

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Minister van I&W
Rijkswaterstaat Zee en Delta

Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

CLASSIFICATIE C1 - publieksinformatie

DATUM 16 november 2021

BEHANDELD DOOR [REDACTED]

BETREFT: Aanvulling aanvraag watervergunning project Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Bijlagen: 2

Geachte [REDACTED],

Op 27 augustus jl. heeft TenneT een watervergunning aangevraagd voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

Graag vullen wij de aanvraag als volgt aan.

Uitvoeringsperiode

De uitvoeringsperiode van de realisatie van het project is 2023-2029. Wij verzoeken u van deze periode uit te gaan. De duur van de werkzaamheden is ongewijzigd. De aanpassing van de realisatieperiode heeft dan ook geen invloed op de gevolgen van de aanleg en/of exploitatie van het project

Kaartenbijlage 5

Op de kaarten in bijlage 5 van de aanvraag is de vergunningszone niet op alle punten correct weergegeven, dat is nu aangepast. De duur van de werkzaamheden is ongewijzigd. De aanpassing van de realisatieperiode heeft dan ook geen invloed op de gevolgen van de aanleg en/of exploitatie van het project.

Wij verzoeken u bijlage 5 uit de aanvraag (datum 26-07-2021) te vervangen door de bijlage 5 die ter aanvulling is toegezonden met datum 22-09-2021.

MER

Het MER is aangepast op een aantal punten en de definitieve eindversie wordt u toegezonden ter vervanging van bijlage 4 bij de aanvraag. Wij verzoeken u de oorspronkelijke bijlage 4 te vervangen door de toegezonden bijlage.

In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij 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 Alpha

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Minister van I&W
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

CLASSIFICATIE C1 - Publieke Informatie

DATUM 27 augustus 2021

BEHANDELD DOOR [REDACTED]

BETREFT: watervergunning realisatie, gebruik, verwijdering Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Geachte [REDACTED],

Voor het project *Net op zee IJmuiden Ver Alpha* ontvangt u bijgaand een aanvraag voor een watervergunning.

De aanvraag wordt gedaan in het kader van artikel 6.5 lid c Waterwet voor het gebruik maken van een waterstaatswerk en daartoe behorende beschermingszones in beheer bij het Rijk. Het betreft de onderdelen van het project in de Noordzee, het Veerse Meer en de kruising van de primaire kering de Veerse Gatdam.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikel 20a 20c van de Elektriciteitswet de Rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing. Hierbij is de minister van Economische Zaken en Klimaat 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 Economische Zaken en Klimaat te versturen. TenneT TSO B.V. zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken en Klimaat 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 Economische Zaken en Klimaat, 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.

Deze watervergunning valt onder de rijkscoördinatieregeling voor energieprojecten (artikel 3.35 Wro). Daarom wordt op grond van art. 3.35 lid 4 van de Wet ruimtelijke ordening de uitgebreide voorbereidingsprocedure zoals beschreven in paragraaf 3.3 van de Wabo gevolgd. U bent hierover reeds geïnformeerd door de projectleider voor de rijkscoördinatieregeling bij EZK en/of Bureau Energieprojecten. U kunt bij hem of haar nadere informatie over de voorbereidingsprocedure verkrijgen.

De volgende tabel geeft het overzicht van de documenten die onderdeel uitmaken van deze aanvraag.

Bijlage #	Titel / soort
	Algemeen
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Typical Installation Methods (TIM)
4	MER Net op zee IJmuiden Ver Alpha (incl. bijbehorende bijlagen)
5	Overzichtstekening gehele tracé
6	Basic Design rapport –offshore platform
7	Constructietekeningen jacket platform
8	Plotplans Offshore Platform, inclusief helikopterdek (constructietekeningen)
9	Tekeningen verblijfsruimten platform
10	Standard Escape plan platform (Plattegrond vluchtroutes platform)
11	Boorplan Veerse Gatdam
12	Notitie impact stabiliteit waterkering Veerse Gatdam
13	Sonderingsgegevens boring Veerse Gatdam
14	Archeologisch bureauonderzoek
15	Watertoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)
16	Coördinaten offshore platform en kabelsysteem
17	Principetekeningen kabelkruisingen

In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij 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.

Met vriendelijke groet,

TenneT TSO B.V.

■■■■■■■■■■

Projectleider vergunningen en MER Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Ingediende aanvraag/melding watervergunning

Formuliersversie
2020.01

Aanvraaggegevens

Algemeen

Aanvraagnummer	5748681
Aanvraagnaam	IJV Alpha watervergunning offshore
Uw referentiecode	C05057.000221

Ingediend op	27-08-2021
Soort procedure	Reguliere procedure

Projectomschrijving	Voor het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha dient een watervergunning aangevraagd te worden.
Opmerking	-
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
Persoonsgegevens openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	-
Bijlagen n.v.t. of al bekend	-

Bevoegd gezag

Naam:	Rijkswaterstaat
Bezoekadres:	Avenue Ceramique 125 6221 KV Maastricht
Postadres:	Service Center Vergunningen Rijkswaterstaat Postbus 4142 6202 PA Maastricht
Telefoonnummer:	088-7974300
E-mailadres:	omgevingsloket@rws.nl
Website:	www.rijkswaterstaat.nl
Contactpersoon:	ServiceCentreVergunningen
Bereikbaar op:	ma - vr: 9:00 - 16:30 uur

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam (waaronder uiterwaarden) uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen



Aanvrager bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	09155985
Vestigingsnummer	000020300360
(Statutaire) naam	TenneT TSO B.V.
Handelsnaam	TenneT TSO

2 Contactpersoon

Geslacht	<input type="checkbox"/> Man <input checked="" type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	C.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Smits
Functie	-

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6812AR
Huisnummer	310
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Utrechtseweg
Woonplaats	Arnhem

4 Correspondentieadres

Postbus	718
Postcode	6800AS
Plaats	Arnhem

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	+31 (0)6 30927099
Faxnummer	-
E-mailadres	coco.smits@tennet.eu



Gemachtigde bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	09036504
Vestigingsnummer	000017201675
(Statutaire) naam	ARCADIS Nederland B.V.
Handelsnaam	-

2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	S.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Nijkrake
Functie	Vergunningenspecialist

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6814DV
Huisnummer	22
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Beaulieustraat
Woonplaats	Arnhem

4 Correspondentieadres

Postbus	264
Postcode	6800AG
Plaats	Arnhem

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	+31 (0)6 51576467
Faxnummer	-
E-mailadres	sander.nijkrake@arcadis.com

6 Akkoordverklaring

Akkoordverklaring

- Hierbij verklaar ik dat ik de aanvraag/melding naar waarheid heb ingevuld, dat ik correspondentie over mijn aanvraag/melding wil ontvangen op het door mij opgegeven e-mailadres of op het door mij opgegeven adres van de berichtenbox en dat ik weet dat er kosten verbonden kunnen zijn aan het indienen van een aanvraag.



Locatie

1 Locatieaanduiding

Locatie waar de werkzaamheden plaatsvinden

- Adres
- Kadastraal perceelnummer
- Locatie op Noordzee, Waddenzee of IJsselmeer

2 Aanvulling locatieaanduiding

Coördinatenstelsel

- RD
- ETRS89 / WGS84

Invoerwijze

- Graden.decimale graden
- Graden.minuten.decimale minuten
- Graden.minuten.seconden.decimale seconden

Lengte

003° 28,788 '

Breedte

52° 48,638 '

3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie zie bijlage



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee
Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?	01-01-2023
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2069
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	zie bijlage 1
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

1 Bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee

Welk bouwwerk wilt u oprichten in
de Noordzee?

Platform op zee

Plaatst u het bouwwerk in de
exclusieve economische zone?

Ja
 Nee



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

1 Kabels of leidingen aanleggen

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot kabels of leidingen?

- Aanleggen van kabels of leidingen in of nabij een oppervlaktewaterlichaam
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een waterkering
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering

Past u bij de werkzaamheden een horizontaal gestuurde boring toe die een oppervlaktewaterlichaam, waterkering of beschermingszone doorkruist?

- Ja
- Nee

Welke kabels of leidingen wilt u aanleggen?

- Aanleggen van een vloeistofleiding
- Aanleggen van kabels
- Aanleggen van een warmtetransportleiding
- Aanleggen van kabels ten behoeve van telecom/televisie
- Aanleggen van een drukleiding
- Anders



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam (waaronder uiterwaarden) uitvoeren

1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

- | | |
|--|--|
| Wilt u een bestaande vergunning wijzigen? | <input type="checkbox"/> Ja
<input checked="" type="checkbox"/> Nee |
| Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? | 01-01-2023 |
| Geef eventueel een toelichting op de begindatum. | - |
| Wat is de geplande einddatum van deze activiteit? | 01-01-2069 |
| Geef eventueel een toelichting op de einddatum. | zie bijlage 1 |
| Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren. | Zie bijlagen. |
| Waarom wilt u de activiteit uitvoeren? | Zie bijlagen. |



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam (waaronder uiterwaarden) uitvoeren

1 Kabels of leidingen aanleggen

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot kabels of leidingen?

- Aanleggen van kabels of leidingen in of nabij een oppervlaktewaterlichaam
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een waterkering
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering

Past u bij de werkzaamheden een horizontaal gestuurde boring toe die een oppervlaktewaterlichaam, waterkering of beschermingszone doorkruist?

- Ja
- Nee

Welke kabels of leidingen wilt u aanleggen?

- Aanleggen van een vloeistofleiding
- Aanleggen van kabels
- Aanleggen van een warmtetransportleiding
- Aanleggen van kabels ten behoeve van telecom/televisie
- Aanleggen van een drukleiding
- Anders



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee
Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?	01-01-2023
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2069
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	zie bijlage 1
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

1 Kabels of leidingen aanleggen

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot kabels of leidingen?

- Aanleggen van kabels of leidingen in of nabij een oppervlaktewaterlichaam
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een waterkering
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering

Past u bij de werkzaamheden een horizontaal gestuurde boring toe die een oppervlaktewaterlichaam, waterkering of beschermingszone doorkruist?

- Ja
- Nee

Welke kabels of leidingen wilt u aanleggen?

- Aanleggen van een vloeistofleiding
- Aanleggen van kabels
- Aanleggen van een warmtetransportleiding
- Aanleggen van kabels ten behoeve van telecom/televisie
- Aanleggen van een drukleiding
- Anders

Bijlagen

Formele bijlagen

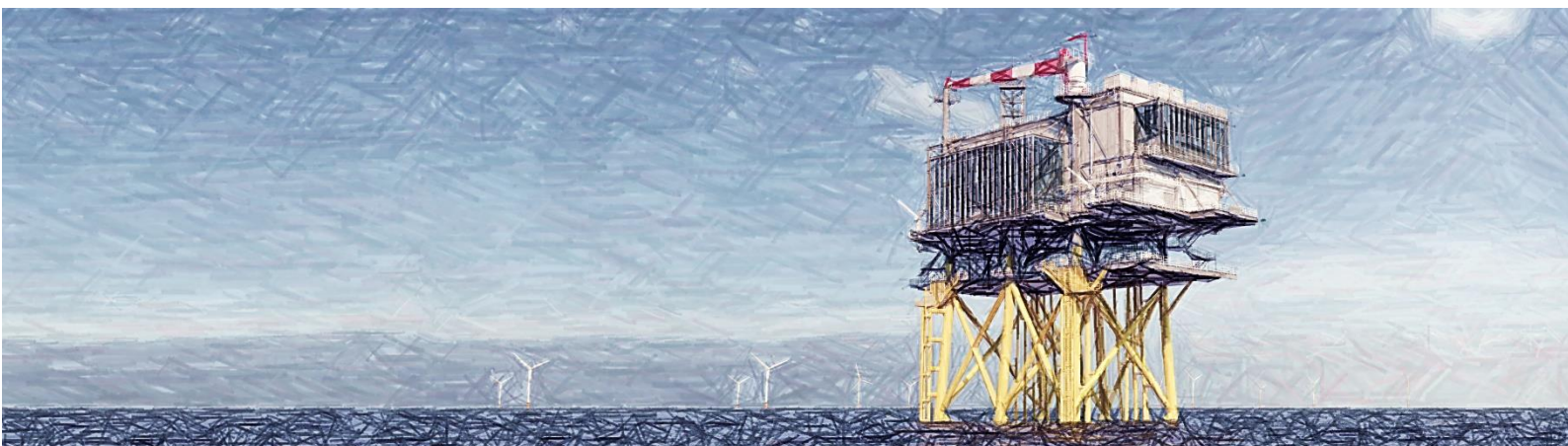
Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
ngsbrief_waterwet_offshore_IJV_Alpha_pdf	Aanbiedingsbrief waterwet offshore IJV Alpha.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
erwetvergunning_offshore_IJver_Alpha_pdf	Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning offshore IJver Alpha.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_2_Machtigingsformulier_pdf	Bijlage 2 Machtigingsformulier.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
ge_3_Typical_Installation_Method_TIM_pdf	Bijlage 3 Typical Installation Method TIM.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
g_kabeltrace_offshore_en_veerse_meer_pdf	Bijlage 5 Overzichtstekening kabeltrace offshore en veerse meer.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
c_Design_Rapport_-_offshore_platform_pdf	Bijlage 6 Basic Design Rapport - offshore platform.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
_Constructietekening_Jacket_platform_pdf	Bijlage 7 Constructietekening Jacket platform.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
ijlage_8_Plotplans_offshore_platform_pdf	Bijlage 8 Plotplans offshore platform.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
verblijfsruimten_platforming_Quarters_pdf	Bijlage 9 Tekeningen verblijfsruimten platforming Quarters.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
ge_10_Standard_Escape_plan_platform__pdf	Bijlage 10 Standard Escape plan platform .pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen	27-08-2021	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
		Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken		
nische_tekening_boring_Veerse_Gatdam_pdf	bijlage 11 technische tekening boring Veerse Gatdam.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
act_stabiliteit_kering_veerse_gatdam_pdf	bijlage 12 Impact stabiliteit kering veerse gatdam.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
_13_Sonderingsgegevens_Veerse_Gatdam_pdf	Bijlage 13 Sonderingsgegevens Veerse Gatdam.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
rcheologische_bureauonderzoek_op_zee_pdf	Bijlage 14 Archeologische bureauonderzoek op zee.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_15_Watertoetsen_pdf	Bijlage 15 Watertoetsen.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
7_principetekeningen_kabelkruisingen_pdf	Bijlage 17 principetekeningen kabelkruisingen.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
_4_MER_net_op_zee_IJmuiden_Ver_Alpha_pdf	Bijlage 4 MER net op zee IJmuiden Ver Alpha.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Anders	27-08-2021	In behandeling

Achtergrondinformatie

Naam bijlage	Bestandsnaam	Datum ingediend	Status document
fshore_platform_en_kabelsysteem_RPL.xlsx	Bijlage 16 Coördinaten offshore platform en kabelsysteem RPL.xlsx	27-08-2021	In behandeling

Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning Net op zee IJmuiden Ver Alpha (offshore)



Datum: 27 augustus 2021
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
Overzicht bijlagen	6
1. Inleiding.....	7
1.1. Aanleiding en achtergrond	7
1.1.1. Windenergie op zee.....	7
1.1.2. Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Alpha	10
1.2. Hoofdpijnen van de voorgenomen activiteit.....	10
1.3. Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag.....	11
1.4. Planning	13
1.5. Vergunningstermijn	13
1.6. Opbouw van het rapport	13
2. Toelichting op het voornemen.....	14
2.1. Inleiding	14
2.2. Platform op zee.....	14
2.2.1. Omschrijving activiteit	14
2.2.2. Ligging	14
2.3. Kabels.....	15
2.3.1. Omschrijving activiteit	15
2.3.2. Route.....	19
2.4. Kruising Veerse Gatdam	20
2.4.1. Omschrijving activiteit	20
2.4.2. Ligging	21
2.5. Aanlanding oever Veerse Meer	22
2.5.1. Omschrijving activiteit	22
2.5.2. Locatie.....	23
2.6. Milieueffecten op zee	24
2.6.1. Bodem en water op zee.....	24

2.6.2.	Natuur op zee	25
2.6.3.	Archeologie op zee	28
2.6.4.	Ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties op zee	29
2.7.	Effecten Veerse Meer	31
3.	Oprichtings- en constructieplan.....	38
3.1.	Inleiding	38
3.2.	Platform	38
3.2.1.	Onderdelen	38
3.2.2.	Wijze van aanleg	39
3.2.3.	Helikopterdek	43
3.2.4.	Verblijfsruimten	43
3.2.5.	Onderhoud en reparatie	44
3.2.6.	Verwijdering.....	45
3.2.7.	Certificering	45
3.3.	Kabels.....	45
3.3.1.	Onderdelen	45
3.3.2.	Wijze van aanleg	46
3.3.3.	Kruisingen met andere kabels en leidingen Noordzee en Veerse Meer	50
3.3.4.	Onderhoud en reparatie	52
3.3.5.	Verwijdering.....	52
3.3.6.	Certificering	52
3.4.	Kruising Veerse Gatdam	53
3.4.1.	Onderdelen	53
3.4.2.	Wijze van aanleg	55
3.4.3.	Onderhoud en reparatie	56
3.4.4.	Verwijdering.....	56
4.	Onderhoudsplan	57
4.1.	Inleiding	57
4.2.	Regulier onderhoud	57
4.2.1.	Platform	57
4.2.2.	Kabels.....	58
4.3.	Reparaties	59
5.	Verlichtings- en markeringsplan	60
5.1.	Inleiding	60
5.2.	Navigatieverlichting	60
5.3.	Aeronautisch.....	61

5.4.	Maatregelen beperking hinder verlichting voor ecologie	61
5.5.	Geluidsignalen, radarreflectoren en markeringen	62
5.5.1.	Geluidsignalen	62
5.5.2.	Kleurstelling	62
5.5.3.	Identificatiepanelen	62
5.5.4.	AIS	62
5.5.5.	Obstakelmarkeringen tijdens de bouw	62
6.	Veiligheids- en calamiteitenplan	64
6.1.	Inleiding	64
6.2.	Personeel tijdens bouw en operatie	64
6.2.1.	Inleiding	64
6.2.2.	Marine operations Center	64
6.2.3.	Opleiding en training	65
6.2.4.	Verblijfsruimten	65
6.2.5.	Man overboord	65
6.2.6.	Brand	66
6.2.7.	Ongevallen	66
6.2.8.	Acute ziekte	67
6.2.9.	Onweersbuien en bliksem	67
6.2.10.	Opkomend slecht weer	67
6.2.11.	Bommelding, gijzeling of sabotage	67
6.3.	Scheepvaart en visserij	68
6.3.1.	Schip op drift	68
6.3.2.	Aanvaring	68
6.3.3.	Scheepvaart Veerse Meer	68
6.4.	Vloeistoffen platform en milieu	68
6.5.	Bereikbaarheidsschema	69
6.6.	Strandveiligheid	70
7.	Verwijderingsplan	71
7.1.	Inleiding	71
7.2.	Te verwijderen onderdelen	71
7.3.	Vorbereiding	71
7.4.	Verwijdering van het platform	72
7.5.	Verwijdering erosiebescherming rondom funderingen	73
7.6.	Verwijdering offshore kabels en moffen	73
7.7.	Verwijdering onshore moffen	73

7.8.	Opleveringscontrole	73
Colofon.....		74

Contactpersoon

MARTIJN TEN KLOOSTER
Vergunningenmanager

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland

OVERZICHT BIJLAGEN

Bijlage #	Titel / soort
	Algemeen
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Typical Installation Methods (TIM)
4	MER Net op zee IJmuiden Ver Alpha (incl. bijbehorende bijlagen)
5	Overzichtstekening gehele tracé
6	Basic Design rapport –offshore platform
7	Constructietekeningen jacket platform
8	Plotplans Offshore Platform, inclusief helikopterdek (constructietekeningen)
9	Tekeningen verblijfsruimten platform
10	Standard Escape plan platform (Plattegrond vluchtroutes platform)
11	Technische tekening boring Veerse Gatdam
12	Notitie impact stabiliteit waterkering Veerse Gatdam
13	Sonderingsgegevens boring Veerse Gatdam
14	Archeologisch bureauonderzoek
15	Watertoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)
16	Coördinaten offshore platform en kabelsysteem
17	Principetekeningen kabelkruisingen

1. Inleiding

TenneT realiseert de netaansluiting voor de windparken op zee in het windenergiegebied IJmuiden Ver. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet. Dit wordt verder in voorliggend document 'Net op zee IJmuiden Ver Alpha', genoemd.

Voor u ligt de toelichting op de aanvraag voor de watervergunning voor het offshore en inshore (Veerse Meer) kabeltracé van het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor het tracé op land vanaf het Veerse Meer wordt een separate watervergunning aangevraagd.

De watervergunning wordt aangevraagd in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet, het gebruiken van een waterstaatswerk of beschermingszone in beheer bij het Rijk. Hierna lichten we de aanvraag toe.

1.1. Aanleiding en achtergrond

1.1.1. Windenergie op zee

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer het broeikasgas CO₂. Te veel CO₂ is een belangrijke oorzaak van opwarming van de atmosfeer en daarmee samenhangende klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele energiebronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken, wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2020 werd 11,1% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2019 was dit 8,8%.¹ Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen.

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. Het regeerakkoord bevat de doelstelling om in 2030 door middel van windenergie op zee een reductie van de CO₂-uitstoot te realiseren. Op 28 juni 2019 is het klimaatakkoord verschenen.² Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO₂ met ten minste 49% kan terugdringen. Het klimaatakkoord stelt:

“Voor de realisatie van de klimaatdoelen van 2030 en 2050 zien we een groot potentieel voor windenergie op zee (WOZ). Daarom willen we voortvarend werken aan verdere uitrol in de komende decennia. Zeker in combinatie met elektrificatie van de industrie, met name in de kustzone, is WOZ in potentie de grootste toekomstige groene krachtbron voor de Nederlandse economie en samenleving. Voor de periode tot en met 2030 wordt ten minste de staande routekaart WOZ 2030 gerealiseerd. Onder voorwaarden, zoals voldoende ruimte voor natuur en visserij alsmede goede bestuurlijke afspraken over de ruimtelijke ordening, zijn meer windparken op zee voor 2030 mogelijk. Dat kan

¹ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen>

² Zie: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

aan de orde zijn wanneer een hoger ambitieniveau in zicht is, bij meer elektrificatie en wanneer het kabinet kiest voor het doel van 55% CO₂-reductie in 2030”.

Routekaart 2030

Op 27 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor de verdere ontwikkeling van windenergie op zee tot 2030 uiteengezet. Deze kamerbrief heet de ‘routekaart 2030’.³ Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de routekaart 2030.

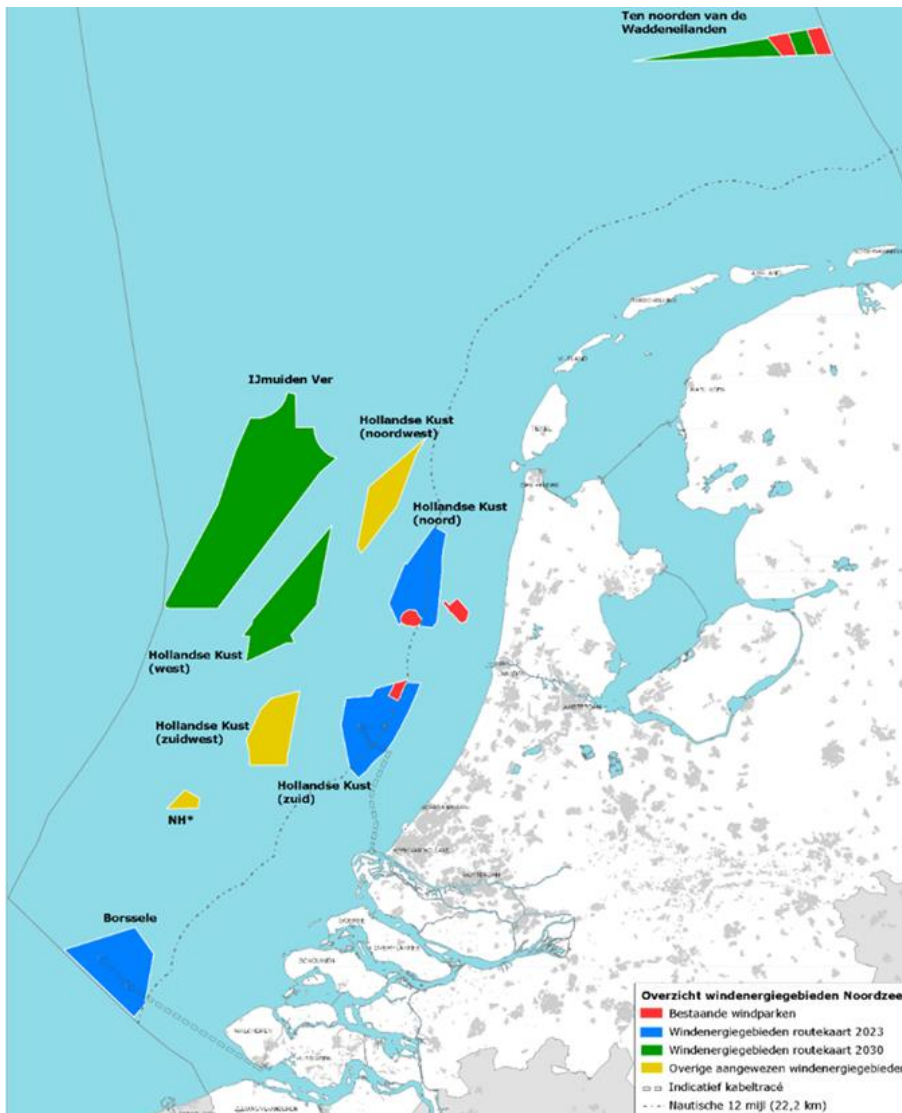
De routekaart 2030 gaat uit van het realiseren van windparken met een totaal vermogen van 7 GW in de onderstaande gebieden (zie ook Figuur 1.1), waarvan:

- 1.400 MW in het gebied Hollandse Kust (west),
- 700 MW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden
- circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver. Dit gebied bestaat uit twee deelgebieden:
 - IJmuiden Ver Alpha (2 GW); en
 - IJmuiden Ver Beta (2 GW).

De reden om routekaart 2030 op te stellen is tweeledig:

1. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende windkavel(s) een tender uit te schrijven.
2. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

³ Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nr. 42.



Figuur 1.1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw) en windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) waaronder IJmuiden Ver. Bron: Ministerie EZK.

Verkenning aanlanding netten op zee 2030 en kamerbrief update routekaart 2030

Eind 2018 is de afwegingsnotitie ‘Verkenning aanlanding netten op zee 2030’ verschenen waarin onderzocht is waar de bovengenoemde windenergiegebieden op land op het elektriciteitsnet aangesloten kunnen worden. De Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r.) heeft een positief advies gegeven over de verkenning en de verkenning is afgerond met een bestuurlijk overleg op 5 december 2018.

Op 5 april 2019 is er een kamerbrief verschenen over de voortgang van de routekaart 2030. Hierin staat dat een platform een geschikte manier van aansluiten is voor Net op zee IJmuiden Ver, voor zowel Alpha als Beta. Op het platform kan circa 2 GW windenergiecapaciteit worden aangesloten en met behulp van 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels naar land worden getransporteerd. Tevens is aangegeven dat uit de verkenning aanlanding netten op zee 2030 naar voren komt dat voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha de aansluitpunten Geertruidenberg, Rilland en Borssele, en voor Net op zee

IJmuiden Ver Beta de aansluitpunten Maasvlakte en Simonshaven verder onderzocht worden in de RCR-procedure.⁴

De minister van Economische Zaken en Klimaat heeft voor de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta vervolgens een voorkeursalternatief (VKA) gekozen, waaronder het definitieve aansluitingspunt. De VKA-keuze van de minister is gebaseerd op MER fase 1, de Integrale Effecten Analyse, de adviezen van de Commissie m.e.r., regio-adviezen, adviezen van Rijkswaterstaat en een bredere raadpleging (reacties op publicatie MER fase 1 en de Integrale Effecten Analyse). De VKA's voor Alpha en Beta zijn verder onderzocht in MER fase 2.

1.1.2. Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Alpha

TenneT heeft onder de Elektriciteitswet de wettelijke taak het net op zee te realiseren en te beheren. Dit zijn de verbindingen voor het transport van elektriciteit, die wordt opgewekt in de huidige en toekomstige windenergiegebieden, naar het hoogspanningsnet op land. TenneT is daarbij onder meer verantwoordelijk voor het voorbereiden van planologische besluiten en vergunningaanvragen.

In de routekaart 2030 is aangegeven dat er gebruik wordt gemaakt van een platform waarop circa 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. De omvang van het windenergiegebied (kavel) en de aansluiting van TenneT zijn op elkaar afgestemd. Het Net op zee IJmuiden Ver Alpha levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. Een gecoördineerde aanpak is beter dan het realiseren van individuele aansluitingen per windparkontwikkelaar. Door de investeringen in infrastructuur op zee bij TenneT te bundelen ontstaan synergievoordelen voor financiering, inkoop, standaardisatie en kennisontwikkeling. Daarnaast leidt de gekozen aanpak tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Om een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee IJmuiden Ver Alpha uiterlijk in 2028 in bedrijf te zijn. In het ontwikkelkader windenergie op zee is als indicatieve opleverdatum het vierde kwartaal 2028 opgenomen.⁵

1.2. Hoofdpijnen van de voorgenomen activiteit

Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

In totaal wordt 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt 2 GW aangesloten op hoogspanningsstation Maasvlakte. Het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha zal aansluiten op hoogspanningsstation Borssele. Voor beide projecten wordt een zelfstandige RCR (Rijkscoördinatieprocedure) doorlopen en vergunningaanvragen opgesteld.

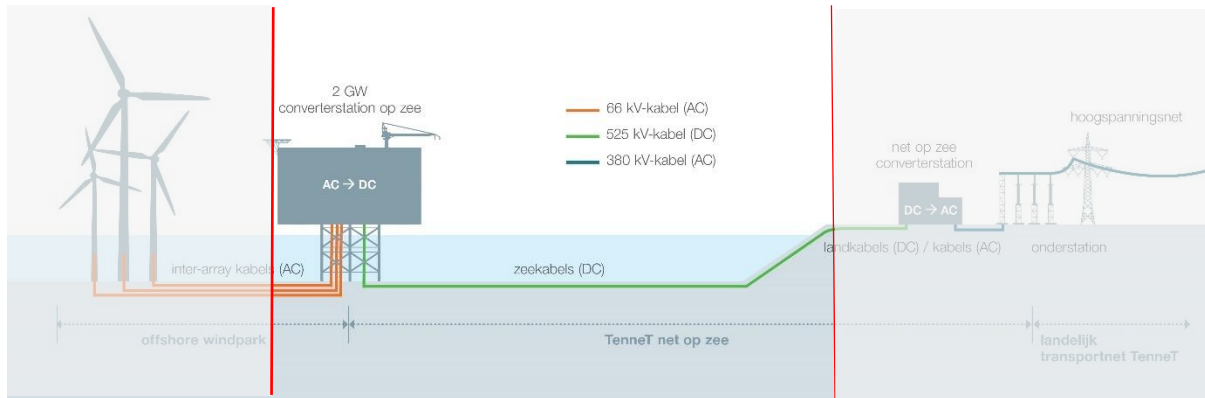
De windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver worden direct aangesloten op een converterplatform (hierna 'platform').⁶ Het platform ligt in het windenergiegebied. Het platform wordt met 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels aangesloten op een converterstation op land. In dit

⁴ Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nr. 42

⁵ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ontwikkelkader windenergie op zee, versie 20 mei 2020

⁶ In windenergiegebied IJmuiden Ver komen twee platforms: een platform voor Alpha en een platform voor Beta.

converterstation wordt de gelijkstroom omgezet in wisselstroom. Vervolgens gaat de elektriciteit via wisselstroomkabels van het converterstation naar het landelijke hoogspanningsnet. Figuur 1.2 geeft een schematische weergave van de onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De onderdelen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha binnen de rode lijnen in Figuur 1.2 laten zien op welke onderdelen de aanvraag betrekking heeft.



Figuur 1.2 Onderdelen project Net op zee IJmuiden Ver Alpha; loopt van het platform op zee tot de aansluiting op het landelijk hoogspanningsnet

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

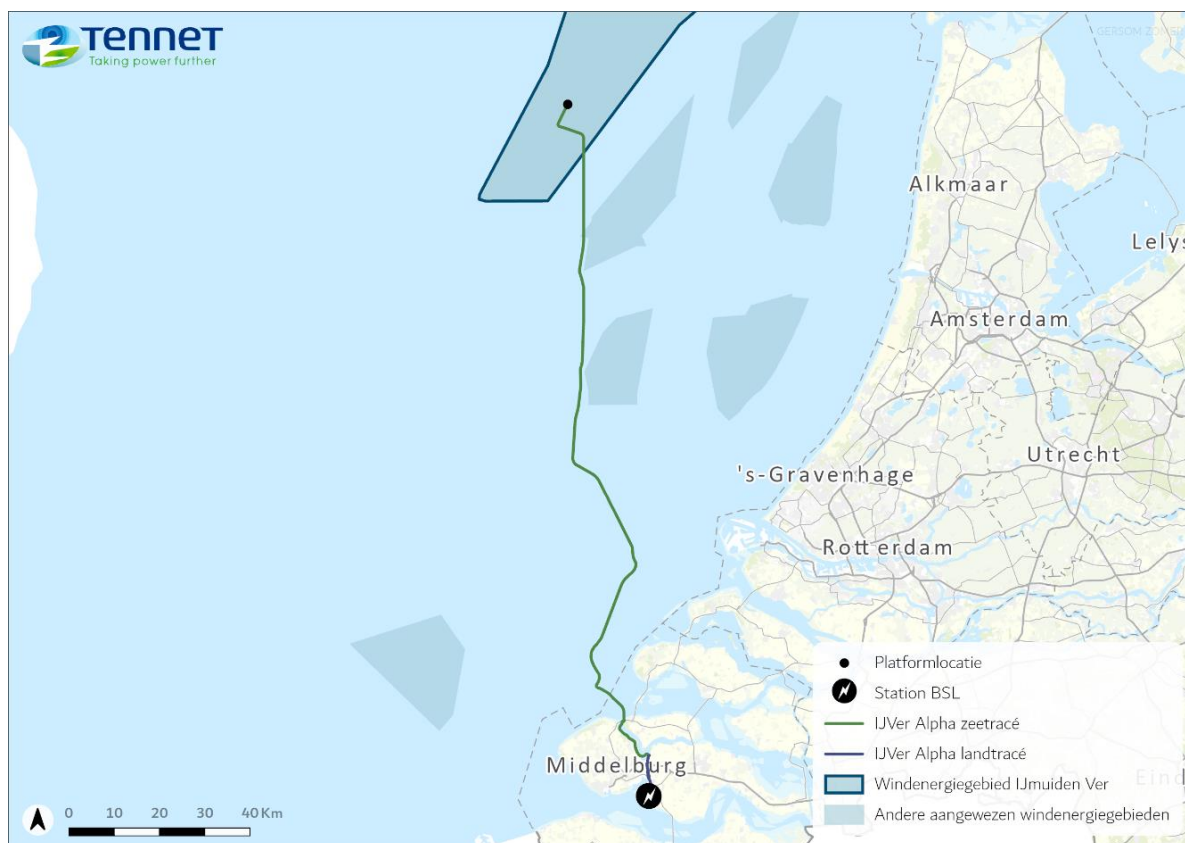
- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee en in het Veerse Meer voor transport van 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar het converterstation.
- Een converterstation op land ter plaatse van Belgiëweg Oost op het haventerrein ten noorden van Borssele voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.
- Twee ondergrondse 380kV-kabelsystemen op land (wisselstroom) tussen het converterstation en een bestaand 380kV-station voor aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet.
- Uitbreiding op het bestaande 380kV-station bij Borssele.

Wanneer in onderhavig document gesproken wordt over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Alpha dan omvat dat de bovenstaande onderdelen. De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha.⁷

1.3. Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag

Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt in zijn totaliteit vanaf het offshore platform IJmuiden Ver Alpha door de Noordzee via het Veerse Meer naar Borssele (zie Figuur 1.3). Onderhavige aanvraag heeft betrekking op het offshore gedeelte, de kruising van de Veerse Gatdam en het gedeelte door het Veerse Meer (zie hoofdstuk 2 en bijlage 5).

⁷ Informatie over de procedure van de kavels voor wind op zee is hier te vinden: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/windparken/wind-op-zee-kavels-2024-2030>



Figuur 1.3 Aan te leggen tracé op zee en Veerse Meer Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Voor de realisatie en exploitatie van de volgende onderdelen van het project of vergunningplichtige activiteiten wordt deze watervergunning aangevraagd:

- Platform op zee
- Kabels op zee
- Kruising Veerse Gatdam (primaire waterkering)
- Kabels Veerse Meer
- Aanlanding oever Veerse Meer

Deze onderdelen worden nader toegelicht in het vervolg van dit document.

Rijkswaterstaat is bevoegd gezag namens de minister van I&W voor de genoemde onderdelen.

Voor deze activiteiten wordt de watervergunning aangevraagd in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet, het gebruiken van een waterstaatswerk of beschermingszone in beheer bij het Rijk. Onder lid c wordt gesteld dat het verboden is om zonder daartoe strekkende vergunning van Onze Minister:

“gebruik te maken van een waterstaatswerk of een daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.”

Onderhavig document is een bijlage die hoort bij het aanvraagformulier uit het Omgevingsloket (OLO) voor de volgende activiteiten binnen het onderdeel ‘Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken’:

- Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren;
- Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren;
- Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren;

In het aanvraagformulier wordt op verschillende plaatsen verwezen naar deze bijlage (bijlage 1).

1.4. Planning

De uitvoering van de werkzaamheden voor het project is globaal voorzien tussen 2023 en 2028.

De werkzaamheden op zee en ter hoogte van de Veerse Gatdam worden in principe buiten het stormseizoen uitgevoerd, tenzij in overleg met het bevoegd gezag anders wordt overeengekomen. Werkzaamheden ter hoogte van de Veerse Gatdam zal enkel met goedkeuring van het bevoegd gezag worden uitgevoerd in het stormseizoen. Werkzaamheden op het Veerse Meer worden minder beïnvloed door het stormseizoen en worden mogelijk ook in het stormseizoen uitgevoerd.

Voor de aanleg op zee geldt het uitgangspunt dat de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Alpha die tot vertroebeling leiden in foerageergebieden van de dwergstern en visdief minimaal meer dan 4 maanden na elkaar worden uitgevoerd. Dit geldt alleen wanneer wordt gekozen voor de 2x2-kabelconfiguratie (zie paragraaf 2.6.2 voor een nadere onderbouwing).

In het werkplan dat door de toekomstig aannemer van TenneT bij u wordt ingediend, wordt de exacte planning gespecificeerd.

1.5. Vergunningstermijn

Verzocht wordt de watervergunning te verlenen vanaf verlening van de vergunning tot 40 jaar na 1 januari 2029. Graag verzoeken wij u een optie tot verlenging in de vergunning mogelijk te maken. De verwijderingsfase valt buiten de beoogde vergunningstermijn voor de exploitatie en zal worden vastgelegd in het op te stellen verwijderingsplan (zie hoofdstuk 7).

1.6. Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 geeft een toelichting op de verschillende onderdelen van het voornemen en geeft aan welke effecten hierbij horen. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens het oprichtings- en constructieplan beschreven. In hoofdstuk 4 wordt het onderhoudsplan toegelicht en in hoofdstuk 5 het verlichtingsplan. In hoofdstuk 6 wordt het veiligheids- en calamiteitenplan beschreven en ten slotte wordt in hoofdstuk 7 het verwijderingsplan toegelicht.

2. Toelichting op het voornemen

2.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het voornemen, waarvoor vergunning wordt aangevraagd, toegelicht. De aanvraag heeft betrekking op de aanleg, exploitatie en verwijdering van vier onderdelen van het project: het offshore TenneT platform (hierna kortweg 'platform' genoemd), de offshore kabels, de kruising van de primaire waterkering (Veerse Gatdam) en de inshore kabels in het Veerse Meer. Hieronder wordt een toelichting gegeven van de onderdelen van het project waarop deze aanvraag betrekking heeft.

Voor het kabeltracé geldt dat een vergunningszone wordt aangevraagd, waarbinnen de bekabeling wordt aangelegd. Voor elk deel van het kabeltracé is de vergunningszone aangeven.

Voor het gedeelte van het kabeltracé vanaf het uitredepunt van het Veerse Meer verder over land (richting Borssele), wordt een separate vergunning aangevraagd. De oever van het Veerse Meer ter hoogte van de aanlanding is volgens de legger Rijkswaterstaatswerken vrijgesteld van vergunningplicht voor het gebruiken van de waterstaatswerken. Voor de volledigheid wordt echter een toelichting gegeven op de aanlanding aan de oever van het Veerse Meer ten westen van haven de Piet.

2.2. Platform op zee

2.2.1. Omschrijving activiteit

Er wordt vergunning aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van een platform op zee in windenergiegebied IJmuiden Ver. In Figuur 1.3 is de locatie van het platform IJmuiden Ver Alpha weergegeven op kaart. Het doel van het platform op zee is het bundelen van transportsystemen voor de elektriciteit die door de windturbines wordt opgewekt en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom. De windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt onderdeel uit van de windparken en is geen onderdeel van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De parkbekabeling is dan ook geen onderdeel van onderhavige aanvraag.

Op het platform bevinden zich 4 oliegevulde transformatoren (gezamenlijk om ca. 2 GW vermogen om te kunnen zetten) en 4 hulptransformatoren. Daarnaast zijn er 2 dieselgeneratoren op het platform aanwezig en een brandblusvoorziening (zie paragraaf 6.4 voor een toelichting op de vloeistoffen op het platform). Op het platform wordt een helikopterdek gerealiseerd en een verblijfsruimte ten behoeve van personeel tijdens zowel aanleg- en onderhoudswerkzaamheden (in hoofdstuk 3 worden deze aspecten in meer detail beschreven). Het platform wordt op de zeebodem gezekeerd door middel van heipalen, schroefpalen of suction buckets (zie paragraaf 3.2 voor een beschrijving).

2.2.2. Ligging

De locatie van het platform op zee is bepaald in overleg met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Rijkswaterstaat Zee en Delta.

De belangrijkste randvoorwaarden die een rol hebben gespeeld bij het bepalen van de ligging van het platform zijn:

- Toegankelijkheid van het platform voor schepen;
- Ruimte voor aanleg en onderhoud, waaronder een obstakelvrije zone van 500 meter rondom het platform;
- Kavelindeling windenergiegebied IJmuiden Ver
- Lengte van parkbekabeling zo kort mogelijk houden.

Vervolgens hebben er geofysische surveys en NGE (*niet-gesprongen explosieven*) surveys plaatsgevonden om de exacte locatie van het platform te bepalen. Bovenstaande randvoorwaarden hebben geleid tot de in Figuur 1.3 weergegeven ligging van het platform in windenergiegebied IJmuiden Ver Alpha. Het platform ligt buiten Natura 2000-gebied en andere gebieden met belangrijke functies. Het platform bevindt zich hemelsbreed op circa 78 kilometer uit de Nederlandse kust. De exacte diepte en diameter van de heipalen zijn in dit stadium nog niet bekend (zie paragraaf 3.1 voor nadere details). Dergelijke informatie wordt later bij u ingediend in de vorm van een werkplan.

De coördinaten (in *ETRS 1989 UTM Zone 31N*) van het middelpunt van het platform IJmuiden Ver Alpha zijn: E: 532340.4m, N: 5851313.4m.

2.3. Kabels

2.3.1. Omschrijving activiteit

Om het platform IJmuiden Ver Alpha aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet in Borssele zijn kabelsystemen op zee en in het Veerse Meer nodig. In onderhavig document wordt vergunning aangevraagd voor de gehele corridor waarin een 525kV-gelijkstroom kabelsysteem wordt aangelegd op zee en in het Veerse Meer. De breedte van deze corridor is verschillend op bepaalde delen van het kabeltracé. Onderscheid wordt gemaakt tussen offshore kabels, nearshore (vanaf 25 km op zee tot de Veerse Gatdam) en inshore (Veerse Meer). De kabels worden op voldoende diepte gelegd om te voorkomen dat de kabels tijdens de levensduur bloot kunnen spoelen door de dynamiek van de waterbodem.

Het kabelsysteem bestaat uit 4 kabels en bevat een pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return. Het gehele kabeltracé bestaat in principe uit een gebundelde kabelconfiguratie. Er zijn twee varianten voor de bundeling van kabels:

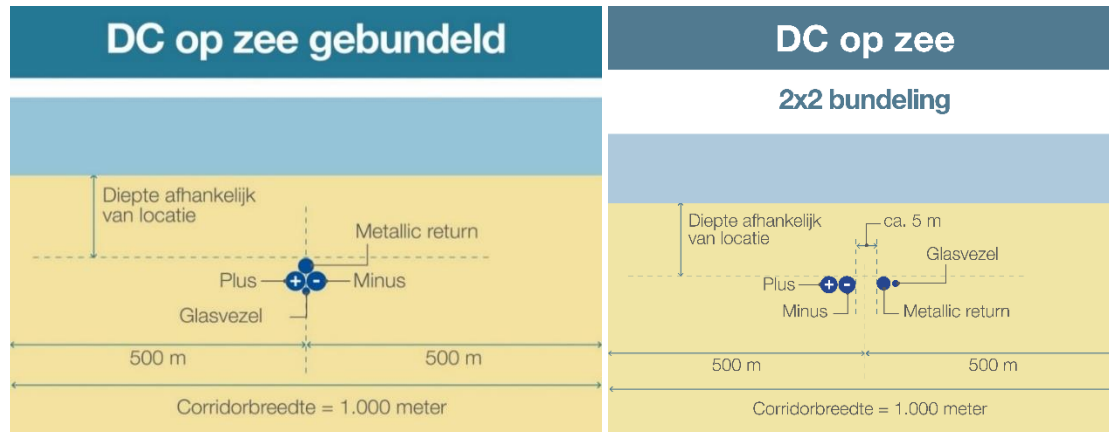
- Variant 1: één bundel van vier kabels (1x4-kabelconfiguratie)
- Variant 2: twee bundels van twee kabels, waarbij de pluspool-kabel en minpool-kabel gezamenlijk in één bundel liggen en de glasvezelkabel en metallic return gezamenlijk in één bundel (2x2-kabelconfiguratie)

De tussenafstand in het geval van 2 bundels van 2 kabels is circa 5 meter. De keuze voor een van beide kabelconfiguraties zal in een werkplan ter goedkeuring worden voorgelegd aan het bevoegd gezag.

Op een aantal locaties zullen de kabels apart van elkaar worden gelegd, bijvoorbeeld bij de kruising van de Veerse Gatdam.

Offshore

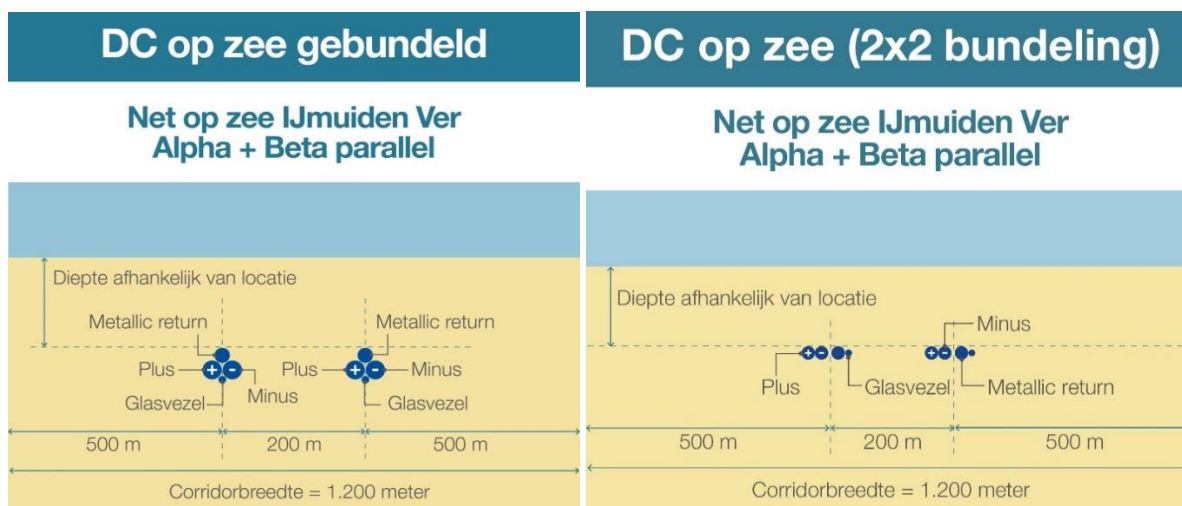
De breedte van de corridor voor het offshore kabelsysteem is in principe 1.000 meter. Dit is gelijk voor beide kabelconfiguraties (zie ook Figuur 2.1). Hierbij is rekening gehouden met een onderhoudszone voor de kabels van 500 meter aan weerszijden van het kabelsysteem.



Figuur 2.1 Corridor gebundelde ligging kabeltracé op zee Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

Op een gedeelte van het kabeltracé (circa 79 km) ligt het Net op zee IJmuiden Ver Alpha parallel met het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Beta (zie bijlage 5). De corridorbreedte van beide tracés samen is 1.200 meter (zie Figuur 2.2). Dit is opgebouwd uit een onderhoudszone van 500m aan weerszijden van de kabels van IJmuiden Ver Alpha (ligging aan westkant) en IJmuiden Ver Beta (ligging aan oostkant) en een onderlinge afstand van circa 200 m tussen de Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta kabels. De corridor in bijlage 5 is op de locaties waar de parallelligging met Net op zee IJmuiden Ver Beta begint en eindigt groter (pagina 3 en 8) vanwege de aftakkingen van Net op zee IJmuiden Ver Beta.

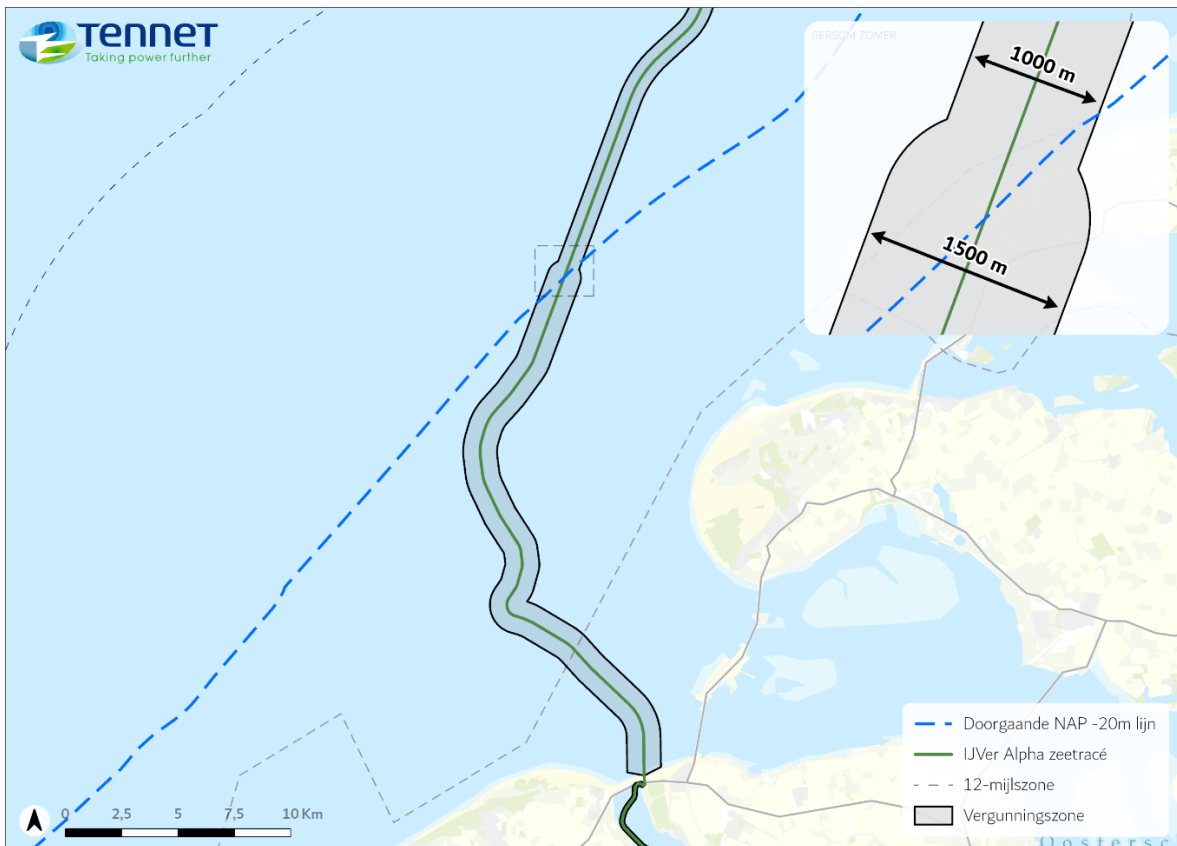
Ter hoogte van de zuidoostelijke hoek van Natura 2000-gebied de Bruine Bank is de corridor iets groter, omdat hier rekening is gehouden met toekomstige net op zee projecten en windenergiegebied Hollandse Kust (zuidwest). Dit is de reden waarom er een kleine knik zit in het kabeltracé richting het westen (zie pagina 5 in bijlage 5). Mocht deze ontwikkelingen niet doorgaan op deze locatie, dan zal het kabeltracé rechtdoor zuidwaarts lopen.



Figuur 2.2 Corridor gebundelde ligging kabeltracé op zee met parallelligging IJmuiden Ver Beta Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

Nearshore

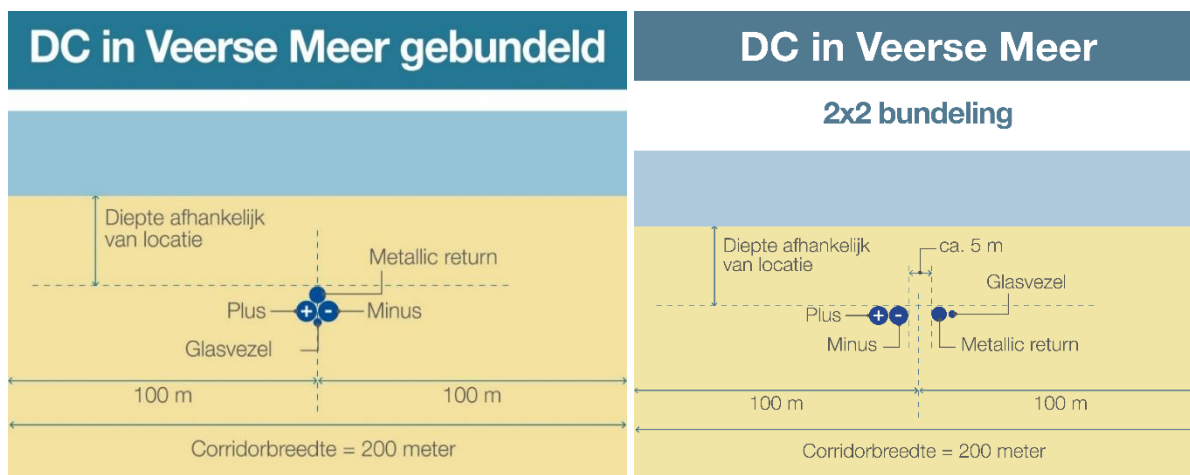
Net op zee IJmuiden Ver Alpha gaat richting de kust door een stelsel van geulen en platen. TenneT wilt de kabels aanleggen op het diepste punt van de geulen, zodat er minder maatregelen tijdens de aanleg hoeven te worden genomen om te voorkomen dat de kabel tijdens de levensduur bloot spoelt. De geulen zijn echter dynamisch en zullen de komende jaren nog migreren. TenneT is daarom voornemens voor het tracédeel vanaf circa 25 km ten noorden van de Veerse Gatdam (ter hoogte van de -20 NAP-lijn) tot de Veerse Gatdam een bredere corridor aan te houden. Hierdoor kunnen de kabels ten tijde van de aanlegfase op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd worden. De voorziene corridor is hier 1.500 meter breed, in plaats van 1.000 meter (zie ook Figuur 2.3). Na de aanleg zal de corridor rondom de kabels teruggebracht worden naar 1.000 meter, met een onderhoudszone van 500 meter aan weerszijden van de kabel waar die tijdens de aanleg in het zeebed is ingegraven.



Figuur 2.3 Corridor kabeltracé op zee nearshore (vanaf circa 25 km)

Inshore (Veerse Meer)

Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt na de kruising van de Veerse Gatdam door het Veerse Meer. Op het Veerse Meer spelen veel activiteiten en belangen en het Veerse meer is smaller dan de Noordzee. Daardoor is de gehanteerde kabelcorridor van 1.000m niet hanteerbaar op het Veerse Meer. De kabelcorridor op het Veerse Meer heeft een breedte van 200 meter (2x100m aan weerszijden van de gebundelde kabel). Dit is de vergunningszone waarvoor de watervergunning op het Veerse Meer wordt aangevraagd. Het kabeltracé zal binnen deze zone komen te liggen. De 100 m aan beide zijden geeft voor de aanleg nog enige ruimte om rekening te houden met eventuele bijzonderheden of obstakels (bijvoorbeeld niet gesprongen explosieven) die tijdens de voorbereidingen naar voren komen. In Figuur 2.4 is de breedte van de kabelcorridor (vergunningszone) in het Veerse Meer weergegeven. Na de aanlegfase zal de kabelcorridor op het Veerse Meer worden gereduceerd tot 50 meter aan weerszijden van de kabel.



Figuur 2.4 Corridor kabeltracé inshore aanlegfase (Veerse Meer) Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

Vergunning wordt aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van de kabelsystemen zoals hierboven beschreven. In de volgende paragraaf wordt de route van de offshore kabels toegelicht. In paragraaf 3.3 wordt nader ingegaan op de details ten aanzien van de kabelsystemen en de aanlegwijze.

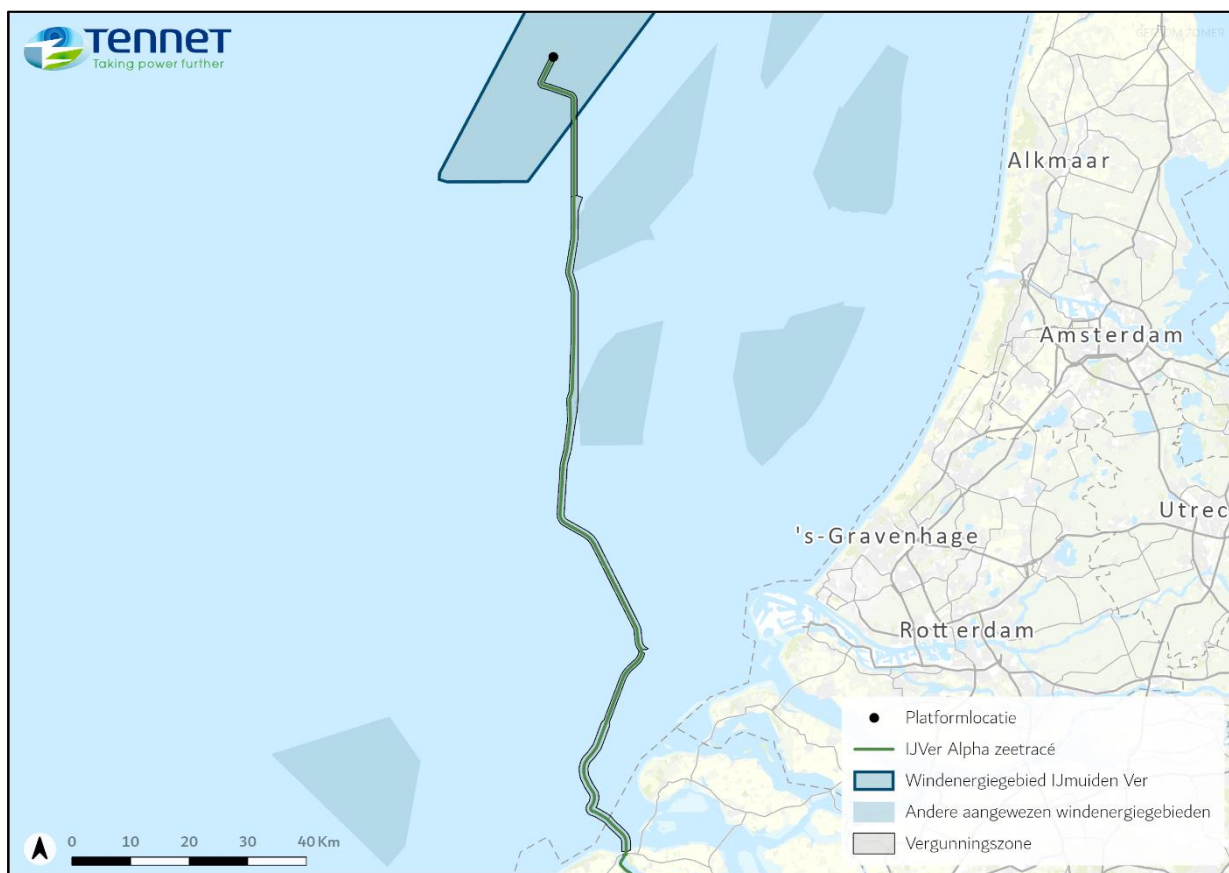
2.3.2.Route

Het kabeltracé op zee is weergegeven in Figuur 2.5. Het tracé loopt vanaf het platform IJmuiden Ver Alpha in oostelijke richting om natuurgebied de Bruine Bank te vermijden. Daarna buigt het tracé zuidwaarts af om parallel aan de oostgrens van de Bruine Bank naar het zuiden te lopen. Ten noordwesten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen de tracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta samen om vanaf dit punt tot aan het lichtplatform Goeree over een lengte van circa 79 km parallel aan elkaar te liggen. De parallelloop loopt tussen natuurgebied de Bruine Bank (in ontwerp aangewezen als Natura 2000-gebied) en windenergiegebied Hollandse Kust (west) door. Het tracé loopt niet door Natura 2000-gebied de Bruine Bank. Bij het lichtplatform Goeree lopen de tracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta gezamenlijk aan de oostzijde van het lichtplatform Goeree langs. Vanaf het lichtplatform Goeree buigt het kabeltracé van IJmuiden Ver Alpha af naar het zuiden richting de Veerse Gatdam. De totale lengte van het offshore kabeltracé op zee is 151 kilometer (zie ook bijlage 5).

De Veerse Gatdam wordt aan de oostelijke zijde gekruist (zie paragraaf 2.4 voor een nadere beschrijving). Vanaf de andere zijde van de Veerse Gatdam zal het kabeltracé door het Veerse Meer lopen. Het tracé loopt door het Veerse Meer parallel aan de westelijke oever aan de kant van Veere. Zie bijlage 5 voor het kabeltracé op het Veerse Meer.

Er is bij de tracering rekening gehouden met bekende waterdieptes, morfologie en aanwezige betonning op het Veerse Meer. Het kabeltracé zal de stortvakken in het Veerse Meer niet kruisen. Uit overleg met Rijkswaterstaat is naar voren gekomen dat een route door het diepste deel van het Veerse Meer (grotendeels door de vaargeul) acceptabel is voor Rijkswaterstaat. Uitgangspunt is dat de kabel voldoende diep begraven wordt binnen de vaargeul (circa -9,5 m NAP). De route door diep water heen, heeft als voordeel dat er substantieel minder gebaggerd hoeft te worden in vergelijking met een kabeltracé door ondiepere delen van het Veerse Meer. Uitgegaan wordt van een baggervolume van circa 81.000 m³ voor de realisatie van een kabeltracé door het Veerse Meer.

Het kabeltracé komt aan land aan de oever van het Veerse Meer ten westen van haven de Piet. De totale lengte van het kabeltracé in het Veerse Meer is circa 12 kilometer.



Figuur 2.5 Offshore kabeltracé en de bijbehorende onderhoudszones (corridor waarvoor vergunning wordt aangevraagd), lopend vanaf het platform IJmuiden Ver Alpha tot de Veerse Gatdam

2.4. Kruising Veerse Gatdam

2.4.1. Omschrijving activiteit

Onderdeel van het kabeltracé is de kruising van de primaire waterkering de Veerse Gatdam. Het offshore kabelsysteem landt aan op het strand ten oosten van de Veerse Gatdam.

Het kabelsysteem bestaat uit 4 kabels in een gebundelde configuratie en bevat een pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return. Het kabeltracé zal de Veerse Gatdam kruisen middels vier horizontaal gestuurde boringen (HDD), één losse boring per kabel. In verband met het beheer en onderhoud van de hoogspanningskabels en de boortechnische risico's, acht TenneT het noodzakelijk om vier aparte boringen uit te voeren in plaats van een enkele grote boring of twee boringen.

Aan de binnenzijde (zuidzijde) van de Veerse Gatdam liggen de intredepunten en aan de noordzijde op het strand komen de uitredepunten van de boring. De diepte van de boring is circa 17 meter onder NAP ter hoogte van de kernzone van de kering. Tevens zal er ter hoogte van de in- en uitredepunten van deze boringen een werkterrein worden aangelegd en een (tijdelijke) toegangsweg (zie paragraaf 3.4). Ter plaatse van de intredepunten van de boring komt een mofput

waarin de kabel van de boring en de kabel uit het Veerse Meer met elkaar worden verbonden. De mofverbinding worden onder maaiveld aangelegd en is na realisatie niet meer te zien.

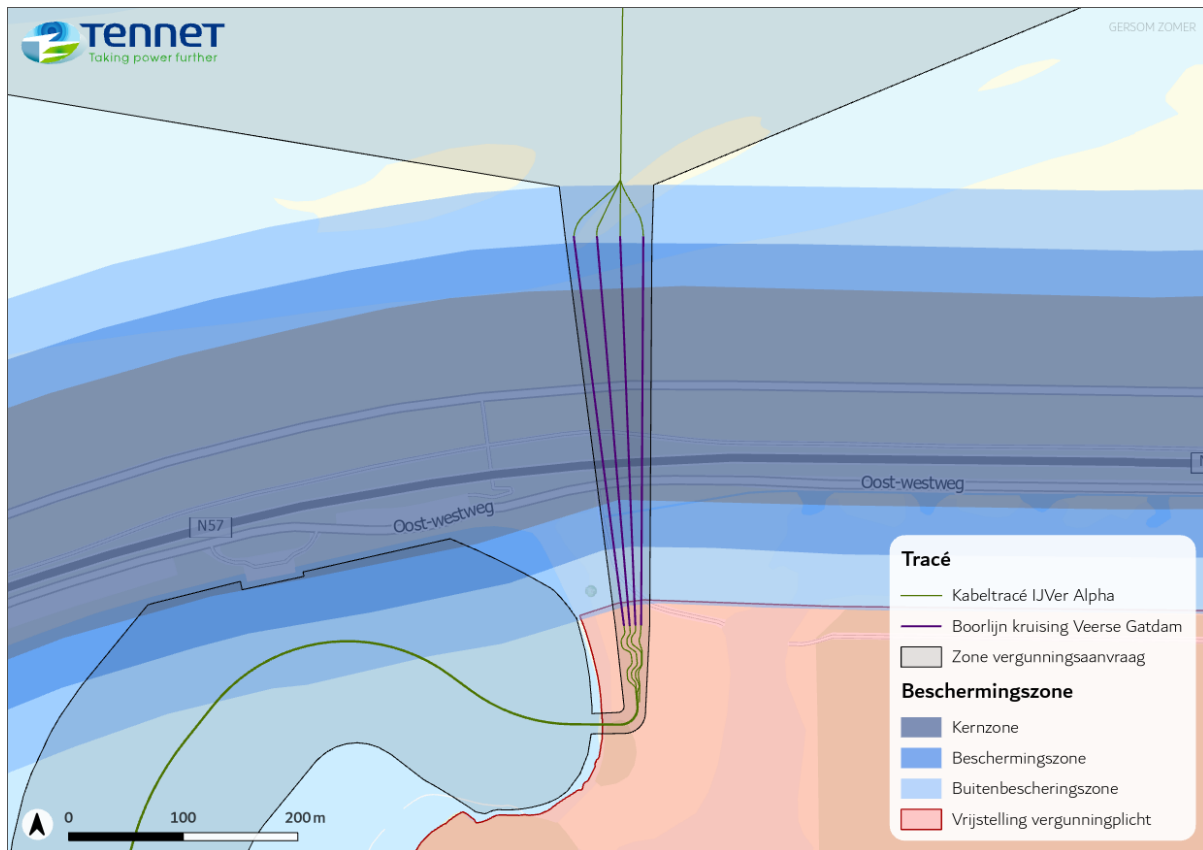
2.4.2. Ligging

De kruising van de Veerse Gatdam vindt plaats aan de oostzijde van de Veerse Gatdam. De intredepunten aan de binnenzijde (zuidzijde) van de Veerse Gatdam liggen buiten de beschermingszone van de waterkering. De uittredepunten op het strand (zeezijde) liggen op de grens van de binnenbeschermingszone en de buitenbeschermingszone van de Veerse Gatdam (zie Figuur 2.6). Buiten de buitenbeschermingszone ligt het maaiveld (het strand) circa 3 m lager dan op de grens van de buitenbeschermingszone en binnenste beschermingszone. Door in de buitendijkse beschermingszone van de Veerse Gatdam te werken, kan voorkomen worden dat er ingrijpende maatregelen genomen zouden moeten worden om droog te kunnen werken met de booropstelling in de realisatiefase.

De zuidzijde van de Veerse Gatdam (ten zuiden van de buitenbeschermingszone - binnendijs) valt binnen het vrijstellingsgebied van vergunningplicht volgens de legger Rijkswaterstaatswerken (zie Figuur 2.6). Dit betekent dat de booropstelling aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam is vrijgesteld van een watervergunningplicht. Voor de volledigheid zullen we deze werkzaamheden wel kort toelichten in paragraaf 3.4.

De onderlinge afstand tussen uittredepunten op het strand (hart op hart afstand) bedraagt 20 meter. De onderlinge afstand tussen de intredepunten aan de binnenzijde van de dam bedraagt minimaal 5 meter. De kabels worden begraven op circa 3 meter onder het diepst historisch gemeten bodemprofiel van het strand nabij de Veerse Gatdam, om zodoende te voorkomen dat de kabels in de toekomst blootspoelen.

De breedte van de vergunningszone van de boorlijn onder de Veerse Gatdam en in de beschermingszones van de dam betreft de totale breedte van de vier boringen met circa 7,5 meter aan weersijden van de buitenste boringen (zie Figuur 2.6 en bijlage 5). Na de aanlegfase kan de zone per boorlijn worden gereduceerd tot 5 meter aan weersijden van de kabel.



Figuur 2.6 Kruising Veerse Gatdam

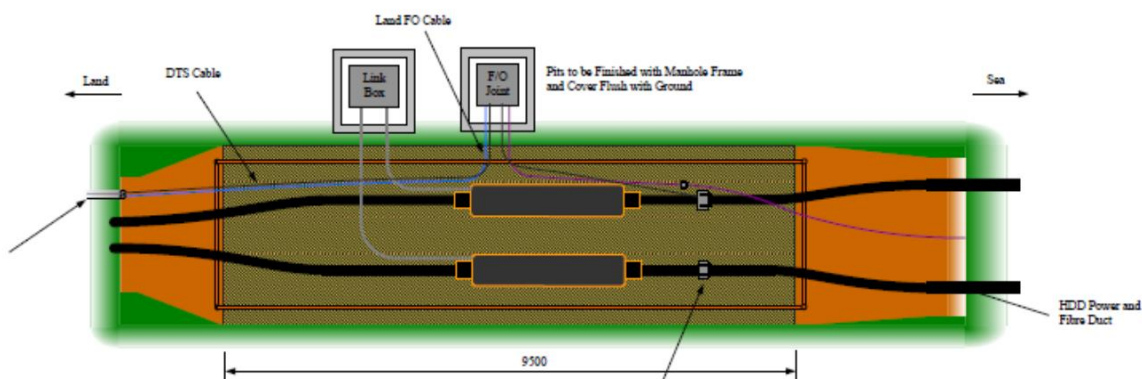
2.5. Aanlanding oever Veerse Meer

2.5.1. Omschrijving activiteit

Het kabelsysteem komt op land aan de oever van het Veerse Meer ten westen van haven de Piet. Vanaf hier wordt het kabelsysteem aangelegd middels boringen en open ontgraving en aangesloten op het converterstation op het haventerrein ten noorden van Borssele. De aanlanding aan de oever van het Veerse Meer zal worden gerealiseerd middels een open ontgraving, inclusief een damwandconstructie. Hier wordt het stortsteen aan de oever verwijderd en een mantelbuis geplaatst waarna de kabel ingetrokken wordt. Na het plaatsen van de mantelbuis en het intrekken van de kabel wordt het stortsteen aan de rand van de oever weer teruggeplaatst. Deze oever van het Veerse Meer is volgens de legger Rijkswaterstaatswerken vrijgesteld van een vergunningplicht (zie Figuur 2.8). Voor de volledigheid worden deze werkzaamheden hieronder kort toegelicht.

Voor de koppeling van 525kV-zeekabels met 525kV-landkabels wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde overgangsmof nabij de oever van het Veerse Meer. Dat is een soort kroonsteen tussen de zee- en landkabel. De overgangsmof wordt in een ondergrondse put gelegd; na de aanleg is hiervan niets meer zichtbaar aan de oppervlakte. De indicatieve afmetingen van de ruimte die benodigd is voor de overgangsmofput (inclusief betonnen platen onder de overgangsmoffen) is circa 10 (lengte) bij 5 meter (breedte), ofwel 50 m². De overgangsmofput wordt op een diepte van 2,2 meter ingegraven. De gewenste ontwateringsdiepte is circa 2,2 meter.

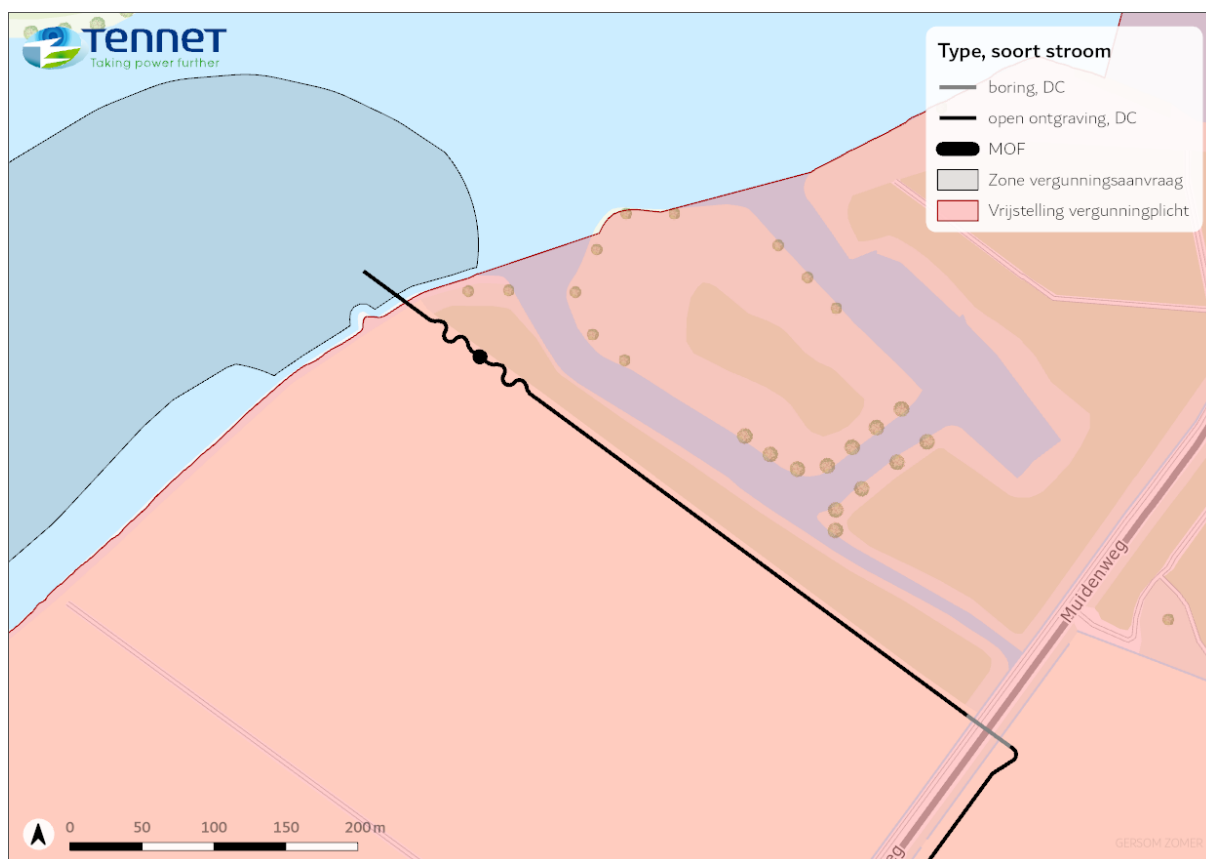
In Figuur 2.7 hieronder is schematisch weergegeven uit welke onderdelen de totale overgangsmoflocatie bestaat. Voor een meer gedetailleerde omschrijving en weergave van de overgangsmoffen wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods).



Figuur 2.7 Schematische weergave overgangsmofput (niet op schaal en metallic return kabel niet weergegeven)

2.5.2. Locatie

De open ontgraving en de overgangsmof zijn weergegeven in Figuur 2.8. De vergunningszone op het Veerse Meer is de breedte van de kabelcorridor van 200 meter (onderhoudszone van 2x 50 meter aan weerszijden van het kabelsysteem). De vergunningszone voor het kabeltracé aan de oever van het Veerse Meer is 7 meter.



Figuur 2.8 Locatie aanlanding oever Veerse Meer

2.6. Milieueffecten op zee

Voor het project is een m.e.r.-procedure doorlopen. In een m.e.r.-procedure worden de milieueffecten van een project in beeld gebracht, zodat het milieu een volwaardige plaats in de besluitvorming krijgt. Effecten op het milieu als gevolg van het project zijn te verdelen in effecten tijdens de aanleg, de exploitatie (gebruik, onderhoud, reparaties) en verwijdering. Het MER staat in het teken van de beschrijving van deze effecten. De effecten ontstaan door het uitvoeren van de werkzaamheden en door ruimtegebruik. Hoewel de aanlegactiviteiten in een groot gebied plaatsvinden, zijn de activiteiten overal tijdelijk en plaatselijk is. De effecten tijdens de exploitatiefase beperken zich tot de directe omgeving van het platform en in mindere mate het kabeltracé en de (overgangs)moffen. Aan de kabels vinden in principe geen werkzaamheden plaats. Op basis van wet- en regelgeving is een beoordelingskader ontwikkeld waarmee de milieueffecten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha zijn beoordeeld.

In de navolgende paragrafen worden de belangrijkste milieueffecten van het gedeelte op zee (platform en kabeltracé op zee) en de kruising van de Veerse Gatdam toegelicht op de volgende thema's: bodem en water, natuur, archeologie, en ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties. Voor het volledige MER wordt verwezen naar bijlage 4. De effecten op het Veerse Meer zijn toegelicht in paragraaf 2.7.

In het MER zijn de effecten van beide varianten voor kabelconfiguraties (één bundel van vier kabels (1x4-kabelconfiguratie) of twee bundels van twee kabels (2x2-kabelconfiguratie)) beoordeeld. De effectscores zijn voor alle deelaspecten in het MER gelijk voor beide kabelconfiguraties, behalve voor de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en de Kaderrichtlijn Water (KRW) vanwege grotere magneetveldwaardes bij de 2x2 kabelconfiguratie (zie de toelichting over de KRM en KRW in paragraaf 2.6.2).

2.6.1. Bodem en water op zee

De gehanteerde methodiek in het beoordelingskader gaat uit van de effectbeoordeling op zes criteria die de impact op de omgeving bepalen, namelijk: vier voor het kabelsysteem en twee voor het plaatsen van het platform. Voor het plaatsen van het platform is de lokale verstoring en verandering van de zeebodem door de fundering van het platform en de oppervlakte dat het platform op de Noordzee beslaat, beschouwd. De criteria die zijn gebruikt voor de beoordelingen van het kabeltracé zijn:

- De lengte van het tracé;
- De dynamiek van de zeebodem;
- De aanwezigheid van slibrijke afzettingen en veen;
- De dynamiek van de Voordelta.

Uit de beoordeling in het MER komt naar voren dat het aanbrengen van de funderingen van het platform, met inbegrip van de bestorting van de Noordzeebodem, leidt tot een zeer kleine lokale verstoring en verandering van de zeebodem die tijdelijk van aard is.

Het kabeltracé loopt door een morfologisch-dynamisch gebied van de Noordzee. Het gaat hier om de aanwezigheid van dynamische bodemvormen zoals zandgolven en megaribbels. Door de lengte waarop deze bodemvormen zich bevinden, is ruim de helft van het totale tracé gelegen ter plaatse van dynamische bodemvormen. Door een baggerinspanning zal hier de bodem worden afgevlakt

waardoor een groot deel van de zeebodem wordt verstoord. De dynamiek van de bodem in de Voordelta is relatief stabiel ten opzichte van de Noordzee.

De Noordzeebodem bestaat overwegend uit matig grof zand, met daaronder op sommige plekken zeer grof zand. Maar er zijn ook slibrijke afzettingen of veen aanwezig. Uit de beschikbare gegevens zijn meerdere stoorlagen gevonden. Deze stoorlagen liggen binnen een gemiddelde diepte van 3 meter en zijn gemiddeld 2 meter dik. Over de aanwezigheid van slibrijke afzettingen en veen is niet precies duidelijk hoeveel dat zal zijn en waar binnen het kabeltracé. Op de Noordzee zijn er minder gegevens beschikbaar van de ondergrond en zal waterbodemonderzoek worden uitgevoerd om deze leemte in kennis te dichten.

Bij de kruising van de Veerse Gatdam zijn geen effecten op bodemsamenstelling, bodemkwaliteit of oppervlaktewaterkwaliteit te verwachten. Voor het kabeltracé is bemaling noodzakelijk bij het uittredepunt (zuidzijde - binnendijks) voor de boring onder de Veerse Gatdam. Daardoor kunnen er door de bemaling negatieve effecten optreden ten aanzien van de grondwaterstand, grondwaterkwaliteit en door verzilting. Deze effecten zijn tijdelijk en lokaal.

2.6.2. Natuur op zee

Wet natuurbescherming - soortenbescherming en gebiedsbescherming

Platform op zee

Voor de soortenbescherming en gebiedsbescherming is er sprake van tijdelijke verstoring onderwater door de aanleg van het platform. Er is met name sprake van tijdelijke verstoring van de bruinvis. Uit de Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets komt naar voren dat de tijdelijke verstoring voor de bruinvis door het toepassen van de geluidbeperkende maatregelen de maximaal toelaatbare geluidsnorm en periode en omvang van verstoring niet overschrijden zoals die in het KEC 3.0 zijn bepaald (zie ook paragraaf 3.2.2 voor de geluidbeperkende maatregelen voor de onderwater verstoring). Dat betekent dat significant negatieve effecten voor de bruinvis met zekerheid zijn uitgesloten evenals onaanvaardbare negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding. Bij de andere fundatiemethode (suction buckets) hoeft er niet geheid te worden en zal daardoor het effect van impuls-onderwatergeluid op zeezoogdieren en vissen wegvallen.

