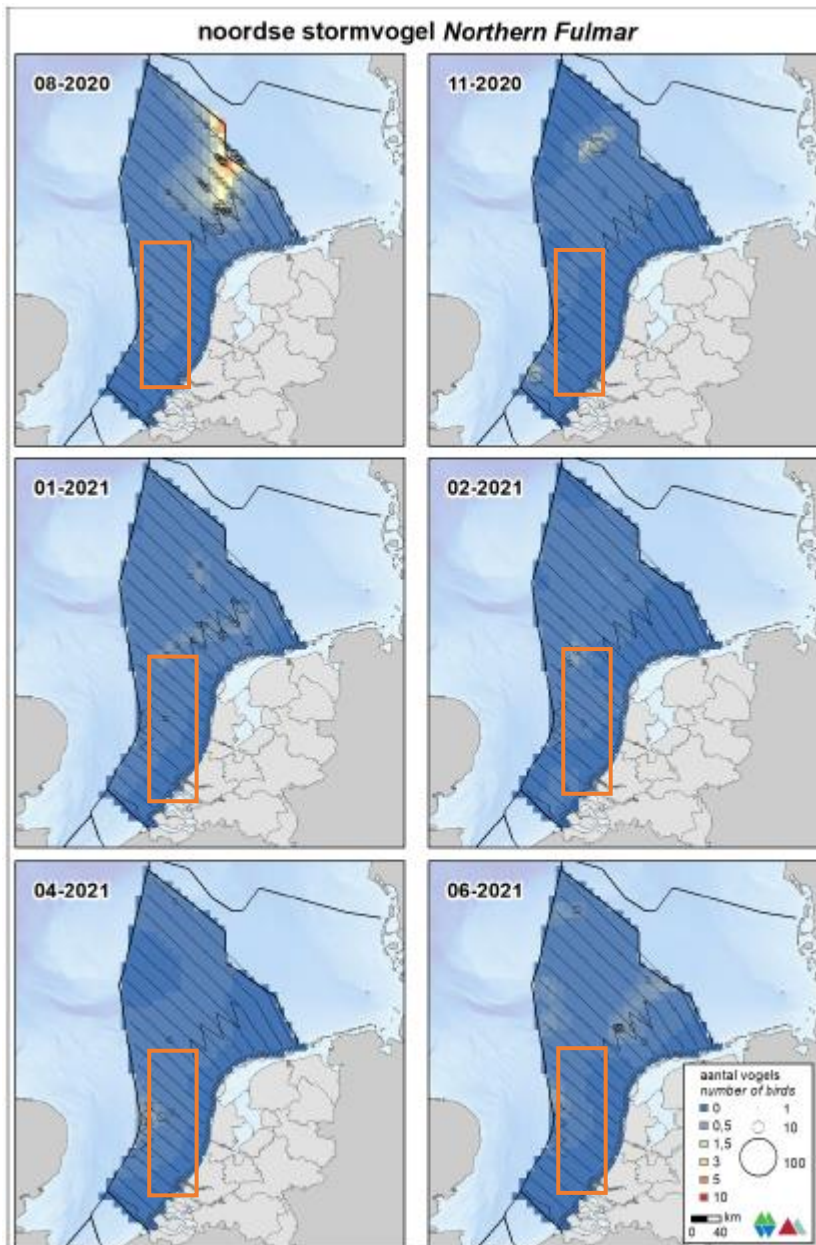


Figuur 35 Grote jager tellingen in 2020 en 2021 (Fijn et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

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.

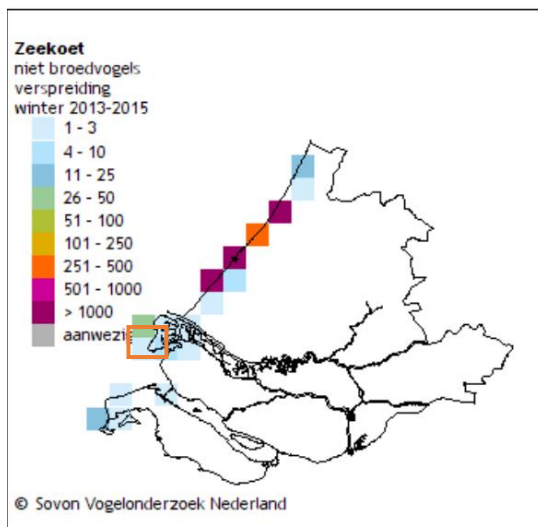
Zeekoet

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.

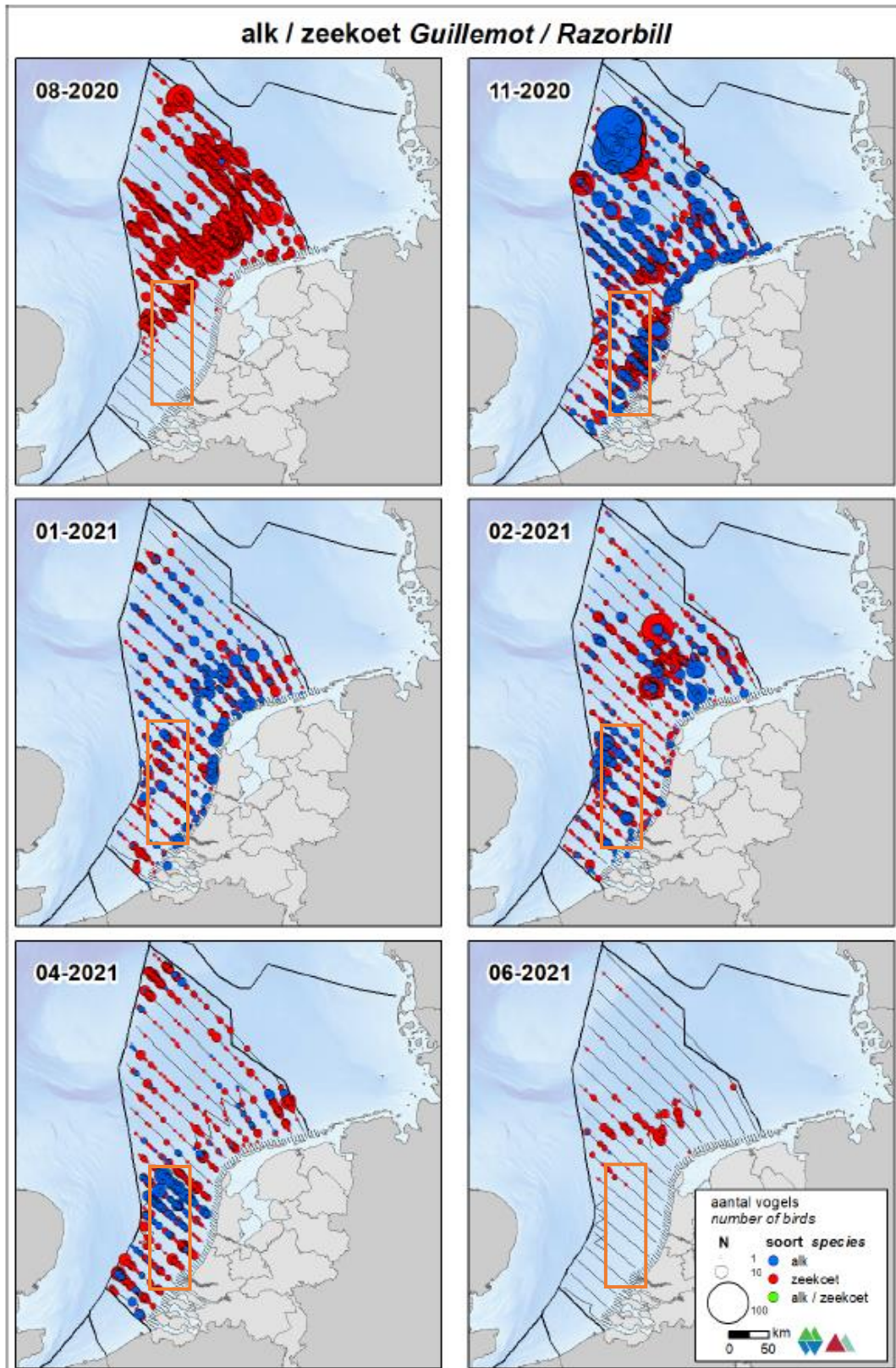
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed (zie Tabel 3, Figuur 39 en Figuur 40).

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

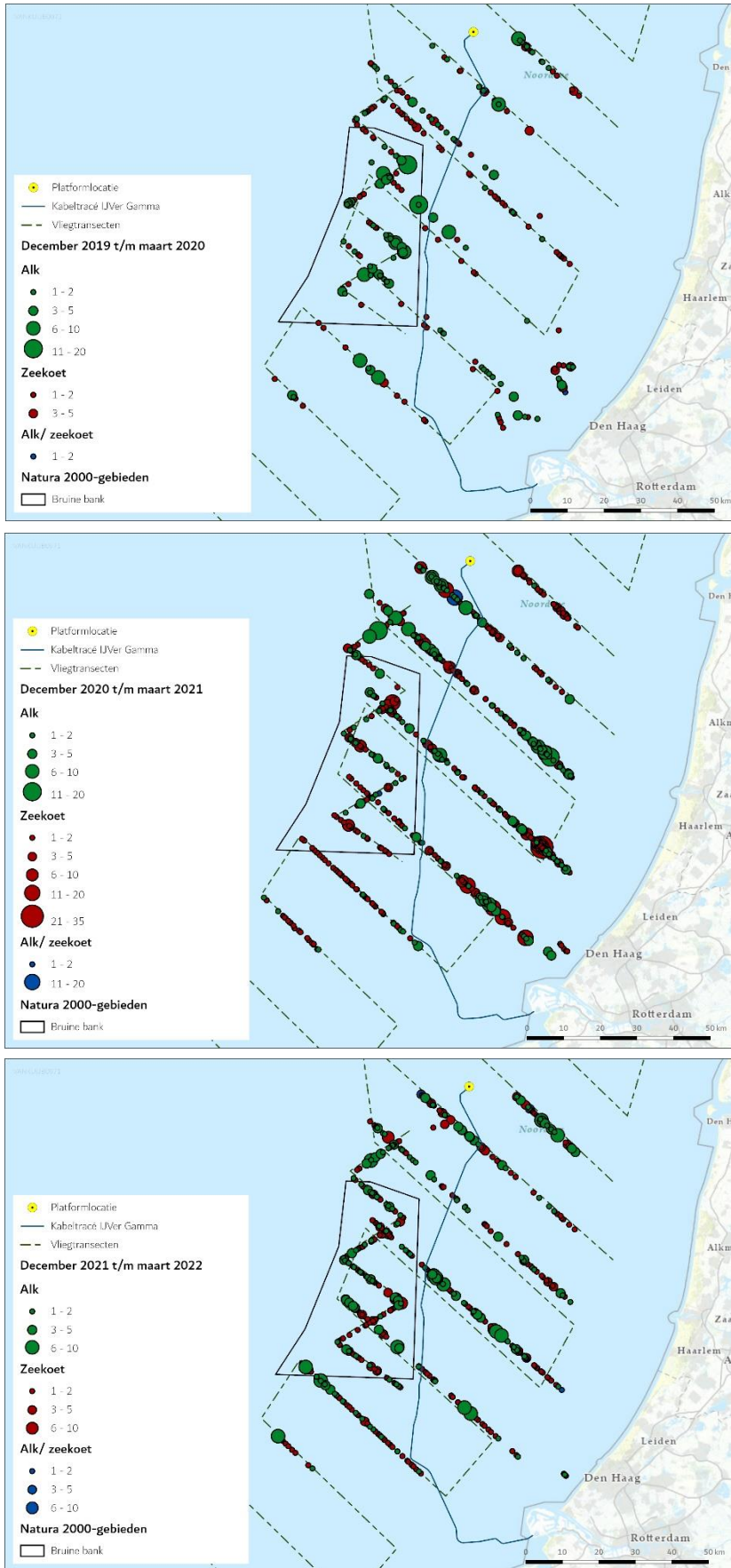
De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 38). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee. In november 2020 zijn de aantallen 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.

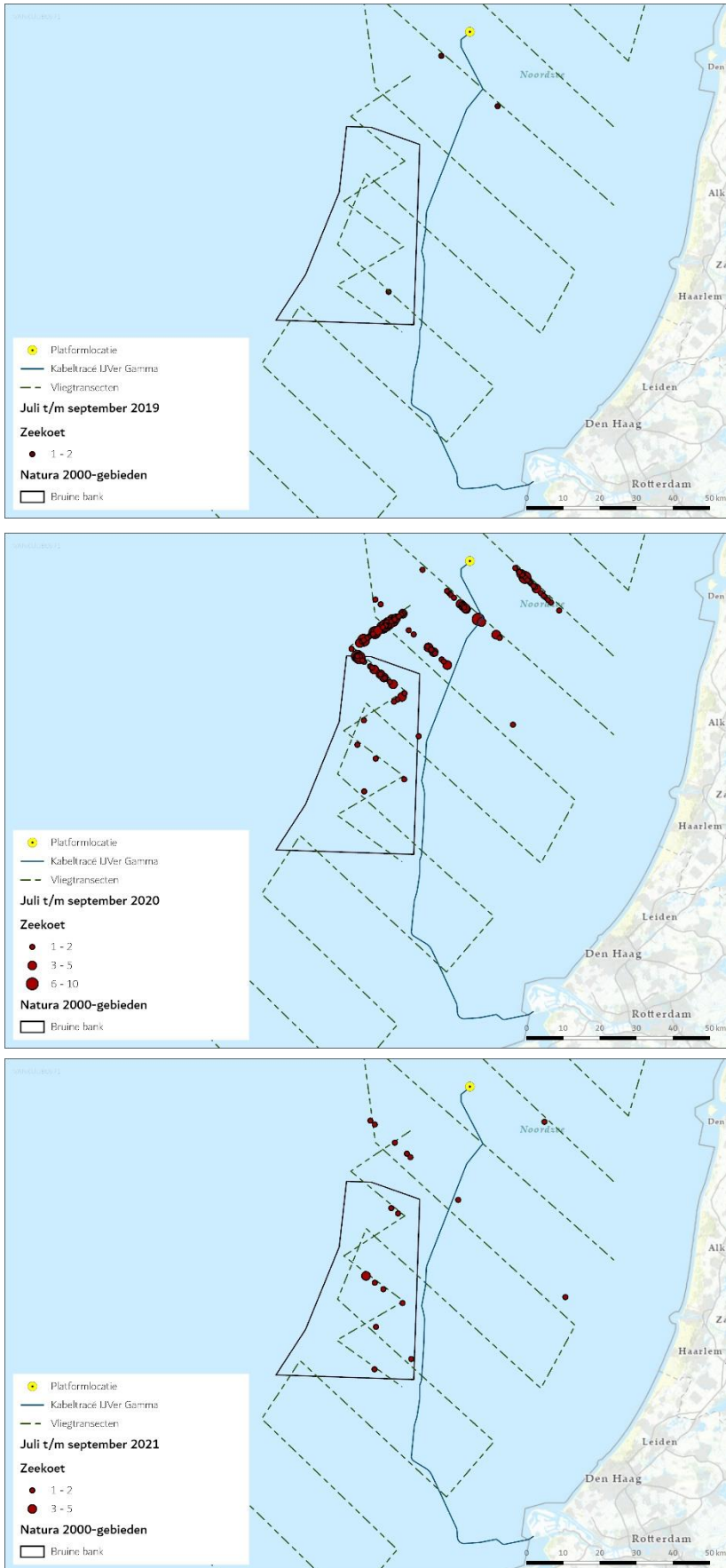
De Alk komt, net als de zeekoet, in tientallen voor binnen het plangebied maar het grootste deel van de populatie foerageert rond de Bruine Bank. Het plangebied is niet van essentieel belang voor de landelijke instandhouding van de alk.

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 NDFP, 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.

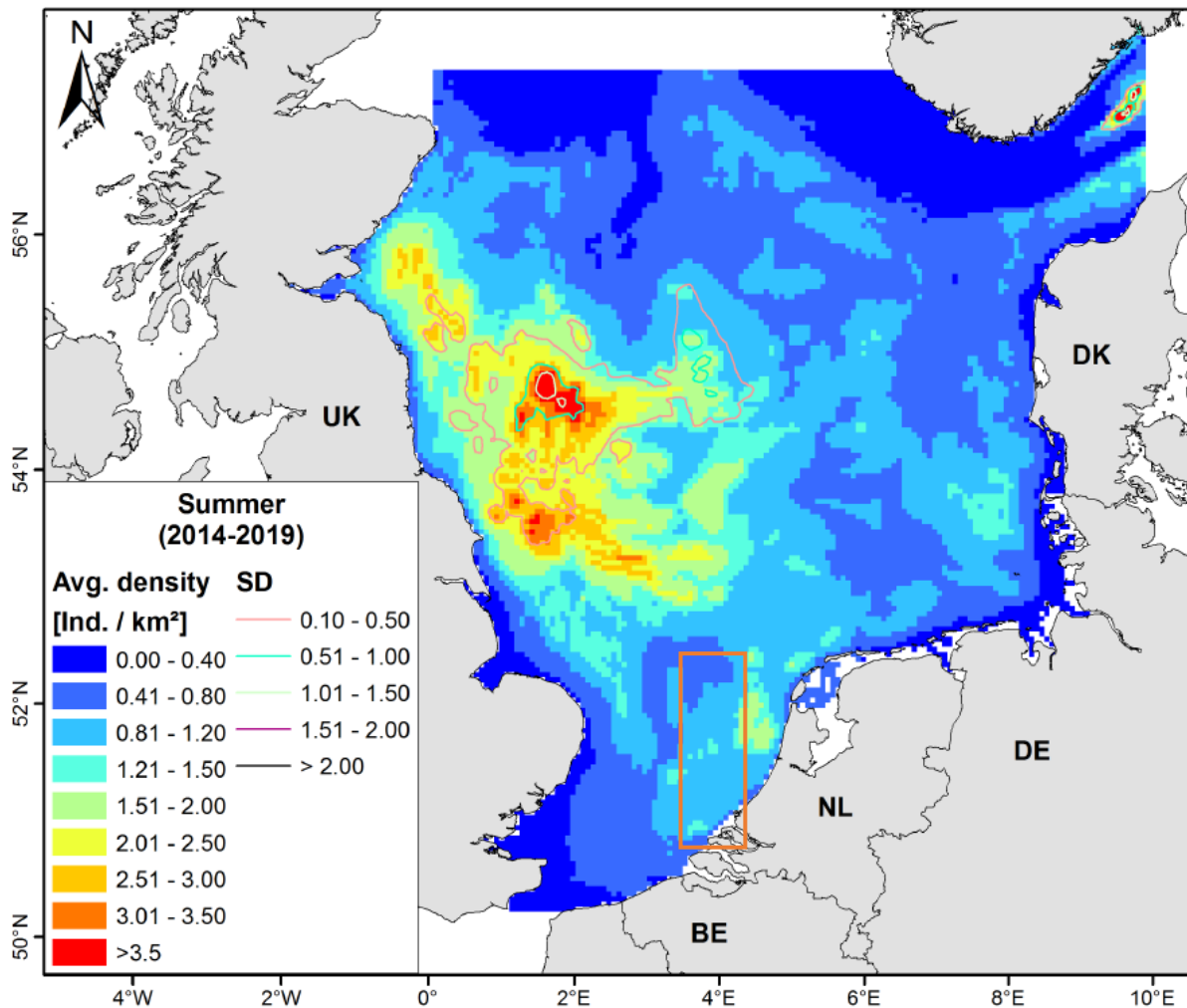
Het belangrijkste leefgebied van de bruinvis omvat de kustwateren van de gematigde en subarctische delen van het noordelijke halfrond. De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse 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.