Kabeltracé op zee

Het kabeltracé op zee is negatief beoordeeld als het gaat om soortenbescherming, met name vanwege habitataantasting (van zandkokerwormriffen) en onder water verstoring. De effecten van het kabeltracé op zee op de gebiedsbescherming is licht negatief beoordeeld.

De effecten door boven water verstoring zijn licht negatief beoordeeld (op soortenbescherming en gebiedsbescherming), met name omdat de werkzaamheden voornamelijk worden uitgevoerd in gebieden die al worden verstoord door reguliere scheepsvaart en/of recreatiemogelijkheden. Eventueel verstoorde vogels, zoals de zwarte zee-eend, kunnen uitwijken naar ruim voldoende onverstoord areaal.

Effecten door vertroebeling en sedimentatie zijn beperkt qua omvang en tijdelijk van aard (licht negatief beoordeeld in het MER). Echter, wanneer de kabel op zee van Net op zee IJmuiden Ver Alpha in hetzelfde seizoen als Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt aangelegd kan dit wel leiden tot een significante verstoring in de Voordelta door vertroebeling. Dit geldt alleen voor de kabelconfiguratie met twee bundels van twee kabels (2x2). In de Voordelta zorgt de toename van de

slibwolk en de concentratieverhoging aan het wateroppervlak dat het oppervlak waar zichtjagende vogels jagen verkleint. Hierdoor hebben de dwergstern en visdief mogelijk te weinig uitwijkmogelijkheden. Als de kabels van de verschillende projecten 4 maanden achter elkaar worden gelegd, zal er geen of nauwelijks cumulatie optreden, waardoor de aanleg ook voor de dwergstern en visdief geen gevolgen zal hebben. Daarom geldt voor de aanleg het uitgangspunt dat de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Alpha die tot vertroebeling leiden in foerageergebieden van genoemde populaties minimaal meer dan 4 maanden na elkaar worden uitgevoerd.

Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen (Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets).

Elektromagnetische velden

Ook kunnen er negatieve effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) 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 (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. Met name de bruinvissen in Natura 2000-gebied Voordelta kunnen potentieel een barrière ten gevolge van het magnetische veld ondervinden. In de Bruine Bank zijn geen soorten aangewezen die hier gevoelig voor zijn. Daarnaast kunnen beschermde walvissen, dolfijnen, trekvissen en Rode lijst soorten zoals haaien en roggen in het ondiepere gebied nabij de kust potentieel een barrière ten gevolge van het magnetische veld ondervinden. De magnetische velden die bepaald zijn, zijn echter dermate beperkt dat verstoring zich beperkt tot de waterbodem waardoor slechts sprake is van beperkte hinder en geen barrièrewerking wordt verwacht.

Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen over elektromagnetische velden (bijlage VII-D).

Watertoetsen

Net op zee IJmuiden Ver Alpha is getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW), gezamenlijk de Watertoets genoemd. De Watertoets is opgenomen in bijlage 15. Voor de effectbeoordeling van de KRW en de KRM is er een beperkt verschil tussen de 1x4-kabelconfiguratie en de 2x2-kabelconfiguratie vanwege elektromagnetische velden tijdens incidentele storingen of onderhoudswerkzaamheden. Dit verschil en de mitigerende maatregel is in onderstaand kader toegelicht.

Tijdens incidentele storings of onderhoudswerkzaamheden kan de stroom door de metallic return worden afgevoerd. Tijdens deze momenten kan het magneetveld van de metallic return (MR) in een 2x2-kabelconfiguratie 10 tot 40 keer hoger zijn ten opzichte van de 1x4-kabelconfiguratie. Bij deze waarden kunnen verschillende ongewervelden en haaien en roggen gedragsverandering gaan vertonen. Op korte duur zal dit geen gevolgen hebben voor KRM-descriptoren D1 biodiversiteit en D4 voedselwebben en KRW-doelstelling Macrofauna. Op lange duur zijn de gevolgen nog onbekend, maar negatieve effecten op soort- en ecosysteemniveau zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt als mitigerende maatregelen de MR na twee maanden uitgeschakeld, indien storing of onderhoud zolang duurt.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Zeeuwse kust (kustwater) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van de KRW-waterlichamen. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit van de Zeeuwse kust zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) of van sedimentatie en habitataantasting op de macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam. Voor KRW-waterlichaam de Noordelijke deltakust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de ecologisch kwaliteit. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt vertroebeling op de bodem tot dit gebied. Er zijn geen significant negatieve effecten op macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam. Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 15 (Toetsing KRW).

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)

Uit Tabel 2.1 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen en mogelijk zeer lokaal zelfs een positief effect zullen hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM).

Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 15 (Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie).

Tabel 2.1 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand KRM

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

Beheerplan Rijkswateren (BPRW)

Ten slotte is getoetst aan het Beheerplan Rijkswateren (BPRW) (zie bijlage 15). Het uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Uit het BPRW komt naar voren dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

2.6.3. Archeologie op zee

Voor een gedetailleerde beschrijving van de archeologische effecten wordt verwezen naar het archeologisch bureauonderzoek (bijlage 14). Bevoegd gezag voor archeologie op de Noordzee en in het Veerse Meer is de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). De belangrijkste bevindingen van het bureauonderzoek zijn hieronder samengevat.

Bevindingen archeologisch bureauonderzoek

Het platform raakt geen bekende archeologische waarden en ligt in een zone met een lage archeologische verwachting. Verder heeft het bureauonderzoek uitgewezen dat scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het pleistocene landschap intact is, in situ prehistorische resten verwacht worden. Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 17 scheepswrakken bekend. Op 5 wraklocaties bevinden zich resten van schepen en een betonnen caisson, die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde, al vertegenwoordigt het caisson wel een zekere herinneringswaarde, omdat het caisson tezamen met andere caissons bestemd was voor het dichten van gaten die door de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen. De waarde van de overige 12 wrakken is nog niet vastgesteld. Zolang de archeologische waarde van deze wrakken niet is vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het om waardevolle wrakken gaat, totdat het tegendeel bewezen is.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor het kabeltracé en de onderhoudscorridors te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische pre-lay route survey uitgevoerd. De data van deze survey kan worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Voor de werkterreinen aan de noord- en zuidzijde ter hoogte de Veerse Gatdam geldt dat er geen bekende archeologische waarden aanwezig zijn en er geldt een lage archeologische verwachting.

Tabel 2.2 Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.

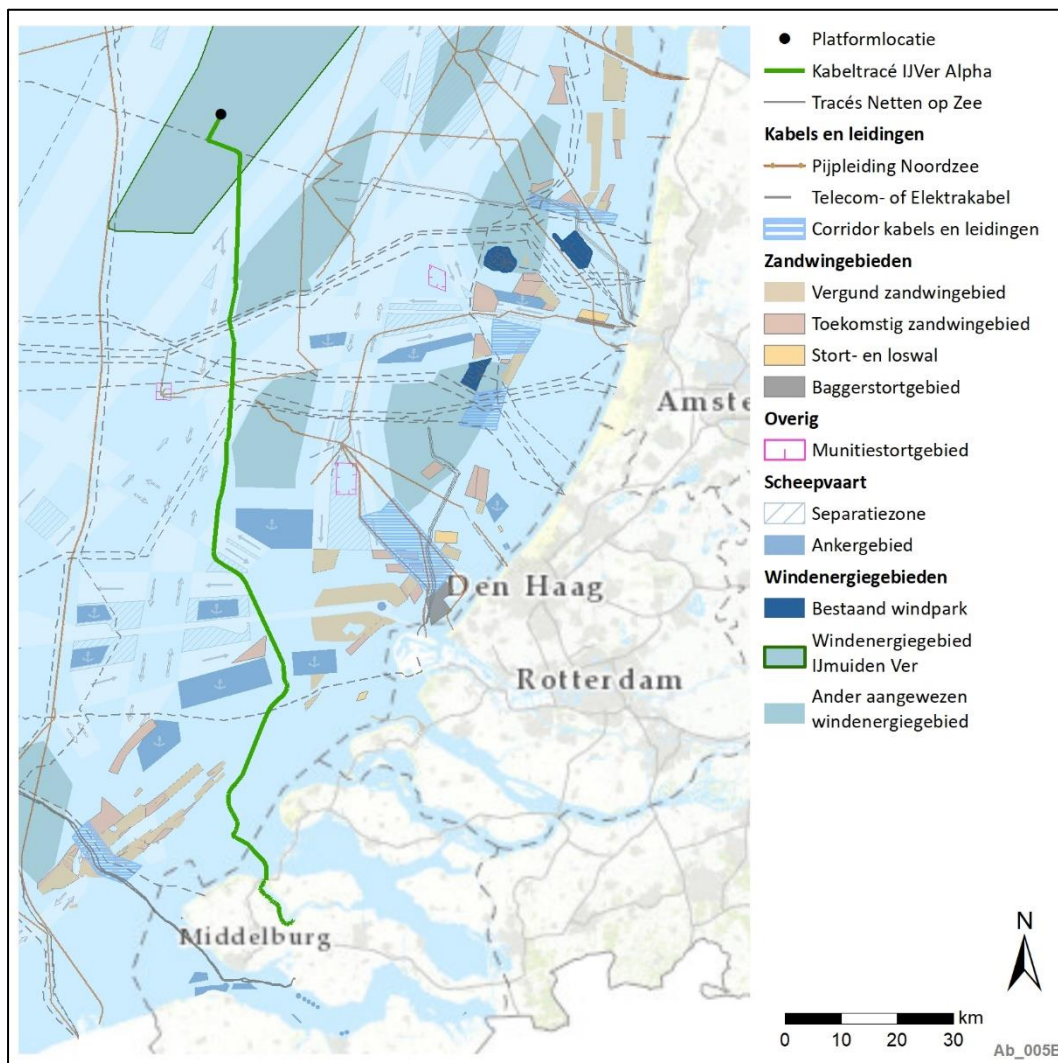
Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sonde- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek voordat kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

2.6.4. Ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties op zee

De locatie van het platform van IJmuiden Ver Alpha heeft geen effect op de deelaspecten olie- en gaswinning, scheepvaart, niet gesprongen explosieven en kabels & leidingen; de beoordeling is daarom neutraal. Er is voor dit aspect geen verschil tussen de fundatiemethoden jacket en suction buckets.

Het kabeltracé op zee heeft een licht negatieve beoordeling op de deelaspecten munitiestortgebieden en militaire activiteiten, baggerstort, visserij & aquacultuur en kabels en leidingen. Het kabeltracé loopt door het militaire oefengebied Westgat NB6 en heeft daardoor een tijdelijk effect op het oefenen van het leggen en vegen van mijnen. Daarnaast worden er een beperkt aantal kabels en leidingen gekruist.

In Figuur 2.9 is het kabeltracé te zien inclusief de deelaspecten zand- en schelpenwinning, baggerstort, kabels & leidingen, scheepvaart en windenergiegebieden behorende bij het milieuaspect ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties.



Figuur 2.9 Het kabeltracé op zee en Veerse Meer en de deelaspecten zand- en schelpenwinning, baggerstort, kabels & leidingen, scheepvaart en windenergiegebieden

Het kabeltracé op zee wordt negatief beoordeeld op de deelaspecten zand- en schelpenwinning, scheepvaart, niet-gesprongen explosieven en recreatie & toerisme. Het kabeltracé ligt niet binnen vergund zandwingebied, maar is wel gelegen binnen de reserveringszone voor zandwinning. Het kabeltracé ligt daarbij niet binnen een corridor voor kabels en leidingen, waardoor er een dik potentieel zandwingebied versnipperd wordt. Daarnaast kruist het kabeltracé scheepvaartroutes op de Noordzee, waaronder de drukbevaren Eurogeul. Als gevolg van de tijdelijke aanwezigheid van langzaam varende schepen voor de aanleg, kan hierdoor beperkte hinder optreden voor de scheepvaart. Tot slot is er een hoge kans op het aantreffen van niet gesprongen explosieven.

Het kabeltracé ter hoogte van de Veerse Gatdam is negatief beoordeeld op het deelaspect primaire waterkering door het kruisen van de Veerse Gatdam. De deelaspecten kabels & leidingen, ruimtelijke functies, invloed op de leefomgeving en recreatie & toerisme zijn licht negatief beoordeeld.

Scheepvaart en visserij kan een risico vormen voor de kabels door zinkende en strandende schepen en/of door vallende, slepende of hakende ankers of vistuigen. Voor het kabeltracé is daarom door

MARIN en ACRB een risk based burial depth (RBBB)-studie uitgevoerd, mede op basis van de Nautical Risk Assessment Cables (zie Bijlage XI – D van het MER in bijlage 4). Daarin wordt onder meer de kans op schade aan de kabel door scheepvaart voor verschillende begraafdieptes berekend, om uiteindelijk de geschikte begraafdieptes van de kabel in de zeebodem voor de verschillende segmenten (b.v. binnen scheepvaartroutes of overige offshore gedeeltes) van het kabeltracé te kunnen bepalen. Bij het bepalen van de begraafdiepte zijn randvoorwaarden vanuit bevoegd gezag en randvoorwaarden (waaronder doelmatigheid van aanleg, beheer en onderhoud) vanuit TenneT meegenomen. De bepaalde begraafdieptes worden vervolgens geoptimaliseerd aan de hand van de resultaten van een zeebedmobiliteitsstudie die voor het kabelalternatief wordt uitgevoerd (zie ook paragraaf 3.3.2). Daarnaast zijn nader grondonderzoek en gedetailleerde tracé peilingen mogelijkheden voor een optimalisatie van de begraafdieptes. Deze aanpak sluit aan bij de aanpak op de voorgaande Net op zee projecten van TenneT. Er wordt daarom geen effect door scheepvaart of visserij op de kabels verwacht, omdat de begraafdiepte van de kabels wordt afgestemd op de risico's per segment van het kabeltracé.

2.7. Effecten Veerse Meer

In deze paragraaf beschrijven we de belangrijkste effecten van het voornemen Net op zee IJmuiden Ver Alpha voor het tracédeel in het Veerse Meer. Ook wordt er in deze paragraaf verwezen naar de vindplaats van informatie in de achterliggende onderzoeken.

2.7.1. Water- en waterbodempkwaliteit

De gebruikte materialen (kabels) die worden aangebracht bevatten geen schadelijke stoffen. Ook bij eventuele kabelbreuk kunnen geen schadelijke stoffen vrijkomen.

Het sediment dat wordt opgewoeld door de baggeractiviteiten (vertroebeling) bezinkt op de bodem en kan daarbij neerkomen in een laag (sedimentatie).

Op een aantal locaties in het Veerse Meer kan de aanleg van de kabel alleen plaatsvinden door lokaal de waterbodem te verdiepen door baggerwerkzaamheden. De bestaande situatie is te ondiep voor het installatiemateriaal om de kabel te kunnen leggen. Voorafgaand aan de baggerwerkzaamheden moet zijn vastgesteld dat de kwaliteit van het gebaggerde materiaal beter is of overeenkomt met de kwaliteit van de ontvangende locatie, voordat tot storten mag worden overgegaan.

Er is een indicatief waterbodemonderzoek uitgevoerd voor het tracé door het Veerse Meer om een beeld te krijgen van de milieuhygiënische kwaliteit van de waterbodem als onderdeel van het watersysteem. Onderdeel hiervan is het onderzoeken van de toepassingsmogelijkheden van eventueel aanwezig slib (baggerspecie) en het onderzoeken van de kwaliteit van de vaste waterbodem (sediment). De rapportage en resultaten van dit onderzoek staan in Bijlage VII-J van het MER in bijlage 4 (Indicatief Waterbodemonderzoek Veerse Meer). In het onderzoek is gekeken naar het slib en de vaste waterbodem. Het algemene beeld is dat de kwaliteit van de sliblaag op een aantal locaties overschrijdingen kent van interventiewaardes voor bodem. In de sliblaag zijn in 4 van de 12 meetpunten overschrijdingen van de interventiewaarde aangetroffen. De vaste waterbodem is grotendeels niet verontreinigd. Op 2 van de 12 meetpunten is klasse B als gevolg van koper en klasse Niet toepasbaar als gevolg van PFAS aangetoond.

Op grond van de conclusie van het indicatief waterbodemonderzoek zal voorafgaand aan de uitvoering in overleg met de waterkwaliteitsbeheerder worden beoordeeld en overlegd of vrijkomende bagger verspreid kan worden in stortvakken in het Veerse Meer. Eventueel wordt bagger met te hoge waarden van genoemde stoffen afgevoerd naar speciedepots. Dit punt is opgenomen als mitigerende maatregel in de Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets (zie bijlagen VII – A en VII B van het MER in bijlage 4). Met het in acht nemen van deze mitigerende maatregel treden er geen effecten op natuur op in het Veerse Meer door verontreinigingen.

Voor de situatie dat bagger in het Veerse Meer wordt verplaatst geldt het volgende. In het Veerse Meer mag gebaggerd materiaal in principe niet gestort worden naast de gebaggerde zone, maar moet het gebaggerd materiaal in de daarvoor bestemde stortvakken gestort worden, voor zover de kwaliteit dit toestaat. Bij het storten zal worden voldaan aan de daarvoor geldende wet- en regelgeving en worden separaat van deze vergunning aanvragen en meldingen gedaan (Besluit bodemkwaliteit en Besluit lozingen buiten inrichtingen). In de Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets (zie bijlagen VII – A en VII B van het MER in bijlage 4) is de toename in de slibconcentratie door zowel de baggerwerkzaamheden als het storten van gebaggerd materiaal in de daarvoor aangewezen stortvakken gesimuleerd (worst-case benadering). De effecten van afvoeren van het baggermateriaal op land is ecologisch gezien minder groot.

Uit de Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets komt naar voren dat de effecten van vertroebeling en sedimentatie niet leiden tot significant negatieve effecten of aantasting van de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten (zie ook de volgende paragraaf ‘natuur’).

2.7.2. Natuur

Het kabeltracé op het Veerse Meer is in het MER licht negatief beoordeeld op gebiedsbescherming en negatief op soortenbescherming. Voor zowel de gebieds- als soortenbescherming geldt dat de uitvoering van de werkzaamheden en de exploitatie van de kabel slechts beperkte en tijdelijke effecten hebben. Aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Veerse Meer of aantasting van de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten is met zekerheid uitgesloten. In de volgende twee paragrafen wordt deze beoordeling toegelicht. Vervolgens wordt er nog specifiek ingegaan op vertroebeling, sedimentatie en elektromagnetische velden. Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen (Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets).

Voor het project wordt separaat een vergunning op grond van de gebiedsbescherming (Natura 2000) uit de Wet natuurbescherming aangevraagd en ontheffing voor overtredingen van de verbodsbepalingen in het kader van de soortenbescherming in de Wet natuurbescherming.

Gebiedsbescherming

Er zijn voor het Veerse Meer diverse instandhoudingsdoelen voor watervogels gesteld. Er zijn geen instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen gesteld. Bovendien zijn er in het Veerse Meer geen instandhoudingsdoelen voor soorten met een gevoeligheid voor onderwatergeluid. In Natura 2000-gebied Veerse Meer worden de werkzaamheden uitgevoerd binnen het verstoringsbereik van reguliere vaarroutes en aanwezige recreatiemogelijkheden. Hierdoor is nauwelijks sprake van extra bovenwater verstoring van (niet-) broedvogels. Voor individuen die toch verstoord worden, zijn voldoende onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Er zijn daarom geen negatieve effecten

op instandhoudingsdoelen voor populaties (niet-)broedvogels in de Veerse Meer (zie ook de Passende Beoordeling).

Soortenbescherming

De effecten op soortenbescherming zijn met name negatief beoordeeld vanwege de onder water verstoring. Het continu onderwatergeluid is tijdelijk van aard en verplaatst zich met de schepen, vastgesteld is dat er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn. Permanente impact op trekvissen, zeezoogdieren en Rode Lijst soorten die buiten de bestaande bescherming regimes vallen zoals haaien, roggen en overige vissoorten is daarmee uitgesloten. Tijdens het uitvoeren van geofysische surveys wordt impuls-onderwatergeluid geproduceerd. Er is daarom sprake van extra geluid en dus onderwater verstoring. Voor het uitvoeren van geofysische surveys geldt dat onderwater verstoring van een individu niet kan worden uitgesloten, het effect is daarom beoordeeld als negatief.

Verder zijn er in het Veerse Meer geen beschermde soorten bekend die directe gevolgen ondervinden van habitataantasting. De boven water verstoring is beperkt omdat de werkzaamheden voornamelijk worden uitgevoerd in gebieden die al worden verstoord door reguliere scheepsvaart en/of recreatiemogelijkheden en er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn voor soorten naar onverstoord areaal.

Vertroebeling

Effecten door vertroebeling in het Veerse Meer zijn beperkt qua omvang en tijdelijk van aard (licht negatief beoordeeld in het MER). Op de dagen dat getrencht wordt blijft de vertroebeling onder de 2 mg/l daggemiddelde. In het Veerse Meer liggen de vertroebelingswolken voornamelijk rond de aangewezen stortvakken als gevolg van het mogelijk storten van gebaggerd materiaal. De vertroebelingswolken houden vanaf het moment van ontstaan tot uitdoven maximaal 15 dagen stand. De gehele vertroebeling treedt binnen ca. 17% van het wateroppervlak van het Veerse Meer op, met maximale concentratieverhoging van 46 mg/l aan de bodem. Hoge concentraties (>30 mg/l) komen alleen rond de stortvakken voor. Dit is een areaal van ca. 1 ha. De bodem rond stortvakken vormen voor macrofauna al suboptimaal leefgebied. Filterfeeders hebben een hoge tolerantie voor vertroebeling. Op elk willekeurig moment tijdens de werkzaamheden is in ieder geval 94,1% van het wateroppervlak van het Veerse Meer niet blootgesteld aan verhoogde vertroebeling. De aangewezen (niet-)broedvogels vanuit het Natura 2000-aanwijzingsbesluit hebben zodoende genoeg uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied tot hun beschikking. Bij tijdelijke afname van het doorzicht door vertroebeling kan er sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal echter ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zal zijn, voor deze soorten gelden overigens geen instandhoudingsdoelstellingen.

Sedimentatie

Effecten door sedimentatie in het Veerse Meer zijn beperkt van omvang en snelheid (licht negatief beoordeeld in het MER). In het Veerse Meer geldt als worst-case scenario waarin tijdelijk de sedimentatiesnelheid groter is dan 0,33 mm/dag dat dit optreedt binnen een areaal 113 hectare. Circa 94,4% van het totale areaal van het Veerse Meer zal geen effecten ondervinden van sedimentatie. Vogels hebben zodoende genoeg uitwijkmogelijkheden. Benthische macrofauna ondervinden geen permanente effecten van sedimentatie in het Veerse Meer. Dit komt doordat sedimentatie voornamelijk plaatsvindt rond het geval dat bagger wordt gestort in de stortvakken. Deze gebieden vormen geen belangrijk leefgebied voor benthische macrofauna omdat in de diepere zones > 10 m regelmatig zuurstofloosheid optreedt. Dit wordt bevestigd door recente monitoring van bodemdieren waarin aanzienlijk hogere biomassa's en dichtheden zijn aangetroffen in ondiepe

delen van het Veerse Meer (Kruijt et al., 2020; Troost et al., 2021). Bovendien tolereren veel bodemdieren (veel) hogere sedimentatiesnelheden dan 0,33 mm/dag. Hierdoor zal een groot deel van het aangetaste oppervlak (max. 113 ha) blijven dienen als geschikt foerageergebied voor benthos etende vogelsoorten. Bodemfauna heeft doorgaans slechts één jaar nodig om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken. Dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli.

Elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden van de in gebruik zijnde kabels kunnen in potentie vissen verstoren. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) 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 (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. Met name vissen die de velden kunnen waarnemen ondervinden mogelijk een barrière als gevolg van het magnetische veld.

In het Veerse Meer zijn geen soorten aangewezen die hier gevoelig voor zijn. De magnetische velden die bepaald zijn, zijn bovendien dermate beperkt dat verstoring zich beperkt tot de waterbodem waardoor slechts sprake is van beperkte hinder en geen barrièrewerking wordt verwacht. Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen over elektromagnetische velden (bijlage VII-D van het MER).

2.7.3. Watertoetsen

Het tracé in het Veerse Meer is getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW). Deze watertoetsen zijn opgenomen in bijlage 15. Voor de effectbeoordeling van de KRW en de KRM is er een beperkt verschil tussen de 1x4-kabelconfiguratie en de 2x2-kabelconfiguratie vanwege elektromagnetische velden tijdens incidentele storingen of onderhoudswerkzaamheden. Dit verschil en de mitigerende maatregel is in onderstaand kader toegelicht.

Tijdens incidentele storingen of onderhoudswerkzaamheden kan de stroom door de metallic return worden afgevoerd. Tijdens deze momenten kan het magneetveld van de metallic return (MR) in een 2x2-kabelconfiguratie 10 tot 40 keer hoger zijn ten opzichte van de 1x4-kabelconfiguratie. Bij deze waarden kunnen verschillende ongewervelden en haaien en roggen gedragsverandering gaan vertonen. Op korte duur zal dit geen gevolgen hebben voor KRM-descriptoren D1 biodiversiteit en D4 voedselwebben en KRW-doelstelling Macrofauna. Op lange duur zijn de gevolgen nog onbekend, maar negatieve effecten op soort- en ecosysteemniveau zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt als mitigerende maatregelen de MR na twee maanden uitgeschakeld, indien storting of onderhoud zolang duurt.

In het Veerse Meer zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling, sedimentatie, onderwater geluid, habitataantasting of elektromagnetische velden (voor de 1x4-kabelconfiguratie). Met betrekking tot het ingraven van kabels in het Veerse Meer wordt er daarom geen nadelig effect

verwacht op de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 15 (Toetsing KRW).

Er is ook getoetst aan het Beheerplan Rijkswateren (BPRW) (zie bijlage 15). Het uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Uit het BPRW komt naar voren dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterkwantiteit. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

2.7.4. Morfologie

De dynamiek van de bodem het Veerse Meer is relatief stabiel ten opzichte van de Noordzee. Door de afsluiting van het Veerse Meer is de dynamiek sterk afgenomen (zie het hoofdstuk 2 van het MER in bijlage 4). De aanleg van het kabeltracé is van invloed op de morfologie van het Veerse Meer aangezien een aantal ondiepe tracédelen niet bereikbaar zijn voor de werkschepen. Er zal alleen gebaggerd moeten worden in deze ondiepere delen van het Veerse Meer. De route door het Veerse Meer is nu in overleg met Rijkswaterstaat zo getraceerd dat het areaal dat gebaggerd wordt zo beperkt mogelijk is. De verwachting is dat 81.000 m³ gebaggerd moet gaan worden in het Veerse Meer. De impact op de bodemmorfologie is daarmee lokaal en beperkt tot de aanlegfase.

2.7.5. Waterveiligheid

De potentiële risico's van de uitvoering en aanwezigheid van de boringen onder de Veerse Gatdam is beoordeeld. Deze beoordeling is als bijlage 12 bij de aanvraag gevoegd. Uit de beoordeling blijkt dat de verschillende werkzaamheden (HDD-boringen, werkzaamheden vooroever, graafwerkzaamheden op het strand) geen negatief effect op de stabiliteit van de waterkering hebben.

Conform de aanbeveling in bijlage 12 wordt uithardende boorvloeistof toegepast en worden mantelbuizen afgesloten. Daarmee is waterstroming langs/door de boorgangen uit te sluiten.

2.7.6. Beheer en onderhoud

Voor de kruising van de Veerse Gatdam geldt dat tijdens de aanlegfase geen werkzaamheden aan de waterkering zelf plaatsvinden, aangezien hier onderdoor wordt geboord. Er is geen beperking voor beheer en onderhoud van de kering in de aanleg en de gebruiksfase.

Voor het Veerse Meer zelf geldt dat de kabel op diepte wordt gelegd, waardoor hieruit geen belemmeringen voortkomen voor regulier beheer en onderhoud anders dan tijdelijke hinder tijdens de aanlegfase door aanwezig werkmaterieel (schepen/pontons). Voor het plaatsen van boringen e.d. rondom de kabel door andere partijen wordt in het inpassingsplan een aanlegvergunningstelsel opgenomen om de veiligheid te waarborgen. Een zone van 50 meter aan weerszijden van de kabel wordt daarvoor aangewezen.

2.7.7. Archeologie

Voor een gedetailleerde beschrijving van de effecten wordt verwezen naar het archeologisch bureauonderzoek (bijlage 14). Bevoegd gezag voor archeologie op de Noordzee en in het Veerse

Meer is de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE). RCE is meegenomen in het voorproces van het project en heeft het archeologisch bureauonderzoek al meegelezen.

Binnen het onderzochte gebied in het Veerse Meer zijn resten van 1 scheepswrak bekend. Dit wrak is een zeilbootje in het Veerse Meer, dat op 13 juni 2006 geborgen is (NCN 15902). Dit wrak is na 1950 gezonken en heeft geen archeologische waarde. Verder heeft het onderzoeksgebied in het Veerse Meer een lage archeologische verwachtingswaarde. Er is dan ook geen aanleiding effecten op archeologische resten nader te onderzoeken. De werkzaamheden worden direct stilgelegd indien tijdens de uitvoering van de werkzaamheden een archeologisch object wordt aangetroffen. De vondst wordt gemeld bij de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE).

2.7.8. Recreatie en toerisme

Er zijn mogelijk tijdelijke beperkingen voor recreatievaart en watersporters tijdens de aanlegfase, voornamelijk als de werkzaamheden ook in het recreatie seizoen worden uitgevoerd. Bovendien kan er door de aanleg van het kabeltracé tijdelijke vertroebeling ontstaan die mogelijk nadelig is voor duiksport (zie hoofdstuk 8 MER in bijlage 4). Aangezien de werkzaamheden slechts gedurende beperkte tijd plaatsvinden en lokaal zijn, is enige mate van verstoring niet uit te sluiten maar zal deze in ruimte en tijd beperkt zijn. Om veiligheidsrisico's te vermijden wordt een veiligheids- en calamiteitenplan opgesteld in overleg met Rijkswaterstaat (zie paragraaf 6.3.3) waarin onder meer de verkeersveiligheid, afzetting, verkeersbegeleiding e.d. zijn geborgd.

2.7.9. Visserij

Voor de aanleg van het kabeltracé zullen mogelijk fuiken voor de visserij in het Veerse Meer tijdelijk worden weggehaald en heeft vertroebeling door de aanleg van het kabeltracé mogelijk een tijdelijk licht negatief effect op de visserij en schelpdierteelt (zie hoofdstuk 8 MER in bijlage 4).

2.7.10. Scheepvaart

Tijdens de gebruiksfase zijn er geen effecten op de scheepvaart. De kabels worden in de bodem van het Veerse Meer begraven en er kan boven de kabels gevaren worden. De kabels vormen geen risico voor de scheepvaart tijdens de gebruiksfase.

Werkzaamheden op het Veerse Meer zullen plaatsvinden tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering. De werkzaamheden vinden in ruimte en tijd gefaseerd plaats waardoor eventuele hinder van beperkte duur en omvang is. Aanlegschepen varen zeer langzaam en zijn beperkt manoeuvreerbaar. Tijdelijke beperkte hinder voor scheepvaart is dan ook niet uit te sluiten (zie hoofdstuk 8 MER in bijlage 4). Om veiligheidsrisico's te vermijden wordt een veiligheids- en calamiteitenplan opgesteld in overleg met Rijkswaterstaat (zie paragraaf 6.3.3) waarin onder meer verkeersveiligheid, afzetting, verkeersbegeleiding e.d. zijn geborgd.

Elektromagnetische velden scheepvaart

In het MER (hoofdstuk 8) is beoordeeld welke potentiële impact elektromagnetische velden van de kabels op navigatieapparatuur van de scheepvaart uitoefenen. Door Bureau Petersburg is een analyse gemaakt over kompasafwijking door de 525kV-gelijkstroomkabels. Dit wijst uit dat er een minimale kompasafwijking op kan treden van maximaal 0,6 graden wanneer de kabels normaal in gebruik zijn. In de regel worden deze kompassen alleen gebruikt als referentiemiddel en heeft andere apparatuur en zicht de functie overgenomen voor het bepalen van positie en koers.

Gevolgen van de kabels op navigatieapparatuur door de scheepvaart is verwaarloosbaar en leidt niet tot een beperking van de scheepvaarveiligheid.

3. Oprichtings- en constructieplan

3.1. Inleiding

Het voornemen bestaat qua vergunningplichtige activiteiten in het kader van de Waterwet uit een platform, een offshore en inshore kabeltracé, de aanlanding op het strand, kruising van de primaire kering en beschermingszone van een primaire waterkering. In de volgende paragrafen wordt het oprichtings- en constructieplan per onderdeel behandeld.

Een gedetailleerdere omschrijving van het offshore platform en de aanlegmethode is bij de aanvraag opgenomen in bijlage 3 (Typical Installation Methods). Voor constructietekeningen van het jacket wordt verwezen naar bijlage 7. Voor het standaard ontwerp en de inrichtingstekeningen (plot plans) van het offshore platform wordt verwezen naar bijlage 6 en 8.

3.2. Platform

3.2.1. Onderdelen

Het platform bestaat uit en wordt gebouwd in twee verschillende onderdelen:

- De stalen draagconstructie (ook wel jacket genoemd);
- De bovenbouw, ook wel topside genoemd, met alle voorzieningen voor het functioneren van het platform.

Het jacket zal van voldoende hoogte zijn zodat de topside boven het maximale zeeniveau uitkomt. De topside begint op circa 20 meter boven het gemiddelde zeeniveau. Een specificatie van de maten van de topside is in Tabel 3.1 hieronder weergegeven. De afmetingen zijn indicatief. Verzocht wordt om de mogelijkheid in de watervergunning op te nemen om maximaal 15 procent af te kunnen wijken van de genoemde afmetingen in Tabel 3.1. De hoogte van de topside is exclusief items die op het bovenste dek van het platform staan zoals een helikopterdek, meteomast, de verblijfsruimten en uitsteeksels als antenne, walkways, etc. De afmetingen zijn inclusief windconnector-readiness.⁸ Op het bovendeck zit rondom een hekwerk.

Tabel 3.1 Indicatieve afmetingen platform

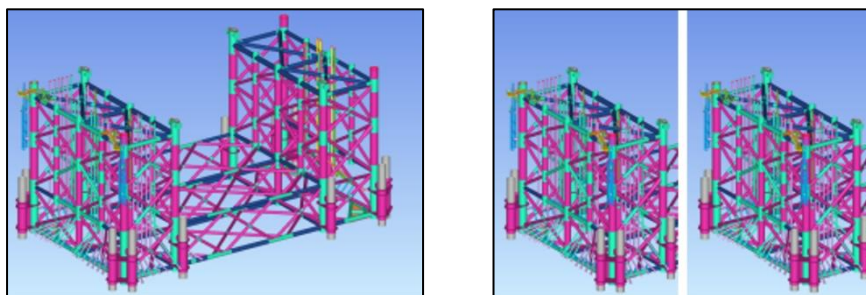
	Topside
Lengte (m)	110
Breedte (m)	80
Hoogte (m)	45

De onderbouw is de draagconstructie voor de bovenbouw en bestaat uit een relatief lichte en transparante stalen constructie (jacket) dat op de zeebodem wordt gezekeerd door middel van:

- Palen (heipalen of schroefpalen), of;
- Suction buckets.

⁸ De minister van EZK heeft TenneT gevraagd om met een voorstel te komen om de netinfrastructuur voor het windenergiegebied IJmuiden Ver efficiënter te benutten door deze te verbinden met het Verenigd Koninkrijk (VK). Deze verbinding (werknaam 'Windconnector') kan dienen als zogenaamde 'interconnector' tussen het VK en Nederland op momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is. Het onderzoek bevindt zich momenteel in de haalbaarheidsfase. De windconnector valt buiten de scope van deze aanvraag, maar het platform wordt wel windconnector-ready ontworpen.

In paragraaf 3.2.2 wordt nader ingegaan op beide uitvoeringsmethoden van het platform. Voor het ontwerp van de jacket is er de optie tussen een “één jacket” en een “split-jacket”. Hieronder is dit verschil afgebeeld in twee principetekeningen (zie Figuur 3.1). Voor beide ontwerpen en uitvoeringsmethoden (palen of suction buckets) wordt de watervergunning aangevraagd. In bijlage 7 zijn de constructietekeningen van het jacket te vinden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat in bijlage 7 alleen het ontwerp is weergegeven met een enkele jacket die met behulp van heipalen wordt verankerd (figuur links).



Figuur 3.1 principeontwerp jacket: één jacket (links) of split jacket (rechts)

3.2.2. Wijze van aanleg

Het jacket en de topside worden separaat op een werf gebouwd. Jacket en topside worden vrijwel kant-en-klaar aangeleverd met schepen. Op zee is alleen sprake van werkzaamheden aan de funderingen. Op zee is twee keer een transportschip en een kraanschip benodigd. Daarnaast zijn er schepen voor materiaal, stand by (logistieke ondersteuning) en onderzoek (survey) benodigd.

Jacket met behulp van heipalen

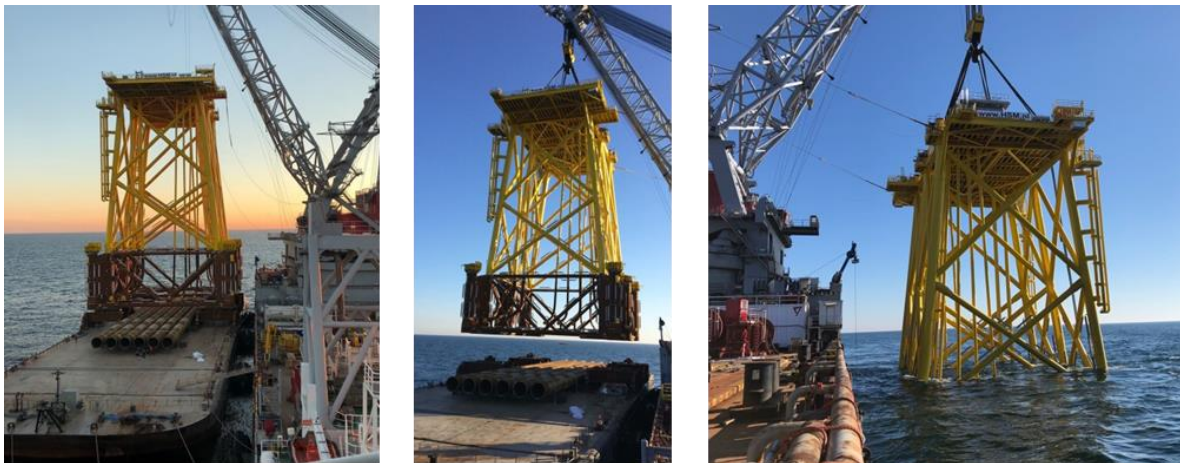
Eerst wordt het jacket voor de topside geplaatst en met behulp van heipalen verankerd (zie Figuur 3.2). Een standaard jacket (links in Figuur 3.1) wordt geplaatst op 8 tot 12 palen met een diameter van naar verwachting ca 2,5 m per stuk en een wanddikte van circa 60 tot 80 mm. In het geval van een split jacket (rechts in Figuur 3.1) worden er 16 heipalen aangebracht. De heipalen worden ca 60 m diep de bodem ingebracht. De exacte afmetingen en diepte van de palen is afhankelijk van de lokale grondcondities en zal worden bepaald aan de hand van nader uit te voeren bodem onderzoeken. In het werkplan dat door de toekomstig aannemer van TenneT bij u wordt ingediend, wordt de exacte uitvoering van het jacket gespecificeerd.

Het jacket wordt op een werf gebouwd en wordt vrijwel kant-en-klaar aangeleverd door middel van transportschepen. Het jacket wordt samen met de benodigde heipalen door een ponton naar de betreffende locatie gebracht. Daar wordt het jacket met behulp van een jack-up schip op de gewenste plek neergezet. Aan de hoekpunten van het jacket zitten geleidingsframes waar de heipalen doorheen kunnen worden geheid. De palen dienen van de ponton te worden getild en in de geleidingsframes te worden geplaatst (zie ook Figuur 3.3). Daarna kunnen met een opzetstuk en een heihamer de heipalen de zeebodem in worden geheid tot op de juiste diepte en gegrout. De maximale hei-energie die wordt toegepast is circa 2.000 kJ. De duur van het heien is ongeveer 2 tot 3 uur per paal. De installatie van het jacket duurt ongeveer 5 tot 10 dagen.

Nadat het jacket is geïnstalleerd kan de topside er bovenop worden geplaatst.



Figuur 3.2 Impressie 2 GW offshore platform



Figuur 3.3 Impressie plaatsing funderingen op locatie.

Geluid beperkende maatregelen heiwerkzaamheden jacket

Met het oog op effecten op zeezoogdieren (met name bruinvissen en zeehonden) door onderwater verstoring als gevolg van impulsgeluid door heiwerkzaamheden worden de volgende mitigerende maatregelen getroffen:

- Om te waarborgen dat bruinvissen en zeehonden kunnen vluchten voor het heigeluid, moet een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden worden toegepast. 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.
- Daarnaast is de toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ nodig. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Naast bovengenoemde mitigerende maatregelen moeten project specifieke berekeningen worden 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

geluidsnorm⁹. Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zullen de effecten van mitigerende maatregelen worden bepaald, waardoor de optimale set van maatregelen waarmee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.

- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol (hierin moet ook het verlichtingsplan worden opgenomen).

In de passende beoordeling zijn de effecten van het heien en verankeren op de flora en fauna beschreven. De passende beoordeling is opgenomen in de bijlagen van het MER (zie bijlage 4).

Jacket met behulp van korte geduwde of gedraaide palen

De markt onderzoekt momenteel alternatieven voor de standaard jacket met palen door de lange palen te vervangen door meerdere korte palen die niet in de grond worden geheid, maar gedraaid of geduwd. Dit zou dan resulteren in ongeveer 32 palen voor een jacket met 8 poten.

Jacket met behulp van suction buckets

In het geval van het aanleggen van de jacket met behulp van suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 zogenaamde suction buckets met een diameter van circa 8 meter en daarmee in totaal een oppervlak hebben van circa 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor er een onderdruk wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen 6 tot 8 meter de zeebodem ingaan. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is bij deze methode 2 tot 3 dagen.

Topside

De topside wordt op de werf op land gebouwd en alle onderdelen (transformatoren, de schakelapparatuur en de beveiligingsapparatuur) zijn dus vooraf geïnstalleerd. Wanneer de topside gereed is, wordt deze in zijn geheel naar de locatie op zee vervoerd. De topside is voorzien van hijsogen of optilpunten. Deze worden gebruikt als de topside op het al geplaatste jacket wordt gehesen door hijskranen (zie Figuur 3.4) of getild door middel van een Float-Over of Catamaran Lift (zie bijlage 6 voor een nadere omschrijving).

⁹ De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform IJmuiden Ver Alpha is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).



Figuur 3.4 Impressie plaatsing topside op jacket met behulp van hijskranen

Een alternatieve methode voor het plaatsen van de topside op het jacket is om de topside over het jacket heen te laten drijven met behulp van een transportschip die precies tussen de palen van het jacket past. Op het moment dat het transportschip precies tussen het jacket is gepositioneerd zal de topside naar beneden worden gehaald en op het jacket worden geplaatst (zie Figuur 3.5).



Figuur 3.5 Impressie drijvende installatietechniek

Zodra de topside op de jacket is geplaatst wordt de topside vastgemaakt op het jacket met behulp van lussen. Na afloop wordt een inspectie uitgevoerd of de topside goed is geïnstalleerd. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week.

Erosie- en roestbescherming

Voorafgaand en na plaatsing wordt rond het jacket stortsteen aangebracht om het zeebed te stabiliseren en om daarmee het platform en de kabels naar het platform te beschermen tegen de gevolgen van erosie rond het platform. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform. Tot 100 meter lengte vanaf het jacket zullen op inkomende en uitgaande kabels zakken stenen (rock-bags) geplaatst worden om de kabels te beschermen. Het oppervlak van de erosiebescherming (voor alle type fundaties) is circa 15.000 m². Het plaatsen van de bodembescherming duurt 4 tot 6 dagen.

Ter voorkoming van roest worden er anodes geplaatst op de draagconstructie. Hierdoor komen er aluminium-ionen in het water.

Natuur-inclusief ontwerp

In de technische uitwerking van het basis ontwerp van het platform is natuur-inclusief ontwerp een belangrijk uitgangspunt. Het jacket en de erosiebescherming van het offshore platform worden geschikt gemaakt voor maatregelen in het kader van natuur-inclusief ontwerp. Voorbeelden van mogelijke maatregelen zijn het aanbrengen van vishotels en natuurvriendelijke scour protection. Deze maatregelen vormen geen belemmering voor bedrijfsvoering en onderhoud van het platform en hebben geen invloed op de stabiliteit van het platform. De monitoring van de functionaliteit van deze maatregelen vindt plaats als onderdeel van het reguliere onderhoud van het platform.

3.2.3. Helikopterdek

Op het platform komt een helikopterdek, zodat personeel en materiaal in bepaalde gevallen per helikopter vervoerd kunnen worden. In de aanlegfase zal er naar verwachting, gedurende een jaar, ongeveer 1 helikoptervlucht per dag plaatsvinden. In de operationele fase zal doorgaans het ongepland onderhoud en reparaties per helikopter gaan en regulier onderhoud kan per boot en/of helikopter worden uitgevoerd. Naar verwachting zal er 4 keer per jaar ongepland onderhoud of reparaties moeten plaatsvinden.

Het ontwerp van het helikopterdek zal voldoen aan de inrichtingseisen van hoofdstuk 2 van de Regeling veilig gebruik luchthavens en andere terreinen. De regels in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de regels van de internationale burgerluchtvaartorganisatie (ICAO)¹⁰. Bijlage 8 geeft een tekening van het ontwerp van het helikopterdek op het platform van IJmuiden Ver Alpha. Daarnaast wordt er in het ontwerp waar mogelijk aangesloten bij de standaarden en aanbevelingen van de Britse Luchtvaartorganisatie: 'Standards for offshore helicopter landing areas'¹¹.

3.2.4. Verblijfsruimten

Op het platform zal er een verblijfsruimte worden gerealiseerd waar tot 96 personen kunnen overnachten tijdens de aanlegfase en tijdens onderhoudswerkzaamheden aan het platform. De

¹⁰ ICAO Annex 14, volume II heliports.

¹¹ UK CAA, CAP 437

verblijfsruimte is een soort container hotel met 48 aparte slaapkamers voor mannen en vrouwen met stapelbedden, wc's, douche, etc. en aparte kleedkamers voor mannen en vrouwen. Bovendien wordt er voorzien in aparte ruimtes voor ontspanning, koken, wassen en sporten. Op elke verdieping worden nooduitgangen geplaatst welke te allen tijde bruikbaar zijn. Bijlage 9 geeft tekeningen van de verblijfsruimten op het platform. De tekeningen zijn onderdeel van het voorontwerp van het platform. Een definitieve tekening is beschikbaar voorafgaand aan de bouw als onderdeel van het definitieve ontwerp van het platform.

Het ontwerp en het gebruik van de verblijfsruimte zal zoveel als mogelijk voldoen aan de algemene eisen die worden gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit (in ieder geval artikel 3.37n en 3.37w). Maatregelen met betrekking tot de veiligheid voor personeel op het platform worden beschreven in hoofdstuk 6 van onderhavig document.

Drinkwatervoorziening

Er wordt een kleine zeewaterpomp geïnstalleerd om daarmee lokaal drinkwater te maken voor de bemanning en het schoonmaken van het platform. De zeewaterpomp pompt circa 20 m³ per dag op.

Toiletvoorziening en zuiveringsvoorziening

Op het platform bevinden zich toiletvoorzieningen (douches, wasbakken, wc's). Ten behoeve van de afvoer van het afvalwater zijn diverse voorziening op het platform. Over het algemeen geldt dat het aantal inwonersequivalenten minder dan 6 is als gevolg van de beperkte aanwezigheid van personeel.

Gepland onderhoud

Het afvalwater dat ontstaat bij gepland onderhoud wordt door een zuiveringsinstallatie geleid. De installatie filtert en behandelt het afvalwater. De behandeling zal naar verwachting biologisch zijn (vergelijkbaar met individuele afvalwaterbehandelingsinstallaties voor locaties op land die niet zijn aangesloten op de riolering). Alternatief is chemische behandeling. De installatie realiseert een reductie van het gehalte BZV, CZV, stikstof en fosfaat. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. De installatie heeft een capaciteit van 10m³ per dag. Gezuiverd water wordt geloosd op zee, slibresten worden periodiek afgevoerd naar land.

Ongepland onderhoud

Voor ongepland onderhoud zijn er twee mogelijkheden, afhankelijk van de grootte van de groep mensen die op het platform is en of er water in de tanks aanwezig is. Er zijn een aantal verbrandingstoiletten. Het werkingsprincipe is dat de ontlasting wordt verbrand, waarvan daarna slechts een klein as laagje overblijft. Als er meer mensen op het platform aanwezig zijn en er water aanwezig is in de tanks, is er ook de mogelijkheid om de gewone toiletten te gebruiken. In dit geval staat de zuiveringsinstallatie waarschijnlijk niet aan en wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land.

3.2.5. Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd, wordt in detail beschreven in hoofdstuk 4.

3.2.6. Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van het platform worden ontmanteld en verwijderd, wordt beschreven in hoofdstuk 7.

3.2.7. Certificering

Om aan te tonen dat de constructie van het platform stabiel is en geschikt voor de ondergrond en condities op de site laat TenneT het platform certificeren door een certificerende instantie.

Onderdeel van deze certificering is het ontwerp. De certificerende partij zal een 'conformity statement' afgeven. Certificering vindt plaats conform DNVGL-ST-0145: Offshore substations.

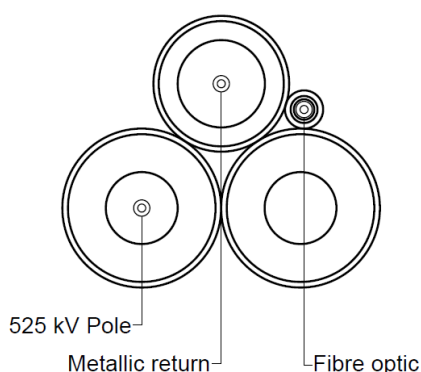
3.3. Kabels

3.3.1. Onderdelen

525kV-gelijkstroom kabelsysteem

In onderhavig document wordt vergunning aangevraagd voor het aanleggen van een 525kV-gelijkstroom kabelsysteem vanaf het platform tot aan de oever van het Veerse Meer ten westen van haven de Piet. Het kabelsysteem bestaat uit 4 kabels in een gebundelde configuratie¹² en bevat een pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return. Bij de kruising van de Veerse Gatdam liggen de kabels niet gebundeld. De kruising van de Veerse Gatdam is beschreven in paragraaf 3.4.

De buitendiameter van een pluspool- of minpool-kabel beslaat tussen de 150 en 190 millimeter. De metallic return en de glasvezel kabel hebben een buitendiameter van respectievelijk tussen de 120 en 140 millimeter en 50 en 70 millimeter. De kabels zullen aan elkaar worden gebonden en elke kabel in de bundel is voorzien van een beschermende laag van gegalvaniseerd staal. Een indicatie van de verhouding van de verschillende onderdelen van het kabelsysteem is in Figuur 3.6 weergegeven. Het kabeltracé heeft een eindsluiting voor de minpool en de pluspool ter hoogte van het platform op zee waarbij SF6 gas of olie gebruikt kan worden in een gesloten systeem.



Figuur 3.6 Indicatieve doorsnede van een 525kV-gelijkstroom kabelsysteem

Voor een meer gedetailleerde omschrijving van de kabelsystemen wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods).

¹² De bundeling vindt plaats in 1 bundel van 4 kabels of 2 naast elkaar gelegen bundels van 2 kabels (zie paragraaf 2.3).

Moffen

De exacte locaties van de mofputten zijn nog niet definitief. Op zee komt er elke 40 tot 60 kilometer een mof om delen van de offshore kabel met elkaar te verbinden. Er komen geen moffen in het nearshore gedeelte (tot 25 kilometer uit de kust). Een mof op zee voor de plus pool, min pool en metallic return heeft een afmeting van circa 6m x 50cm en is een soort metalen koffer. De mof voor de glasvezelkabel heeft een afmeting van 1,5m x 20cm.

Daarnaast komt een mofput aan de zuidzijde (binnendijks) van de Veerse Gatdam na de kruising van de dam (zie volgende paragraaf 3.4). In het Veerse Meer komt er maximaal één mofputlocatie. Vervolgens wordt er aan de oever van het Veerse Meer een overgangsmofput geplaatst voor de koppeling van 525kV-zeekabels met 525kV-landkabels.

3.3.2. Wijze van aanleg

Om de kabels in de Noordzee en het Veerse Meer te beschermen tegen externe bedreigingen als gesleept visserijtuig en gesleepte ankers, worden de kabels in de waterbodem begraven. De kabels worden normaliter op een diepte gelegd variërend van 1 tot circa 3 meter in de zeebodem, afhankelijk van het gebied en de situatie. Op bepaalde plekken, zoals onder vaargeulen maar ook in gebieden met zeer dynamische bodem, worden de kabels dieper aangelegd (tot wel 10 meter diepte als daar aanleiding voor is vanuit de te verwachten dynamiek van de zeebodem). Dit om beperkingen voor de omgeving te voorkomen of te beperken en om te voorkomen dat de kabels beschadigen. In de vaargeul van het Veerse Meer wordt de kabel op circa -9,5 meter NAP aangelegd en voor de rest van het kabeltracé binnen het Veerse Meer minimaal 2 meter onder de vaste waterbodem.

TenneT streeft bij de aanleg en bij het beheer en onderhoud naar zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten. De kabels worden daarom initieel dieper begraven in gebieden waar de zeebodem over de levensduur van de kabels door erosie lager zal komen te liggen. De risico's van een te geringe gronddekking en de maatschappelijke kosten voor onderhoud en herbegraven zijn hoger dan de maatschappelijke kosten voor initieel dieper begraven. Deze installatie strategie wordt door TenneT "bury and would like to forget" genoemd (begraven en voor zover mogelijk vergeten). Enkel in die gevallen waarin de optredende erosie groter is dan bij de aanleg op basis van modellen voorzien, of daar waar de kabels initieel niet op de benodigde diepte kunnen worden geïnstalleerd, zal onderhoud van de gronddekking nodig zijn ("bury and maintain").

Voor de kabels wordt een begraafdiepte gerelateerd aan een referentieniveau die een gemodelleerde laagste ligging is van de zeebodem over de levensduur van de kabels. Dit niet mobiele referentieniveau van de zeebodem wordt met behulp van zeebodem-mobiliteitsstudies bepaald. Met name de mobiliteit van geulen, zandgolven en de stormafslag van de kust leiden tot een diepere ligging van het referentieniveau. De erg langzame mobiliteit van zandbanken en de erg snelle mobiliteit van ribbels hebben een veel geringere invloed op de ligging van het niet mobiele referentieniveau.

De 'Risk Based Burial Depth'-studie bepaalt de kans op schade door externe invloeden en de weerstand van de grond waarin de kabel is begraven. Middels deze studie wordt op basis van lokale externe bedreigingen en op basis van de mate van bescherming die de lokale grond tegen die

bedreigingen kan bieden, een minimale gronddekking van de kabel vastgesteld die nodig is vanuit rationeel beheer perspectief.

De begraafdiepte die voor de installatie wordt aangehouden wordt gebaseerd op de uitkomsten van de genoemde studies, waarbij voor de kabel in de Noordzee de vereiste begraafdiepte die in het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1 is vastgesteld als een minimum wordt aangehouden (zie Tabel 3.2). Bij het ontwerp van de kabel wordt rekening gehouden met de thermische omstandigheden van de grond waarin de kabel begraven zal worden en met de maximale overdekking van de kabel gedurende de levensduur.

Tabel 3.2 Minimale ingraafdiepte offshore kabel Noordzee

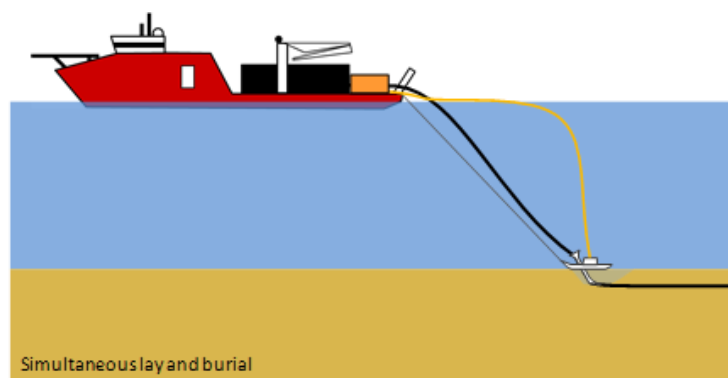
Locatie	Ingraafdiepte t.o.v. bodem
Vanaf platform IJmuiden Ver Alpha tot aan 3 km uit de kust	Minimaal 1 meter* Minimaal 1,5 meter bij kruising verkeersscheidingsstelsel Noordzee
Vanaf 3 km uit de kust tot aanlanding	Minimaal 3 meter*

* Conform het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1.

Voor het aanleggen van de kabels op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegmethoden: de ‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB) en de ‘Post Lay Burial’ (PLB). Deze aanlegmethodes worden hieronder toegelicht.

‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB)

In deze methode worden de kabels tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer bevaren hoeft te worden. Bovendien kan er tijdens het leggen en begraven constant controle zijn op de trekkracht in de kabel. Hierbij volgen een kabellegschip en een schip met de installaties voor het ingraven van de kabels elkaar op korte afstand.

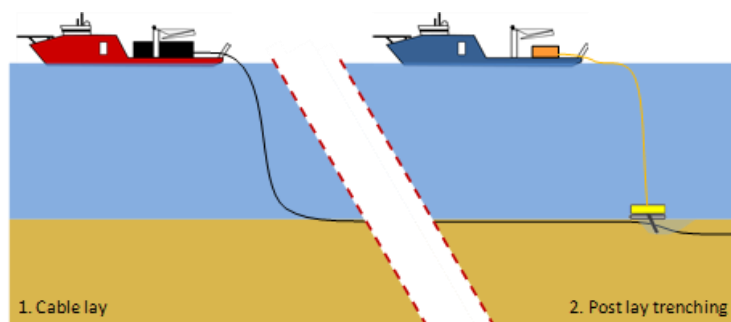


Figuur 3.7 ‘Simultaneous Lay and Burial’-methode.

‘Post Lay Burial’ (PLB)

In deze methode worden eerst de kabels op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand worden de kabels ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabels. Het leggen van kabels kan ongeveer twee keer zo snel gaan als het begraven van kabels. Tijdens het leggen van de kabels bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabels wanneer het schip te veel beweegt, bijvoorbeeld tijdens een storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo

snel mogelijk leggen van de kabels. Het begraven van de kabels kan zonder risico voor de kabels onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 3.8 'Post Lay Burial'-methode.

In het ondiepe water bestaan de installatieschepen waarschijnlijk uit pontons met een minimale diepgang. Naar verwachting wordt voor de aanleg van het kabeltracé in het Veerse Meer gebruik gemaakt van geschakelde pontons. De pontons voor het aanleggen van kabels gebruiken circa negen ankers om in het ondiepe water te manoeuvreren. Afhankelijk van de actuele weersomstandigheden, kunnen minder dan negen ankers worden gebruikt.

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabels. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methoden zijn meer geschikt voor specifieke zee- of bodemcondities dan andere methodes. Sommige methodes zijn bijvoorbeeld 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 integriteit van de kabels tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, enzovoorts. Langs de route van de kabels zal een gevarieerde mix van gesteldheid van de zeebodem moeten worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiepe en diepere wateren, sterke en zwakkere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, enzovoorts. Daardoor zijn meerdere aanlegmethodes gewenst. Alleen met een combinatie van verschillende apparaten en schepen kunnen de kabels correct worden geïnstalleerd. Daarnaast hebben niet alle kabelfabrikanten beschikking over alle mogelijke installatieapparatuur. Voor de onderhavige vergunning worden derhalve de verschillende aanlegmethodes aangevraagd, zoals opgenomen in deze toelichting. In een door het bevoegd gezag goed te keuren werkplan zal later definitief worden gespecificeerd welke begraafdiepte, aanlegmethode en aanlegtechniek waar wordt toegepast.

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats. Dit zeebodemonderzoek wijst voor het gehele tracé uit wat voor bodemtypes, eventuele glooiing van de zeebodem en mogelijke obstakels (zoals scheepswrakken en niet gesprongen explosieven) in het studiegebied aanwezig zijn. Deze informatie wordt gebruikt voor het kiezen van de aanlegmethode en eventueel beperkt aanpassen van het kabeltracé binnen de kabelcorridor.

Daarna kunnen de volgende stappen plaatsvinden:

- Uitvlakken en baggeren van zandgolven: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfodynamische zandgolven voor van verschillende hoogte. Deze zandgolven zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de gronddekking van de kabels. Ook kunnen deze zandgolven

het begraven van de kabels belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten er hinder van ondervinden. Om de kabels op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de zandgolven gehinderd te worden en om de invloed van de mobiliteit van de zandgolven op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te beperken, worden waar nodig deze zandgolven voorafgaand aan het leggen van de kabels afgevlakt door middel van baggeren of ploegen. Waar de waterdiepte te gering is, zal het baggeren tijdens hoog water gebeuren met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang.

- Ten behoeve van de bereikbaarheid van de geschakelde pontons of overige installatieschepen in het Veerse Meer zal er voorafgaand aan het leggen van de kabel worden gebaggerd. Uitgegaan wordt van een baggervolume van circa 81.000 m³ voor een kabeltracé door het Veerse Meer. In overleg met Rijkswaterstaat zal worden bepaald waar de gebaggerde grond zal worden gestort of afgevoerd.
- Grapnel run (of Route Clearance): een grapnel run is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
- Kabels ingraven: het daadwerkelijk ingraven van de kabels gebeurt met ploegen en/of jet trenchers en waar nodig, in verband met de grondomstandigheden, met een mechanische trencher als een kettingfrees. De verschillende ingraaftechnieken worden hieronder in Tabel 3.3 samengevat.
- Na het baggeren op zee ten behoeve van de offshore kabel vindt opvulling van de geul in principe op natuurlijke wijze plaats. Ter plekke van de aanlanding zullen gebaggerde gaten kunstmatig worden opgevuld om het zeebed te herstellen.
- As laid survey: vaststellen precieze locatie van de gelegde kabel.

Voor baggerwerkzaamheden zullen voorafgaand aan de aanvang van de werkzaamheden meldingen in het kader van het Besluit bodemkwaliteit en Besluit lozingen buiten inrichtingen worden gedaan.

Hieronder worden in Tabel 3.3 de technieken voor het ingraven van de kabel samengevat. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de verschillende mogelijke aanlegtechnieken wordt verwezen naar de 'Typical Installation Methods' in bijlage 3.

Tabel 3.3 Beschikbare ingraaftechnieken

Ingraaftechniek	Omschrijving
Ploegen	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel erdoorheen 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. Met een kabelploeg kan een kabel tot in de orde 3 meter begraven worden (SLB-methode). <i>Let op:</i> er wordt ook geploegd om het zeebed voor de werkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt doormiddel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand, klei- of veengronden kan worden aangebracht. Doormiddel van een buis ('stinger') wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode).
Jetten (jet sledge trencher, vertical injector, ROV jet trenchers)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of door een 'stinger' naar de beoogde diepte wordt geleid. Bij jetten wordt een kabelsleuf met een breedte van ongeveer 0,70 meter gefluïdiseerd. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers 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).
Mass flow excavation	Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation met een lage waterdruk gewerkt. Door de grote waterstraal komt het materiaal in de directe omgeving van de sleuf te liggen. Deze methode zal voor Net op zee enkel voor kleinere afstanden gebruikt worden als andere methoden niet effectief genoeg zijn.
Frezen (kabel en wiel frezen)	Voor het openen van samenhangende en harde bodemlagen, zoals klei, veen en glaciële afzettingen, kan een chain cutter worden gebruikt om te frezen. Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabels in de sleuf kunnen worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kunnen de kabels direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).

Afhankelijk van de gekozen ingraafmethode kan er jaarrond worden gewerkt. Het exacte baggervolume is op dit moment nog niet definitief bekend, aangezien dit afhankelijk is van de door de geselecteerde aannemer gekozen uitvoeringsmethode. Deze informatie zal te zijner tijd, voor het uitvoeren van de activiteit, worden aangeleverd. Op de Noordzee is er geen sprake van het storten van baggerspecie in een baggerspeciedepot. De weggebaggerde specie wordt nabij de gegraven sleuf op de zeebodem gelegd. Voor de bagger in het Veerse Meer is nog niet bepaald of en waar stort plaats vindt. TenneT stemt hiervoor af met Rijkswaterstaat. Bij afvoer wordt voldaan aan het Besluit Bodemkwaliteit en het Besluit lozen buiten inrichtingen.

3.3.3. Krusingen met andere kabels en leidingen Noordzee en Veerse Meer

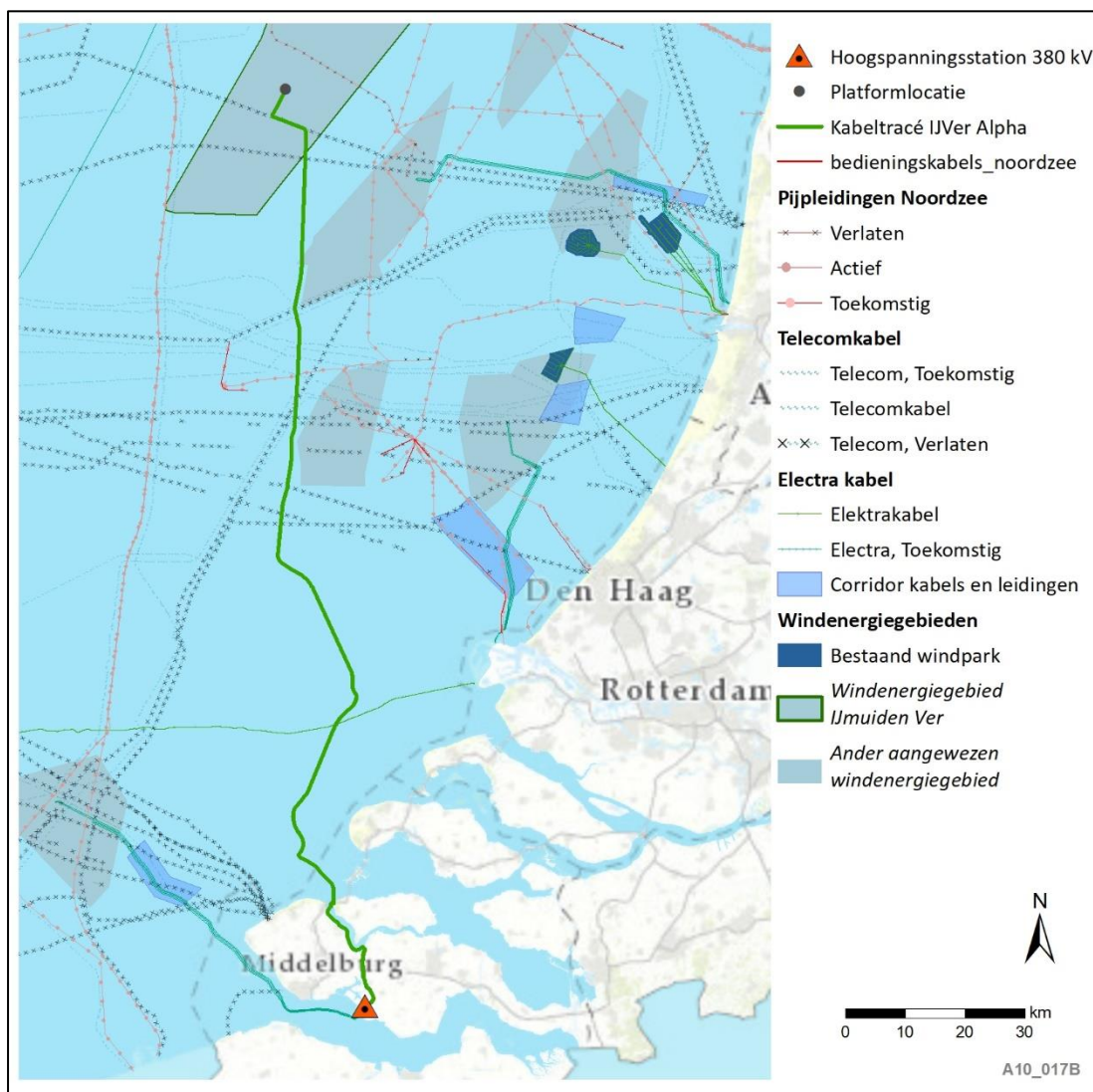
Verschillende in gebruik zijnde kabels en leidingen worden door de kabelsystemen op de Noordzee en Veerse Meer gekruist. Bij kruisingen met andere kabels en leidingen worden ‘crossing agreements’ met de eigenaren gesloten. Dit geldt niet voor verlaten (telecom)kabels. Verlaten kabels worden doorgesneden en aan de uiteinden verzwaard. Daardoor hoeven er geen voorzieningen te worden getroffen voor de kruising en kunnen de kabels ter plaatse in de bodem worden gelegd. Zie voor meer toelichting over de wijze van kruisen bijlage 3 en bijlage 17 voor principetekeningen van kabelkruisingen.

In Tabel 3.4 staat een overzicht van de te kruisen kabels en leidingen, met de eigenaren zal een overeenkomst voor kruising worden opgesteld. De kruisingen van de kabel op zee met bestaande kabels en leidingen zijn tevens op kaart weergegeven in Figuur 3.9.

Tabel 3.4 *Kruisingen 525kV-gelijkstroom kabelsysteem met andere kabels en leidingen op de Noordzee en het Veerse Meer (onder status: IS = In Service; OOS = Out of Service)*

Nummer	Soort kabel of leiding	Positie	Eigenaar	Naam	Status
1	Pijpleiding (gas)	Noordzee	Dana Petroleum Netherlands B.V.	De Ruyter (P11-B-naar P15-D)	IS
2	Elektra	Noordzee	BritNed (TenneT en National Grid)	BritNed route	IS
3	Telecom	Noordzee	Pipiper	COAM	IS
4	Telecom	Noordzee	Scylla	Scylla	IS
5	Telecom	Noordzee	Zayo	Circe North 2 replacement	IS
6	Telecom	Noordzee	Cable and Wireless	UK-NL 14	OOS
7	Telecom	Noordzee	Alcatel Submarine Networks	Pangea Segment 2	IS
8	Telecom	Noordzee	KPN B.V.	UK-NL-6	OOS
9	Telecom	Noordzee	Global Crossing	Atlantic Crossing 1 Segm. B1	IS
10	Telecom	Noordzee	Viatel UK Ltd.	Circe 1 North	IS
11	Telecom	Noordzee	MCI World Com	Ulysses 2	IS
12	Telecom	Noordzee	British Telecom	Telecomkabels TAT14 Segm. I	OOS
13	Telecom	Noordzee	Onbekend	UK-NL 4	OOS
14	Telecom	Noordzee	KPN B.V.	Rioja 3	OOS

15	Telecom	Noordzee	KPNQwest	Rembrandt 1	OOS
16	Telecom	Noordzee	Flute Ltd.	Concerto 1 Segment 1 North	IS
17	Telecom	Noordzee	GTS	Hermes 1	OOS
18	Telecom	Noordzee	Onbekend	UK-NL 5	OOS
19	Telecom	Noordzee	Onbekend	UK-NL 10	OOS
20	Telecom	Noordzee	Flute Ltd.	Concerto 1 Segment 1 East	OOS
21	Elektra	Veerse Meer	DNWG Infra B.V.		IS



Figuur 3.9 Kabels en (buis)leidingen in de Noordzee

Indien kruising met bestaande infrastructuur noodzakelijk is, wordt de kruisingshoek overeengekomen tussen de eigenaren van de kruisende kabels en/of leidingen.

Ter hoogte van de kruisingen met andere kabels en leidingen op de Noordzee kunnen de kabelsystemen niet begraven worden. Voor de kabelkruising op het Veerse Meer is er voldoende ruimte om het kabelsysteem boven de bestaande kabel te begraven (onderstaande beschrijving is dus niet van toepassing op de kruising in het Veerse Meer).

Bij kruisingen dient idealiter een verticaal verschil van 0,3 meter of meer aangehouden te worden tussen de kabels en de te kruisen kabel of pijpleiding. Door over de te kruisen kabel of leiding eerst een steenbed te leggen, of door op de kabelsystemen afstandhouders te monteren, wordt de beoogde verticale separatie bereikt (zie bijlage 17 voor principetekeningen van kabelkruisingen). Andere mogelijkheden zijn separatie door betonmatrassen of zand- of steenzakken. De keuze voor het type kruisingsstructuur is afhankelijk van wat er wordt vastgelegd in de 'crossing agreement'.

Een steenbestorting rondom de kabelkruisingen beschermt de kabels tegen externe bedreigingen. De steenbestorting wordt zodanig ontworpen dat de gebruikte steen van de buitenste armeringslaag stabiel is onder de golf en stromingscondities. Over de buitenste steenbestorting wordt een sprinkellaag aangebracht van kleinere steen, waarmee beoogd wordt de kans op het blijven haken van geslept vistuig te verkleinen. Deze sprinkellaag zal bij het aanbrengen een minimale laagdikte van 0,2 m krijgen. Voor deze laag zal, in overeenstemming met de eisen van vergunning, een steengrootte met een D90 van kleiner dan 85mm worden toegepast.

Natuur-inclusief ontwerp

Net als bij het offshore platform is ook bij het vormgeven van de kruisingen met andere kabels en leidingen het voornemen deze met principes van natuur-inclusief ontwerp uit te voeren (zie paragraaf 3.2.2).

3.3.4. Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4.

3.3.5. Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van de offshore kabelsystemen worden ontmanteld en verwijderd is beschreven in hoofdstuk 7.

3.3.6. Certificering

De kabelsystemen zullen beschikken over een pre-kwalificatie en type test certificering. Dit zijn zware elektrische en mechanische beproevingen die het ontwerp moet kunnen weerstaan.

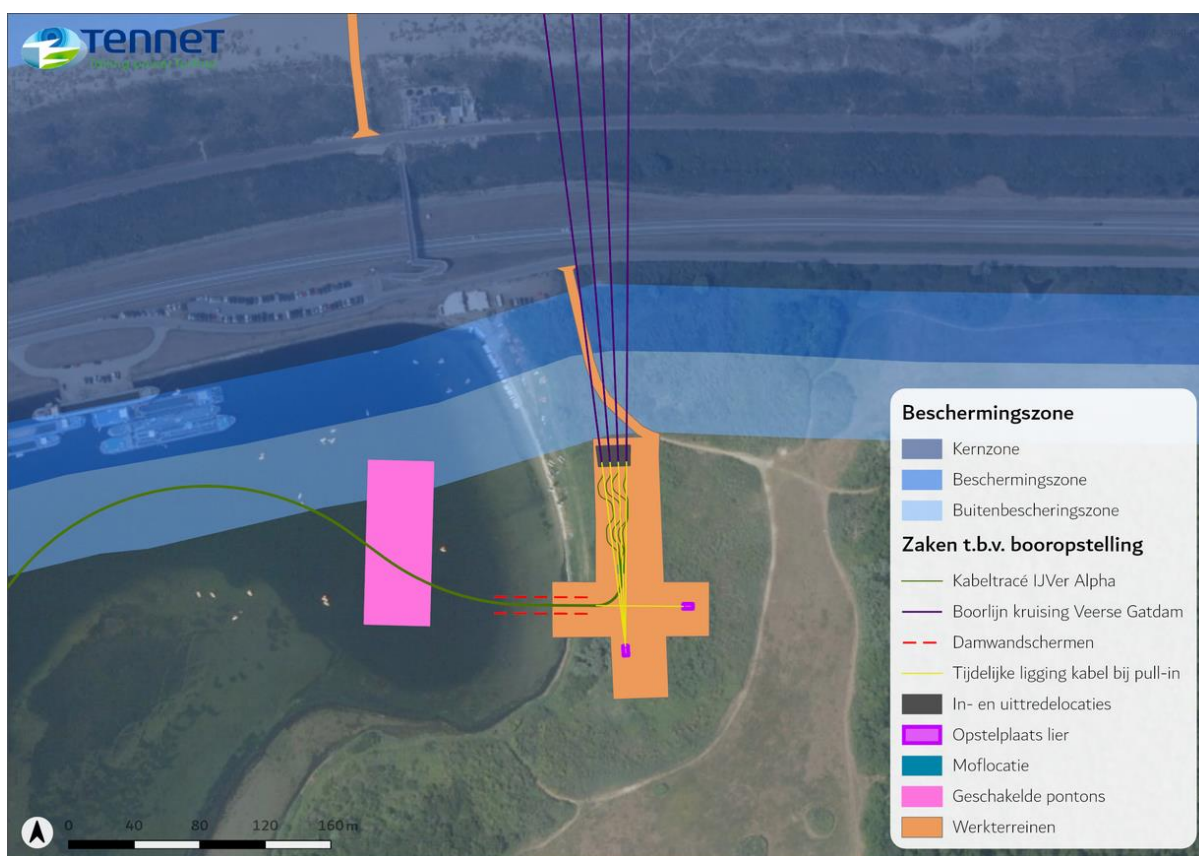
Het transport van de onderdelen van de kabelsystemen wordt door de aannemer georganiseerd, inclusief de benodigde vergunningen en certificering, en beoordeeld door een marine warranty surveyor.

3.4. Kruising Veerse Gatdam

3.4.1. Onderdelen

De booropstelling bevindt zich aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam (Veerse Meer zijde). Tijdens de werkzaamheden op deze locatie zijn er een aantal zaken die, los van elkaar in de tijd, uitgevoerd moeten worden (zie ook Figuur 3.10):

- Aanleg van het werkterrein (een strook van circa 160x40m groot in de lengte en circa 100x40m in de breedte) – het werkterrein wordt begrenst middels bouwhekwerken;
- Graven gaten t.b.v. boringen - boorput (circa 3x3m per boring);
- Plaatsen van de booropstelling;
- Plaatsen van containers met gereedschappen;
- Rijden van voertuigen van en naar het werkterrein;
- Opstellen van de lier met contragewicht;
- Mofput voor verbinden van de offshore kabel en de kabel uit het Veerse Meer met een oppervlakte van 50 m² en een diepte van circa 3,5 meter;
- Damwanden ter hoogte van de aanlanding van de kabels uit het Veerse Meer naar de mofput.

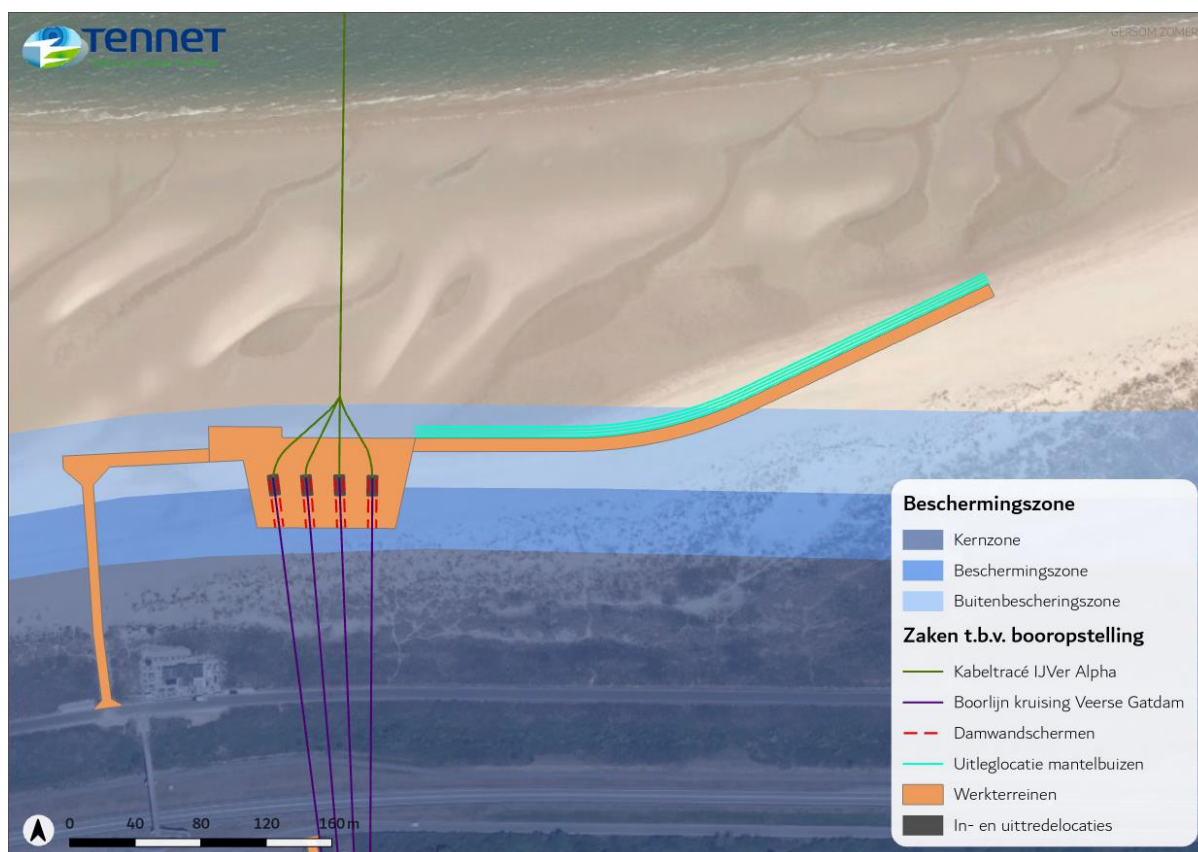


Figuur 3.10 Boorstelling zuidzijde Veerse Gatdam

Aan de zeezijde van de Veerse Gatdam moet ook een werkterrein ingericht worden. De volgende zaken zullen, los van elkaar in de tijd, aan de zeezijde (noordzijde) van de Veerse Gatdam uitgevoerd moeten worden t.b.v. van de boring (zie Figuur 3.11):

- Inrichten werkterrein (circa 5.000 m²);
- Aanleggen ontvangstputten (circa 10 x 20m) – hierbij dient opgemerkt te worden dat als de mantelbuizen erin zijn getrokken dat de ontvangstput dan tijdelijk dicht gemaakt wordt tot het moment van het intrekken van de kabels. In een later stadium positioneert het kabellegschip zich dan op zee, wordt de ontvangstput weer open gegraven en worden de kabels er één voor één ingetrokken;
- Aanleggen kofferdam – per ontvangstput wordt een tijdelijke kofferdam aangelegd bestaande uit een damwandconstructie. De damwandconstructie zal circa 15 meter de bodem in worden gebracht door middel van trillen of heien.
- Uitlegruimte mantelbuizen;
- Aanleggen tijdelijke toegangsweg.

Tijdens de aanlegperiode is dit deel van het strand afgesloten voor overige activiteiten (recreatie). Er wordt ruimte gecreëerd voor doorgang in het geval van nood, zoals ambulancediensten, reddingsbrigade of Kustwacht. De wijze waarop deze doorgang wordt geborgd wordt ter goedkeuring voorgelegd in een nader af te spreken termijn voor start van de activiteiten. Het werkterrein wordt na de aanlegfase in de oorspronkelijke staat teruggebracht.



Figuur 3.11 Booropstelling noordzijde Veerse Gatdam

Er komen geen moffen op het strand aan de zeezijde van de Veerse Gatdam.

Bij de afwerking van de kabels, na het intrekken van de kabels door het kabelschip, wil TenneT de kabels onder het mobiele deel van het strand leggen. Het deel van het kabeltracé op het strand tussen zee en de booropstelling wordt middels een open ontgraving aangelegd (zie Tabel 3.3 voor verschillende ingraaftechnieken). De 4 kabels worden na het uittredepunt op het strand of op zee weer gebundeld. TenneT is voornemens om de kabels te begraven 3 meter onder het diepst historisch gemeten bodemprofiel nabij de Veerse Gatdam, om zodoende te voorkomen dat de kabels in de toekomst blootspoelen. De kabels worden waterdicht afgemonteerd en het zand ter plaatse wordt er weer overheen teruggebracht. TenneT laat voorafgaand aan de aanleg, in overleg met Rijkswaterstaat, onderzoeken op welke diepte de kabels en de mantelbuizen precies afgemonteerd moeten worden.

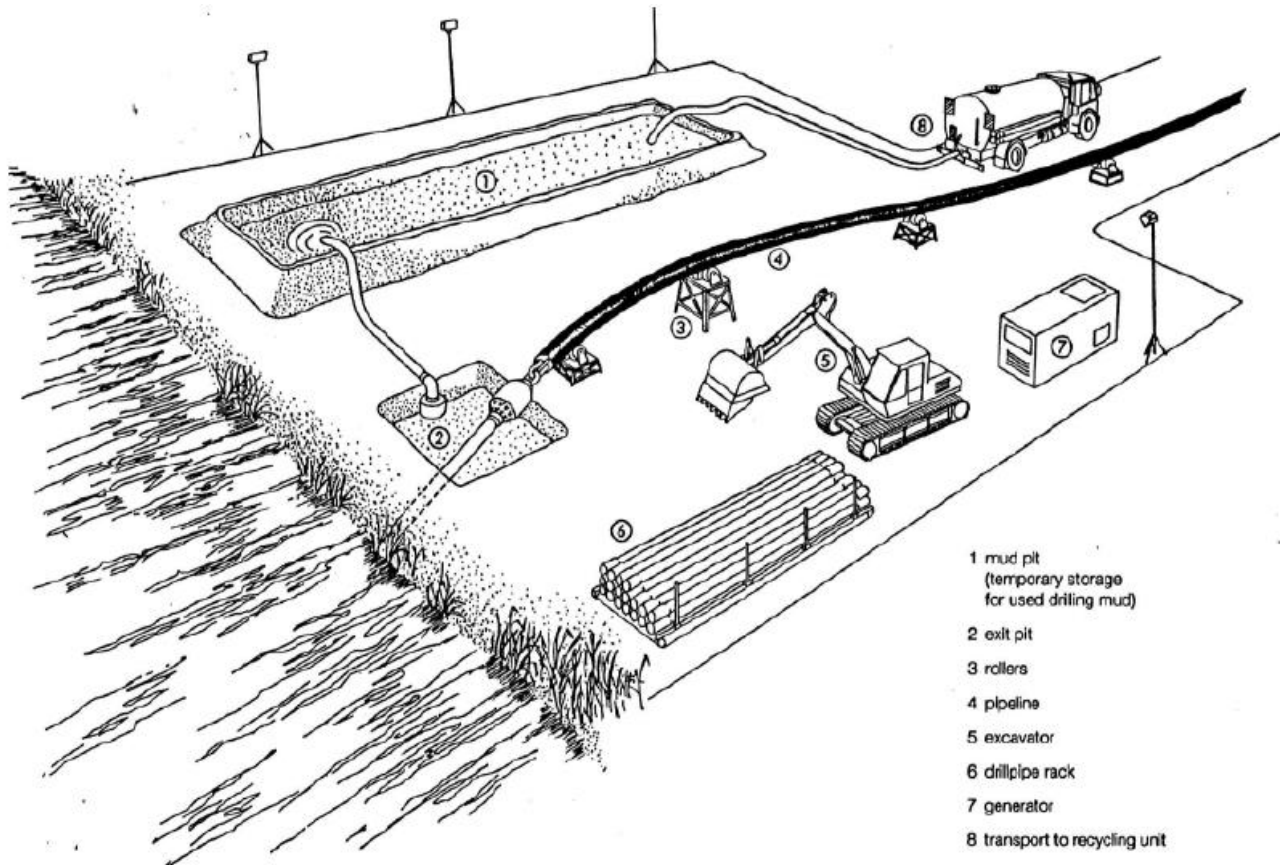
3.4.2. Wijze van aanleg

De boring onder de Veerse Gatdam wordt uitgevoerd conform de Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen¹³ de 'NEN 3650 serie (2012) - Eisen voor buisleidingsystemen' en de 'NEN 3651 (2012) - Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken'.

De boringen gaan ter hoogte van de kernzone met een diepte van circa 17 meter beneden NAP onder de kering door. De totale lengte van de boorlijn is circa 350 meter. De 4 boorlijnen aan elkaar zijn gelijk qua diepte en lengte. In Figuur 3.12 is een voorbeeld gegeven hoe de locatie bij en rondom het uittredepunt van de HDD-boring op het strand eruit kan komen te zien. Voor een meer gedetailleerdere beschrijving van de wijze van aanleg van een horizontale gestuurde boring en een beschrijving van hoe de kabelsystemen uit de uittredepunten komen, wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods) en bijlage 11 (technische tekening kruising Veerse Gatdam). Bijlage 11 geeft een dwarsprofiel van de boorlijn waarop de indicatieve diepteligging is weergegeven. Om enige flexibiliteit in de diepteligging van de boringen te waarborgen vragen we een zone aan van 5 meter naar beneden vanaf de hartlijn zoals nu is weergegeven in het dwarsprofiel in bijlage 11. Een definitief boorplan zal in een vervolgfase worden ingediend als de aannemer is geselecteerd.

Bijlage 12 (Notitie impact stabiliteit kering Veerse Gatdam) geeft een beoordeling van de mogelijke effecten van de kabelkruising op de waterkering. De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de boringen geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering. Bovendien hebben de werkzaamheden rondom de in- en uittredepunten geen invloed op de waterkering. Door het toepassen van uithardende boorvloeistof in de boorgangen en het afsluiten van de mantelbuizen wordt waterstroming, kwel en piping en zakking voorkomen.

¹³ versienummer: Juni 2019 v1.0.



Figuur 3.12 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD intredepunt.

Vanaf de uittredepunten worden mantelbuizen het boorgat ingetrokken, waarna vervolgens de kabels worden ingetrokken. Tijdens de aanlegfase wordt de mantelbuis gevuld met water en versterkt met een uithardende boorvloestof in de boorgang rondom de mantelbuis. Dit om implosie te voorkomen. Tijdens de gebruiksfase blijft de mantelbuis gevuld met water en wordt deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat een kwelweg door de mantelbuizen wordt voorkomen.

Transportroutes, beperkingen voor het verkeer en benodigde bebording tijdens de aanlegfase zijn onderdeel van het werkplan dat ter goedkeuring voorafgaand aan de uitvoering van de boring wordt toegezonden aan Rijkswaterstaat.

3.4.3. Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4.

3.4.4. Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van de moffen en de onshore kabels worden ontmanteld en verwijderd is beschreven in hoofdstuk 7.

4. Onderhoudsplan

4.1. Inleiding

Om inzicht te verschaffen in het onderhoud van het platform, de kabels en de moffen wordt in dit onderhoudsplan ingegaan op de manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd. In de navolgende paragrafen komen eerst inspectie en regulier onderhoud aan bod, waarin de verschillende onderdelen van het voornemen worden behandeld. Daarna wordt inzicht geboden in de manier waarop reparaties worden uitgevoerd en welke type onderhoudsschepen kunnen worden ingezet. Regulier onderhoud betekent onderhoud dat van tijd tot tijd terugkomt, zoals de verwijdering van aangroei op de funderingspalen van het jacket van het platform. Ook inspecties vallen onder regulier onderhoud. Reparaties zijn acties die vooraf niet bekend zijn.

Personeel en materiaal voor onderhoud aan het platform worden per schip of helikopter vervoerd. In de operationele fase zal doorgaans het ongepland onderhoud en reparaties aan het platform per helikopter gaan en regulier onderhoud kan per boot en/of per helikopter.

4.2. Regulier onderhoud

4.2.1. Platform

Tijdens de gebruiksfase bestaan de werkzaamheden uit inspectie, onderhoud en reparaties. Jaarlijks worden meerdere visuele inspecties uitgevoerd. De exacte onderhoudsfrequentie is nog niet bekend. Wel zal er één keer per jaar regulier onderhoud plaatsvinden gedurende circa vier weken.

Schoonmaak van het platform vindt plaats met het gezuiverde water van de drinkwatervoorziening.

Activiteiten die worden uitgevoerd tijdens een dergelijke onderhoudsbeurt zijn onder andere:

- Inspecties en jaarlijkse keuring van apparatuur.
- Preventief onderhoud (filters, smering, vervangen).
- Testen van equipment (brandmelders).

De onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd door meerdere onderhoudsmonteurs. Het platform wordt voorzien van een verblijfsruimte voor de onderhoudsmedewerkers (zie paragraaf 3.2.4). Voor alle inspectiewerkzaamheden is een geschikte boot beschikbaar. Hierop kunnen in ieder geval twee of drie personen met de benodigde gereedschappen en onderdelen mee naar de locatie worden gebracht. Voor de zwaardere onderhoudswerkzaamheden is een andere boot vereist. Deze boot moet in ieder geval twee serviceteams en de bemanning van de boot kunnen vervoeren en plek bieden om te kunnen overnachten. Een werkplaats en een magazijn met onderdelen is aanwezig. Tevens is deze boot uitgerust met een kraan om onderdelen naar het werkbordes te kunnen hijsen. Indien nodig worden voor een aantal onderhoudswerkzaamheden andere schepen gebruikt, zoals een jack-up schip om grotere onderdelen te kunnen hijsen. Als alternatief kunnen de onderhoudsmedewerkers per helikopter vervoerd worden en overnachten op het platform.

Fundering

De jacketfundering bevindt zich gedeeltelijk onder en boven de waterspiegel. Inspecties die boven en onder de waterspiegel worden uitgevoerd, zijn als volgt:

Onder de waterspiegel:

- Inspectie van de funderingspaal vanaf de zeebodem tot zeeniveau.
- Inspectie van de J-tube.
- Inspectie van de verbindingen.
- Inspectie van de aangroei op de paal.
- Inspectie van de (eventuele) bodembescherming.
- Inspectie van mogelijk optredende ontgroning langs de paal of langs de bodembescherming.
- Inspectie van de kabels.
- Inspectie van het corrosie beschermingssysteem.

Boven de waterspiegel:

- Inspectie van het coatingsysteem op het transitiestuk (indien van toepassing).
- Inspectie van de boatlanding.
- Inspectie van de verbindingen van de J-tube aan het transitiestuk.
- Inspectie van de ladder.
- Inspectie van het platform.
- Inspectie van de funderingspaal.

Mocht uit inspecties blijken dat reparatie nodig is, dan dient dit mogelijk meteen te worden uitgevoerd. Blijkt bijvoorbeeld dat verbindingen niet goed vast zitten, dan kunnen deze ter plekke worden vastgemaakt.

4.2.2. Kabels

Voor het onderhoud aan de offshore kabels wordt een specifiek onderhoudsprogramma ontwikkeld. Dit onderhoudsprogramma zal minimaal aan de volgende eisen voldoen:

- Borgen dat de kabels beschikbaar zijn gedurende de levensduur van het platform.
- Indien één van de hoofdonderdelen uitvalt, moeten er procedures en middelen beschikbaar zijn om dit te verhelpen.
- Borgen dat de kabels de gewenste gronddekking hebben.
- Borgen dat de steenbestortingen rondom de kabelkruisingen intact zijn.

In het onderhoudsprogramma worden voorzieningen opgenomen om de gevolgen van uitval te beperken en eventuele schade zo snel mogelijk te herstellen.

Een monitoringsplan voor het monitoren van de ligging, het gronddek van de kabels en de status van de steenbestorting van kabelkruisingen is onderdeel van het onderhoudsplan. Het monitoringsplan beschrijft de frequentie en de wijze waarop deze monitoring plaatsvindt. Indien uit de monitoring blijkt dat de ligging van de kabels stabiel is en de gronddekking voldoende is wordt het monitoringsplan aangepast. Het monitoringsplan wordt ter goedkeuring voorgelegd voorafgaand aan de afronding van de aanleg en in geval van wijzigingen. In het monitoringsplan wordt onderscheidt gemaakt tussen de Noordzee en het Veerse Meer, aangezien de dynamiek in het Veerse Meer significant lager is en met een lagere monitoringsinspanning kan worden volstaan.

Voor het vaststellen van de gronddekking op de kabel en voor het vaststellen van de status van de kruisingsbouwwerken kan volstaan worden met een peiling van de ligging van de zeebodem en van de bovenkant van de kruisingsbouwwerken. Dat gebeurt met behulp van een MBES-survey. De absolute diepteligging van de kabels in het zeebed verandert niet tijdens de levensduur van de

kabels, want de kabels verplaatsen zich niet door het zeebed. Tijdens en direct na de installatie van de kabels wordt de absolute diepteligging van de kabels opgemeten. Voor opmeten van de absolute diepteligging van de kabels zijn complexere en duurdere meettechnieken nodig dan voor het opmeten van de ligging van het zeebed. Voor het uitvoeren van een opname van de absolute diepteligging van kabels zijn grotere schepen nodig met een onderwaterrobot.

Wanneer uit de survey blijkt dat de begraafdiepte van de kabels of de steenbestortingen onderhoud behoeven, wordt dat ingepland. Herbegraven van de kabels kan, afhankelijk van de lokale situatie, met behulp van een ROV jet trencher of mass flow excavation worden uitgevoerd. Ter hoogte van kabelkruisingen kan er aanvullende steenbestorting worden aangelegd.

Wanneer na achtereenvolgende surveys de bescherming van de kabels over de tijd voldoende gegarandeerd is, kan mogelijk de frequentie van surveys worden verminderd.

4.3. Reparaties

De verwachting is dat circa vier keer per jaar ongepland onderhoud zal moeten plaatsvinden aan het platform. Aan het platform kunnen reparaties noodzakelijk zijn aan bijvoorbeeld de transformatoren of de verschillende schakel-, regel- en bewakingseenheden. In geval een transformator kapot is en niet gerepareerd kan worden dan moet deze vervangen worden met behulp van een hefschip. Ook de op het platform aanwezige dieselgeneratoren vereisen mogelijk reparaties. Daarnaast kunnen er zowel hardware- als softwarematige reparaties noodzakelijk zijn aan bijvoorbeeld:

- Besturingssystemen en spannings- en frequentiebewaking.
- Veiligheidssystemen.
- Communicatiesystemen.
- Waarschuwingssysteem.

Wanneer het onderhoudsprogramma wordt gevolgd, zijn er naar alle waarschijnlijkheid weinig tot geen reparaties nodig aan de kabels. Slepde ankers of visnetten in combinatie met blootspoeling van de kabels vormen de belangrijkste oorzaken van kabelbreuk. In het geval dat een reparatie moet worden uitgevoerd, wordt materieel gemobiliseerd dat vergelijkbaar is met het materieel dat is gebruikt tijdens de aanleg. De reparatie gebeurt met behulp van ROV's en duikers. Duikactiviteiten moeten minimaal vijf werkdagen voor aanvang worden gemeld bij de toezichthouder (SodM, *Staatstoezicht op de Mijnen*). Om reparaties te kunnen uitvoeren, wordt een zekere lengte aan kabel op voorraad gehouden. De kabel wordt ter plekke van de beschadiging gekapt en vervangen door een nieuw stuk kabel. Een reparatie moet aan het oppervlak plaatsvinden, waardoor altijd twee moffen en een zekere overlengte aan kabel nodig zijn. Deze overlengte aan kabel wordt na afloop in een zijwaartse lus op de bodem gelegd en ingegraven. Een reparatie wordt meestal uitgevoerd met twee schepen (een reparatieschip en een begeleidingsschip). Schepen die bezig zijn met een reparatie zijn stationair en hebben speciale markeringen voor de overige scheepvaart. Een kabelreparatie op zee kan enkele dagen tot enkele weken duren, afhankelijk van de schade, de omstandigheden, het materieel en het weer.

5. Verlichtings- en markeringsplan

5.1. Inleiding

Dit hoofdstuk betreft het verlichtings- en markeringsplan van het platform op zee. Achtereenvolgens komen navigatieverlichting, luchtvaartverlichting, hinder voor ecologie, geluidsignalen, identificatie, markeringen en radarreflectoren aan bod.

In dit plan is het platform als solitair bouwwerk beschouwd.

Onderstaand voorstel zal verder uitgewerkt worden in samenwerking met het bevoegd gezag (RWS en Kustwacht). Door de ligging van het platform midden in het windpark en om de verstoring van trekvogels en vleermuizen te beperken is afstemming en maatwerk nodig.

Voorafgaand aan de bouw van het platform zal een definitief verlichtings- en markeringsplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.

5.2. Navigatieverlichting

Voor de nautische verlichting en markering zijn de richtlijnen van de International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) voor offshore bouwwerken gehanteerd. Deze zijn vastgelegd in de tweede editie van de O-139 (2013).

De navigatieverlichting zal worden aangebracht op het onderste dek van de bovenbouw (topside). De hoogte van dit dek is ongeveer 24 meter boven het hoogste waterniveau (HAT).

Deze verlichting zal bestaan uit een witte, knipperde lantaarn met een bereik van 10 nautische mijlen. Vanwege de grootte van de bovenbouw zullen er waarschijnlijk 2 identieke lantaarns aangebracht worden (op diagonaal liggende hoekpunten van het platform), zodat tenminste één van de lichten vanuit elke richting goed waarneembaar is.

Het karakter van deze verlichting is Morse-code "U" (Mo (U) W ≤15s).

In het definitieve plan wordt uitsluitend gegeven of meerdere flitsende lichten noodzakelijk zijn voor zichtbaarheid vanaf elke hoek ten opzichte van het platform.

Vanuit de eis van 99% beschikbaarheid volgt dat de verlichting in totaal ten hoogste 87,5 uur per jaar in storing mag zijn. Om deze reden wordt de navigatieverlichting (en de misthoorns die later worden besproken) aangesloten op een oplaadbare batterij die een periode van ten minste 36 uur kan overbruggen. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de batterijen worden preventief onderhouden en middels een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs heen te zenden. De reparaties kunnen naar verwachting binnen 36 uur worden uitgevoerd, dan wel door bij stroomuitval een generator op te starten of een vervangende accubatterij aan te brengen.

Alle scheeps- en luchtvaartverlichting wordt gekoppeld aan de lichtintensiteitsmeter en aan de zichtmeter en zal automatisch ingeschakeld worden wanneer de lichtintensiteit of het zicht onder een bepaald niveau daalt. Overdag zal deze verlichting niet branden tenzij er sprake is van zeer

sombere weersomstandigheden of mist. De misthoorn wordt gekoppeld aan de zichtmeter en zal automatisch ingeschakeld worden zodra het zicht minder is dan 2 nautische mijlen.

De werkverlichting op het platform zal normaal gesproken uitstaan (zowel overdag als 's nachts). Deze wordt alleen ingeschakeld wanneer er mensen aan boord komen voor inspectie of onderhoud. Het in- of uitschakelen kan zowel op het platform zelf als vanaf de controlekamer vanaf het land worden uitgevoerd. De bovenbouw van het platform is, voor zover mogelijk, een gesloten geheel. Hierdoor is de lichtuitstraling naar "buiten" (van het platform af) beperkt. Buiten is alleen verlichting aangebracht om de dekken, looppaden, bordessen en trappenhuisen te verlichten. Deze verlichting heeft zo veel mogelijk een lichtuitstraling die naar binnen/beneden toe gericht is. Ten behoeve van het hijsen/verplaatsen van lasten met de platformkraan is een aantal flood lights (verstralers) aangebracht. Deze staan alleen aan als de platformkraan wordt gebruikt.

5.3. Aeronautisch

Ten behoeve van de luchtvaartveiligheid zal het platform worden verlicht- en gemarkeerd conform de richtlijnen uit het 'informatieblad verlichting en markering offshore windturbines en offshore windparken – in relatie tot luchtvaartveiligheid'¹⁴. Dit informatieblad geeft aan op welke manier een transformatorstation op zee (platform), op grond van internationale burgerluchtvaartseisen en aanbevelingen, moet worden voorzien van markering en obstakellichten ten behoeve van de luchtvaartveiligheid. Het platform op zee wordt gedurende de nacht- en schemerlichtperiode als volgt van obstakellichten voorzien wanneer deze buiten het windpark is geplaatst (zie artikel 8 uit het Informatieblad voor meer informatie):

- Op het hoogste punt een rood vastbrandend obstakellicht met een gemiddelde lichtintensiteit type C (2.000 cd),
- Op de hoekpunten van de constructie, maximaal 45 m onder het hoogste punt, een rood obstakellicht met een lage lichtintensiteit type B.

Aeronautische obstakelverlichting (rood vast licht, gemiddelde intensiteit, type C, 2000 cd) wordt aangebracht op de hoogste punten van het platform, zijnde de twee kranen. Wat betreft de verdere luchtvaartverlichting worden de daarvoor relevante bepalingen gevolgd. Dit wordt verder uitgewerkt in het nog op te stellen definitief verlichtingsplan voor aanvang van de bouw.

Voor de bezoekende helikopters wordt op het helikopterdek aeronautische verlichting toegepast conform de Regeling veilig gebruik luchthavens en andere terreinen standaarden en aanbevelingen uit de internationale burgerluchtvaartorganisatie, te weten: ICAO Annex 14, Volume II, Heliports.

5.4. Maatregelen beperking hinder verlichting voor ecologie

De kleur van verlichting is relevant voor potentiële effecten op trekvogels en vleermuizen. Mitigatie van effecten door gekleurde verlichting voor zowel trekvogels als vleermuizen is echter niet mogelijk. Gerichte gekleurde verlichting die effectief is voor trekvogels heeft namelijk een verstrend effect op vleermuizen. Er wordt daarom gekozen voor methodieken zoals het afschermen en beperken van onnodige verlichting. De volgende maatregelen worden genomen:

¹⁴ September 2016, versie 3.0

- Tijdens de exploitatiefase bestaat de nodige verlichting op het platform uit de wettelijk verplichte navigatieverlichting. In onbemande situatie is dit de enige verlichting die wordt gevoerd.
- Werkverlichting wordt enkel toegepast wanneer die noodzakelijk is voor het veilig verrichten van activiteiten en het veilig verblijf van personeel op het platform.
- De werkverlichting wordt zodanig opgesteld, ingericht en naar buiten toe afgeschermd dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen.

5.5. Geluidsignalen, radarreflectoren en markeringen

5.5.1. Geluidssignalen

Op het platform worden misthoorns geplaatst (type ORGA FH800/3/SA of gelijkwaardig). Het bereik bedraagt 2 zeemijl / nautische mijl (= 3.704 meter). De misthoorns kunnen handmatig en automatisch worden bediend. Door middel van een mistdetector (bijvoorbeeld ORGA type VF500) worden de misthoorns automatisch ingeschakeld. De mistdetector wordt op een zichtbaarheid van 2 nautische mijl ingesteld. De hoorns blazen iedere 30 seconden een morsecode U en worden onderling met elkaar gesynchroniseerd.

5.5.2. Kleurstelling

De topside en onderbouw (jacket) zal geel (RAL-kleur 1023 of vergelijkbaar) geverfd worden om de zichtbaarheid voor de scheepvaart te verhogen. De aanbeveling om de onderbouw geel te verven is ontleend aan standaard IALA O-139 (sectie 2.3).

5.5.3. Identificatiepanelen

Identificatiepanelen, met de (afkorting van de) naam van het platform erop, worden aangebracht op een van de onderste dekken van de topside. De panelen hangen ongeveer 25 meter boven het gemiddelde zeeniveau. De panelen bestaan uit zwarte tekst (1 meter hoog) op een gele achtergrond. De panelen zullen verlicht worden met lage intensiteit verlichting. Deze zwart/gele naamplaten met verlichting zijn conform de aanbeveling van IALA O-139 (hoofdstuk 2.3). Deze naamplaatverlichting wordt ook gekoppeld aan de lichtintensiteitsmeting en aan de zichtmeter. Hierdoor brandt deze verlichting overdag normaal gesproken niet, tenzij het erg somber of mistig weer is. In de praktijk brandt deze verlichting vanaf een kwartier voor zonsondergang tot een kwartier na zonsopgang.

5.5.4. AIS

Conform IALA richtlijn A126 wordt AIS toegepast op het platform ten behoeve van de scheepvaart.

5.5.5. Obstakelmarkeringen tijdens de bouw

In het kader van dit verlichtings- en markeringsplan dient voor de bouw van het platform onderscheid te worden gemaakt tussen installatie van de onderbouw en de installatie van de bovenbouw. In de periode zonder bovenbouw zullen op de onderbouw tijdelijke voorzieningen geplaatst worden in overeenstemming met IALA O-139.

Tijdens de gehele bouwfase wordt het gebied waarin de constructiewerkzaamheden aan het platform plaatsvinden gemarkeerd conform de eisen van de IALA. Het Maritime Buoyage System

(MBS) wordt gebruikt als leidraad. Zo wordt het werkgebied gemarkeerd met behulp van kardinale boeien. De precieze plaats van de boeien wordt in overleg met de Kustwacht bepaald.

6. Veiligheids- en calamiteitenplan

6.1. Inleiding

Een veiligheids- en calamiteitenplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, teneinde snel en efficiënt te kunnen reageren bij calamiteiten. Het plan beschrijft de te treffen maatregelen. Calamiteiten zijn voorvallen die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor waterkwaliteit, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Het plan is de basis voor bestrijding van dergelijke voorvallen en het beperken van de gevolgen.

In dit calamiteitenplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), calamiteiten met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

Het calamiteitenplan maakt deel uit van het Health Safety Environment (HSE) beleid van TenneT en valt onder de verantwoordelijkheid van de HSE-manager van TenneT. Het plan wordt regelmatig geactualiseerd om nieuwe protocollen en lessons learned te verwerken. Het plan zal voorafgaand aan de bouw en bij actualisaties worden afgestemd met de Kustwacht.

Het veiligheids- en calamiteitenplan wordt voorafgaand aan de start van de bouw nog nader uitgewerkt en aangevuld met de (contact)gegevens van verantwoordelijke personen tijdens de bouw. Voorafgaand aan de start van de gebruiksfase wordt een geactualiseerd plan ingediend met de (contact)gegevens voor deze fase.

6.2. Personeel tijdens bouw en operatie

6.2.1. Inleiding

Tijdens de aanleg van het platform en de offshore kabels is er een groter risico op calamiteiten dan tijdens de gebruiksfase. Tijdens de aanlegfase zijn meer mensen betrokken en varen er meer werkschepen. Procedures in opvolging van een calamiteit blijven echter gelijk gedurende het hele project en moeten worden opgevolgd zoals beschreven in dit document.

Op het platform is een volledig uitgeruste First Aid Room aanwezig. Er zal een Emergency Notification Flowchart met contactpersonen en telefoonnummers worden opgesteld die belangrijk kunnen zijn bij een calamiteit. Elk vaartuig heeft een dergelijk Emergency Notification Flowchart aan boord.

6.2.2. Marine operations Center

Tijdens de aanlegfase wordt de Kustwacht geïnformeerd over de aard van de activiteiten, de plaats van de activiteiten, de contactpersonen, wat de duur van de operatie zal zijn, waar de schepen zullen varen en wat de roepletters van deze schepen zijn.

TenneT heeft haar eigen Marine Operations Center (MOC) dat voor de Wind op zee projecten is ingericht. Het MOC is het eerste aanspreekpunt in geval van een calamiteit. Bij levensbedreigende situaties dient eerst het Kustwachtcentrum te worden gealarmeerd.

De coördinatie in geval van een calamiteit zal vanuit het MOC op de wal plaatsvinden.

6.2.3. Opleiding en training

Al het personeel dat op zee tewerkgesteld wordt, is in het bezit van de benodigde (gezondheids-) certificaten zodat bijvoorbeeld eerste hulp kan worden toegepast indien nodig.

TenneT eist dat al het personeel dat op zee te werk wordt gesteld ten minste de basiskennis HSE heeft opgedaan. Alle personeel heeft minimaal een geldig VCA-certificaat (of equivalent), Sea survival training (GWO, OPITO, STCW95), Medical offshore examination, First Aid Training en Working at Height (als de pilot ladder gebruikt wordt). Alle management/supervisors/voormannen die werken als leidinggevende beschikken minimaal over een geldig VCA-VOL/SCC certificaat of equivalent. De geldigheid van de VCA/SCC-certificaten en andere kwalificaties wordt tijdig verlengd om onderbrekingen tijdens het werk te voorkomen. Indien een werknemer niet over een geldig certificaat beschikt, wordt de toegang tot de site ontzegd.

De hiervoor genoemde certificaten moeten minimaal aan de voorschriften in de voor deze sector relevante arbocatalogi (of gelijkwaardig) voldoen.

6.2.4. Verblijfsruimten

Het ontwerp en het gebruik van de verblijfsruimte op het platform op zee zal voldoen aan de algemene eisen die worden gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Onderdeel van het veiligheidsplan is een risico-inventarisatie – evaluatie (RI&E). In de RI&E wordt onderzocht of het werken en verblijven op het platform gevaar kan opleveren of schade kan veroorzaken aan de veiligheid en gezondheid van de werknemers op het platform. Voorafgaand aan de start bouw wordt de RI&E opgesteld en overhandigd aan het bevoegd gezag als onderdeel van het veiligheidsplan.

6.2.5. Man overboord

Indien een persoon in het water valt tijdens het aan boord gaan of verlaten van een schip in een haven moet degene die het voorval waarneemt de kapitein van het schip waarschuwen en een reddingsprocedure inzetten om de persoon in kwestie te redden. Denk hierbij aan het toegooien van een reddingsboei, touwladder, enzovoorts. Indien een persoon overboord valt tijdens de reis vanuit de haven naar een platform dient de kapitein van het betreffende schip direct gealarmeerd te worden door middel van het roepen van ‘man over boord’ en dient een ander een drijvend hulpmiddel in het water te gooien. Degene die het voorval waarneemt moet continue de te water geraakte persoon in de gaten houden en zo dicht mogelijk in de richting van de betreffende persoon gaan staan, zodat de kapitein weet waar iemand in het water ligt. De hoorn van het schip moet worden geblazen, zodat andere schepen worden gealarmeerd. Externe assistentie wordt gezocht. De kapitein zal Man Over Board (MOB) alarm slaan en de servicemanager informeren.

De reddingsoperatie moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de interne procedure van het betreffende schip. Wanneer de te water geraakte persoon weer aan boord is, zal iemand eerste hulp moeten geven. De kapitein moet dan naar land varen, zodat de persoon naar een ziekenhuis kan worden gebracht. Het MOC moet worden geïnformeerd als de reddingsoperatie voorbij is.

Als een persoon te water raakt vanaf een installatie op zee, zoals een platform, zal het overige personeel schepen in de omgeving moeten alarmeren. Ook zal contact moeten worden gezocht met

de Kustwacht, die dan actie onderneemt. Het overige personeel zal een reddingsboei moeten uitgooien en het slachtoffer moeten assisteren, zonder zelf gevaarlijke manoeuvres uit te halen.

6.2.6.Brand

De procedure tijdens brand is als volgt:

- breng mensen in veiligheid,
- geef alarm,
- bestrijd het vuur en
- minimaliseer schade.
- De noodstop moet ingedrukt worden en geprobeerd moet worden of de hoofdschakelaar kan worden uitgezet.

Personeel moet een veilige plaats te zoeken. Indien mogelijk worden brandgevaarlijke materialen en vloeistoffen verwijderd. Als het vuur niet te blussen is moet men de installatie verlaten.

Indien er brand op een schip is moet de kapitein de Kustwacht en schepen in de buurt alarmeren. Geprobeerd moet worden het vuur te bestrijden in overeenstemming met de voorschriften van het schip. Alle passagiers moeten de instructies volgen van de kapitein.

In geval van brand op een platform moet een schip of helikopter worden gealarmeerd om de bemanning te kunnen ontzetten. Het vuur zal bestreden worden met het automatische brandbeveiligingssysteem of met handblussers, voor zover hierbij de persoonlijke veiligheid niet te zeer in het geding komt. Iedereen dient zich te realiseren dat schadelijke stoffen bij een brand kunnen vrijkomen.

Vluchtwegen op het platform zijn aangegeven. In bijlage 10 zijn tekeningen opgenomen van het platform waarbij per dek alle vluchtwegen zijn opgenomen evenals de locaties van de reddingsboten. De tekeningen zijn onderdeel van het voorontwerp van het platform. Een definitieve tekening met een brandveiligheidsplan is beschikbaar voorafgaand aan de bouw als onderdeel van het Veiligheidsplan.

6.2.7.Ongevallen

Als zich een ongeval voordoet moet de Kustwacht worden gealarmeerd, zodat indien noodzakelijk de betreffende persoon naar het vasteland kan worden vervoerd. De site-manager moet van ieder (bijna) ongeluk op de hoogte worden gebracht. Hij moet de oorzaak van het ongeluk wegnemen en de autoriteiten op de hoogte brengen in overeenstemming met het HSE-plan. Slachtoffers dienen naar een ziekenhuis gebracht te worden voor onderzoek. Daarnaast moet de toezichthouder, SodM, bij ernstige ongevallen meteen worden geïnformeerd.

Evacuatie vanaf een platform kan met behulp van een helikopter, vrije val reddingsboot, noodvlot of via een ladder naar het water. De vluchtroutes en vluchtprocedures zullen in overleg met het engineeringsteam van het platform nader worden vastgesteld voorafgaand aan de bouw. Al het personeel op of in het platform heeft een veiligheidsuitrusting die aanwezig is. Ten behoeve van evacuatie met een helikopter is een evacuatie-uitrusting aanwezig.

Evacuatie uit schepen, installaties, enzovoorts is geïnitieerd via de Kustwacht in overeenstemming met de normale procedures op een schip. Evacuatie per helikopter wordt uitgevoerd in overeenstemming met de normale procedures van de Kustwacht. Het MOC wordt bij alle evacuaties geïnformeerd

6.2.8. Acute ziekte

Als er sprake is van acute ziekte wordt een schip of helikopter opgeroepen om de patiënt te evacueren. Indien evacuatie niet veilig kan worden uitgevoerd met behulp van een schip zal de kapitein de Kustwacht om assistentie vragen. Medisch advies kan men vragen aan de Kustwacht. Het MOC zorgt voor verdere medische behandeling door een dokter of ziekenhuis indien nodig.

6.2.9. Onweersbuien en bliksem

De bliksembeveiliging van het platform is uitgevoerd volgens EN/IEC 62305.

Onweer en bliksem zijn extreem gevaarlijk op zee en de gevolgen zijn groot. Het werk in de buitenlucht op een platform wordt gestopt indien bliksem wordt gezien, maar nog geen donder wordt gehoord. De afstand van het onweer is dan ongeveer 15 tot 30 kilometer. Indien er donder wordt gehoord moet meteen gestopt worden met het werk. Het onweer zit dan binnen 15 kilometer. Personen moeten naar veilige havens gaan en daar blijven totdat het onweer voorbij is. Dit is op het moment dat geen flitsen meer worden gezien en een uur verstreken is sinds de laatste donder.

Alle personeel wordt geïnformeerd dat het platform in geval van bliksem veilig is indien men meer dan een 0,5 meter van de wanden en metalen delen is verwijderd. Platforms met aparte ruimtes voor installatie en transformatoren zijn veilig indien deze gesloten zijn en alles naar behoren functioneert.

Het MOC wordt geïnformeerd in geval van bliksem. Instructies van het MOC dienen te worden opgevolgd.

6.2.10. Opkomend slecht weer

De kapitein(s) van schepen en de site-manager monitoren continu het weer. Als de kapitein stelt dat het onveilig is wordt personeel niet afgezet of opgehaald. Tijdens extreme weerscondities als sterke wind en ruwe zee kan het nodig zijn evacuaties uit te stellen. Het MOC wordt geïnformeerd en instructies dienen te worden opgevolgd.

6.2.11. Bommelding, gijzeling of sabotage

In geval van een bommelding of gijzeling dient onverwijld de Kustwacht te worden gebeld. De volgende aanwijzingen zullen worden gevolgd:

- Blijf kalm en beleefd.
- Onderbreek de persoon die belt niet.
- Houd het gesprek gaande door vragen te stellen.
- Herhaal de bedreiging, mogelijk woord voor woord.
- Maak notities.

Bij sabotage en/of terroristische dreiging dient de Kustwacht gebeld te worden. Vandalisme aan het platform, schepen of uitrusting wordt aan de politie en aan de verzekering gerapporteerd.

6.3. Scheepvaart en visserij

6.3.1. Schip op drift

Er bestaat een risico dat schepen in de regio op drift raken vanwege motorproblemen. Dit levert risico vanwege botsingsgevaar met het platform of andere schepen. De Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta worden geïnformeerd bij schepen op drift en zenden waarschuwingen uit naar de scheepvaart. Als de situatie daarom vraagt, zullen personen van het platform worden geëvacueerd. Als de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta worden geïnformeerd over drijvende objecten in de regio, dan informeren zij het MOC. Het MOC neemt dan de nodige voorzorgsmaatregelen ter protectie van het personeel en de installaties. Indien scheepspersoneel tijdens het werk drijvende objecten waarneemt en het MOC informeert zal het MOC vervolgens de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta alarmeren.

6.3.2. Aanvaring

Indien er een aanvaring plaatsvindt moeten de Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en het MOC worden gealarmeerd. Iedereen in het gebied is verplicht te helpen bij het bepalen van de locaties van mogelijke slachtoffers, die naar de dichtstbijzijnde haven gebracht dienen te worden. In het geval van aanvaring kan olie lekkage voorkomen. Maatregelen ter bestrijding van de lekkage en ter bescherming van milieu en veiligheid dienen dan, indien mogelijk, meteen te worden genomen. Ook zal hierover meteen worden gerapporteerd.

6.3.3. Scheepvaart Veerse Meer

Op het Veerse Meer zal voorafgaand aan de werkzaamheden de verkeersveiligheid worden afgestemd met Rijkswaterstaat. De scheepvaartveiligheid op het Veerse Meer wordt nader uitgewerkt in het veiligheids- en calamiteitenplan. Hierin zal in ieder geval de te nemen verkeersmaatregelen en mogelijke verkeersbegeleiding worden opgenomen evenals de nautische markering van werkmaterieel en werklocaties. In overleg met Rijkswaterstaat kan een verkeersbesluit worden genomen.

Voorgaand aan de werkzaamheden zal worden gekeken en rekening gehouden met de verkeersintensiteit, seizoen, eventuele stremmingen van vaarroutes en nabijheid aangelegde havens. Op grond van de planning stemt TenneT de te treffen maatregelen af met Rijkswaterstaat, aangezien de te treffen maatregelen hierop moeten worden aangepast mogelijkerwijs. TenneT zal gebruikers hierover informeren.

Deelnemende werkvaartuigen zullen geen hinderlijke verlichting voeren en hanteren de dag- en nachttekens conform het Binnenvaartpolitiereglement. Tijdelijke markeringswijzigingen op het Veerse Meer zullen alleen in overleg met vaarwegbeheerder plaatsvinden.

6.4. Vloeistoffen platform en milieu

Op het platform op zee bevinden zich hoeveelheden milieugevaarlijke stoffen. Dit betreft de gesloten, oliege vulde transformatoren, dieselopslag voor de dieselgeneratoren en koelmiddel in

gesloten systemen. Er worden op het platform twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) ingezet bij onderhoud of in geval van een black-out. De diesel wordt opgeslagen in een dieseltank. De grootte van de dieseltank zal circa 200 m³ bedragen. Naast dieselolie zullen er (motor-)olie en koelvloeistoffen aanwezig zijn.

Verder is in totaal circa 600 m³ olie aanwezig in de transformatoren op het platform en 30 m³ in de hulptransformatoren.

Om vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen naar zee te voorkomen zijn opvangvoorzieningen bij onderdelen of opslag van milieugevaarlijke stoffen onderdeel van het ontwerp. De capaciteit van de opvangvoorziening is minimaal de inhoud van het component met de grootste inhoud die erboven staat geplaatst vermeerderd met 10%. Dit betreft de dieselopslag tanks en generatoren en de transformatoren. Voor de systemen met koelmiddel wordt of een opvangvoorziening geïnstalleerd of buizen worden dubbelwandig uitgevoerd. Al het hemelwater dat afstroomt van installaties met milieugevaarlijke stoffen wordt opgevangen en gecontroleerd op olie en/of glycol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Zonder contaminaties wordt hemelwater op zee geloosd. Opvangvoorzieningen zijn voorzien van monitoringsystemen die een alarm afgeven indien een opvangvoorziening boven een bepaalde indicatiewaarde zit. De met vloeibare stoffen gevulde installaties, zoals de transformatoren, zijn voorzien van monitoringsystemen. Lekkages worden derhalve snel gedetecteerd door afnemende prestaties.

Tabel 6.1 overzicht milieugevaarlijke stoffen, indicatieve opgave volumes

	Aantal	Volume
Dieselopslagtank	2	2 x 100 m ³
Dieseldagtank	2	2 x 3,5 m ³
Oliege vulde transformatoren	4	4x 150 m ³
Oliege vulde hulptransformatoren	4	4x 7,5 m ³
Koelsysteem (glycol/water)	2	2x 30 m ³
Schoonmaakmiddelen (huishoudelijk)	Diverse	<1 m ³

Bij een milieucalamiteit zijn alle personen in de regio verplicht te helpen. Rijkswaterstaat Zee en Delta en de Kustwacht worden geïnformeerd.

Al het afval dient te worden verzameld en naar de kust te worden gebracht. Grote drijvende objecten of andere gevaarlijke objecten voor schepen en milieu worden gerapporteerd aan het MOC en zo snel mogelijk verzameld. Het is niet toegestaan afval te laten accumuleren. Afvalverwijderingsprocedures zullen worden opgevolgd.

6.5. Bereikbaarheidsschema

In Tabel 6.2 is een lijst van type calamiteiten genoemd met de te informeren/benaderen instantie zoals in de vorige paragrafen aangegeven.

Tabel 6.2 Bereikbaarheidsschema calamiteiten.

Calamiteit	Wie wordt benaderd?
Man over boord	Waarnemer informeert leidinggevende. Leidinggevende informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en omliggende schepen.
Brand	Waarnemer informeert leidinggevende. leidinggevende informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en omliggende schepen.

Ongeval	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien vervoer naar land een probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Tevens wordt de toezichthouder SodM geïnformeerd.
Acute ziekte	Stand-by schip of helikopter infomeren voor evacuatie. Indien vervoer naar land een probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta.
Onweer	leidinggevende/waarnemer informeert MOC.
Opkomend slecht weer	leidinggevende/waarnemer informeert MOC.
Bommelding, gijzeling of sabotage	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta.
Schip op drift	Waarnemer informeert MOC. MOC alarmeert Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien anderen een schip op drift waarnemen wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen worden getroffen.
Aanvaring	Waarnemer informeert MOC. MOC alarmeert Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien anderen een aanvaring waarnemen wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen worden getroffen.
Milieu	Waarnemer informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en MOC.

6.6. Strandveiligheid

Tijdens de werkzaamheden op het strand (zeezijde Veerse Gatdam), bij het ingraven van de kabels en uitvoeren van de boringen, dient er rekening te worden gehouden met de veiligheid van strandgangers. Het werkterrein op het strand wordt afgezet met hekwerk of markeringen. Daarnaast zal er te alle tijden toegang zijn tot het strand in het geval van calamiteiten. Contactgegevens van de verantwoordelijk uitvoerder zijn op een bord tijdens de aanleg aangegeven.

7. Verwijderingsplan

7.1. Inleiding

In een verwijderingsplan staat beschreven op welke manier de verschillende onderdelen op zee van het project worden ontmanteld.

7.2. Te verwijderen onderdelen

Het platform, de offshore kabels en de moffen hebben in principe een levensduur van minimaal 40 jaar. Gedurende de levensduur worden componenten (bijvoorbeeld bepaalde apparatuur op het platform) waar nodig vervangen gedurende de periode van 40 jaar. Nadat deze levensduur is beëindigd, moeten de onderdelen van het offshore platform en kabels worden ontmanteld conform resolutie 1989 van de Internationale Maritime Organisation (IMO) en conform de OSPAR regelgeving. Uitzondering hierop is als dit economisch of milieutechnisch niet verantwoord is, dit wordt door Rijkswaterstaat beoordeeld (voor het zeedeel).

De onderdelen die verwijderd worden zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 7.1 verwijdering van onderdelen.

Onderdeel	Maatregel
Platform	In zijn geheel verwijderen
Jacket	In zijn geheel verwijderen
Funderingspalen/suction buckets	Gedeeltelijke verwijdering onder de zeebodem
Erosiebescherming	Verwijderen
Offshore 525 kV-kabels	In zijn geheel verwijderen
Moffen	In zijn geheel verwijderen
Onshore 525 kV-kabels	Gedeeltelijke verwijdering*

* De HDD-boring onder de Veerse Gatdam kan gedeeltelijk verwijderd worden. De kabels worden uit de mantelbuizen getrokken. De dan lege mantelbuizen worden gevuld met vloeistof die hard wordt, zodat deze niet indeuken.

Tegen het einde van de levensduur van de onderdelen wordt het verwijderingsplan gedetailleerd uitgewerkt en ter beoordeling voorgelegd aan het bevoegd gezag. Hierin worden ook de HSE-aspecten bekeken en aangepast aan de inzichten van die tijd.

7.3. Voorbereiding

Bij aanvang van de ontmanteling wordt een projectteam samengesteld. Dit team zal bestaan uit TenneT, een uitvoerende aannemer die ervaring heeft met ontmanteling van offshore-installaties, Rijkswaterstaat Zee en Delta en de Kustwacht. Tijdens de voorbereiding werkt dit projectteam plannen gedetailleerd uit voor de verwijdering van de verschillende nog te bespreken componenten van het voornemen. De verwijdering van de verschillende elementen zal op een veilige en milieuvriendelijke wijze plaatsvinden. Dezelfde HSE-aspecten als bij de oprichting en onderhoud van het platform gelden hier. Er wordt een planning gemaakt van de uit te voeren werkzaamheden, rekening houdend met het in te zetten materiaal en omgevingsfactoren.

De planning komt er globaal en onderverdeeld naar verschillende perioden als volgt uit te zien:

Tabel 7.2 Globale planning ontmanteling.

Periode	Activiteit	Planning
1	Inleidend overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta	Minimaal 2 jaar voor daadwerkelijke verwijdering
2	Gedetailleerde besprekingen, voorlegging en overweging van een ontwerpprogramma	
3	Overleg met belanghebbende partijen	
4	Formele indiening van een programma en een goedkeuring in het kader van de beleidsregels	Einde jaar 1
5	Begin van feitelijke verwijdering en monitoren van de locatie	Verwijdering voltooid bij einde jaar 2
6	Monitoren van de locatie (in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta)	

7.4. Verwijdering van het platform

Bij buiten bedrijfstelling wordt het platform verwijderd volgens de dan geldende richtlijnen van de overheid en de dan beschikbare technieken. Het platform zal ongeveer op de volgende wijze worden verwijderd:

- Een jack-up, een transportpontoon met sleepboot en een werkschip, positioneren zich bij het platform.
- Alle installaties aan boord van het platform worden uitgeschakeld, kabels die naar het zeebed lopen worden doorgesneden, tijdelijke stellingen worden om de buizen van het platform gebouwd, de buizen worden grotendeels doorgezaagd en alle losse onderdelen worden verwijderd of vastgemaakt op het dek van het platform.
- Alle gevaarlijke stoffen op het platform (zoals oliereserves) worden naar land getransporteerd voor verdere verwerking.
- De topside en de jacket kunnen geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase.
- Met behulp van een airliftsysteem wordt de grond in de funderingspalen of suction buckets van het platform verwijderd tot de gewenste verwijderingsdiepte. De definitieve verwijderingsdiepte zal in het verwijderingsplan worden opgenomen.
- Vervolgens wordt een snijmachine in de paal afgelaten.
- De hijsstroppen van een jack-up zullen worden vastgemaakt aan de top van het jacket.
- Het jack-up schip zet voorspanning op het systeem.
- De funderingspalen of suction buckets zullen onder zeebedniveau worden afgezaagd. De definitieve verwijderingsdiepte zal in het verwijderingsplan worden opgenomen.
- Het jacket wordt omhoog gehesen, gekanteld en op de transportpontoon gehesen en vastgemaakt.
- Transport naar eindbestemming voor verdere ontmanteling op land.

7.5. Verwijdering erosiebescherming rondom funderingen

De aanwezige erosiebescherming wordt in principe verwijderd, maar dit is afhankelijk van de stand van de techniek op moment van verwijdering. Verwijdering wordt alleen uitgevoerd als dit economisch en milieutechnisch verantwoord is.

7.6. Verwijdering offshore kabels en moffen

De kabels worden met een haak van de zeebodem gehaald en aan boord getakeld. Daar worden de kabels in kleinere stukken opgedeeld en afgevoerd voor recycling. Eventueel wordt een op afstand bestuurbare onderwaterrobot ingezet om de kabels naar boven te halen. Waar dat mogelijk is, worden de kabels en moffen uit de zeebodem naar boven toe vrij getrokken. Op plaatsen waar de kabels en moffen te diep onder het sediment liggen, worden ze niet verwijderd of wordt gewacht tot de dikte van de sedimentlaag door natuurlijke dynamiek voldoende is afgenomen. Er wordt in principe niet gebaggerd om de kabels en moffen te verwijderen omdat het baggeren meer negatieve gevolgen voor het milieu veroorzaakt dan wachten op natuurlijke blootspoeling. Mogelijk zijn er ten tijde van de verwijdering betere technieken hiervoor beschikbaar.

7.7. Verwijdering onshore moffen

TenneT zal bij het einde van de levensduur de moffen, inclusief alle onderdelen zoals de damwanden en betonplaten, volledig uit de bodem verwijderen en de onderdelen afvoeren voor recycling.

7.8. Opleveringscontrole

Na de verwijderingswerkzaamheden vindt een laatste survey van de zeebodem plaats om te verifiëren of alle betreffende onderdelen verwijderd zijn en er geen onderdelen zijn achtergebleven op de zeebodem. Mocht dit niet het geval zijn, dan worden de resterende onderdelen alsnog op deugdelijke wijze verwijderd. De resultaten van deze survey worden aan Rijkswaterstaat overlegd.

COLOFON

Toelichting op de aanvraag watervergunning (offshore) Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Auteur

Joost Sissingh

Projectnummer

C05057.000220

Datum

27 augustus 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

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Arcadis Nederland B.V.
T.a.v. mevrouw T. Hempenius
Postbus 264
6800 AG ARNHEM

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	25 juni 2021
BEHANDELD DOOR	Dekkers, Johan
TELEFOON DIRECT	06-29360328
E-MAIL	Johan.Dekkers@tennet.eu

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

Geachte mevrouw Hempenius,

Ondergetekenden:

Mevrouw C. Smits, in haar hoedanigheid als Project Lead Spatial Planning & Licensing Net op zee IJmuiden Ver Alpha van TenneT TSO B.V., gevestigd te Arnhem

als zodanig gezamenlijk met

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

bevoegd TenneT TSO B.V. te vertegenwoordigen, verklaren 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 de projecten Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta aan te vragen bij de bevoegde gezagen.

Deze machtiging is geldig tot en met 31-12-2022 of zoveel eerder als voornoemde vergunningen, ontheffingen en meldingen zijn aangevraagd.

Aldus opgemaakt en ondertekend te Arnhem,

Datum:

Handtekening:

Datum: 25-6-2021

Handtekening:



Mevrouw C. Smits
Project Lead Spatial Planning & Licensing
TenneT TSO B.V.

De heer J. Dekkers
Project Lead Spatial Planning & Licensing
TenneT TSO B.V.

Typische Installatie Methodes (TIM)

IJmuiden Ver Alpha en Beta netaansluitingen op zee

NEDERLANDSTALIGE SAMENVATTING

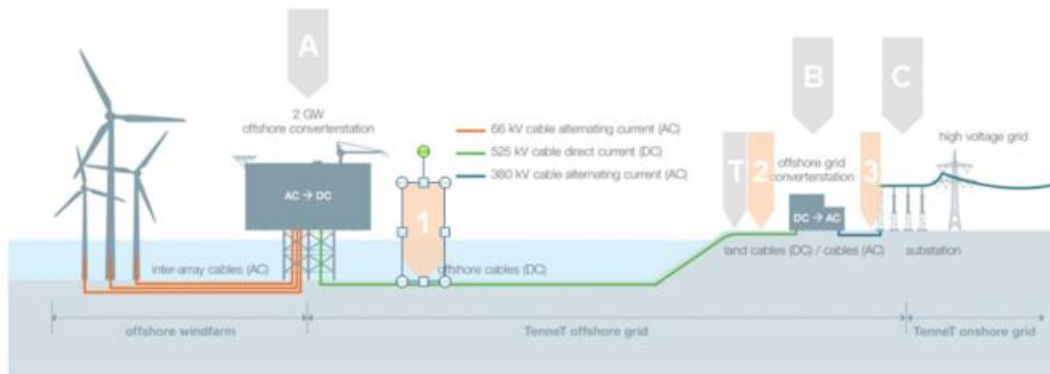
Overzicht van mogelijke installatiemethodes voor de platforms, kabels en het landstation in de IJV offshore netaansluitingen

Inleiding:

Het document Typical Installation Methods beschrijft de voorgenomen aanpak voor het installeren van de platforms, leggen en begraven van de hoogspanningskabels (zowel op zee als op het land) en de realisatie van het converterstation. Het dient als onderbouwing voor de EIA en de vergunningaanvragen. Deze samenvatting tracht de belangrijkste aspecten samen te vatten van in het originele (Engelstalige) TIM. Dit document dient derhalve samen met het originele document te worden gelezen.

De vier belangrijkste onderdelen van de offshore netverbinding zijn weergegeven in figuur 1:

- A. Het offshore converter station (platform)
- B. Het onshore converter station (landstation)
- C. Het onshore 380kV station
- D. De HVDC en HVAC kabelverbinding, bestaande uit:
 - 1. 525kV HVDC export zeekabels
 - 2. 525kV HVDC export landkabels
 - 3. 380kV HVAC landkabels



Figuur 1: Netconcept IJmuiden Ver

A. PLATFORMS

Figuur 2 geeft een beeld van hoe de platforms voor de betreffende netverbindingen er uit zullen komen te zien. Ze bestaan uit:

- een bovenbouw (topside) waarin worden gehuisvest de hoogspanningsapparatuur (schakelunits, transformatoren en omvormers) alsmede ondersteunende systemen zoals koeling, noodstroomvoorzieningen en dergelijke.
- Een onderbouw (jacket), zijnde de draagconstructie die op de zeebodem rust en daarin middels stalen buispalen is verankerd.

Deze beide onderdelen worden afzonderlijk gebouwd en op zee geplaatst.



Figuur 2: Impressie van een 2 GW HVDC offshore platform

Het jacket is opgebouwd uit hoofdzakelijk stalen buiselementen, en heeft verder geen functionele systemen.

Het jacket bestaat uit twee torens die de bovenbouw zullen dragen. Daartussen is een ruimte vrij gelaten om toegang te geven voor een ponton waarmee de bovenbouw geplaatst zou kunnen worden. Daarover hieronder meer. In de torens zijn geleidebuizen (J-tubes) opgenomen waardoor later de zeekabels van de zeebodem tot in de bovenbouw kunnen worden getrokken.

Voor de bouw van dit soort constructies bestaan meerdere werven, zowel in Europa als in het Midden of Verre Oosten. Ongeacht waar de jackets gebouwd zullen gaan worden zal de installatiemethode er als volgt uitzien.

Allereerst zal de zeebodem op de plaatsing van het jacket worden voorbereid. De exacte waterdiepte en het bodemprofiel worden ingemeten. Obstakels (waaronder niet geëxplodeerde munitie, UXO) worden in kaart gebracht en zo nodig verwijderd, en de zeebodem wordt voorzien van een laag stortsteen om uitschuring en ontgroning van de bodem onder en rondom het jacket te voorkomen. Middels deze laag stortsteen kan tevens de zeebodem worden gevlakt, zodat het jacket bij plaatsing zoveel mogelijk waterpas komt te staan.

Als het jacket gereed is wordt het op een ponton gereden en daarop bevestigd voor transport over zee. Dit ponton wordt met een sleepboot naar de locatie getrokken. Daar zal een kraanschip het ponton langs zij en het Jacket optillen en op de zeebodem plaatsen.

Rond de omtrek van het jacket zijn onder water 12 tot 16 verticale buizen (pile sleeves) voorzien waar de stalen heipalen in worden gestoken, die vervolgens met een hamer (ca 50m, nader te bepalen) de zeebodem worden ingeheid. Tijdens dit heien wordt een scherm van luchtbellen rondom het jacket geactiveerd dat dient om verspreiding van het heigeluid onder water te verminderen. Om zeezoogdieren de kans te geven het resterende geluidsgebied te verlaten wordt begonnen met een aantal zachte (waarschuwings-) klappen op de palen. Pas na een aantal minuten wordt het heien werkelijk gestart. Voor het beperken van het heigeluid kan gebruik gemaakt worden van gedetailleerde procedures.

Nadat de palen op diepte zijn gebracht wordt een laatste controle op de stand van het jacket gedaan. Indien nodig en uitvoerbaar wordt middels vijzels een laatste correctie uitgevoerd. Vervolgens worden de palen met een cementmengsel (grout) in de pile sleeves gefixeerd waarmee het jacket zijn definitieve draagkracht bereikt. Als laatste worden de acht poten waarop de bovenbouw zal komen te staan in een exact horizontaal vlak afgesneden. Daarvoor is een overlengte in die buizen voorzien.

De kraanschepen die zijn voorzien voor het installeren van de jackets beschikken over een dynamisch positioneringssysteem (met behulp van sloopsschroeven) zodat geen ankers nodig zijn om deze schepen op hun plaats te houden. In sommige gevallen is echter door de beperkte waterdiepte toch ankers nodig. Dit zal in een later stadium bepaald worden en is afhankelijk van het kraanschip.

Gezien de marktsituatie wordt er rekening mee gehouden dat de bovenbouw in het Verre Oosten al worden gebouwd en dus over zee naar Nederlandse wateren dient te komen. Voor dit transport zijn speciale vaartuigen beschikbaar, de zogenaamde Heavy Transport Vessels (HTVs). Deze hebben eigen

voortstuwing en een gunstig gedrag in zegang waardoor ze de meest veilige schepen zijn voor dit doel.

Voor het installeren van de bovenbouw op het reeds geplaatste jacket zijn drie soorten schepen aangewezen.

- De Pioneering Spirit, een catamaran uitgerust met een hydraulisch hefsysteem om de bovenbouw op de juiste hoogte te brengen en op het jacket te plaatsen, zie figuur 3. Dit schip heeft twee rompen, en het jacket is zo gedimensioneerd dat het daar tussen past zodat het schip de bovenbouw boven het jacket kan brengen. Om de bovenbouw over te dragen aan de Pioneering Spirit dient deze eerst te worden (over)geladen op een speciaal ponton. De Pioneering Spirit beschikt over een dynamisch positioneringssysteem.
- Een HLV. Dit zou hetzelfde schip kunnen zijn als dat waarmee de bovenbouw uit het Verre Oosten wordt aangevoerd. Evenwel dient dan (ergens in een beschutte haven in de nabije omgeving van de platformlocatie, bijvoorbeeld Vlissingen, Rotterdam of Eemshaven, de bovenbouw eerst omhoog gevijzeld te worden en op een stoelconstructie aan boord van dit schip te worden geplaatst op voldoende hoogte voor plaatsing op het jacket dat 22m boven water uitsteekt. Transport vanuit het Verre Oosten direct op zo'n stoelconstructie is niet wenselijk. De beoogde HLVs beschikken over een dynamisch positioneringssysteem. Op locatie vaart de HLV in de opening tussen de twee jackettorens en laat de bovenbouw op het jacket zakken door het schip omlaag te ballasten.
- Een ponton zoals de H-851. Met dit ponton wordt dezelfde installatieprocedure toegepast als met de HLV, echter, de H-851 heeft geen dynamisch positioneringssysteem en zal dus gebruik moeten maken van ankers om te manoeuvreren.

Na plaatsing van de bovenbouw op het jacket volstaat een eenvoudige las om de verbinding tot stand te brengen.



Figuur 3: De Pioneering Spirit

B. CONVERTERSTATION OP LAND

Het converterstation verbindt de 525kV HVDC landkabel met de 380kV HVAC landkabel. De belangrijkste functie van het converterstation is het omzetten van gelijkspanning naar wisselspanning (van HVDC naar HVAC) en het transformeren van het spanningsniveau van 525kV naar 380kV. Het bevat de elektrische apparatuur, hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen om deze functies te ondersteunen en de veiligheid op het converterstation te waarborgen.

Ontwerp van het converterstation

Het ontwerp van het converterstation is voor een groot deel afhankelijk van de keuze van de leverancier van de hoogspanningsapparatuur. Omdat deze leverancier op dit moment nog niet bekend is, is er nog weinig te zeggen over het exacte ontwerp van het converterstation. Wel zijn de belangrijkste onderdelen bekend, welke hieronder zijn weergegeven:

- Converter hal met daarin o.a.:
 - o Aansluiting HVDC kabel
 - o DC schakeltuin
 - o Reactoren
 - o Converters
- Transformator gebouwen met daarin de transformatoren
- AC schakeltuin
- Centraal dienstgebouw
- Koelers voor het koelen van de converters
- Opslag voor reserveonderdelen



Figuur 4: Impressie van het converterstation op land

Veiligheid en milieu

Het converterstation kan op afstand bediend worden, waardoor er geen bemensing op het station nodig is tijdens de operatiefase.

De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen als olie en regenwater worden opgevangen en gefilterd om te voorkomen dat verontreinigende vloeistoffen in de bodem terecht komen.

Een akoestische studie zal worden uitgevoerd om er zeker van te zijn dat het converterstation voldoet aan de lokaal geldende regels.

Om te voorkomen dat het station tijdens hoogwater onder water komt te staan, wordt de grond opgehoogd. Hierbij wordt rekening gehouden met klimaatveranderingen en de hogere waterstand die daarmee gepaard gaat. Voor de locatie van Borssele moet hiervoor meer worden opgehoogd dan op de Maasvlakte.

Toegang tot het converterstation

Het converterstation moet voor zowel normaal als zwaar transport toegankelijk zijn. Afhankelijk van de ruimtelijke planning van het converterstation, zullen hiervoor 1 of 2 toegangswegen worden aangelegd.

Er zullen ook derden toegang moeten hebben tot het converterstation, zoals de eigenaren van het windpark en Rijkswaterstaat. Hiervoor zal een aparte ingang gemaakt worden met toegang tot het centrale dienstgebouw (of eventueel een apart gebouw), zonder toegang tot de rest van het converterstation.

Constructiefase

De constructiefase bestaat uit 2 delen:

1. Civiel: inclusief bouwrijp maken van de grond, fundatie (indien van toepassing) en de bouw van de gebouwen.
2. Installatie van elektrische componenten

Uitvoeringsfase

Tijdens de uitvoeringsfase zal het converterstation regelmatig onderhouden worden. Onderhoud bestaat uit visuele inspecties en uitgebreidere onderhoudswerkzaamheden. Buiten deze werkzaamheden is het station in principe onbemenst.

Ontmanteling

Na een verwachte levensduur van 30 tot 50 jaar zal het converterstation ontmanteld worden, tenzij er een andere bestemming voor gevonden wordt.

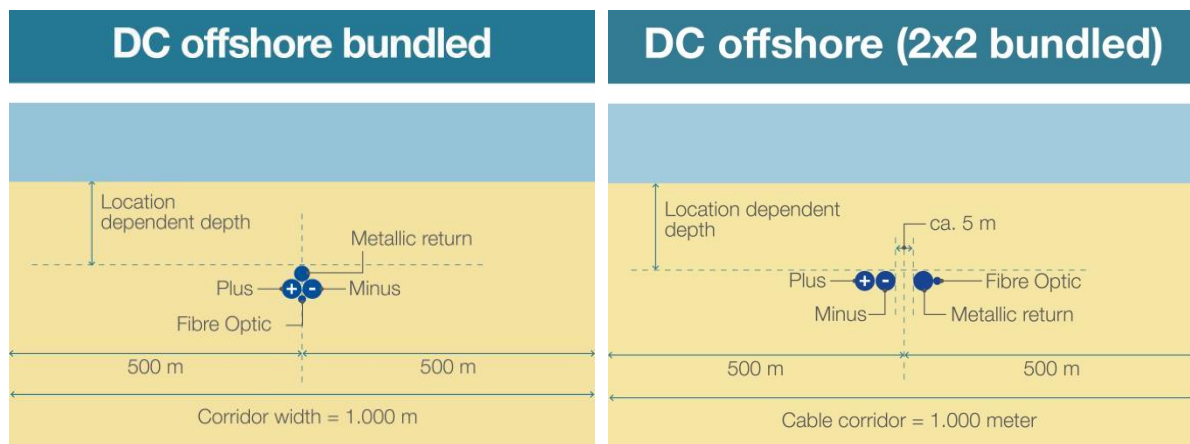
C. HET ONSHORE 380 kV STATION

Het 380 kV station is onderdeel van het Nederlandse 380 kV hoogspanningsnet. Op dit station worden er twee velden ingericht van ieder 1 GW om de 2 GW verbinding aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Hiervoor moet het station worden uitgebreid.

D. KABELS

In figuur 5 is een beschrijving gegeven van de vier kabels die worden geïnstalleerd tussen de offshore en onshore omvormerstations. Dit zijn twee kabels voor de positieve en negatieve pool (Hoogspanning Gelijkstroomkabels (HVDC)), een kabel voor de zogenaamde "Metallic Return" (die dient als "nul"-kabel voor het geval een van de beide polen niet beschikbaar is) en een glasvezelkabel (op land 2 glasvezelkabels). Deze vier kabels zullen in het offshore gedeelte naar alle

waarschijnlijkheid als bundel worden gelegd en in een enkele sleuf worden begraven in de bodem. Er zijn twee bundeling configuraties denkbaar, standaard bundeling of de 2*2 configuratie (zie figuur 5).



*Figuur 5: Gebundelde HVDC 52 kV offshore kabelconfiguratie (standaard en 2*2 bundel)*

1. Offshore kabels

De kabels die onder water worden aangelegd (in de bodem) tussen het offshore converter station en de aanlanding worden zoveel mogelijk beschermd door ze op voldoende diepte te begraven, d.i. zodanig dat ze voor de geplande levensduur beschermd zullen zijn tegen externe bedreigingen zoals ankers of visnetten. Bij de minimale begraafdiepte wordt aan de bepalingen in de wet en de vergunningen voldaan.

Waar begraven niet mogelijk is (bijvoorbeeld bij kruisingen met kabels en leidingen), worden de kabels beschermd door het storten van steen op de kabels in de kruising.

Bij de gekozen begraafdiepte zoekt TenneT naar het optimum tussen de bepalingen van wet- en regelgeving, mitigatie van de risico's en minimale kosten over de levensduur. Hierbij wordt de gekozen begraafdiepte in het algemeen vastgelegd ten opzichte van het zogenaamde niet-mobiele referentievlak, dat is het vlak onder de (mobiele) zandgolven en andere tijdelijke bodemstructuren (zie figuren 9 en 10).

Het leggen en begraven van de kabels wordt voorafgegaan door een aantal activiteiten:

- Route survey
Geologisch en geotechnisch onderzoek om de zeebodem en de zeebodemgesteldheid in kaart te brengen.
- UXO en archeologische survey
De bodem op en langs de route wordt onderzocht op UXO of NGE (niet-geëxplodeerde explosieven) en andere obstakels die de kabelinstallatie kunnen hinderen. Gevonden explosieven en andere obstakels worden vermeden (door verleggen van de route) of verwijderd.
- Pre-installatie route survey
Vlak vóór de installatie brengt de aannemer de zeebodem in kaart, voor de exacte ligging van de zandgolven en eventueel modder of klei die de installatie van de kabels of de passage van de trencher (de ingraafmachine) kunnen bemoeilijken.

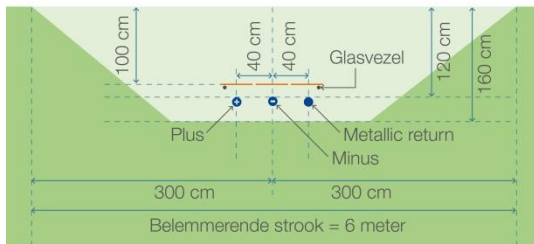
- Gedetailleerde route engineering
De obstakels langs de route worden in kaart gebracht, het niet-mobiele referentievlak wordt bepaald (op basis waarvan de definitieve begraafdiepte kan worden vastgesteld), en de route wordt zodanig gekozen dat de omvang van eventueel baggerwerk (met name het verwijderen van zandgolven boven het niet-mobiele referentievlak) wordt geoptimaliseerd..
- Route Clearance (RC) en Pre-Lay Grapnel Run (PLGR)
Bij RC worden niet in gebruik zijnde kabels en pijpleidingen verwijderd over voldoende lengte zodat ze geen obstakel meer vormen. Hierbij worden "grapnels" (dreggen) tot een diepte van 1.80m door de zee bodem getrokken op de plaats waar oude kabels (of pijpleidingen) zich bevinden. Deze worden dan boven water gebracht en wordt er een lengte kabel tussenuit gesneden.
Bij de PLGR wordt de zeebodem gereinigd van oppervlakkige obstakels die de kabelinstallatie zouden kunnen hinderen en die nog niet eerder gedetecteerd en verwijderd waren, bijvoorbeeld oude touwen, staalkabels of visnetten. Hierbij wordt een set van verschillende soorten dreggen over de zeebodem getrokken.
- Effenen van de mobiele zeebodem (pre-sweeping)
Op het gedeelte van de route waar zich zandgolven bevinden, worden deze weggebaggerd tot (ongeveer) het niveau van het niet-mobiele referentievlak. Een andere reden voor baggeren kan zijn om de passage van de trencher mogelijk te maken: de breedte van het gebaggerde profiel moet ruimschoots breder zijn dan de trencher en de hellingen van de zandgolven mogen niet te steil zijn voor de trencher. Het gebaggerde zand wordt langs en op korte afstand van de kabelroute gedeponed.
Baggeren kan ook toegepast worden in secties waar een laag slib de tractie van de trencher zou verminderen of waar de trencher zelfs in wegzakt.

Op basis van de laatste surveys maakt de aannemer een zogenaamde Burial Assessment Studie (BAS). Hierin worden voor de volledige route de begraafmethoden beschreven en worden de kansen en risico's beschouwd voor het begraven van de kabels op de gewenste diepte. Als de burial assessment hiertoe aanleiding geeft, bijvoorbeeld als deze aangeeft dat er op bepaalde delen van de route een verhoogd risico is dat de kabels niet in één run op de juiste diepte zouden kunnen komen, kan besloten worden tot het uitvoeren van een "pre-trenching run" of een "pre-cutting run". In beide gevallen bereidt de trencher de route voor door een sleuf te maken tot de juiste diepte, maar zonder kabel. Zo kunnen meerdere pogingen gedaan worden om de sleuf "op diepte" te brengen. Bij een "pre-trenching run" gebeurt dit door enkel jetting (waterinjectie), bij een "pre-cutting run" wordt dit nog ondersteund door een cutter-zwaard (een grondfrees) of ploeg, in geval van bijvoorbeeld kleipakketten op de kabelroute.

Installatie van de kabelbundel in zee gebeurt middels Simultaneous Lay and Burial (SLB) of Post Lay Burial (PLB). Bij SLB worden de kabels direct achter het kabelschip in de trencher gevoerd en op de bodem van de sleuf geïnstalleerd. Bij PLB worden de kabels eerst door het kabelschip op de zeebodem gelegd, om vervolgens in een tweede run door de trencher te worden begraven. In het algemeen zal de bundel in het nearshore gedeelte (in water minder dan 10 meter diep) middels SLB worden begraven, omdat daar een grotere begraafdiepte is vereist. In de diepere delen van de route zal in het algemeen een PLB methode worden gekozen. SLB gaat in het algemeen langzamer dan PLB. Het document (8.3 en 8.4) beschrijft de verschillende tools die ingezet zouden kunnen worden.

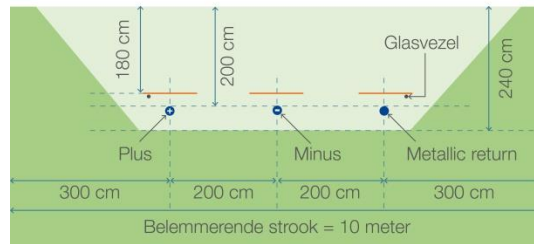
DC op land gebundeld

Open ontgraving



DC op land wegkruising

Open ontgraving



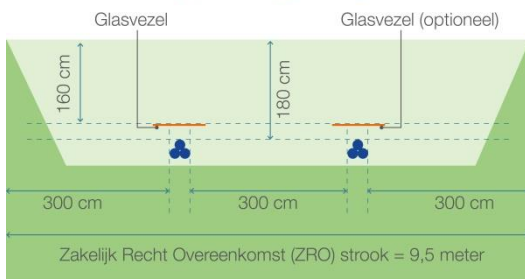
Figuur 8: Kabelconfiguratie open ontgraving IJmuiden Ver Beta

3. 380kV HVAC landkabels

De aansluiting van het omvormerstation op land naar het 380kV station gebeurt met (twee sets van) 380kV landkabel en glasvezelkabel. Deze kabels worden gebundeld geïnstalleerd in een open ontgraving (zie figuur 9) of opnieuw in een HDD als een open ontgraving niet mogelijk is.

AC 380 kV op land

Open ontgraving



Figuur 9: Kabelconfiguratie open ontgraving AC 380 kV-kabels IJmuiden Ver Beta

PROJECT LEADER Ron van den Thillart
CLIENT Licensing team IJV
AUTHOR Evert Mom, Wino Snip
DEPARTMENT LPO-PR-IJV

CLASSIFICATION C1 - Public Information
DATE September 29, 2020
VERSION 0.2
VERSION DATE March 17, 2021
STATUS Draft
PAGE 1 of 69

Typical Installation Methods IJmuiden Ver Alpha and Beta

Overview of possible installation methods of the IJV offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
01	28-09-2020	Initial version for permit	EMO / WSN	-
02	29-09-2020	Final version for permit	EMO / WSN	RvdT
03	24-08-2021	Final version for permit	EMO/WSN	RvdT

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	17
4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables	17
4.2 Design HVDC 525 kV land export cables	18
4.3 Design HVAC 380 kV land cables	19
5. Protection of the cables at sea	20
5.1 Protection design philosophy	20
5.2 Burial depth requirements	20
5.3 Long term seabed mobility	21
5.4 Short term seabed mobility	21
6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system	23
6.1 Initial route survey	23
6.2 UXO and archaeological survey	23
6.3 Pre installation route survey	24

6.4 Detailed route engineering	24
6.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	24
6.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	25
6.5.2 Non pre-detected cables and steel wire ropes	25
6.5.3 Out of Service pipelines and unknown pipelines	26
6.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	26
6.6.1 Minimising dredging by route engineering	26
6.6.2 Pre-sweep (dredge) profile design	27
6.6.3 Pre-Sweeping mobile seabeds	27
6.7 Pre-trenching run	27
6.8 Pre-cutting run	28
7. Installation of onshore cables	29
7.1 Onshore cable routing	29
7.2 Cable trench configuration	29
7.3 Open trench installation	33
7.4 Transition joint	34
7.5 Cross bonding Land Cable sections	34
7.6 Horizontal Directional Drilling	35
7.6.1 Outfall drilling	38
7.6.2 HDD configuration	39
7.6.3 HDD installation tools	40
8. Installation of cables offshore	43
8.1 Site description	43
8.2 Offshore cable route configuration, bundled or unbundled	43
8.3 Installation method	45
8.4 Trenching tools	46
8.4.1 Jet sledge	47
8.4.2 ROV jet trencher	49
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	50
8.4.4 Cable plough	51
8.4.5 Mass flow excavation	52
8.5 Additional trenching tools	53
8.5.1 Vertical injector	54
8.5.2 Vibration plough	57
8.6 Dredging	57
9. Offshore cable crossings with 3rd party assets	59
9.1 Cable and pipeline detection survey	59
9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines	59

9.2.1 Crossing structures	59
9.2.2 Outer rock layer	62
10. Post installation activities offshore cables	63
10.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	63
10.2 Post lay protection of cable segments	63
10.3 As built survey	63
11. Operational phase offshore cables	65
12. Decommissioning offshore cables	65
12.1 Cables	65
12.2 Crossing structures	65
13. Onshore converter station	66
13.1 Design	66
13.1.1 Lay-out	66
13.1.2 Electrical Installation	67
13.1.3 Safety and environment	67
13.1.4 Access	67
13.1.5 Buildings	67
13.2 Construction phase	68
13.3 Operational phase	68
13.4 Decommissioning	68

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 two connections of 2GW each the windfarm is connected to the onshore grid. IJmuiden-Ver 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 and Beta from the wind farm site to the onshore grid which are being investigated in the Environmental Impact Assessments are shown in Figure 1.

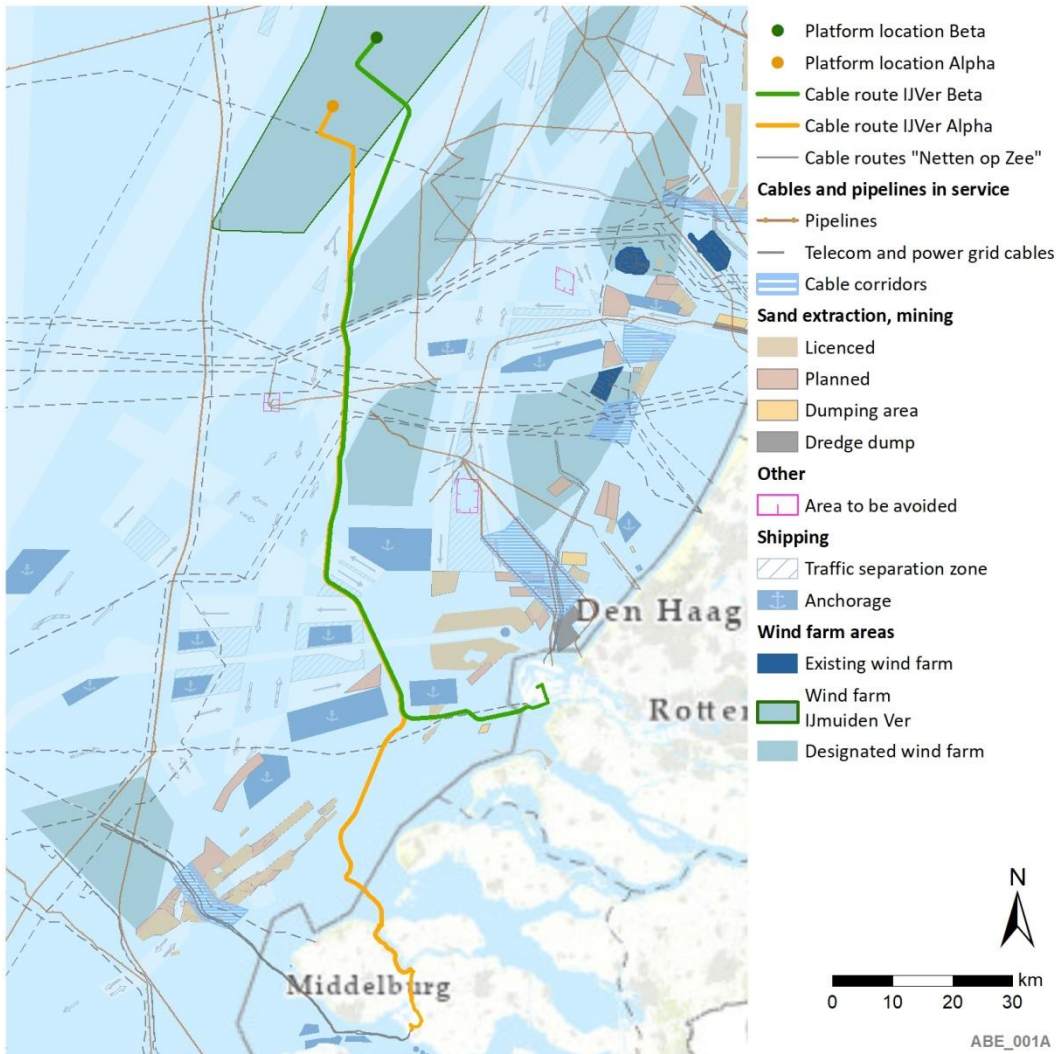


Figure 1 Chart of the two cable routes from the IJV windfarm to the onshore grid

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 4 GW IJV program therefore comprises two offshore grid connections, one for IJV Alpha and one for IJV Beta.

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.

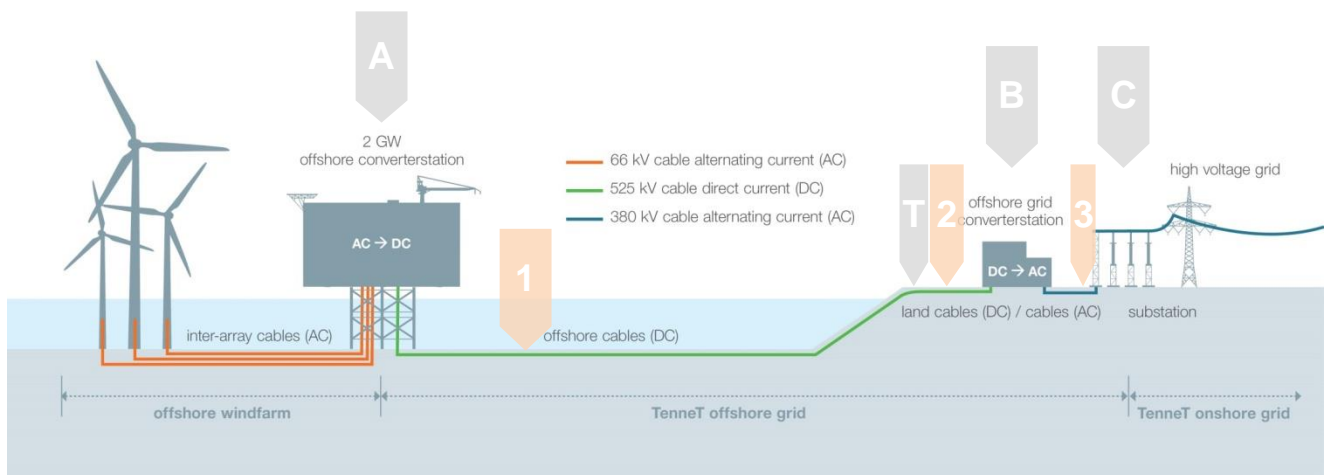


Figure 2 Offshore grid connection

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 four 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 converter station 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 is currently working on a 2 GW HVDC converter station design for the offshore platform. At this moment not all details of the offshore platform are known. Key elements of the design of the offshore platform are:

1. The offshore platform contains all necessary systems, (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport the required 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 shall be 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 Artist impression of 2 GW HVDC offshore platform concept

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 will be designed with a helideck and boat landings, plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. Additionally heli-hoisting from the roof deck is possible.