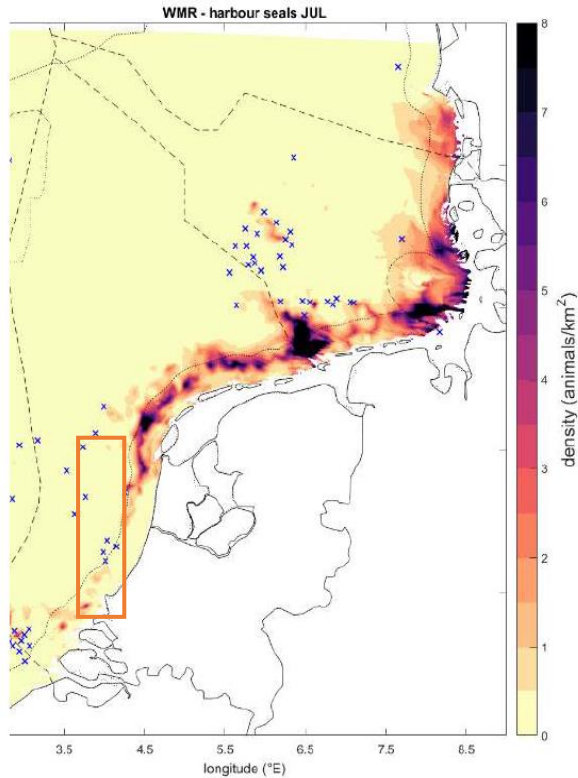
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen voor een langere periode wegblijven of zich 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.

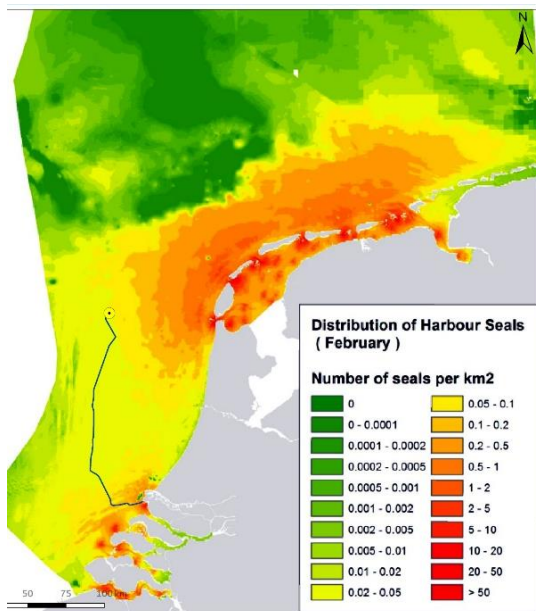
Gewone zeehonden komen voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en Deltagebied om te rusten, verharen en zogen en foerageren voornamelijk op de Noordzee.

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.

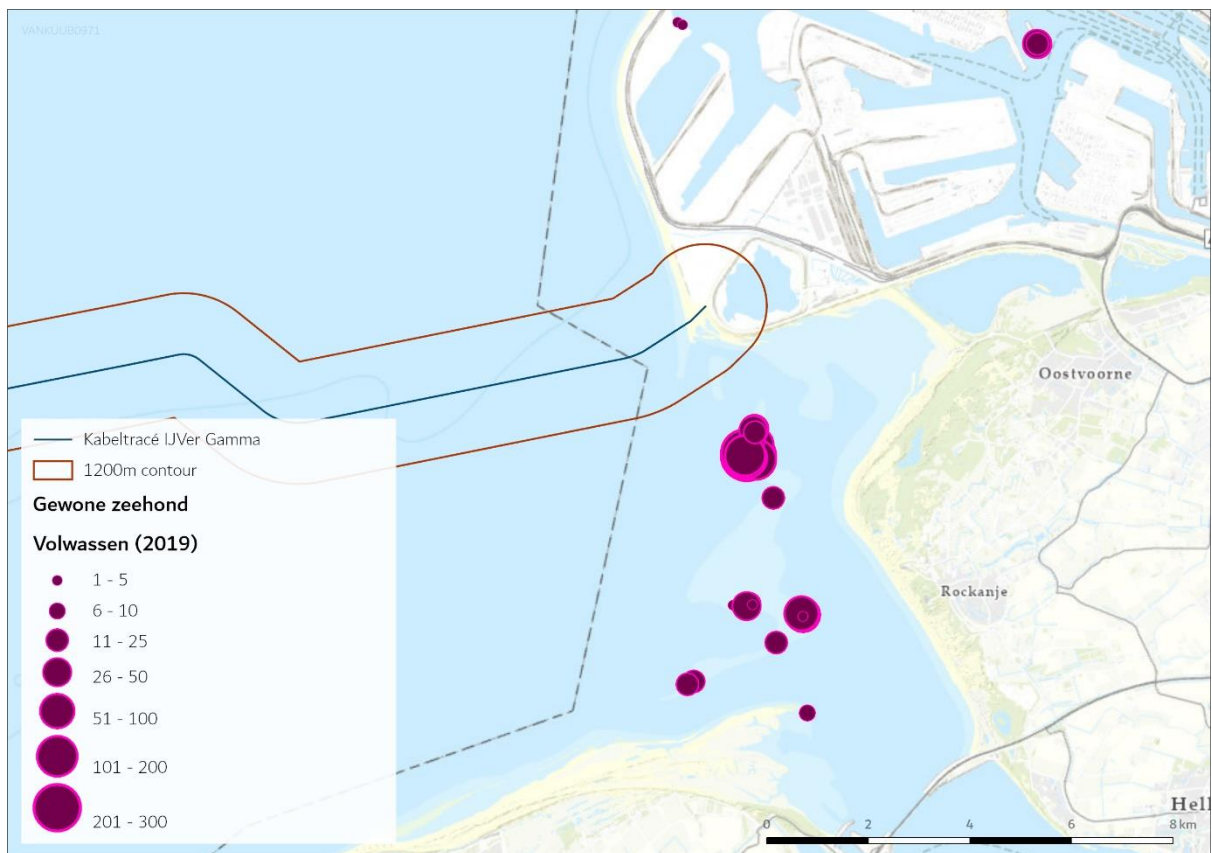
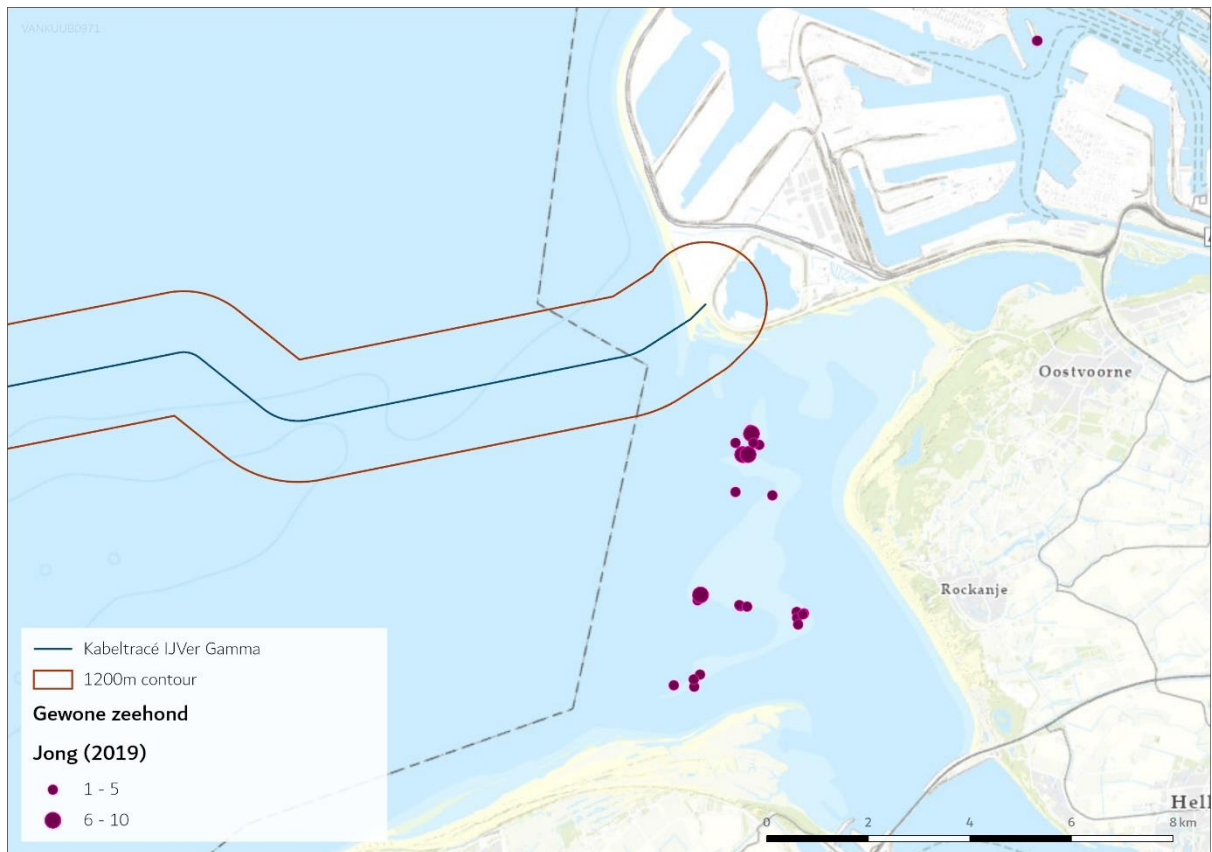
De gewone zeehond komt in grote getallen voor aan de Nederlandse kust, met name in het Waddengebied waar een groot deel van de populatie (90%) leeft. Het plangebied beslaat een klein deel van het leefgebied van de gewone zeehond en wordt hoofdzakelijk gebruikt als foerageerfunctie. Het plangebied is 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)).



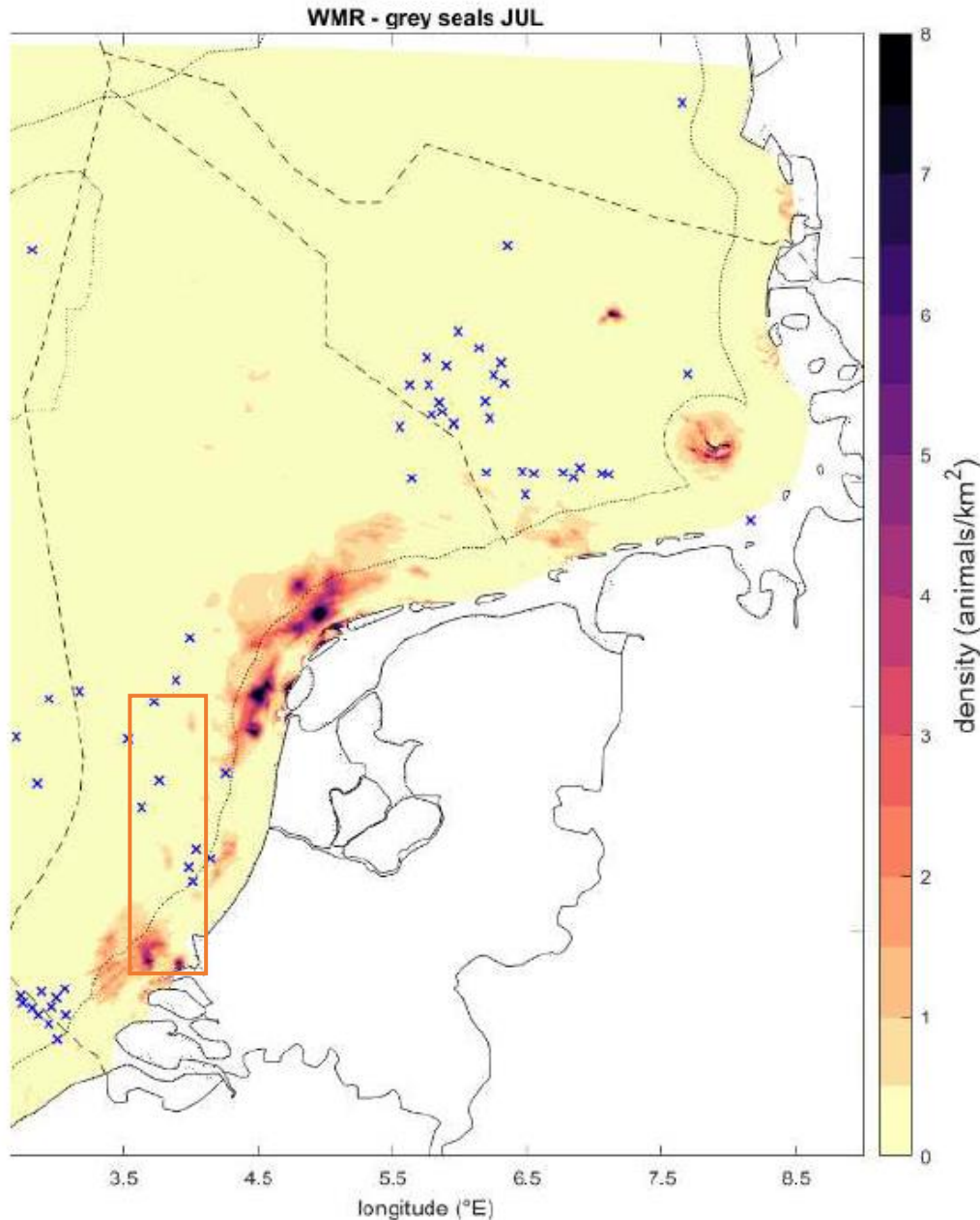
Figuur 44 De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven zijn de verspreiding in september (links) en februari (rechts). Ligging van platform en tracé is hierin 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.



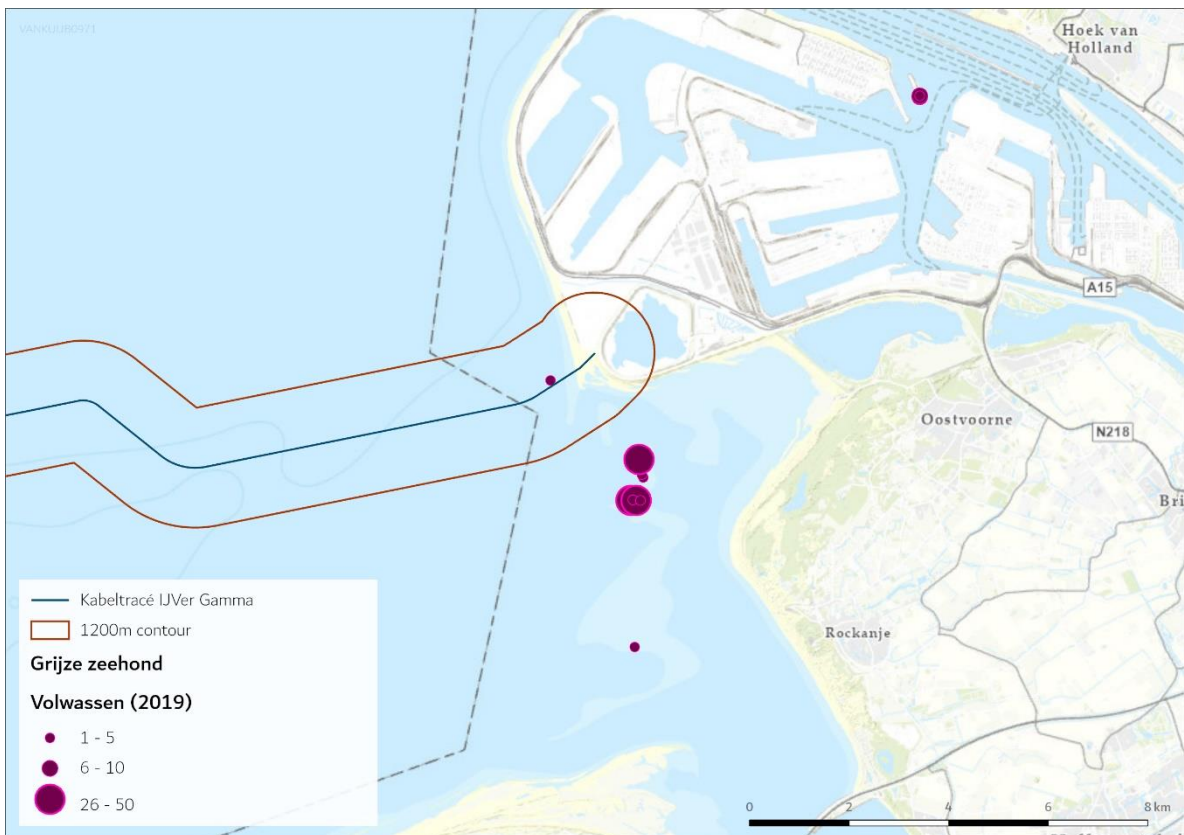
Figuur 46 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlands deel van de Noordzee. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Weergegeven is de verspreiding in juli. De blauwe kruizen geven de geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen 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 spitsdolfin, gewone vinvis, grijze dolfin, kleine zwaardwalvis, narwal, Noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfin 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 witsnuitdolfin, 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.



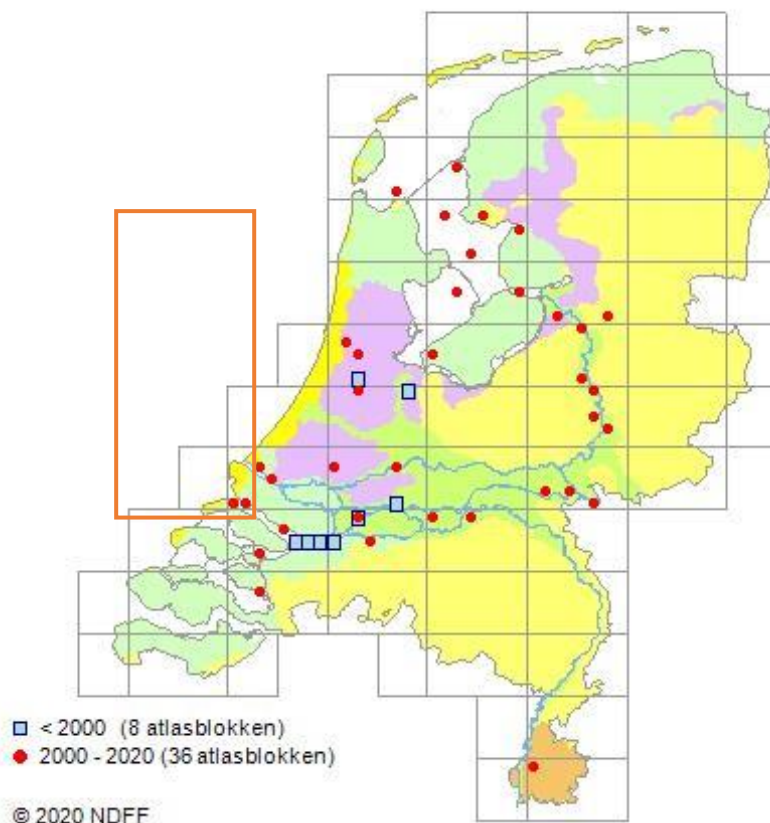
Figuur 48 Recente waarnemingen (laatste 10 jaar) van de Europese steur, van: steuren.ark.eu (06-11-2019)

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.