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 and the Hollandse Kust (zuid) platforms as well as 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.

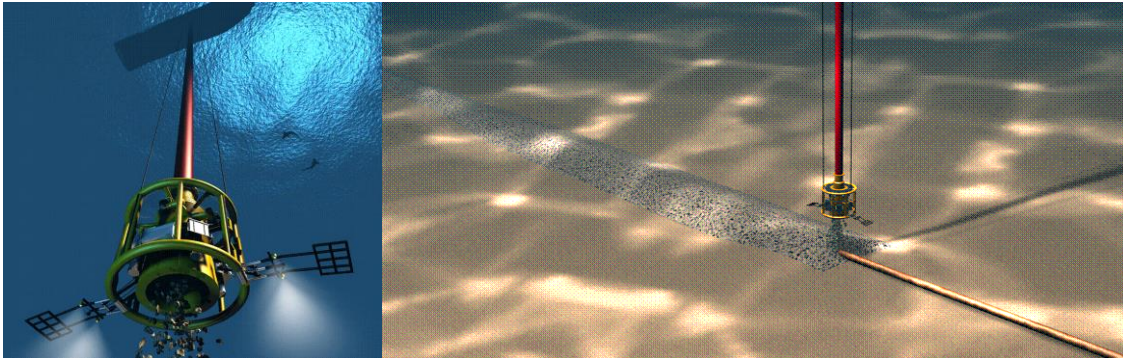


Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

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.

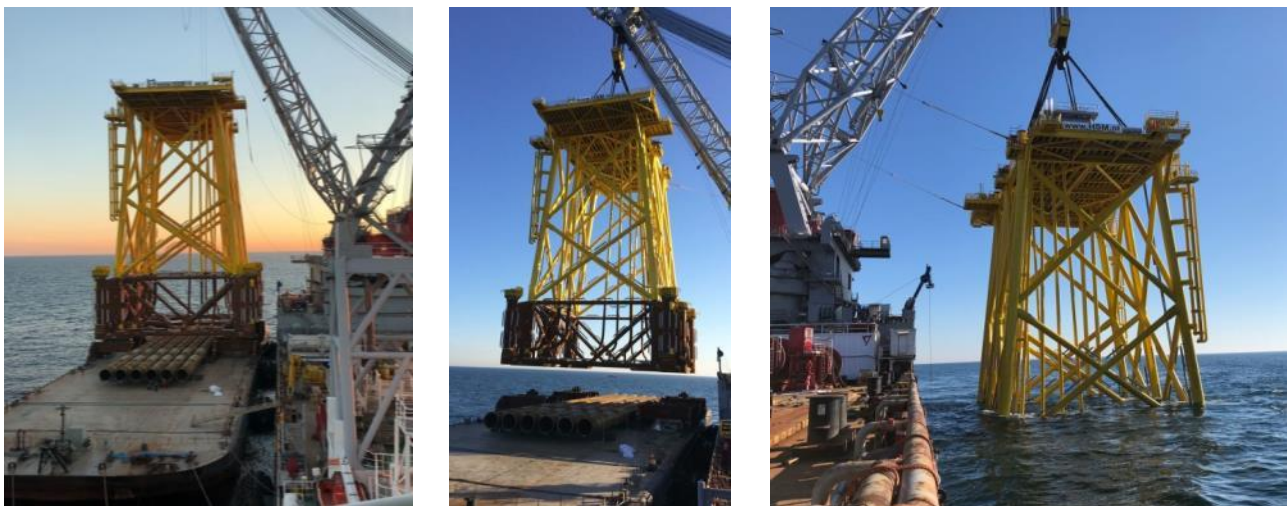


Figure 5 Installation of Borssele Alpha jacket

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is

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

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 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, a heavy lifting vessel will lift the topside off the barge and place it onto the jacket, see Figure 7a.



Figure 6 Pile driving at Borssele Alpha

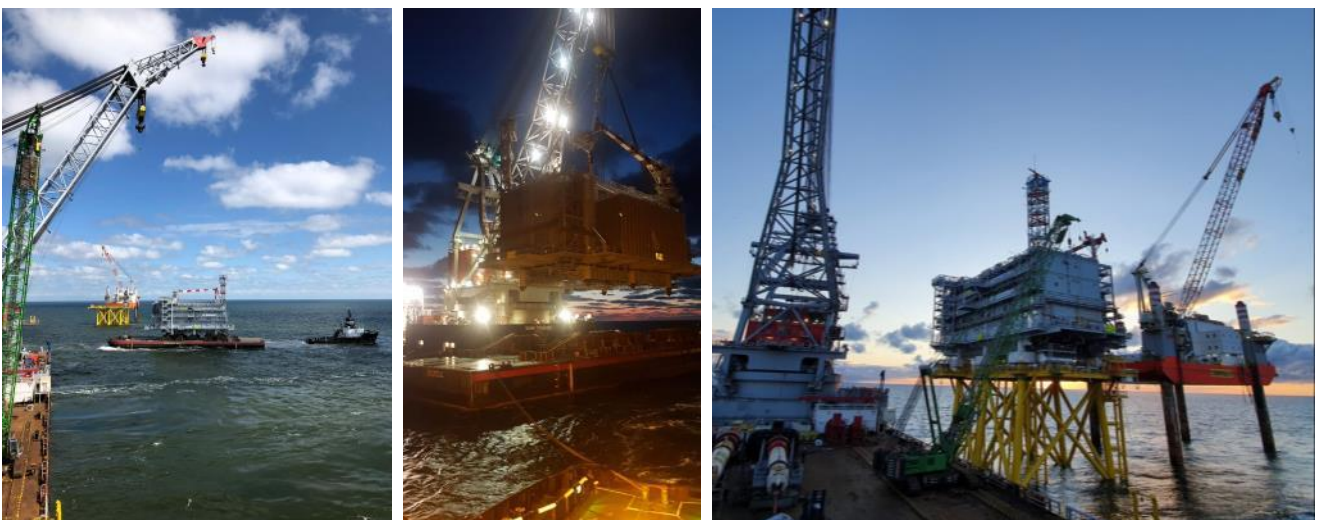


Figure 7a Installation of Borssele Alpha topside

An alternative method is to float the topside over the jacket (see figure 7b). 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 7b Float over installation of the BorWin3 topside in the German Bight

A third option is a catamaran installation with the Pioneering Spirit (see Figure7c). 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 7c 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.

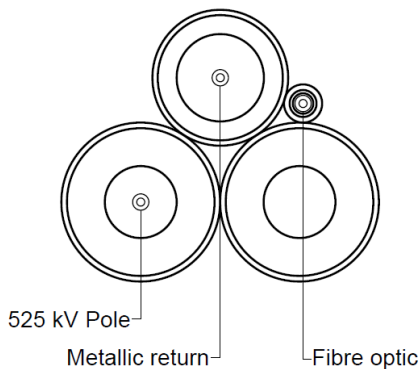


Figure 8 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration

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.

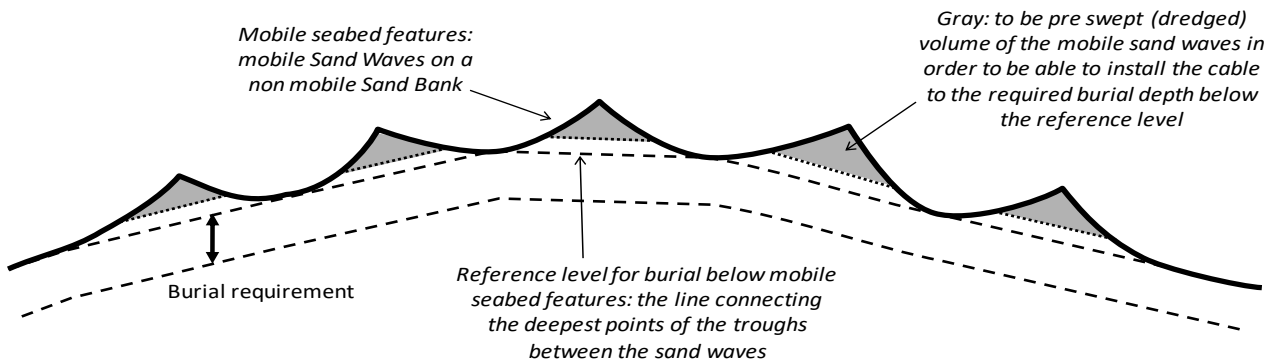


Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves

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.

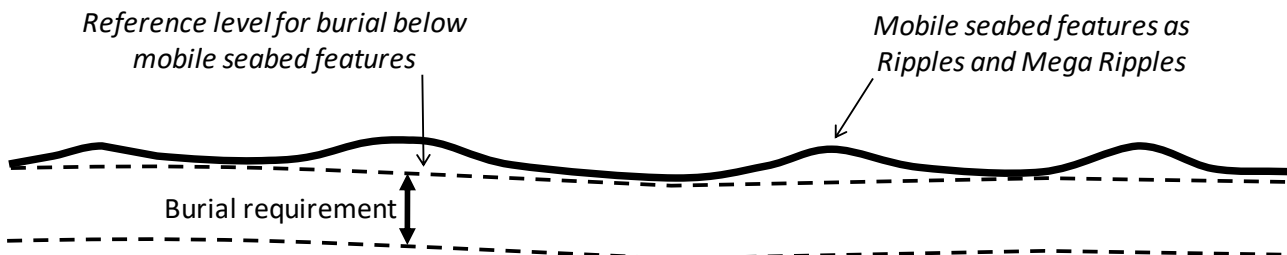


Figure 10 Reference level for cable burial below ripples and mega ripples

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

Several route options for the export cables for the IJV connections are studied and compared with each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected, a geophysical and a geotechnical survey of this route will take place. 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 WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see <http://www.explosievenopsporing.nl/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.

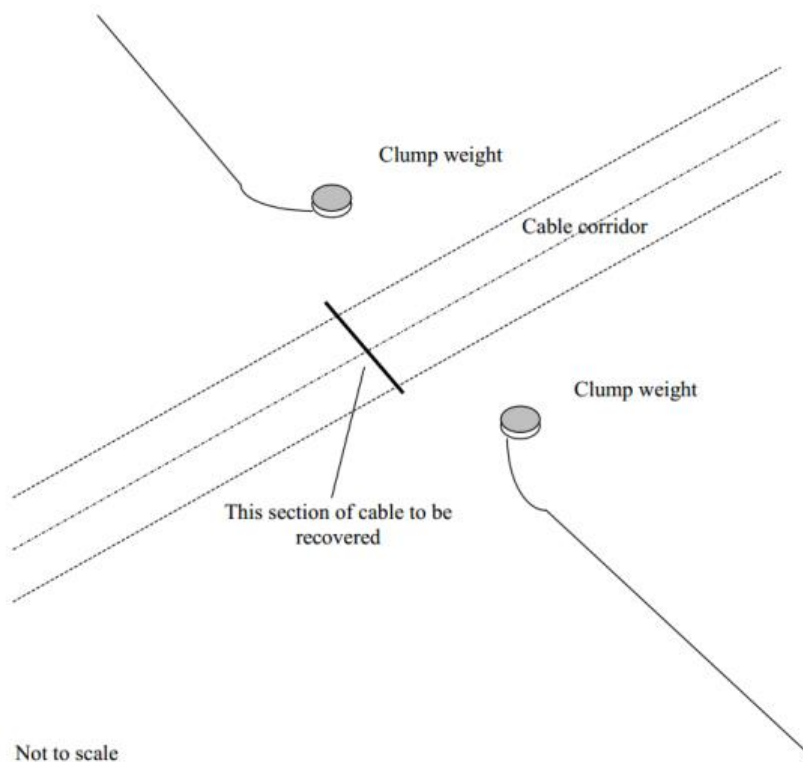


Figure 11 Partial removal of OOS cables of ICPC recommendation 01

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 12 shows the cable trench configuration for IJmuiden Ver Alpha.

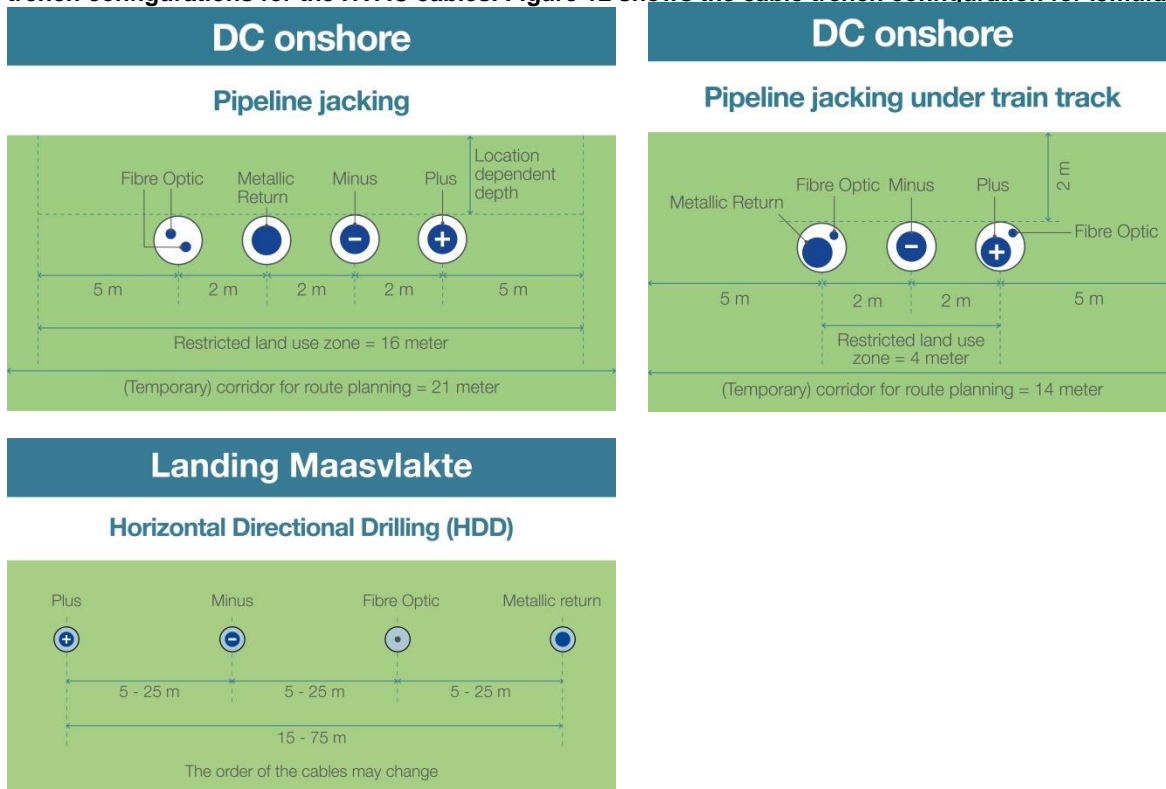


Figure 13 show the cable trench configuration for IJmuiden Ver Beta. Figure 14 shows the cable trenches for the 380 kV HVAC connections.

DC onshore bundled

Open trench excavation

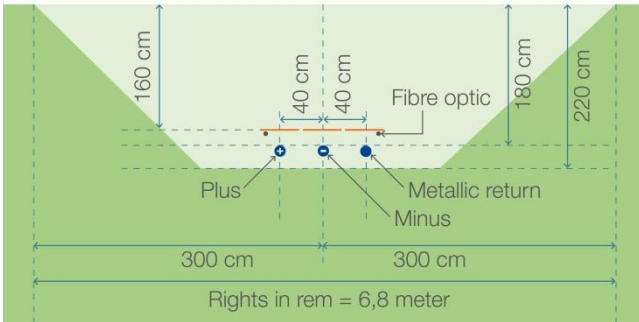
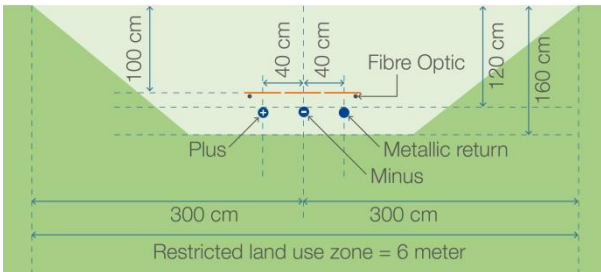


Figure 12 Cable trench configuration IJmuiden Ver Alpha

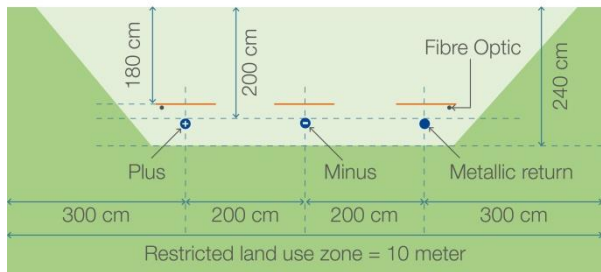
DC onshore bundled

Open trench excavation



DC onshore crossroad

Open trench excavation



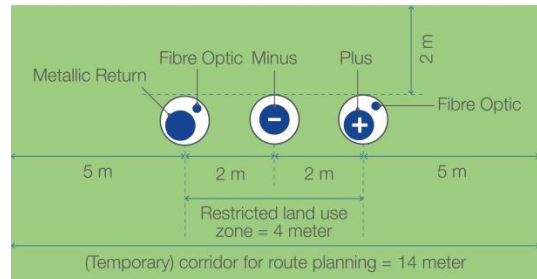
DC onshore

Pipeline jacking



DC onshore

Pipeline jacking under train track



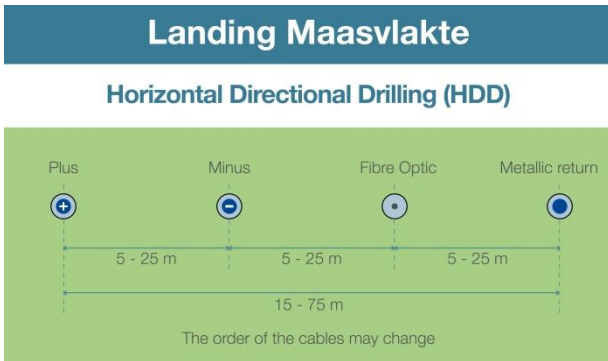


Figure 13 Cable trench configuration IJmuiden Ver Beta

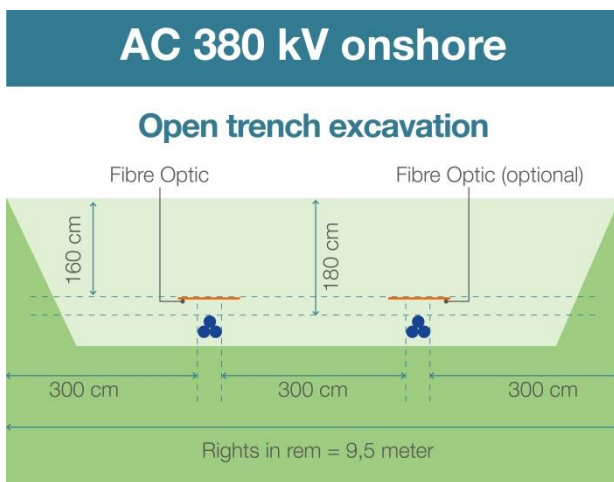


Figure 14 Cable trench configuration 380 kV HVAC connection IJmuiden Ver Alpha

The depth of the trench that is to be excavated depends on the location. This can be in either an agricultural area or a non-agricultural area. The depth to be excavated in the case of a non-agricultural area is approximately 1.50 m and the excavation depth in the case of agricultural area is 2.50 m. The width of the trench depends also on the depth of the trench and soil conditions, taking into account a ratio of 1:3 for the sides of the trench.

Included in the trench configuration for both HVDC and HVAC cables will be 2 fibre optic (FO) cables, installed as ground cables (without a duct) or installed inside a protective duct, size 40-50mm. The FO cables or cable ducts will be installed directly under the cable protection plates, as shown in the respective figures.



Figure 15 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.

DC onshore bundled

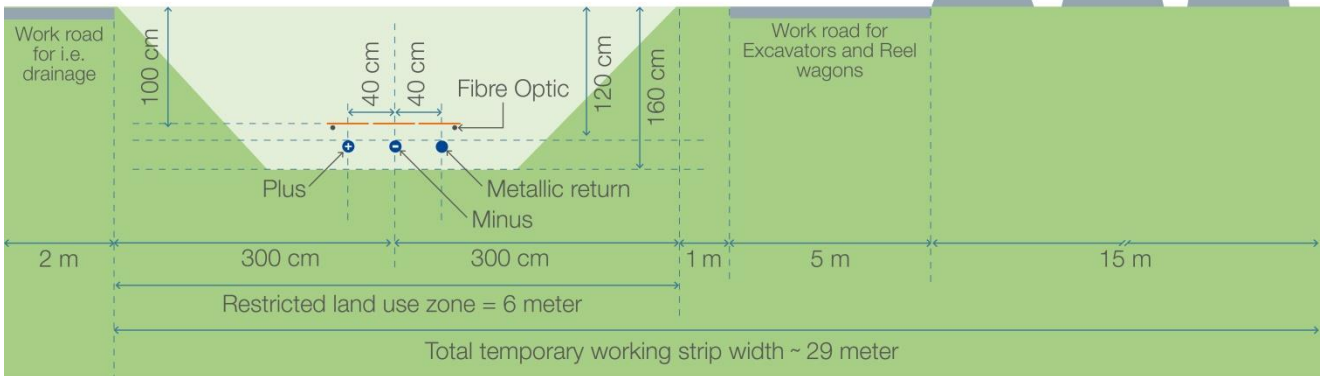
Open trench excavation – working strip width*



Alpha

DC onshore bundled

Open trench excavation – working strip width



Beta

AC onshore bundled

Open trench excavation

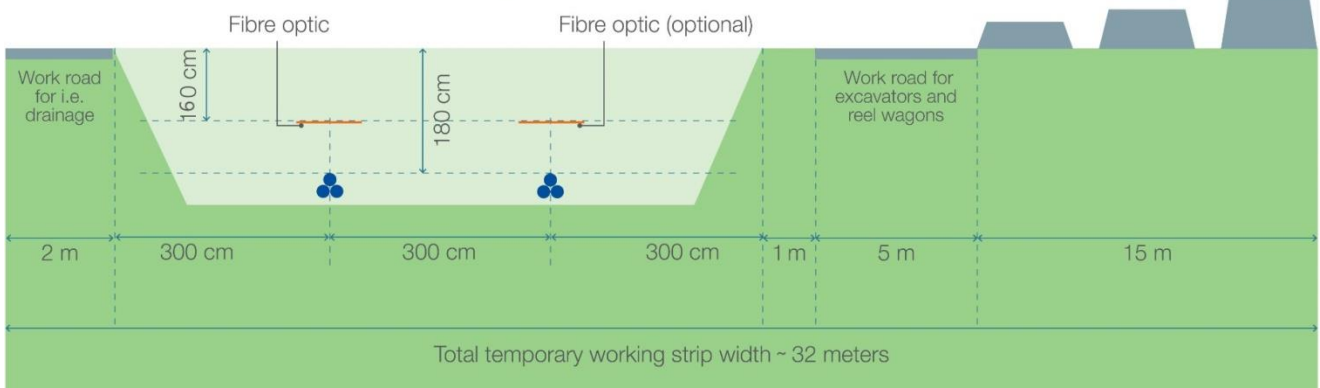


Figure 16 Typical example working area for the two different kind of trench types (525 kV HVDC and 380 kV HVAC connection)

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



Figure 18 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)



Figure 19 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.

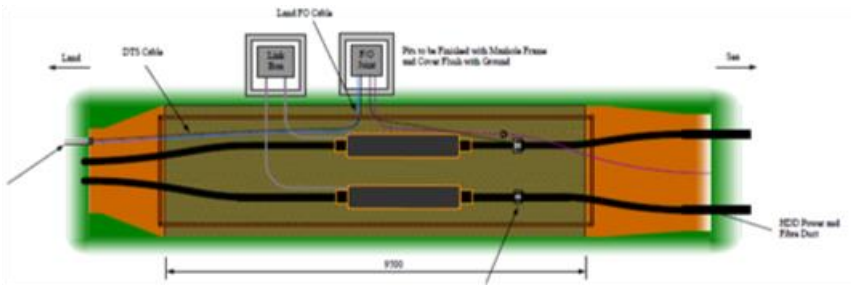


Figure 20 Typical transition joint bay lay-out for HVDC cable system comprising of 2 DC cables and a Fibre Optic (without MR cable)

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.

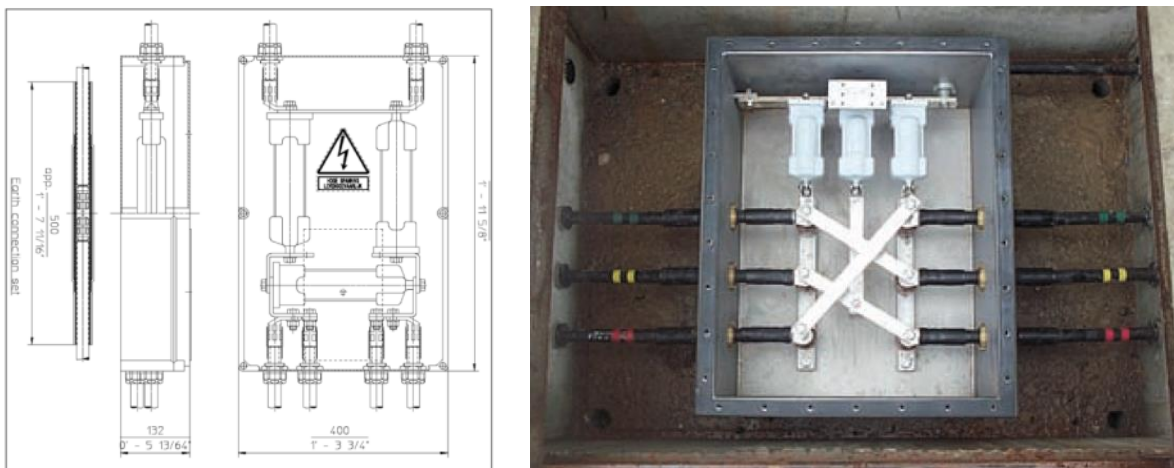


Figure 21 Typical cross bonding box for AC only (underground)

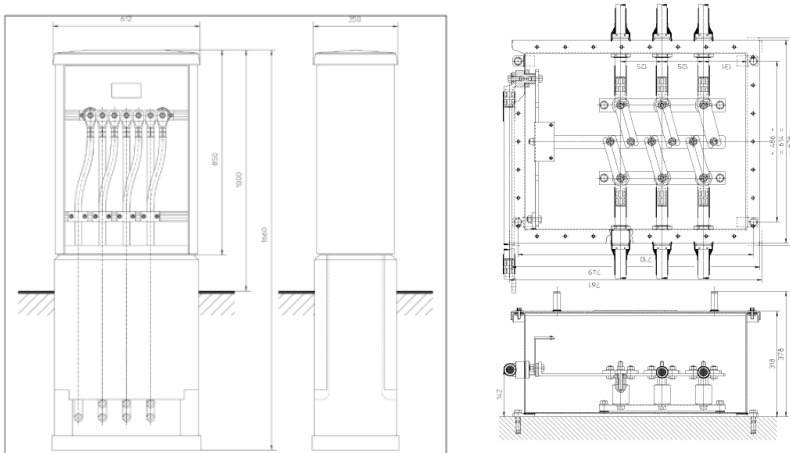


Figure 22 Typical Earthing box (can be both above ground and underground)

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.

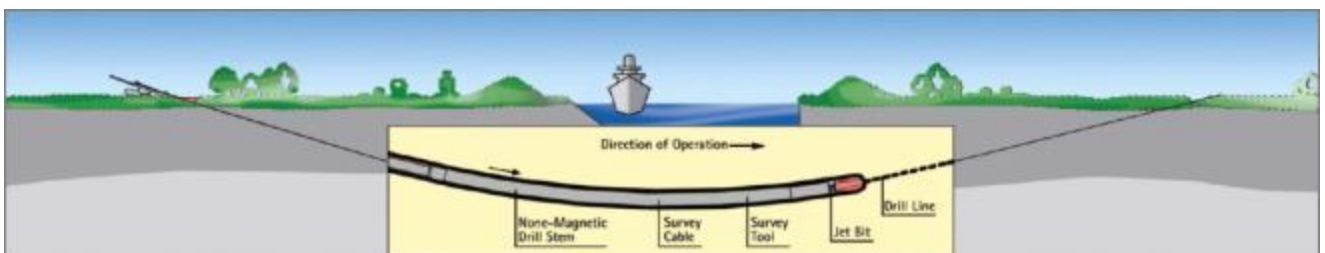


Figure 23 First stage of an HDD - pilot drill

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.

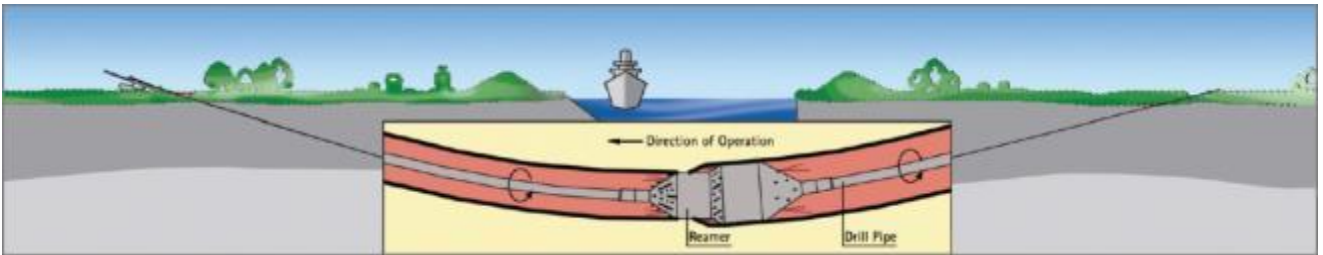


Figure 24 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill



Figure 25 - 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.

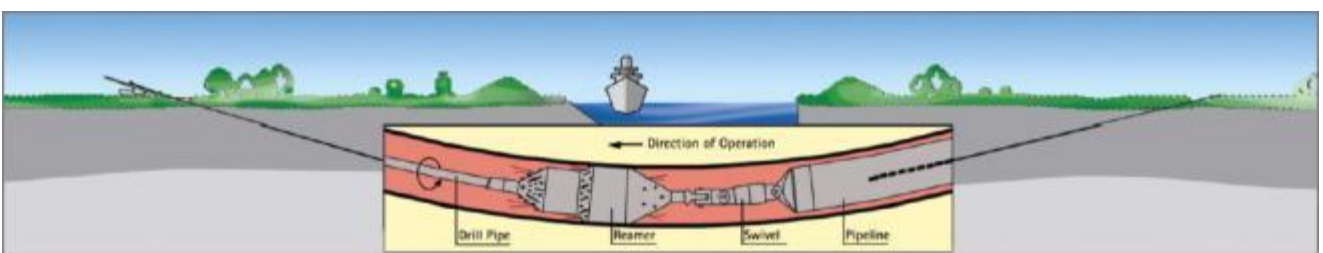


Figure 26 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline

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 27 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.



Figure 28 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.

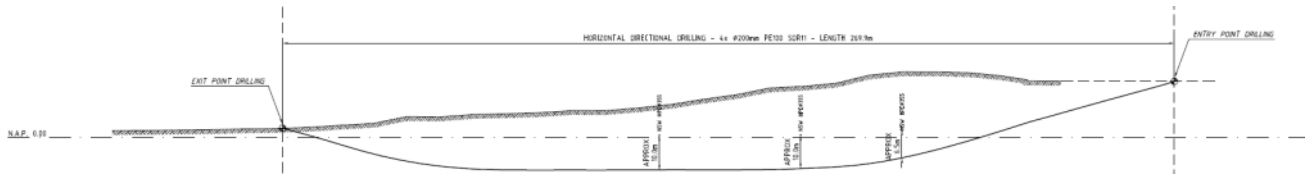


Figure 29 longitudinal profile of a typical outfall drilling

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)

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.

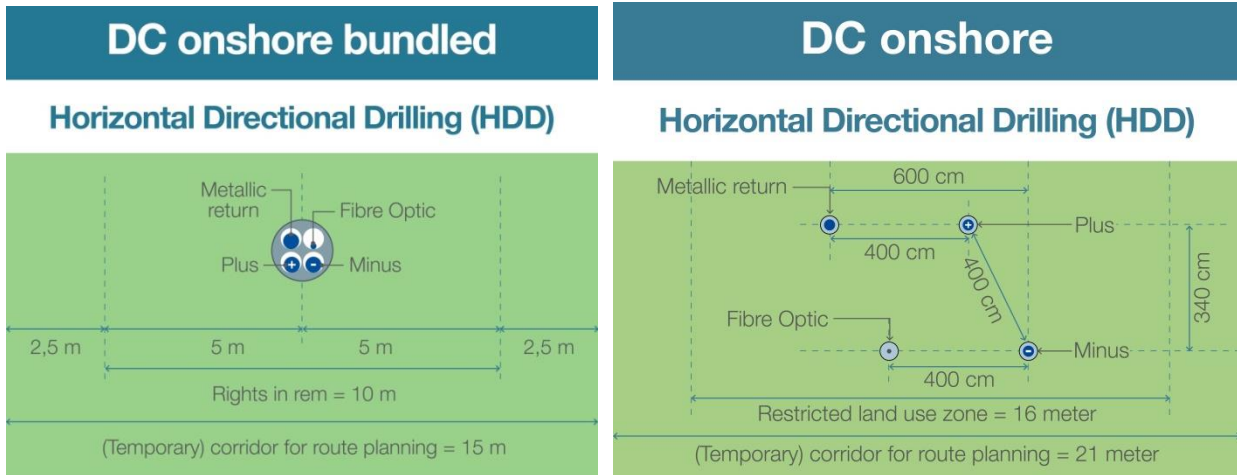


Figure 30a/30b Standard HDD configuration HVDC connection (left) and separate HDDs (right; used in Beta only).

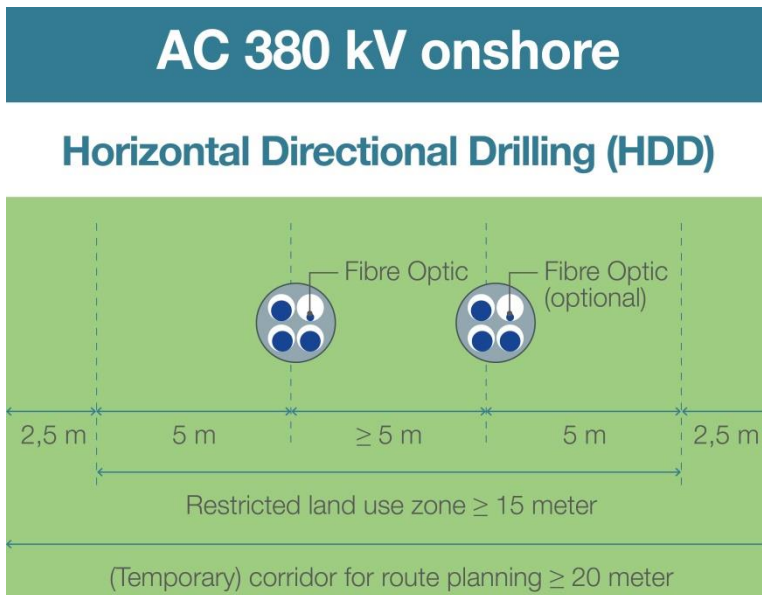


Figure 31 Standard HDD configuration HVAC connection

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 32 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.

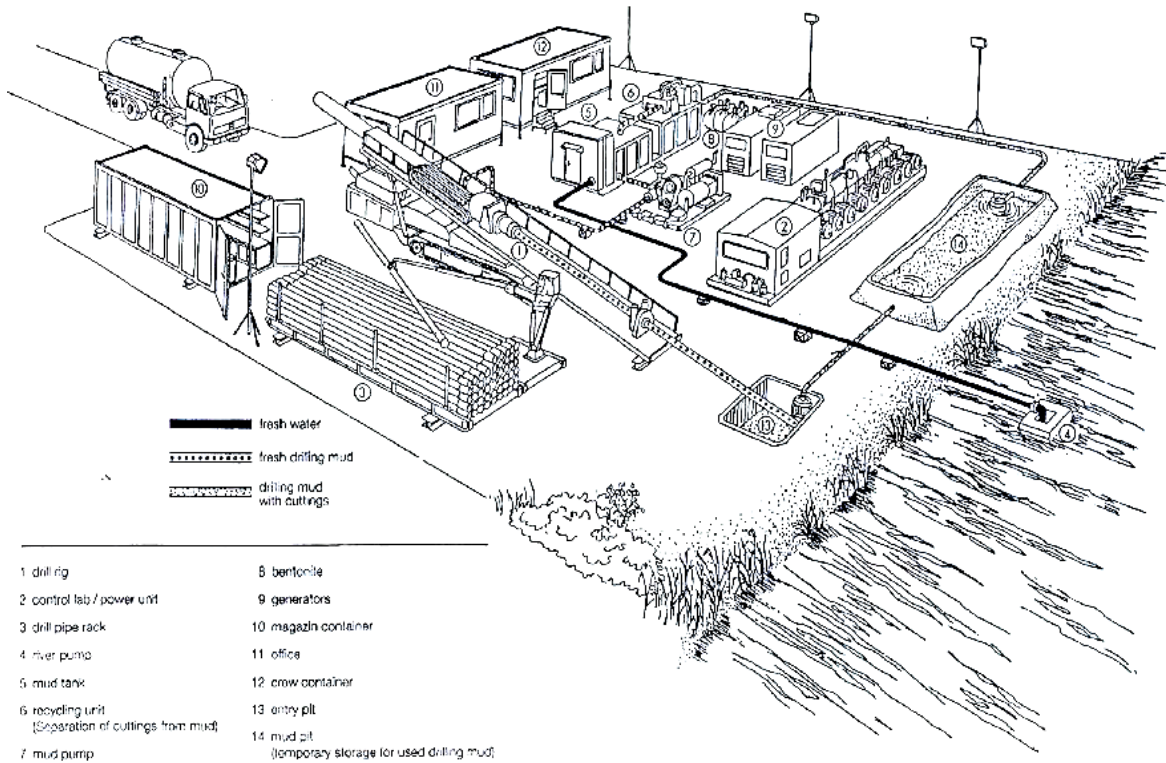


Figure 33 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

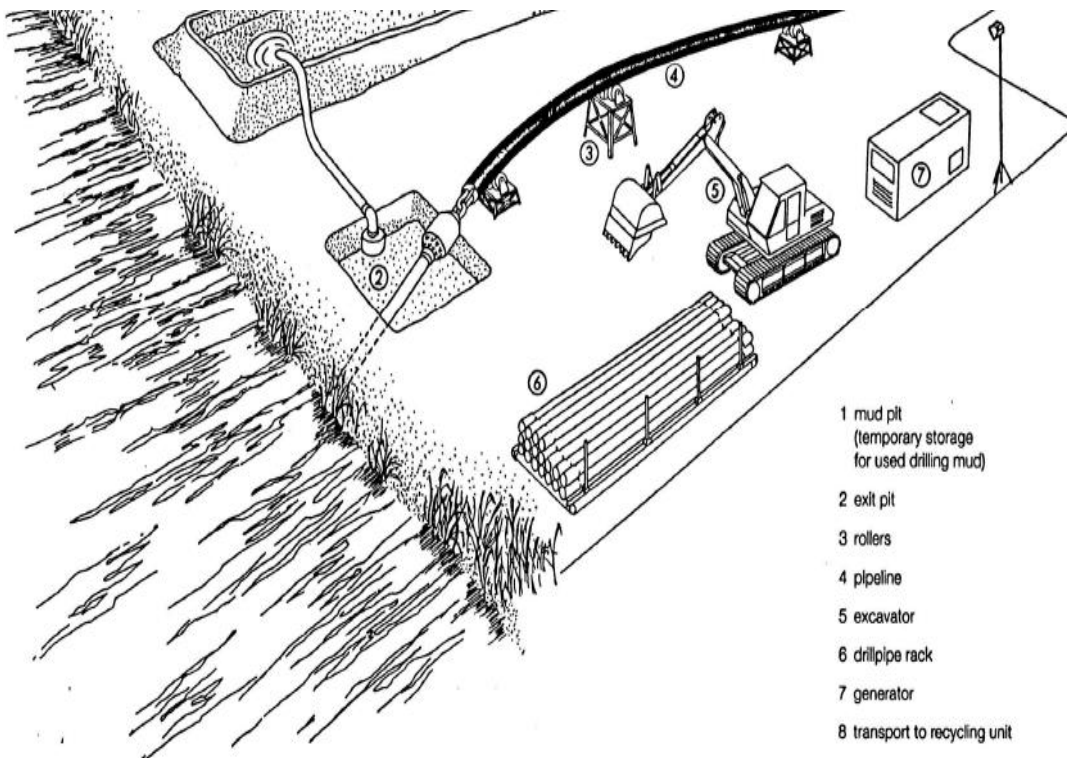


Figure 34 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

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 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

8.2 Offshore cable route configuration, bundled or unbundled

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 can be installed at sea in an unbundled or in a bundled configuration. The individual HVDC cables are brought together on the installation vessel during the installation process, in case the cables are installed in a bundled configuration, In an unbundled configuration, the cables can be installed completely individually from each other using different ships and burial tools.

In the unbundled configuration the individual cables of the HVDC system, i.e. the plus pole cable, the minus pole cable, the metallic return and the fibre optic cable, are installed at a significant distance from each other, with for instance 100 or 200 meter between the poles. The NorNed interconnector between The Netherlands and Norway has for instance been installed unbundled in Norwegian waters. An unbundled installation makes it possible to install the cables as individual cables and to maintain and repair the cables as individual cables. The downsides of an unbundled installation are the significantly larger space (corridor width) required for the system at sea and the stronger electromagnetic field in the surrounding of the individual poles, because the individual electromagnetic fields of the poles do not neutralise each other at a short distance when installed unbundled.

In the bundled configuration, 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. In the bundled configuration the distance between the individual cables, or between pairs of individual cables, is limited to some meters. In the bundled configuration 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 toughing

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).

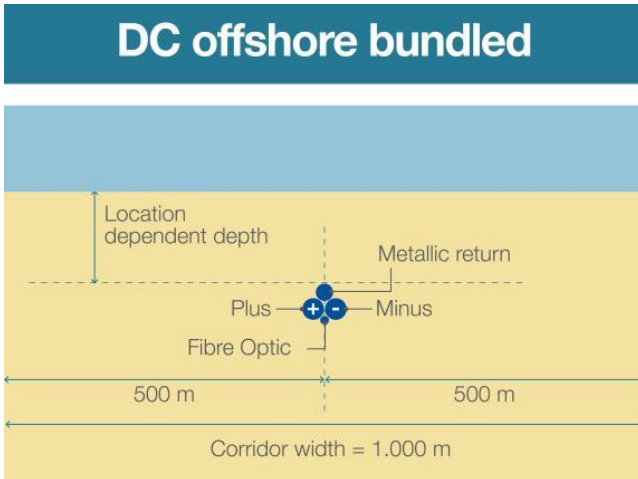


Figure 35a Cable corridor offshore section with bundled and touching cables

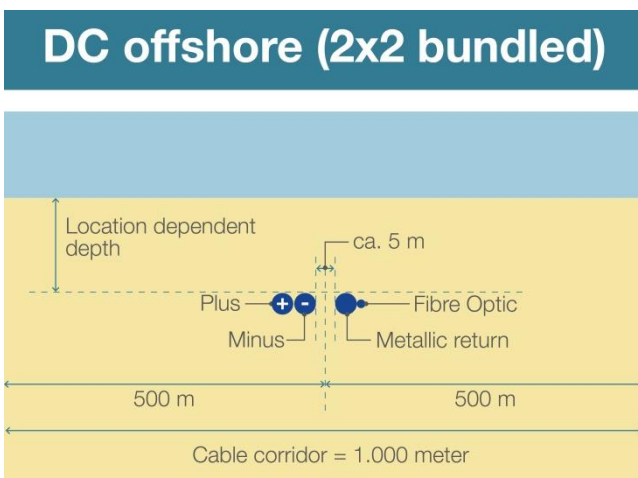


Figure 35b: DC offshore 2*2 bundled

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 an 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.

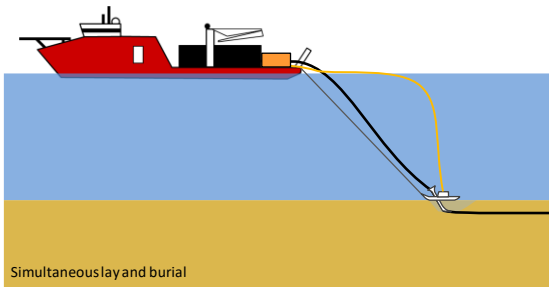


Figure 36 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

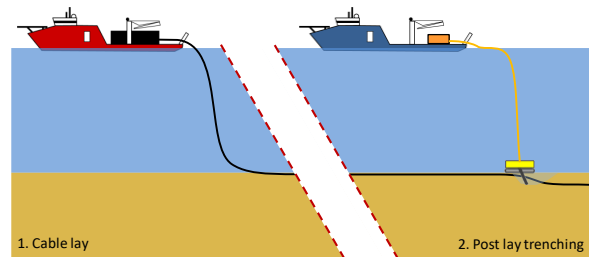


Figure 37 Post Lay Burial (PLB)

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.

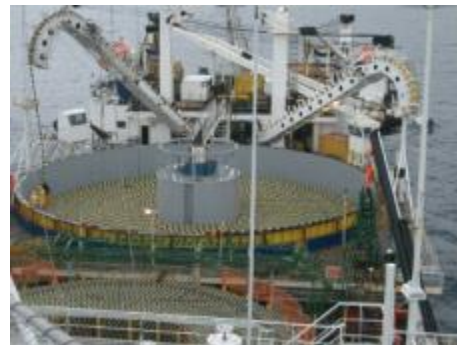


Figure 38 Typical deep water cable installation vessels

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.

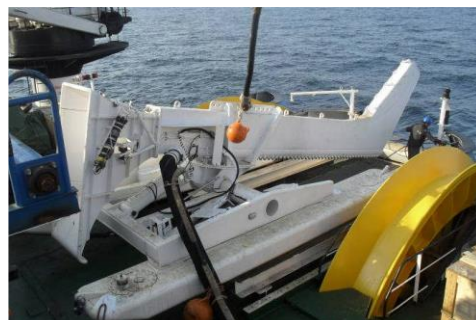


Figure 39 Typical Jet sledge

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 40 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.

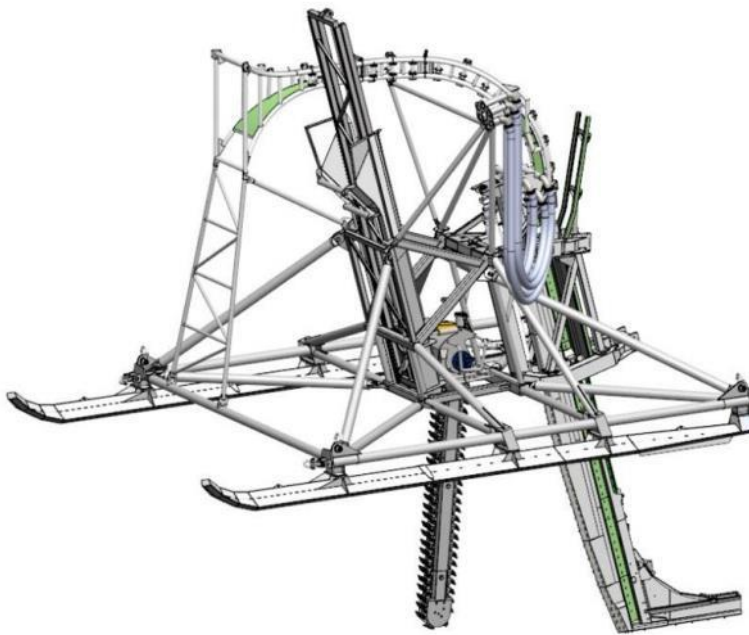


Figure 41 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger

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.

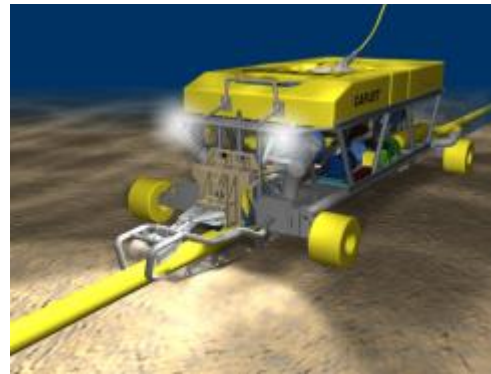


Figure 42 Typical ROV Jet trencher

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 43 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 44 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 45 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 46 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 47 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 48 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.

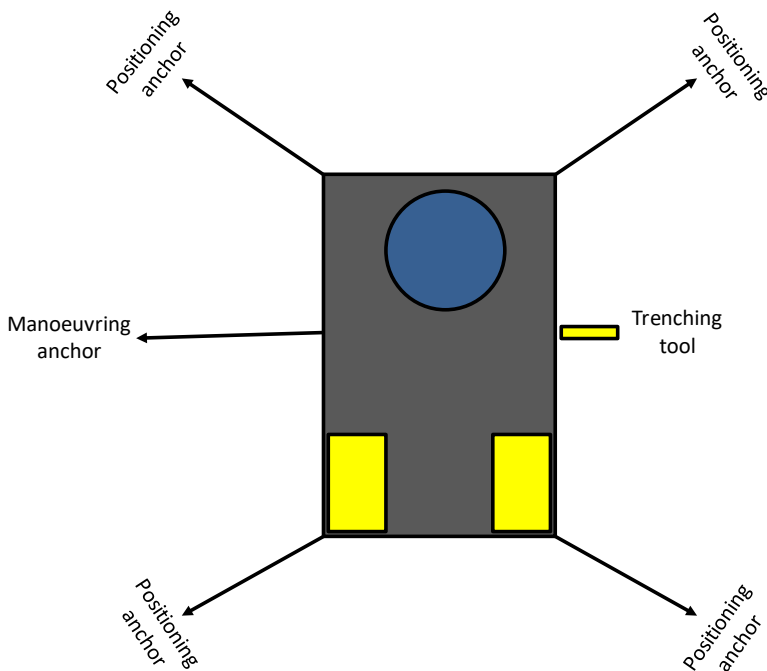


Figure 49 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

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.

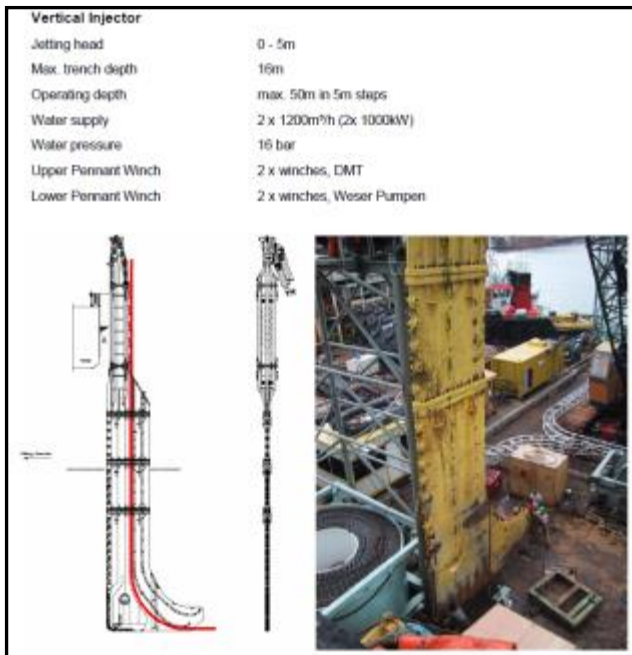


Figure 50 Vertical Injector



Figure 51 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland, location indicated in red



Figure 52 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 53 Vibration plough deployed from a barge



Figure 54 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 55 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.

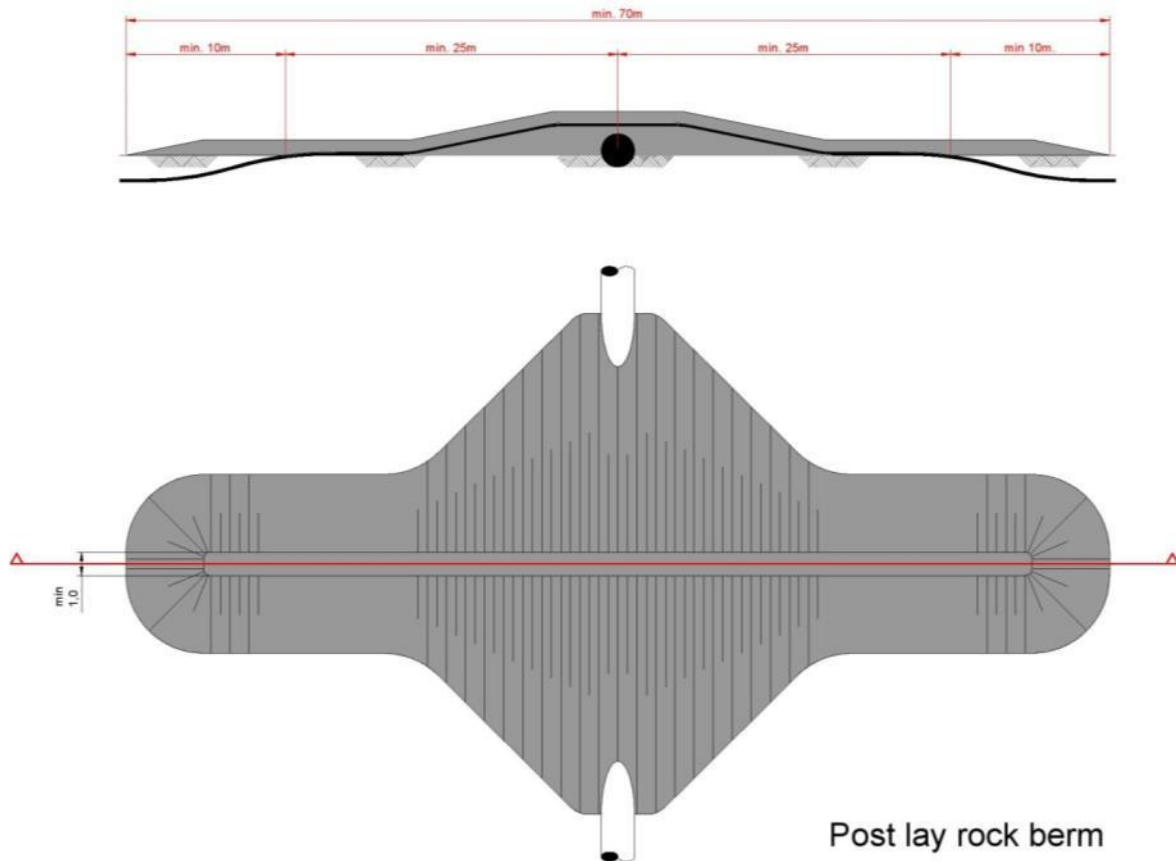


Figure 56 Typical rock - rock crossing structure

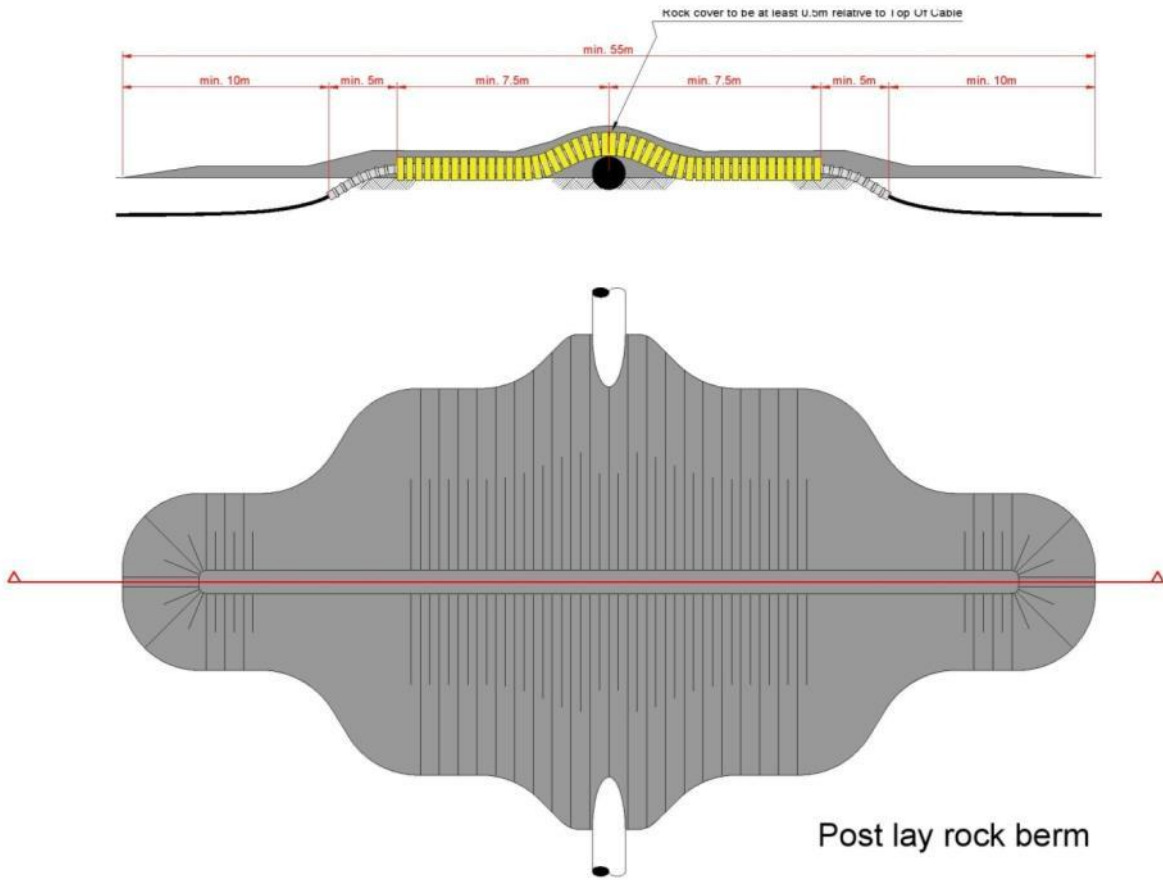


Figure 57 Typical separator - rock crossing structure

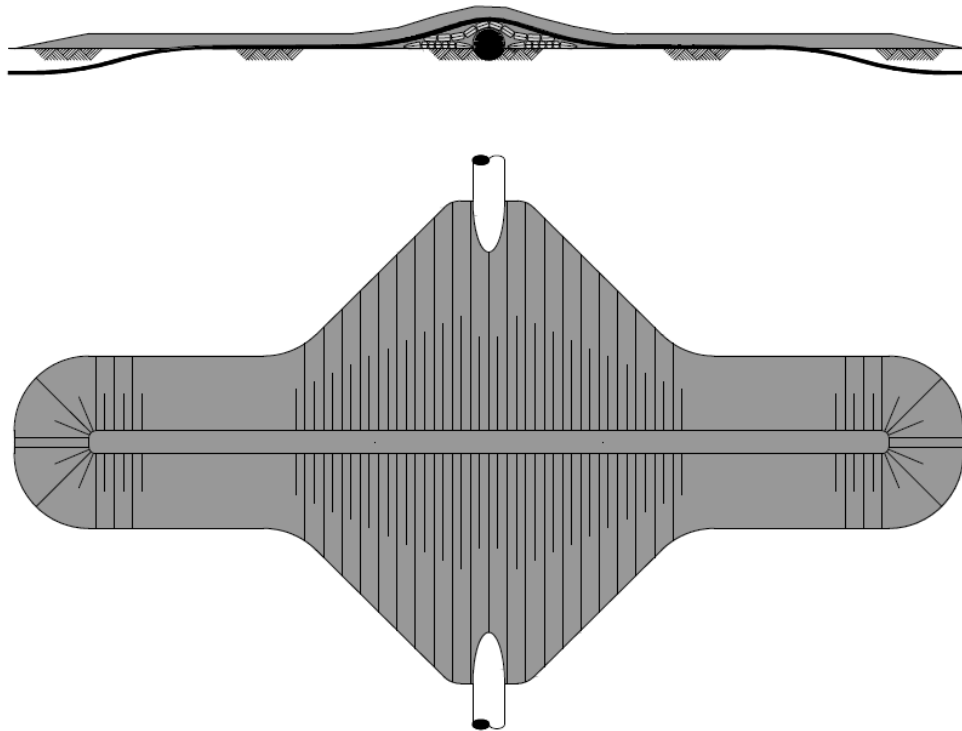


Figure 58 - Typical concrete mattresses - rock crossing structure

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 sprinkler layer in avoiding hooking of fishing gear behind rocks is not supported by studies and experiments; even with a sprinkler 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 sprinkler layer has been made of marble (remains of a marble quarry in Norway), which provides chalk to bottom life. That way the required sprinkler 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 including space for the wind farm owners.
- Outdoor cooler banks for converter cooling
- Storage facilities, for spare parts



Figure 59 - Artist impression onshore converter station

13.1.2 Electrical Installation

The 525 kV export cables from the platform are connected in the outdoor 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. This is depended per location. At the Borssele location a larger elevation is required compared to the Maasvlakte location.

13.1.4 Access

The onshore converter station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one or two access roads are foreseen (depending on the spatial situation of the onshore converter station).

Beside access by TenneT, also third parties (such as the OWF operators) will have access to a specific part of the Central Service Building. For this an additional entrance gate and additional entrance of Central Service Building will be 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.

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 if it's not being used for any other function.

Bijlage 4 - MER Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Het digitale aanvraagformulier op het Omgevingsloket Online (OLO) biedt helaas niet de mogelijkheid om alle bijlagen van de aanvraag te uploaden, omdat de maximale grootte van de totale set aan bijlagen is begrenst. De omvang van het MER overschrijdt de maximale grootte.

Het MER inclusief bijlagen is om die reden toegevoegd via een WeTransfer-link in dit document. Wij adviseren u om deze direct na ontvangst van onderhavige aanvraag te downloaden, de link is 4 weken beschikbaar.

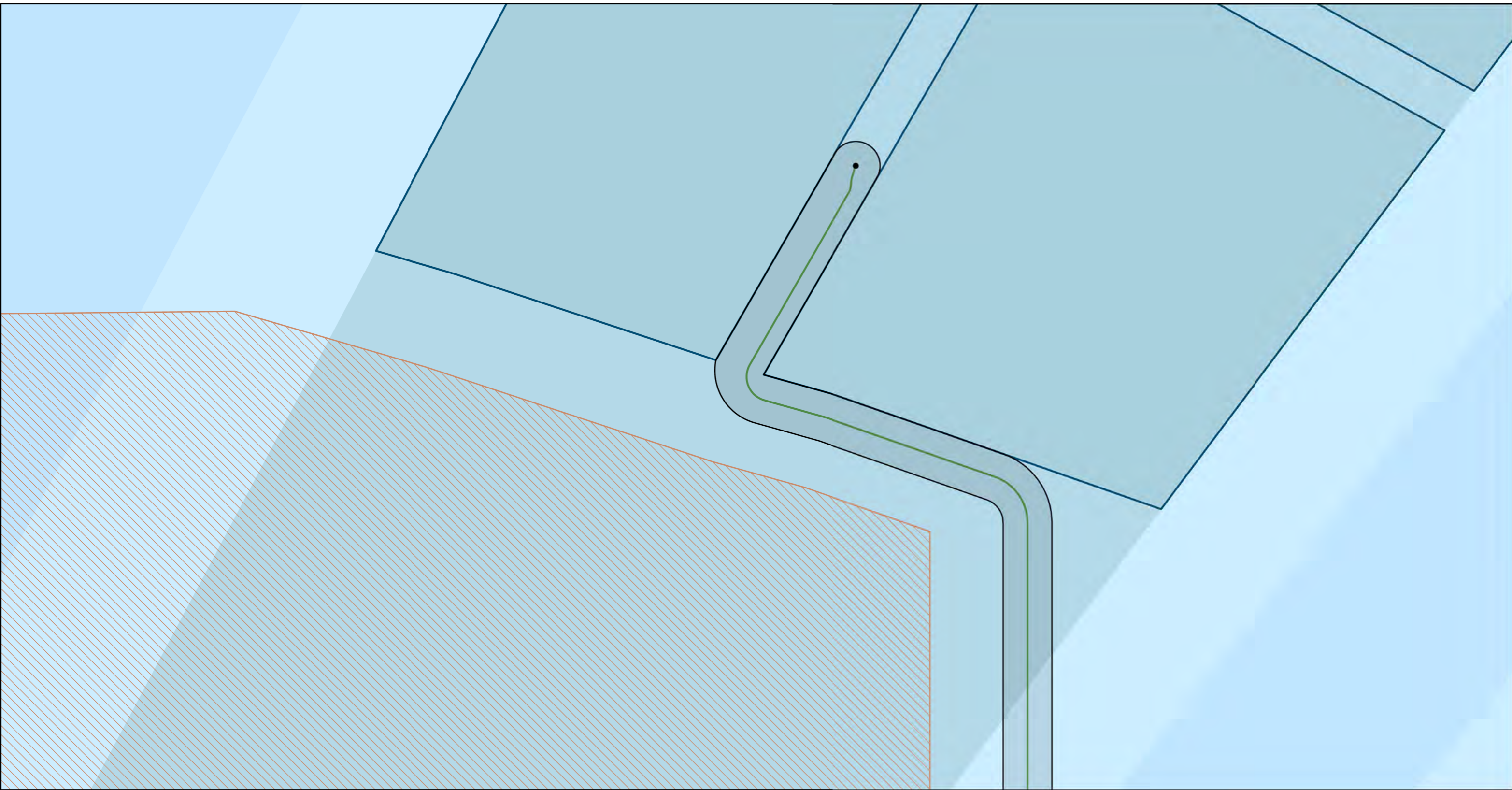
Downloadlink

U kunt bijlage 4 MER inclusief bijlagen via de volgende link tijdelijk te downloaden:

<https://we.tl/t-JiUTxqxfRY>

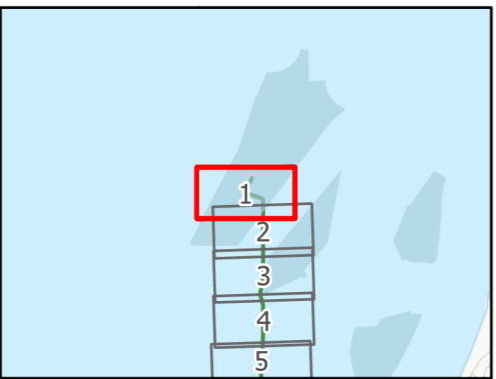
In de link vindt u de volgende documenten:

- Samenvatting MER
- MER Deel A
- MER Deel B
- Bijlagen deel A
- Bijlagen deel B



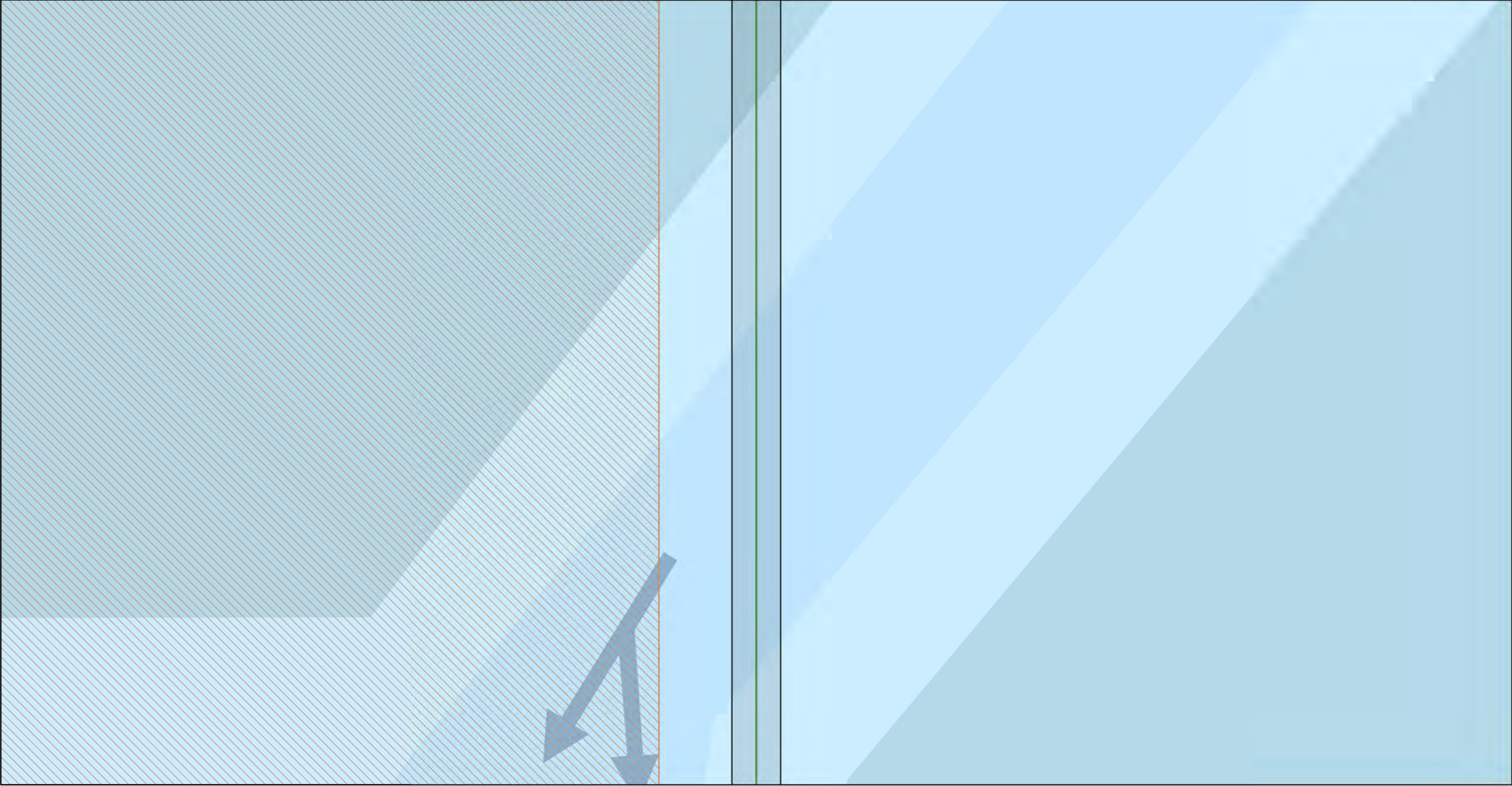
Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 1 van 11		

0 1 2 3 4 Km

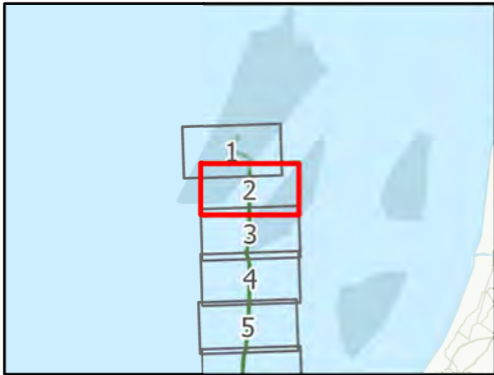


- Platformlocatie
- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- ▨ Indicatieve ligging Bruine Bank
- Windenergiegebied IJmuiden Ver
- Andere aangewezen windenergiegebieden
- Clearways scheepvaart

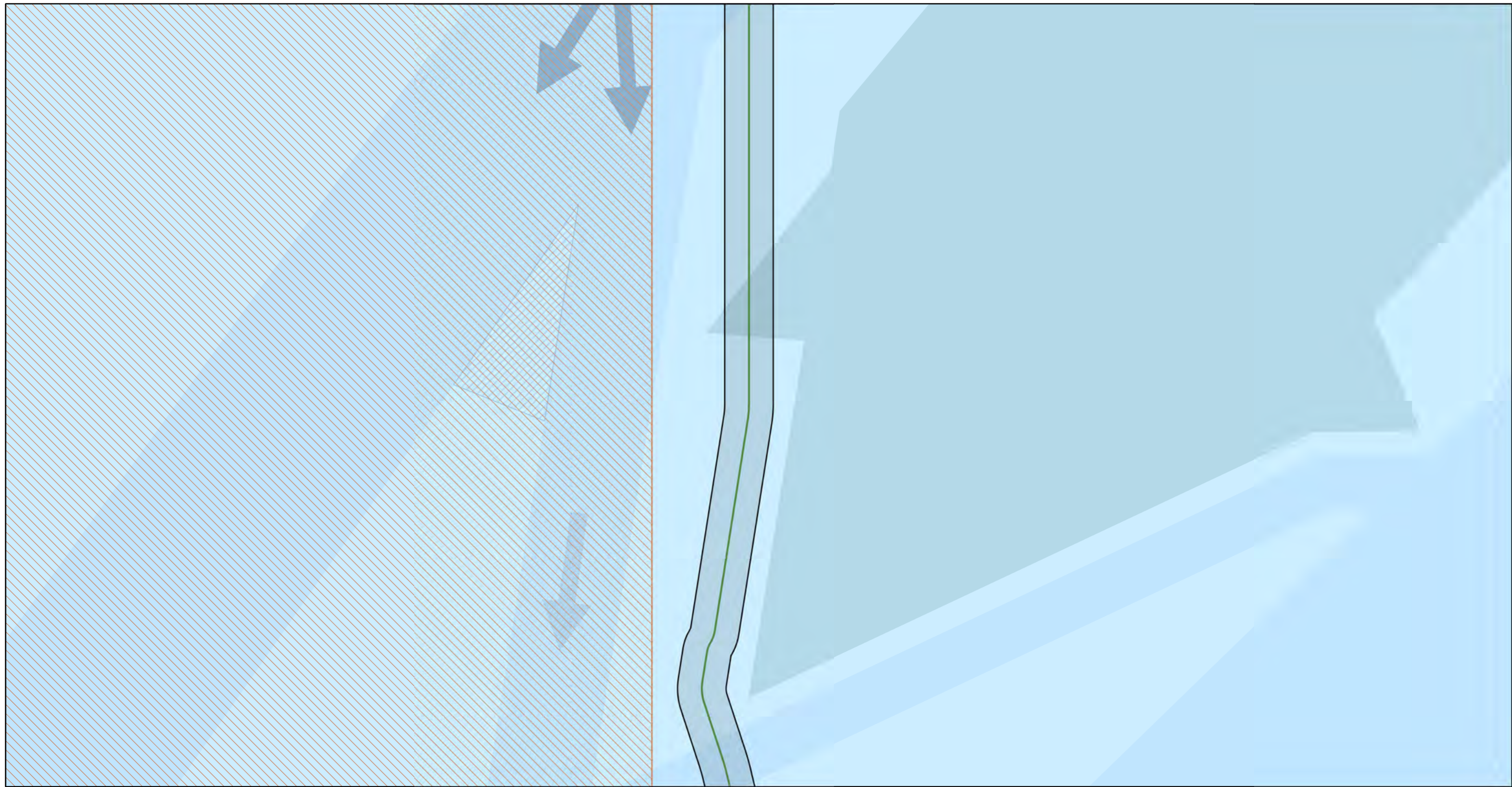
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



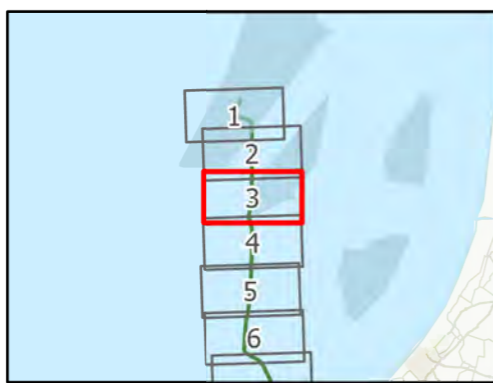
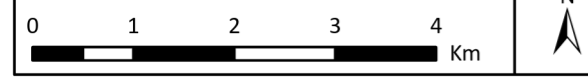
Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 2 van 11		
0 1 2 3 4 Km			



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Andere aangewezen windenergiegebieden
- Clearways scheepvaart

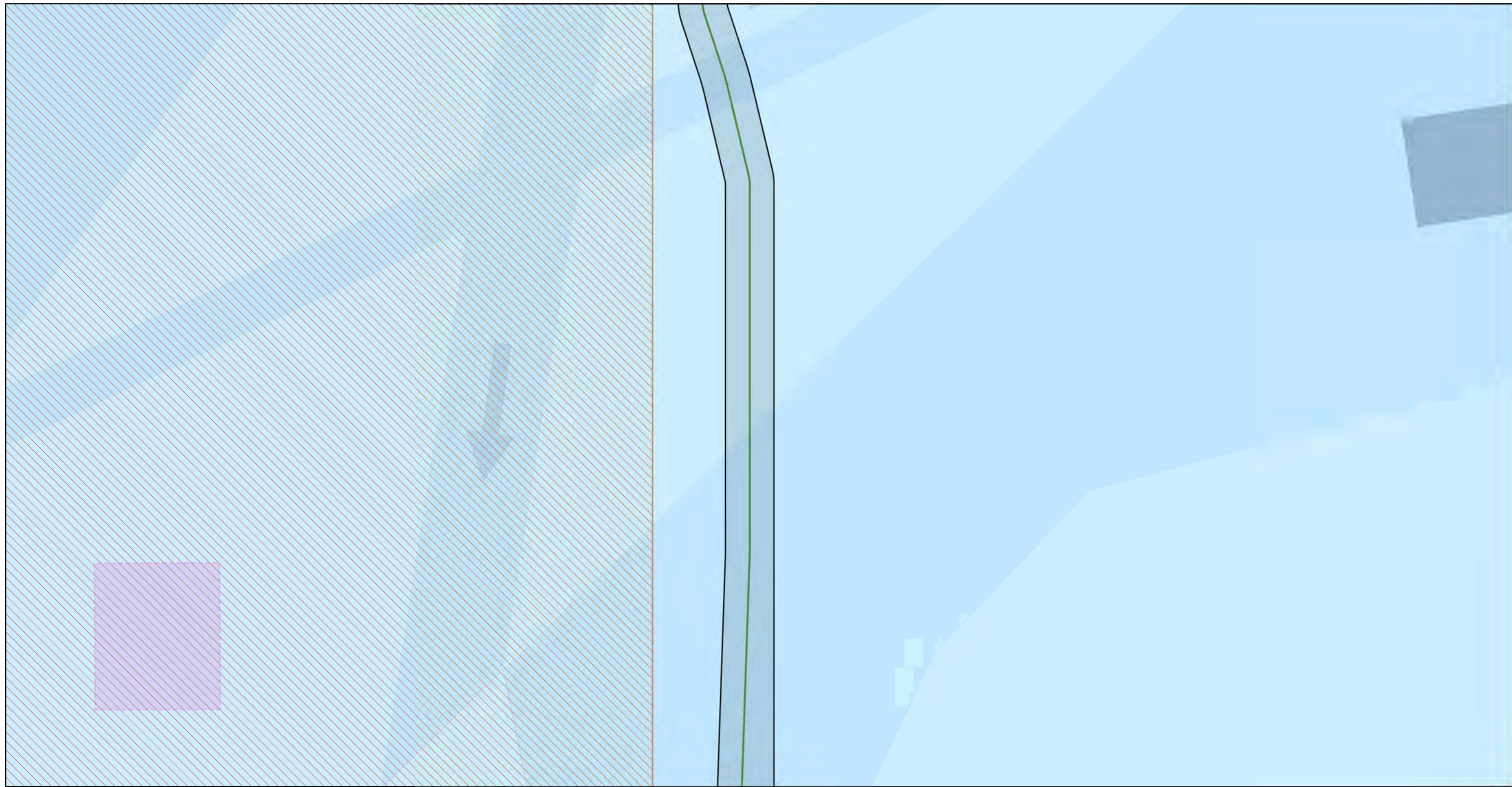


Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 3 van 11		

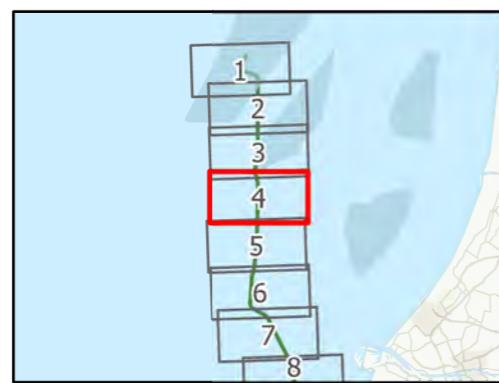
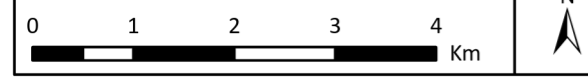


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Seperatiezone
- Andere aangewezen windenergiegebieden
- Clearways scheepvaart

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

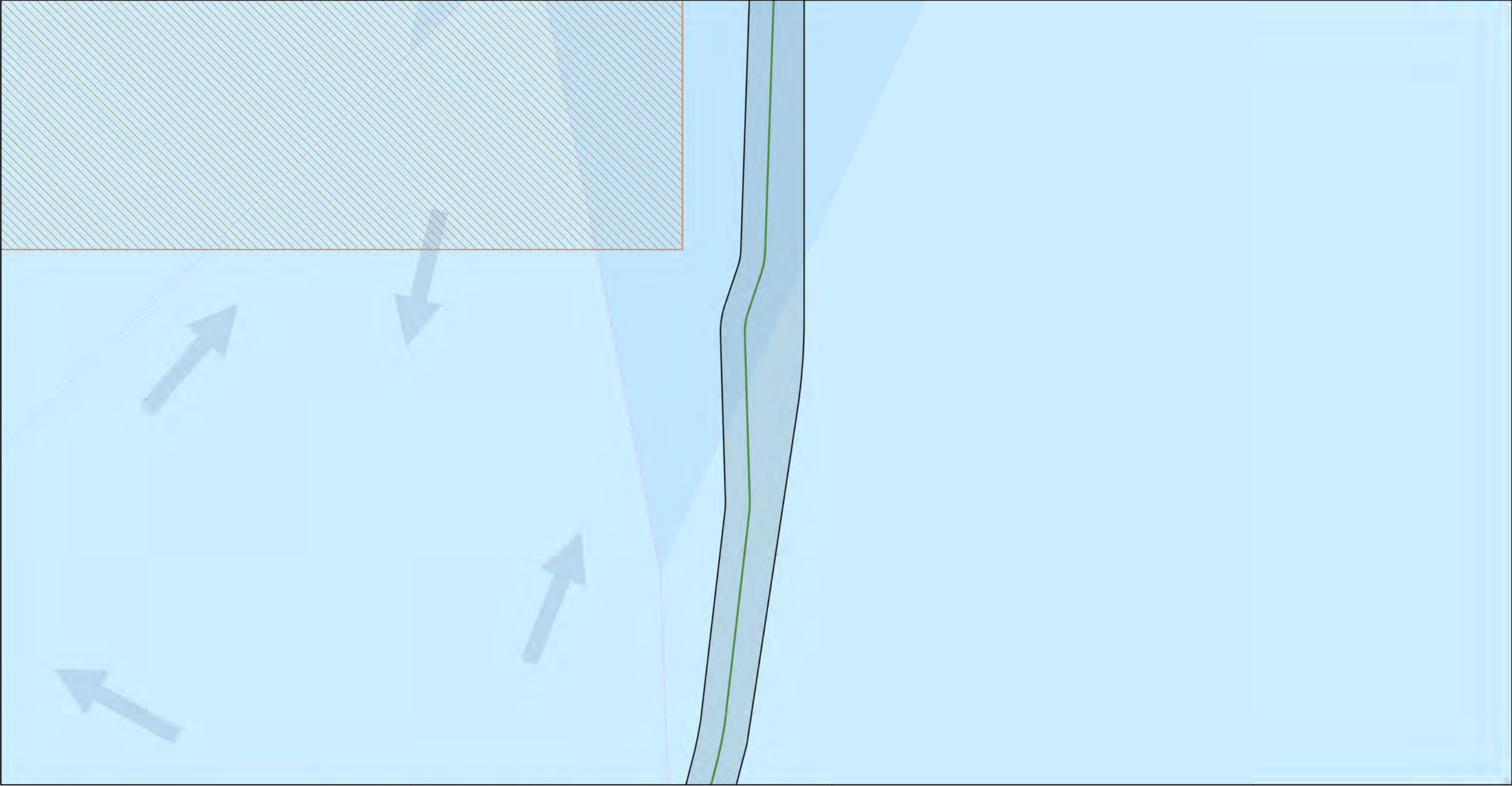


Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 4 van 11		

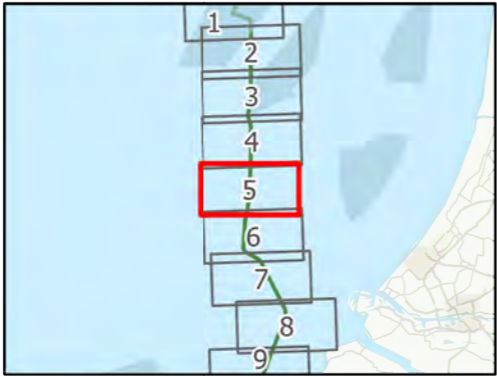


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Special area
- Te vermijden gebied
- Ankergebieden
- Andere aangewezen windenergiegebieden
- Clearways scheepvaart

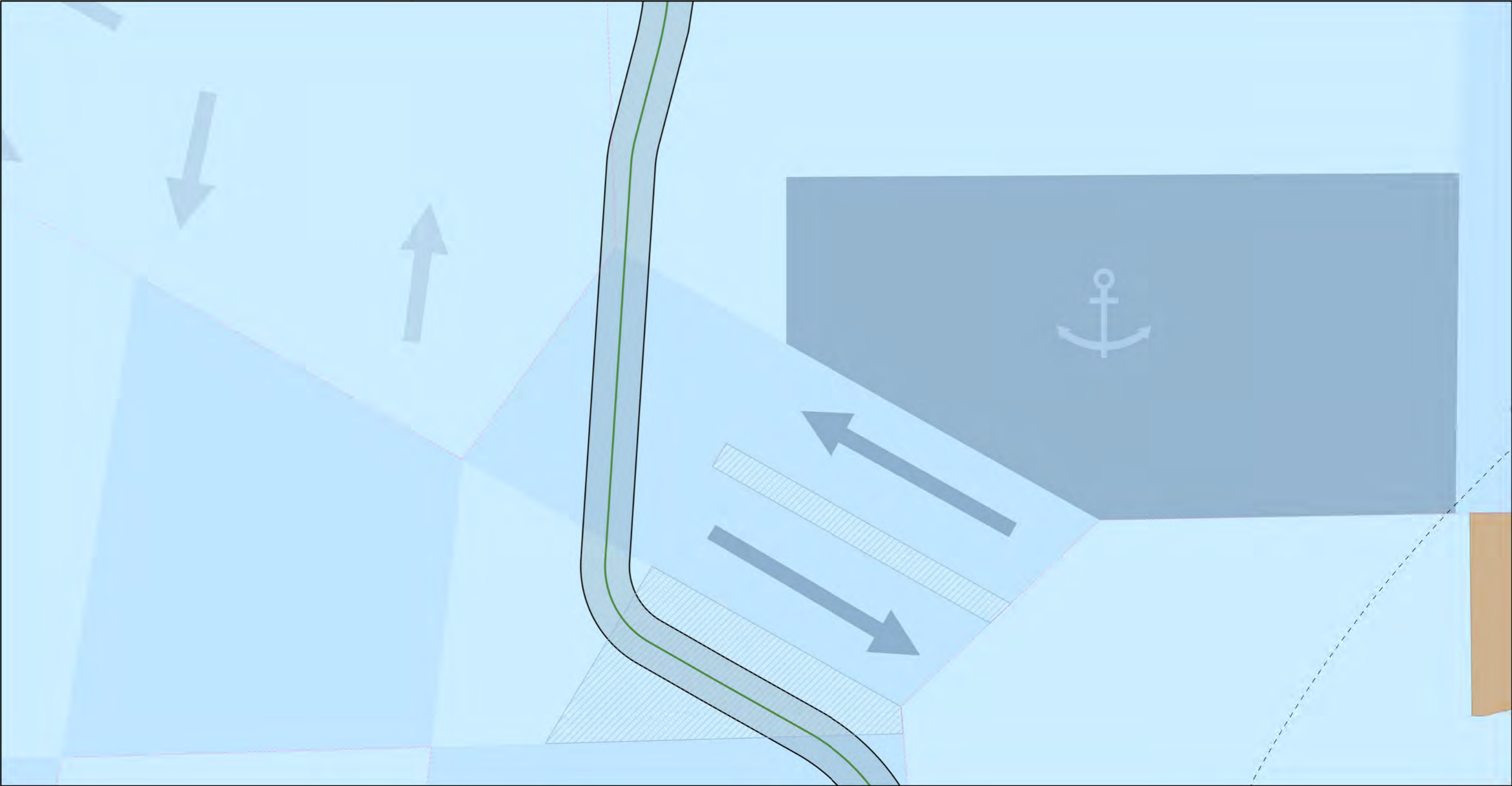
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 5 van 11		
0 1 2 3 4 Km			



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Special area
- Clearways scheepvaart

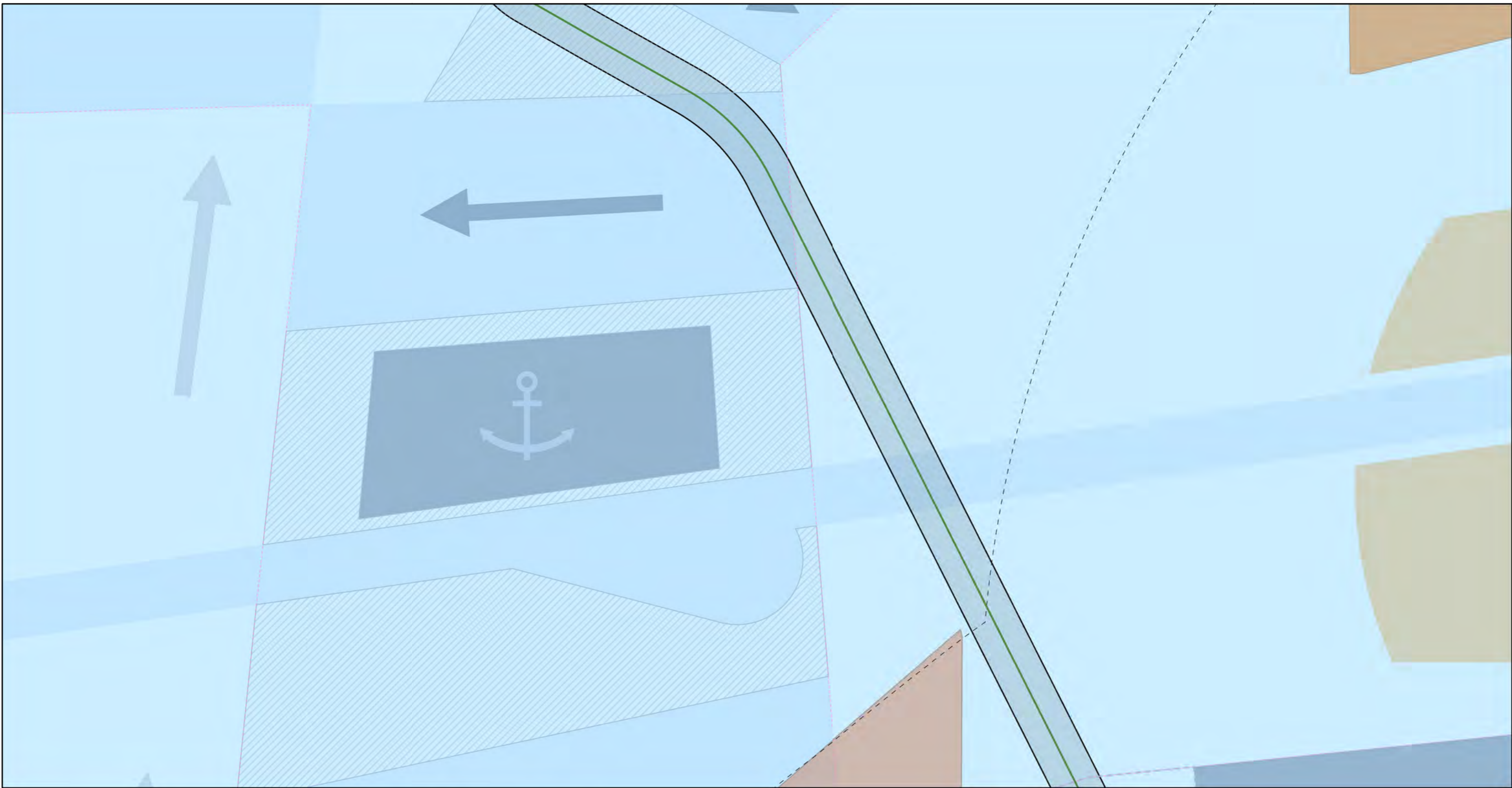


Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 6 van 11		
0 1 2 3 4 Km			



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- 12-mijlszone
- Separatiezone
- Special area
- Vergunde zandwingebeden
- Toekomstige zandwingebeden
- Ankergebieden
- Clearways scheepvaart

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 7 van 11		

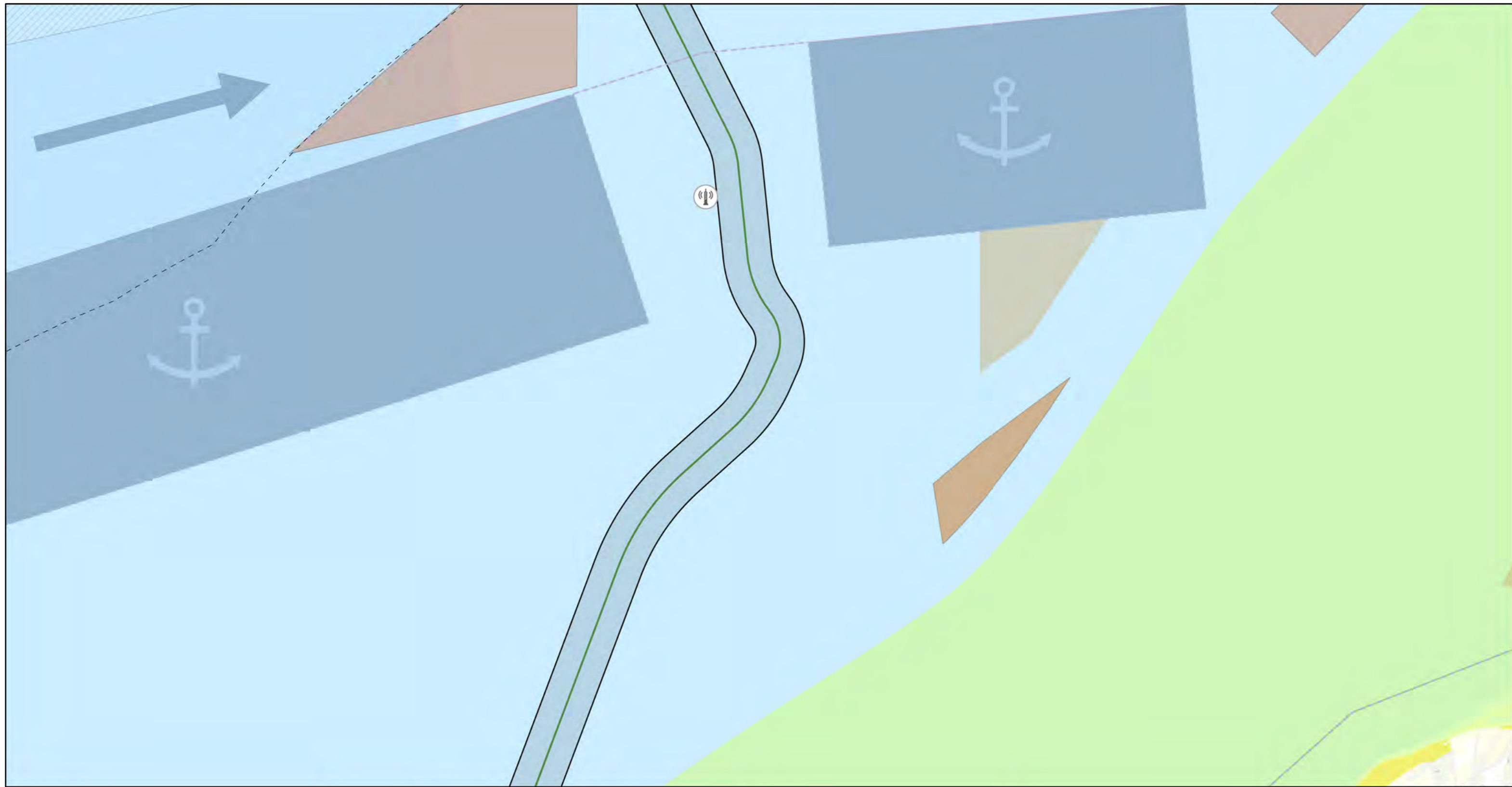
0 1 2 3 4 Km

N

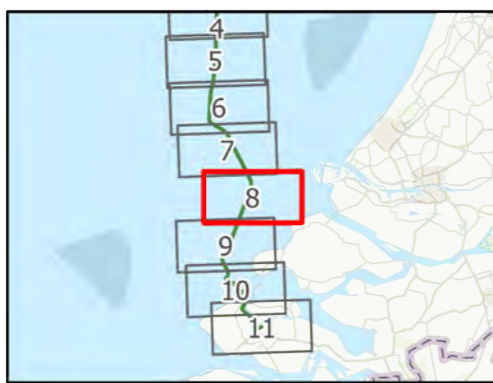
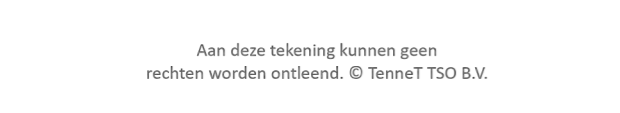


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Inshore Traffic Zone
- Special area
- 12-mijlszone
- Toekomstige zandwingsgebieden
- Ankergebieden
- Clearways scheepvaart
- Vergunde zandwingsgebieden

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 8 van 11		

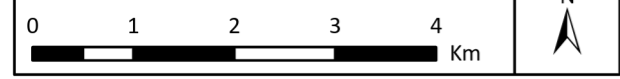


- Lichteiland Goeree
 - IJVer Alpha zeetracé
 - Vergunningszone
 - 12-mijlszone
 - Inshore Traffic Zone
 - Seperatiezone
 - Special area
 - Vergunde zandwingsgebieden
 - Toekomstige zandwingsgebieden
 - Ankergebieden
 - Clearways scheepvaart
- Natura2000**
- Habitatrichtlijn
 - Vogel- en Habitatrichtlijn

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

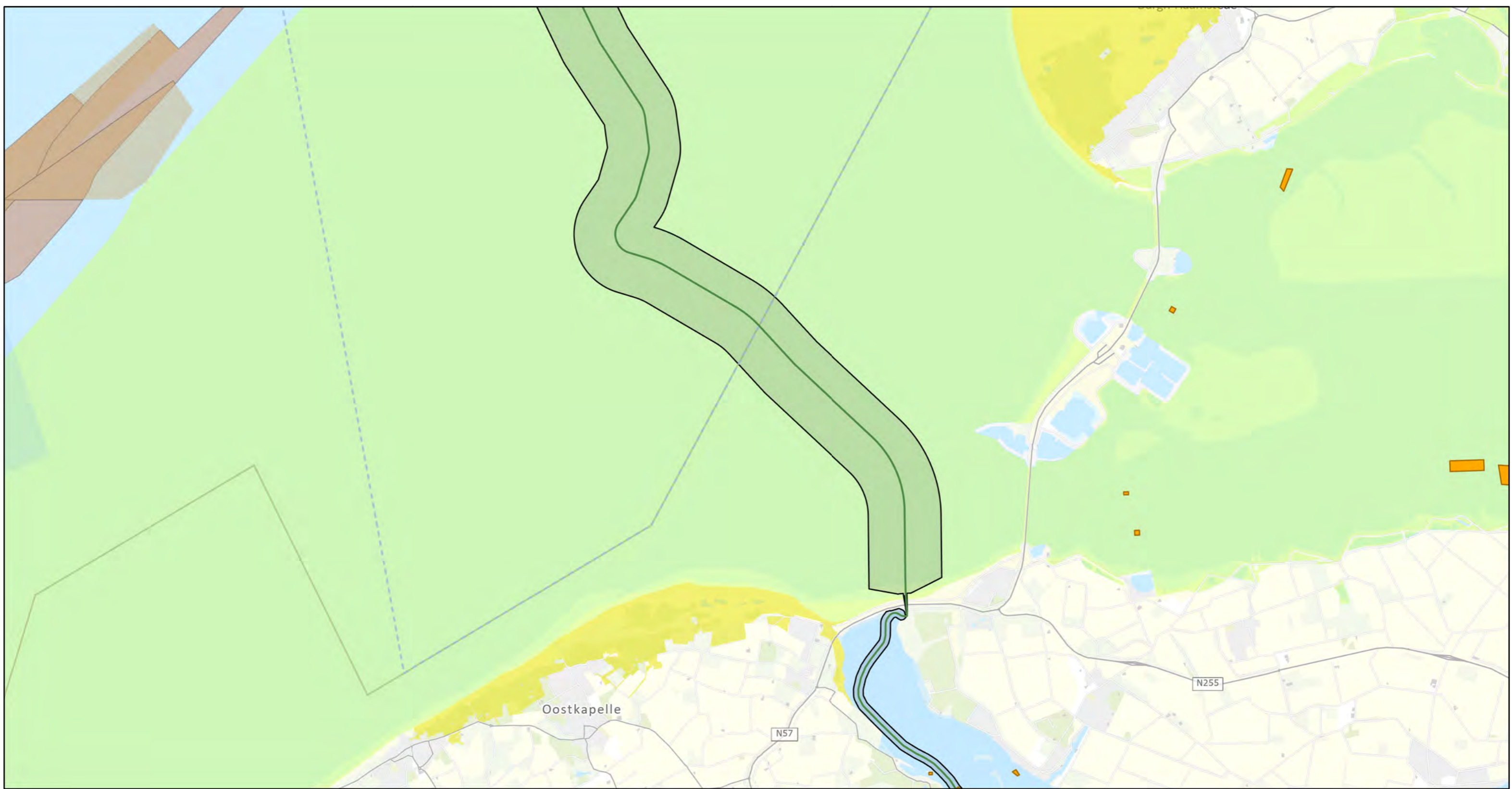


Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 9 van 11		

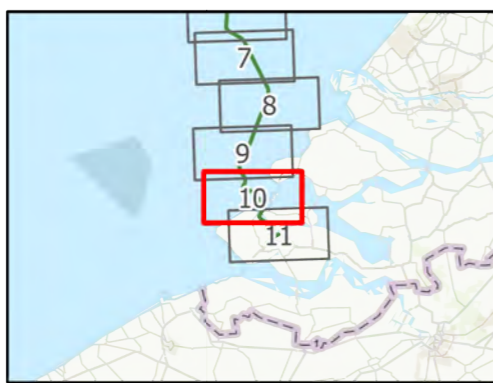
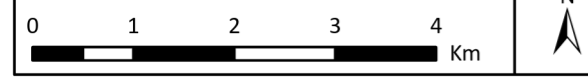


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunde zandwingebieden
- Clearways scheepvaart
- Verguningszone
- Toekomstige zandwingebieden
- Ankergebieden
- Inshore Traffic Zone
- Special area
- Natura2000**
- Habitatrichtlijn
- Vogel- en Habitatrichtlijn

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

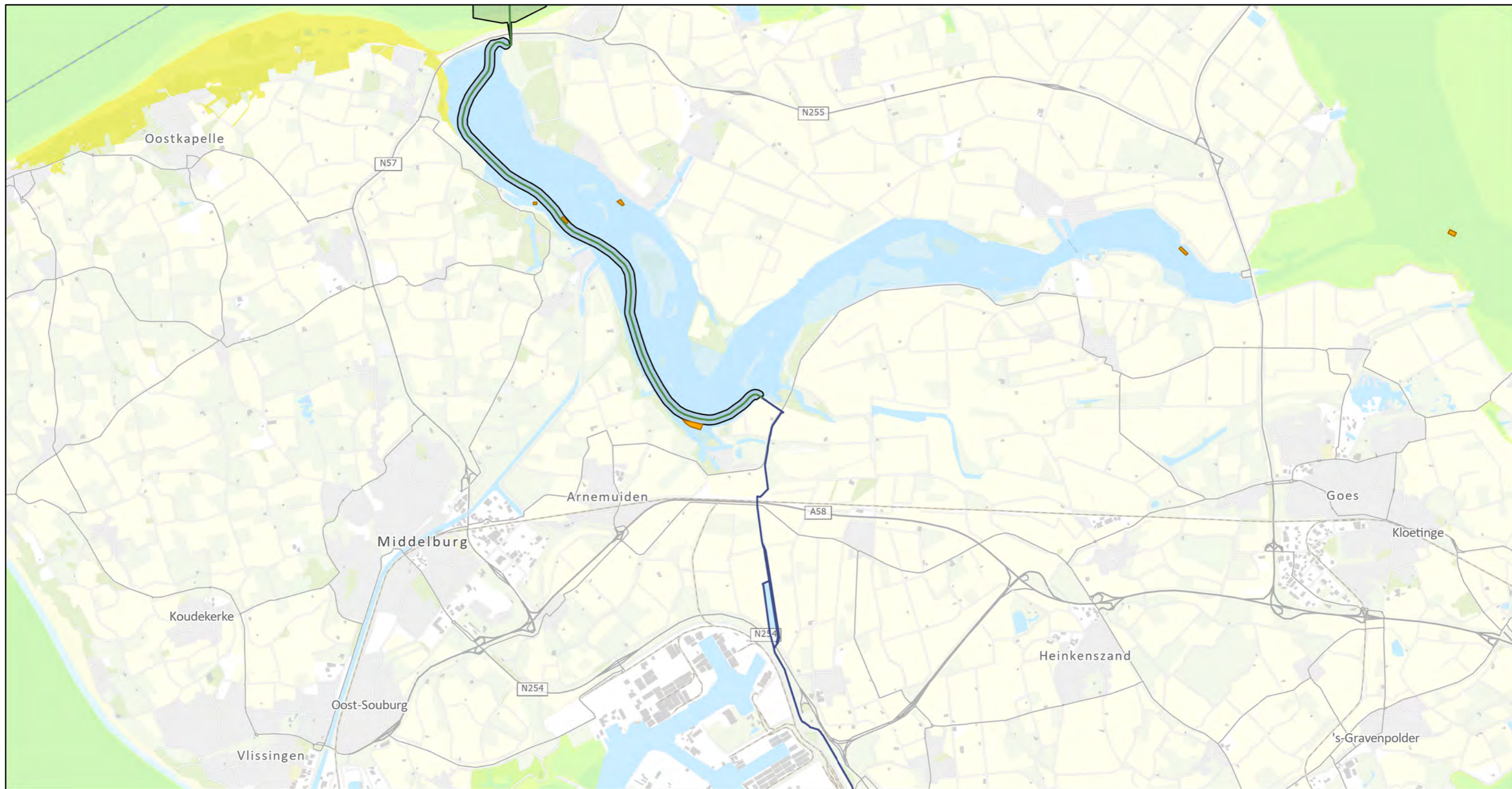


Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 10 van 11		

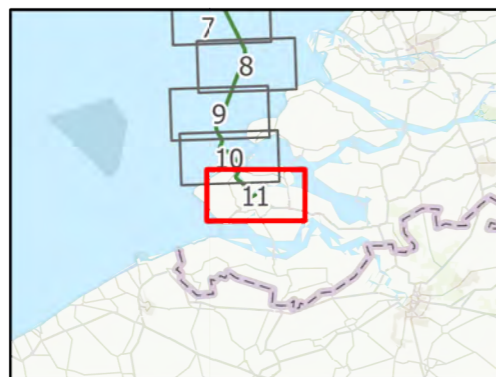


- IJVer Alpha zeetracé
- Toekomstige zandwinggebieden
- Clearways scheepvaart
- Vergunningszone
- Inshore Traffic Zone
- Vergunde zandwinggebieden
- Natura2000 Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogel- en Habitatrichtlijn
- Stortvakken Veerse Meer

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	22-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_offshore kaartbeeld 11 van 11		
0 1 2 3 4 Km		N	




- IJVer Alpha zeetracé
- IJVer Alpha landtracé
- Vergunningszone
- Inshore Traffic Zone

Natura2000

- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogel- en Habitatrichtlijn

- Stortvakken Veerse Meer

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 1 of 23 Date: 30-06-2021

TenneT Offshore 2GW:

**Design
Platform Design Report**



Revision history

Rev	Date Released	Change	Author	Released by
1.0	30-06-2021	For Tender	ABO	GSC


Content

1	INTRODUCTION	4
1.1	PURPOSE OF THIS DOCUMENT.....	4
1.2	SCOPE	4
2	ABBREVIATIONS AND DEFINITIONS.....	4
3	REFERENCES	4
4	PROJECT DESCRIPTION	5
4.1	GENERAL	5
4.2	HVDC OFFSHORE SUBSTATION	5
4.3	STANDARDIZATION.....	6
4.4	SYSTEM REQUIREMENTS SPECIFICATIONS.....	6
4.5	DESIGN CONCEPT.....	7
4.6	FUTURE PROOF.....	8
5	FUNCTIONAL DESCRIPTION	9
5.1	TOPSIDE LAY-OUT CONCEPT.....	9
5.2	EQUIPMENT AND ROOM DISTRIBUTION PER DECK.....	9
5.3	MATERIAL HANDLING.....	15
6	STRUCTURAL DESIGN	16
6.1	CALCULATIONS.....	16
6.2	TOPSIDE.....	16
6.3	JACKET.....	17
6.4	SCOUR PROTECTION.....	17
6.5	TRANSPORT & INSTALLATION.....	17
7	OPERATION	19
7.1	OPERATIONAL MODES	19
7.2	ACCESS AND EGRESS	19
8	PLATFORM SYSTEMS.....	20
8.1	GENERAL	20
8.2	AUXILIARY POWER SYSTEM.....	20
8.3	COOLING	20

Platform Design Report

Revision: 1.0
Page: 3 of 23
Date: 30-06-2021

8.4	HVA/C	21
8.5	DRAIN	21
8.6	MATERIAL HANDLING.....	21
8.7	WATER SUPPLY.....	21
8.8	FIRE PROTECTION.....	22
8.9	SAFETY	22
8.10	COMMUNICATION.....	22
8.11	LIGHTING.....	23
8.12	EARTHING & BONDING	23
8.13	MODULAR LIVING QUARTER (MLQ)	23
8.14	ACCESS AND EGRESS	23
8.15	LAYOUT	23
8.16	STRUCTURAL.....	23

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 4 of 23 Date: 30-06-2021

1 Introduction

1.1 Purpose of this document

The document is part of a set of Employer's Requirements specifying a 2GW Grid Connection System (GCS) and should be read in conjunction with the other Employer's Requirements.

1.2 Scope

The scope of this document is to provide a general description of the standardized 2GW platform considering a short description of all systems based on the equipment on-board, the arrangement of rooms and systems and the operational scenarios.


Where rooms housing specific systems are described, a short conceptual system description is included. For detailed system descriptions, reference is made to the System Design documentation and the System Requirements Specifications.

2 Abbreviations and definitions

HV	High Voltage
SRS	System Requirements Specification
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
GIL	Gas Insulated Line
GIS	Gas Insulated Switchgear
GW	Giga Watt
HC	Hydrocarbons
HV	High Voltage
HVDC	High Voltage Direct Current
kV	Kilo Volt
MW	Megawatt
TOTEX	Total Expenditure

3 References

DNVGL-ST-0145	Offshore Substation
---------------	---------------------

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 5 of 23 Date: 30-06-2021

4 Project Description

4.1 General

TenneT is developing 2GW 525kV bi-pole HVDC Grid Connection Systems between offshore wind farms and the onshore transmission networks in both The Netherlands and Germany. TenneT has developed a standardized platform, suitable to house the HV system of multiple HV suppliers as the basis for all future 2GW developments until 2030 and possibly beyond.

For this 2GW 525kV Grid Connection System both an offshore and onshore HVDC Substation is required. This project covers the HVDC Offshore Substation, connecting two 1 GW wind farms and converting AC power to DC power, transmitting DC power to another location, either to a DC land station via the normal DC export route or to another platform and/or land station via the so called multi-purpose Interconnector.

The first HVDC Offshore Substations being built under this concept are the IJmuiden Ver Alpha, Beta and Gamma developments of TenneT in The Netherlands, shortly followed by the BalWin 1, 2 and 3 development in Germany.

Throughout the pre-tender design phase attention has been given to the differences between both countries and locations where this standardized platform will be located.

General requirements are incorporated and where required, requirements are made specific for both countries and/or locations.

Furthermore, the goal of the pre-tender design is to realize a standardized platform design for a 2GW 525kV HVDC Offshore Substation with minimal Total Expenditures (TOTEX) and which is able to incorporate the high voltage systems from the different HV system suppliers.

4.2 HVDC Offshore Substation


The HVDC Offshore Substation comprises of a jacket foundation and a topside. The topside includes all the electrical equipment for connecting the wind farm to the onshore grid and via the Interconnector to another HVDC Substation:

- Four Converter transformers
- Two 66kV Gas Insulated Switchgear (GIS) modules
- One Air Insulated Switch Yard (AIS)
- Four AC/DC Converter Yards
- Two DC Switch Yards, one connecting the Export DC Cables going to the HVDC Onshore Substation and one connecting the Interconnector DC Cables going to another HVDC Substation
- Two Neutral Switch Yards, one connection to the Export Metallic Return Cable (MR) and one connecting to the Interconnector Metallic Return Cable.
- Four 66kV/0.4kV Auxiliary Transformers

The topside also houses the required control, protection and auxiliary systems required for a safe and reliable operation. Rooms and accommodation facilities are foreseen to carry out all the required maintenance tasks during the lifetime of the platform.

The jacket will support the topside and has the following key components:

- Two boat landings
- Four J-tubes for 525kV export cables
- Four J-Tubes for 525kV Interconnector cables
- Two spare J-tubes to connect future consumers
- Twenty Eight J-tubes for 66kV array cables arriving from the wind farms

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 6 of 23 Date: 30-06-2021

4.3 Standardization

TenneT has the objective of using standardized HVDC Offshore Substations. For TenneT's HVAC substations in The Netherlands, such a series of standardized HVAC substations is already achieved. For the German HVDC Offshore Substations, a standardization program has been carried out as well, resulting in a preferred lay-out of the 900MW HVDC Offshore Substations.

For the 2GW HVDC Offshore Substations, TenneT wants to take the next steps in standardization.

Major benefits of the standardized lay-out and auxiliary system concepts are that these are independent of the high voltage equipment suppliers. The pre-tender platform design uses generic data, taken as a representative average or maximum from the HVDC suppliers that took part in the Innovation Partnership. As a result, the platform design does present a design that fits with all HV designs, but is to be fine-tuned based on the actual equipment data during the detailed design phase. This fine-tuning should not jeopardize the standard that has been developed for both the layout and the auxiliary concepts.

Apart from obvious operational benefits, standardization brings more benefits to the goal of TenneT, lower Total Expenditure (TOTEX). Benefits are:

- Early stakeholder involvement on platform design
- Shorter project duration by e.g repetitive fabrication
- Lower risk for the Contractors as there is a pre-approved design
- Early involvement of the Certifying Authority
- Lower project execution cost, as many design steps and discussions have taken place prior contract execution
- Operational advantages.


The extent to which the pre-tender design package is fixed and where the remaining degrees of design freedom are, is described in the Systems Requirements Specifications (SRS). The design freedom has been limited to ensure that all future 2GW platforms will have the same system designs and operational principles and will only vary in the detailed execution.

4.4 System Requirements Specifications

For this project, the platform is described using a breakdown in systems.

For each system, the technical requirements are listed in the System Requirements Specifications (SRS) using the Systems Engineering (SE) methodology. This document is describing the resulting Standardized 2GW Platform design that is the outcome of the SRS and based on the high voltage designs as developed by five HVDC suppliers during a yearlong R&D phase (Innovation Partnership).

For details on requirements and design of platform systems, reference is made to the SRS and the design documentation.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 7 of 23 Date: 30-06-2021

4.5 Design Concept

The platform houses a 2GW 525kV bi-pole HVDC converter. The electrical flow for AC to DC conversion is followed in the platform design.

The AC current (import) arrives at the North side of the platform and leaves, after conversion to DC (export), at the South side the platform. Cables enter the platform in a straight line from where they arrive per J-tube. No cable crossings from North to South and vice versa are foreseen.

The electrical conversion system being a bi-pole system, is symmetrical over the poles of the HVDC system. This symmetry is in the lay-out over the length of the North-South axis, the main corridor. This symmetrical approach is also maintained for the placement of most Low Voltage (LV) & Auxiliary equipment. Equipment required for operating a specific pole is located at the same side of the corridor as the concerned pole. It also facilitates the requirement that maintenance to one pole does not affect the operation of the other pole.

Poles are named A and B, LV & Auxiliary equipment is named to the pole it is serving, e.g. Converter Cooling Room A and Converter Cooling Room B.

In case redundant LV & Auxiliary equipment is present, these are numbered 1 and 2, e.g. Auxiliary Transformer (Room) A-1 and A-2 and B-1 and B-2.

A few cross links at system level are made in order to increase redundancy and availability, e.g. in HVA/C and LV Power Supply.

The bi-pole includes redundancy, so for each pole, major electrical equipment is 2x 50% (GIS, Transformers, Converters and Reactors). This implies, transmission may continue at lower power output upon failure of one of these components. The electric redundancy is maintained within the platform lay-out by placing the major electrical equipment in separate rooms.

For the LV & Auxiliary power system, a similar redundancy per pole is maintained for switchgear and back-up batteries.

As a consequence of arranging the major electrical components following logic and short electrical connections, a rectangular, compact, empty box appears in the design at the lower deck levels. This rectangular empty box is used to house the LV & Auxiliary equipment and areas used for maintenance activities. Short walking distances between the more frequently visited LV & Auxiliary rooms are therewith achieved.

Operation and maintenance is facilitated by having all major traffic routes being indoor, shielding personnel and materials from the North Sea environment. Traffic routes are kept as much as possible similar over the decks, making them easier to navigate for personnel present on the platform.

No equipment is positioned outdoor, except for the Top Deck. This allows for all maintenance to equipment to be performed from deck level. No overboard maintenance activities are required.


For HVA/C and explosion relief dampers, maintenance is feasible from fixed outer decks or walkways.

Accommodation facilities for multi-day visits or maintenance campaigns are placed on the Top Deck of the platform in a so called Modular Living Quarter.

The platform may be accessed from sea by Crew Transfer Vessels or Offshore Support Vessels with a Walk to Work system or by air via helicopter.

The platform is kept as much a rectangular box as possible, with straight lines and level decks. This allows easy navigation when walking on the platform and for easier fabrication of straight sections and decks, resulting in easier assembly.

A flat & straight stressed skin is selected to allow for automated welding and to lower the risks for corrosion.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 8 of 23 Date: 30-06-2021

4.6 Future Proof


Multi-purpose Interconnector

On the Platform sufficient space has been reserved for a possible future DC connection to another HVDC Onshore or Offshore Substation, an 'Interconnector'. The connecting party at the other side of the connection may differ per Platform location. The high voltage equipment for this Interconnector is expected to be installed at a later moment in time, either still during the onshore construction phase or offshore while the HVDC System is already in operation. The following provisions have been made for the Interconnector:

- Four additional j-tubes have been installed on the jacket (DC+, DC-, neutral, fiber optic).
- The DC and neutral yards have been enlarged to house all the additional Interconnector related equipment.
- A separate pull-in room on deck 1 has been created for the Interconnector cables. This allows pulling and jointing of the cables without having to shut down the HVDC system. This minimizes downtime of the HVDC system during the installation activities for the Interconnector.
- The material handling concept ensures that offshore installation of all the Interconnector components is feasible.

Offshore consumers

The jacket is equipped with 2 spare 66kV j-tubes of which one has been reserved for the possible connection to an offshore consumer at 66kV level. This offshore consumer will connect to a 66kV bay in the 66kV GIS. Sufficient space in the 66kV GIS room has been reserved for these connections.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 9 of 23 Date: 30-06-2021

5 Functional Description

5.1 Topside Lay-Out Concept

The platform comprises 7 deck levels plus a helideck.

Each deck level is characterized by T-shaped corridors, facilitating way-finding. A central placed elevator near the T-crossing facilitates people and parts transfer over the platform. For personnel, a central placed, indoor staircase is positioned near the T-crossing between deck 1 and 5. In the same area, an elevator is located, allowing to transfer goods and personnel between all deck levels and the Top Deck. Using this set-up, all rooms within the platform can be reached via an indoor environment.

Outdoor stair cases are located at 3 sides of the platform. The West and East staircases are mainly meant for emergency escape (but can also be used for regular activities). The South staircase is also used to enter the platform from the MLQ on the Top Deck as alternative to the elevator which is positioned at the North side. This would prevent personnel having to cross the open top deck in case of bad weather.

Floors are kept at one level and raised floors are avoided (top entry cabinets), facilitating handling of materials during the service life of the platform. The need for stairs, other than to reach a next deck level is avoided.

The platform's double bottom is not used for equipment and is normally not accessible with local exceptions (e.g. tanks) and for structural inspections required during the operational life-time .

The following decks are defined:

Deck Number	Top of Steel
Deck 1	Elevation + 0.00
Deck 2	Elevation 4.500
Deck 3	Elevation 10.000
Deck 4	Elevation 15.200
Deck 5	Elevation 21.500
Deck 6	Elevation 34.500
Deck 7	Elevation 41.000
Helideck	Elevation 51.000


5.2 Equipment and Room Distribution per Deck

The following sections contain a brief description of systems and rooms present per deck level.

For a detailed description of all rooms, equipment present, their DNV classification, environmental conditions, lighting conditions, fire detection and suppression, etc. reference is made to the Room Book.

Deck 1 - HV rooms

Deck 1 contains for each pole, one of the converter rooms and the DC export area. At both sides of the platform, cable pulling and termination areas are available: 525kV export at the South side and 66kV import at the North side. HV areas, including the cable areas, are only accessible for authorized personnel when live. As a

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 10 of 23 Date: 30-06-2021

consequence the 66kV cable pulling areas are not utilized any further in the lay-out design, except for an area that will be fenced off which will be used as storage area after the 66kV pull-in activities have been completed.

The position of the converter and reactors may differ between HV designs. In this section of the platform, no fixed structural walls are present. The architectural wall present may be positioned or added as required for an optimum HV equipment placement.

With a cable area at both sides of the platform, the need for a cable deck on the jacket is eliminated. All cables may be pulled from within the topsides. Reference is made to the 66kV and 525kV Cable Pulling reports that demonstrate a selection of cable pulling methods from within the topsides.

In the standardized design, 66kV cables use connection boxes a couple of meters above the J-Tube hang-offs. From these connection boxes, the 66kV cables are routed to their designated GIS bay. This GIS bay is not necessarily the nearest by GIS bay. Crossing of 66kV cables is foreseen to avoid that disconnection of a complete GIS section leads to outage of a complete wind farm. The 66kV cable pulling areas are naturally ventilated.

The use of connection boxes allows the 66kV cables to be installed and connected to the GIS bays already onshore at the construction yard to reduce the length of cable to be pulled in offshore.

For the pull-in of the DC, neutral and fiber optic cables a separate room is created on deck 1 inside the DC rooms A & B (one room for the DC export and one room for the wind-connector). In this DC pull-in room the DC+ and DC- cables will be vertically pulled in and horizontally connected to pre-installed DC cables by using a cable joint inside this room. Each pre-installed cable is connected to the HV termination inside the DC room A & B. The neutral cable will be connected by using a vertical joint with a pre-installed cable connected to the termination in one of the neutral rooms on deck 5. The fiber optic cable is connected to a patch panel inside this DC cable pull-in room. Both cables are pulled in vertically as well.

Deck 1 - LV & Auxiliary Rooms

To facilitate operation & maintenance, Deck 1 contains most rooms required for these operations, for both short and long term visits. These rooms are expected to be visited the most frequent during campaigns.

Near the north-east boat landing, a locker room is positioned in order to allow exchange from survival suits to normal work clothing. A control room containing platform control HMI, is presented as well as offices, meeting rooms and a canteen for personnel. Workshops and stores are grouped around the central corridor, facilitating material transport over the platform.


Diesel storage system, drain systems and fresh water systems, including their tanks, are located on this deck level, near the bunker station in a room. Tanks (except the drain tank) are above deck to allow easy inspection and avoidance of entering the confined space between the Deck 1 and the bottom of the platform.

The diesel storage system contains the two diesel storage tanks, filter system to filter and recirculate the diesel over the tanks and the pumps to pump the diesel to the consumers on the Top Deck.

The drain system consists of a large drain tank collecting fluids from the hazardous drain system and the helideck. The collected fluid may be pumped to the bunker station for further treatment on-shore. Collected water fulfilling the < 5 ppm contamination level, may be routed overboard via the dump caisson.

The sewage produced by the rest rooms and canteen facilities are pumped to the sewage treatment plant on the Top Deck. Due to Dutch and German legislative requirements and Employer's zero overboard requirement, no sewage will be set overboard, even if this would be allowed under MARPOL regulation. A black water tank is installed to support short duration maintenance campaigns during which the sewage treatment plant is not operational.

The water system contains two storage tanks, UV sterilization and a hydrophore to distribute fresh water over the platform. Fresh water may be used for deck wash and is of potable water quality. A small mobile pump skid is

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 11 of 23 Date: 30-06-2021

provided, allowing to lower a pump via a caisson into the sea, feeding a water maker. Both the water maker and the bunker station may be used to fill the water tanks. The water supply systems and fresh water tanks are drained during unmanned periods. The hydrant system tank remains filled during unmanned periods.

One of the two ERT rooms is located on this deck level. The ERT rooms contain a change and storage area of the equipment of the Emergency Response Team. This ERT team may rescue injured personnel from dangerous situations. For the purpose of their own protection the ERT may make use of the hydrant system present on the platform. This hydrant system is not intended as a fire-fighting system.

The centralized foam system covers all rooms where more than 100 liters of hydrocarbons are present. Currently, these are the diesel room, the auxiliary transformer rooms, the main transformer rooms and the DC terminations. In case the auxiliary transformers are of the dry type, the foam protection may be eliminated from these rooms.

The outer areas of Deck 1 contain two free fall life boats, life rafts and provide space and lay-down for davit cranes positioned above the boat landings.

The elevator has doors at both sides at this deck level to allow easy transports of goods brought by a vessel to the platform.

Deck 2 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 2 mainly contains the LV distribution system, including the auxiliary transformers. For each pole, redundant LV supply is foreseen by 2x an auxiliary transformer, 2x a low voltage switchgear room and 2x a battery room per pole.

The rooms are mirrored over the corridor for the other pole. Keeping all LV Auxiliary Power System components close to each other, cable lengths are reduced and control and maintenance activities on the LV Auxiliary Power system centralized as much as possible.

The diesel generator sets, part of the LV Auxiliary power system are located on the top deck and connected using a bus duct.

The Auxiliary transformers are located in naturally ventilated areas, allowing flow of outdoor air through these rooms as cooling medium. The auxiliary transformers may be skidded in or out using the removable panels in the stressed skin wall. The design facilitates both dry-type or oil-filled auxiliary transformers.

The Communication Room 1 contains all the equipment for the Public Data System (Rijkswaterstaat) in The Netherlands and is used for the meteo station equipment in Germany and the equipment as defined under the Communication System (e.g. telephone, PA/GA, CCTV).

There is no North-South corridor between the Converter and DC rooms at this deck level.

Deck 3 -HV rooms


Deck 3 contains for each pole, a 66kV GIS room. These two GIS rooms house the cable bays, and connect via Gas Insulated Lines (GIL) to the above placed HVDC Converter Transformers.

The control & protection cabinets for the 66kV GIS are located inside the GIS rooms.

There is no North-South corridor between the Converter and DC rooms at this deck level.

Deck 3 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 3 contains for each pole, the converter cooling rooms. Apart from these rooms, all control & protection, metering and auxiliary control rooms are grouped on this deck.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 12 of 23 Date: 30-06-2021

The auxiliary control rooms house the control cabinets.

The location of the metering rooms at this deck allows for short cabling between GIS and metering rooms. One of the metering rooms is not utilized to its full extent. The space not utilized may be added to another room, allowing location of LV equipment, if required.

Placing the control & protection rooms on this deck level, allows for short connections of the (fiber optical) cables to all converter halls.

The converter cooling rooms are placed at the outer skirts of the platform, allowing for skidding operations during fabrication. Their location also allows for easy pipe routing to the air coolers on the Top Deck.

In case a HV design requires a primary loop through the converters and a secondary cooling loop to the air coolers, the space reserved in the converter cooling rooms allows for this.

A fire-fighting room for the centralized inert gas fire-fighting is also present on this deck level. The inert gas fire-fighting rooms houses the inert gas bottles and the manifold from which piping is routed to each protected area.

Deck 4 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 4 contains the HVA/C installations for the platform, allowing short routing towards the adjacent HVDC Converter rooms and auxiliary rooms.

HVA/C is redundant per pole with an additional cross-over, increasing availability during maintenance of the HVA/C equipment.

Deck 4 contains a North-South corridor over the complete length of the platform. This corridor allows easy access to piping, cabling and ducting and is mainly seen as a service corridor.

Deck 5 - HV rooms

Deck 5 contains for each pole, two 500MW HVDC Converter Transformers, four in total. The associated coolers are placed outside on cantilevers. The transformer rooms are naturally ventilated by louvres in the wall and ventilation hoods on the Top Deck. The ventilation buildings can be removed to allow lifting in and out the transformers.

Along the main North-South corridor, on each side and for each pole, a converter room and neutral yard are located. Instead of a corridor along gridline B, a tunnel is created allowing to pass underneath the HV connections (bushings) between GIS and Main Transformers which penetrate the walls under an angle. As the transformer rooms are naturally ventilated, these tunnels are also used as air-locks.

Above walking level, there is a crossing between the two neutral yards through the North-South corridor.


Deck 5 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 5 only contains two rooms to store the aerial working equipment required to perform maintenance on the converter towers. The exact location is to be determined during detailed design as the location is HV design dependent.

The corridor present near gridline B, is a tunnel type as overhead HV lines are running.

As the internal stair case cannot penetrate through the AIS switch yard, it ends at this deck level.

The outside deck on top of the Interconnector extension can be used for alternative storage space and to handle materials via the laydown area between a jack-up barge crane and Top Deck crane if the reach is insufficient. This

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 13 of 23 Date: 30-06-2021

outside deck is also used for the placement of an radar antenna and other antennas as indicated on the antenna area plan.

A second radar is placed at the north side of the platform at the corner of the transformer coolers.

Deck 6 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 6 contains two HVA/C rooms, serving the adjacent converter rooms. One HVA/C system per pole with a cross-over between the two poles, increasing availability even further.

The long corridor reaches the elevator at the other side of the platform for maintenance purposes and provides access from the MLQ towards the inside of the platform without having to cross outside areas or walkways. The corridor may also be used to route piping and cabling.

At this deck level the elevator has doors at both sides, to allow access to the top of the transformer coolers and bring equipment to this level.

Deck 6, on top of the transformer cooler areas, is also used to place antennas as indicated on the antenna area plan.

Deck 7 – Top Deck

Rooms

Deck 7 houses several additional rooms. The heli-centre is used as waiting area for the helicopter as well as primary muster station. The first aid room has been positioned close to both the MLQ and the helideck, as well as the second ERT room. A pantry and toilets serve personnel working on the top deck, without having to enter the MLQ in dirty clothes and in case the MLQ may be removed in the future, these facilities remain in place. A second platform control room has been located in this building block as well. The main reason for a second control room and this position, is because during the night an emergency situation may occur during which the OIM should have direct access towards the CCTV and SCADA systems to evaluate the situation, without having to cross the platform all the way to the other side and deck 1. The Control Room 2 is also conveniently located next to the primary muster area. The Communication Room 2 is used for the cabinets related to the various radars and antennas on the south side of the Platform. The deck store can be used to store all the lifting equipment for the main cranes. The hazardous goods store and paint stores have been positioned away from the MLQ to lower the fire risk for the MLQ.


Modular Living Quarter

In case a Modular living quarter is present, it is located on the Top Deck South. This MLQ may serve as a complete independent living quarter with all associated systems, including a sewage treatment plant and its own HVA/C System. Several interfaces between the MLQ and platform systems are defined, but kept to a minimum (e. g. drain, water, auxiliary power).

Generator sets

Two permanent diesel driven electric generators are located on the top deck. These permanent generators are connected to the LV Auxiliary Power system using EPS boxes and bus duct.

Next to the permanent generators, space is reserved for temporary generators which may provide power to the platform during (de-)commissioning and maintenance campaigns when no other power sources may be available in sufficient power capacity. These temporary generators can be handled by the platform crane.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 14 of 23 Date: 30-06-2021

Air Coolers

The top deck houses the air coolers of the converter cooling system and the air coolers of the HVA/C system.

The air coolers are positioned as much as possible away from the helideck and the MLQ. This in order to avoid influence of heated air on the helicopter performance and noise impact on personnel residing within the MLQ.

Filter Hall

Between the air coolers and the laydown area, an area is reserved for a 66kV filter hall. In case such a filter hall is required for the correct functioning of the HVDC converter process, these filters may be positioned in this area inside a protecting shelter.

When planning such a filter hall in detailed design, care shall be taken for walk and escape routes as well as material handling provisions.


In case no filters are needed in the design, the layout of the top deck may be further optimized.

Platform Cranes

The top deck houses two platform cranes. All outside lay-down areas are in reach of one of the cranes, except for the most southern one connecting to the main North-South corridor on deck 1. The cranes are located at the East and West center of the platform. Both cranes can be used to offload goods from visiting platform supply vessels, but only the East crane for bunkering operations. Air coolers have been arranged so that as much as possible risks of falling objects is reduced when lifting platform supplies to the lay down and storage areas. However, the air coolers have still been kept in reach of the cranes to support maintenance activities. The MLQ is also in reach of the main crane, in case future removal or replacement is required. The helideck can be reached by one of the main crane as well.

Helideck

An aluminum helideck is located on the top deck on a space frame. The final height of the helideck shall be determined during detailed design based on the meteorological data and final lay-out of the MLQ.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 15 of 23 Date: 30-06-2021

5.3 Material Handling

All material handling activities during the construction phase, operational phase and for the scheduled and unscheduled maintenance activities have been considered during the basic design, but some aspects need to be detailed during the detailed design phase as the final details on the components were not available.

The basis for the material handling layout are the 3m wide North-South and East-West corridors throughout the platform, all ending in outside laydown areas. For the internal transport between decks the elevator can be used for smaller items and the cranes for the larger components.

Any replacement items on maintainable equipment should consider the minimum walkway widths. The exception to this are items inside the HV rooms that are equipped with removable panels with direct access to laydown areas directly. The locations and dimensions can be optimized during detailed design. These openings may also be used during the fabrication phase of the platform.


The maintenance and material handling concept for the air coolers needs to be further detailed during the detailed design phase, but they have at least been positioned in reach of the cranes to allow maximum flexibility.

In case the main transformers need to be replaced during the lifetime of the platform, the ventilation hoods on the top deck can be removed and the transformer has to be lifted out by a floating crane vessel. During detailed design further provisions will have to be designed to allow this operation to take place.

Lifting to and from Crew Transfer Vessels pushed against the boat landings is done by means of two davit cranes.

The transfer of materials via a Walk-To-Work bridge system has also been considered. Pallets or other smaller objects or lifting bags transferred via these system should be further transported from the landing areas towards other areas of the platform. Therefore the davit cranes positioned above the boat landings can also reach the W2W landing areas at the intermediate platforms.

In case a jack-up barge is positioned next to the platform, the transfer of materials can either be done by platform crane or jack-up barge crane. In case the reach is insufficient to directly transfer between the top deck and jack-up barge, the laydown area on deck 5 is used as intermediate transfer area between the two cranes.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 16 of 23 Date: 30-06-2021

6 Structural design

6.1 Calculations

For the structural design, dimension-wise a 'one-size-fits-all' principle has been used, but for the weights representative average values have been used to come to a representative design. The final structural design will need to be based on the weight and footprints of the final equipment. Modifications may be required for a specific HVDC design (e.g. footprint interface, penetration locations, etc).

Inplace calculations have been carried out and verified by an external certifying body as proof of concept.

Transport analysis have been performed to demonstrate the limits within which the platform and the incorporated HV, LV and Auxiliary equipment may be transported, both for a long transport using an HTV and a shorter transport on a barge.

The 2GW platform pre-tender design is based on the DNVGL-ST-0145 – 2020 edition.

There is a distinct difference between the Structural Codes & Standards to be used for The Netherlands and for Germany. The pre-tender design is suitable for both The Netherlands and Germany, however during detailed design different design codes have to be used.

DNVGL- OS-C101 is the leading code to be used for detailed calculations for projects being installed in Dutch waters. For German waters, EUROCODES have to be used. Reference is made to DIN 18088 for application of Eurocodes offshore.

All design calculations performed during the pre-tender design are based on the DNVGL-OS-C101 method. As detailed location specific data is not available yet for each installation location, these detailed calculations shall be made during detailed design phase. During the pre-tender design typical data from a neighboring platform have been used.

6.2 Topside

The structural configuration of the topside is a stressed skin design with plate stiffeners.

The bottom of the topside is a double bottom, assuring a flat outer surface for ease of maintenance.

This closed box bottom design allows the topsides to be fabricated, loaded out, transported, loaded in and installed on various manners without the need of local strengthening of the topsides.


The double bottom is not used to house any equipment (except for the drain tank and some piping). The stiffened side walls and decks overspan the large HV areas without local supporting by columns and/or bracings.

There is one longitudinal structural wall near gridline 2. Two other transverse structural walls are placed near gridlines B and C. On the highest decks, the structural wall near C is not present.

Decks and walls have been strength checked for penetrations for a typical HV set-up. Penetrations may have to be repositioned for a particular HV design.

HV equipment weights and dimensions have been accounted for in the generic structural design. However, this generic structural design does require adaptation to the final HV design during Detailed Design.

Apart from the structural walls named above, all other internal walls inside the platform are non-structural, non-load bearing walls and may be, strength wise, penetrated on any location.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 17 of 23 Date: 30-06-2021

6.3 Jacket

The jacket design is challenging due to the many constraints:

- Large number of j-tubes
- Support the various installation options
- Standardization of the topside layout
- Water depth restrictions and tight tolerances with the installation vessels

The jacket is a frame structure with eight legs supporting the various installation methods.

A post-piled concept with piles driven through pile sleeves is part of the design, with mud mats supporting the jacket during the temporary un-piled condition. After piling, grout is introduced between the sleeves and the piles.

The jacket has been designed for a typical water depth in the Dutch sector and generic soil conditions. Since the water depths in the Dutch sector are much less than in the German sector, those posed the most challenging conditions for the float-over and catamaran lift options, as the clearances are tight. This aspect requires special attention during the detailed design. A feasibility check has been performed on a similar jacket design for the German sector, using expected water depth on this location.

Alternative jacket designs are possible, e.g. a split jacket. Feasibility studies have also been performed for split jacket configurations and concluded this option to be feasible as well for the standardized topside design.

The North tower is supporting all the J-tubes for the wind farms and the South tower is supporting all the J-tubes for the DC connections.

The jackets houses means to access the platform: two boat landings.

The jacket will have to be tailor-made for the site specific soil conditions and water depths.

6.4 Scour Protection

Scour protection is foreseen under the full substructure and around the platform and is intended to protect the array and export cables for scour effects.

6.5 Transport & Installation

Transport topside

For the topside, two transport analysis have been performed as input for the structural design:


- Transport to Europe with Heavy Lift Vessel: topside including auxiliary and HVDC equipment
- Transport to the installation location: Topside including auxiliary equipment and HVDC equipment – barge restricted tow.

Installation topside

The topside is designed to be able to be installed and removed by two installation methods:

Float-over

For the float-over scenario the topside will be installed by a barge where the topside will be placed on a deck support frame to install the topside at the required elevation taking the air gap into account. The barge with the topside will sail to its installation location where the barge will be maneuvered in the float-over slot between the two jacket towers. The barge will be ballasted and the topside weight will be transferred to the jacket. Leg mating units are installed on the jacket to absorb the first impact and for gradual load transfer. After set down of the topside the barge will be ballasted further to obtain sufficient clearance for the exit.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 18 of 23 Date: 30-06-2021


Catamaran lift installation

The catamaran lift installation vessel will pick up the topside at a transfer location with sufficient water depth to allow the vessel to be submerged to the required elevation. The topside will be transferred from the barge to the vessel and picked up by six loading arms. The topside is supported at the underside of the double bottom by yoke plates. With this configuration the catamaran vessel will sail to the installation location. The vessel will sail with its two bows around the jacket and lower the topside on the jacket legs by transferring the weight gradually by its motion compensated lifting beams. After set down the beams will be retracted and the vessel will sail away from the jacket.

Installation jacket

The jacket is designed to allow for two installation methods of the topside. The jacket structure consists of two towers connected via a braced structure. The distance between the legs is sufficient for a float-over installation and the elevation of the slot is sufficient to provide enough exit clearance for the vessel after set down of the topside. The jacket width is small enough to allow sailing around with the two bows of the catamaran lift installation vessel.

The jacket will be installed by a lifting operation which can be performed by a crane vessel or a jacket lift system. After set down on the scour bed the piles will be stabbed into the pile sleeves and driven into the soil. After this the connection between skirt pile and the sleeve will be grouted for a permanent connection.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 19 of 23 Date: 30-06-2021

7 Operation

7.1 Operational Modes

The normal operation mode is characterized as an unmanned mode. This implies that all auxiliary systems shall be capable of autonomous operation: the equipment may be started, stopped and reset remotely but once in operation, the equipment shall maintain its operation, within programmed limits, without interference of any operator.

The following temporary manned modes are possible:

- A. One day corrective maintenance trip without overnight stay
- B. Multi day corrective maintenance trip with a maximum of two overnight stays
- C. Planned preventive and corrective maintenance campaigns with more than two overnight stays. This mode shall be feasible for four uninterrupted weeks)

For the planned maintenance campaigns and (de-) commissioning activities, a Modular Living Quarter is present, providing overnight accommodation, including office space, kitchen, mess room and gym.

The maximum manning is 48 personnel on board (PoB), and the number of cabins provided caters for this.

Since the platform will be manned from time to time, it is to be certified as Type B in accordance with DNVGL-ST-0145.

7.2 Access and Egress


The following provide means of access or egress to the platform during normal operations:

- NE boat landing access
- NW boat landing access
- Three Walk to Work access points on the bottom of deck 1, on three different corners of the platform
- Two Walk to Work access points below deck 1 at the boat landing ladder to allow different vessel sizes to be used
- Helideck

In addition, the following provide additional means of egress in emergency operation:

- Northern free-fall lifeboat
- Southern free-fall lifeboat
- Throw-overboard life rafts at the north and south sides
- Descender devices
- Boat landing ladders

The primary muster area is located in the heli-center on the Top Deck. Secondary and Tertiary muster areas are located near the free-fall life boats on Deck 1.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 20 of 23 Date: 30-06-2021

8 Platform Systems

8.1 General

The HVDC Offshore Substation is broken down into the following systems. This breakdown has also been used for the SRS. Items existing within several systems, co called Typical are defined (e.g. piping, pumps, electrical cabinets) and requirements formulated in separate SRS.

This chapter only gives a very brief introduction to the installed systems. More detailed descriptions are given in the respective SRS and design documentation.

Auxiliary power	Water supply	Earthing & bonding
Converter cooling	Fire protection	MLQ
HVA/C	Safety	Access & egress
Drain	Communication	Structure
Material handling	Lighting	Layout

8.2 Auxiliary Power System

This system consists of the auxiliary power supply and distribution throughout the platform, including the auxiliary transformers, diesel generators, UPS system, batteries and distribution boards.

The single line diagram has been developed as the new standard for the 2GW auxiliary power system which describes the system's redundancies and how this relates to the bi-pole configuration.


8.3 Cooling

A change to former HVDC Offshore Substations is made with respect to the cooling of the HV components. Historically, seawater has been used as cooling medium to cool transformers and converters on the HVDC Offshore Substations.

On the 2GW HVDC Offshore Substations, the Converter Transformers are cooled using natural ventilation in the transformer rooms and large outside radiators, placed on cantilevers and protected by bird cages. The HVDC converters are water cooled at the converter side. This water is not cooled against a secondary seawater loop but directly transported to air coolers positioned on the top deck.

The platform design also allows the installation of a secondary water loop being cooled against aircoolers on the top deck, instead of the single loop solution. However, such a system will result in a larger required capacity of air coolers as there will be intermediate heat exchanges, lowering the efficiency of the air cooling loop and increases losses. Hence, TenneT prefers a single loop cooling system.

The HVA/C system uses its own air coolers. TenneT prefers to have these of the same make and type as the converter air coolers to simplify maintenance activities.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 21 of 23 Date: 30-06-2021

8.4 HVAC

The HVA/C system is designed to maintain the required indoor air conditions within the platform. The indoor conditions may be defined by the equipment and/or the personnel present. This implies that the indoor conditions for a room may vary between unmanned and manned.

The rooms can be divided into HVDC rooms, Auxiliary rooms and Personnel rooms. Each of these groups of rooms is provided with a dedicated HVA/C system, including a split per pole for the HVDC rooms. This system modularity is meant to maximize the availability, while reducing the risk of potential loss of functionality of critical equipment. It enables maintenance on one pole without interrupting the other pole. A cross-connection between the HVA/C systems for pole A and B is in place to provide extra redundancy.

The HVA/C system is designed to make use of the waste heat emitted by the equipment in the HVDC rooms and Auxiliary rooms by recirculation and heat recovery systems. For the HVDC rooms the use of cooling by fresh air is maximized to reduce chiller operation.

8.5 Drain

The Drain system collects liquids, such as rain fall, oil spillages or exceptional spillages due to equipment failure such as a leaking transformer. Small indoor spillages are mainly handled locally by dedicated drip pans or similar. Larger volumes of liquids will be processed via a drain system. The drain system identifies three typical liquid flows that are each separately processed based on their origin;

- Hazardous; (potentially) contaminated coming from equipment leakages,
- Non-hazardous; rain water or processed fresh water,
- Sewage; sanitary and treated sanitary disposals.


Fluid contamination, resulting in hazardous liquids can come from two potential sources: equipment with glycol content and equipment with oil (HC) based content. In case hazardous liquid volumes can be mixed with non-hazardous liquid ingress (such as rain water) these volumes are routed via an oil analyser or glycol analyser (depending the origin of the fluid). In case the contamination is below the set criteria the liquid will be handled as non-contaminated fluid downstream the analyser. In case the contamination is above the set criteria the fluid is routed towards the drain tank. In case there is no risk of liquid volume increase due to non-hazardous liquid ingress these are directly routed towards the drain tank or collected locally in a sump tank.

8.6 Material Handling

The Material Handling system describes all facilities related to material handling on the platform and between visiting vessels and the platform. See section 5.3 for additional information.

8.7 Water Supply

This Water Supply system is supplying water to all fresh water consumers. The water supply system is fed via two large storage tanks. These tanks can be either filled via a bunkering operation with a Platform Supply Vessel or via a fresh water maker that produces fresh water from sea water. The fresh water maker is fed by a sea water lifting pump which is lowered inside a sea water intake caisson. From the two tanks the fresh water is treated by means of filtering, chlorination and UV-sterilizer and distributed by two pumps throughout the platform for potable usage, deck wash purposes and sanitary purposes.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 22 of 23 Date: 30-06-2021

The water supply system also provides fresh water to the hydrant system. The hydrant system consists of independent tanks, pumps and distribution header. The hydrant system is intended for the Emergency Response Teams in case they require water for personnel protection during rescue operations. Hydrants connections are positioned on strategical locations.

8.8 Fire Protection

The Fire Protection System consists of fire detection, active fire protection and passive fire protection.

The Fire Detection System contains automatic detectors, manual call points and beacons. The type and amount of detectors varies per room, based on the processes in these room (e.g. dual detector dependency type B, single detection with integrated false alarm prevention, aspirating smoke detection).

The passive fire protection provides measures to avoid the spreading of fire, ensures safe evacuation routes and prevents the loss of structural integrity of rooms and areas. This is achieved by implementation of fire rated segregation through wall insulation, fire rated doors, fire dampers, fire retardant gratings and fire rated wall penetrations.

The Active Fire Protection system is further subdivided into five separate systems.

The Foam Fire Fighting System protects areas with equipment that contains oil, such as the transformer rooms, uses the compressed air foam technology and is capable of giving two shots.

The Nitrogen Gas Fire Fighting System protects multiple rooms, is a centralized multi-zone system with nitrogen as extinguishing agent and is capable of giving two shots.

The Aerosol Fire Fighting System protects small rooms or single cabinets based on aerosol emitting generators, which extinguishes the fire in a short timeframe.

The Helideck Fire Fighting System protects the helideck by means of a foam based deck integrated firefighting system (DIFFS) and a helideck firefighting hydrant system

Portable extinguishers are provided on strategic points on the platform for the extinguishing of small fires.

8.9 Safety

The Safety System describes all means of rescue, lifesaving appliances and first aid equipment.

The platform is equipped with two free fall life boats, one at the North and one at the South side of the platform. Near the free fall life boats, throw-overboard life rafts and descender devices are available. Survival suits and life jackets are stowed near the free fall life boats for full PoB.

At various locations PA/GA call stations are present allowing to alarm personnel in case of emergency.


At each deck level, first aid equipment is positioned near the central elevator and stair case, allowing easy finding of this equipment.

Two ERT rooms are present, equipped with all kind of different rescue means.

8.10 Communication

Various communication systems are available on the platform in order to communicate within the platform, to visiting vessels and aircrafts and the landstation. This system also contains meteo and nav-aids systems.

For the Dutch platforms, specific requirements from Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat is part of the Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management) are implemented, e.g. radars and various antennas. This system is called Public Data system.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 23 of 23 Date: 30-06-2021

8.11 Lighting

Lighting is present in indoor and outdoor areas of the platform for both normal and emergency situations.

8.12 Earthing & Bonding

Earthing & Bonding is present on the entire platform. It deals with earth fault currents and lightning strikes and divert these towards earth.

8.13 Modular Living Quarter (MLQ)

The MLQ is used to accommodate personnel during maintenance campaigns. The MLQ contains all welfare facilities that are required for a longer manned period, including e.g. a gym, mess, kitchen and sleeping cabins.

8.14 Access and Egress

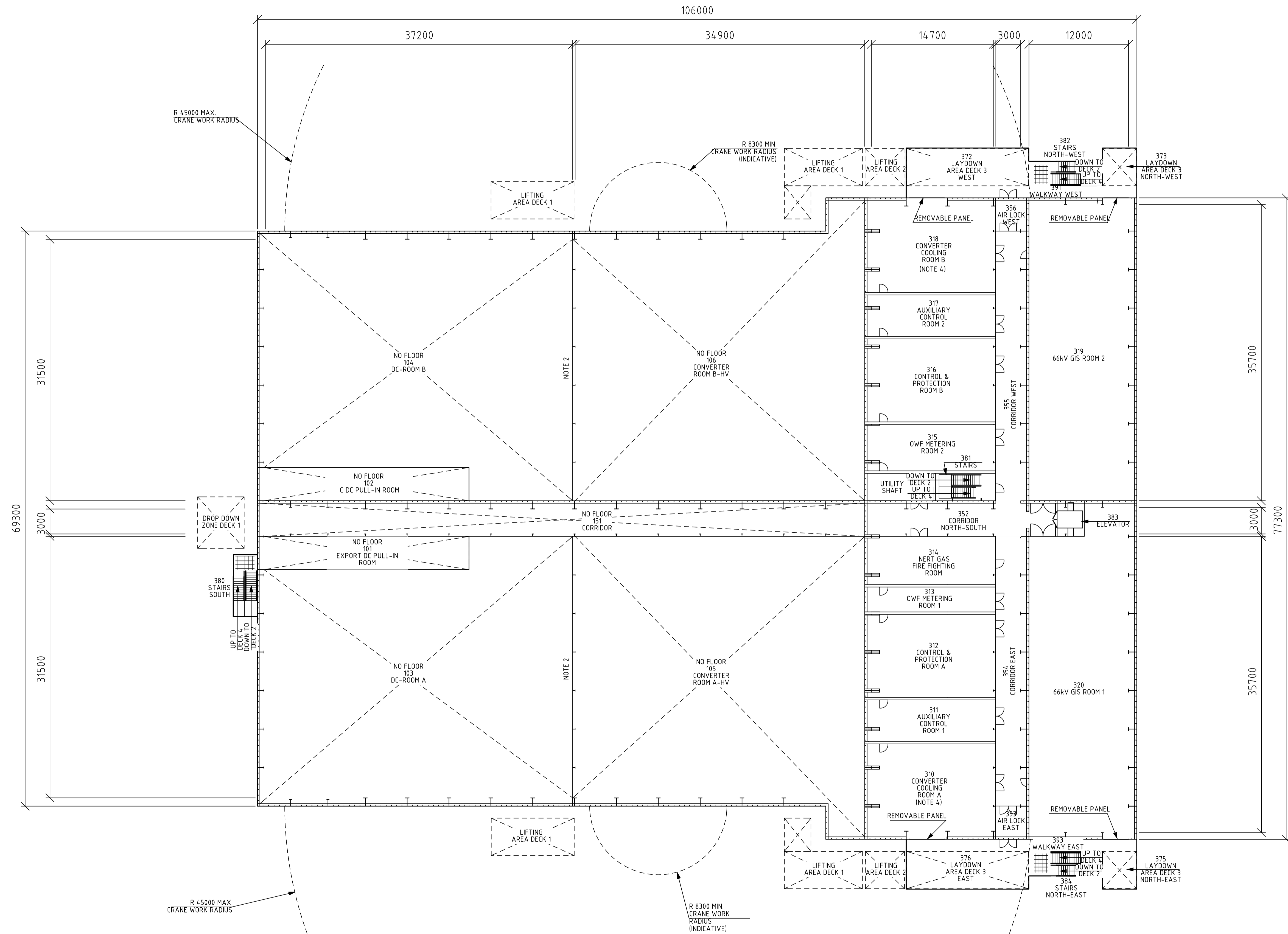
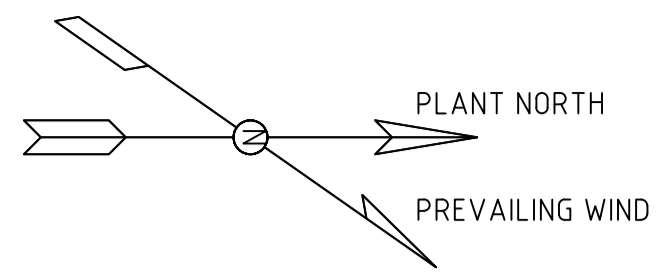
The Access and Egress system contains all facilities to access and egress the platform. See section 7 for more information.

8.15 Layout

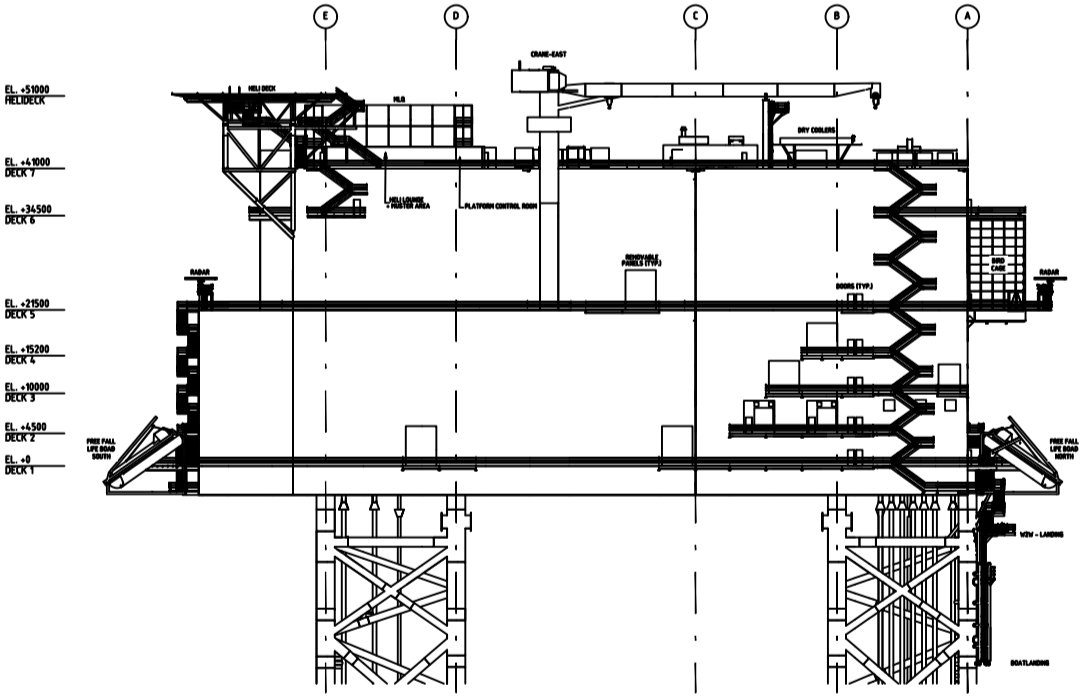
The Layout system describes all requirements for the layout, which has been further detailed in the earlier chapters.

8.16 Structural

The Structural system contains all structural steel elements to support the platform. See section 6 for more information.



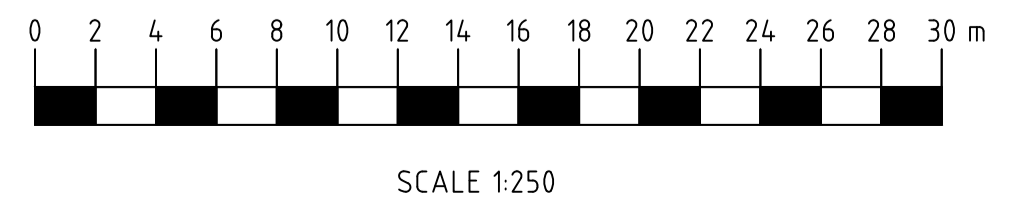
ROOM / AREA MATRIX	
NUMBER	DESCRIPTION
101	EXPORT DC PULL-IN ROOM
102	IC DC PULL-IN ROOM
103	DC ROOM A
104	DC ROOM B
105	CONVERTER ROOM A-HV
106	CONVERTER ROOM B-HV
310	CONVERTER COOLING ROOM A
311	AUXILIARY CONTROL ROOM 1
312	CONTROL & PROTECTION ROOM A
313	OWF METERING ROOM 1
314	INERT GAS FIRE FIGHTING ROOM
315	OWF METERING ROOM 2
316	CONTROL & PROTECTION ROOM B
317	AUXILIARY CONTROL ROOM 2
318	CONVERTER COOLING ROOM B
319	66kV GIS ROOM 2
320	66kV GIS ROOM 1



DRAWING NO	DRAWING TITLE

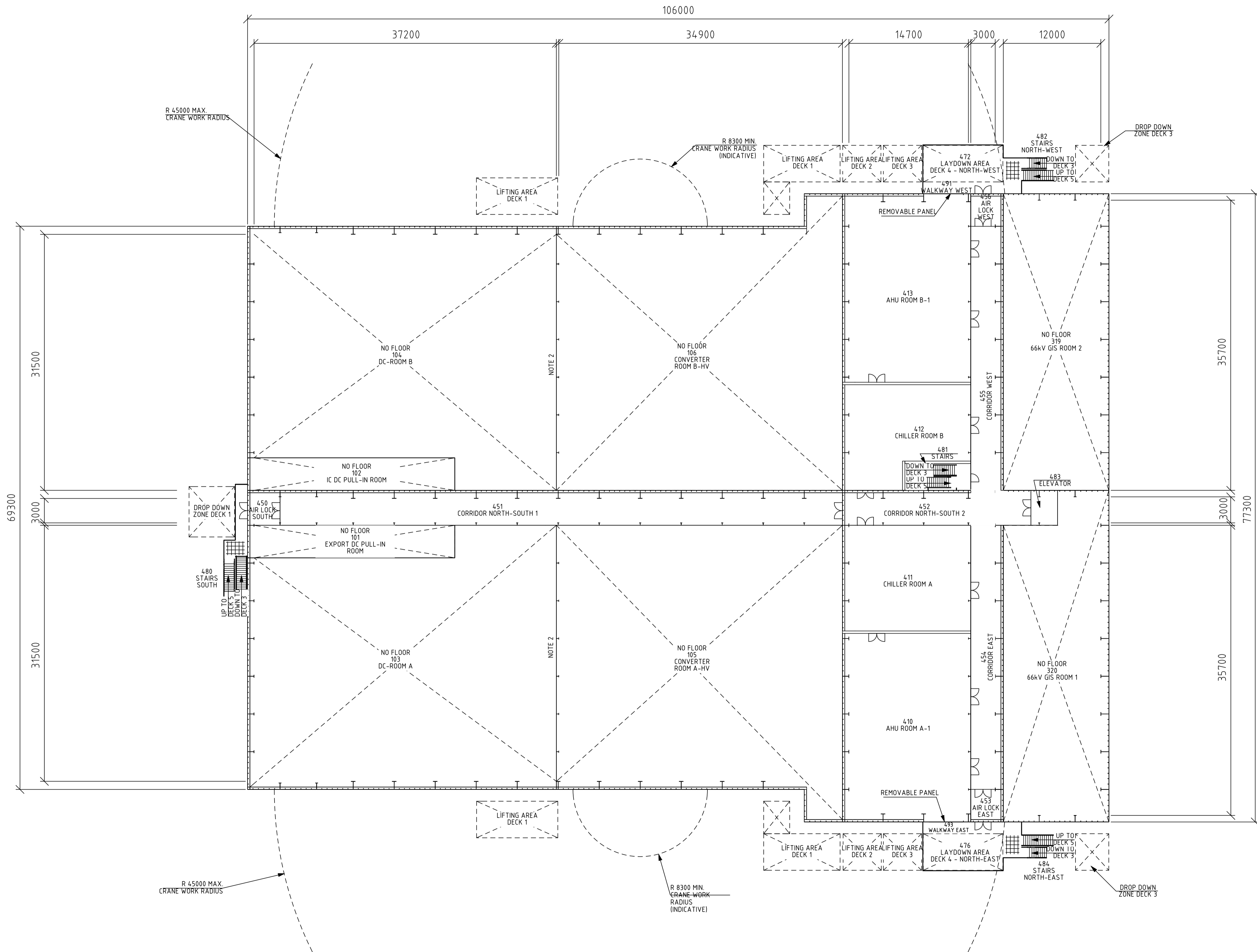
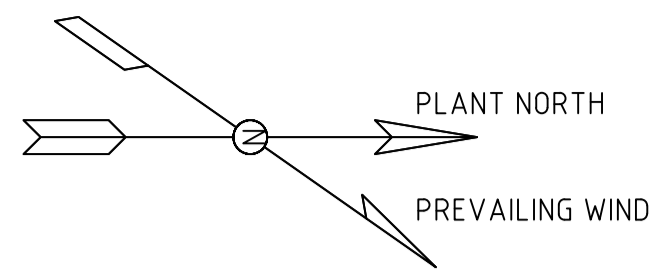
- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.
 - THE CONVERTER COOLING ROOMS ARE SPLIT IN TWO ROOMS BY A SEPARATION WALL TO SEPARATE THE LV DISTRIBUTION (SWITCHBOARD, INCLUDING UMD/UPS) FROM THE PUMP SKID TO AVOID THAT LEAKAGES IN THE COOLING SYSTEM LEAD TO DAMAGE OF THE LV DISTRIBUTION BOARD.
 CONVERTER COOLING ROOM = 310A/318A
 CONVERTER COOLING CONTROL ROOM = 310B/318B

DECK 3 (EL. +10.000)



Rev	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

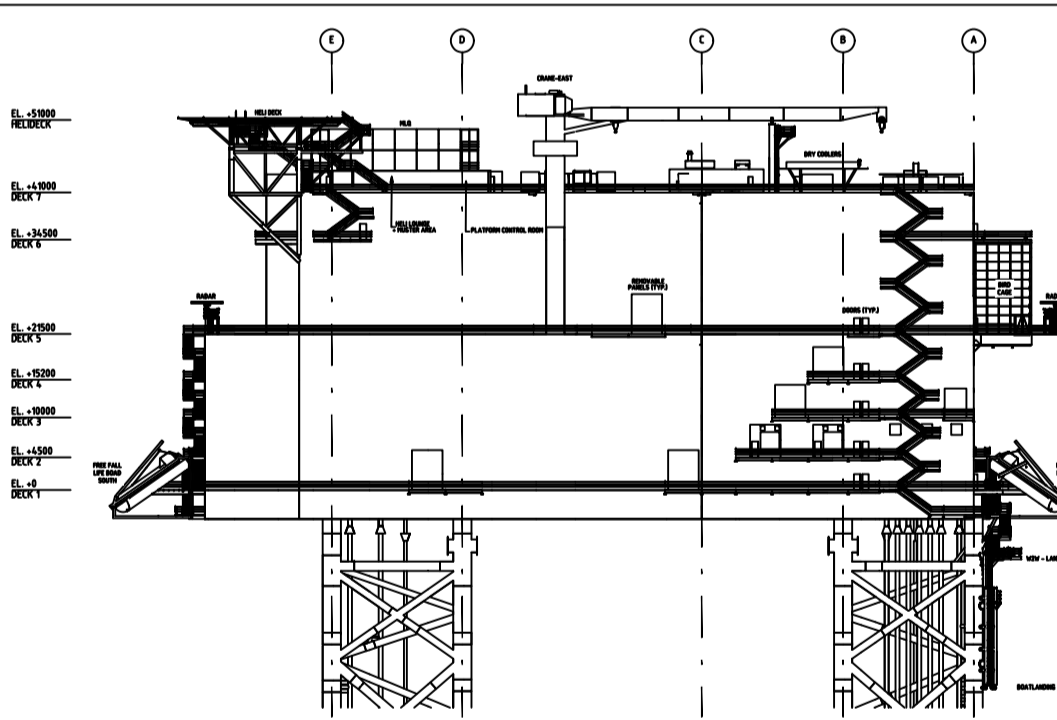
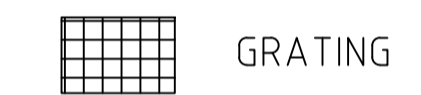
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-2GW
	Sheet
	4 OF 18
Company	Name of the project
TenneT	2GW
Document Title	
Plotplans	
Logo	Scale
	1 : 250
	Format
	A1
	Revision
	1.0



ROOM / AREA MATRIX

NUMBER	DESCRIPTION
101	EXPORT DC PULL-IN ROOM
102	IC DC PULL-IN ROOM
103	DC ROOM A
104	DC ROOM B
105	CONVERTER ROOM A-HV
106	CONVERTER ROOM B-HV
319	66 kV GIS ROOM 2
320	66 kV GIS ROOM 1
410	AHU ROOM A-1
411	CHILLER ROOM A
412	CHILLER ROOM B
413	AHU ROOM B-1

LEGENDS



REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

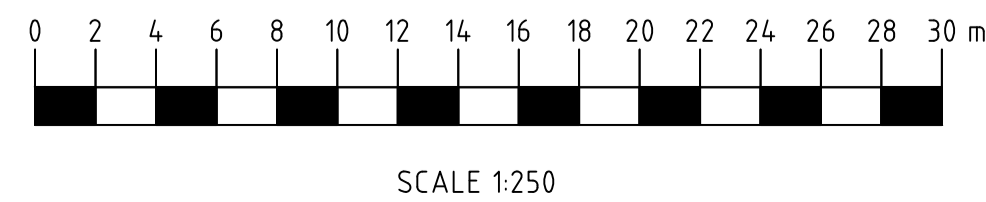
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-2GW
	Sheet
	5 OF 18
Company	Name of the project
TenneT	2GW
Document Title	
PlotPlans	

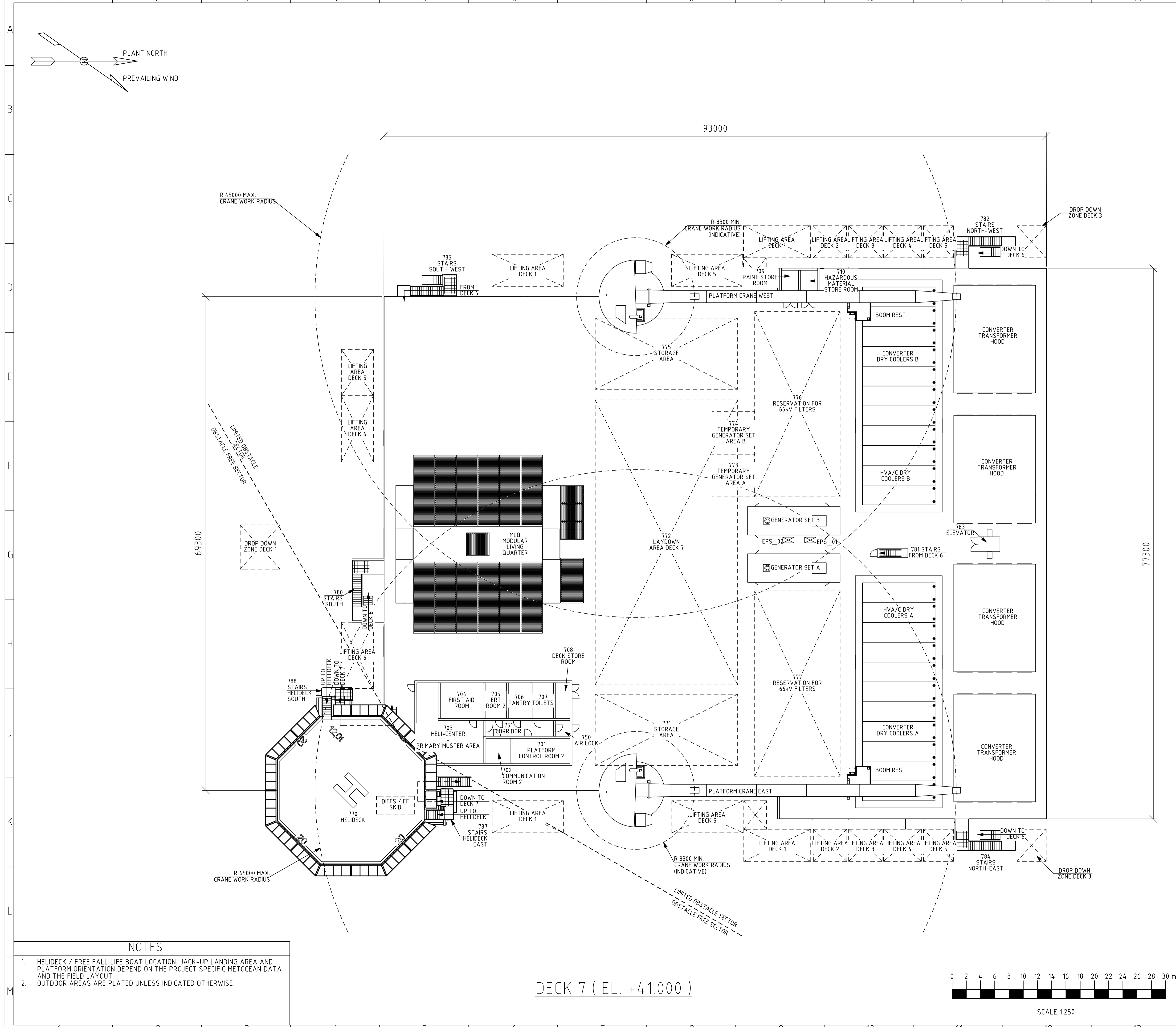


Scale 1: 250
Format A1
Revision 1.0

- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.