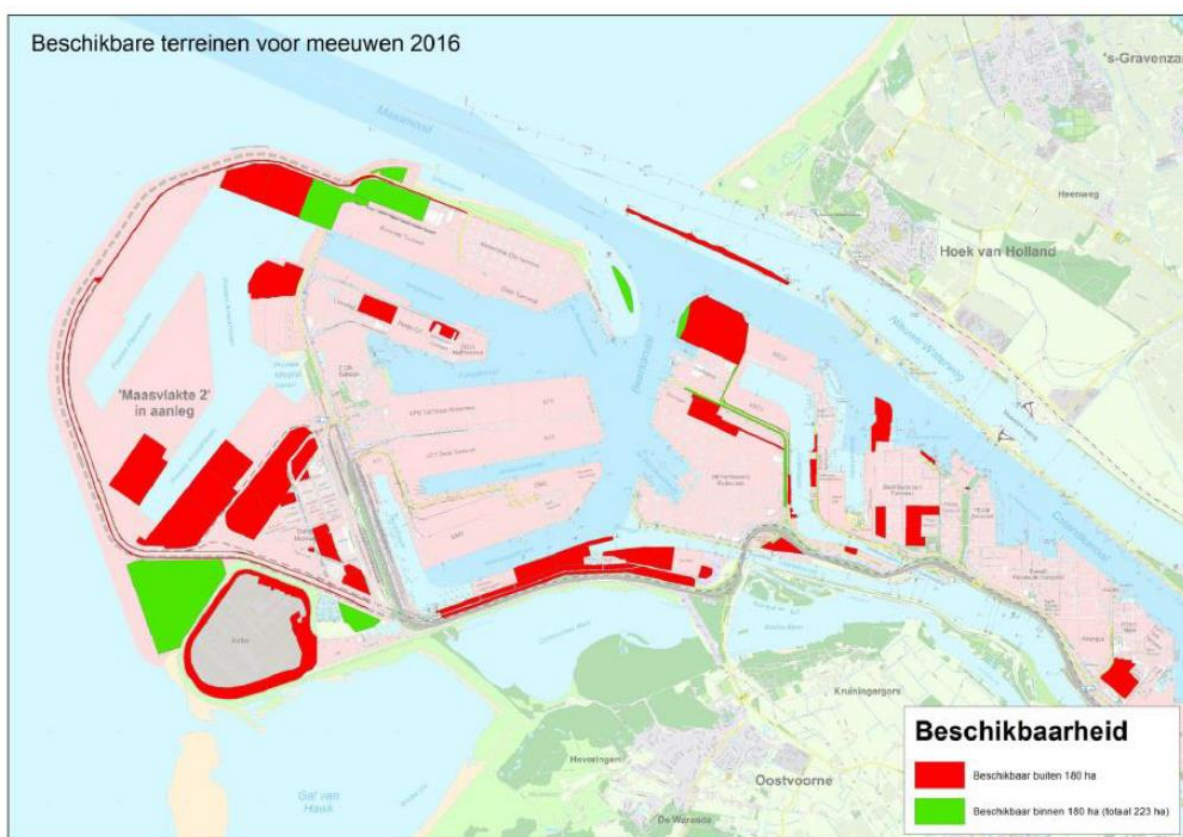
Tabel 5 Overzicht werklocaties.

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.

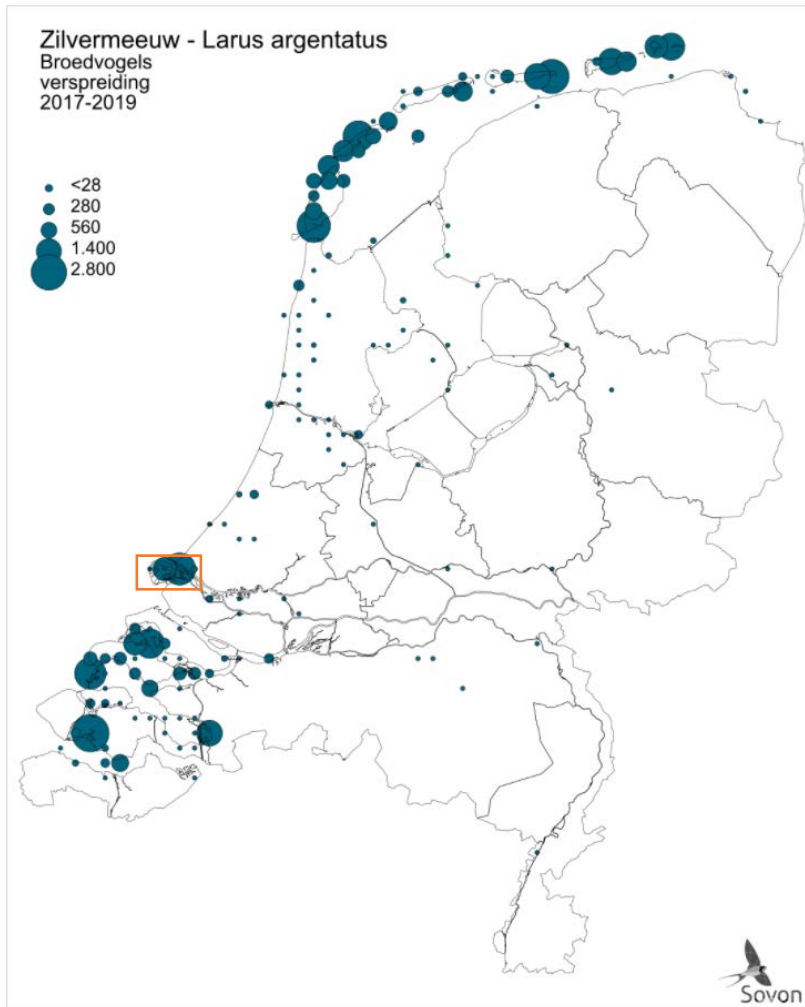


Figuur 52 Grote concentraties broedende zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen zijn aangetroffen op het oostelijke gedeelte van voorkeurstracé tijdens het veldbezoek in 2020 en 2022. De hoogste concentraties (100-150 nesten) zijn weer gegeven in het roze.

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.

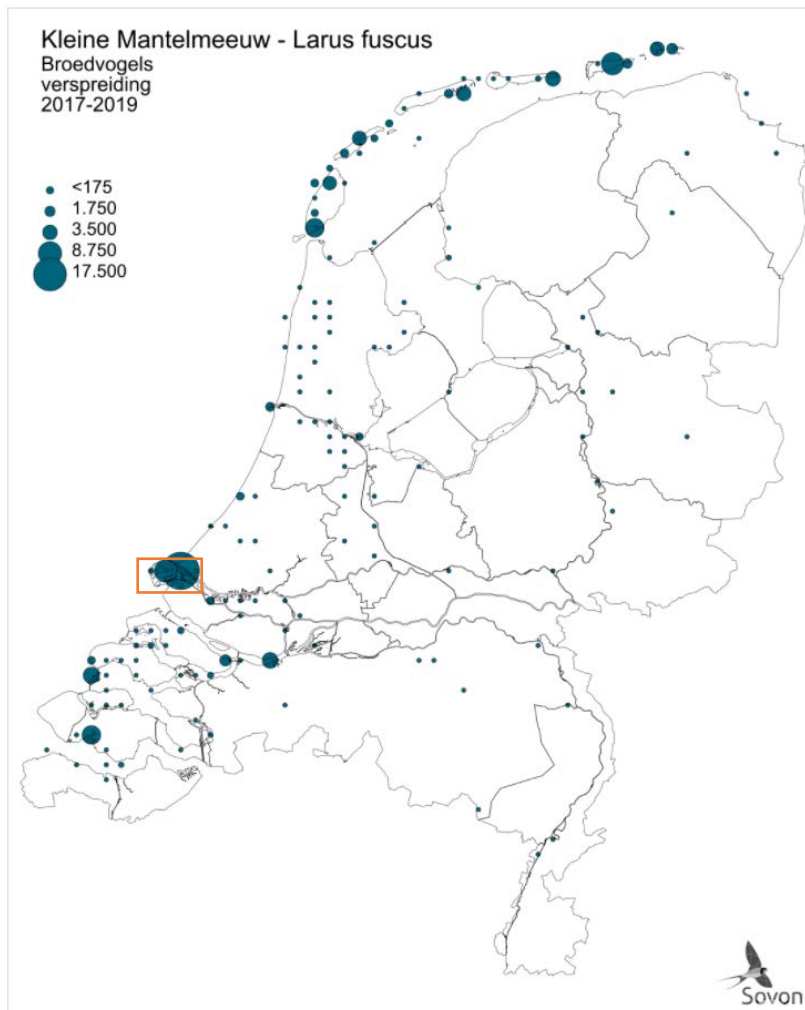


Figuur 53. Verspreiding broedplekken van de zilvermeeuw (Sovon, 2021i). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

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

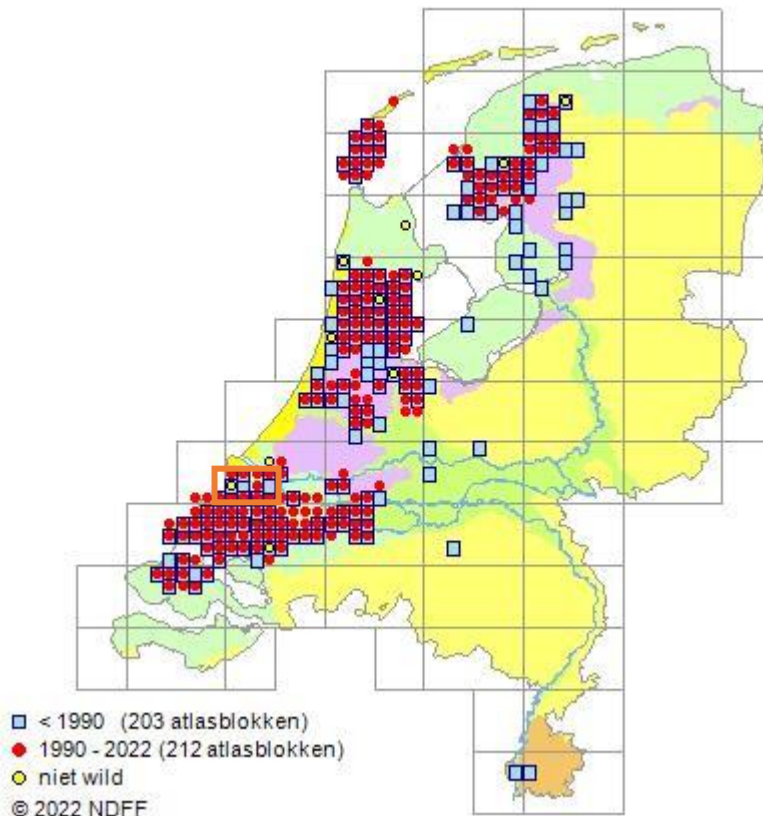
In de afgelopen tien jaar zijn in het projectgebied vijftien waarnemingen gedaan van vleermuizen (Website NDFD, 2020). Het projectgebied biedt geen geschikte vaste rust- of verblijfplaatsen in de vorm van bomen of geschikte gebouwen en beschikt ook niet over bekende vliegroutes voor vleermuizen. Daarnaast 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.

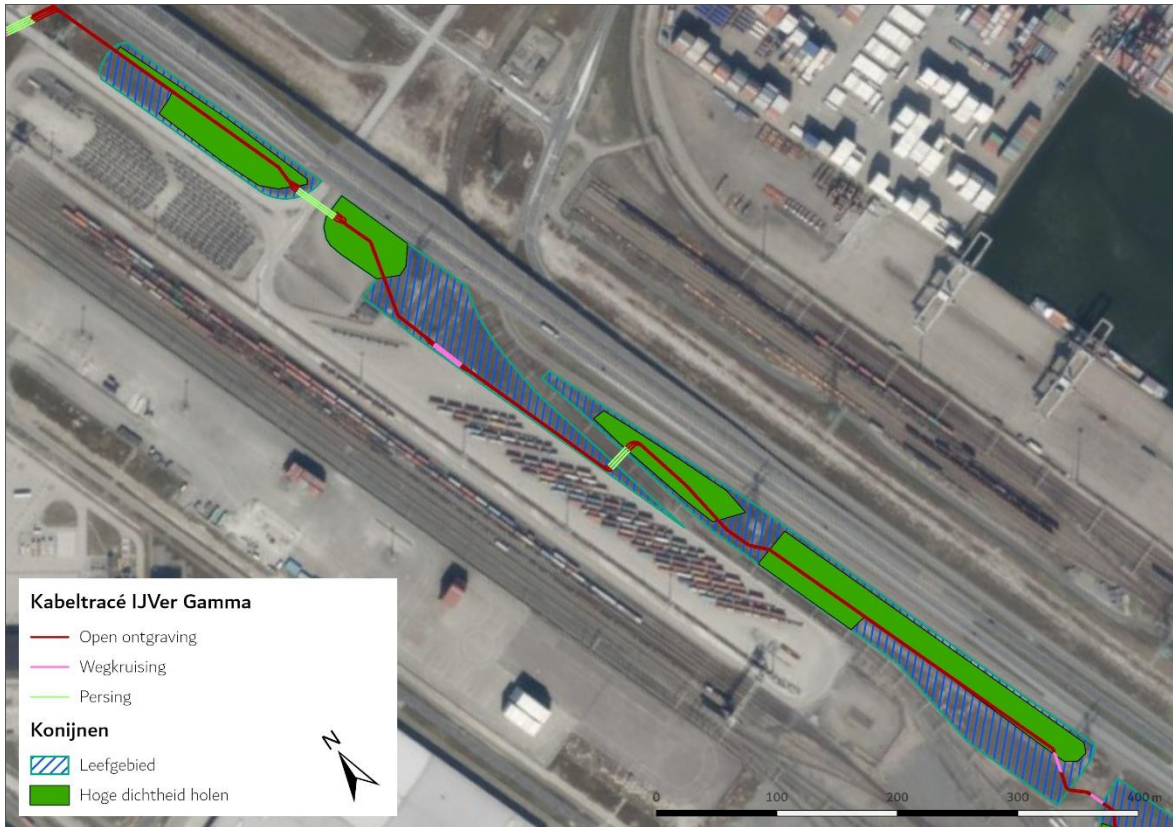


Figuur 56 Verspreidingsgebied van de noordse woelmuis (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

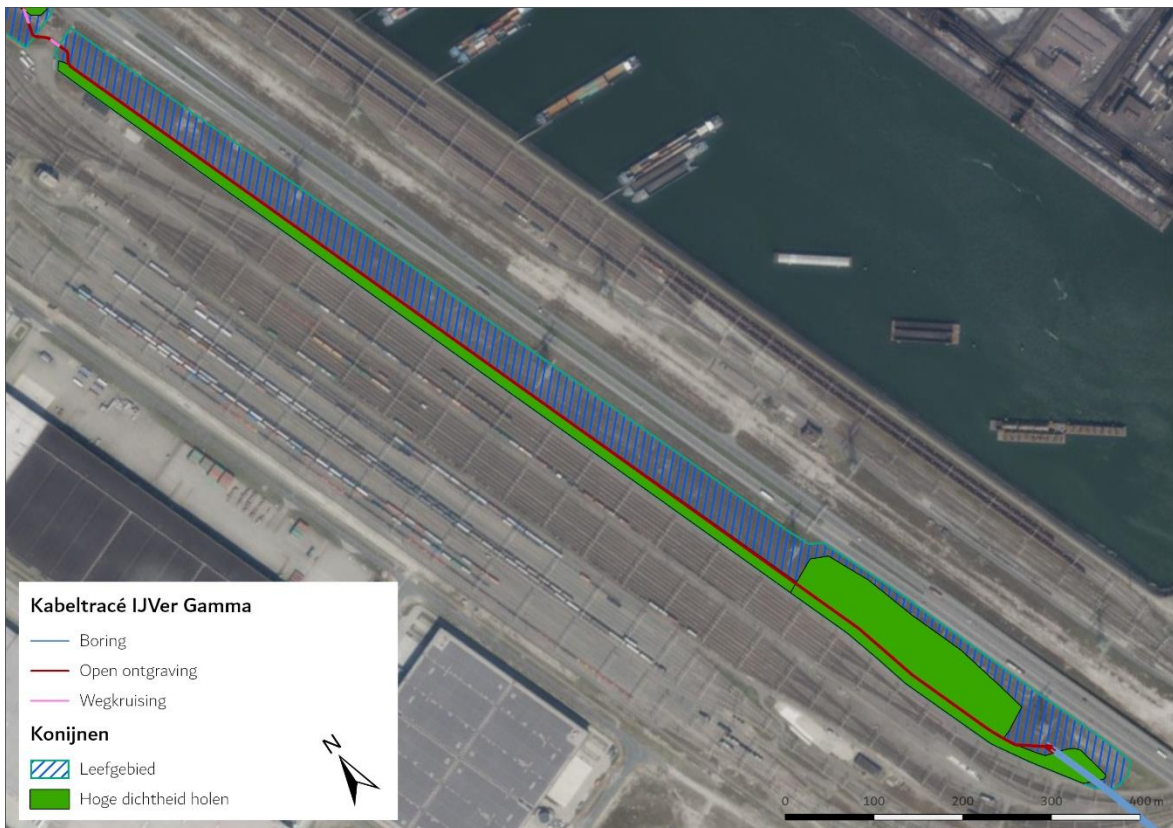
Konijn

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.

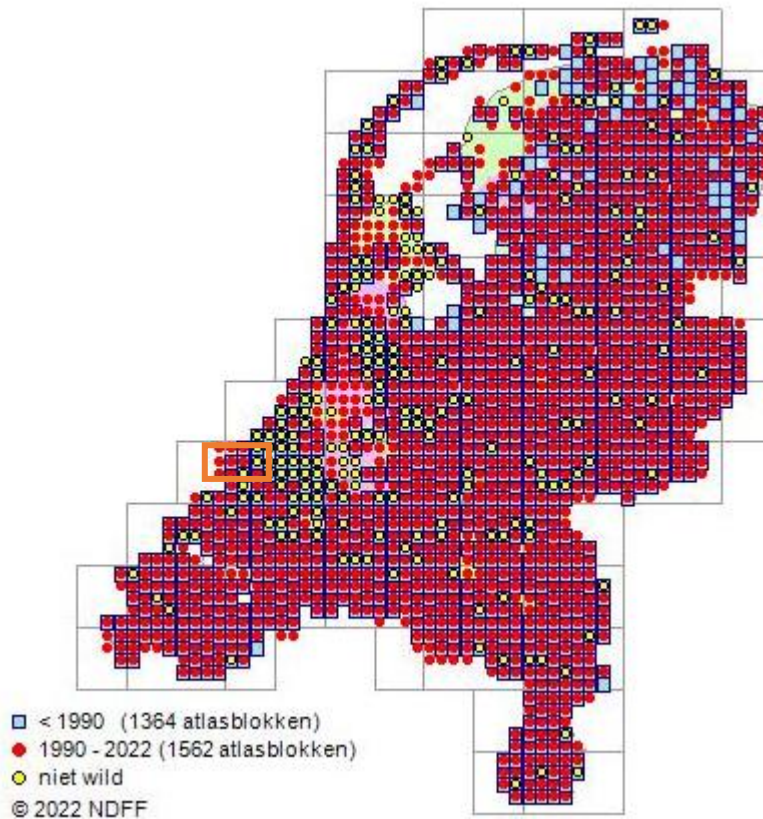


Figuur 57 aanwezigheid konijnenholen en leefgebied in het noordelijke deel van het oostelijke tracé.