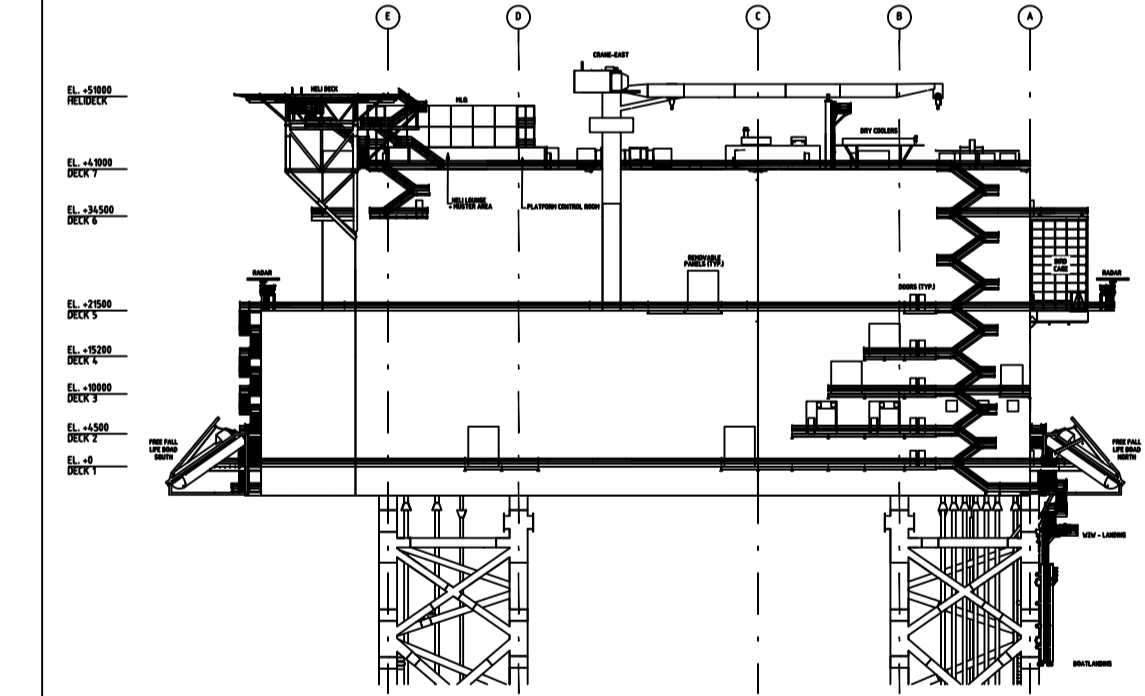
DECK 4 (EL. +15.200)





NUMBER	DESCRIPTION
701	PLATFORM CONTROL ROOM 2
702	COMMUNICATION ROOM 2
703	HELI-CENTER - PRIMARY MUSTER AREA
704	FIRST AID ROOM
705	ERT ROOM 2
706	PANTRY
707	TOILETS
708	DECK STORE ROOM
709	PAINT STORE ROOM
710	HAZARDOUS MATERIAL STORE ROOM
770	HELIDECK
771	STORAGE AREA
772	LAYDOWN AREA DECK 7
773	TEMPORARY GENERATOR SET AREA A
774	TEMPORARY GENERATOR SET AREA B
775	STORAGE AREA
776	RESERVATION FOR 66kV FILTERS
777	RESERVATION FOR 66kV FILTERS
MLQ	MODULAR LIVING QUARTER

LEGENDS	
	GRATING



DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

Reference

Item designation
 Contractors doc-id
 Employers doc-id
DES.04.002-2GW
 Sheet
8 OF 18
 Name of the project
 2GW

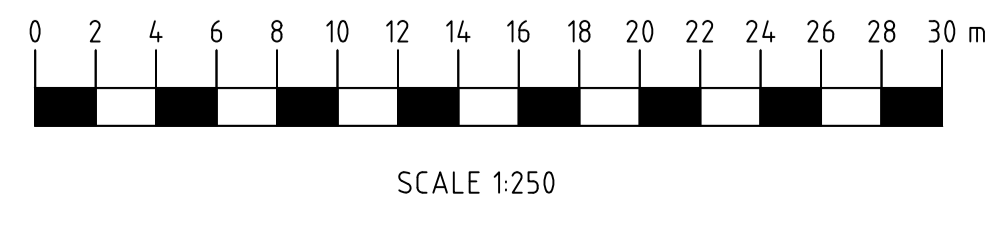
Company
 Tennen
 Document Title
 Plotplans

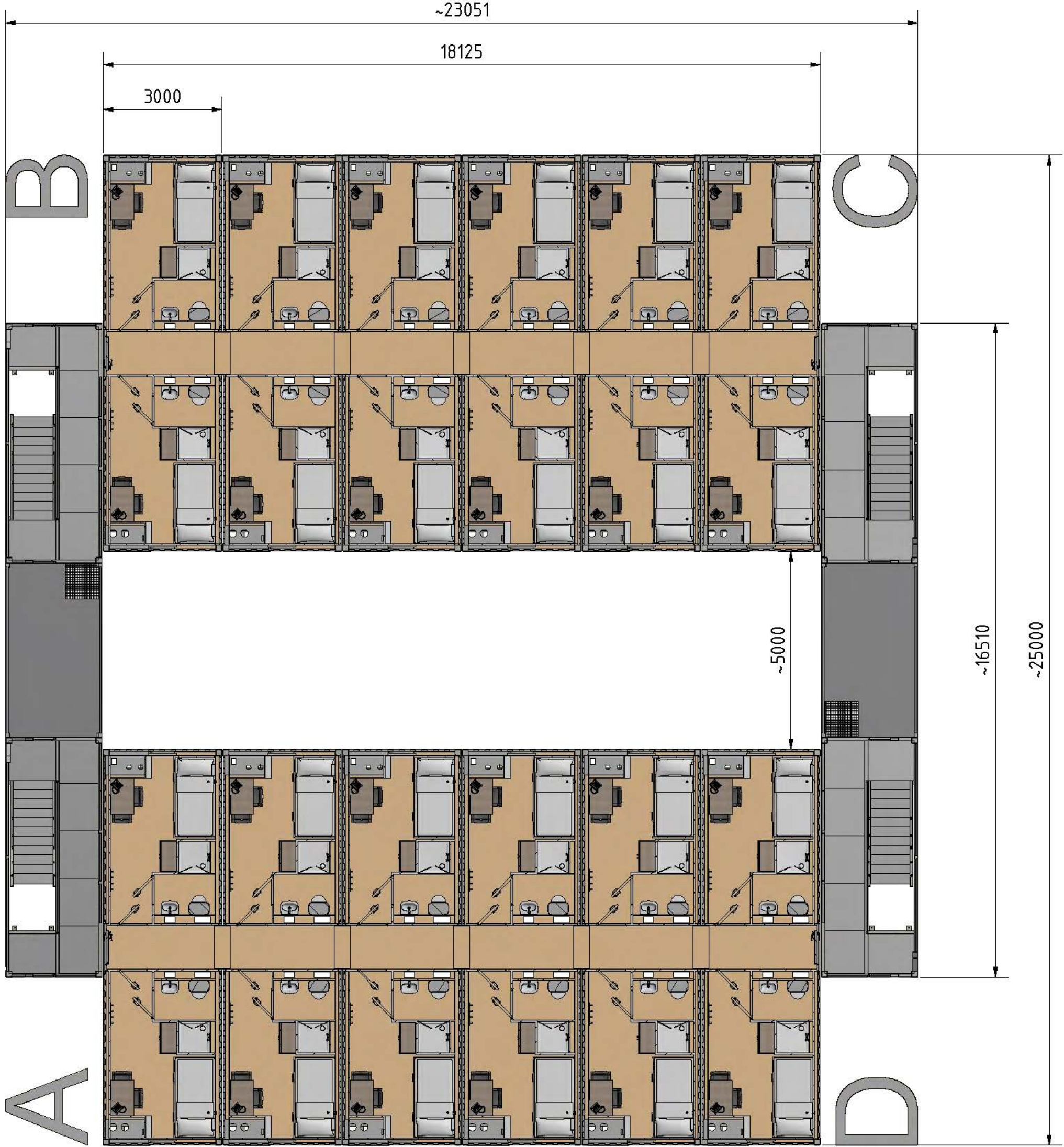
Logo

Scale 1: 250
 Format A1
 Revision 1.0

- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.

DECK 7 (EL. +41.000)





~23051

18125

3000

B

C

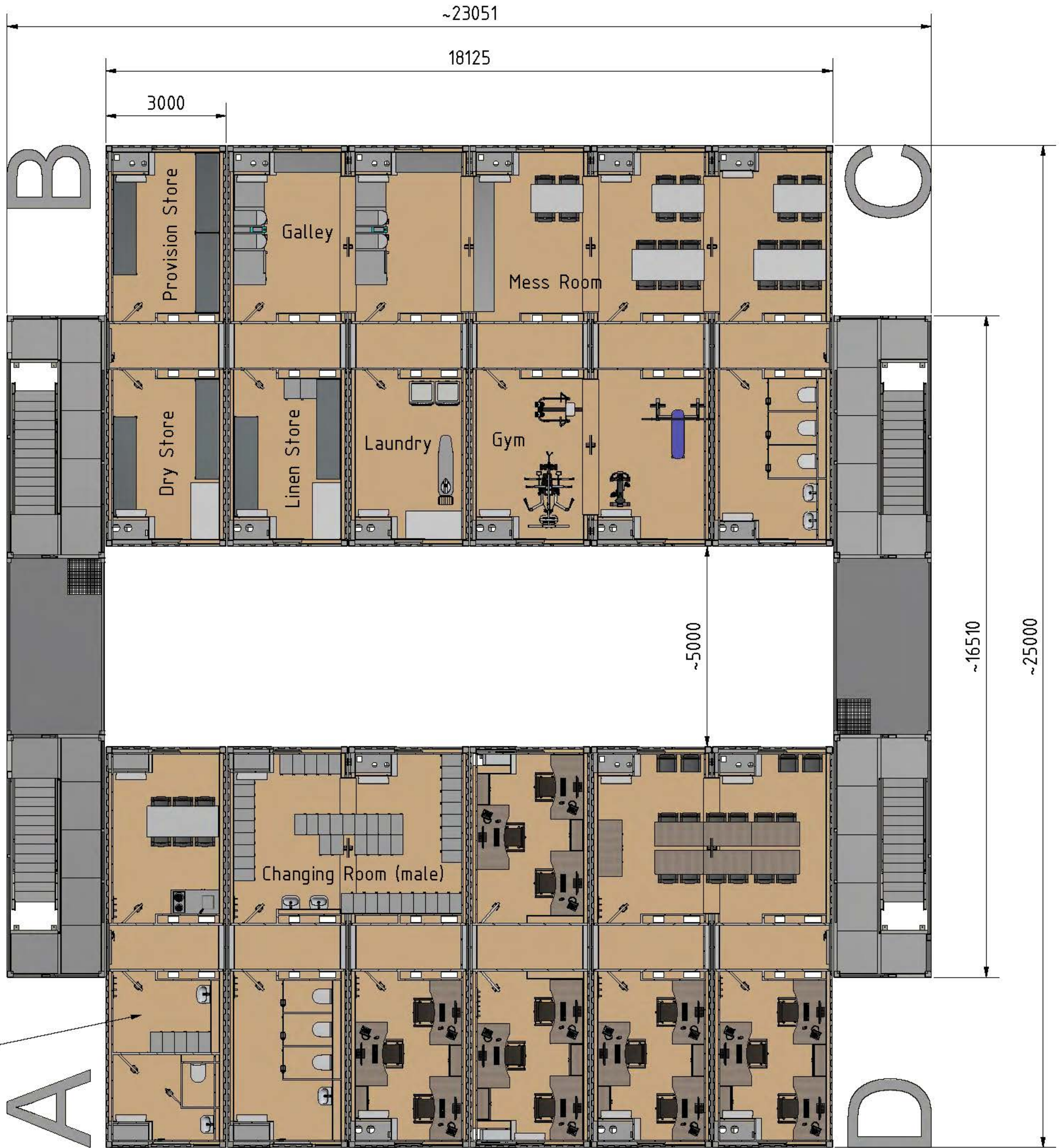
A

D

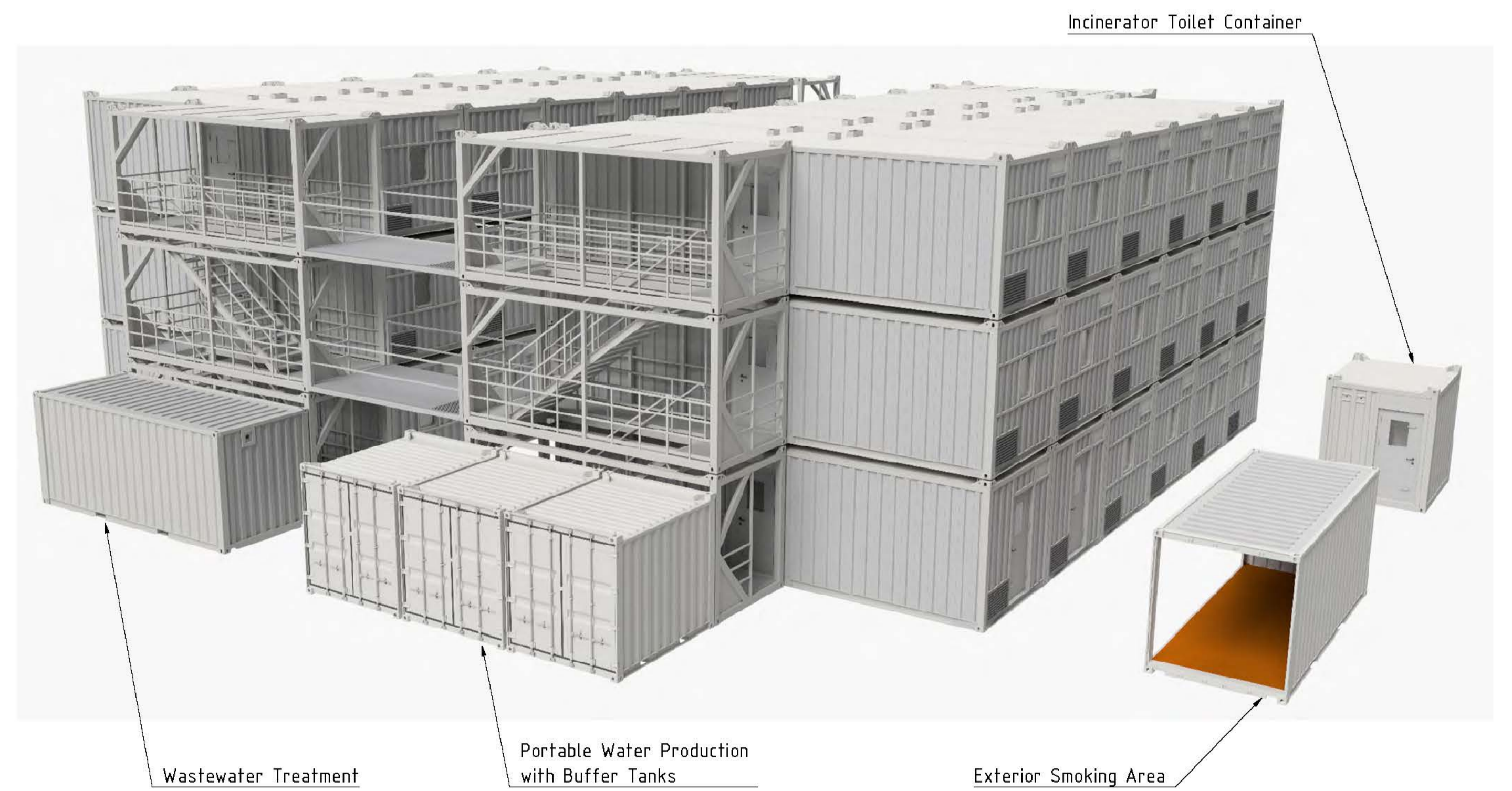
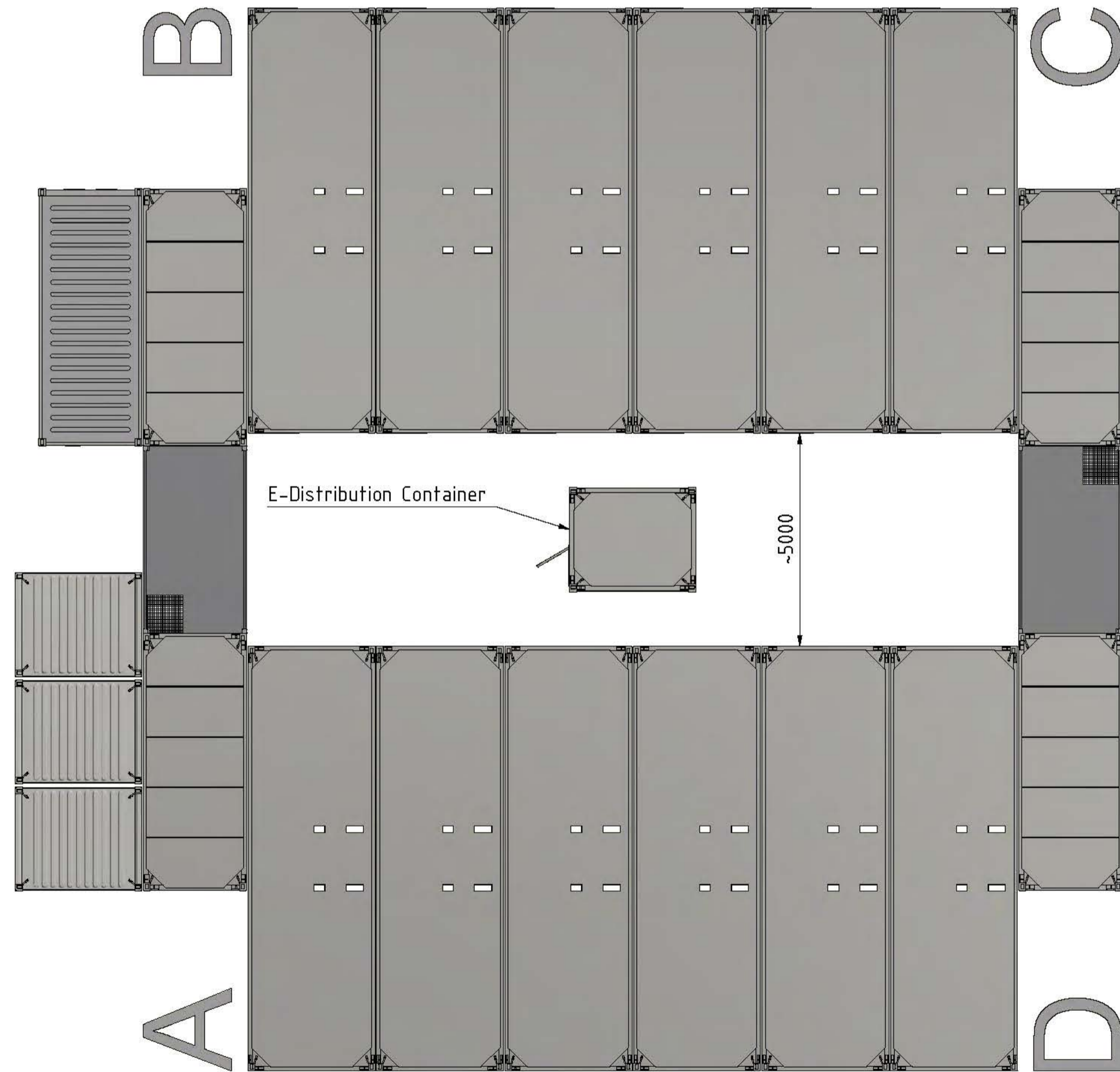
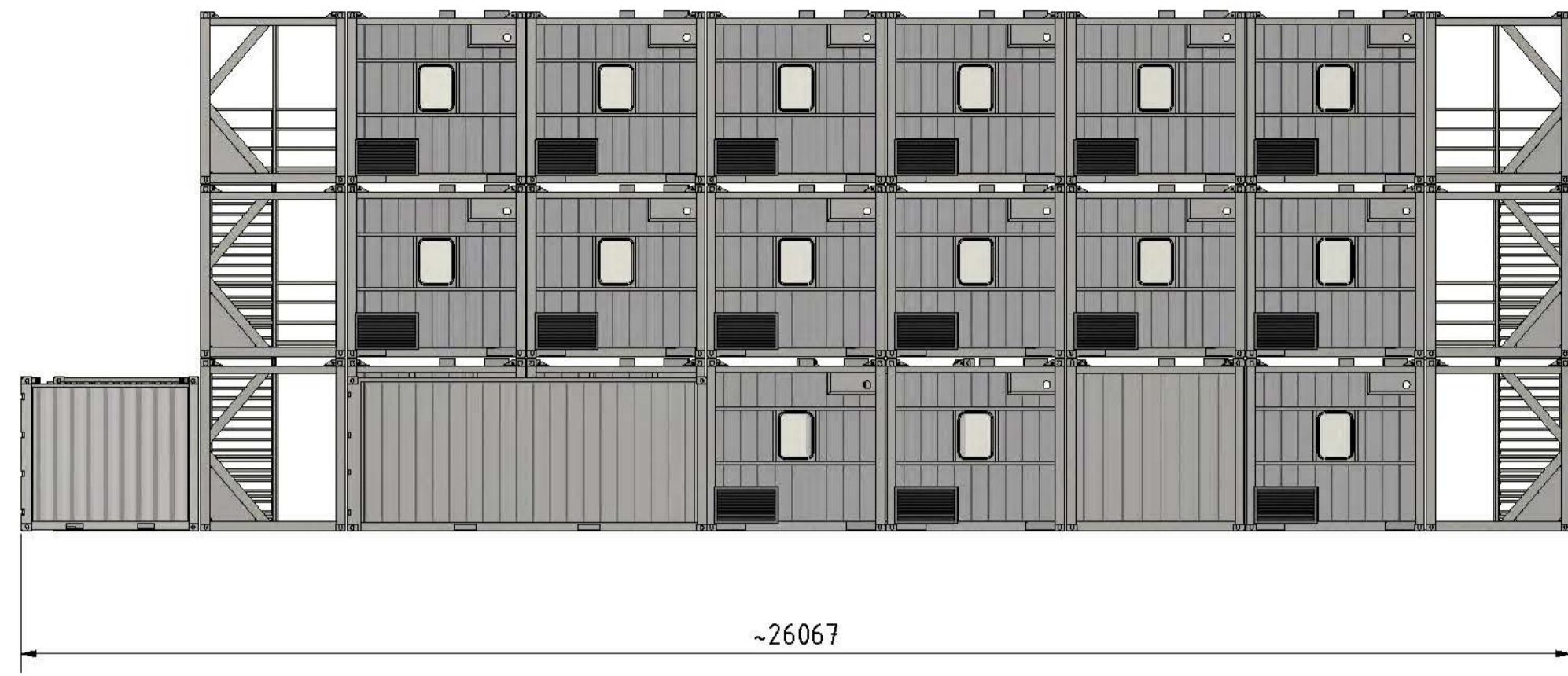
~5000

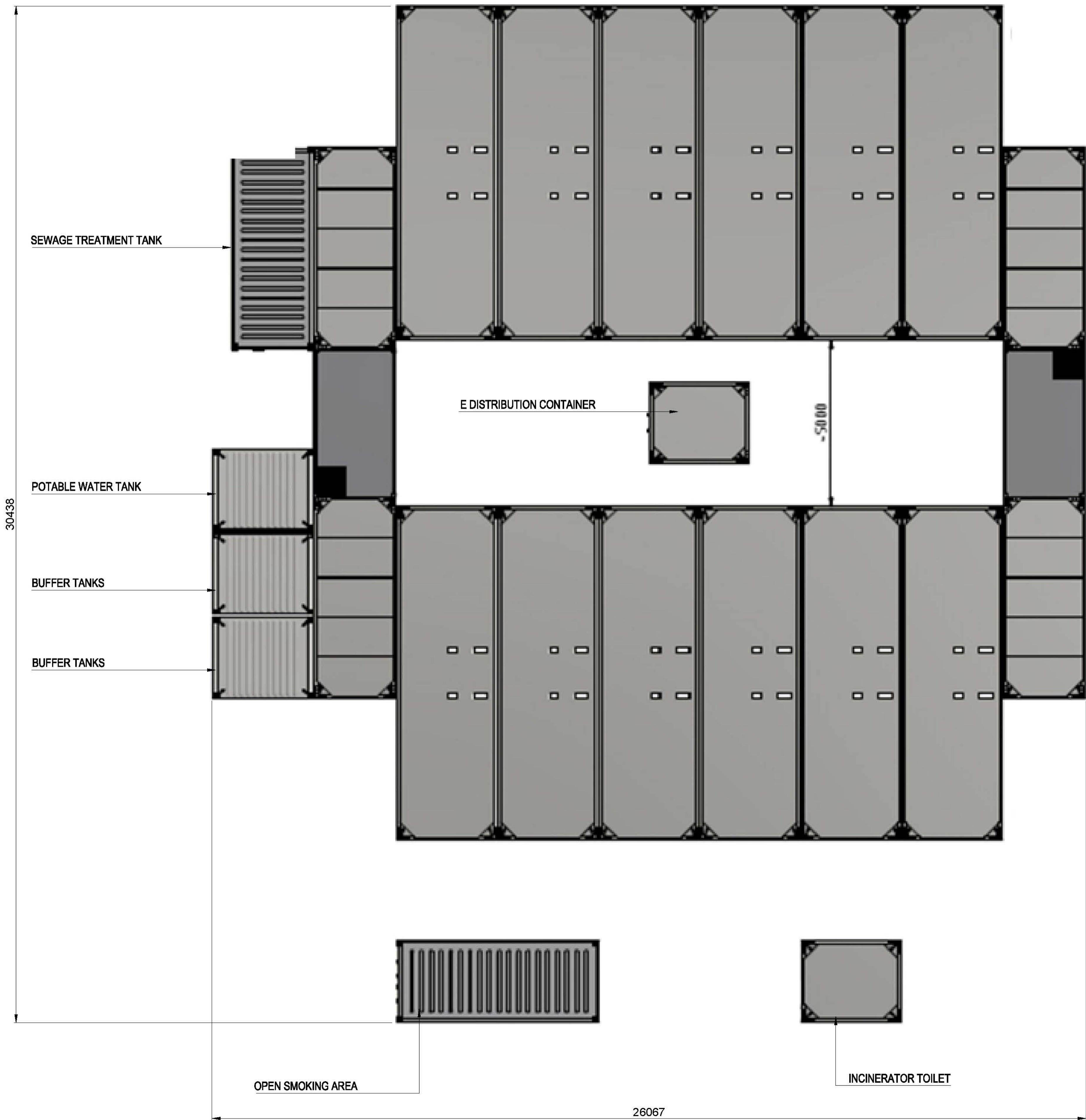
~16510

~25000



Changing Room (female)





SEWAGE TREATMENT TANK

POTABLE WATER TANK

BUFFER TANKS

BUFFER TANKS

E DISTRIBUTION CONTAINER

50.00

OPEN SMOKING AREA

INCINERATOR TOILET

26067

OVERALL PLAN VIEW

Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam

IJmuiden Ver Alpha



Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam
IJmuiden Ver Alpha

Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam

IJmuiden Ver Alpha





Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Contactpersoon	dhr. R. van den Thillart, dhr. A. Pietjouw
Referenties	T346293
Trefwoorden	horizontaal gestuurde boring (HDD), HDPE mantelbuis, PE100, SDR9, drill-grout, waterkering, Veerse Gatdam, IJmuiden Ver Alpha, Net op Zee, dijkfaalmechanisme

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	06-07-2021
Projectnummer	11207136-002
Document ID	11207136-002-GEO-0001
Pagina's	61
Classificatie	-
Status	definitief

Auteur(s)

	ir. D.S. Nugroho	
	dr. P. Meijers	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	ir. D.S. Nugroho 	dr. H.M.G. Kruse 	dr. A.S.K. Elkadi 	
	dr. P. Meijers 			

Samenvatting

De aanlanding van de elektriciteitskabels van het windpark IJmuiden Ver Alpha is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 450 mm HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen 4 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam.

Dit rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de waterkering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

Ten aanzien van het globaal ontwerp kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Vanwege de opbouw van de ondergrond wordt geadviseerd de geplande horizontaal gestuurde boringen dieper uit te voeren. De vloerpijp dient dieper te worden gelegd in de Holocene lagen waar een vast gepakt zand pakket aanwezig is. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-17 m te leggen.
- Bij het uittredepunt op het strand is een constructie benodigd om de golfaanval op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- Het is aan te raden om een vloerpijphelling van minimaal $0,5^\circ$ toe te passen bij de vloerpijp in verband met luchtbellen.
- De spanningen in de mantelbuizen zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfasen lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten. De berekende spanningen zijn gering. Het is te overwegen een hogere SDR klasse te kiezen.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrefase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

Ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering.
- De werkzaamheden ter plaatse van de vooroever zijn geen bedreiging voor de waterkering. De geometrische toets voor zettingsvloeiing is voldoende. Ook binnendijks zal de waterkering niet worden beïnvloed door zettingsvloeiing.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.
- In verband met het risico op kwel en piping is het noodzakelijk om de annulus van de boorgang te vullen met en uithardende boorvloeistof (zoals drill-grout). Het is noodzakelijk om de gehele boorgang te vullen tijdens het intrekken. Aan de zeezijde is na injectie te overwegen om de kans op onvolledige vulling van de annulus te verminderen.
- Bij toepassing van de uithardende boorvloeistof dient te worden toegezien op de werkwijze en de samenstelling van de boorvloeistof.
- De mantelbuizen dienen te worden afgesloten om waterstroming tussen de zeezijde en landzijde te voorkomen.

- De te verwachten zakking ter plaatse van de waterkering is mede door gebruik van een uithardende boorvloeistof klein.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
1.1	Over het project	9
1.2	Doelstelling	10
2	Projectbeschrijving	11
2.1	Beschikbare informatie en documenten	11
2.2	Aanleg	11
2.3	Boorlijn	11
2.4	Aan te leggen mantelbuis	12
2.5	Beschikbaar grondonderzoek	12
2.6	Waterkering	13
2.7	Te kruisen objecten	13
2.8	Bathymetrie	14
2.9	Geplande periode voor uitvoering	14
3	Geologie en geohydrologie	15
3.1	Geologie	15
3.1.1	Algemeen	15
3.1.2	Geologisch langsprofiel	15
3.2	Geohydrologie	16
3.2.1	Geohydrologisch langsprofiel	16
3.2.2	Zee waterstand	17
3.2.3	Freatische grondwaterstand in het achterland	17
3.2.3.1	Metingen uit Dinoloket	17
3.2.3.2	Metingen uit boringen	19
3.2.4	Stijghoogte van de 1 ^e watervoerende laag	19
3.2.4.1	Metingen uit Dinoloket	19
3.2.5	Chloridegehalte	20
4	Uitgangspunten ontwerp HDD	21
4.1	Algemeen	21
4.2	Ligging vloerpijp	21
4.3	Doorsnede en grondparameters	21
4.4	Boorfasen	22
4.5	Boorvloeistof	23
4.6	Leidingparameters	23
4.7	Temperatuurverschil in mantelbuis	23

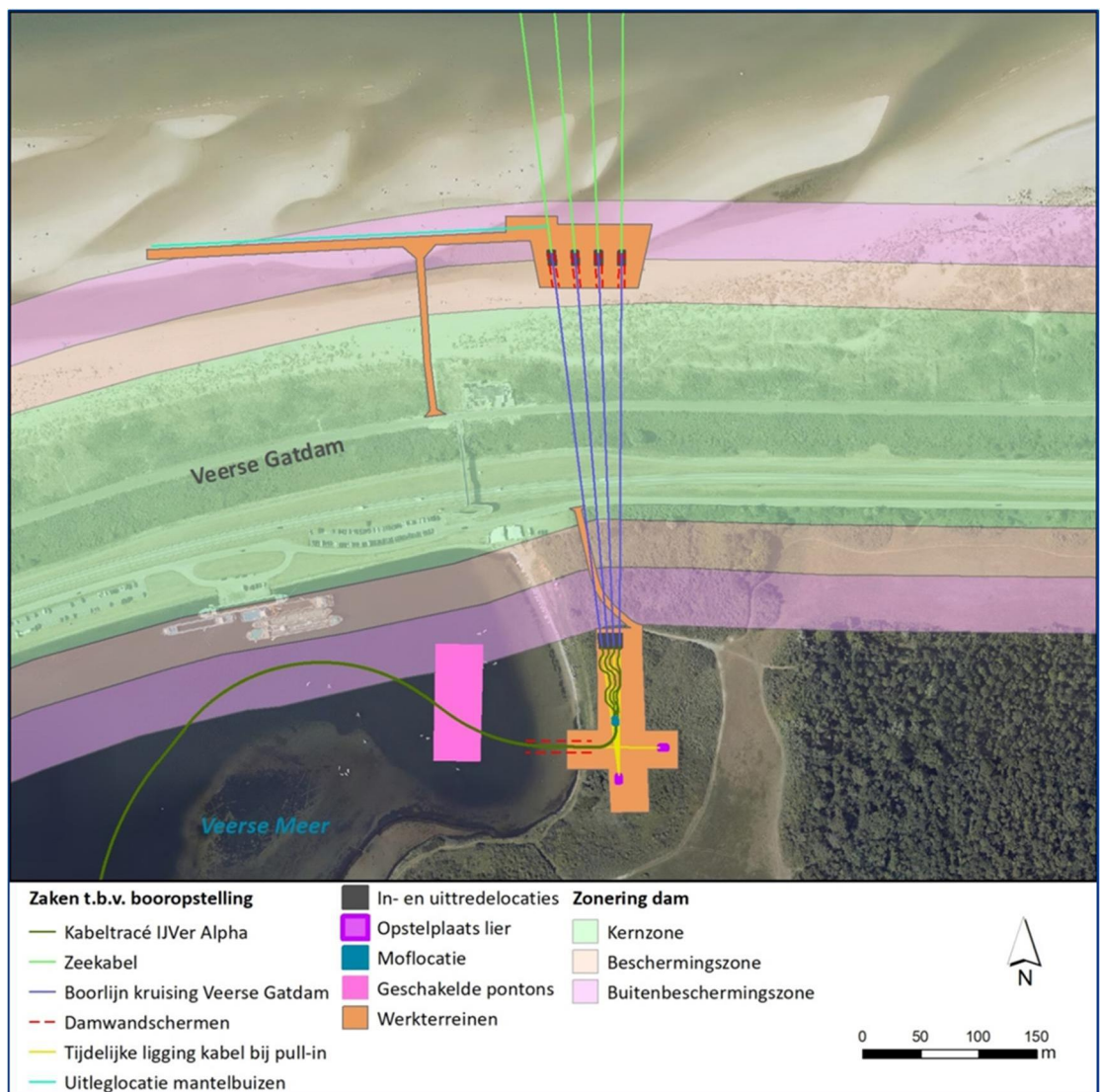
4.8	Partiele factor voor trekkracht	23
4.9	Verkeerbelasting	23
4.10	Volumegewicht zeewater	24
5	Globaal ontwerp	25
5.1	Aanpassing boorlijn	25
5.2	Minimale en maximale boorvloestofdrukken	25
5.3	Trekkracht	26
5.3.1	100% gevulde leiding (met water)	27
5.3.2	Niet-gevulde leiding	27
5.4	Leidingsterkte	27
5.4.1	Spanningen	28
5.4.1.1	100% gevulde leiding (met water)	28
5.4.1.2	Niet-gevulde leiding	28
5.4.2	Deflectie	29
5.4.3	Implosie	29
5.4.3.1	100% gevulde leiding (met water)	29
5.4.3.2	Niet-gevulde leiding	29
5.5	Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's	30
5.5.1	Intredepunt	30
5.5.2	Uittredepunt	30
6	Invloed op de waterveiligheid van de waterkering	32
6.1	Algemeen	32
6.2	Macrostabieliteit	33
6.2.1	Uitgangspunten	33
6.2.1.1	Beoordeling invloed van boren	33
6.2.1.2	Norm voor analyse	33
6.2.1.3	Glijvlakmodel	33
6.2.1.4	Materiaalfactor (γ_c)	33
6.2.2	Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU	34
6.2.3	Software	34
6.2.4	Macrostabieliteit binnentalud (STBI)	34
6.2.4.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	34
6.2.4.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	35
6.2.5	Macrostabieliteit buitentalud (STBU)	36
6.2.5.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	36
6.2.5.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	37
7	Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland	39
7.1	Algemeen	39
7.2	Relevante gegevens ondergrond	39
7.3	Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen	40
7.4	Geometrietoets zettingsvloeiing	41
7.5	Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving achterland	43
8	Toetsing op hoogte (GEKB) en Piping (STPH)	45

8.1	Algemeen	45
8.2	Berekende zakking door trillingen	45
8.3	Kruinzakking door boogwerking	46
8.4	Consolidatie boorvloeistof	47
8.5	Volumeverandering rond boorgat	48
8.6	Sommatie componenten kruindaling	49
8.7	Toetsing op piping (STPH)	50
9	Invloed bij ontgraving aanbrengen kabels	51
9.1	Uitgangspunten	51
9.2	Afmetingen damwand	51
9.3	Wateroverspanning tijdens intrillen	51
9.4	Invloed ontgravingsput op stabiliteit dam	52
9.4.1	Ontgraving onder talud	53
9.4.2	Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput	54
9.4.3	Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand	55
9.5	Conclusie	56
10	Conclusies	57
11	Referentie	59
A	D-Geo Pipeline berekeningsrapport	60

1 Inleiding

1.1 Over het project

De aanlanding van de elektriciteitskabels van het windpark IJmuiden Ver Alpha is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 450 mm HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen 4 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam. De lengte van elke HDD is ca. 340 m. Het bovenaanzicht van de aanlandingslocatie is in Figuur 1.1 weergegeven. In de Figuur zijn de zones van de waterkering aangegeven. De intredepunten van de boringen bevinden zich in het achterland van de waterkering buiten de beschermingszone. De uittredepunten bevinden zich in het voorland van de waterkering buiten de beschermingszone.



Figuur 1.1 Bovenaanzicht HDD kruising Veerse Gatdam [1]

1.2 Doelstelling

Ten behoeve van een vergunningaanvraag voor de aanleg van de kabels onder de Veerse Gatdam is Deltares door TenneT gevraagd om een globaal ontwerp op te stellen voor de kruising met de waterkering. De geplande horizontaal gestuurde boringen kruisen de waterkering. Door de uitvoering van de boring en in de situatie na de installatie van de kabels mag het waterkerend vermogen van de waterkering niet worden aangetast.

Om de effecten op het waterkerend vermogen goed te kunnen bevoordelen is de versterkte informatie over de HDD's eerst uit gewerkt tot een globaal ontwerp. De ontwerp gegevens zijn gebruikt om de effecten op de waterkering te beschouwen.

2 Projectbeschrijving

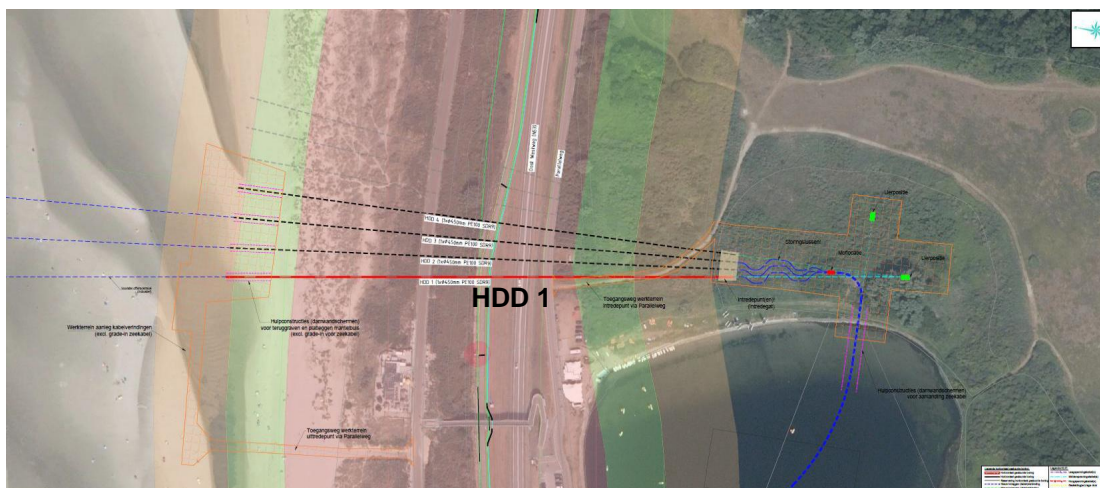
2.1 Beschikbare informatie en documenten

TenneT heeft de volgende informatie verstrekt:

- De door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD : 2828-0221-01-BT versie 3-A0+ (Blad 1 HDD).pdf.
- Bovenaanzicht boorlijn en werkterrein: 2828-0221-01-BT versie 3-A0+ (Blad 2 kabelwerkzaamheden).
- Recente uitgevoerde boringen: 464270-IJmuidenVER-Borssele Boringen serie1- 2020-1142-profielen-concept.pdf.
- Recente uitgevoerde sonderingen: 2020-1142_28.pdf, 2020-1142_29.pdf en 2020-1142_30.pdf.

2.2 Aanleg

In Figuur 2.1 is het bovenaanzicht van de 4 HDD's ter plaatse van de kruising met de Veerse Gatdam weergegeven. De afstand tussen twee uittredepunten is ca. 20 m. De afstand tussen twee intredepunten is ca. 5 m. Voor de uitwerking van het ontwerp van de HDD's bij de kruising van de Veerse Gatdam is de boorlijn van HDD 1 gekozen.



Figuur 2.1 HDD 1 voor het ontwerp van HDD kruising Veerse Gatdam [2]

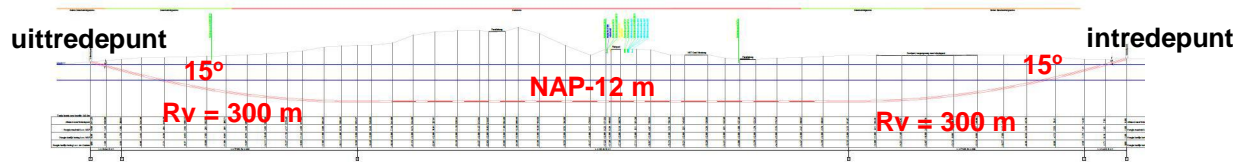
Ter plaatse van de uittredepunten van de horizontaal gestuurde boringen worden ontgravingen binnen damwandkuipen uitgevoerd om de kabels op een diepte van 5 m onder maaiveld in te voeren in de mantelbuizen. Vanzelfsprekend zullen de ontgravingen plaatsvinden nadat de mantelbuizen zijn geïnstalleerd.

2.3 Boorlijn

De geometrie van de door TenneT voorgestelde boorlijn (HDD 1) heeft de volgende kenmerken (zie Figuur 2.2):

- In- en uittredehoek 15°.
- Vloerpijp diepte NAP-12 m.
- Verticale bochtstraal (Rv) 300 m (opgaande en neergaande bochten).

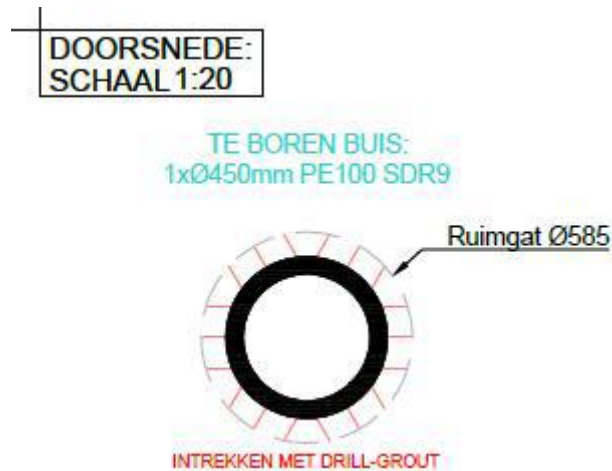
Het uittredepunt bevindt zich aan de buitenzijde van de waterkering. De horizontale lengte van de boring is ca. 340 m.



Figuur 2.2 De door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD 1 [3]

2.4 Aan te leggen mantelbuis

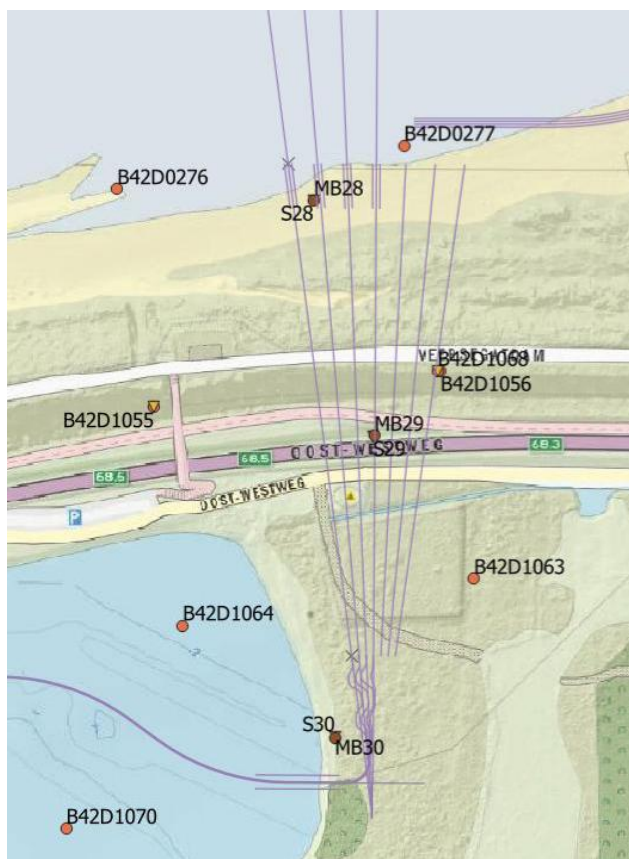
De aan te leggen mantelbuis is volgens opgave van TenneT 450 mm PE100 SDR 9. Deze mantelbuis zal in een geruimd boorgat van 585 mm (23") worden aangelegd (zie Figuur 2.3). Bij het intrekken wordt de annulus van het boorgat met drill-grout gevuld. De wanddikte van de mantelbuis bedraagt 50,3 mm. Het materiaal is PE 100 daardoor is de lange termijn sterkte 350 MPa en de korte termijn sterkte 975 MPa bij 20°C.



Figuur 2.3 Afmeting mantelbuis en geruimd boorgat [3]

2.5 Beschikbaar grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek dat voor het project is uitgevoerd en het grondonderzoek dat beschikbaar is in de database rondom het boortracé is in Figuur 2.4 weergegeven.



Figuur 2.4 Locatie van het beschikbare grondonderzoek (bron: Dinoloket en [4])

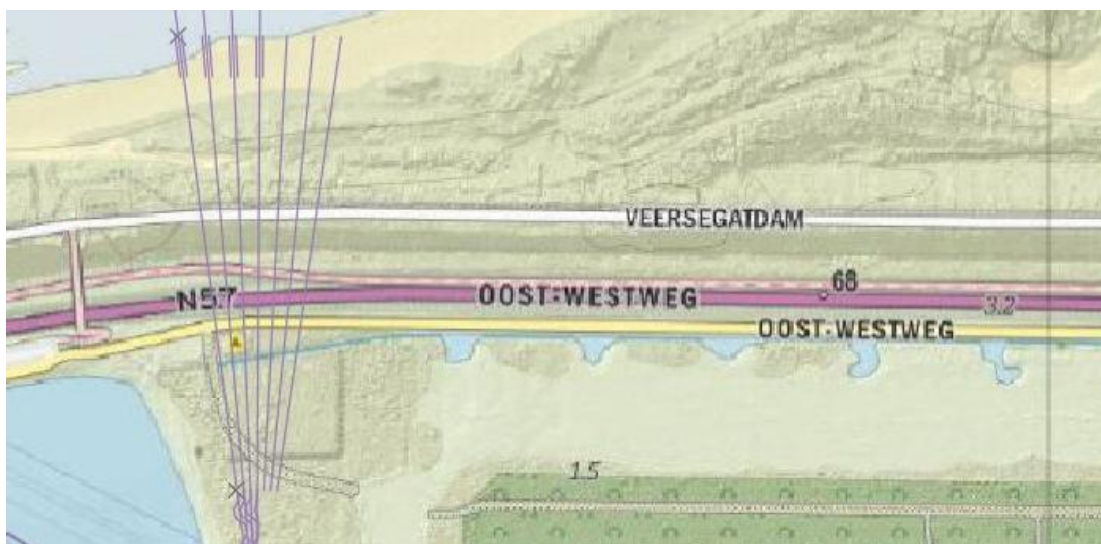
2.6 Waterkering

De Veerse Gatdam maakt deel uit van de Deltawerken. De waterveiligheidsnormen van de waterkeringen en ook van de Veerse Gatdam zijn wettelijk vastgelegd en gedefinieerd als toelaatbare overstromingskansen per dijktraject per jaar. De Veerse Gatdam maakt onderdeel uit van het dijktraject 29-1 met een maximaal toelaatbare faalkans van 1/3.000 per jaar [17].

Voor de beschouwing van de waterveiligheid bedraagt de maatgevende buiten hoogwaterstand NAP+5,22 m bij een toelaatbare faalkans van 1/3000 [5].

2.7 Te kruisen objecten

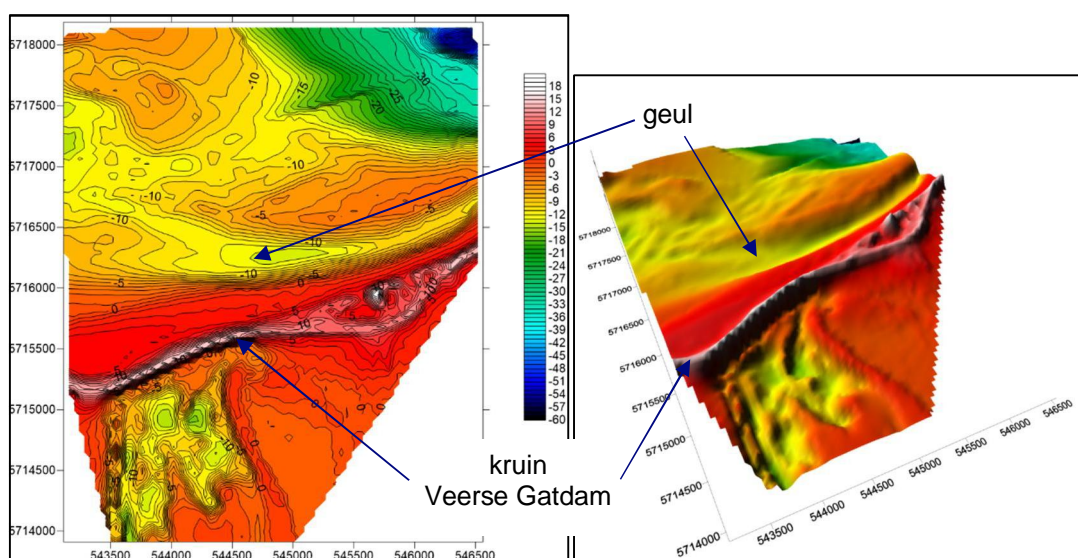
De te kruisen objecten zijn de waterkering met daarop de weg N57 en twee lokale wegen (Veerse Gatdam en Oost-westweg). De locatie van de te kruisen objecten is in Figuur 2.5 weergegeven.



Figuur 2.5 Locatie van de te kruisen objecten

2.8 Bathymetrie

Het niveau van de zeebodem (t.o.v. NAP) ten noorden van de Veerse Gatdam is in Figuur 2.6 weergegeven. Het volgt uit Figuur 2.6 dat er een geul aanwezig is in het voorland van de waterkering met een bodem gelegen op ca. NAP-10 m.



Figuur 2.6 Bathymetrie gegevens (t.o.v. NAP) rondom de waterkering Veerse Gatdam, linker figuur: bovenaanzicht, rechter figuur: 3D aanzicht (bron: [6])

2.9 Geplande periode voor uitvoering

De uitvoering van de horizontaal gestuurde boringen is gepland tussen september en November 2022 [7].

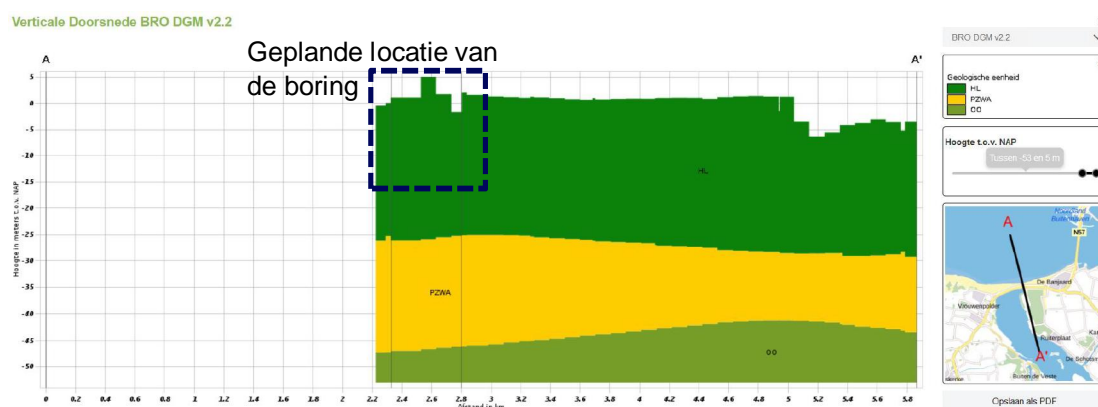
3 Geologie en geohydrologie

3.1 Geologie

3.1.1 Algemeen

De regionale geologische opbouw van de ondergrond ter plaatse van het boortracé tot NAP-55 m diep is in Figuur 3.1 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.1 dat er drie geologische eenheden kunnen worden onderscheiden:

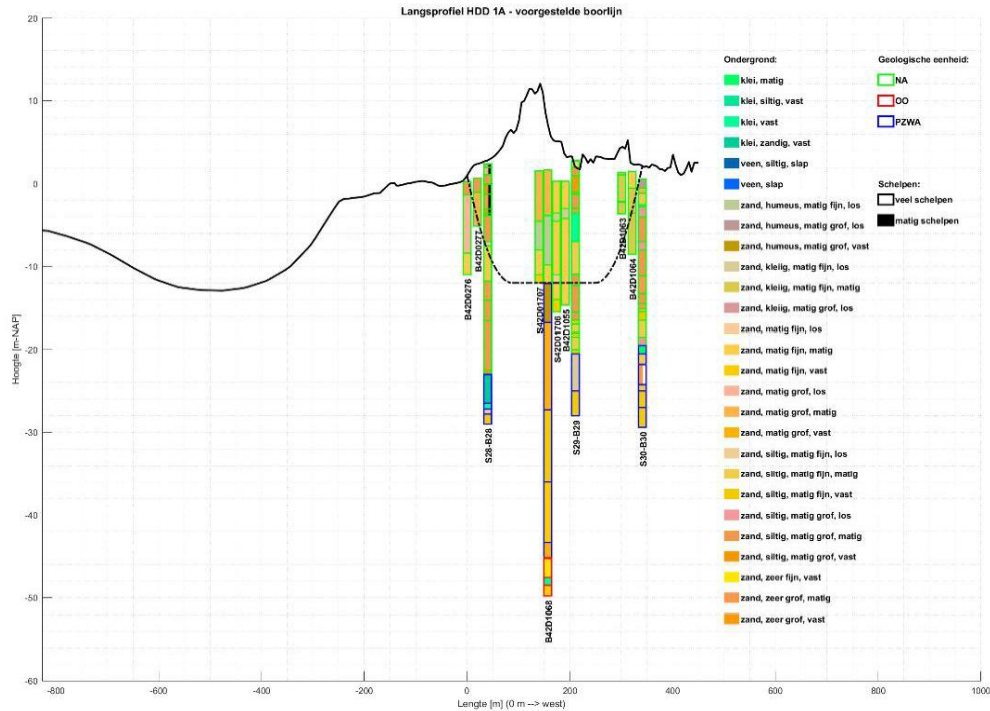
- HL (Holocene lagen, Formatie van Naaldwijk).
- PZWA (Formatie van Waalre).
- OO (Formatie van Oosterhout).



Figuur 3.1 Geologisch profiel ter plaatse van het boortracé tot NAP-55 m diep (bron: Dinoloket)

3.1.2 Geologisch langsprofiel

Figuur 3.2 geeft het geologisch langsprofiel met de grondlagen en de voorgestelde boorlijn weer. De ligging van de grondlagen is uit de beschikbare boringen en sonderingen geïnterpreteerd. De Holocene lagen (Formatie van Naaldwijk) bestaan voornamelijk uit matig grof zand (met weinig tot matig veel schelpen). Er komen lokaal meer kleiig ontwikkelde lagen voor.



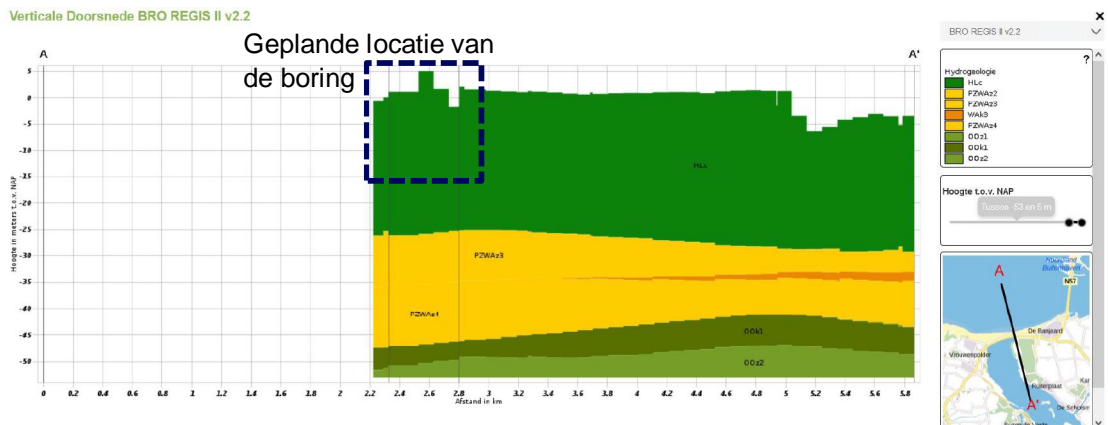
Figuur 3.2 Geologisch langprofiel met grondlagen en de door TenneT voorgestelde boorlijn

De vloerpijp van de voorgestelde boorlijn ligt op NAP-12 m in een los tot matig gepakt matig grof zandpakket van de Formatie van Naaldwijk (NA).

3.2 Geohydrologie

3.2.1 Geohydrologisch langprofiel

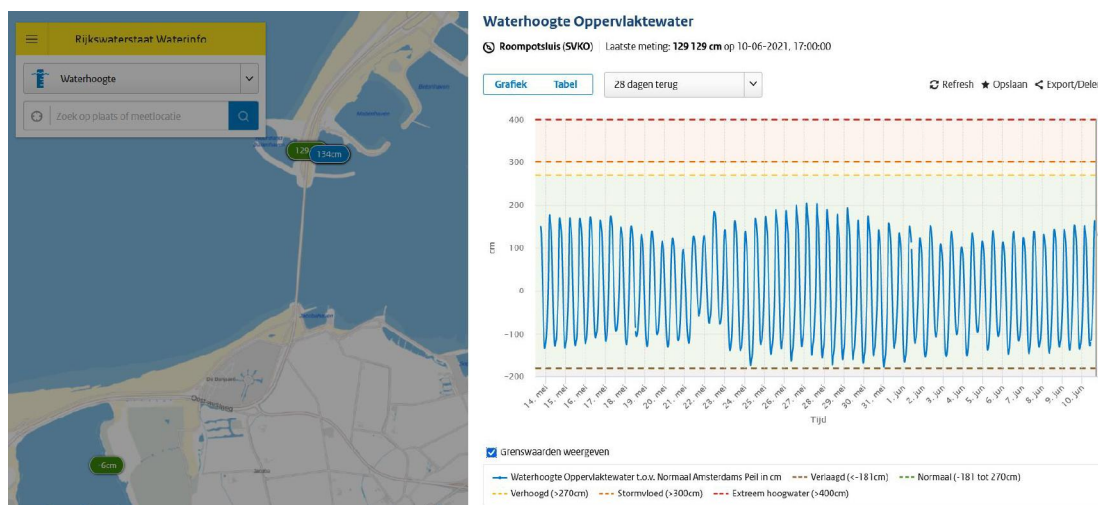
Het geohydrologische profiel ter plaatse van het boortracé is in Figuur 3.3 weergegeven. De Formatie van Waalre (PZWA) bestaat voor een groot deel uit zand (PZWAz3 en PZWAz4). Bij de overgang tussen de Holocene lagen (HL) en de Formatie van Waalre (PZWA) kan een kleilaag voorkomen (in de classificatie die vroeger werd gebruikt werd dit klei uit de Kedichem formatie genoemd). De Formatie van Oosterhout (OO) bevindt zich op grote diepte.



Figuur 3.3 Geohydrologisch profiel ter plaatse van het boortracé tot NAP-55 m diep (bron: Dinoloket)

3.2.2 Zee waterstand

De gemeten dagelijkse zee waterstand in het voorland van de Veerse Gatdam kan worden ontleend aan de metingen bij Roompotsluis (zie de locatie in Figuur 3.4). In Figuur 3.4 zijn de waterstandmetingen bij Roompotsluis van de afgelopen 28 dagen weergegeven. Uit de waterstanden metingen in de buurt (bij Roompotsluis) blijkt dat de dagelijkse waterstand tot NAP+2,7 m kan oplopen. De gemiddelde en de lage zee waterstand bedragen respectievelijk NAP+0 m en NAP-2 m.

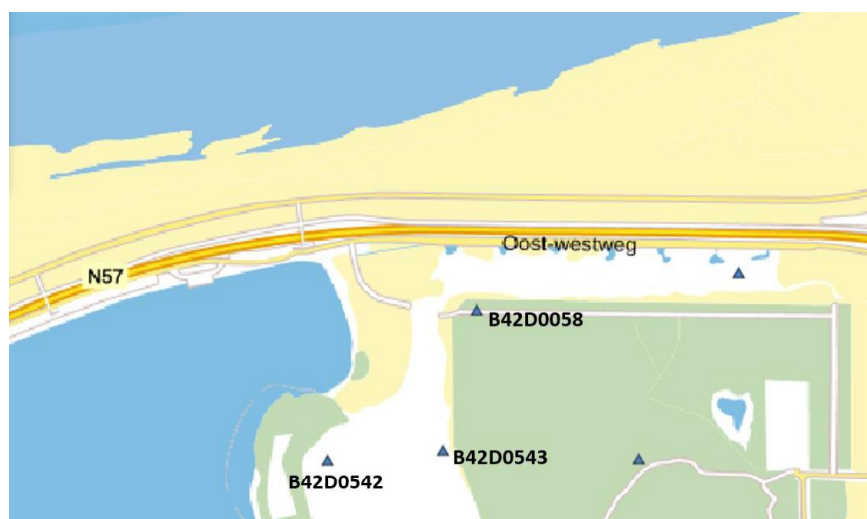


Figuur 3.4 Gemeten dagelijkse zeespiegel over 28 dagen [bron: waterinfo.rws.nl]

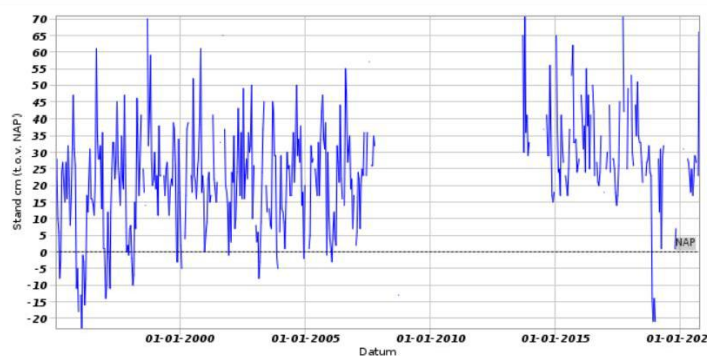
3.2.3 Freatische grondwaterstand in het achterland

3.2.3.1 Metingen uit Dinoloket

De relevante freatische grondwaterstandmetingen in het achterland van de Veerse Gatdam in de buurt van de geplande HDD's zijn terug te vinden in grondwaterput B42D0542, B42D0543 en B42D0058. De locatie van deze grondwaterputten zijn in Figuur 3.5 weergegeven. De freatische grondwaterstandmetingen van deze grondwaterputten zijn in Figuur 3.6 t/m 3.8 weergegeven.

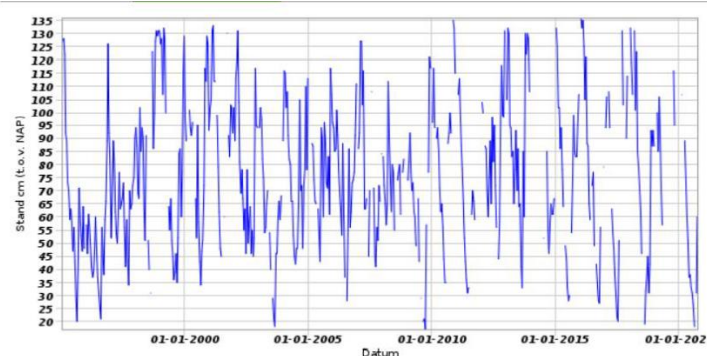


Figuur 3.5 Locatie van grondwaterput B42D0542, B42D0543 en B42D0058 (bron: Dinoloket)



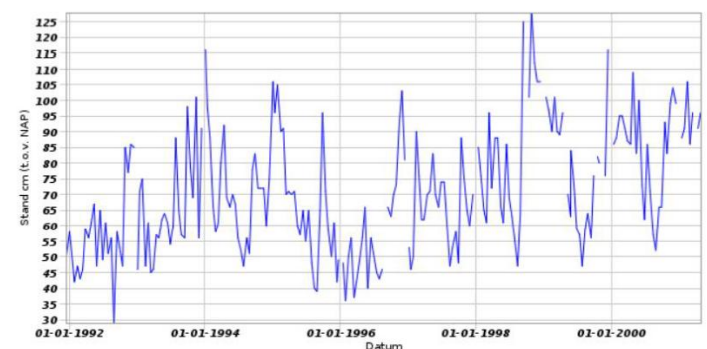
Identificatie buis: B42D0542-001
 Coördinaten: 34328, 401081 (RD)
 Maaiveld: 0.66 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -0.52 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -1.52 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 1.18 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 2.18 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 13-01-1995
 Einddatum: 28-09-2020
 Aantal metingen: 447

Figuur 3.6 Gemeten freatische waterstand in B42D0542 (bron: Dinoloket)



Identificatie buis: B42D0543-001
 Coördinaten: 34546, 401100 (RD)
 Maaiveld: 1.29 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: 0.07 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -0.93 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 1.22 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 2.22 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 13-01-1995
 Einddatum: 28-09-2020
 Aantal metingen: 553

Figuur 3.7 Gemeten freatische waterstand in B42D0543 (bron: Dinoloket)



Identificatie buis: B42D0058-001
 Coördinaten: 34609, 401367 (RD)
 Maaiveld: 1.65 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -1.06 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -2.06 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 2.71 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 3.71 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 13-12-1991
 Einddatum: 26-04-2001
 Aantal metingen: 218

Figuur 3.8 Gemeten freatische waterstand in B42D0058 (bron: Dinoloket)

De gemiddelde freatische waterstand uit de bovengenoemde grondwaterputten is in Tabel 3.1 opgenomen. De gemiddelde waarden zijn bepaald vanaf 01-01-2000.

Tabel 3.1 Gemiddelde freatische waterstand uit de grondwaterputten in de buurt van de Veerse Gatdam [bron: Dinoloket]

Boring	b.k. boring [m-NAP]	Gemiddelde freatische waterstand [m-NAP]
B42D0542	+0,66	+0,35 (filter tussen NAP-6,57 m en NAP-7,57 m)
B42D0543	+1,29	+0,80 (filter tussen NAP+0,07 m en NAP-0,93 m)
B42D0058	+1,65	+0,80 (filter tussen NAP-1,06 m en NAP-2,06 m)

3.2.3.2 Metingen uit boringen

De gemeten freatische grondwaterstand uit de boringen betreft een momentopname bij de uitvoering van de boringen. De gemeten freatische waterstand uit de boringen is in Tabel 3.2 opgenomen.

Tabel 3.2 Gemeten freatische waterstand uit boringen [4]

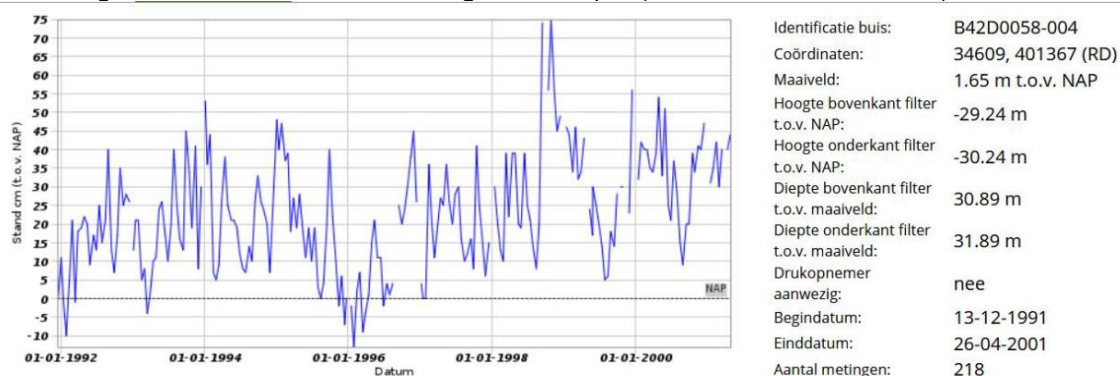
Boring	b.k. boring [m-NAP]	Gemeten freatische waterstand [m-NAP]	Meetdatum
MB28	+2,43	+1,18 (filter tussen NAP-6,57 m en NAP-7,57 m)	26-08-2020
MB29	+2,87	+0,77 (filter tussen NAP-9,03 m en NAP-10,3 m)	01-09-2020
MB30	+0,61	-1,99 (filter tussen NAP-8,39 m en NAP-9,39 m)	24-08-2020

3.2.4 Stijghoogte van de 1^e watervoerende laag

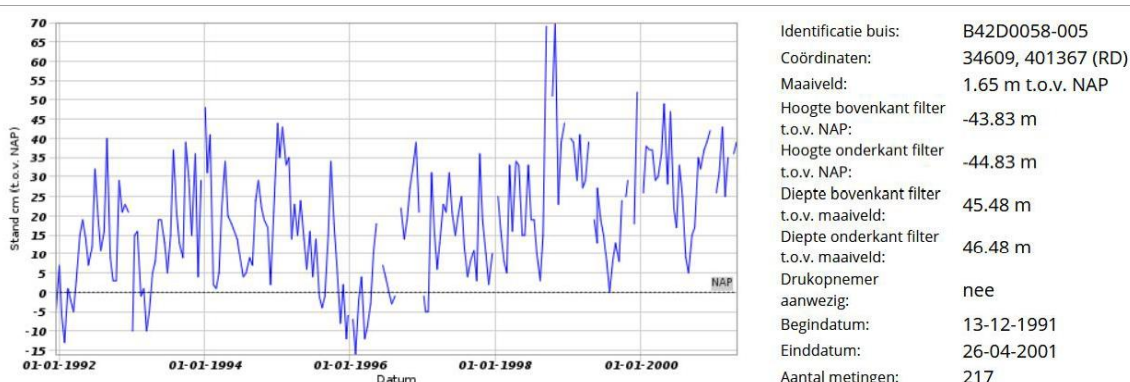
3.2.4.1 Metingen uit Dinoloket

De stijghoogte van de 1^e watervoerende laag is gemeten in grondwaterput B42D0058 (zie de locatie in Figuur 3.5). De stijghoogte van de 1^e watervoerende laag in de zandlaag van de Formatie van Waalre (PZWA) gemeten op twee diepten (NAP-29,24 m en NAP-43,83 m) is in Figuur 3.9 en 3.10 weergegeven.

Het volgt uit Figuur 3.9 en 3.10 dat gemiddelde stijghoogte (berekend vanaf 01-01-2000) ca. NAP+0,35 m bedraagt. De gemiddelde stijghoogte is ca. 0,5 m lager dan de gemiddelde freatische grondwaterstand van dezelfde grondwaterput (B42D0058, zie Tabel 3.1).



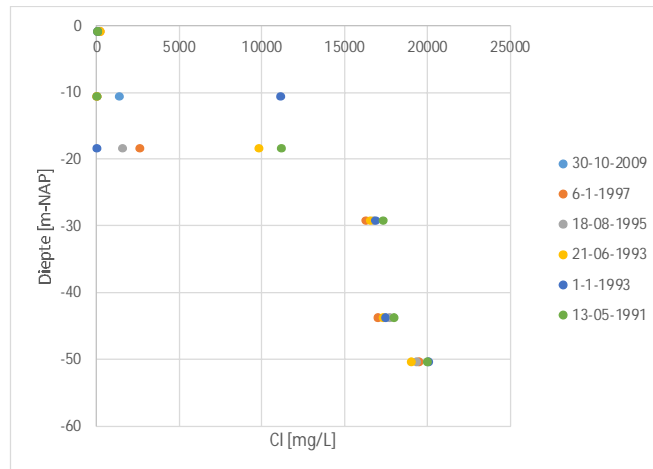
Figuur 3.9 Gemeten stijghoogte in de 1^e watervoerende laag tussen NAP-29,24 m en NAP-30,24 m (bron: Dinoloket)



Figuur 3.10 Gemeten stijghoogte in de 1^e watervoerende laag tussen NAP-43,83 m en NAP-44,83 m (bron: Dinoloket)

3.2.5 Chloridegehalte

Het chloridegehalte in de ondergrond tot NAP-51 m diep is in grondwaterput B42D0058 gemeten (zie de locatie in Figuur 3.5). De chloridegehalte metingen op verschillende diepten uit D42D0058 zijn in Figuur 3.11 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.11 dat zout grondwater kan worden verwacht ter plaatse van de diepere grondlagen. Mogelijk kan er ter plaatse van het intredepunt in de bovenste grondlagen zoet water worden aangetroffen.



Figuur 3.11 Gemeten chloridegehalte in B42D0058 (bron: Dinoloket)

4 Uitgangspunten ontwerp HDD

4.1 Algemeen

De belangrijkste uitgangspunten van de ontwerpberekeningen voor het globaal ontwerp zijn in dit hoofdstuk beschreven.

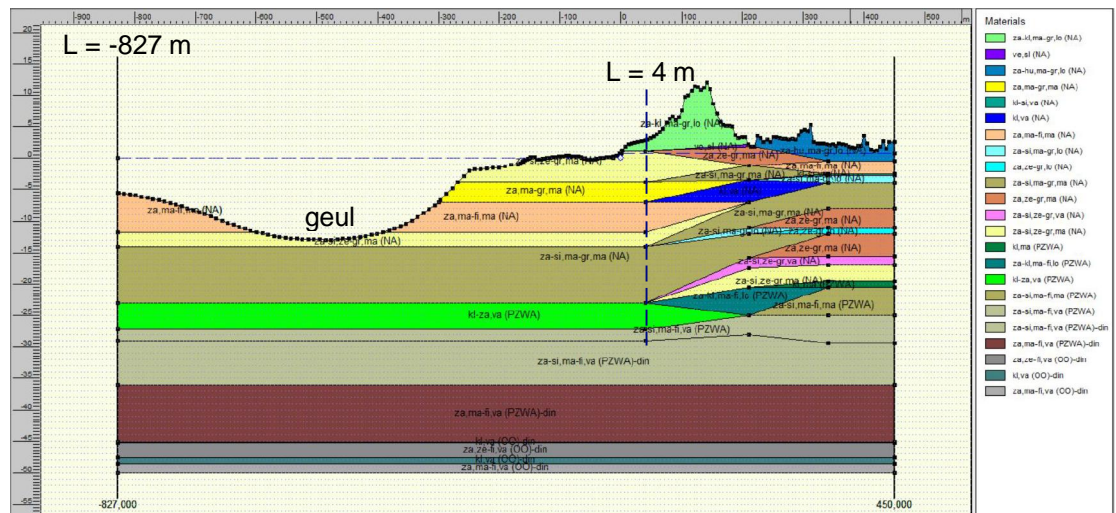
4.2 Ligging vloerpijp

De voorgestelde ligging van de vloerpijp (NAP-12 m) ligt in de Formatie van Naaldwijk (Holocene laag, zie Figuur 3.1 en 3.2). De vloerpijp zal dan worden geboord in een los tot matig gepakt zandpakket. De losse pakking volgt uit de sonderingen en levert een verhoogd uitvoeringsrisico op. Er kan aanzanding optreden en eventueel boorgatinstabiliteit. Het is aan te raden om de vloerpijp iets dieper in een vast gepakt zand pakket van de Formatie van Naaldwijk te leggen. Dit leidt tot een boorlijn met minder uitvoeringsrisico's. Het is aan te raden om de vloerpijp op NAP-17 m te leggen.