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 (NDF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

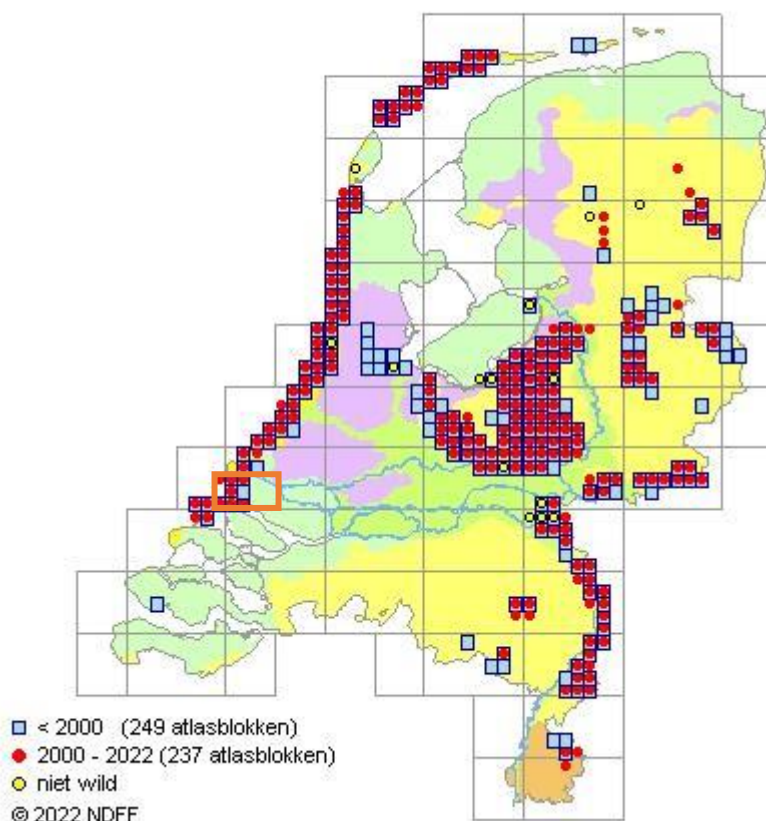
Zandhagedis

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 voorkeustracé zijn in de laatste vijf jaar meerdere individuen van zandhagedissen waargenomen (NDF, 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 verspreidingsgebied. 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

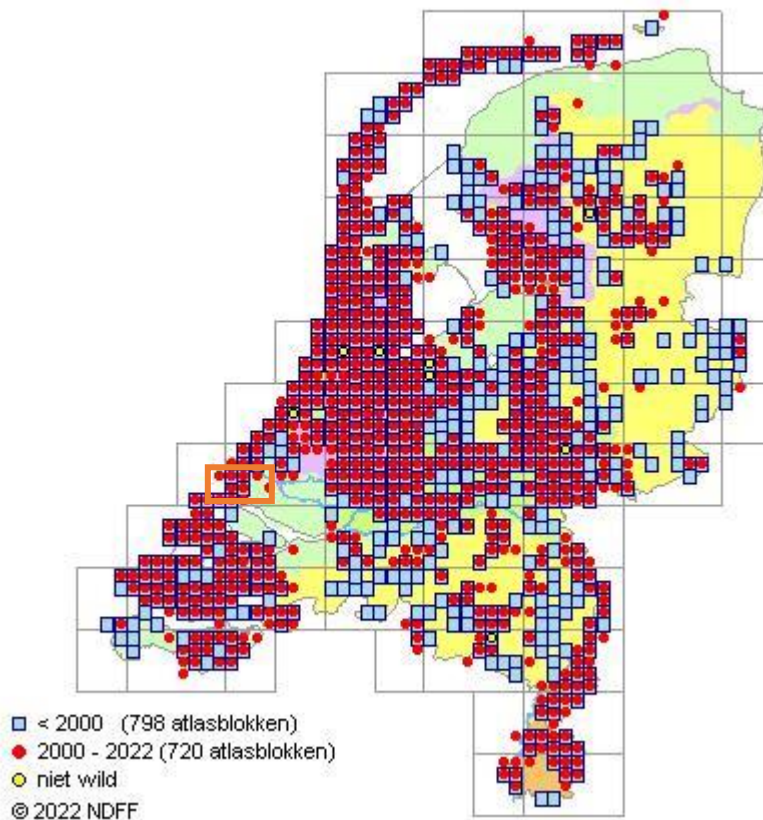
Rugstreppad (*Epidalea calamita*) is een bekende soort uit het duingebied en van de Maasvlakte. Het is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende 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.

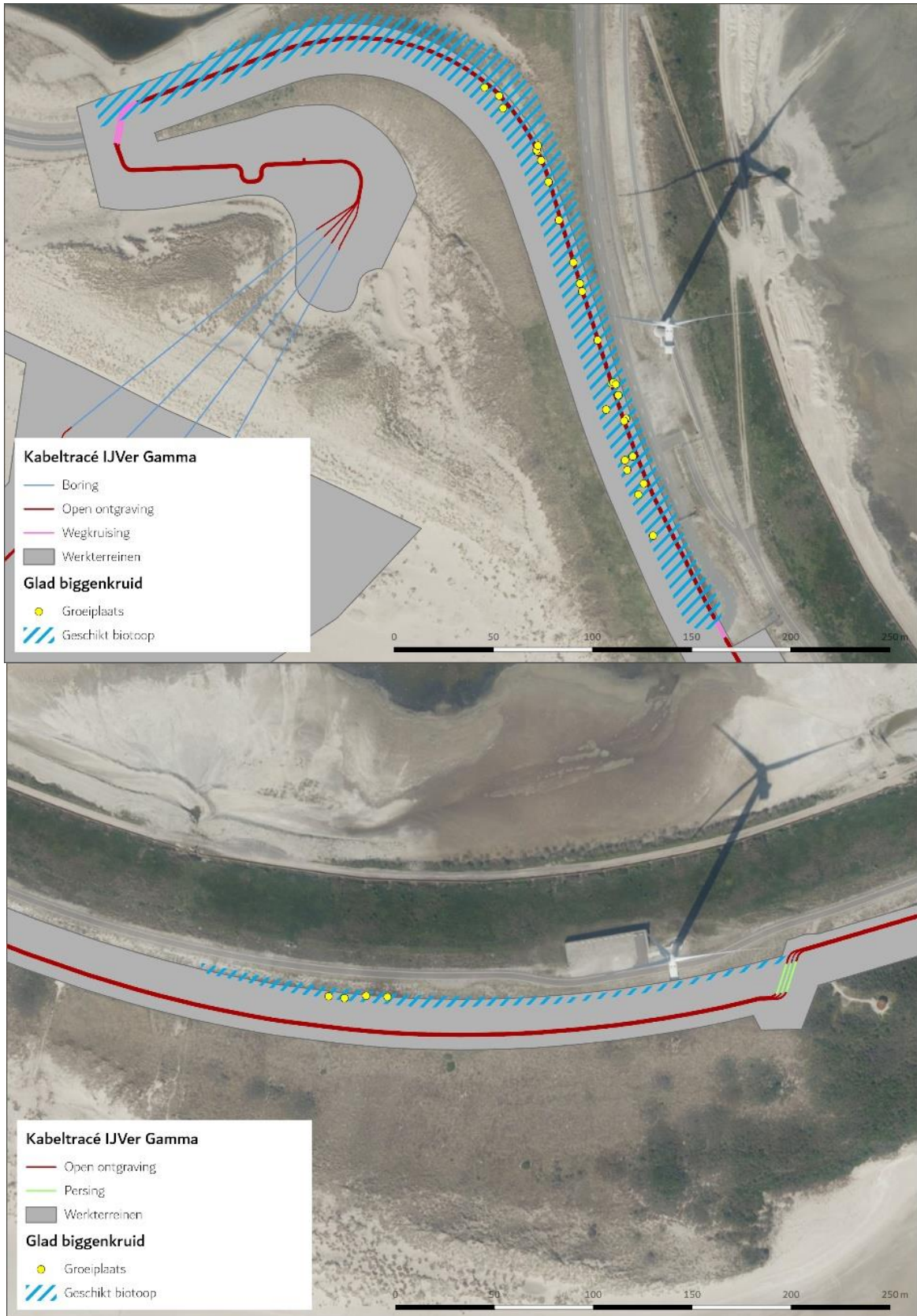
De rugstreeppad komt voor op de 2^e Maasvlakte en binnen het plangebied. De soort komt echter in het grootste gedeelte van Nederland voor, met name in duinen, het rivierengebied en polders (zie Figuur 62). Voor de landelijke staat van instandhouding van de rugstreeppad wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 62 Verspreidingsgebied van de rugstreeppad (NDF, 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 soortgericht onderzoek in 2022.



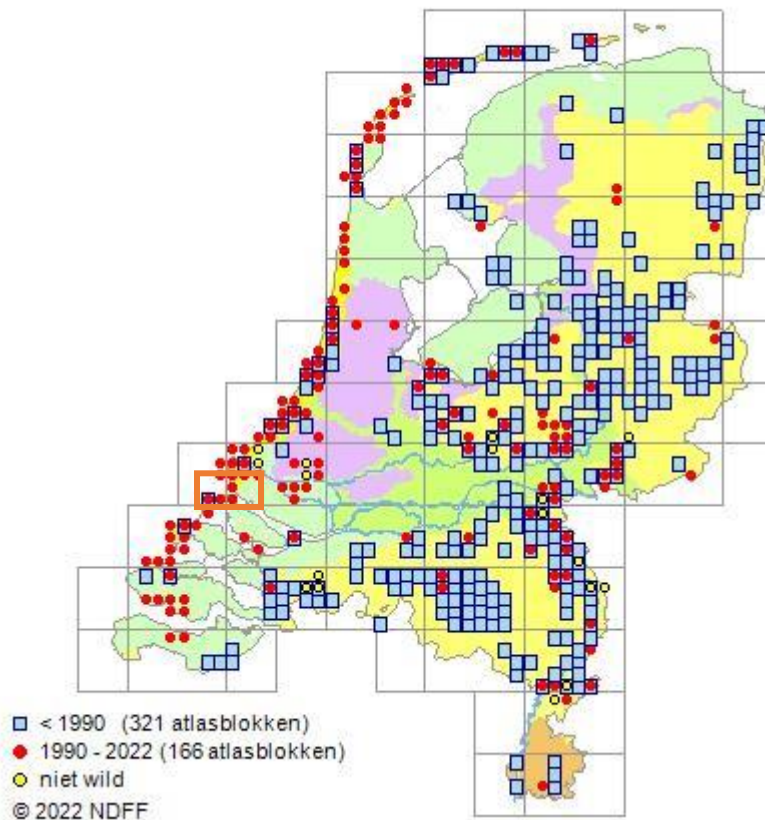
Figuur 63 Groeiplaatsen en geschikt biotoop van glad biggenkruid in of nabij de werkzaamheden bij de aanlanding en onder de slufteer waargenomen tijdens het veldbezoek in 2022.



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.

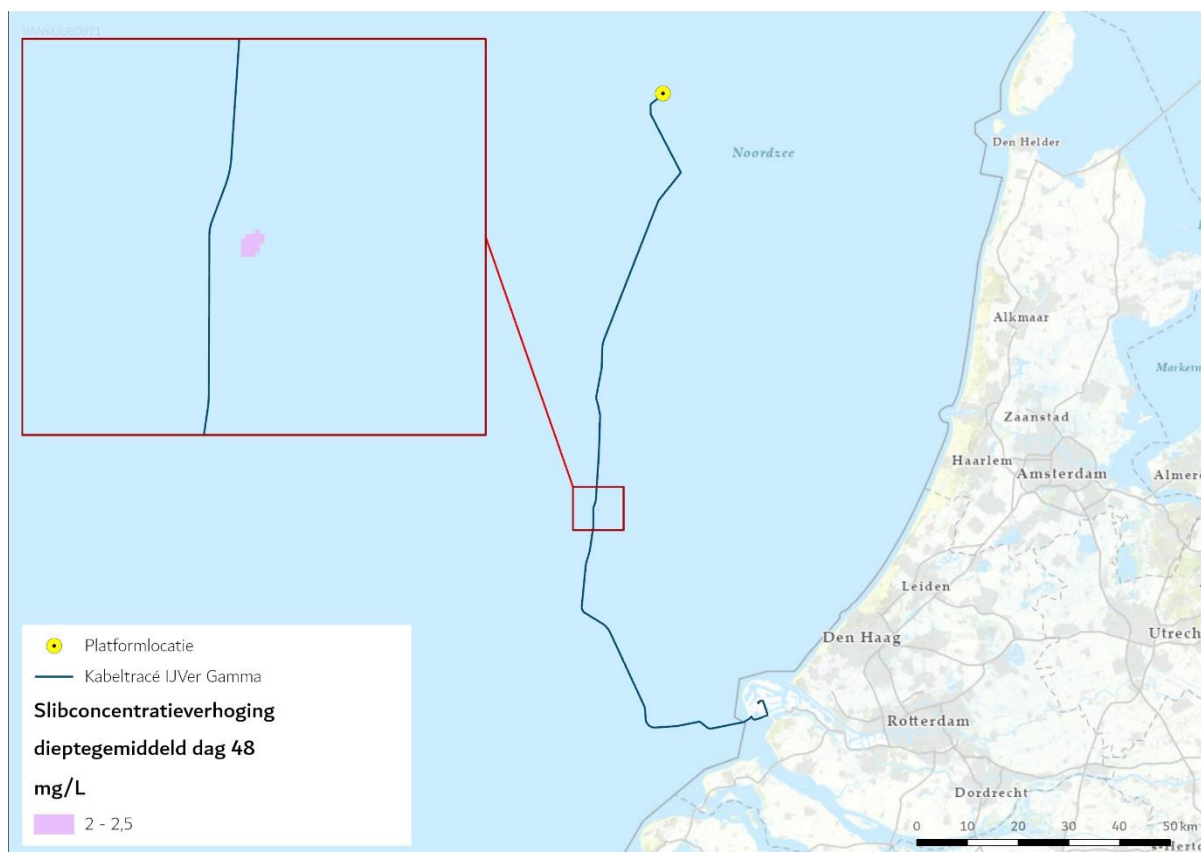
Effecten op zichtjagende vogels buiten de kustzone

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 voorkeurstracé 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 voorkeurstracé, is niet hoger dan 5 mg/L (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeehoop 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.

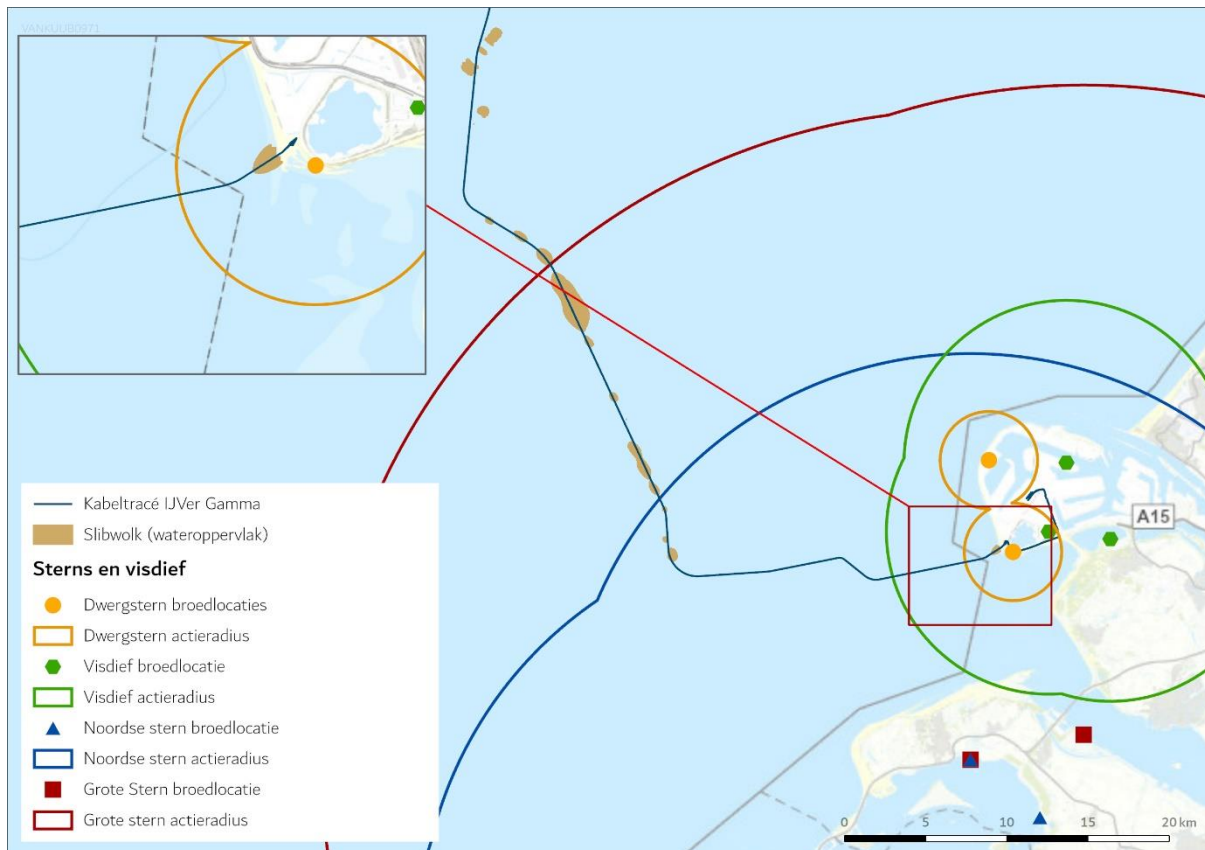
Slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen voornamelijk vanaf 20 km uit de kust, Figuur 67. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 km), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van deze grotere slibwolken uit de kust. 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)



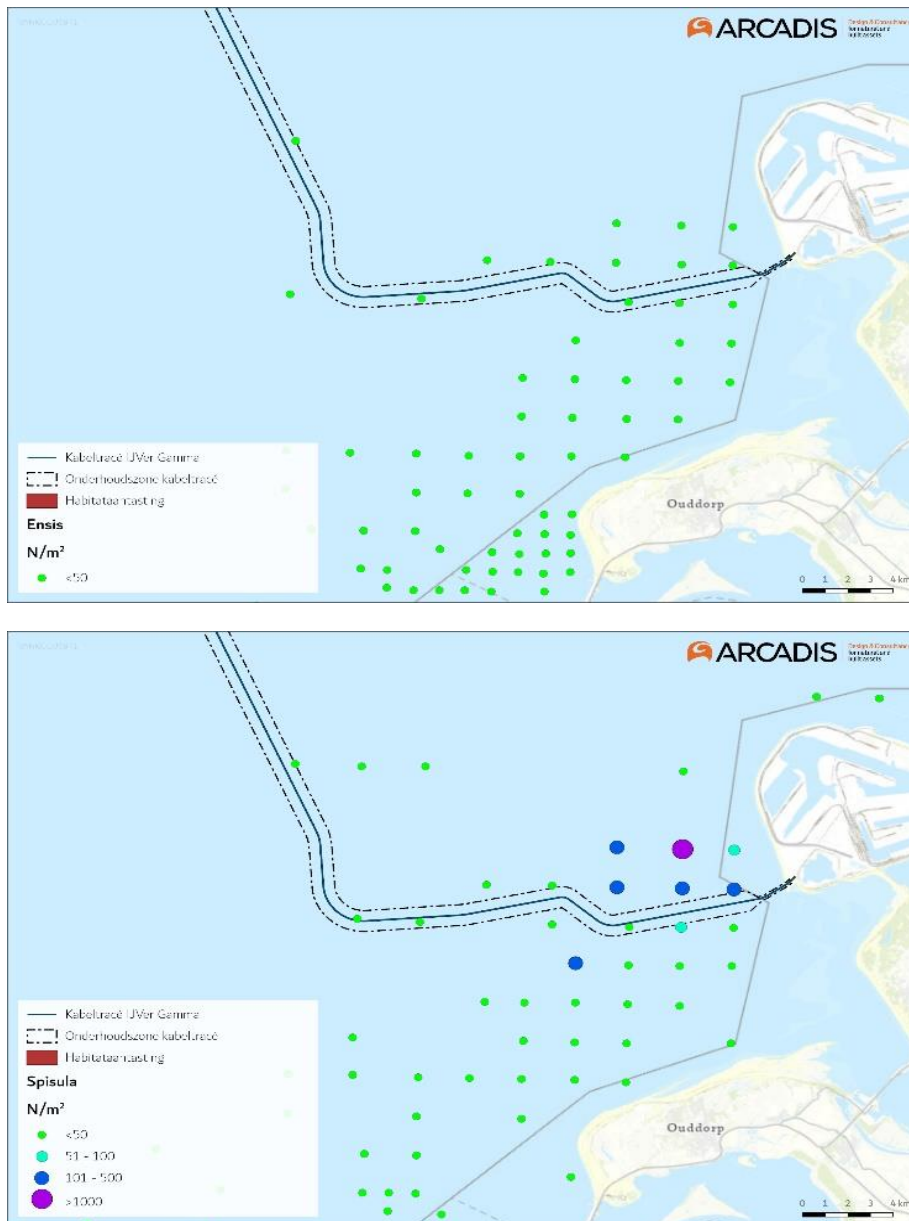
Figuur 67 De actieradius van de grote stern (40km), de noordse stern (25km), visdief (10km) en dwergstern (3km) vanuit bekende broedlocaties nabij het voorkeurstracé. De maximale reikwijdte van de slibwolk (>2 mg/L) aan het wateroppervlak is weergegeven in het bruin. Broedlocaties afkomstig uit NDFF (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 voorkeustracé 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.

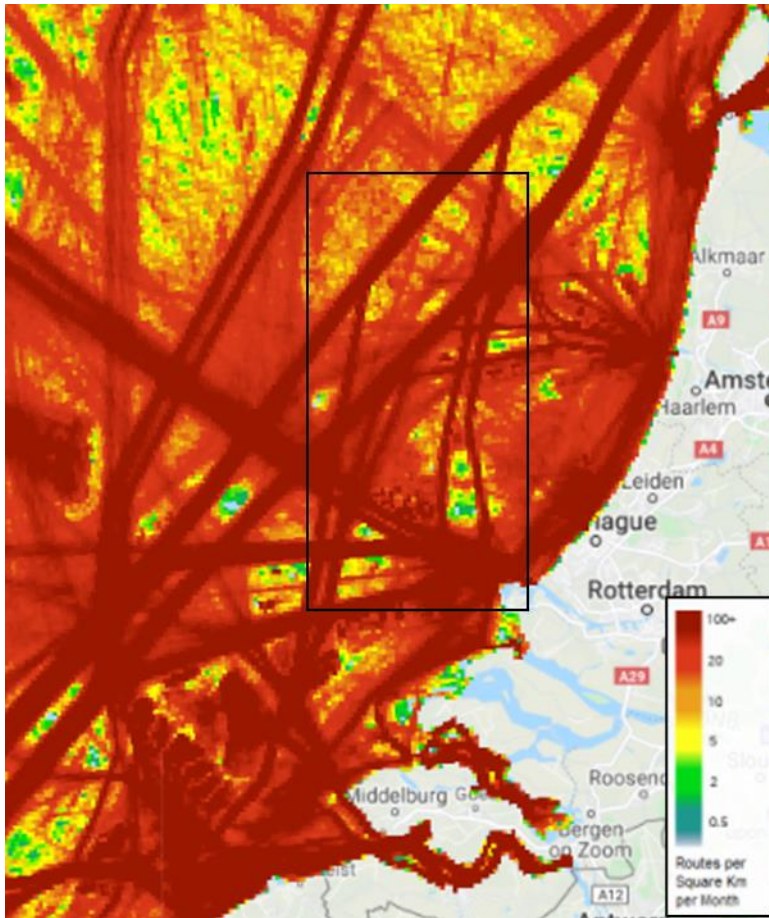
Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op droogvallende platen), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. Zoals eerder vermeld in hoofdstuk 3.6.1 is 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 gewenning optreden bij de vogels, individuen die hier wel hinder van ondervinden hebben zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour 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 verstoringscontour 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 verstoringsafstanden. 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 verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale heienergie 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 μ Pa2s (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 μ Pa2s (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 impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 μ Pa2s 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).

Verschil 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_s = 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.

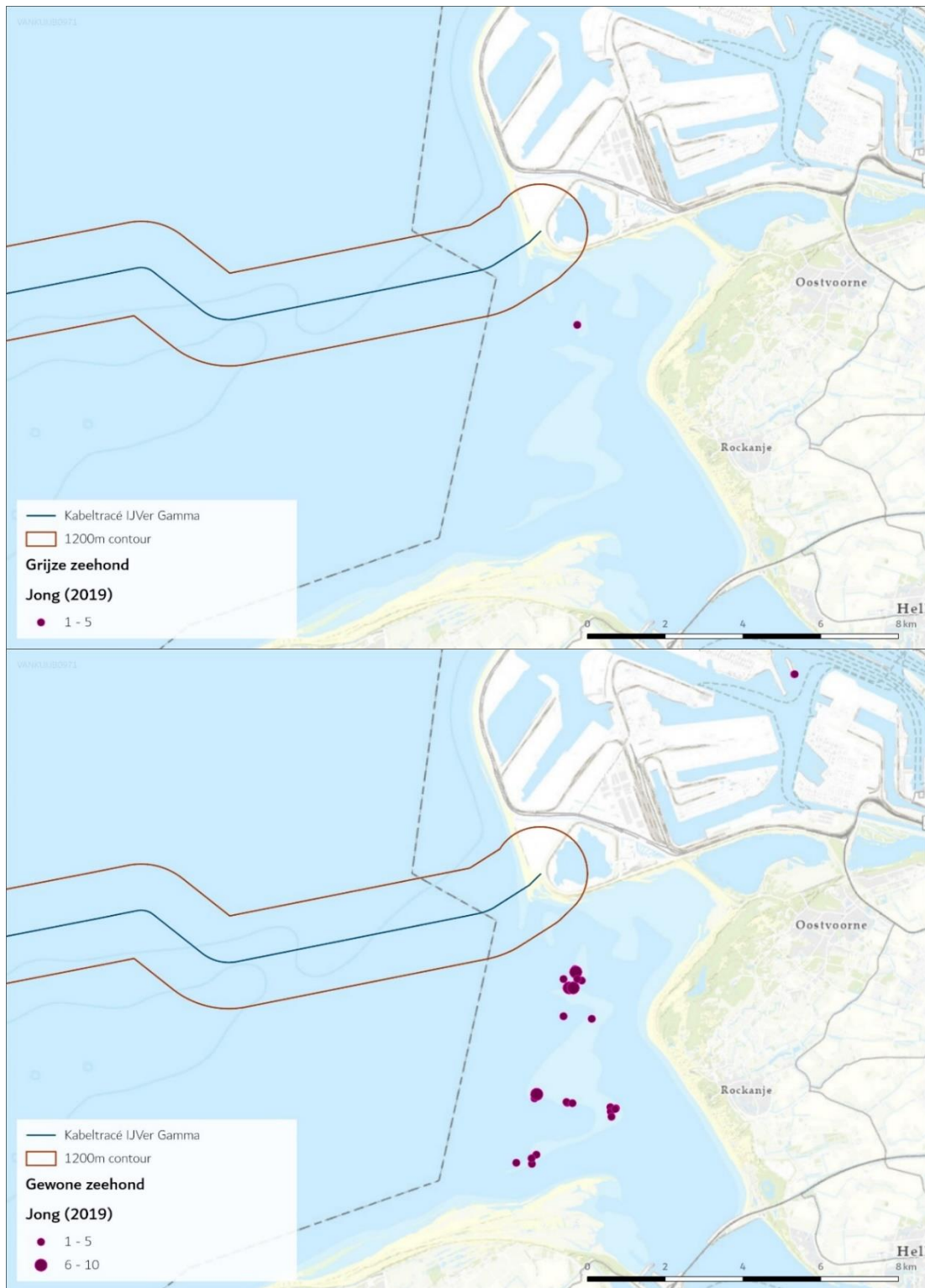
Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de UXO+ pre survey overschrijdt net als de route surveys het aantal bruinvisverstoringdagen niet (benodigd 1.636 bruinvisverstoringdagen en berekend 1.840 bruinvisverstoringdagen). Voor geofysische surveys kan gebruikt gemaakt worden van mitigerende 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 onverstord 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 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,

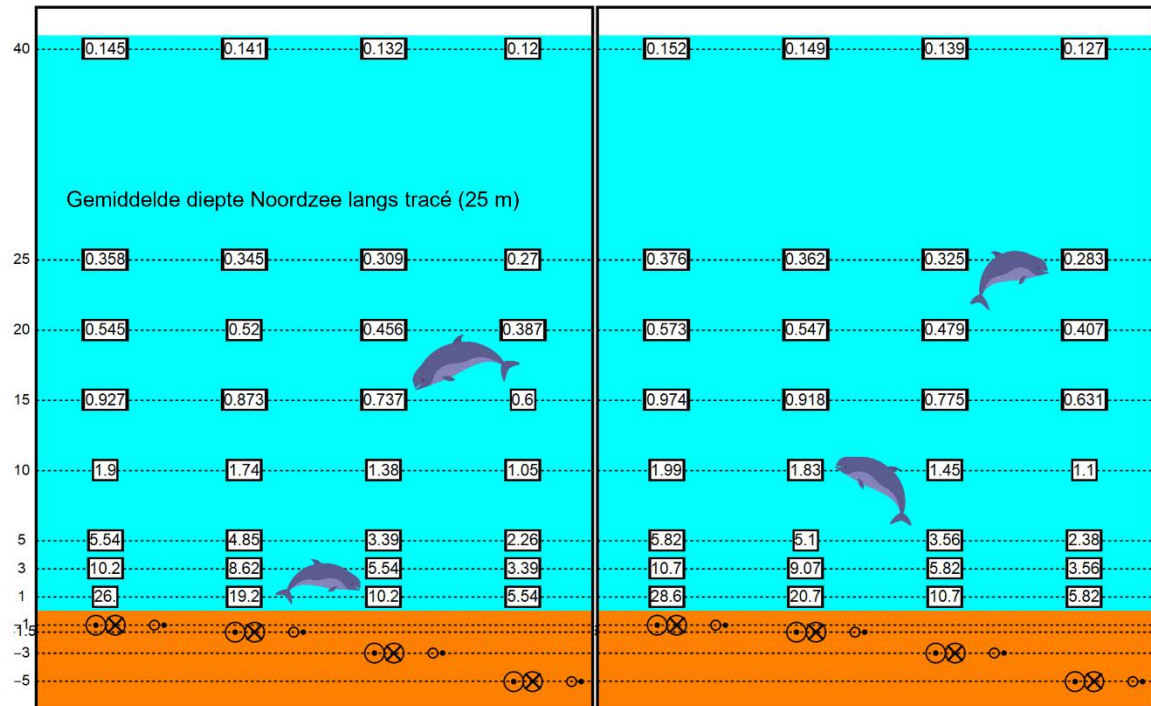
zie o.a. (van Essen, 2021a)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (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 µT grenswaarde



Figuur 71 Magneetveldzone in µT 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 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT 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 µT 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, zeeprik, 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 onverstoorde 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 voorkeurstracé 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 voorkeurstracé 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 voorkeurstracé 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 voorkeurstracé 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 voorkeurstracé 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)'*.

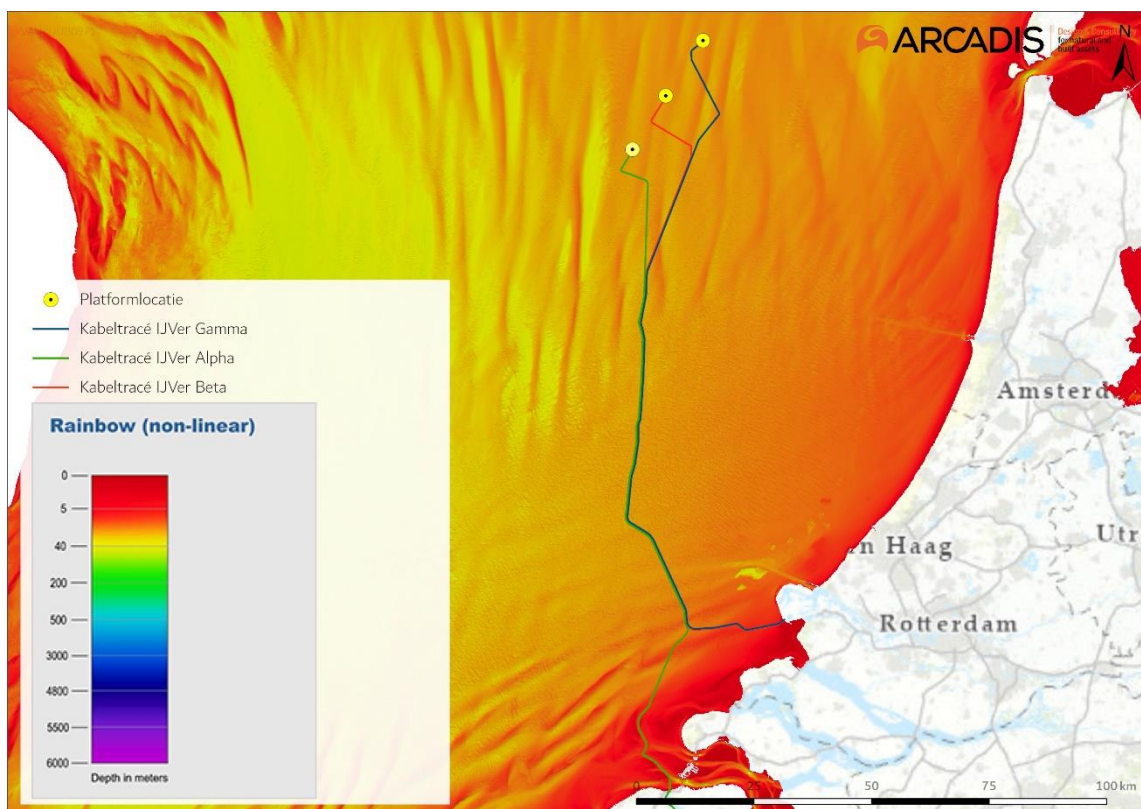
De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het voorkeurstracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied 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).

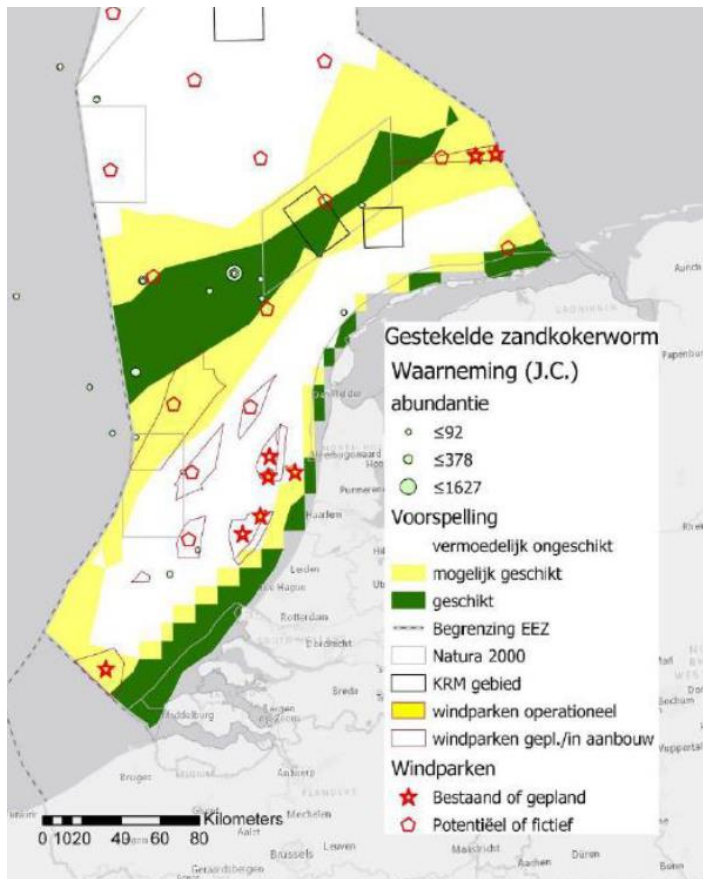
Om negatieve effecten op de soort te voorkomen kunnen de volgende maatregelen plaatsvinden:

- 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 trekvisser 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

Aanvraag Wnb Vergunning

Bijlage 5b: Bijlagen bij de
Soortenbeschermingstoets Net op Zee
Ijmuiden Ver Gamma

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 dolfin (*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 dolfin, 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 dolfin (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfin (*Delphinus delphis*), grijze dolfin (*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 Amphylae 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. [REDACTED]

Van
[REDACTED]

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
[REDACTED]

E-mail
[REDACTED]

Doorkiesnummer
[REDACTED]

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.

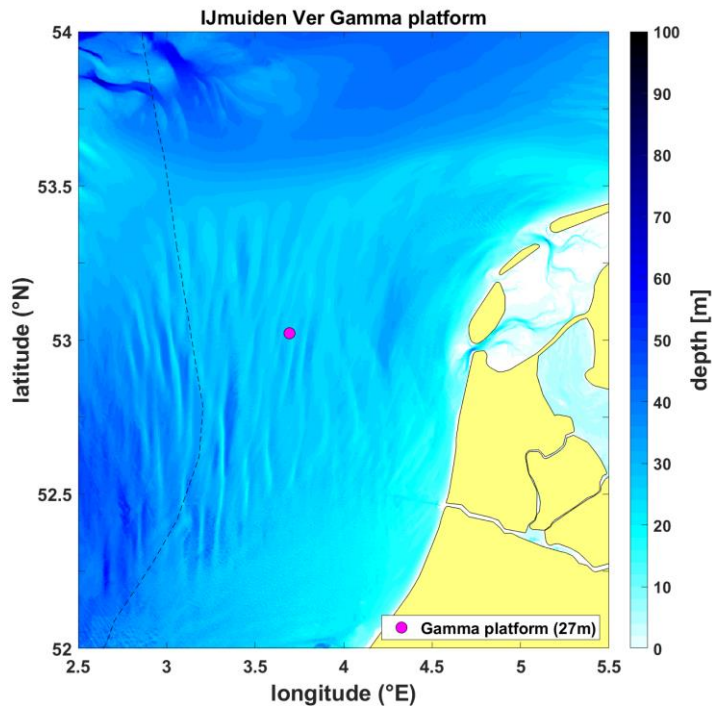
X_RD (new)	Y_RD (new)	NORTHING	EASTING
41394,581902	560782,809584	53° 01.318' N	3° 41.643' E

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.

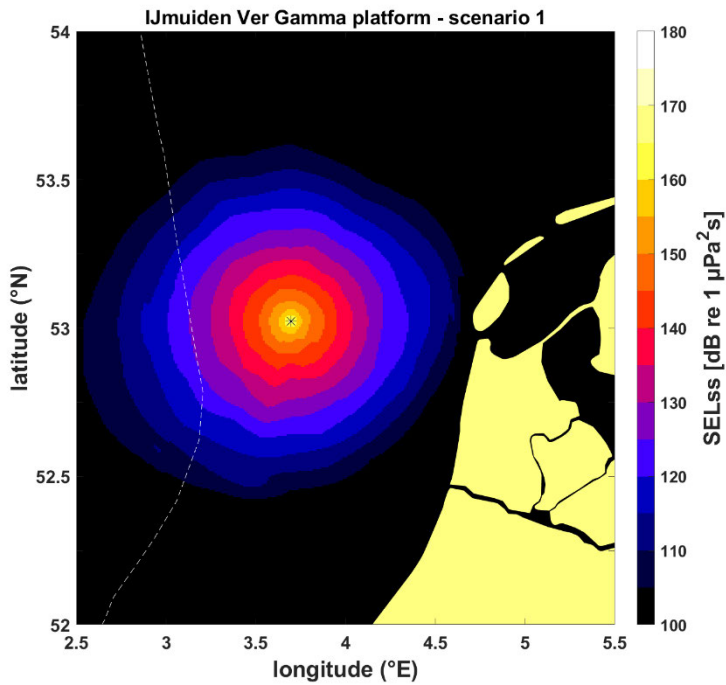
De wanddikte van de funderingspaal (60 of 80 mm) heeft nauwelijks invloed op het gerekende onderwatergeluid. Toepassen van een zwaardere hamer en aambeeld bij dezelfde heiklapenergie leidt tot een reductie van het onderwatergeluid. Verhogen van de ram- en aambeeld-massa van 126 naar 175 ton leidt volgens 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.

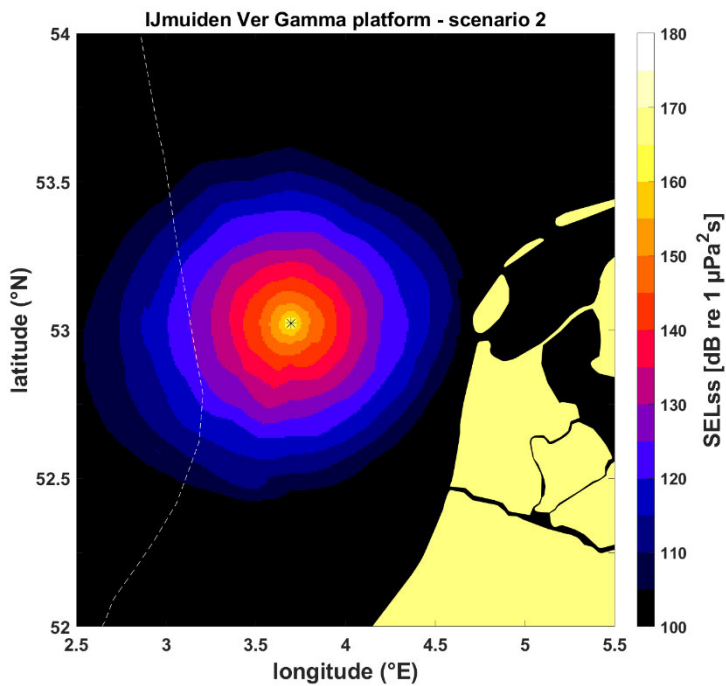
Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
5/11



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.1.