4.3 Doorsnede en grondparameters

De geschematiseerde ondergrond op basis van de beschikbare gegevens is met behulp van D-Geo Pipeline (versie 20.1) gemaakt en is in Figuur 4.1 gepresenteerd. In de doorsnede ligt de freatische waterstand in het achterland op NAP+0,7 m (gemiddelde freatische grondwaterstand) en is de gemiddelde grondwaterstand bij het uittrede punt NAP+0 m. Alhoewel de gemiddelde stijghoogte in het achterland NAP +0,35 m bedraagt is de stijghoogte van de 1^e watervoerende laag op conservatieve wijze gelijk aan de freatische grondwaterstand gemodelleerd.

Er is geen informatie beschikbaar over de ondergrond ter plaatse van de vooroever. De schematisatie van de ondergrond is zeewaarts (vanaf L = 4 m doorgetrokken tot aan de linker rand van het model (L = -827 m). De geul in het voorland van de waterkering is meegenomen in de langsdoorsnede.



Figuur 4.1 Langsdoorsnede horizontaal gestuurde boring aanlanding Veerse Gatdam (met de gemiddelde freatische waterstand van NAP+0 m in het voorland en NAP+0,7 m in het achterland)

De grondparameters voor de grondlagen zijn met behulp van tabel 2b NEN 9997-1:2016 [8] bepaald en zijn in Tabel 4.1 gegeven. De toelichting voor de gebruikte grondparametersymbolen is onder Tabel 4.1 te vinden.

Tabel 4.1 Grondparameters per grondlaag

Laagnaam	γ/γ_{verz} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E ₁₀₀ [kPa]
Zand kleilig, matig grof, los (NA, PZWA) Zand humeus, matig grof, los (NA) Zand siltig, matig grof, los (NA)	18/20	0	25	15000
Zand, zeer grof, los (NA)	17/19	0	30	15000
Zand, matig grof, matig (NA) Zand, matig fijn, matig (NA) Zand, zeer grof, matig (NA)	18/20	0	32,5	45000
Zand siltig, matig grof, matig (NA) Zand siltig, zeer grof, matig (NA) Zand siltig, matig fijn, matig (PZWA)	18/20	0	27	35000
Zand siltig, zeer grof, vast (NA) Zand siltig, matig fijn, vast (PZWA) Zand, matig fijn vast (PZWA, OO) Zand, zeer fijn, vast (OO)	19/21	0	35	75000
Klei, matig (PZWA)	17/17	5	17,5	2000
Klei, zandig, vast (PZWA)	18/18	0	27,5	2000
Klei siltig, vast (NA) Klei, vast (NA, OO)	19/19	13	17,5	4000
Veen, slap (NA)	10/10	1	15	200

Toelichting:

γ = volumegewicht boven water.

γ_{verz} = volumegewicht onder water (verzadigd).

c' = gedraineerde cohesie.

ϕ' = gedraineerde inwendige wrijvingshoek.

E₁₀₀ = elasticiteitsmodulus onder 100 kPa effectieve verticale spanning.

4.4 Boorfasen

De volgende uitgangspunten per boorfase zijn in de ontwerpberekeningen toegepast.

- Pilot:
 - Boorgatdiameter: 254 mm.
 - Uitstroomdebiet: 900 liter/min.
 - Circulatieverlies: 30%.
- Ruimen (normale ruimfase):
 - Boorgatdiameter: 585 mm [3].
 - Uitstroomdebiet: 1500 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.
- Intrekken:
 - Boorgatdiameter: 585 mm [3].
 - Uitstroomdebiet: 1000 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.

De diameter van de boorpijpen is voor alle boven genoemde fasen is 101,6 mm (4").

4.5 Boorvloeistof

De volgende eigenschappen van boorvloeistof zijn in de berekening toegepast:

- Volumegewicht met los geboorde grond: 11,1 kN/m³.
- Zwichtspanning: 14 Pa.
- Plastische viscositeit: 0,04 Pa.s.

4.6 Leidingparameters

De aan te leggen mantelbuis is 1 x 450 mm PE100 SDR 9 en heeft de volgende eigenschappen:

- Uitwendige diameter: 450 mm.
- Wanddikte: 50,3 mm.
- Volumegewicht: 9,54 kN/m³.
- Elasticiteitsmodulus: 975 MPa (korte termijn) en 350 MPa (lange termijn).
- Toelaatbase spanning: 10 MPa (korte termijn) en 8 MPa (lange termijn).
- Tensile factor: 0,65.
- Ondersteunings- en belastinghoek: 120° en 180° respectievelijk.

In deze rapportage is uitgegaan van opgegeven eigenschappen van de mantelbuizen. Waarschijnlijk kan indien gewenst een hogere SDR klasse worden toegepast.

4.7 Temperatuurverschil in mantelbuis

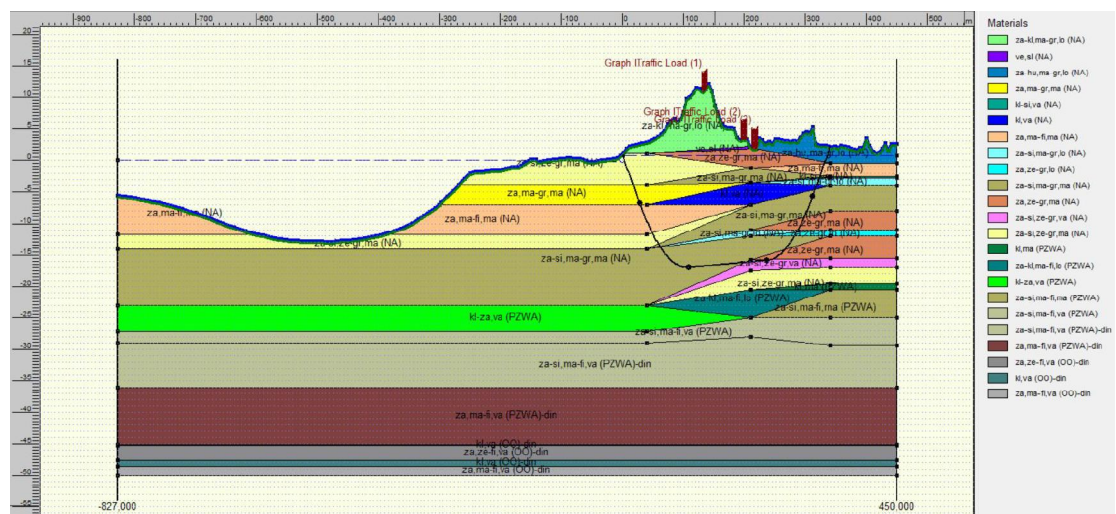
Er is rekening gehouden met een piekbelasting van de kabels en een bijhorend temperatuurverschil van 50°C in de mantelbuis [9].

4.8 Partiele factor voor trekkracht

Een partiele trekkracht factor van 1,4 is in de leidingsterkte berekening meegenomen (conform NEN3650-1:2020 [10]).

4.9 Verkeerbelasting

Een verkeerbelasting conform Grafiek I, NEN3650-1:2020 [10] is toegepast op de wegen (N57, Veerse Gatdam en Oost-Westweg). De locatie van de verkeerbelasting in het langsgedraaid profiel is in Figuur 4.2 weergegeven.



Figuur 4.2 Langdoorsnede met verkeerbelastingen

4.10 Volumegewicht zeewater

Ter plaatse van de geplande boring is zout grondwater te verwachten. Om rekening met zout grondwater te houden is een water volumegewicht van $10,06 \text{ kN/m}^3$ (dichtheid 1025 kg/m^3) meegenomen in de berekening.

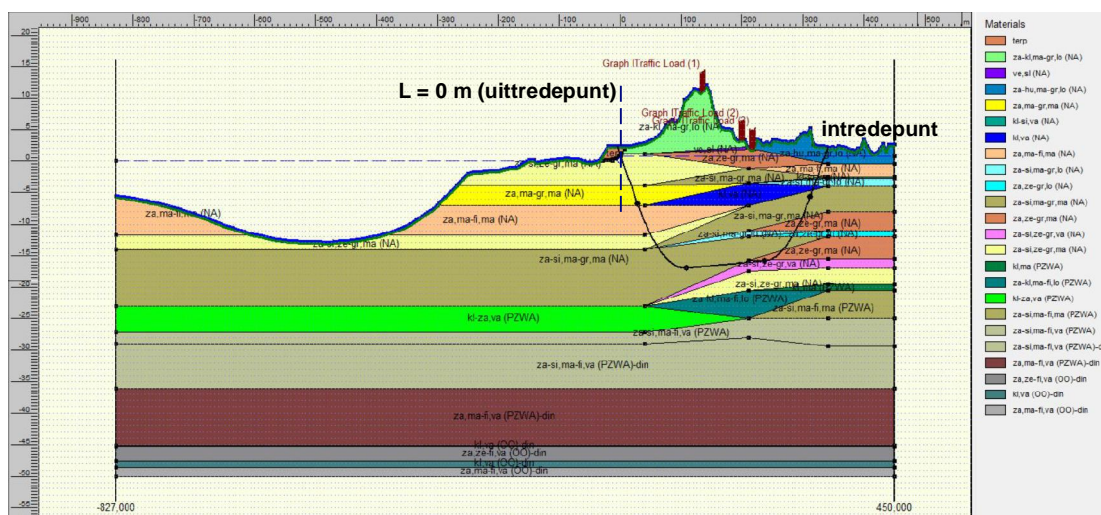
5 Globaal ontwerp

5.1 Aanpassing boorlijn

Voor het ontwerp berekening is de voorgestelde boorlijn (hoofdstuk 2.3) aangepast in verband met de uitvoeringsrisico's. Er is uitgegaan van een vloerpijp niveau van NAP-17 m.

Aangezien de dagelijkse waterstand in de zee kan oplopen tot boven het uittredepunt NAP+1,03 dient een constructie te worden gemaakt door middel van een terp c.q. werkplateau. Er zal een bescherming tegen de golven nodig zijn (bijvoorbeeld damwand en/of geotubes). De hoogte van de buitenrand van het werkplateau en het centrum van het plateau dienen nader te worden uitgewerkt. Er wordt bij dit globaal ontwerp uitgegaan van een hoogte van het boorvloerpijpniveau in de mudpit van NAP +2,3 m.

De langsdoorsnede met de aangepaste boorlijn is in Figuur 5.1 weergegeven. Bij de aangepaste boorlijn heeft de vloerpijp een diepte van NAP-17 m. De vloerpijp heeft een helling van 0,5° voor het uitstromen van gas/luchtbellen in de mantelbuis. De totale lengte van de boring is ca. 340 m.

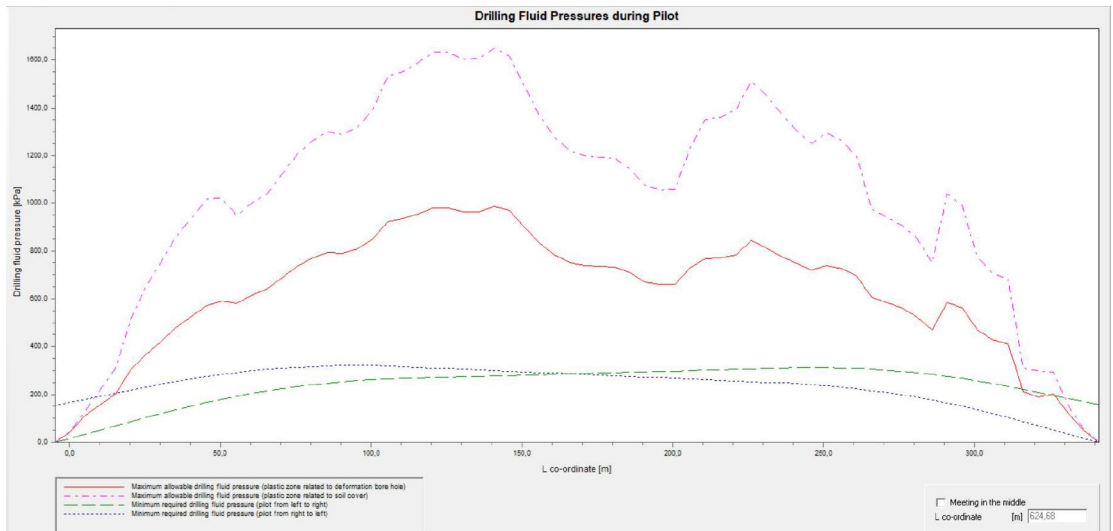


Figuur 5.1 Langsdoorsnede met de aangepaste boorlijn

5.2 Minimale en maximale boorvloerpijpdrukken

De grootste minimale benodigde boorvloerpijpdruk treedt tijdens de pilotfase op. De minimale benodigde en maximale toelaatbare boorvloerpijpdrukken tijdens pilotfase zijn in Figuur 5.2 weergegeven. In de boorvloerpijpdruk berekeningen is een freatische waterstand van NAP+2 m meegenomen.

De minimale benodigde boorvloerpijpdruk is met een gestippelde blauwe lijn aangegeven (rechts naar links pilotboren). De maximale toelaatbare boorvloerpijpdruk tot de grens van de hydraulische scheurvorming is met een rode lijn aangegeven. De maximale toelaatbare boorvloerpijpdruk voor een blow-out is met een gestippelde roze lijn aangegeven.



Figuur 5.2 Minimale benodigde en maximale boorvloeistofdrukken tijdens pillootfase ($L = 0$ m is uittredepunt)

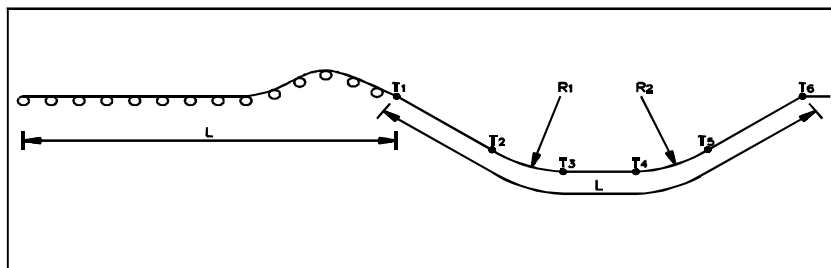
De minimale benodigde boorvloeistofdruk voor de laatste 15 m is hoger dan de maximale toelaatbare boorvloeistofdruk (zie Figuur 5.2). Over de lengte dient te worden geboord met een lagere druk en debiet zonder een volledige retourstroming, zodat geen blow out op het strand optreedt.

5.3 Trekkracht

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de leiding een wrijving die (conform NEN 3650-1:2020 [10]) is opgebouwd uit:

- Wrijving tussen leiding en zeebodem en/of equipment (f_1).
- Wrijving tussen leiding en boorvloeistof (f_2).
- Wrijving tussen leiding en grond (f_3).

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ontstaat een trekkracht in de leiding. Op geselecteerde punten in het boortracé volgens Figuur 5.3 zijn de trekkrachten berekend.



Figuur 5.3 Schema trekkrachtberekening [10]

Het resultaat van de trekkracht berekening is hieronder samengevat. De trekkracht berekening is voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. Meer gedetailleerde informatie over de trekkrachtberekeningen is in Bijlage A van dit rapport beschikbaar. Alleen de berekeningen met een niet gevulde leiding en een hoge freatische waterstand van NAP+2 m zijn in die bijlage beschikbaar.

Het kan worden overwogen de leiding in te trekken met een open trekkop. Er is dan boorvloeistof tijdens het intrekken in de buis aanwezig (deze trekkracht is lager dan bij 100% vulling met water).

5.3.1 100% gevulde leiding (met water)

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2020 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.1 gegeven voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water). De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 56 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.9) bedraagt de maximale trekkracht 78 kN.

Tabel 5.1 Overzicht trekkrachtberekenningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	55
T2	35	53
T3	116	56
T4	244	50
T5	320	53
T6	350	51

5.3.2 Niet-gevulde leiding

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2012 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.2 gegeven voor het geval met een niet-gevulde leiding. De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 121 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.9) bedraagt de maximale trekkracht 169 kN.

Tabel 5.2 Overzicht trekkrachtberekenningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor een geval met een niet-gevulde leiding

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	20
T2	35	30
T3	116	56
T4	244	87
T5	320	114
T6	350	121

5.4 Leidingsterkte

Om te kunnen beoordelen of de optredende spanningen in de leiding tijdens de aanleg en in de gebruiksfase toelaatbaar zijn, is een sterkte berekening voor de leiding met het programma D-Geo Pipeline volgens NEN 3650-1:2012 [10] gemaakt. Volgens NEN 3650-1:2020 dient de spanning in de leiding te worden gecontroleerd voor 5 belastingcombinaties:

- Combinatie 1A: begin van intrefase.
- Combinatie 1B: einde van intrefase.
- Combinatie 2: inwendige druktest.
- Combinatie 3: gebruiksfase zonder inwendige belasting.

- Combinatie 4: gebruiksfase met inwendige belasting.

Belasting combinatie 2 is niet relevant, omdat de leidingen drukloze leidingen zijn (mantelbuizen voor elektriciteitskabels). In belastingcombinatie 4 is tevens de bijdrage aan de spanning door temperatuurbelasting beschouwd. Door een hoog temperatuurverschil van 50° C (zie de uitgangspunten in hoofdstuk 4.7) worden de spanningen (axiaal en tangentieel) in belastingcombinatie 4 getoetst aan een lagere MRS waarde. Deze MRS waarde bedraagt 6,5 MPa [9]. Hieruit volgt de toelaatbare spanning op lange termijn. Deze bedraagt 5,2 MPa ($\gamma_m = 1,25$ [12]).

De sterkteberekening van een PE-leiding bestaat uit een spannings-, deflectie- en een implosieberekening. De samenvatting van de sterkteberekeningen is hieronder beschreven. De leidingsterkte berekeningen zijn voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. De sterkteberekening met een niet gevulde leiding is in Bijlage A van dit rapport terug te vinden.

5.4.1 Spanningen

5.4.1.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water) is in Tabel 5.3 gegeven.

Tabel 5.3 Sterkteberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	1,88	1,80	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,24	3,32
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,20	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	2,11***	2,11***

*toetswaarde voor belastingcombinatie 3 **toetswaarde voor belastingcombinatie 4

***bij freatische waterstand NAP-2 m.

Uit Tabel 5.3 volgt dat de spanningen in de leiding voor alle spanningssituaties (belasting combinatie 1A tot en met 4) voor het geval met een 100% gevulde leiding toelaatbaar zijn.

De spanningen zijn laag. Toepassen van een hogere SDR-klasse is te overwegen.

5.4.1.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.4 gegeven.

Tabel 5.4 Sterkteberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_pest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	1,13	3,36	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,24	3,32
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,20	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	2,11***	2,11***

*toetstwaarde voor belastingcombinatie 3 **toetstwaarde voor belastingcombinatie 4

***bij freatische waterstand NAP-2 m.

Uit Tabel 5.4 volgt dat de spanningen in de leiding voor alle spanningssituaties (belasting combinatie 1A tot en met 4) voor het geval met een niet gevulde leiding toelaatbaar zijn.

5.4.2 Deflectie

De berekende deflectie van de PE leiding is in Tabel 5.5 gegeven. Het volgt uit Tabel 5.5 dat de optredende deflectie toelaatbaar is.

Tabel 5.5 Deflectie leiding

Berekende deflectie [mm]	Maximale deflectie [mm]	Maximale deflectie voor piggability [mm]
2,1 (0,38% van D _o *)	36	22,5

*uitwendige diameter van leiding

5.4.3 Implosie

De implosie voor de PE leiding is berekend voor de situatie tijdens intrekken en de situatie tijdens de gebruiksfase. Een gevulde leiding en een niet gevulde leiding zijn beschouwd.

5.4.3.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding is in Tabel 5.6 gegeven.

Tabel 5.6 Analyse aan implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	242	3276
Tijdens gebruiksfase	191	745

Het volgt uit Tabel 5.6 dat implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding niet zal optreden.

5.4.3.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.7 gegeven.

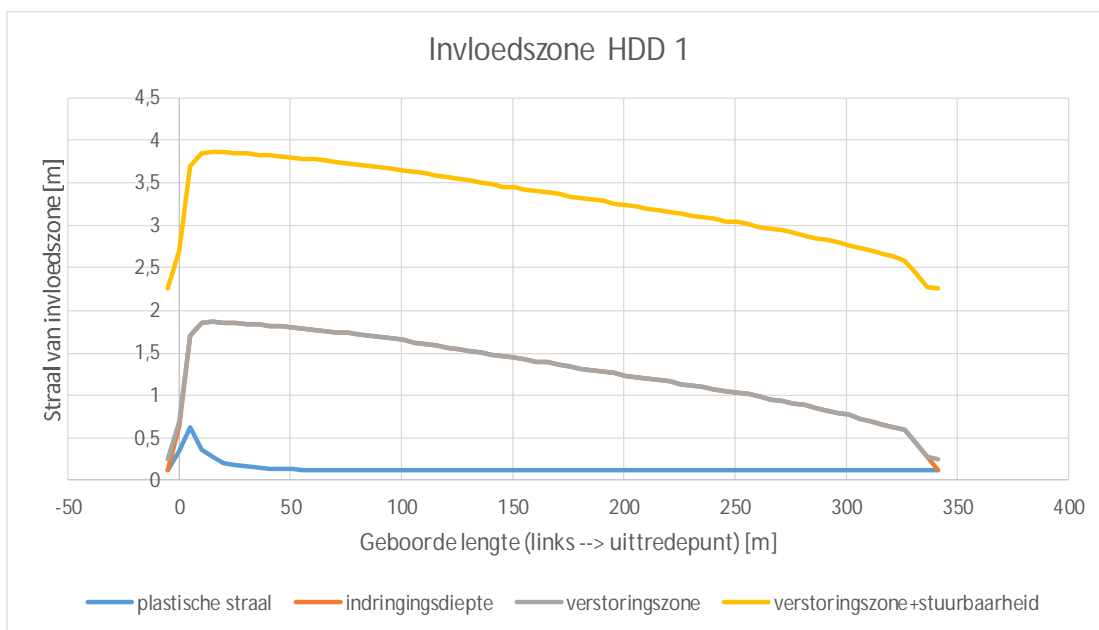
Tabel 5.7 Analyse aan implosie voor het geval met een niet-gevulde leiding

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	242	3084
Tijdens gebruiksfase	191	554

Het volgt uit Tabel 5.6 dat implosie voor het geval met een niet gevulde leiding niet zal optreden.

5.5 Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's

De berekende straal van de verstoringszone langs de geplande boorlijn is in Figuur 5.4 weergegeven. Een sturingsnauwkeurigheid van 2 m is in de berekening meegenomen. In de berekening is de minimale benodigde boorvloei-stofdruk van de laatste 15 m voor het uittredepunt gelijk aan de maximale toelaatbare boorvloei-stofdruk gezet in verband met de mogelijkheid van een blow-out (zie de opmerking in hoofdstuk 5.2).



Figuur 5.4 Straal van verstoringszone langs de boorlijn van geplande HDD kruising (HDD 1)

Er worden 4 parallelle HDD's uitgevoerd. De minimale afstand tussen twee HDD's dient groter te zijn dan de straal van de verstoringszone (maximale waarde van de plastische straal of indringingsdiepte van boorvloei-stof) vermeerderd met de sturingsnauwkeurigheid (in dit geval 2 m) van de twee HDD's.

5.5.1 Intredepunt

De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is ca. 2,25 m (zie Figuur 5.4). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (2,25 m verstoringszone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 4,84 m. De voorgestelde tussenafstand van de intredepunten is 5 m en derhalve voldoende.

5.5.2 Uittredepunt

De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is ca. 3,87 m (zie Figuur 5.4). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (3,87 m

verstoringszone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 6,46 m. De voorgestelde tussenafstand van de uittredepunten is 20 m tussen de boorlijnen en derhalve voldoende.

6 Invloed op de waterveiligheid van de waterkering

6.1 Algemeen

Bij de beschouwing van de waterveiligheid van de waterkering de Veerse Gatdam zullen 3 situaties moeten worden beschouwd:

1. Aanleg van de mantelbuizen door horizontaal gestuurd boren.
2. Aanbrengen van de kabels in de mantelbuizen.
3. Situatie als de kabels in gebruik zijn (bij hoog water).

Bij de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de waterkering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie, zullen de relevante dijkfaalmechanismen moeten worden beoordeeld. De relevante mechanismen zijn hieronder weergegeven:

1. Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU).
2. Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI).
3. Piping (STPH).
4. Hoogte en erosie (GEKB).
5. Afschuiving (VLAF) en zettingsvloeiing voorland (VLZV).

In aanvulling op de bovenstaande dijkfaalmechanismen zal in dit geval ook het dijkfaalmechanisme 'zettingvloeiing achterland' moeten worden beschouwd, omdat er aan de binnendijkse zijde ook een onderwatertalud aanwezig is.

Tijdens de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels kan de stabiliteit van de waterkering mogelijk worden beïnvloed door de geplande werkzaamheden. De volgende werkzaamheden zijn voorzien:

- Het door middel van horizontaal gestuurd boren aanleggen van de leidingen die als mantelbuizen gaan fungeren voor kabels. Bij het boren zullen de invloed van de boorvloeistofdruk en het optreden van trillingen van de boorkop op de stabiliteit van de waterkering en vooroever en het onderwater talud binnendijs worden beschouwd.
- Het aanbrengen van damwanden op het strand, doorlopend in ondiep water. De effecten van het trillend installeren van damwanden op het faalmechanisme macrostabieliteit buitenwaarts zullen moeten worden beschouwd, omdat de trillingen een effect zou kunnen hebben op de stabiliteit van het buitentalud van de waterkering. Ook ter plaatse van het onderwatertalud aan de binnendijkse zijde zal de stabiliteit moeten worden beoordeeld.
- Ontgraven tussen de damwanden om de aansluiting van de kabels uit de mantel buizen op de in een sleuf gelegde kabels mogelijk te maken. Ook hier zijn effecten op de waterkering mogelijk. De buitenwaartse stabiliteit zal moeten worden beschouwd.

In de eind situatie als de kabels in gebruik zijn genomen en er mogelijk hoogwater kan optreden, zal bij de beoordeling moeten worden gekeken naar een eventuele nazakking als gevolg van de volume afname van de boorvloeistof in de annulus van de boorgang en de gevolgen hiervan voor de hoogte en erosie van de waterkering. Tevens is het op deze locatie van belang dat het mechanisme piping zorgvuldig wordt beschouwd. Hierbij dient zowel de waterstroming door het boorgat te worden bekeken, maar ook de waterstroming door de mantelbuizen zal moeten worden beschouwd.

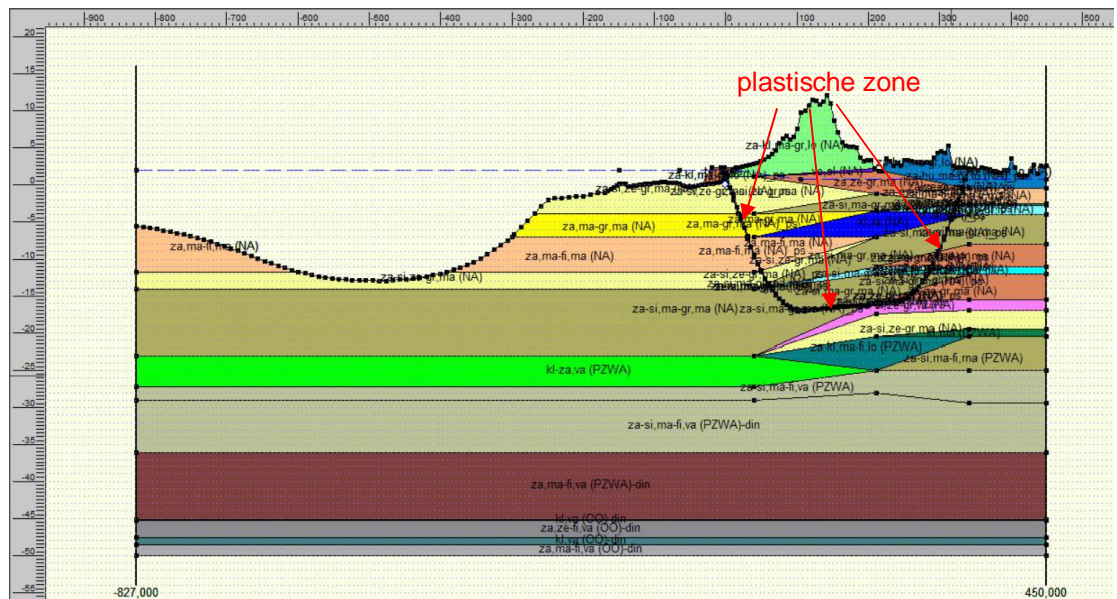
In dit hoofdstuk is de macrostabiliteit (STBI en STBU) analyse beschreven. De analyse voor afschuiving en zettingsvloeiing in het voorland en achterland is in hoofdstuk 7 beschreven. De analyse voor hoogte en erosie (GEKB) en (STPH) is in hoofdstuk 8 beschreven.

6.2 Macrostabiliteit

6.2.1 Uitgangspunten

6.2.1.1 Beoordeling invloed van boren

Tijdens het pilotboren van de HDD ontstaat een plastische zone langs de boorlijn door de boorvloeistofdruk. In deze zone heeft de ondergrond tijdelijk nagenoeg geen schuifsterkte. Door de straal (omvang) van de plastische zone, kan de stabiliteitsfactor van de primaire waterkering lager worden. De berekende plastische zone als een functie van de geboorde lengte is Figuur 5.4 weergegeven. De berekende plastische zone rondom de boorlijn in de langsdoorsnede is in Figuur 6.1 weergegeven.



Figuur 6.1 Plastische zone langs de geplande boorlijn in de langsdoorsnede

De invloed van het pilotboren op de waterveiligheid van de waterkering is beoordeeld aan de hand van de veiligheidsfactor bij afschuiven.

6.2.1.2 Norm voor analyse

Aangezien de ondergrond rondom de primaire kering uit zand bestaat dient een stabiliteitsanalyse te worden uitgevoerd met Mohr-Coulomb (MC) parameters (c' en ϕ'). De analyse met MC parameters sluit aan het ontwerpinstrumentarium (OI) 2014 [13].

6.2.1.3 Glijvlakmodel

Bishop en Uplift Van.

6.2.1.4 Materiaalfactor (γ_c)

Voor de berekening met Mohr-Coulomb sterkteparameters (c' en ϕ') gelden de volgende materiaalfactoren (zie Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Materiaalfactor voor c' en φ' [14]

Grondsoort	Volumegewicht	c'	$\tan \varphi'$
Zand	1	1	1,2
Klei	1	1,25	1,2

6.2.2 Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU

De HDD uitvoering is gepland tussen September en November 2022 [7]. In de STBU analyse is de situatie met de dagelijkse lage waterstand (NAP-2 m) in het voorland maatgevend. In de STBI analyse is de situatie met dagelijkse hoge waterstand (NAP+2 m) in het voorland maatgevend.

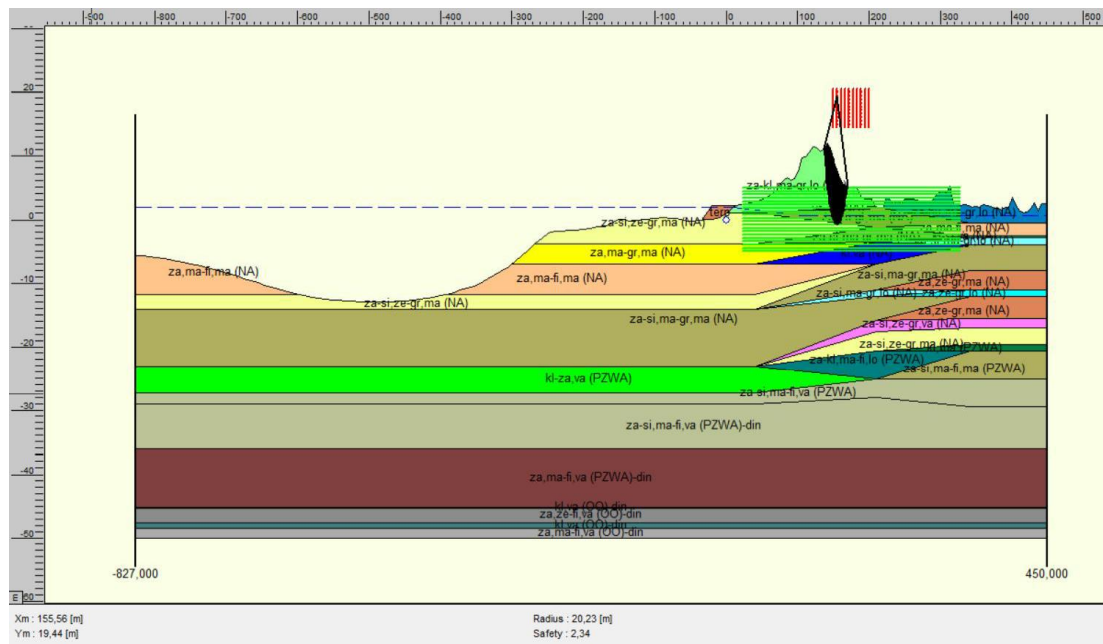
6.2.3 Software

De stabiliteitsberekening is uitgevoerd met behulp van D-Geo Stability programma v.18.1.

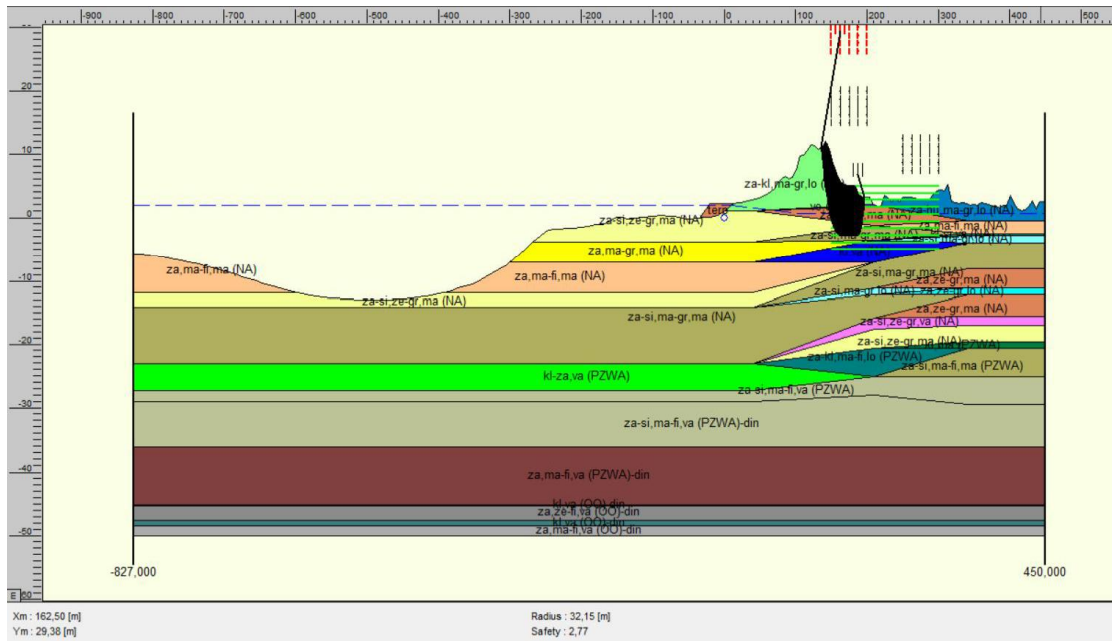
6.2.4 Macrostabiliteit binnentalud (STBI)

6.2.4.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de waterkering voor het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 2,34 (Bishop model) en 2,77 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.2 (Bishop model) en 6.3 (Uplift Van model) weergegeven.



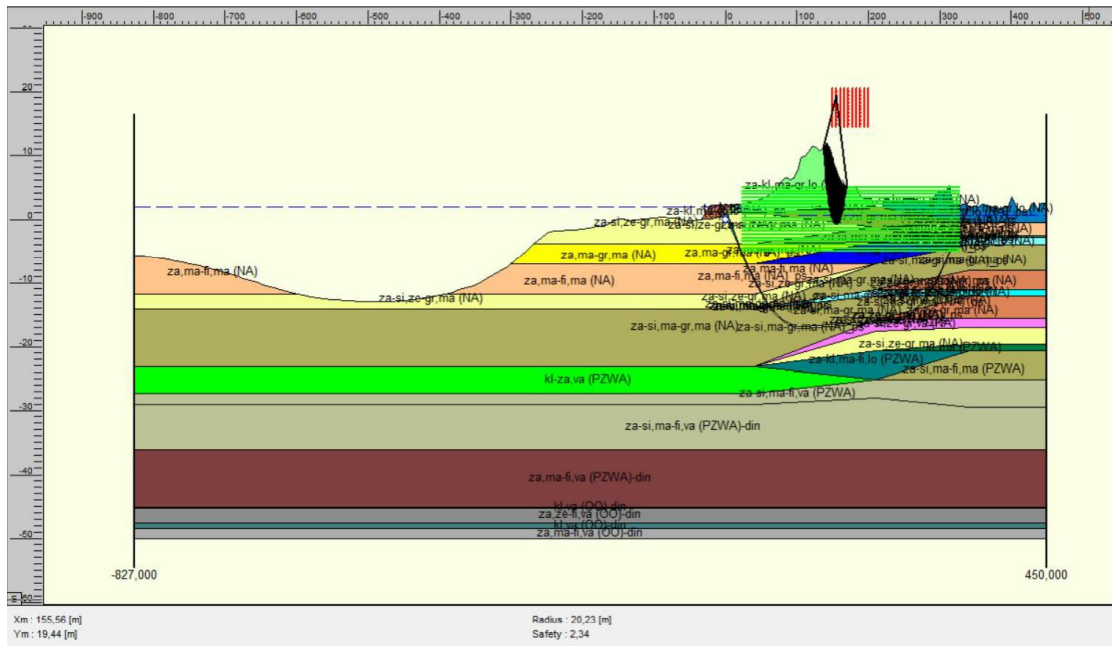
Figuur 6.2 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,34)



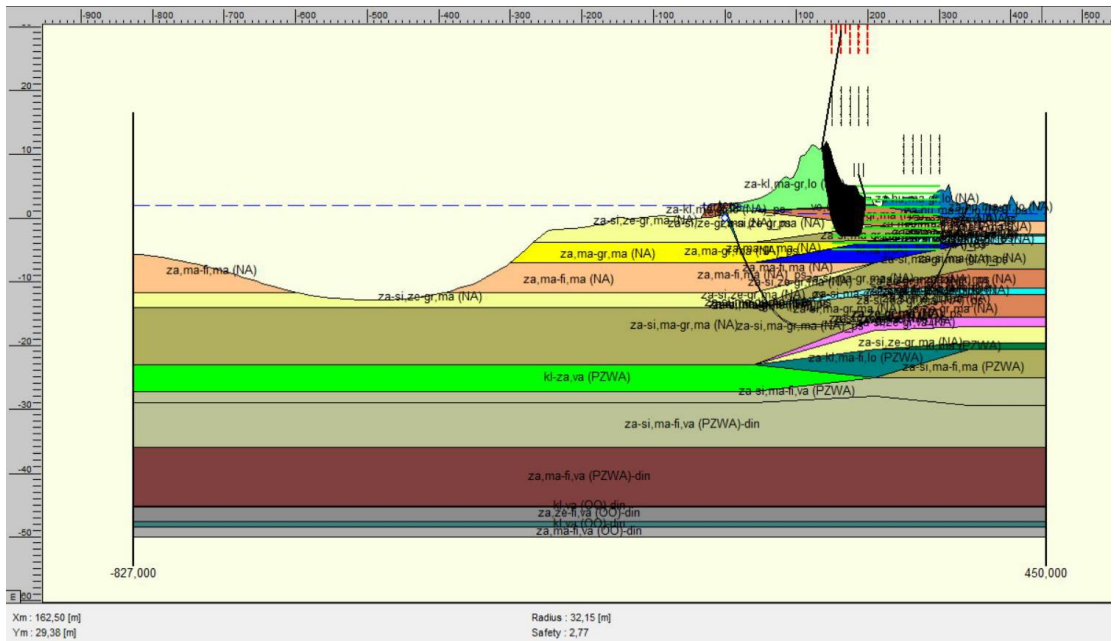
Figuur 6.3 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,77)

6.2.4.2 Met plastische straal (tijdens pilotboren)

De veiligheidsfactor van de waterkering tijdens het pilotboren (met plastische straal) bedraagt 2,34 (Bishop model) en 2,77 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.4 (Bishop model) en 6.5 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van elk model bereikt de plastische straal rondom het boorgat niet. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de veiligheidsfactor van de waterkering derhalve niet.



Figuur 6.4 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,34)

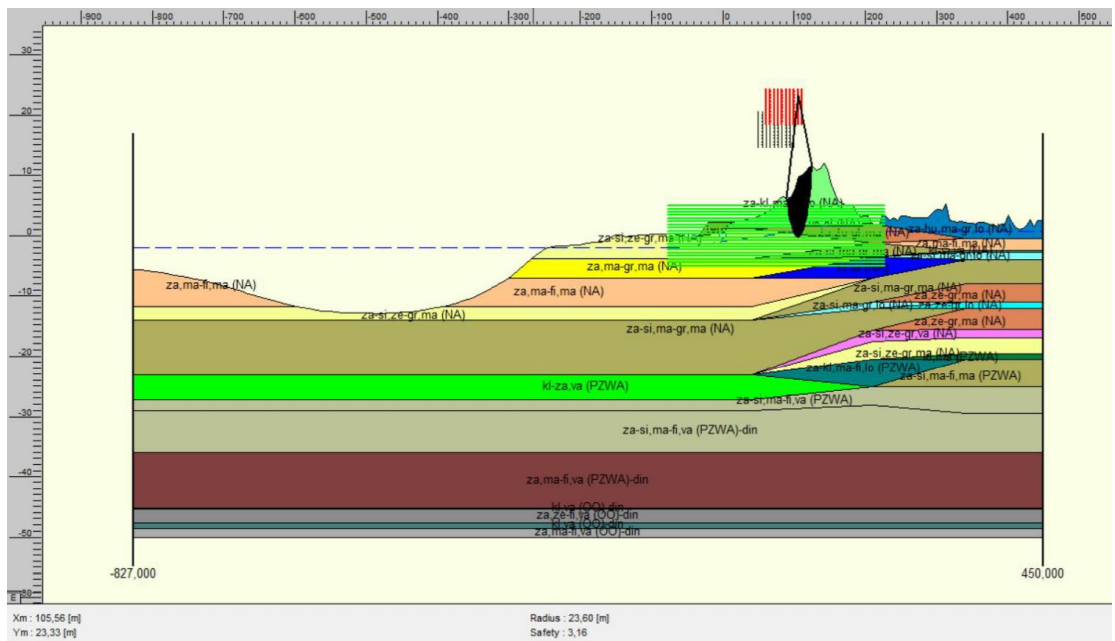


Figuur 6.5 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,77)

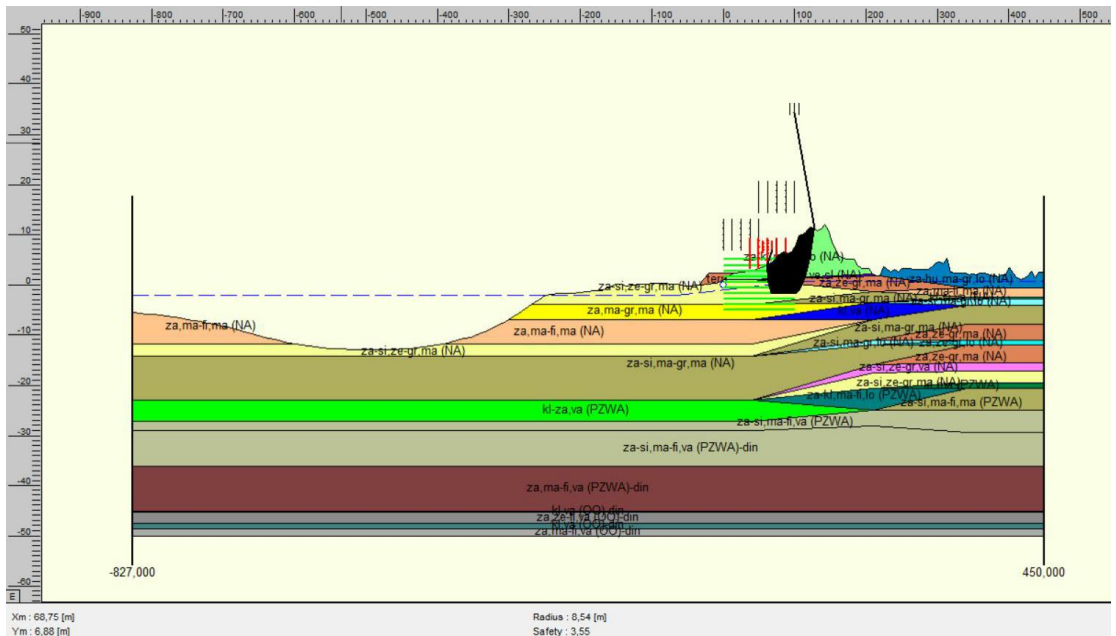
6.2.5 Macrostabieliteit buitentalud (STBU)

6.2.5.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de waterkering voorafgaand aan het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 3,16 (Bishop model) en 3,55 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.6 (Bishop model) en 6.7 (Uplift Van model) weergegeven.



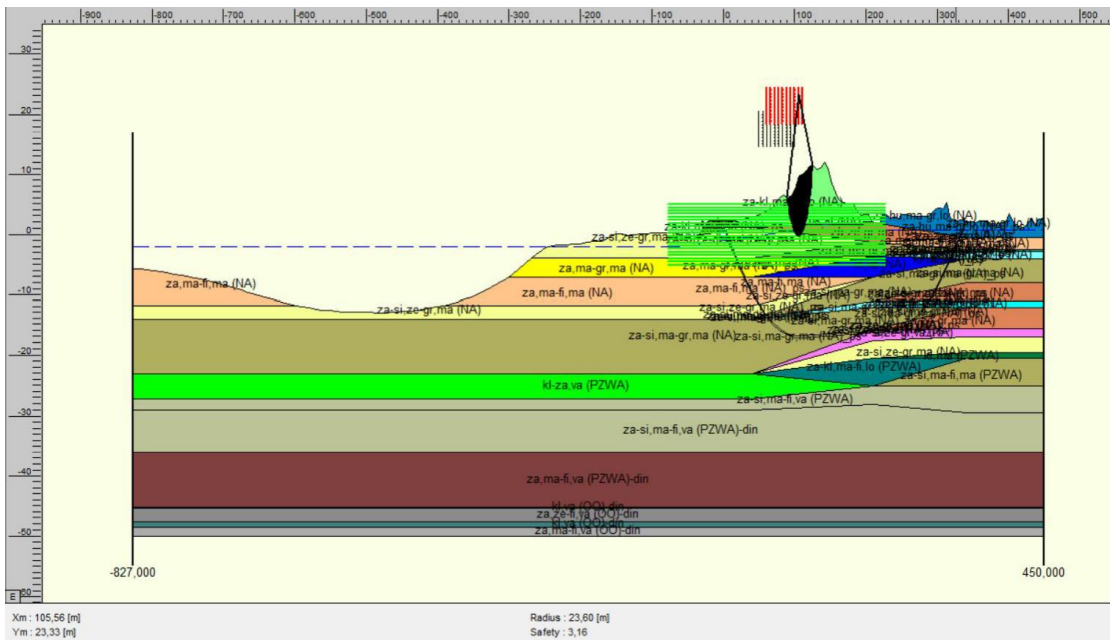
Figuur 6.6 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 3,16)



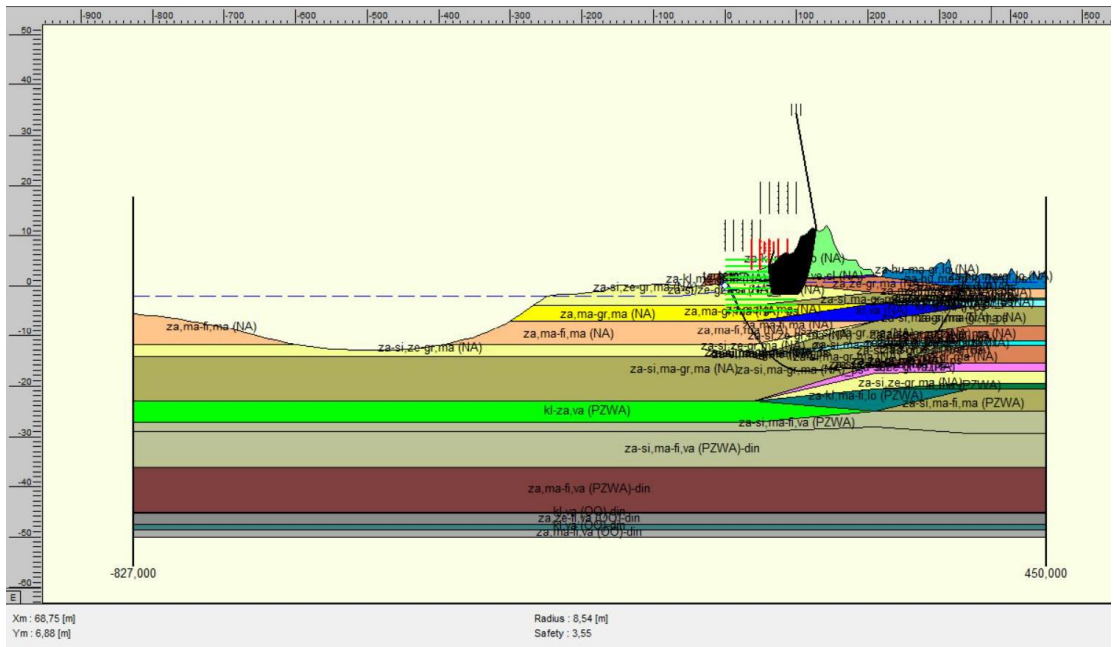
Figuur 6.7 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 3,55)

6.2.5.2 Met plastische straal (tijdens pilootboren)

De veiligheidsfactor van de waterkering tijdens het pilootboren (met plastische straal) bedraagt 3,16 (Bishop model) en 3,55 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak voor elk model is in Figuur 6.8 (Bishop model) en 6.9 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van elk model bereikt de plastische straal rondom het boorgat niet. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de veiligheidsfactor van de waterkering derhalve niet.



Figuur 6.8 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 3,16)



Figuur 6.9 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 3,55)

7 Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland

7.1 Algemeen

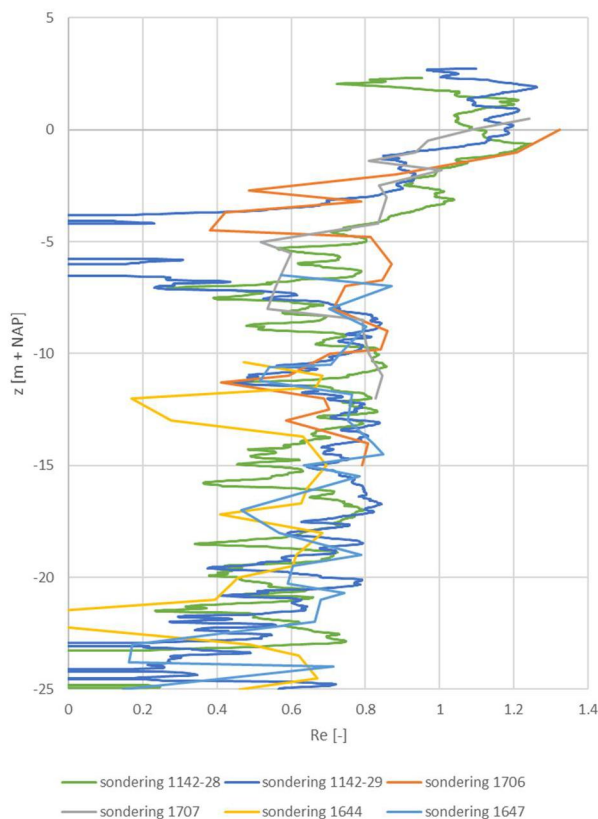
In dit hoofdstuk wordt de mogelijkheid van het ontstaan van een zettingsvloeiing in het voorland en in het achterland onderzocht. De beoordeling vindt plaats conform de toetsingsregels WBI 2017 [15].

7.2 Relevante gegevens ondergrond

Het beschikbare grondonderzoek ter plaatse van de boorlijnen is beschreven in hoofdstuk 2.5. Voor het beoordelen van de gevolgen van de aanleg van de mantelbuizen op het faalmechanisme zettingsvloeiing zijn de volgende relevante gegevens (sonderingen) gebruikt:

- Landzijde
 - Sondering 30.
- Kruin
 - Sondering 29.
- Zeezijde
 - Sondering 28.
 - S4DO1644, S42DO1647, S24DO1706 en S24DO1707.

Van deze sonderingen is voor de zandlagen het verloop van de relatieve dichtheid met de diepte bepaald volgens de correlatie van Lunne. Figuur 7.1 toont het resultaat. De relatieve dichtheid ligt vrij constant tussen 60% en 80%. In de toplaag (boven NAP-2 m) is de relatieve dichtheid hoger.



Figuur 7.1 Verloop relatieve dichtheid met diepte

7.3 Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen

De verwekingsgevoeligheid van de ondergrond wordt in eerste instantie bepaald door de (relatieve) dichtheid en de state parameter. De state parameter geeft het verschil tussen het aanwezige poriëngetal (e) van het zand en het poriëngetal van het zand in critical state aan. De laatste is weer een functie van het aanwezige spanningsniveau.

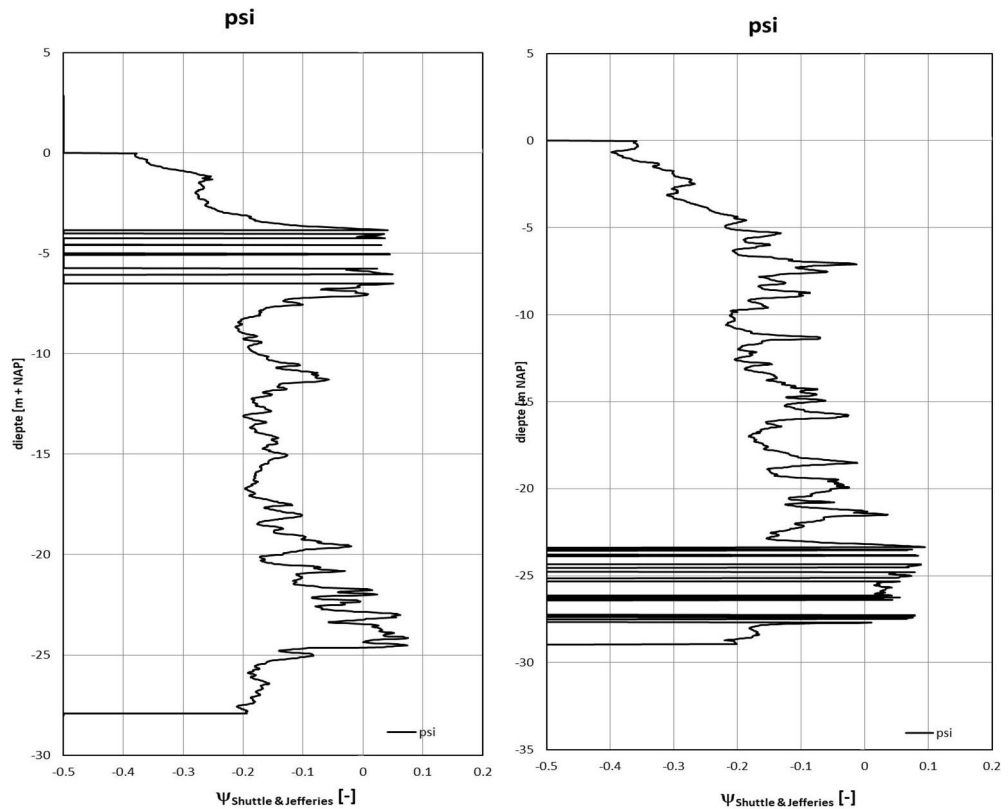
$$\psi = e - e_{crit}$$

Met:

- e = poriëngetal (-).
- e_{crit} = poriëngetal van het zand in critical state (-).
- ψ = state parameter (-).

Een negatieve waarde van de state parameter onder -0,05 betekent dat het zand zal dilateren bij schuifvormingen. Bij een grotere waarde dan -0,05 is verdichting mogelijk en bestaat de kans op verweken en kan dus zettingsvloeiing optreden.

Voor sondering 29 en sondering 30 is tevens de zogenaamde state parameter bepaald. Deze parameter is relevant voor het beoordelen van het risico op een zettingsvloeiing. Het resultaat staat in de onderstaande Figuur 7.2.



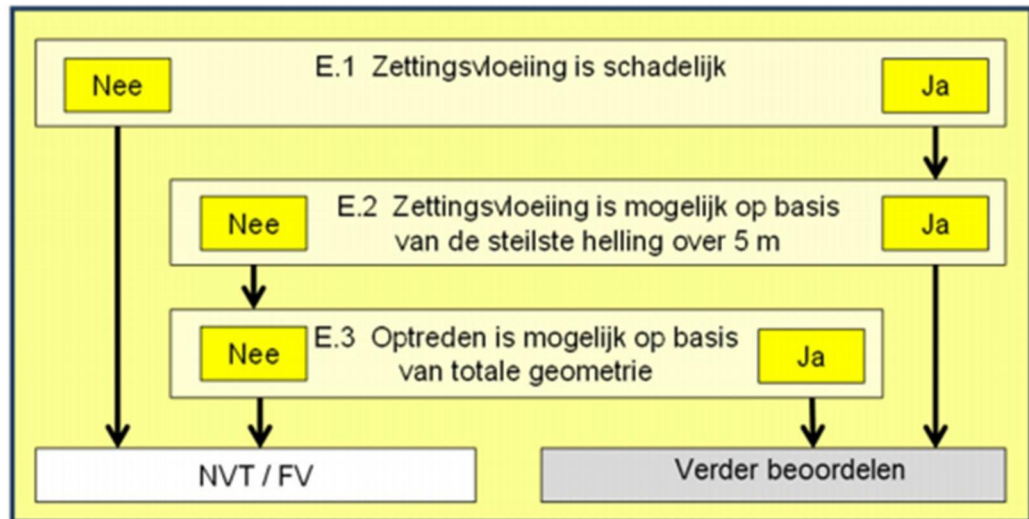
Figuur 7.2 State parameter sondering 29 (links) en 30 (rechts)

Zoals blijkt uit deze figuren ligt de state parameter tussen -0,1 en -0,2. Dit betekent dat de zandlagen niet verwekingsgevoelig zijn. Er kan derhalve geen zettingsvloeiing optreden.

Aangezien het grondonderzoek beperkt is en er geen sonderingen ter plaatse van de vooroever beschikbaar zijn is er een kans op afwijkende eigenschappen van de zandlagen. Daarom wordt in de volgende paragraaf tevens een geometrie toets uitgevoerd om zettingsvloeiing ter plaatse van het voorland te beoordelen.

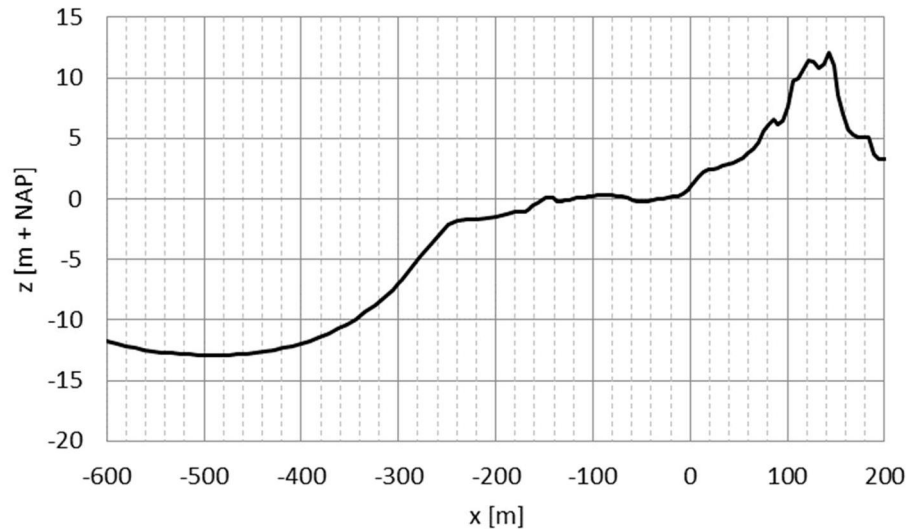
7.4 Geometrietoeets zettingsvloeiing

Voor het beoordelen van de waterkering op het optreden van zettingsvloeiing wordt gebruik gemaakt van de methodieken die in het kader van WBI 2017 zijn ontwikkeld. Hieronder zal de beoordeling met een geometrische toets worden beschreven. Met de methodiek van bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [16] is een geometrische toets uitgevoerd. Het bijbehorende schema is weergegeven in Figuur 7.3.

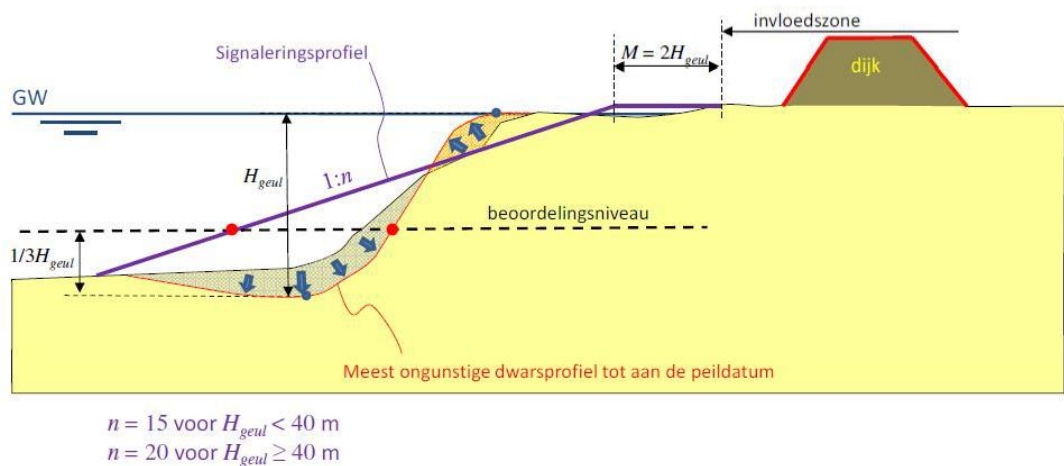


Figuur 7.3 Schema geometrische toets volgens bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [16]

In Figuur 7.4 is het beschikbare lengteprofiel langs de leidingas voor de zettingsvloeiingstoets weergegeven. Als eerste stap (E.1) is in het geprojecteerde profiel het zogenaamde signaleringsprofiel geconstrueerd. Figuur 7.5 geeft het principe weer.



Figuur 7.4 Lengteprofiel



Figuur 7.5 Principe bepaling signaleringsprofiel

Daarbij zijn de volgende parameters gebruikt:

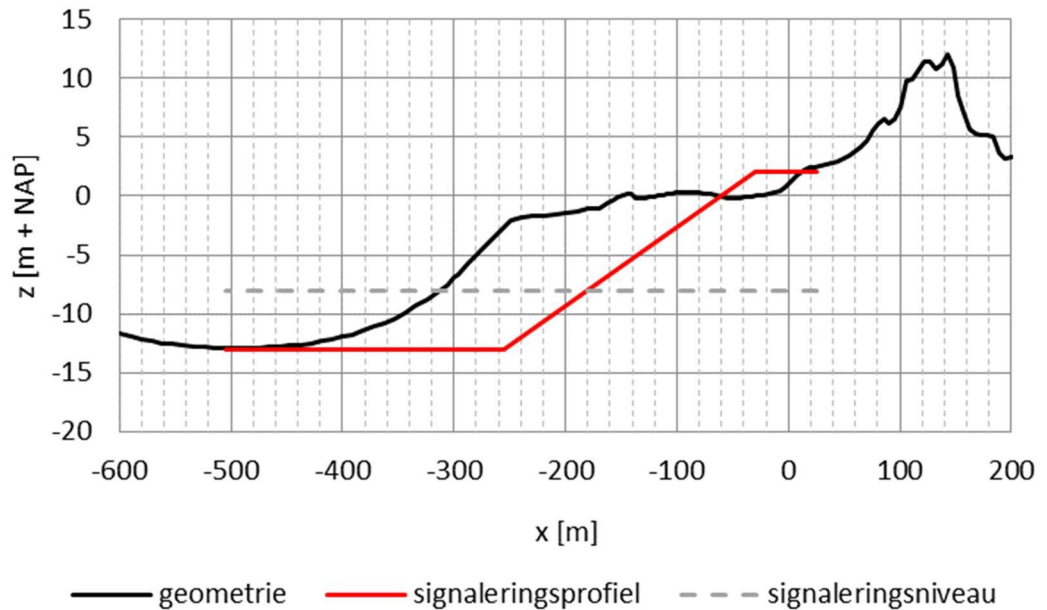
- Bodem geul op NAP-13 m.
- Aanzet talud vooroever op NAP+ 2 m.
- Grens invloedszone op $x = 0$.

Dit geeft de volgende waarden:

- Diepte: $H_{geul} = 13$ m.

Het beoordelingsniveau ligt op $1/3 \cdot H_{geul}$ boven de geulbodem (in dit geval de bodem van de ontgravingsput).

In Figuur 7.6 is het signaleringsprofiel en het beoordelingsniveau ingetekend in het lengteprofiel. Hieruit volgt dat op het beoordelingsniveau het werkelijke profiel ruim buitenwaarts van het signaleringsprofiel ligt. Daarmee is voldaan aan toets E.1 van WBI en wordt geconstateerd dat een eventuele zettingsvloeiing niet schadelijk is voor de stabiliteit van de waterkering.



Figuur 7.6 Ligging signaleringsprofiel

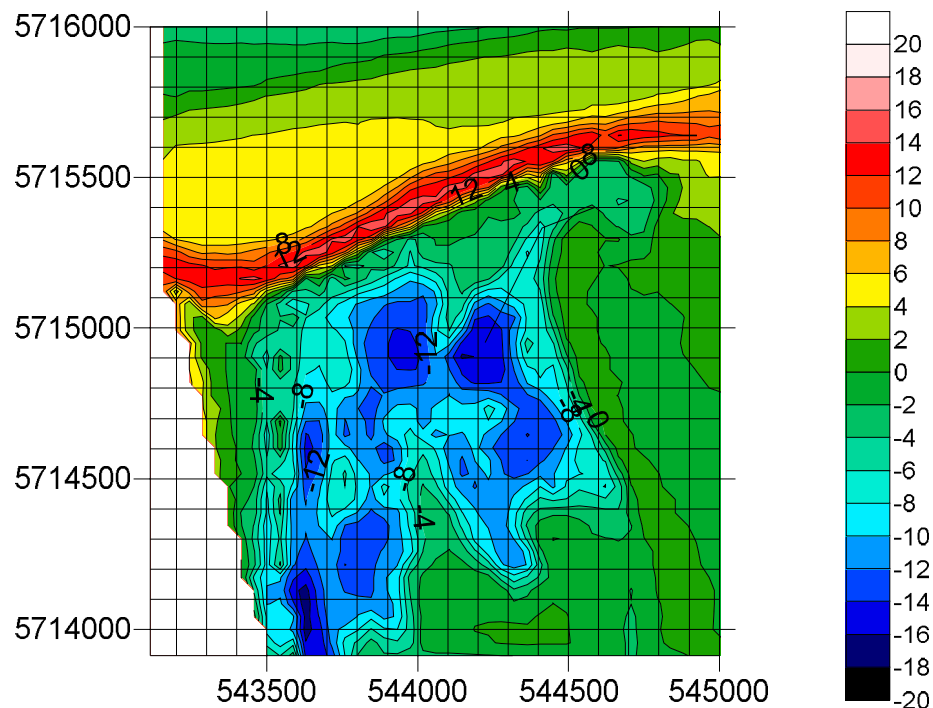
Aan de hand van geometrische toets stap E.1 van WBI 2017 kan worden geconcludeerd dat de zettingsvloeiing in het voorland de stabiliteit van de waterkering niet zal beïnvloeden. Omdat volgens stap E.1 een zettingsvloeiing niet schadelijk is voor de waterkering is verdere beoordeling volgens stap E.2 en E.3 niet nodig.

7.5 Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving achterland

Aan de landwaartse zijde van de Veerse Gatdam zullen de kabels via de oever naast de intrede punten het Veerse Meer in worden geleid. Deze kruising ligt op ongeveer 150 m uit de rand van de beschermingszone.

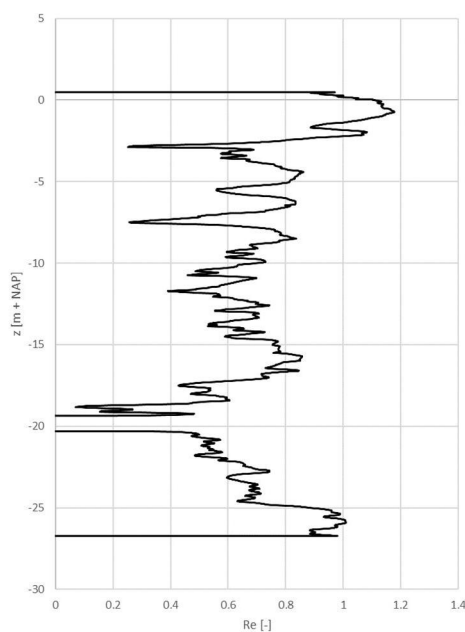
Voor de kruising van de oever worden tijdelijke damwanden voorzien. Gezien de afstand tot de Veerse Gatdam is het onwaarschijnlijk dat het plaatsen van deze damwanden invloed heeft op de stabiliteit van de Veerse Gatdam.

Ter plaatse van het Veerse meer worden de kabels in een sleuf gelegd. Uit de beschikbaar gestelde bathymetrie blijkt dat zich aan de zijde Veerse Meer van de Veerse Gatdam enige diepe kuilen (tot NAP-15 m) bevinden, zie Figuur 7.7.



Figuur 7.7 Bathymetrie Veerse Meer [6]

De rand van kuilen in het meer ligt op ruime afstand (ongeveer 200 m) van de kruising zodat het onwaarschijnlijk is dat het graven van een sleuf hier invloed heeft. Bovendien geeft sondering 30, gemaakt ter plaatse van de landzijde, aan dat de relatieve dichtheid van het zand tussen 60% en 80% ligt (zie Figuur 7.8). De zandlagen zijn daardoor niet-verwekingsgevoelig.



Figuur 7.8 Relatieve dichtheid zand sondering 30, volgens correlatie Lunne

Geconcludeerd kan worden dat de kruising van de oever van het Veerse Meer met damwanden en het graven van een sleuf in het Veerse Meer geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit van de Veerse Gatdam.

8 Toetsing op hoogte (GEKB) en Piping (STPH)

8.1 Algemeen

De toets van de hoogte en erosie (GEKB) van de waterkering is gedaan door de mogelijke kruinzakking te berekenen. Oorzaken van kruinzakking zijn:

- Verdichting tijdens boren.
- Boogwerking in de ondergrond.
- Consolidatie van de vulling annulus.

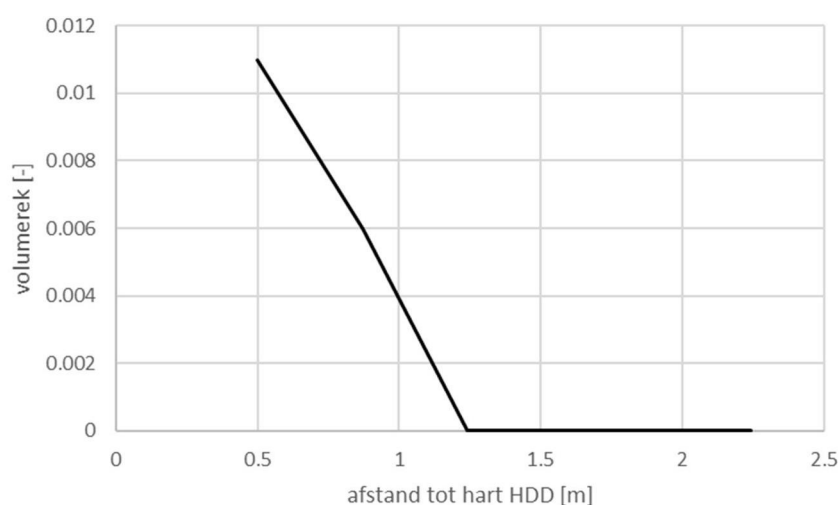
In de volgende paragrafen worden deze onderdelen behandeld. Vervolgens wordt de gesommeerde zakking bepaald.

8.2 Berekende zakking door trillingen

De volumerekken rond de boring zijn bepaald met het in-house programma TRILDENS. In deze berekening is er sprake van direct contact leiding-grond, de smerende werking van de bentoniet is niet meegenomen. Dit is een conservatieve aanname. Overige aannamen zijn:

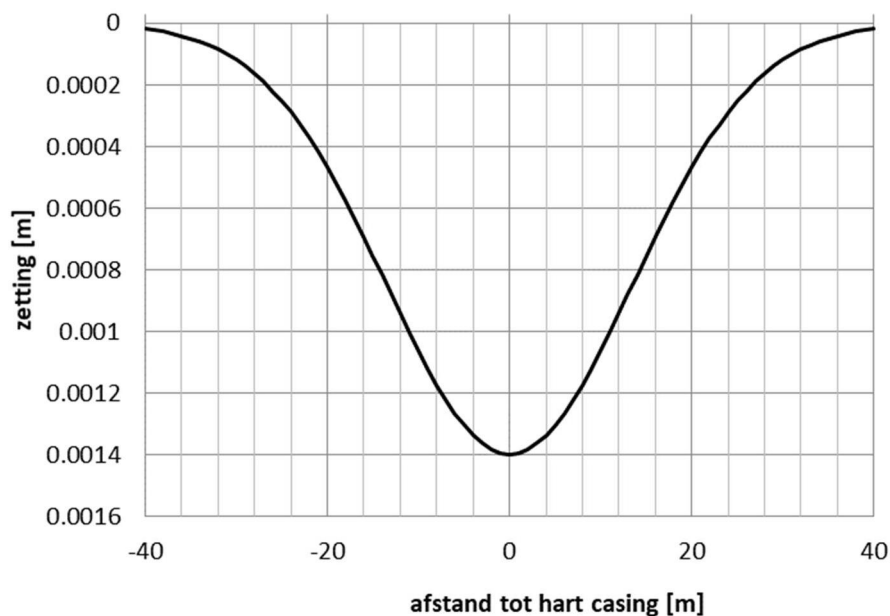
- Dichtheid zand $R_e = 60\%$.
- Frequentie 0,1 Hz.
- Tريتijd 10 uur.

Figuur 8.1 toont de berekende volumerekken als functie van de afstand tot de leiding. De zone met volumerekken is klein ($< 0,5$ m).



Figuur 8.1 Volumerekken door trillingen tijdens boren

Voor de berekening van de kruinzakking is de grond rond de leiding opgedeeld in een aantal elementen met afmetingen van ongeveer $0,5 \times 0,5$ m. Ieder element heeft dan een bijdrage aan de maaiveldzakking. Deze is bepaald met de methode Peck. Door sommatie van alle bijdragen wordt de totale maaiveldzakking gevonden. Uitgegaan is van de situatie ter plaatse van de kruin, met kruin op NAP+11 m en ligging HDD op NAP-17 m. Figuur 8.2 geeft de kruindaling per HDD. De maximale zakking door trillingen per HDD bedraagt 1,4 mm.



Figuur 8.2 Kruinzakking door trillingen, per HDD

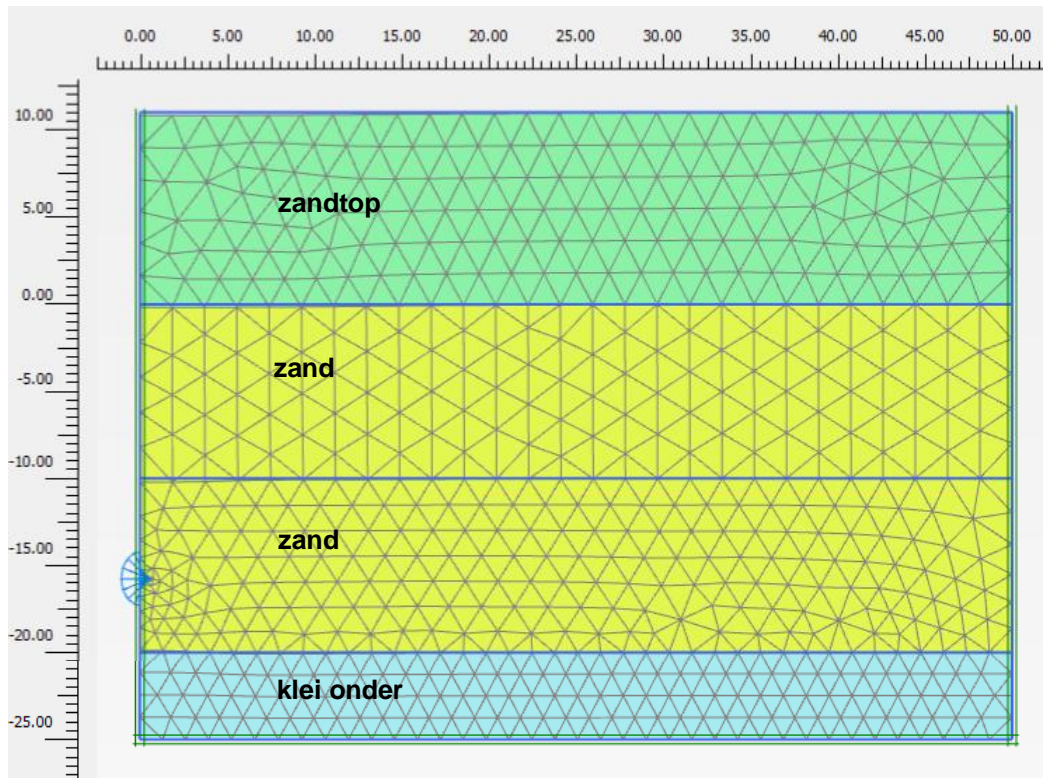
8.3 Kruinzakking door boogwerking

Om de zakking door boogwerking te bepalen is een berekening met PLAXIS 2D versie 2019 gemaakt. Als grondmodel is het Hardening-Soil model gebruikt. Tabel 8.1 geeft de gebruikte materiaalparameters. De gebruikte waarden zijn bepaald op basis van de relatieve dichtheid uit sondering S28 en S29.

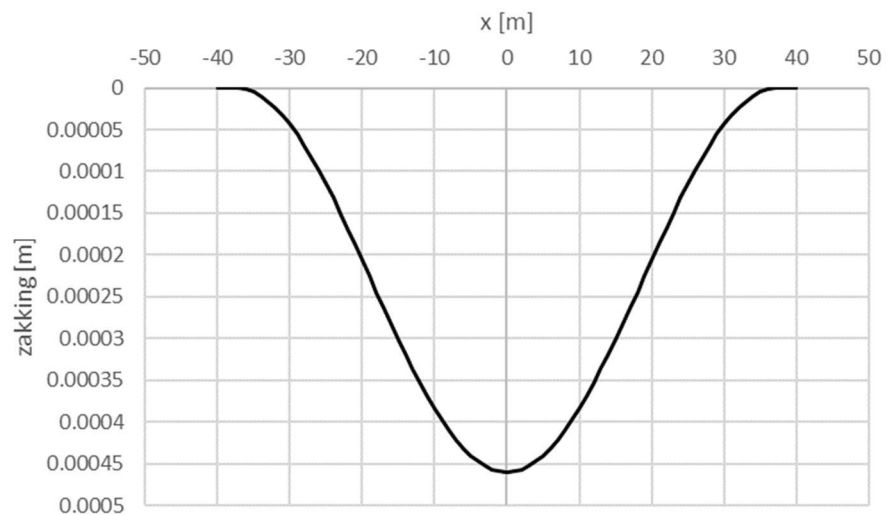
Tabel 8.1 Materiaalparameters in PLAXIS berekening

Parameter	Unit	Zand top	Zand	Klei onder
γ_{unsat}	kN/m ³	17	17	18
γ_{sat}	kN/m ³	20	20	18
E_{50}^{ref}	kN/m ²	6.50E+04	4.70E+04	3000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	6.50E+04	4.70E+04	1500
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	1.95E+05	1.41E+05	1.50E+04
power (m)	-	0.5	0.5	0.5
c_{ref}	kN/m ²	0.5	0.5	5
ϕ (phi)	°	40	35	22.5
ψ (psi)	°	5	5	0

Uit de zakkingstrog op maaiveld is het volume van de trog bepaald. Figuur 8.3 toont het vervormde elementennet en Figuur 8.4 de kruindaling door boogwerking. De maximale zakking door de boogwerking per HDD bedraagt 0,45 mm.



Figuur 8.3 Elementennet (vervormd) PLAXIS berekening



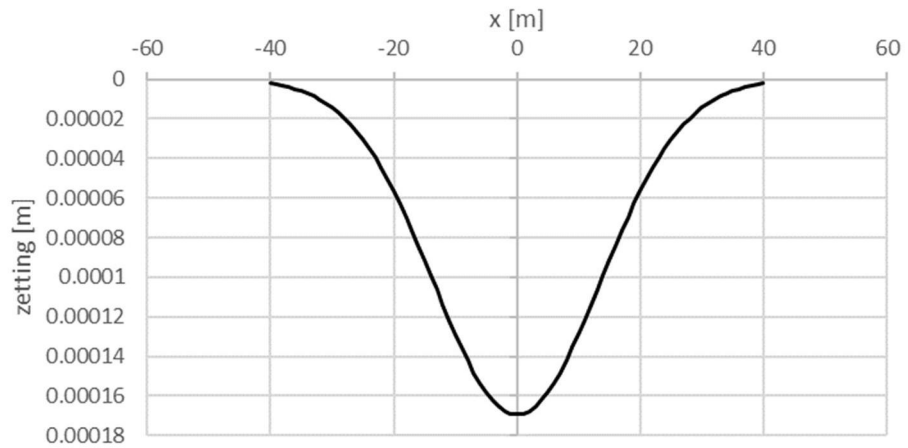
Figuur 8.4 Kruinzakking door boogwerking, per HDD ($x = 0$ is boorgat as)

8.4 Consolidatie boorvloeistof

Voor het berekenen van het volumeverlies door consolidatie van de boorvloeistof (drill-grout) zijn de volgende waarden gehanteerd:

- Diameter boorgang: 0,585 m.
- Diameter casing: 0,450 m.
- Volumeverlies door consolidatie: 5% (toepassing drill-grout).