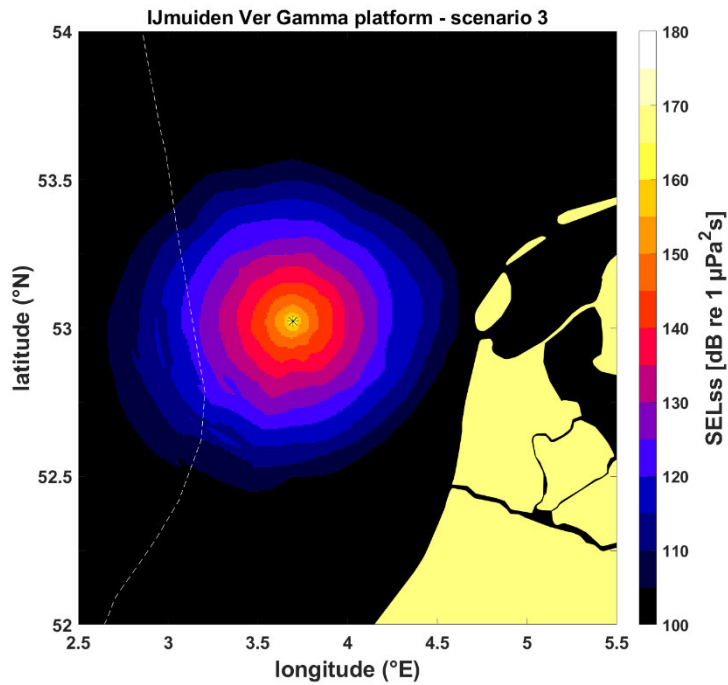


Figuur 3 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.2.

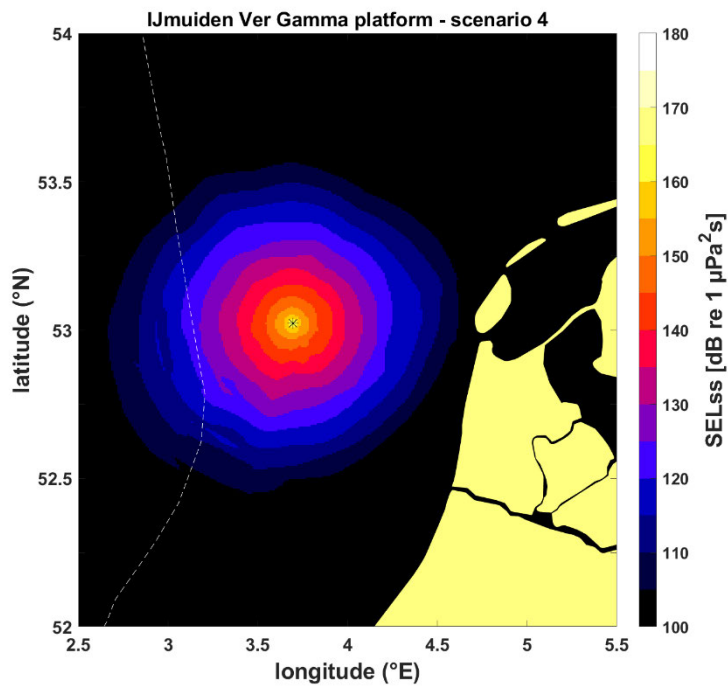
Datum
19 januari 2022

Onze referentie
DHW-2022-AS-100343209

Blad
6/11



Figuur 4 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het IJmuiden Ver Gamma-platform, voor scenario nr.3.



Figuur 5 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (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

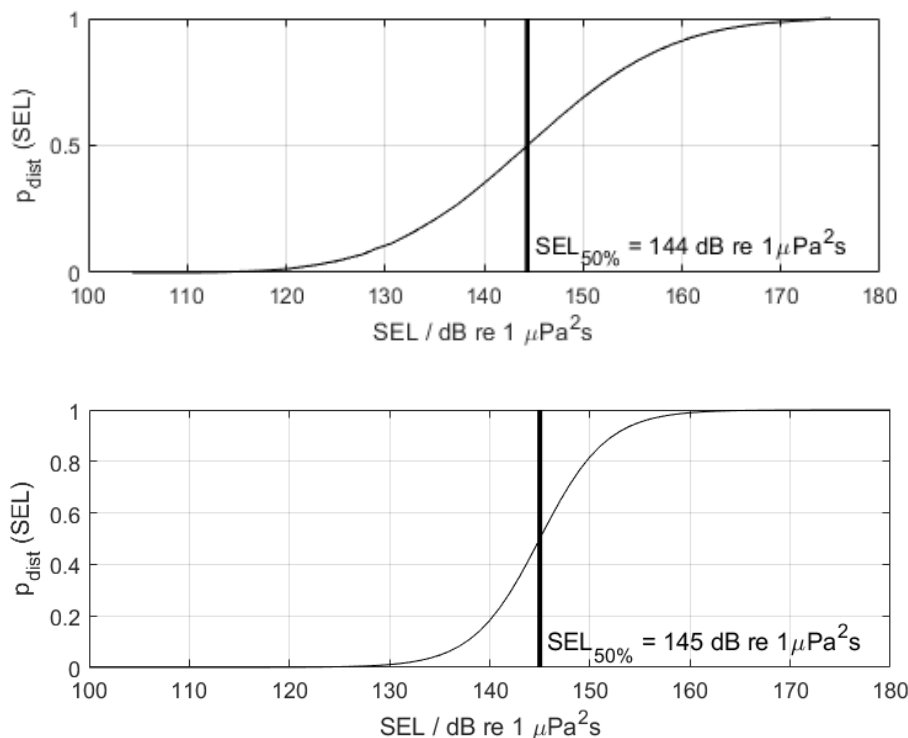
19 januari 2022

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 maximaal aantal 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 verstoringsooppervlak 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 verstoring 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.

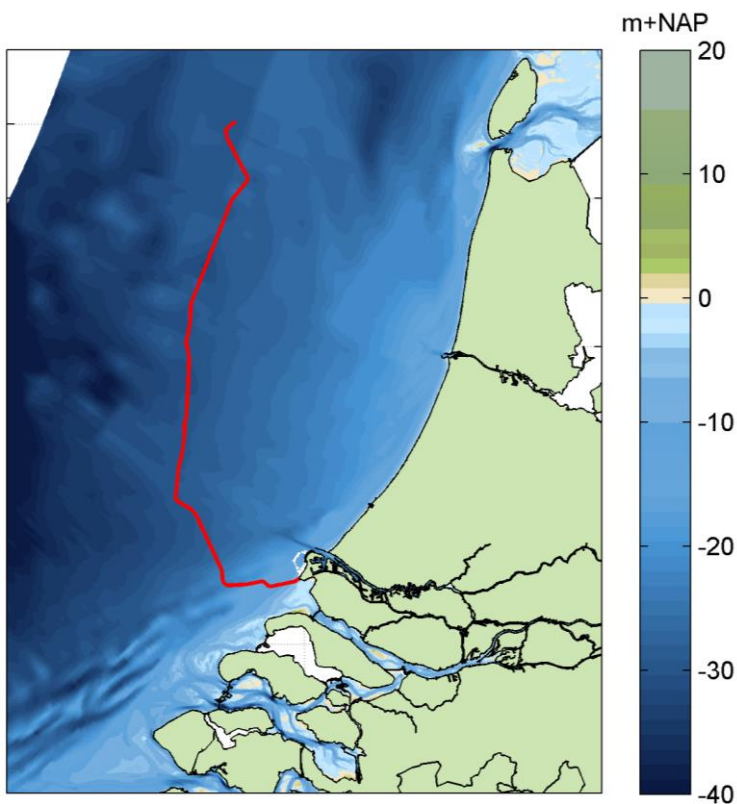
1.2 Locatiebeschrijving

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.

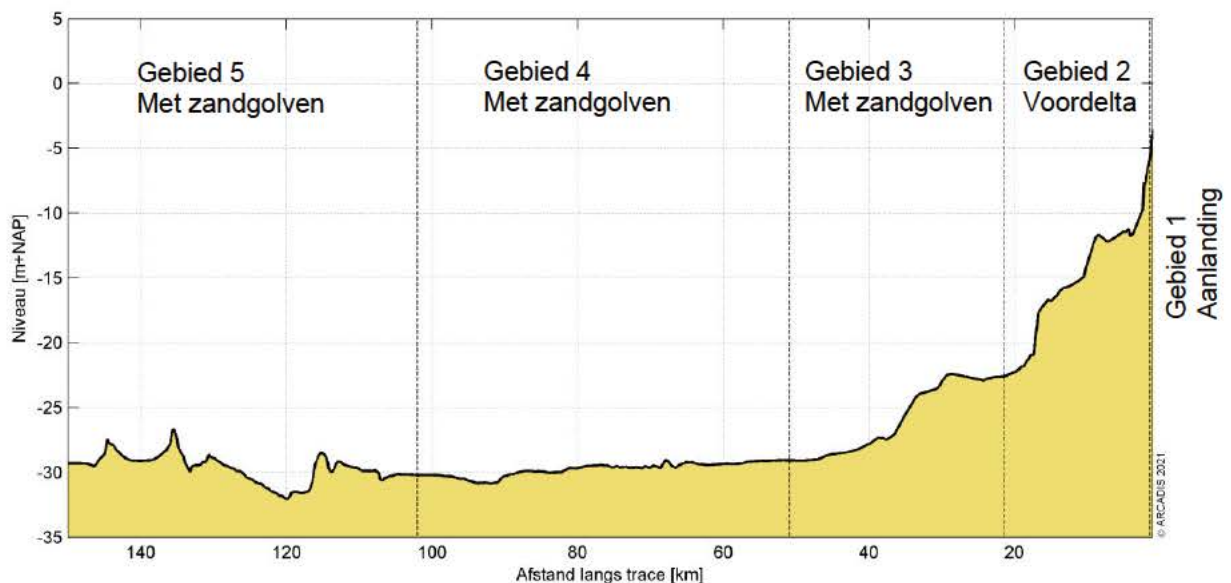


Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en voorkeustracé IJver Gamma.

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.

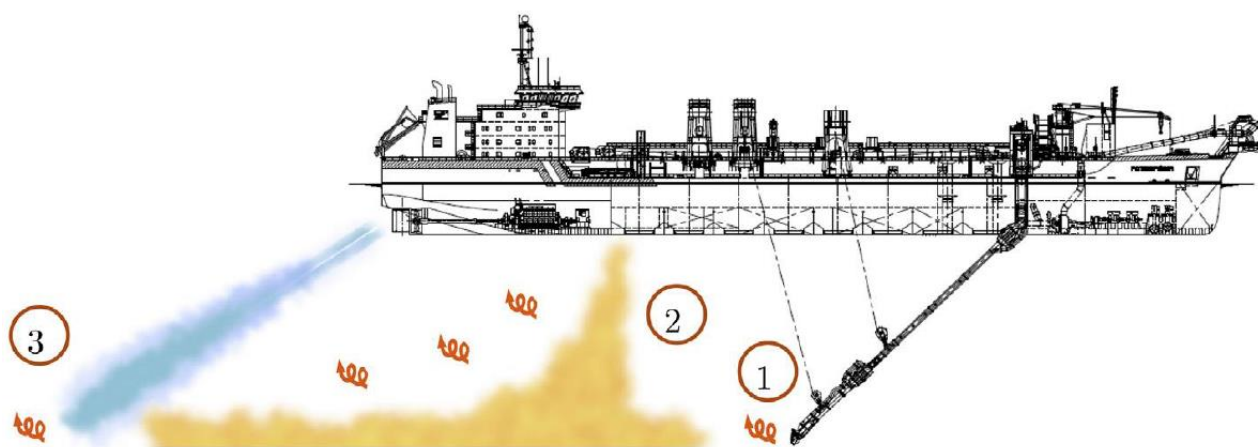
2.1.3 Baggeren

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 efficiëntie 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 voorkeursracé 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 sloopschroef 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 gewichtsperscentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtsperscentage 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 [m ³ /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 oplopend 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, oplopend 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.

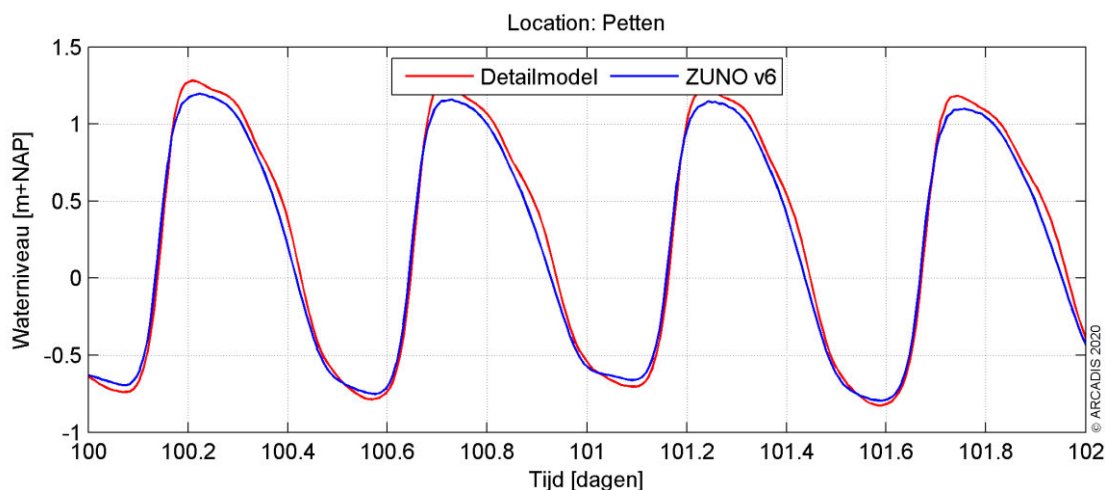
3.2 Randvoorwaarden

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 spuiemiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

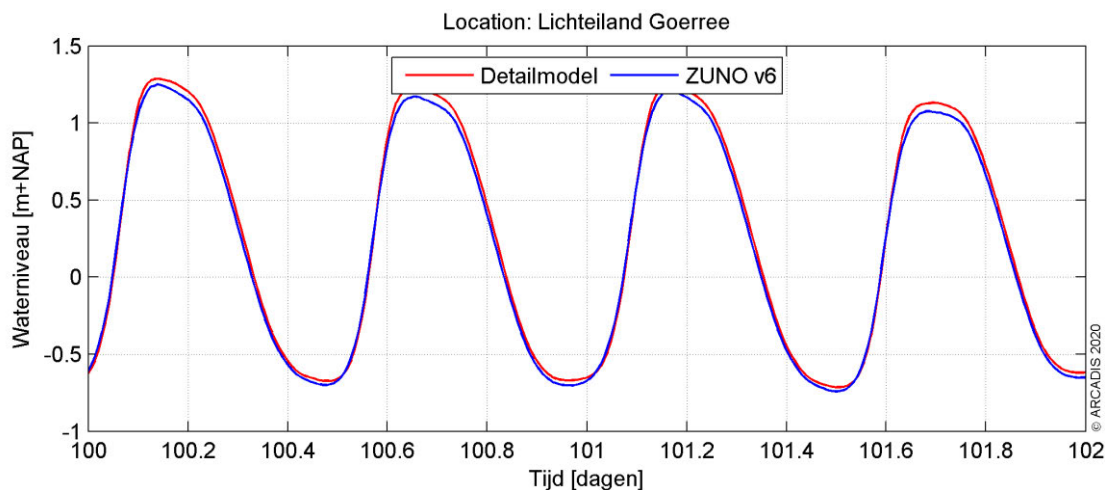
De randvoorwaarden voor de Riemann-randen en waterstandsrand zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – 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-sweept 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).

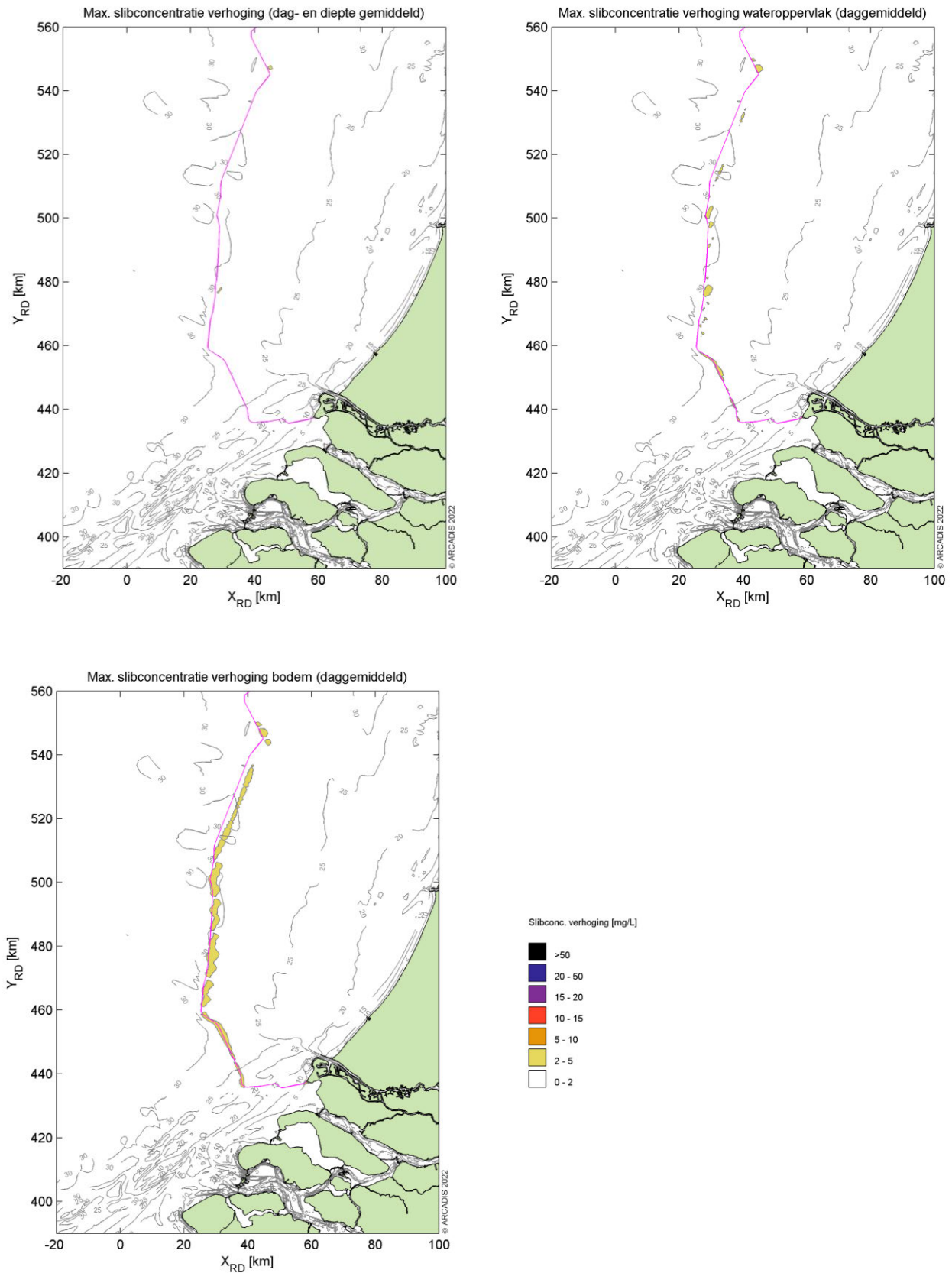
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

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.

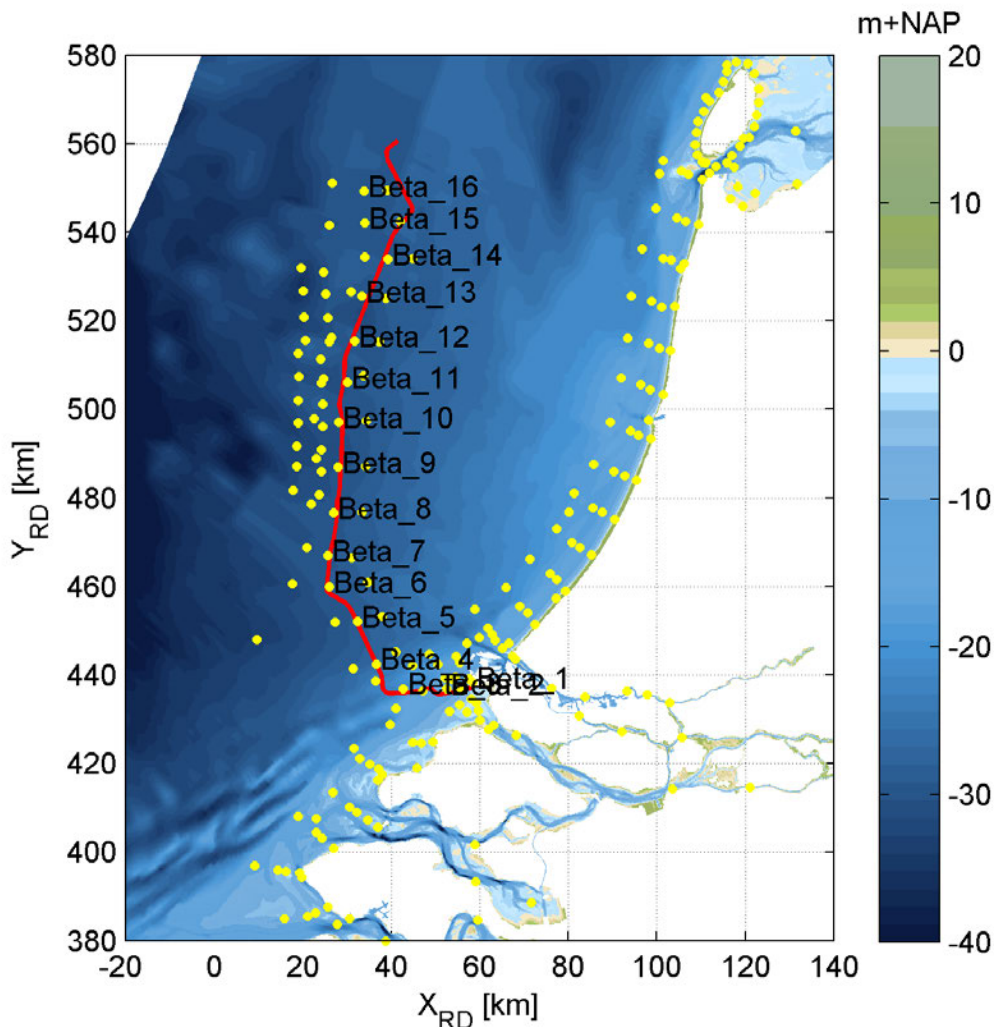


Figuur 6 Maximale omvang baggerpluim.

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.

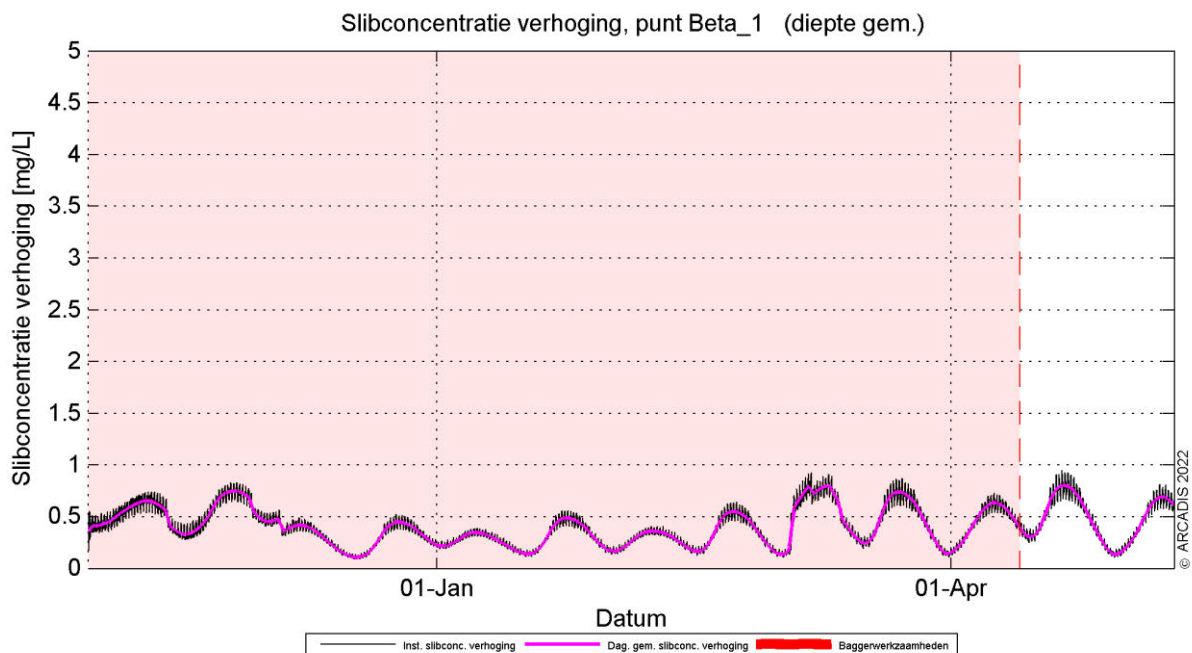
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 mei. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



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.

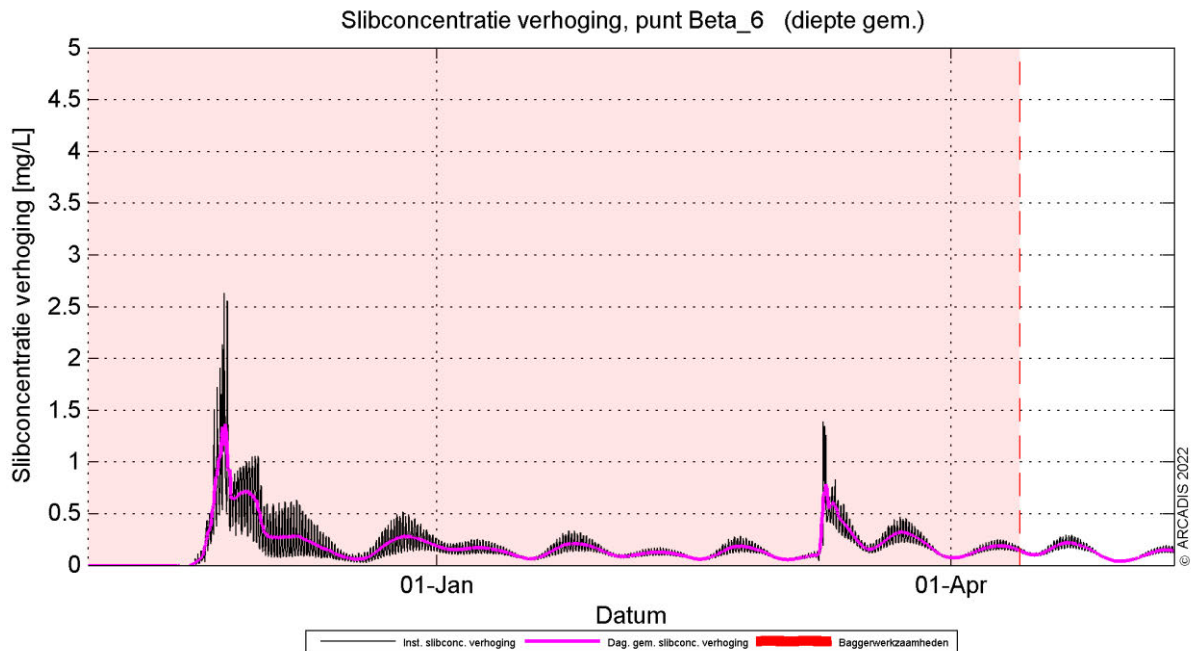
Omdat buiten het voorkeurstracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het voorkeurstracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij 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.



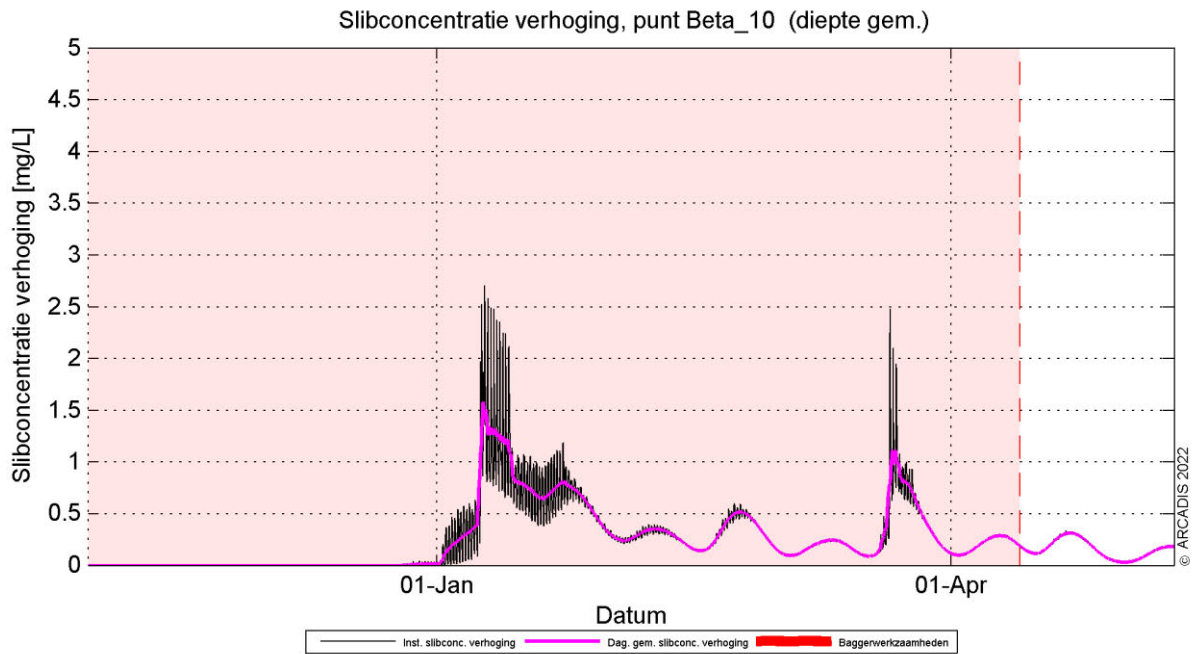
Figuur 8 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

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).

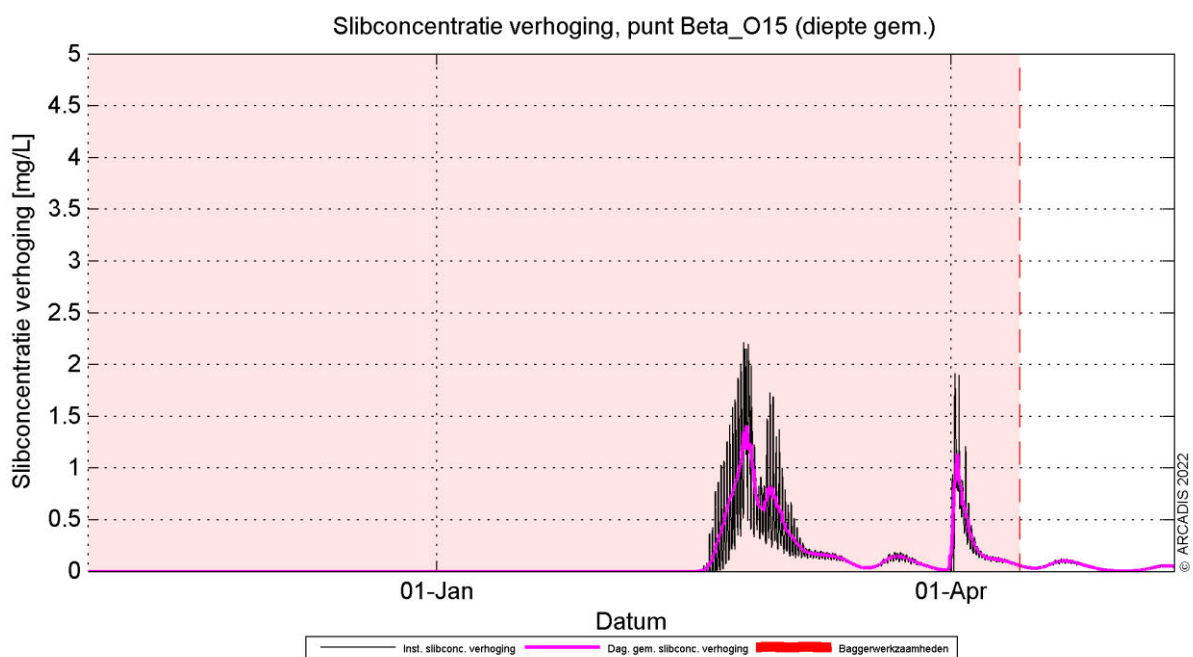


Figuur 9 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6.

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.



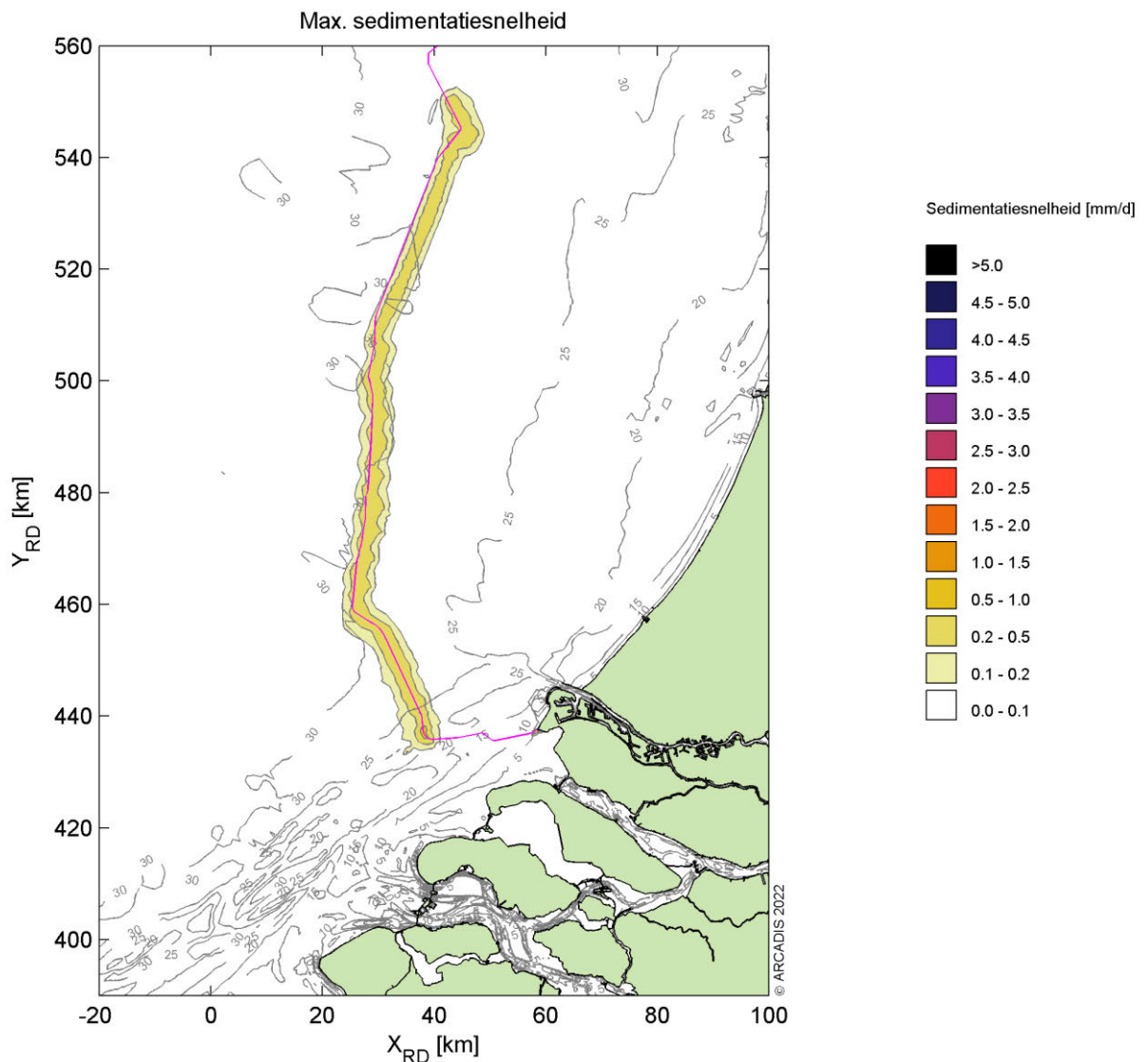
Figuur 11 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 15.

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het voorkeustracé 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 voorkeustracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid onder de 0,1 mm/dag. Langs het voorkeustracé 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 voorkeustracé 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.

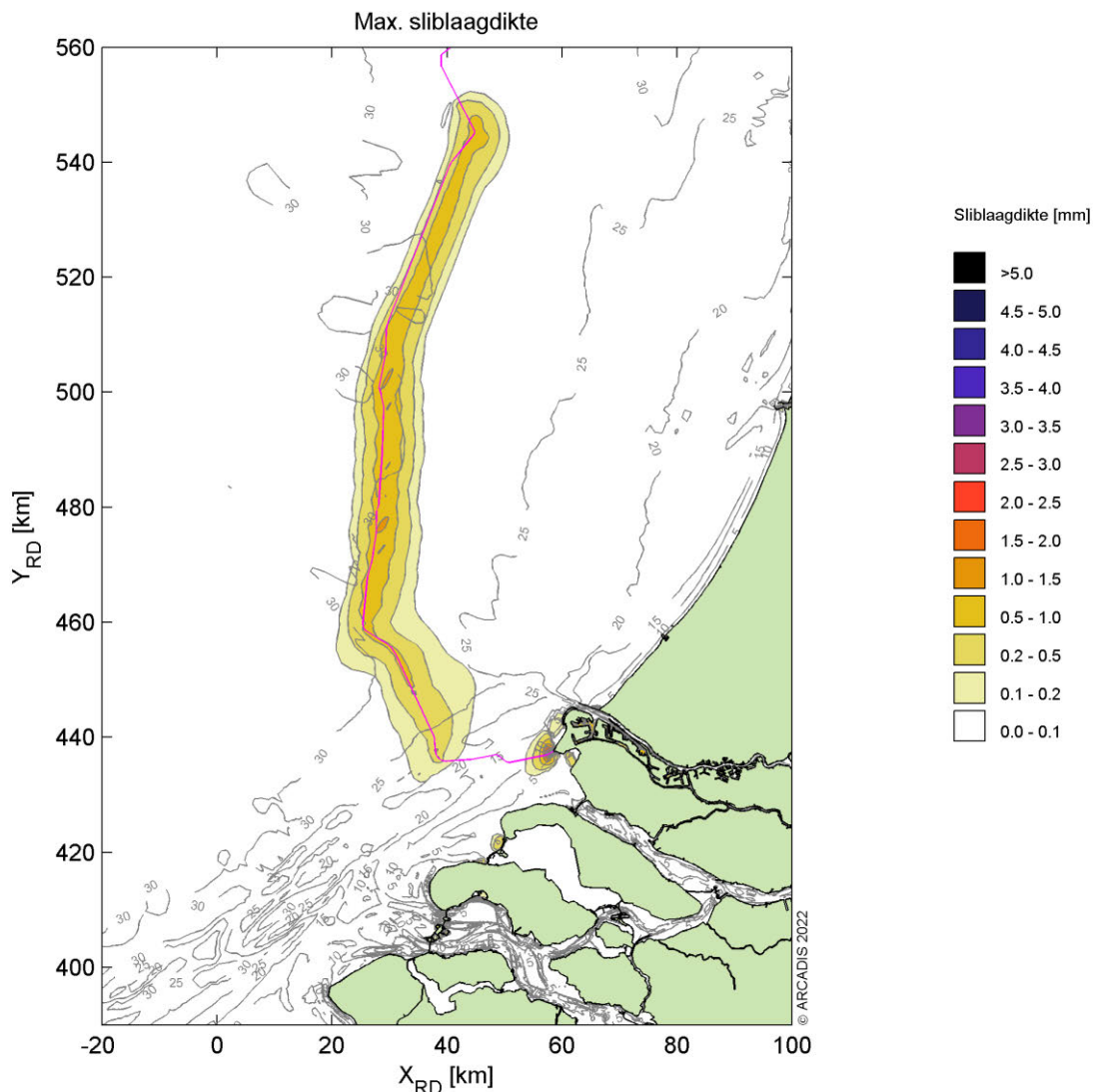


Figuur 12 Maximale sedimentatiesnelheid.

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 voorkeustracé 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 voorkeustracé 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 voorkeustracé 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

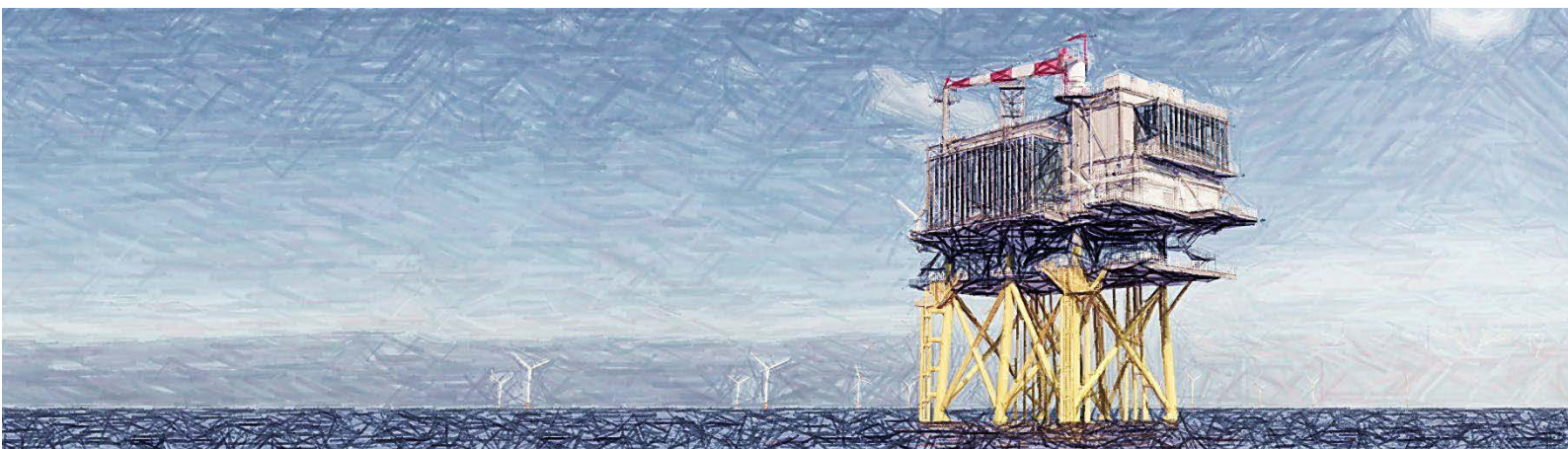
STATUS
Definitief

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.

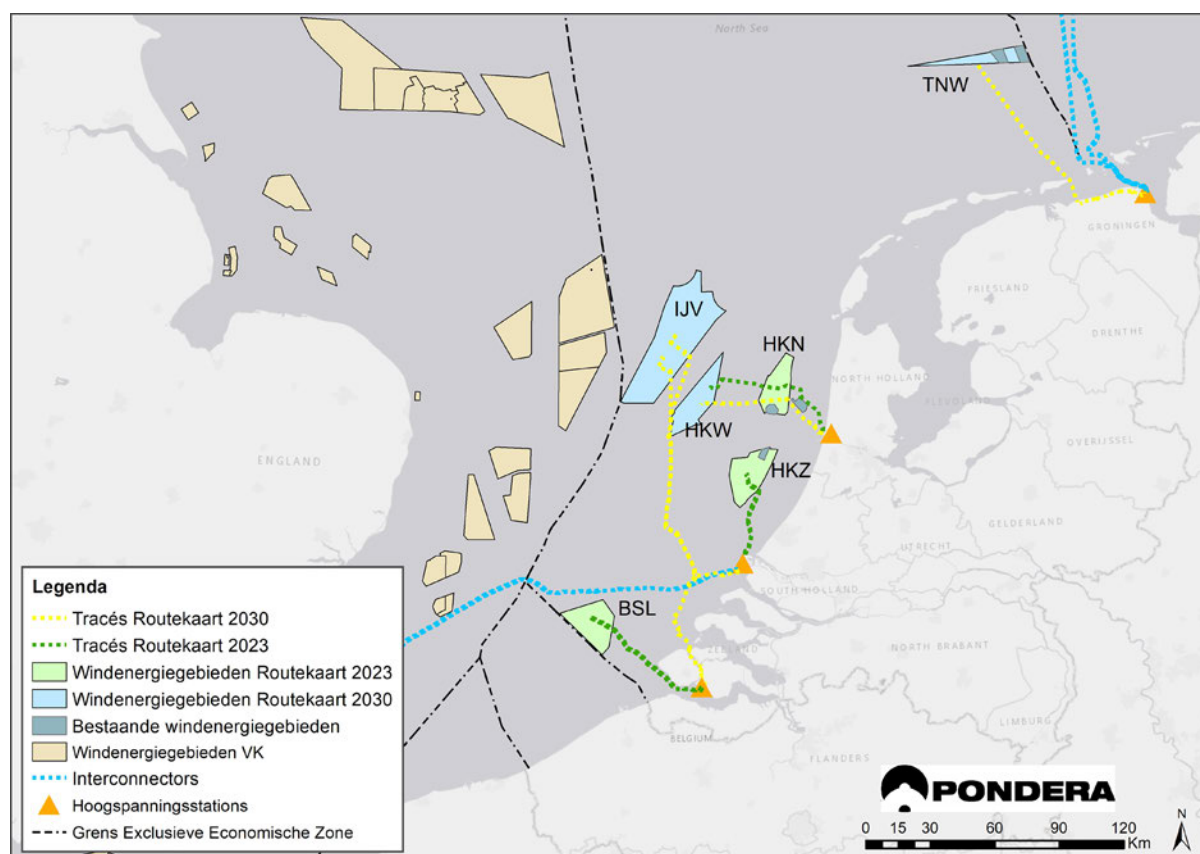
Dit document is een momentopname. Het vergroten van de kennis betreft geen 'statisch' proces, indien onderzoeksresultaten, inzichten of andere ontwikkelingen daartoe aanleiding geven, kunnen stappen worden aangepast en kan verder voortgebouwd worden op dit document.

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 evertibraten (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.

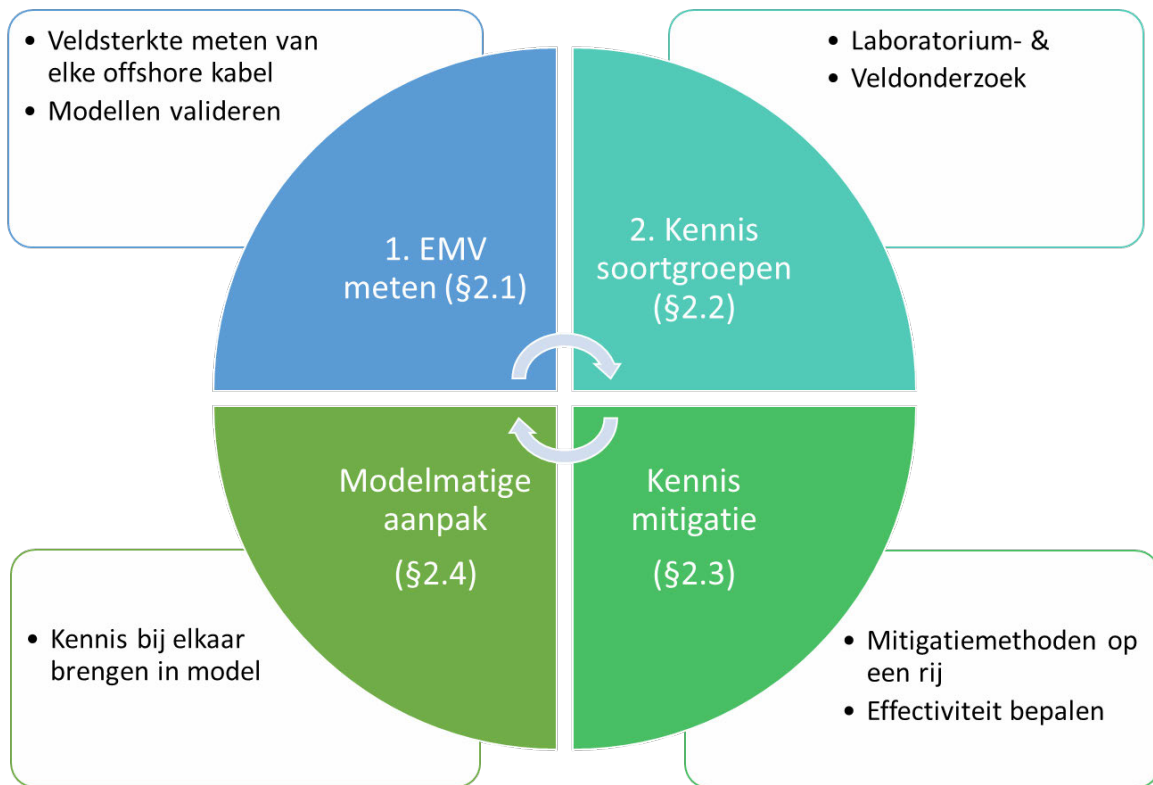
Om de kennis in te vullen is het voorstel om voor de relevante soorten informatie te verzamelen over:

- 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.



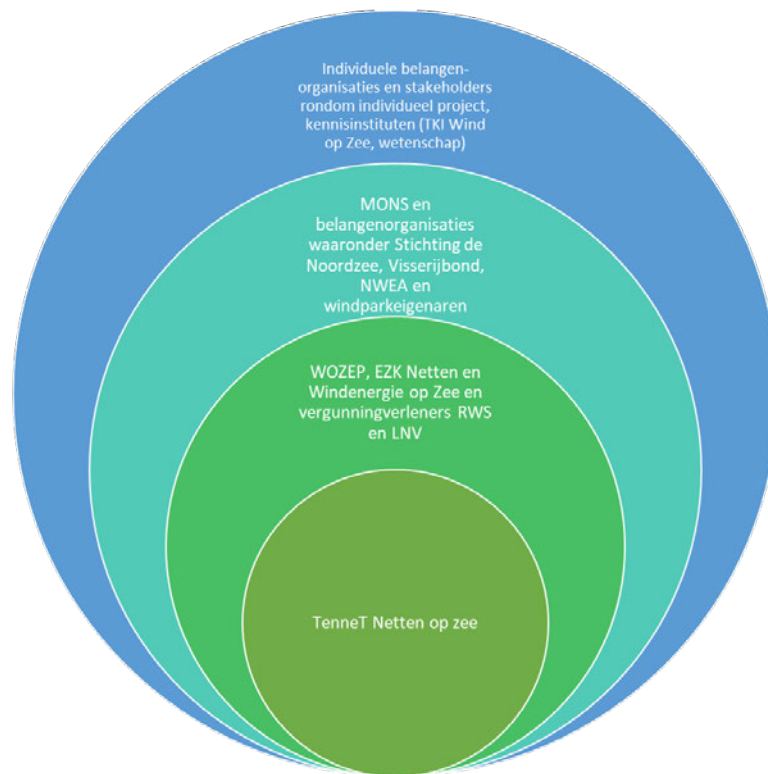
Figuur -2 Vier kennismodules voor invullen leemten

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 trekvisen 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. Bruinvisstrandings 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 tweeweg 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 grenswaardes 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 grenswaardes 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.

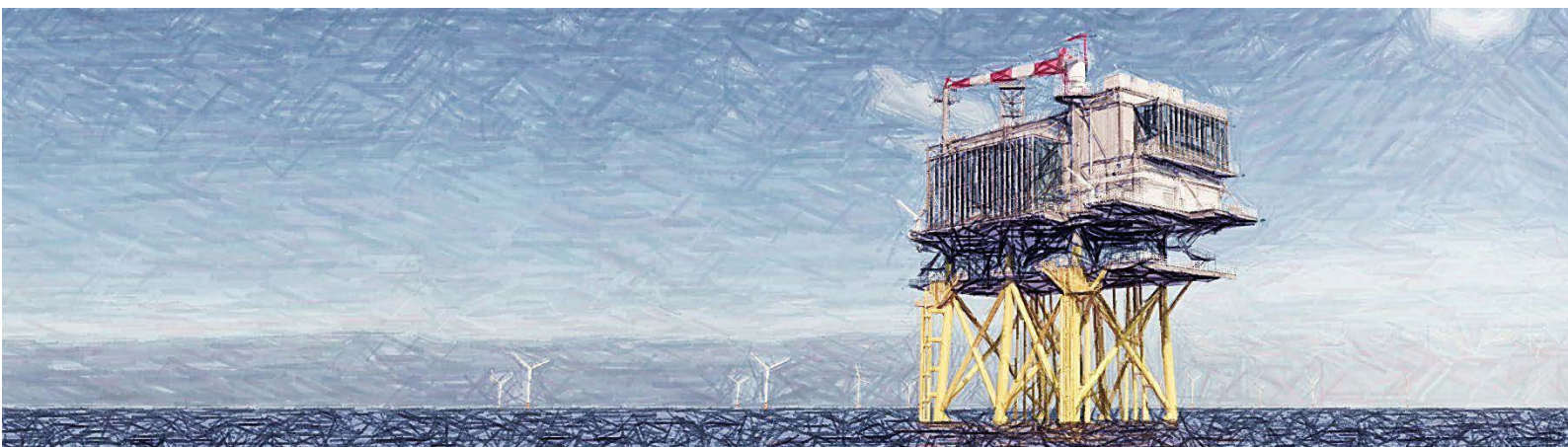
Daarnaast kan informatie uit deze notitie gebruikt worden:

- 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 besprekdocument



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.

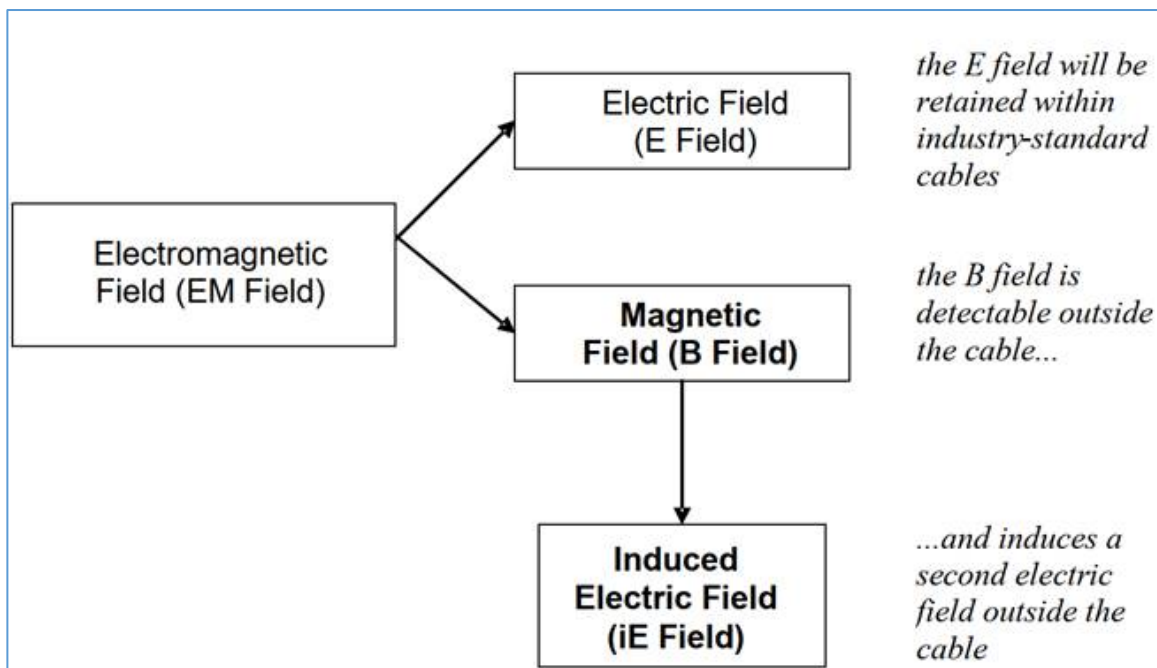
BIJLAGE 2 UITLEG ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Wat zijn elektromagnetische velden

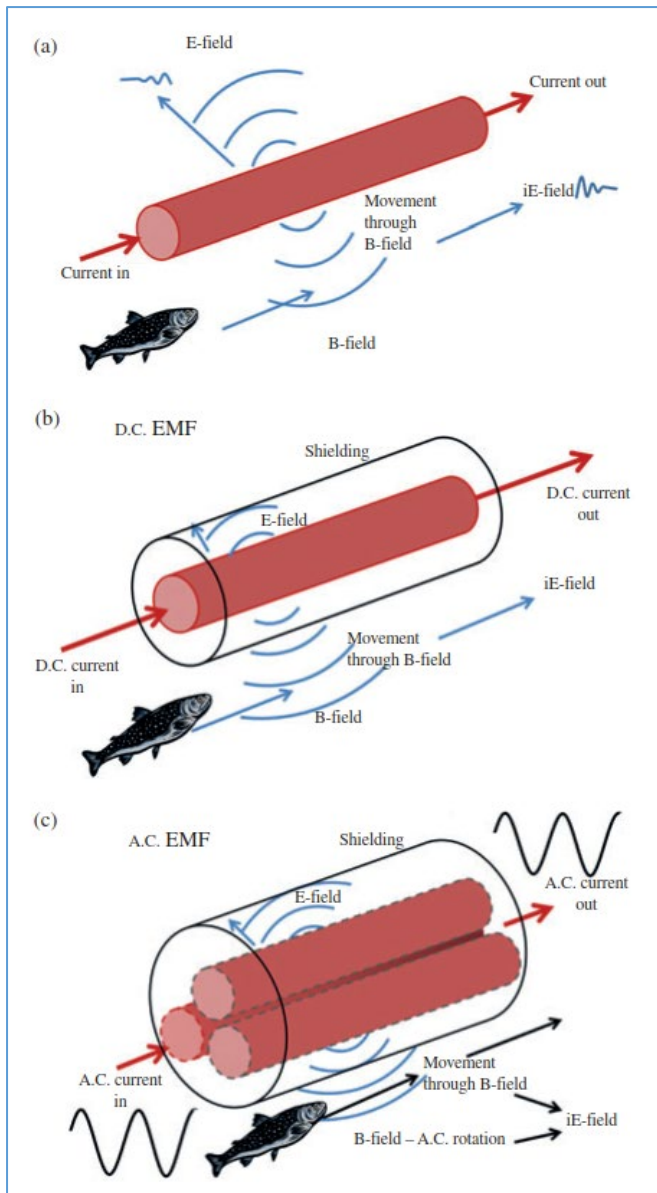
Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en 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 evertetraten 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.

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, blijkens 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