De maaiveldzakking door de consolidatie van de boorvloeistof (drill-grout) per HDD is in Figuur 8.5 weergegeven. De maximale zakking door de consolidatie bedraagt ca. 0,18 mm.

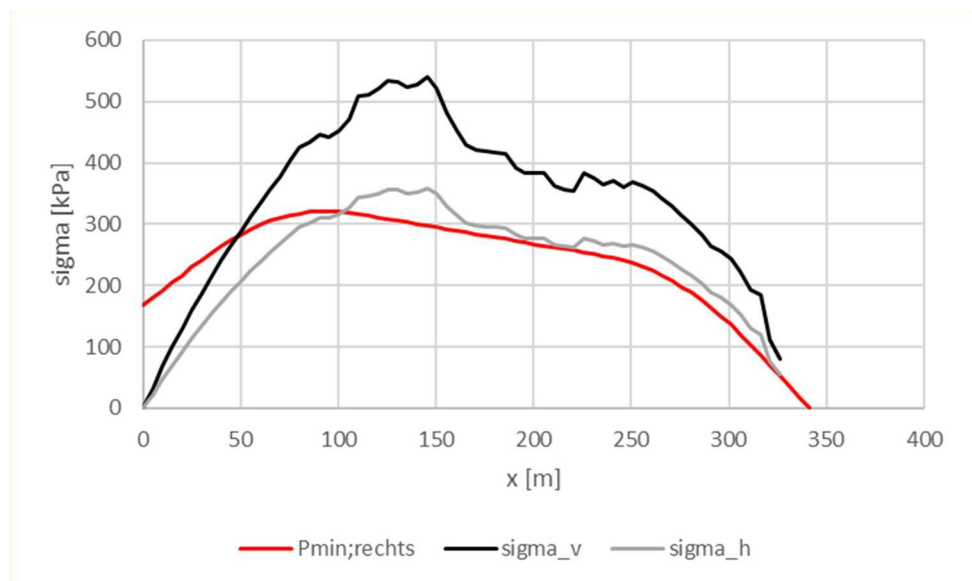


Figuur 8.5 Kruinzakking door consolidatie boorvloeistof, per HDD

8.5 Volumeverandering rond boorgat

Door schuifvervormingen rond het boorgat kan daar in de grond enige volumeverandering optreden. Middels de ruimte expansie theorie wordt een schatting gemaakt van de optredende schuifvervorming rond een boorgat. Er wordt hier uitgegaan van lineair-elastisch grondgedrag. De schuifrek is afhankelijk van het verschil tussen de boorvloeistofdruk en de gronddruk en van de schuifrekmodulus.

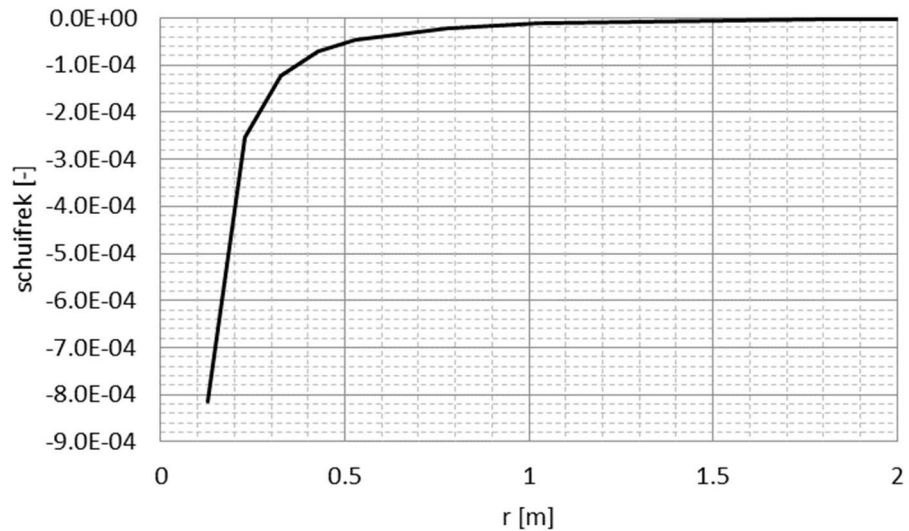
In Figuur 8.6 is het verloop van de boorvloeistofdruk tijdens de pilot boring weergegeven. De grootste schuifvervorming is te verwachten daar waar het verschil tussen aanwezige gronddruk en boorvloeistofdruk het grootste is. Vanzelfsprekend volgt uit Figuur 8.6 dat dit nabij het uittredepunt is.



Figuur 8.6 Verloop boorvloeistofdruk

Voor de berekening zijn de volgende parameters gehanteerd (locatie onder kruin):

- Diameter boorgat: het boorgat van de pilotfase is 0,254 m.
- Maximale boorvloei­stofdruk: $p = 300 \text{ kPa}$.
- Aanwezige grond­druk: $q = 420 \text{ kPa}$ (isotrope grondspanning).
- Glijdings­modulus (kleine rek): 150 MPa .

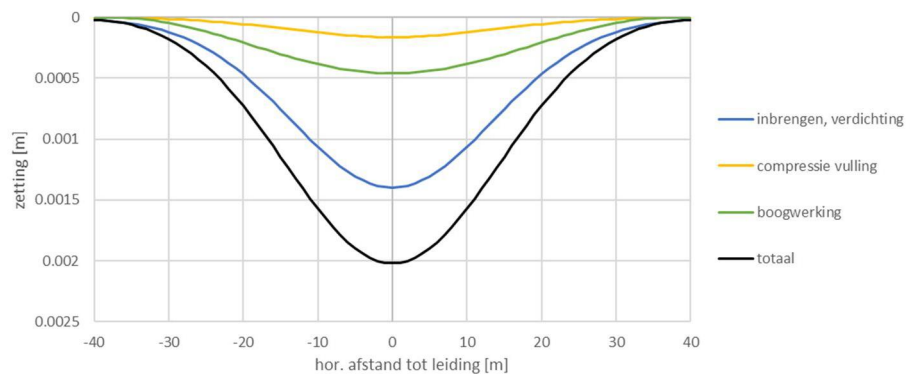


Figuur 8.7 Schuif­ver­vorming rond boorgat, pilot boring

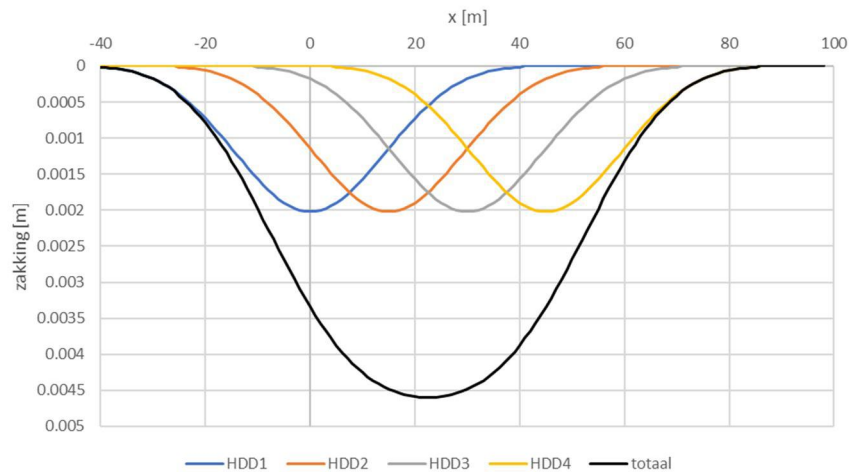
De optredende schuif­rek­ken zijn klein. Vlak bij het boorgat is deze ongeveer 8×10^{-4} (zie Figuur 8.7). Op $r = 0,4 \text{ m}$ (ongeveer 0,25 m uit rand boorgat) is deze af­ge­no­men tot 1×10^{-4} . Bij deze schuif­rek­ken zijn enige volume­ver­an­de­rin­gen te ver­wach­ten. Gezien de dichtheid van het zand en de waarde van de state parameter zal dit enige dilatantie geven. Water­over­span­nin­gen, laat staan verweking, is hierbij dus niet te ver­wach­ten. Omdat er sprake is van dilatantie zal deze component geen toename van de kruin­zet­ting geven. Voor de verdere analyse wordt deze component daarom buiten be­schou­wing ge­la­ten.

8.6 Sommatie componenten kruindaling

De resultaten van de verschillende componenten kunnen vervolgens worden gesommeerd. Figuur 8.8 geeft de zakking per HDD en Figuur 8.9 de gesommeerde zakking voor 4 HDD's. Daarbij is uitgegaan van een onderlinge afstand tussen de HDD's van 15 m ter plaatse van de kruin.



Figuur 8.8 Kruinzakking per HDD



Figuur 8.9 Kruinzakking door boren, totaal

Uit de bovenstaande figuur kan worden geconcludeerd dat de kruindaling die ten gevolge van de HDD's zal optreden marginaal is (5 mm) en geen invloed zal hebben op de waterveiligheid.

Het dient te worden opgemerkt dat de berekende zakking uitgaat van een normale uitvoering van de HDD's. Bij het toepassen van een te hoge of te lage boorvloeiستفدرك kunnen er grotere grondvervormingen optreden. Tevens is een goede vulling van de boorgang met drillgrout met de juiste samenstelling (minimaal 180 kg/m³) noodzakelijk.

8.7 Toetsing op piping (STPH)

Na de aanleg van de kabels in de mantelbuizen kan er een hoog water periode optreden, Er mag tijdens deze hoogwater omstandigheden geen piping optreden. Dit betekent dat er geen water door de annulus van het boorgat van de zeevaartse zijde naar de landwaartse zijde mag stromen. Tevens dient waterstroming door de mantelbuizen te worden tegen gaan. (Is weliswaar niet direct aan het optreden van piping gerelateerd, maar is onwenselijk met mogelijke gevolgen voor de waterkering).

Bij hoog water kan worden uitgegaan van een maatgevende waterstand van NAP+5,22 m (zie hoofdstuk 2.6), zodat er een verval over de waterkering aanwezig kan zijn van ongeveer 3 m. De lengte van de boorlijn bedraagt ongeveer 340 m. Bij een onvoldoende vulling van de boorgat annulus met drill-grout of door vervorming van de mantelbuis gedurende de gebruikperiode kan er over enige lengte mogelijk een ruimte voor waterstroming ontstaan. Bij een zorgvuldige uitvoering van de vulling van het boorgat met drill-grout met de juiste samenstelling (minimaal 180 kg/m³) is de kans op een *continue pipe* gering. Eventueel kan voor de zekerheid na injectie aan de zeezijde worden overwogen.

De mantelbuizen moeten ter plaatse van het intrede punt en het uittrede punt worden afgesloten als de kabels zijn geïnstalleerd. Waterstroming van de zeezijde naar de landzijde kan dan worden uitgesloten.

9 Invloed bij ontgraving aanbrengen kabels

9.1 Uitgangspunten

Voor de te ontgraven put om de kabels in de mantelbuizen aan te brengen op het strand worden de volgende opties beschouwd:

- Ontgraving onder talud.
- Ontgraving met damwanden:
 - Alleen aan zijkanten.
 - Aan zijkanten en aan kopse zijde Veerse Gatdam.

Voor de ontgraving onder talud wordt uitgegaan van een talud 1:6. Dit zal een vrij forse ontgraving geven. De omvang van de ontgraving kan worden beperkt door het toepassen van damwanden. Opties zijn dat alleen aan de zijkanten damwanden worden toegepast of dat ook aan de kopse zijde van de Veerse Gatdam een damwand wordt toegepast. Of aan de zeezijde een damwand wordt toegepast of een vrije ontgraving heeft voor de stabiliteit van de Veerse Gatdam geen invloed.

De gewenste diepteligging van de leidingen is mv-5 m. Deze diepte moet in ieder geval aanwezig zijn tijdens het intrekken van de kabels.

9.2 Afmetingen damwand

Voor het bepalen van de afmetingen van de damwand zijn verkennende berekeningen gemaakt met D-sheetpiling. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Homogene ondergrond (zand).
- Ontgraving tot mv-5 m.
- maaiveld ligt op NAP+1 m.
- Maatgevende situatie is laagwater:
 - Grondwaterstand op NAP+0 m.
 - Waterstand op NAP-2 m (laagwater).
- Zowel de situatie van een vrijstaande damwand als van een gestempelde damwand is beschouwd. Stempeling vindt plaats op mv+1 m.
- Veiligheidsklasse I.

De benodigde lengte is berekend met de optie "design sheet pile length". De volgende lengten worden gevonden:

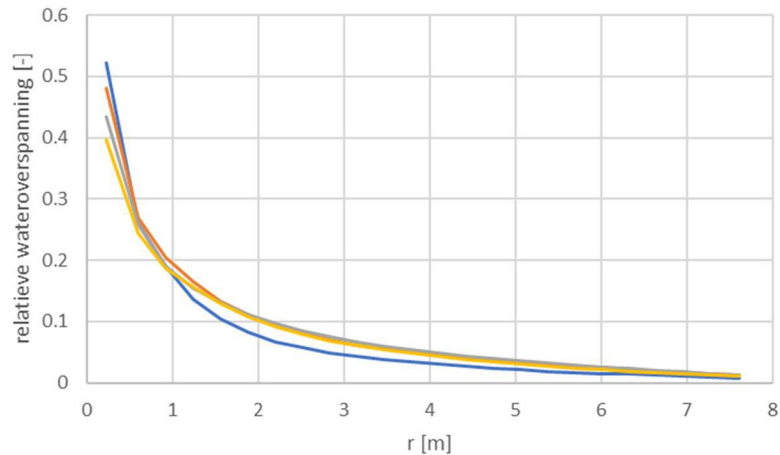
- Gestempeld: $L = 11$ m (kop op mv + 1 m = NAP+2 m, teen op NAP-9 m).
- Vrijstaand: $L = 13$ m (kop op mv + 1 m = NAP+1 m, teen op NAP-12 m).

Het dient te worden opgemerkt dat deze berekeningen alleen dienen om een indicatie van de benodigde damwandlengte te krijgen. Het betreft uitdrukkelijk geen ontwerpberekening.

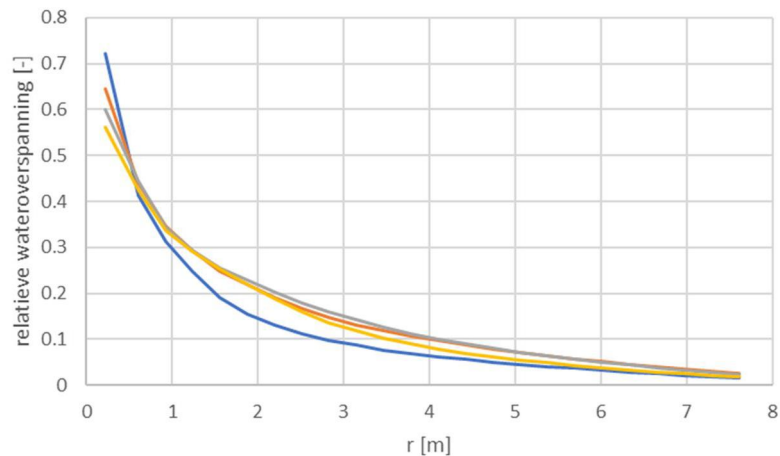
9.3 Wateroverspanning tijdens intrillen

Tijdens het intrillen van de damwanden zullen er wateroverspanningen ontstaan. De grootte van de wateroverspanning is bepaald met het in-house programma TRILDENS (Meijers 2010 [18], Meijers, Tol 2010, [19]). De berekening is gemaakt voor een damwand met een teenniveau van NAP-12 m (situatie niet gestempelde damwand).

Figuur 9.1 en Figuur 9.2 tonen de maximum berekende relatieve wateroverspanning voor twee verschillende waarden van de relatieve dichtheid. Het betreft de maximum waarde die in elk punt is opgetreden, deze hoeven niet gelijktijdig aanwezig te zijn, maar voor de verdere analyse wordt conservatief aangenomen dat dit wel het geval is.



Figuur 9.1 Wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen, $Re = 60\%$



Figuur 9.2 Wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen, $Re = 40\%$

De relatieve wateroverspanning nabij de wand is 50 tot 70%, en neemt snel af met de afstand tot de damwand. Op 2 m uit de damwand is de relatieve wateroverspanning 10-30%, afhankelijk van de beschouwde relatieve dichtheid van het zand.

9.4 Invloed ontgravingsput op stabiliteit dam

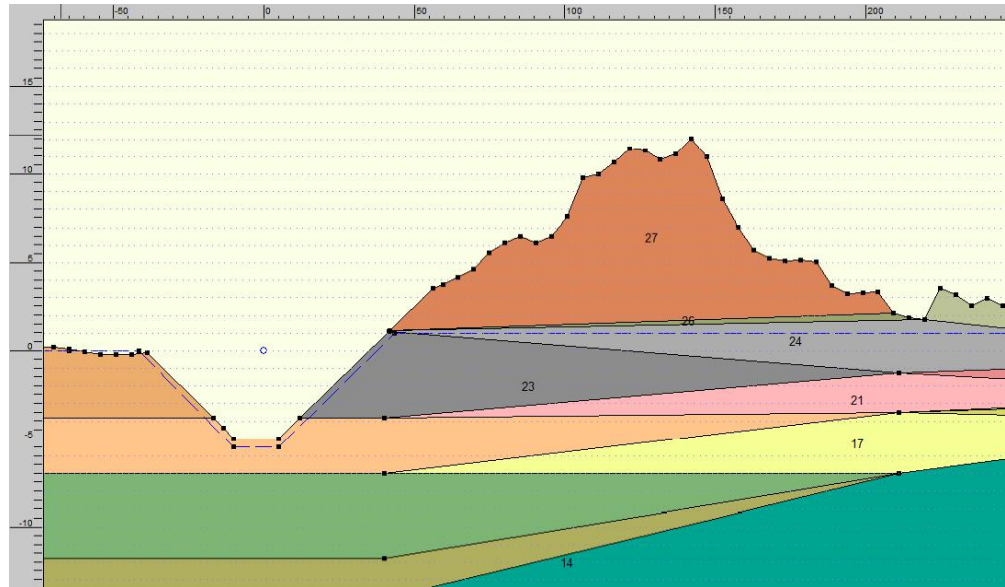
Voor de invloed op de stabiliteit van de ontgravingsput op de Veerse Gatdam zijn de volgende situaties beschouwd:

- Ontgraving onder talud.
- Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput, teenniveau gelijk aan diepte ontgraving.
- Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand.

De eerste situatie met een ontgraving onder een talud is ook maatgevend voor de situatie dat er alleen aan de zijkanten van de ontgravingsput damwanden staan (2D benadering). De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd met het programma D-Geo Stability versie 18.1.

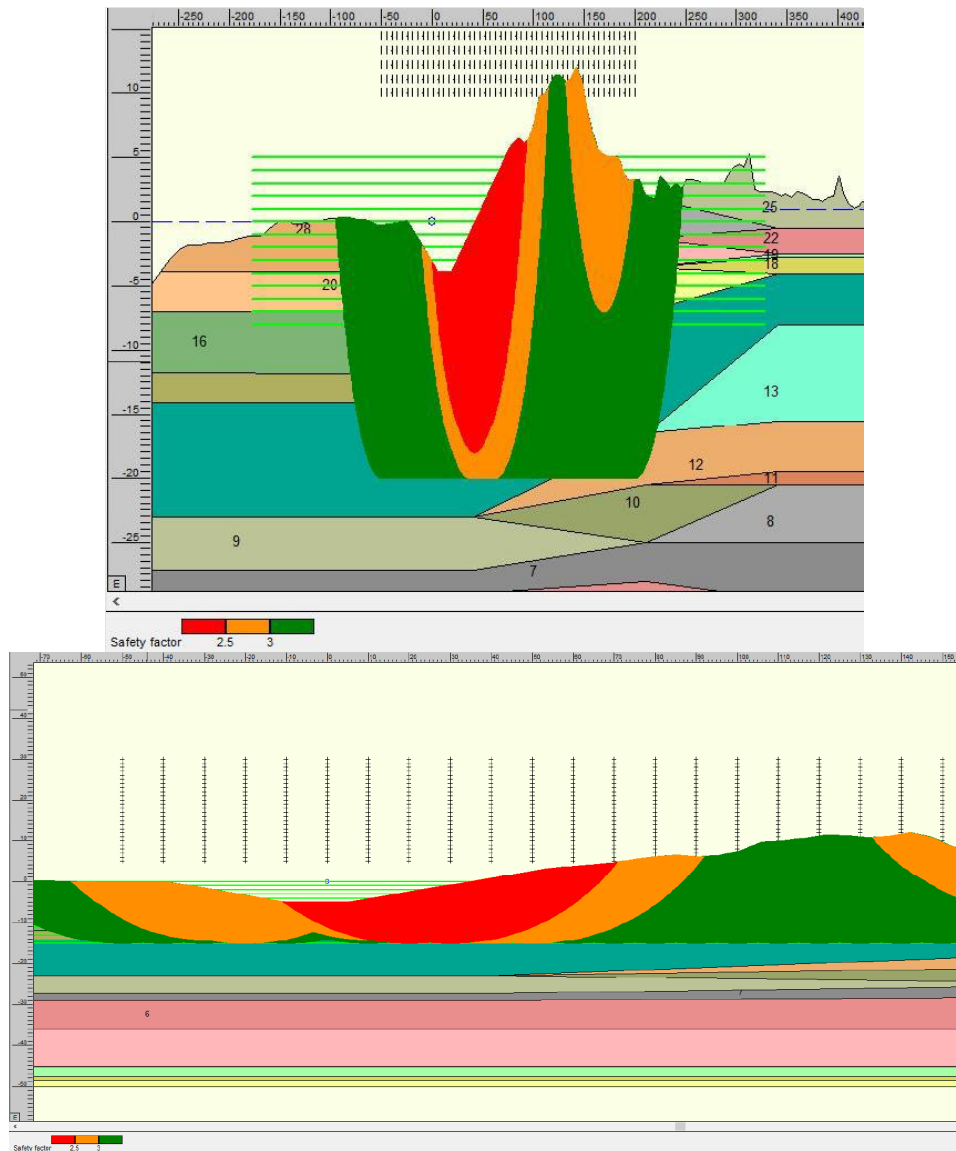
9.4.1 Ontgraving onder talud

De doorsnede voor de ontgraving onder een talud is in Figuur 9.3 weergegeven. Voor de taludhelling is uitgegaan van 1:6, met het oog op de benodigde stabiliteit bij golven. Een situatie met een talud aan de zijde van de Veerse Gatdam is aanwezig bij een open ontgraving, maar ook indien er voor de ontgravingsput twee parallelle damwanden worden gekozen, zonder kopwand. De laagopbouw en de grondparameters zijn in hoofdstuk 4 beschreven.



Figuur 9.3 Geometrie bij open ontgraving

Als resultaat wordt niet het maatgevend glijvlak getoond (zie Figuur 9.4), maar de waarden van de veiligheidsfactoren. Daarvoor is gekozen omdat dat een beter inzicht geeft welke gebieden een hoge veiligheid hebben en welke een iets lagere veiligheid. Om het verschil inzichtelijk te maken is de legenda aangepast.

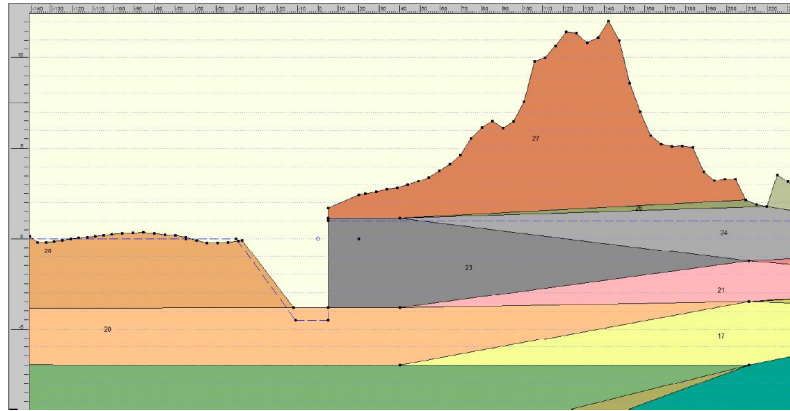


Figuur 9.4 Veiligheidsfactoren, minimumwaarde FS = 2,15

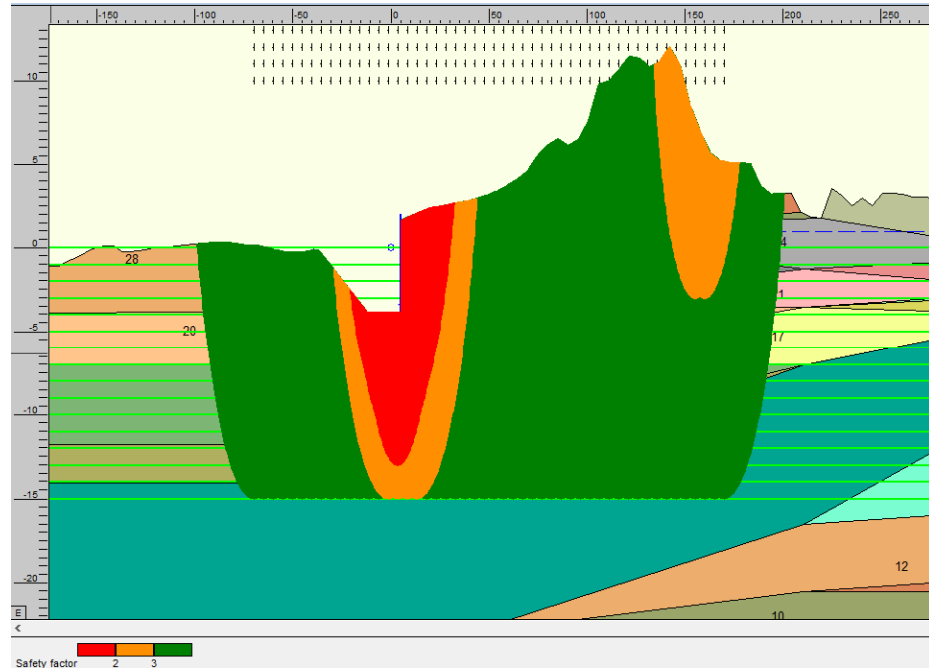
De gevonden veiligheidsfactoren zijn groter dan 2. hetgeen duidt op een stabiele situatie. Glijcirkels die de kruin aantasten hebben een veiligheidsfactor van meer dan 2,5, en worden veroorzaakt door afschuiving binnentalud (STBI).

9.4.2 Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput

Als variant is tevens de situatie van een damwand aan de kopse zijde van de ontgravingsput gemodelleerd (zie Figuur 9.5). In de berekening is uitgegaan van een damwand aan deze zijde met een teenniveau gelijk aan de ontgravingsdiepte. Verondersteld wordt dat de stabiliteit van deze damwand wordt geleverd door de zijwanden van de damwandkuip. Nabij de ontgravingsput is de veiligheid tegen afschuiven lager maar nog wel stabiel. Bovendien is het gebied met een lagere stabiliteit beperkt, en wordt de waterkering niet aangetast (zie Figuur 9.6).



Figuur 9.5 Geometrie bij open ontgraving en damwand aan kopse zijde ontgravingsput

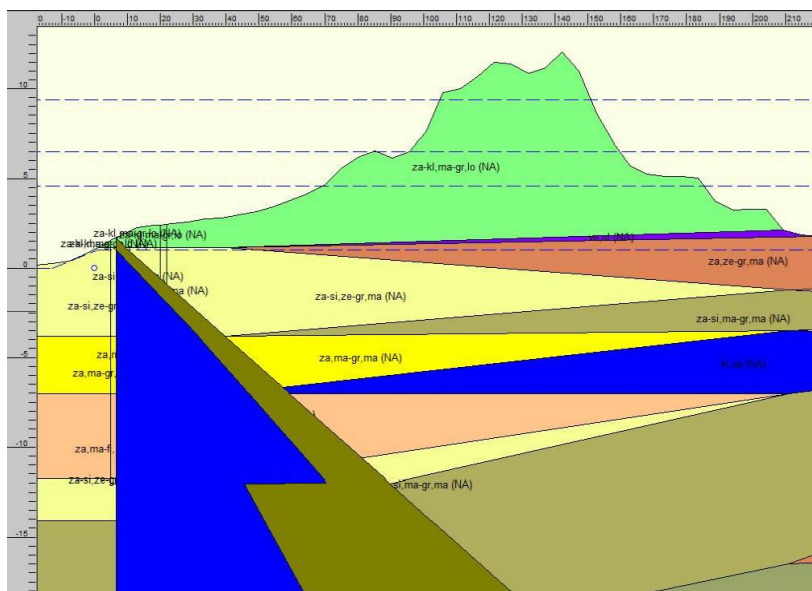


Figuur 9.6 Patroon FS, minimumwaarde FS = 1,19

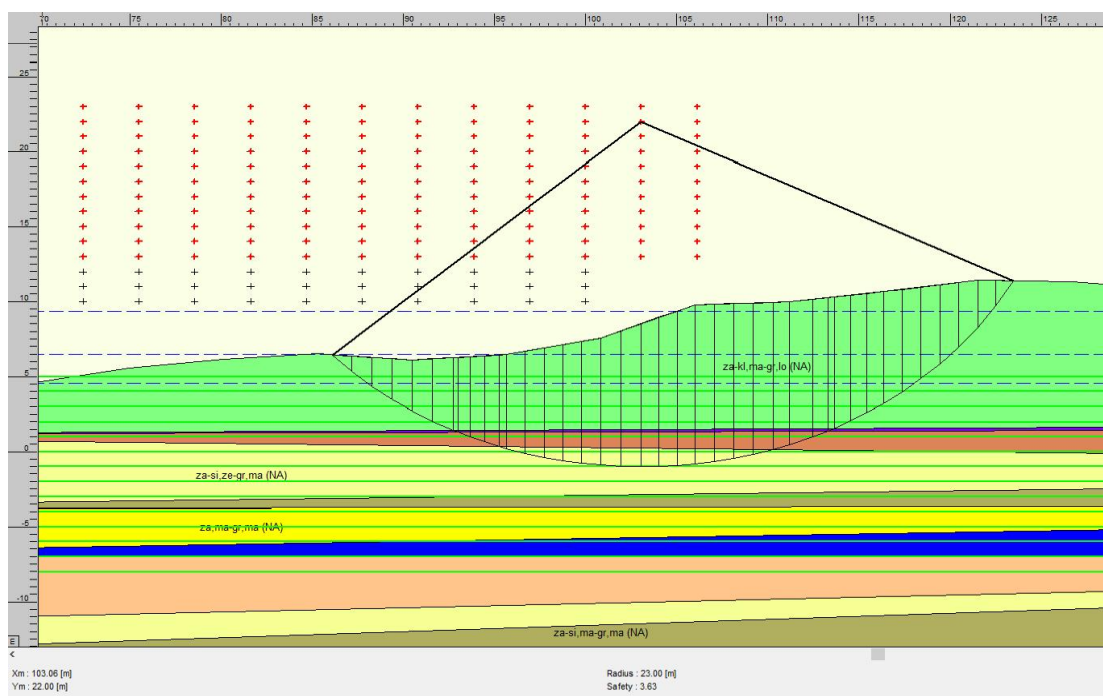
9.4.3 Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand

Voor het meenemen van het effect van wateroverspanning die ontstaat bij het inbrengen van de damwandplanken is er ter plaatse van de damwand een zone gemodelleerd met een breedte van 2 m en een wateroverspanning van 50% (zie Figuur 9.7). Omdat de geometrie in D-Geo Stability een 2D geometrie is betekent dit dat deze zone in de berekening over de volle lengte van de Veerse Gatdam aanwezig is. Dit is een zeer conservatieve benadering.

De maatgevende glijcirkel voor buitenwaartse stabiliteit ligt ver van de plaats van de damwand (zie Figuur 9.8). De wateroverspanning heeft dus geen effect op plaats van de maatgevende glijcirkel en daarmee ook niet op de stabiliteit van de dam.



Figuur 9.7 Geometrie met verloop waterspanning t.p.v. damwand



Figuur 9.8 Maatgevende glijcirkel, buitenwaarts

9.5 Conclusie

Uit de verschillende analyses hierboven blijkt dat de ontgraving voor ontgravingsput met of zonder damwanden zonder negatieve invloed op de stabiliteit van de waterkering kan worden uitgevoerd.

10 Conclusies

De aanlanding van de elektriciteitskabels van het windpark IJmuiden Ver Alpha is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 450 mm HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen 4 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam.

Dit rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de waterkering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

Ten aanzien van het globaal ontwerp kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Vanwege de opbouw van de ondergrond wordt geadviseerd de geplande horizontaal gestuurde boringen dieper uit te voeren. De vloerpijp dient dieper te worden gelegd in de Holocene lagen waar een vast gepakt zand pakket aanwezig is. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-17 m te leggen.
- Bij het uittredepunt op het strand is een constructie benodigd om de golfaanval op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- Het is aan te raden om een vloerpijphelling van minimaal $0,5^\circ$ toe te passen bij de vloerpijp in verband met luchtbellen.
- De spanningen in de mantelbuizen zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfases lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten. De berekende spanningen zijn gering. Het is te overwegen een hogere SDR klasse te kiezen.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrefase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

Ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering
- De werkzaamheden ter plaatse van de vooroever zijn geen bedreiging voor de waterkering. De geometrische toets voor zettingsvloeiing is voldoende. Ook binnendijks zal de waterkering niet worden beïnvloed door zettingsvloeiing.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.
- In verband met het risico op kwel en piping is het noodzakelijk om de annulus van de boorgang te vullen met en uithardende boorvloeistof (zoals drill-grout). Het is noodzakelijk om de gehele boorgang te vullen tijdens het intrekken. Aan de zeezijde is na injectie te overwegen om de kans op onvolledige vulling van de annulus te verminderen.
- Bij toepassing van de uithardende boorvloeistof dient te worden toegezien op de werkwijze en de samenstelling van de boorvloeistof.
- De mantelbuizen dienen te worden afgesloten om waterstroming tussen de zeezijde en landzijde te voorkomen.

- De te verwachten zakking ter plaatse van de waterkering is mede door gebruik van een uithardende boorvloeistof klein.

11 Referentie

- [1] TenneT (2020). Technische uitwerking kruising Veerse Gatdam – totaal overzicht werkterreinen en boorlijnen. File: 210317 Presentatie RWS over kruising Veerse Gatdam V03.pptx.
- [2] Atron (2021). Horizontaal gestuurde boring – indicatie activiteiten na realisatie HDD's. Tekeningnummer: 2828-0221-01-BT.
- [3] Atron (2021). Horizontaal gestuurde boring – overzicht en dwarsprofiel. Tekeningnummer: 2828-0221-01-BT.
- [4] E-mail d.d. 7 juni 2021 opgesteld door dhr. S. Schennink (TenneT) met de informatie over de sonderingen en boringen 28, 29 en 20.
- [5] E-mail d.d. 25 juni 2021 opgesteld door dhr. A. van der Meer (Deltares) met de informatie over de maatgevende buiten hoogwaterstand van de Veerse Gatdam (analyse met Riskeert programma).
- [6] E-mail d.d. 3 mei 2021 opgesteld door dhr. A. Pietjouw (TenneT) met de informatie over de bathymetrie in de buurt van de Veerste Gatdam uit Rijkswaterstaat database.
- [7] E-mail d.d. 14 juni 2021 opgesteld door dhr. W. Snip (Primo Marine) met de informatie over periode HDD uitvoering.
- [8] NEN 9997-1. Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels.
- [9] E-mail d.d. 15 april 2020 opgesteld door dhr. Andre Pietjouw (TenneT) met opmerking voor het conceptrapport Deltares 11204245-002-GEO-0014.
- [10] NEN 3650-1:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 1: algemene eisen.
- [11] PipeLife (2011). PE drukleidingen – verwerkingsrichtlijn en productinformatie. Uitgave april 2011.
- [12] NEN 3650-3:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 3: aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
- [13] Rijkswaterstaat (2014). Achtergrond ontwerpinstrumentarium 2014 – behorende bij handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014v4).
- [14] TRWG (2007). Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructie.
- [15] WBI (2017). Schematiseringshandleiding macrostabiliteit.
- [16] RWS (2016). Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Helpdesk Water, 22 april 2016, versie 1, status concept.
- [17] Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Factsheets normering primaire waterkeringen.
- [18] Meijers, P., (2010). Settlement during vibratory sheet piling, Ph.D thesis Delft University of Technology.
- [19] Meijers, P., Tol, A.F. van (2010). Voorspelling maaiveldzakking door het in- en uittrillen van damwanden. Geotechniek 2010, nr. 3.

A D-Geo Pipeline berekeningsrapport

Report for D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares

Date of report: 25-6-2021
Time of report: 23:32:16
Report with version: 20.1.2.31161
Calculated with version: 20.1.2.31161

File name: hdd1_opt1_ok_0,5_wsNAP+2m_v20.2_ok

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 Model Used	3
2.2 Layer Boundaries	3
2.3 PI-lines	11
2.4 Phreatic Line	11
2.5 Soil Profiles	11
2.6 Selected Boundaries	12
2.7 Soil Material Data	12
2.8 Geometry	14
2.8.1 Geometry Section, Detailed	14
2.8.2 Geometry Top View	15
2.9 Calculation Verticals	15
2.10 Traffic Load	16
2.11 Configuration of the Pipeline	17
2.12 Product Pipe Material Data	17
2.13 Pipe Engineering Data	17
2.14 Drilling Fluid Data	18
2.15 Factors	18
2.16 Calculation Options	18
3 Drilling Fluid Pressures	19
3.1 Drilling Fluid Data	19
3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure	22
3.3 Drilling Fluid Pressure Plots	24
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot	24
3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming	25
3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation	26
4 Soil Mechanical Data	27
4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: pipe)	27
4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical	29
5 Data for Stress Analysis	45
5.1 General Data	45
5.2 Buoyancy Control	45
5.3 Calculation Pulling Force	45
6 Stress Analysis of Pipe: pipe	46
6.1 Material Data of Pipe: pipe	46
6.2 Results Stress Analysis of Pipe: pipe	46
6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation	46
6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation	47
6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure	47
6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	47
6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	48
6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: pipe	48
6.4 Check for Implosion of Pipe: pipe	49

2 Input Data

2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
33 - L -	-827,000	-826,357	-816,893	-807,430	-797,966
33 - Z -	-5,624	-5,624	-5,654	-5,818	-5,984
33 - L -	-788,502	-779,038	-769,574	-760,110	-750,647
33 - Z -	-6,150	-6,316	-6,513	-6,712	-6,912
33 - L -	-741,183	-731,719	-722,255	-712,791	-703,327
33 - Z -	-7,112	-7,348	-7,648	-7,948	-8,248
33 - L -	-693,864	-684,400	-674,936	-665,472	-656,008
33 - Z -	-8,548	-8,886	-9,235	-9,584	-9,933
33 - L -	-646,545	-637,081	-627,617	-618,153	-608,689
33 - Z -	-10,272	-10,578	-10,885	-11,192	-11,499
33 - L -	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834	-561,370
33 - Z -	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334	-12,521
33 - L -	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515	-514,051
33 - Z -	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828	-12,871
33 - L -	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196	-466,732
33 - Z -	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933	-12,862
33 - L -	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876	-419,413
33 - Z -	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523	-12,331
33 - L -	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557	-372,093
33 - Z -	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433	-11,090
33 - L -	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238	-324,774
33 - Z -	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361	-8,745
33 - L -	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383	-286,919
33 - Z -	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663	-5,728
33 - L -	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064	-240,000
33 - Z -	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100	-1,800
33 - L -	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000	-190,000
33 - Z -	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500	-1,300
33 - L -	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328	-157,295
33 - Z -	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580	-0,356
33 - L -	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162	-137,129
33 - Z -	-0,088	0,090	0,130	0,130	-0,192
33 - L -	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996	-116,963
33 - Z -	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005	0,058
33 - L -	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830	-95,660
33 - Z -	0,093	0,134	0,195	0,251	0,302
33 - L -	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977	-69,807
33 - Z -	0,345	0,360	0,311	0,217	0,212
33 - L -	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124	-43,954
33 - Z -	0,100	-0,080	-0,219	-0,223	-0,192
33 - L -	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272	-18,101
33 - Z -	-0,116	-0,027	0,031	0,091	0,162
33 - L -	-12,930	-7,760	-2,589	1,040	2,581
33 - Z -	0,246	0,409	0,779	1,130	1,279
33 - L -	7,752	12,922	18,093	23,264	28,434
33 - Z -	1,826	2,244	2,381	2,467	2,571
33 - L -	33,605	38,775	43,946	49,116	54,287
33 - Z -	2,732	2,806	2,973	3,172	3,422
33 - L -	59,458	64,628	69,799	74,969	80,140
33 - Z -	3,760	4,140	4,621	5,560	6,167

Boundary number	Co-ordinates [m]				
33 - L -	85,310	90,481	95,652	100,822	105,993
33 - Z -	6,526	6,124	6,487	7,582	9,779
33 - L -	111,163	116,334	121,504	126,675	131,846
33 - Z -	9,983	10,662	11,449	11,356	10,842
33 - L -	137,016	142,187	147,357	152,528	157,698
33 - Z -	11,138	12,032	10,975	8,585	7,014
33 - L -	162,869	168,040	173,210	178,381	183,551
33 - Z -	5,705	5,247	5,115	5,131	5,050
33 - L -	188,722	193,892	199,063	204,234	209,404
33 - Z -	3,715	3,225	3,302	3,307	2,150
33 - L -	214,575	219,745	224,916	230,086	235,257
33 - Z -	1,883	1,786	3,564	3,149	2,533
33 - L -	240,428	245,598	250,769	255,939	261,110
33 - Z -	2,986	2,555	3,306	3,285	3,215
33 - L -	266,280	271,451	276,622	281,792	286,963
33 - Z -	3,067	3,037	2,995	3,031	2,993
33 - L -	292,133	297,304	302,474	307,645	312,816
33 - Z -	3,665	4,294	4,471	4,237	5,260
33 - L -	317,986	323,157	328,327	333,498	338,668
33 - Z -	2,555	2,360	2,322	2,380	2,263
33 - L -	343,839	349,010	354,180	359,351	364,521
33 - Z -	2,039	2,155	1,955	2,339	2,253
33 - L -	369,692	374,862	380,033	385,204	390,374
33 - Z -	2,111	1,792	1,766	1,559	1,929
33 - L -	395,545	400,715	405,886	411,056	416,227
33 - Z -	1,975	3,522	2,306	1,378	1,080
33 - L -	421,398	426,568	431,739	436,909	442,080
33 - Z -	1,255	1,871	2,655	1,463	2,549
33 - L -	450,000				
33 - Z -	2,549				
32 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
32 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
32 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
32 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
32 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
32 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
32 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
32 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
32 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
32 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
32 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
32 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
32 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
32 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
32 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
32 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
32 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
32 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
32 - L -	-190,000	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328
32 - Z -	-1,300	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580
32 - L -	-157,295	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162
32 - Z -	-0,356	-0,088	0,090	0,130	0,130
32 - L -	-137,129	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996
32 - Z -	-0,192	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005
32 - L -	-116,963	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830
32 - Z -	0,058	0,093	0,134	0,195	0,251
32 - L -	-95,660	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977
32 - Z -	0,302	0,345	0,360	0,311	0,217
32 - L -	-69,807	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124
32 - Z -	0,212	0,100	-0,080	-0,219	-0,223
32 - L -	-43,954	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272

Boundary number	Co-ordinates [m]				
32 - Z -	-0,192	-0,116	-0,027	0,031	0,091
32 - L -	-18,101	-12,930	-7,760	-2,589	1,040
32 - Z -	0,162	0,246	0,409	0,779	1,130
32 - L -	2,581	7,752	12,922	18,093	23,264
32 - Z -	1,279	1,826	2,244	2,381	2,467
32 - L -	28,434	33,605	38,775	43,946	49,116
32 - Z -	2,571	2,732	2,806	2,973	3,172
32 - L -	54,287	59,458	64,628	69,799	74,969
32 - Z -	3,422	3,760	4,140	4,621	5,560
32 - L -	80,140	85,310	90,481	95,652	100,822
32 - Z -	6,167	6,526	6,124	6,487	7,582
32 - L -	105,993	111,163	116,334	121,504	126,675
32 - Z -	9,779	9,983	10,662	11,449	11,356
32 - L -	131,846	137,016	142,187	147,357	152,528
32 - Z -	10,842	11,138	12,032	10,975	8,585
32 - L -	157,698	162,869	168,040	173,210	178,381
32 - Z -	7,014	5,705	5,247	5,115	5,131
32 - L -	183,551	188,722	193,892	199,063	204,234
32 - Z -	5,050	3,715	3,225	3,302	3,307
32 - L -	209,404	214,575	219,745	224,916	230,086
32 - Z -	2,150	1,883	1,786	3,564	3,149
32 - L -	235,257	240,428	245,598	250,769	255,939
32 - Z -	2,533	2,986	2,555	3,306	3,285
32 - L -	261,110	266,280	271,451	276,622	281,792
32 - Z -	3,215	3,067	3,037	2,995	3,031
32 - L -	286,963	292,133	297,304	302,474	307,645
32 - Z -	2,993	3,665	4,294	4,471	4,237
32 - L -	312,816	317,986	323,157	328,327	333,498
32 - Z -	5,260	2,555	2,360	2,322	2,380
32 - L -	338,668	343,839	349,010	354,180	359,351
32 - Z -	2,263	2,039	2,155	1,955	2,339
32 - L -	364,521	369,692	374,862	380,033	385,204
32 - Z -	2,253	2,111	1,792	1,766	1,559
32 - L -	390,374	395,545	400,715	405,886	411,056
32 - Z -	1,929	1,975	3,522	2,306	1,378
32 - L -	416,227	421,398	426,568	431,739	436,909
32 - Z -	1,080	1,255	1,871	2,655	1,463
32 - L -	442,080	450,000			
32 - Z -	2,549	2,549			
31 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
31 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
31 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
31 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
31 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
31 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
31 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
31 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
31 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
31 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
31 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
31 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
31 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
31 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
31 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
31 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
31 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
31 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
31 - L -	-190,000	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328
31 - Z -	-1,300	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580
31 - L -	-157,295	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162
31 - Z -	-0,356	-0,088	0,090	0,130	0,130

Boundary number	Co-ordinates [m]				
31 - L -	-137,129	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996
31 - Z -	-0,192	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005
31 - L -	-116,963	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830
31 - Z -	0,058	0,093	0,134	0,195	0,251
31 - L -	-95,660	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977
31 - Z -	0,302	0,345	0,360	0,311	0,217
31 - L -	-69,807	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124
31 - Z -	0,212	0,100	-0,080	-0,219	-0,223
31 - L -	-43,954	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272
31 - Z -	-0,192	-0,116	-0,027	0,031	0,091
31 - L -	-18,101	-12,930	-7,760	-2,589	1,040
31 - Z -	0,162	0,246	0,409	0,779	1,130
31 - L -	40,000	209,404	214,575	219,745	224,916
31 - Z -	1,130	2,150	1,883	1,786	3,564
31 - L -	230,086	235,257	240,428	245,598	250,769
31 - Z -	3,149	2,533	2,986	2,555	3,306
31 - L -	255,939	261,110	266,280	271,451	276,622
31 - Z -	3,285	3,215	3,067	3,037	2,995
31 - L -	281,792	286,963	292,133	297,304	302,474
31 - Z -	3,031	2,993	3,665	4,294	4,471
31 - L -	307,645	312,816	317,986	323,157	328,327
31 - Z -	4,237	5,260	2,555	2,360	2,322
31 - L -	333,498	338,668	343,839	349,010	354,180
31 - Z -	2,380	2,263	2,039	2,155	1,955
31 - L -	359,351	364,521	369,692	374,862	380,033
31 - Z -	2,339	2,253	2,111	1,792	1,766
31 - L -	385,204	390,374	395,545	400,715	405,886
31 - Z -	1,559	1,929	1,975	3,522	2,306
31 - L -	411,056	416,227	421,398	426,568	431,739
31 - Z -	1,378	1,080	1,255	1,871	2,655
31 - L -	436,909	442,080	450,000		
31 - Z -	1,463	2,549	2,549		
30 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
30 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
30 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
30 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
30 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
30 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
30 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
30 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,573
30 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
30 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
30 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
30 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
30 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
30 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
30 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
30 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
30 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
30 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
30 - L -	-190,000	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328
30 - Z -	-1,300	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580
30 - L -	-157,295	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162
30 - Z -	-0,356	-0,088	0,090	0,130	0,130
30 - L -	-137,129	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996
30 - Z -	-0,192	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005
30 - L -	-116,963	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830
30 - Z -	0,058	0,093	0,134	0,195	0,251
30 - L -	-95,660	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977
30 - Z -	0,302	0,345	0,360	0,311	0,217
30 - L -	-69,807	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124

Boundary number	Co-ordinates [m]				
30 - Z -	0,212	0,100	-0,080	-0,219	-0,223
30 - L -	-43,954	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272
30 - Z -	-0,192	-0,116	-0,027	0,031	0,091
30 - L -	-18,101	-12,930	-7,760	-2,589	1,040
30 - Z -	0,162	0,246	0,409	0,779	1,130
30 - L -	40,000	219,745	224,916	230,086	235,257
30 - Z -	1,130	1,786	3,564	3,149	2,533
30 - L -	240,428	245,598	250,769	255,939	261,110
30 - Z -	2,986	2,555	3,306	3,285	3,215
30 - L -	266,280	271,451	276,622	281,792	286,963
30 - Z -	3,067	3,037	2,995	3,031	2,993
30 - L -	292,133	297,304	302,474	307,645	312,816
30 - Z -	3,665	4,294	4,471	4,237	5,260
30 - L -	317,986	323,157	328,327	333,498	338,668
30 - Z -	2,555	2,360	2,322	2,380	2,263
30 - L -	343,839	349,010	354,180	359,351	364,521
30 - Z -	2,039	2,155	1,955	2,339	2,253
30 - L -	369,692	374,862	380,033	385,204	390,374
30 - Z -	2,111	1,792	1,766	1,559	1,929
30 - L -	395,545	400,715	405,886	411,056	416,227
30 - Z -	1,975	3,522	2,306	1,378	1,080
30 - L -	421,398	426,568	431,739	436,909	442,080
30 - Z -	1,255	1,871	2,655	1,463	2,549
30 - L -	450,000				
30 - Z -	2,549				
29 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
29 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
29 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
29 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
29 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
29 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
29 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
29 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,573
29 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
29 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
29 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
29 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
29 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
29 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
29 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
29 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
29 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
29 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
29 - L -	-190,000	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328
29 - Z -	-1,300	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580
29 - L -	-157,295	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162
29 - Z -	-0,356	-0,088	0,090	0,130	0,130
29 - L -	-137,129	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996
29 - Z -	-0,192	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005
29 - L -	-116,963	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830
29 - Z -	0,058	0,093	0,134	0,195	0,251
29 - L -	-95,660	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977
29 - Z -	0,302	0,345	0,360	0,311	0,217
29 - L -	-69,807	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124
29 - Z -	0,212	0,100	-0,080	-0,219	-0,223
29 - L -	-43,954	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272
29 - Z -	-0,192	-0,116	-0,027	0,031	0,091
29 - L -	-18,101	-12,930	-7,760	-2,589	1,040
29 - Z -	0,162	0,246	0,409	0,779	1,130
29 - L -	40,000	219,745	341,000	450,000	
29 - Z -	1,130	1,786	-0,500	-0,500	

Boundary number	Co-ordinates [m]				
28 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
28 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
28 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
28 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
28 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
28 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
28 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
28 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
28 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
28 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
28 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
28 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
28 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
28 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
28 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
28 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
28 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
28 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
28 - L -	-190,000	-180,000	-169,395	-165,361	-161,328
28 - Z -	-1,300	-1,100	-1,069	-0,800	-0,580
28 - L -	-157,295	-153,262	-149,229	-145,195	-141,162
28 - Z -	-0,356	-0,088	0,090	0,130	0,130
28 - L -	-137,129	-133,096	-129,063	-125,029	-120,996
28 - Z -	-0,192	-0,192	-0,125	-0,077	-0,005
28 - L -	-116,963	-112,930	-108,897	-104,863	-100,830
28 - Z -	0,058	0,093	0,134	0,195	0,251
28 - L -	-95,660	-90,489	-85,318	-80,148	-74,977
28 - Z -	0,302	0,345	0,360	0,311	0,217
28 - L -	-69,807	-64,636	-59,466	-54,295	-49,124
28 - Z -	0,212	0,100	-0,080	-0,219	-0,223
28 - L -	-43,954	-38,783	-33,613	-28,442	-23,272
28 - Z -	-0,192	-0,116	-0,027	0,031	0,091
28 - L -	-18,101	-12,930	-7,760	-2,589	1,040
28 - Z -	0,162	0,246	0,409	0,779	1,130
28 - L -	40,000	211,000	341,000	450,000	
28 - Z -	1,130	-1,230	-0,500	-0,500	
27 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
27 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
27 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
27 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
27 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
27 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
27 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
27 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
27 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
27 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
27 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
27 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
27 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
27 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
27 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
27 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-1,230
27 - L -	341,000	450,000			
27 - Z -	-0,500	-0,500			
26 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
26 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
26 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
26 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
26 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
26 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
26 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876

Boundary number	Co-ordinates [m]				
26 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
26 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
26 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
26 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
26 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
26 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
26 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
26 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
26 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-1,230
26 - L -	341,000	450,000			
26 - Z -	-2,500	-2,500			
25 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
25 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
25 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
25 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
25 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
25 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
25 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
25 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
25 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
25 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
25 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
25 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
25 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
25 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
25 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
25 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-3,500
25 - L -	341,000	450,000			
25 - Z -	-2,500	-2,500			
24 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
24 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
24 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
24 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
24 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
24 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
24 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
24 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
24 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
24 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
24 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
24 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
24 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
24 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
24 - L -	211,000	341,000	450,000		
24 - Z -	-3,500	-2,500	-2,500		
23 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
23 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
23 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
23 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
23 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
23 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
23 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
23 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
23 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
23 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
23 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
23 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
23 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
23 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
23 - L -	211,000	341,000	450,000		
23 - Z -	-3,500	-2,750	-2,750		

Boundary number	Co-ordinates [m]				
22 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
22 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
22 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
22 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
22 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
22 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
22 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
22 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
22 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
22 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
22 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
22 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
22 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
22 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
22 - L -	211,000	341,000	450,000		
22 - Z -	-3,500	-4,000	-4,000		
21 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
21 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
21 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
21 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
21 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
21 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
21 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
21 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
21 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
21 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
21 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
21 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
21 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
21 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
21 - L -	211,000	341,000	450,000		
21 - Z -	-7,000	-4,000	-4,000		
20 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
20 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
20 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
20 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
20 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
20 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
20 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
20 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
20 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	40,000
20 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,770
20 - L -	211,000	341,000	450,000		
20 - Z -	-7,000	-4,000	-4,000		
19 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
19 - Z -	-14,070	-14,070	-7,000	-4,000	-4,000
18 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
18 - Z -	-14,070	-14,070	-11,000	-8,000	-8,000
17 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
17 - Z -	-14,070	-14,070	-11,000	-11,000	-11,000
16 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
16 - Z -	-14,070	-14,070	-12,000	-11,000	-11,000
15 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
15 - Z -	-14,070	-14,070	-12,000	-12,000	-12,000
14 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
14 - Z -	-23,000	-23,000	-15,750	-12,000	-12,000
13 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
13 - Z -	-23,000	-23,000	-15,750	-15,500	-15,500
12 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
12 - Z -	-23,000	-23,000	-17,500	-17,000	-17,000
11 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
11 - Z -	-23,000	-23,000	-20,500	-19,500	-19,500
10 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
10 - Z -	-23,000	-23,000	-20,500	-20,500	-20,500
9 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
9 - Z -	-23,000	-23,000	-25,000	-20,500	-20,500
8 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
8 - Z -	-27,200	-27,200	-25,000	-20,500	-20,500
7 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
7 - Z -	-27,200	-27,200	-25,000	-25,000	-25,000
6 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
6 - Z -	-29,000	-29,000	-28,000	-29,390	-29,390
5 - L -	-827,000	450,000			
5 - Z -	-36,050	-36,050			
4 - L -	-827,000	450,000			
4 - Z -	-45,150	-45,150			
3 - L -	-827,000	450,000			
3 - Z -	-45,250	-45,250			
2 - L -	-827,000	450,000			
2 - Z -	-47,550	-47,550			
1 - L -	-827,000	450,000			
1 - Z -	-48,500	-48,500			
0 - L -	-827,000	450,000			
0 - Z -	-50,000	-50,000			

2.3 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	-827,000	-149,229	-64,636	-12,930	1,040
1 - Z -	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
1 - L -	450,000				
1 - Z -	2,000				

2.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
33	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
32	za-kl,ma-gr,lo (NA)	1	1
31	ve,sl (NA)	1	1
30	za-hu,ma-gr,lo (NA)	1	1
29	za,ze-gr,ma (NA)	1	1
28	za-si,ze-gr,ma (NA)	1	1
27	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
26	za-si,ma-gr,ma (NA)	1	1
25	za,ma-gr,ma (NA)	1	1
24	kl-si,va (NA)	1	1
23	za-si,ma-gr,lo (NA)	1	1
22	kl,va (NA)	1	1
21	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
20	za-si,ze-gr,ma (NA)	1	1
19	za-si,ma-gr,ma (NA)	1	1
18	za,ze-gr,ma (NA)	1	1
17	za-si,ma-gr,lo (NA)	1	1
16	za,ze-gr,lo (NA)	1	1
15	za-si,ma-gr,ma (NA)	1	1
14	za,ze-gr,ma (NA)	1	1

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
13	za-si,ze-gr,va (NA)	1	1
12	za-si,ze-gr,ma (NA)	1	1
11	kl,ma (PZWA)	1	1
10	za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	1	1
9	kl-za,va (PZWA)	1	1
8	za-si,ma-fi,ma (PZ...	1	1
7	za-si,ma-fi,va (PZWA)	1	1
6	za-si,ma-fi,va (PZW...	1	1
5	za,ma-fi,va (PZWA)...	1	1
4	kl,va (OO)-din	1	1
3	za,ze-fi,va (OO)-din	1	1
2	kl,va (OO)-din	1	1
1	za,ma-fi,va (OO)-din	1	1

2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 33: za,ma-fi,ma (NA)

The boundary between compressible top layers and underlying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 33: za,ma-fi,ma (NA)

2.7 Soil Material Data

Name	Gamma unsat [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Cohesion [kN/m ²]	Phi [deg]	Su top [kN/m ²]	Su bottom [kN/m ²]
Soft Clay	14,00	14,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Undetermined	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
za-kl,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
za-si,ze-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za,ma-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za,ma-fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za-si,ma-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
kl-za,va (PZWA)	18,00	18,00	0,00	27,50	0,00	0,00
za-si,ma-fi,va (PZWA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
ve,sl (NA)	10,00	10,06	1,00	15,00	0,00	0,00
za,ze-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
kl,va (NA)	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	18,50	20,50	0,00	31,00	0,00	0,00
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za-hu,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl-si,va (NA)	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl,ma (PZWA)	17,00	17,00	5,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma-fi,va (PZWA)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
kl,va (OO)-din	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za,ze-fi,va (OO)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma-fi,va (OO)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ze-gr,lo (NA)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za-si,ze-gr,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

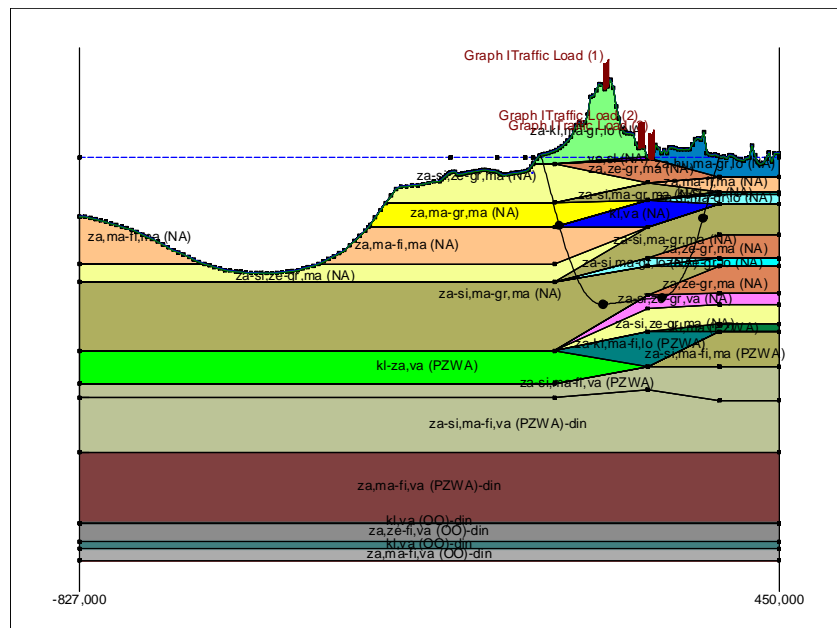
Name	Soil type	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod bottom [kN/m ²]
Soft Clay	-	-	5000,00	5000,00
Undetermined	-	-	0,01	0,01
za-kl,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod bottom [kN/m ²]
za-si,ze-gr,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za,ma-gr,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za,ma-fi,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za-si,ma-gr,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
kl-za,va (PZWA)	Clay	2000,00	-	-
za-si,ma-fi,va (PZWA)	Sand	75000,00	-	-
ve,sl (NA)	Peat	200,00	-	-
za,ze-gr,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
kl,va (NA)	Clay	4000,00	-	-
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	Sand	55000,00	-	-
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	Sand	35000,00	-	-
za-hu,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl-si,va (NA)	Clay	4000,00	-	-
za-si,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl,ma (PZWA)	Clay	2000,00	-	-
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	Sand	35000,00	-	-
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	Sand	75000,00	-	-
za,ma-fi,va (PZWA)-din	Sand	75000,00	-	-
kl,va (OO)-din	Clay	4000,00	-	-
za,ze-fi,va (OO)-din	Sand	75000,00	-	-
za,ma-fi,va (OO)-din	Sand	75000,00	-	-
za,ze-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
za-si,ze-gr,va (NA)	Sand	75000,00	-	-

Name	Adhesion A [kN/m ²]	Delta D [deg]	Nu [-]
Soft Clay	-	-	0,35
Undetermined	-	-	0,00
za-kl,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
za-si,ze-gr,ma (NA)	-	-	0,35
za,ma-gr,ma (NA)	-	-	0,35
za,ma-fi,ma (NA)	-	-	0,35
za-si,ma-gr,ma (NA)	-	-	0,35
kl-za,va (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,va (PZWA)	-	-	0,35
ve,sl (NA)	-	-	0,35
za,ze-gr,ma (NA)	-	-	0,35
kl,va (NA)	-	-	0,35
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	-	-	0,35
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	-	-	0,35
za-hu,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
kl-si,va (NA)	-	-	0,35
za-si,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
kl,ma (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	-	-	0,35
za,ma-fi,va (PZWA)-din	-	-	0,35
kl,va (OO)-din	-	-	0,35
za,ze-fi,va (OO)-din	-	-	0,35
za,ma-fi,va (OO)-din	-	-	0,35
za,ze-gr,lo (NA)	-	-	0,35
za-si,ze-gr,va (NA)	-	-	0,35

2.8 Geometry

2.8.1 Geometry Section, Detailed



2.8.2 Geometry Top View

2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	15,000	2,299
2	20,019	0,954
3	25,038	-0,391
4	30,057	-1,736
5	35,076	-3,080
6	40,095	-4,425
7	45,114	-5,770
8	50,133	-7,112
9	55,152	-8,388
10	60,171	-9,573
11	65,190	-10,667
12	70,209	-11,671
13	75,228	-12,587
14	80,247	-13,415
15	85,266	-14,155
16	90,285	-14,810
17	95,304	-15,378
18	100,323	-15,862
19	105,342	-16,260
20	110,361	-16,574
21	115,380	-16,803
22	120,399	-16,948
23	125,418	-17,009

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
24	130,437	-16,989
25	135,456	-16,945
26	140,475	-16,901
27	145,494	-16,858
28	150,513	-16,814
29	155,532	-16,770
30	160,551	-16,726
31	165,570	-16,682
32	170,589	-16,639
33	175,608	-16,595
34	180,627	-16,551
35	185,646	-16,507
36	190,665	-16,463
37	195,684	-16,420
38	200,703	-16,376
39	205,722	-16,332
40	210,741	-16,288
41	215,760	-16,244
42	220,779	-16,201
43	225,798	-16,157
44	230,817	-16,113
45	235,836	-16,069
46	240,855	-15,992
47	245,874	-15,830
48	250,893	-15,585
49	255,912	-15,255
50	260,931	-14,840
51	265,950	-14,341
52	270,969	-13,756
53	275,988	-13,085
54	281,007	-12,327
55	286,026	-11,483
56	291,045	-10,550
57	296,064	-9,529
58	301,083	-8,418
59	306,102	-7,216
60	311,121	-5,922
61	316,140	-4,577
62	321,159	-3,232
63	326,178	-1,888
64	331,197	-0,543
65	336,216	0,802
66	341,250	2,151

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

2.10 Traffic Load

Traffic Load (1)

L start	130,77	[m]
L end	139,34	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

Traffic Load (2)

L start	194,02	[m]
L end	204,68	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

Traffic Load (3)		
L start	212,46	[m]
L end	221,64	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

2.11 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	15,000	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	2,299	[m]
X co-ordinate right point	341,250	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	2,151	[m]
Angle left	15,0000	[deg]
Angle right	15,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	300,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	300,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	300,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-17,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,5000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

The pulling direction of the product pipe is from left to right.

2.12 Product Pipe Material Data

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	450,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	50,30	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	50,00	[deg C]

2.13 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	No	
Part of cross section filled with fluid	0	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m ³]
Bedding angle	120	[deg]
Load angle	180	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m ²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

2.14 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,254	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,102	[m]
Outer diameter preream hole	0,585	[m]
Outer diameter drillpipe	0,102	[m]
Outer diameter bore hole	0,585	[m]
Outer diameter product pipe	0,450	[m]
Pump flow rate pilot	900,0000	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	1500,0000	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1000,0000	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (gamma)	11,1	[kN/m ³]
Yieldpoint drilling fluid (Tau)	0,014	[kN/m ²]
Plastic viscosity drilling fluid (Mu)	0,000040	[kN.s/m ²]

2.15 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength Su	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress q _{n;r} (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,06	[kN/m ³]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]

2.16 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

3 Drilling Fluid Pressures

3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	146
2	56	56	17	159
3	124	149	35	171
4	175	252	52	184
5	225	354	69	197
6	326	565	86	209
7	392	704	104	222
8	334	522	121	234
9	511	915	137	246
10	569	1022	153	257
11	624	1120	167	267
12	604	1003	181	276
13	656	1082	193	284
14	688	1131	204	291
15	728	1197	215	297
16	737	1210	224	301
17	766	1257	233	306
18	816	1344	241	309
19	898	1492	247	311
20	922	1533	253	312
21	949	1579	258	312
22	978	1632	262	312
23	982	1639	265	310
24	967	1612	267	308
25	968	1613	268	305
26	990	1653	270	302
27	975	1626	272	299
28	909	1506	274	297
29	842	1383	275	294
30	790	1289	277	291
31	758	1231	279	289
32	746	1208	281	286
33	742	1201	283	283
34	739	1196	284	280
35	715	1154	286	278
36	677	1084	288	275
37	665	1064	290	272
38	753	1272	291	269
39	820	1451	293	267
40	803	1436	295	264
41	803	1440	297	261
42	816	1470	298	258
43	885	1611	300	256
44	860	1560	302	253
45	831	1502	304	250
46	836	1511	305	247
47	747	1312	306	243
48	748	1309	305	238
49	733	1280	304	232
50	707	1226	301	225
51	634	1048	298	218
52	587	945	294	209

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
53	565	911	289	199
54	533	867	282	188
55	468	745	275	177
56	587	1043	267	164
57	565	996	258	151
58	471	774	248	136
59	430	708	237	120
60	411	682	225	104
61	209	299	213	86
62	191	299	200	69
63	203	295	187	52
64	121	153	175	35
65	50	56	162	17
66	0	0	149	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	39	39	16	17
3	104	104	31	35
4	174	185	47	52
5	224	276	62	69
6	306	414	78	86
7	386	572	93	104
8	428	677	109	121
9	502	830	124	137
10	564	970	138	153
11	620	1096	150	167
12	619	1049	162	181
13	660	1097	173	193
14	692	1142	183	204
15	719	1179	192	213
16	735	1205	199	219
17	764	1254	206	225
18	814	1342	212	230
19	897	1490	217	234
20	921	1531	221	236
21	947	1577	225	238
22	976	1628	227	239
23	981	1636	228	239
24	966	1608	229	239
25	966	1609	229	237
26	988	1649	229	236
27	973	1622	229	235
28	907	1501	229	234
29	839	1379	229	233
30	788	1285	229	232
31	756	1226	229	231
32	744	1204	230	230
33	739	1197	230	229
34	736	1192	230	228
35	713	1149	230	226
36	675	1079	230	225
37	663	1059	230	224
38	669	1074	230	223
39	697	1145	230	222
40	724	1233	231	221
41	728	1249	231	220

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
42	740	1279	231	219
43	800	1399	231	218
44	775	1351	231	217
45	745	1292	231	215
46	732	1262	231	214
47	718	1240	230	212
48	727	1253	228	208
49	708	1213	225	204
50	672	1130	221	199
51	610	985	216	193
52	585	942	209	185
53	561	907	199	177
54	505	830	188	168
55	520	863	177	158
56	574	982	164	147
57	530	883	151	135
58	468	751	136	122
59	425	666	120	108
60	400	623	104	93
61	228	334	86	78
62	202	260	69	62
63	197	200	52	47
64	89	98	35	31
65	40	40	17	16
66	0	0	0	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	39	39	17	16
3	104	104	35	31
4	174	185	52	47
5	224	276	69	62
6	306	414	86	78
7	386	572	104	93
8	428	677	121	109
9	502	830	137	124
10	564	970	153	138
11	620	1096	167	150
12	619	1049	181	162
13	660	1097	193	173
14	692	1142	204	183
15	719	1179	213	192
16	735	1205	219	199
17	764	1254	225	206
18	814	1342	230	212
19	897	1490	234	217
20	921	1531	236	221
21	947	1577	238	225
22	976	1628	239	227
23	981	1636	239	228
24	966	1608	239	229
25	966	1609	237	229
26	988	1649	236	229
27	973	1622	235	229
28	907	1501	234	229
29	839	1379	233	229
30	788	1285	232	229

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
31	756	1226	231	229
32	744	1204	230	230
33	739	1197	229	230
34	736	1192	228	230
35	713	1149	226	230
36	675	1079	225	230
37	663	1059	224	230
38	669	1074	223	230
39	697	1145	222	230
40	724	1233	221	231
41	728	1249	220	231
42	740	1279	219	231
43	800	1399	218	231
44	775	1351	217	231
45	745	1292	215	231
46	732	1262	214	231
47	718	1240	212	230
48	727	1253	208	228
49	708	1213	204	225
50	672	1130	199	221
51	610	985	193	216
52	585	942	185	209
53	561	907	177	199
54	505	830	168	188
55	520	863	158	177
56	574	982	147	164
57	530	883	135	151
58	468	751	122	136
59	425	666	108	120
60	400	623	93	104
61	228	334	78	86
62	202	260	62	69
63	197	200	47	52
64	89	98	31	35
65	40	40	16	17
66	0	0	0	0

3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

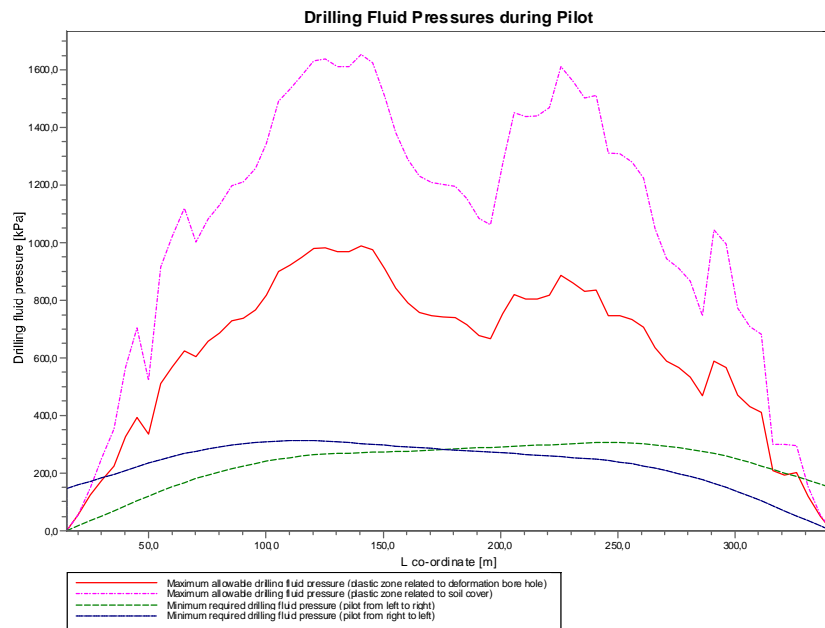
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	Result
1	0	0	-	sufficient
2	15	11	1,42	sufficient
3	30	24	1,24	sufficient
4	45	38	1,19	sufficient
5	60	51	1,17	sufficient
6	75	65	1,15	sufficient
7	90	78	1,15	sufficient
8	104	92	1,14	sufficient
9	119	105	1,13	sufficient
10	132	116	1,13	sufficient
11	144	127	1,13	sufficient
12	155	138	1,13	sufficient
13	165	147	1,12	sufficient
14	174	155	1,12	sufficient
15	182	163	1,12	sufficient
16	190	169	1,12	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	
17	196	175	1,12	sufficient
18	201	180	1,12	sufficient
19	206	184	1,12	sufficient
20	209	187	1,12	sufficient
21	212	189	1,12	sufficient
22	213	191	1,12	sufficient
23	214	191	1,12	sufficient
24	214	191	1,12	sufficient
25	213	191	1,12	sufficient
26	213	190	1,12	sufficient
27	212	190	1,12	sufficient
28	212	189	1,12	sufficient
29	211	189	1,12	sufficient
30	210	188	1,12	sufficient
31	210	188	1,12	sufficient
32	209	188	1,12	sufficient
33	209	187	1,12	sufficient
34	208	187	1,12	sufficient
35	208	186	1,12	sufficient
36	207	186	1,12	sufficient
37	207	185	1,12	sufficient
38	206	185	1,12	sufficient
39	206	184	1,12	sufficient
40	205	184	1,12	sufficient
41	205	184	1,12	sufficient
42	204	183	1,12	sufficient
43	204	183	1,12	sufficient
44	203	182	1,12	sufficient
45	203	182	1,12	sufficient
46	202	181	1,12	sufficient
47	200	179	1,12	sufficient
48	197	177	1,11	sufficient
49	194	174	1,12	sufficient
50	189	169	1,12	sufficient
51	183	164	1,12	sufficient
52	177	159	1,12	sufficient
53	169	152	1,12	sufficient
54	161	144	1,12	sufficient
55	151	136	1,12	sufficient
56	141	126	1,12	sufficient
57	130	116	1,12	sufficient
58	117	105	1,12	sufficient
59	104	93	1,12	sufficient
60	90	80	1,12	sufficient
61	75	66	1,13	sufficient
62	60	53	1,14	sufficient
63	45	39	1,15	sufficient
64	30	26	1,17	sufficient
65	15	12	1,24	sufficient
66	0	0	-	sufficient

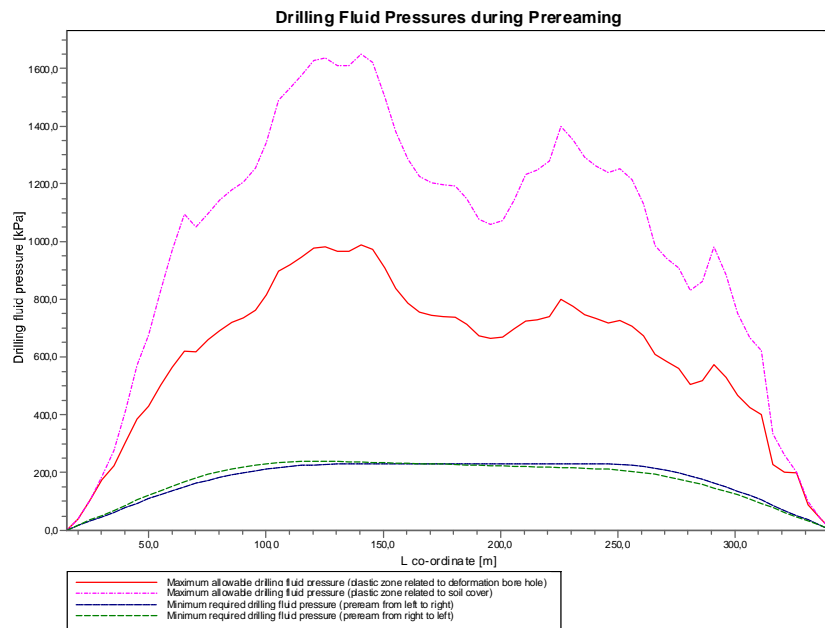
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safety factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

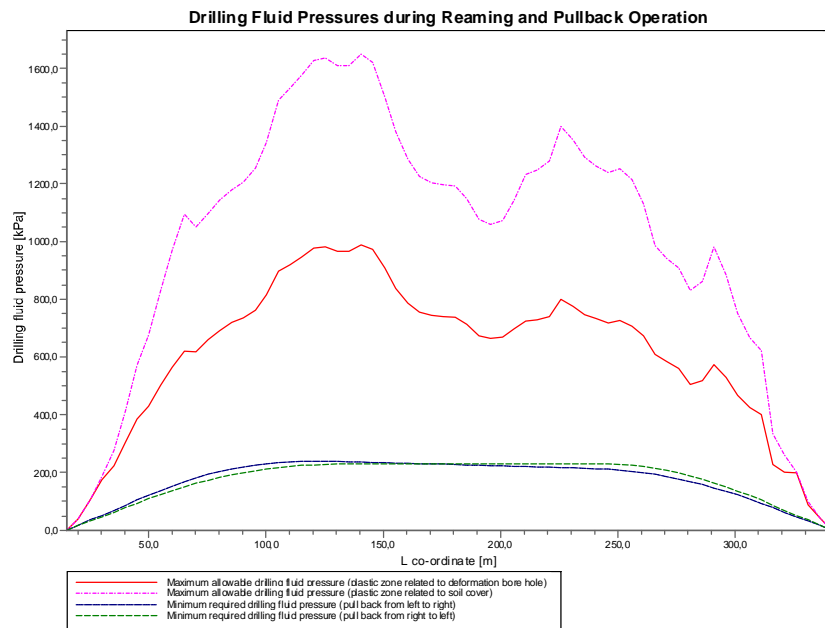
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming



3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



4 Soil Mechanical Data

4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: pipe)

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m ²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m ²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m ²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m ²
q_traffic	Traffic load	kN/m ²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m ²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m ²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m ³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m ³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m ³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m ²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v,r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	15
2	29	16	12	16	0	310
3	86	31	23	31	0	600
4	174	47	13	18	0	900
5	295	62	14	19	0	1531
6	440	77	13	18	0	2732
7	628	94	13	18	0	3305
8	854	110	14	19	0	3894
9	1101	127	13	18	0	4492
10	1237	145	13	18	0	5110
11	1368	162	14	18	0	3547
12	1167	181	15	20	0	3510
13	1305	206	15	20	0	3949
14	1025	225	15	21	0	4352
15	1477	238	15	21	0	4611
16	1474	238	15	20	0	4600
17	1534	249	15	21	0	4818
18	1653	272	16	21	0	5259
19	1859	312	16	22	0	6037
20	1914	323	16	22	0	6250
21	1977	335	16	22	0	6493
22	2050	350	17	23	0	6776
23	2061	352	17	23	0	6818
24	2023	345	17	22	0	6672
25	2026	345	17	22	2	6682
26	2084	357	17	23	0	6909
27	2047	349	17	23	0	6764
28	1878	316	16	22	0	6110
29	1706	282	16	21	0	5456
30	1574	256	15	20	0	4963
31	1492	241	15	20	0	4662
32	1462	235	15	20	0	5640
33	1453	233	15	20	0	7256
34	1447	232	15	20	0	8596
35	1387	221	14	19	0	9576
36	1289	203	14	18	0	9531
37	2074	197	13	18	2	9269

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
38	2079	197	13	17	2	9285
39	2022	191	12	17	0	8988
40	1878	175	12	16	0	8245
41	1868	174	12	16	3	8197
42	1908	179	12	16	3	8405
43	2123	203	13	17	0	9524
44	2050	194	13	17	0	9143
45	1970	185	12	17	0	8723
46	2022	191	13	17	0	8996
47	1949	183	12	17	0	8620
48	1596	194	13	17	0	9108
49	1571	190	13	18	0	8507
50	1534	185	13	18	0	7349
51	1481	177	13	18	0	6255
52	1113	171	14	19	0	5884
53	1071	164	14	19	0	3805
54	1031	157	14	19	0	3037
55	828	149	14	18	0	3210
56	1269	149	13	18	0	3137
57	1274	150	14	19	0	5286
58	952	144	15	21	0	4235
59	868	130	15	21	0	2520
60	855	129	16	22	0	2487
61	563	90	16	21	0	1747
62	267	58	13	18	0	820
63	157	43	12	16	0	851
64	83	30	22	30	0	1064
65	29	16	12	16	0	247
66	0	0	0	0	0	14

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	145	0	102	0,05	7,5
2	99	6626	414	4639	0,05	7,5
3	252	15750	5157	11025	0,05	7,5
4	293	43680	29842	30576	0,05	7,5
5	415	58466	36882	40926	0,05	7,5
6	673	68063	45156	47644	0,05	7,5
7	821	71060	60330	49742	0,05	7,5
8	963	80584	67495	56409	0,05	7,5
9	1101	86486	66675	60540	0,05	7,5
10	1237	83659	83326	58561	0,05	7,5
11	1368	75796	89208	53057	0,05	7,5
12	1167	74348	89719	52043	0,05	7,5
13	1305	78841	85107	55189	0,05	7,5
14	1025	87389	81862	61172	0,05	7,5
15	1477	90054	78334	63038	0,05	7,5
16	1474	89932	77626	62952	0,05	7,5
17	1534	92121	79129	64485	0,05	7,5
18	1653	96440	91346	67508	0,05	7,5
19	1859	103690	98898	72583	0,05	7,5
20	1914	105600	100881	73920	0,05	7,5
21	1977	107757	103117	75430	0,05	7,5
22	2050	110217	105664	77152	0,05	7,5
23	2061	117257	106034	82080	0,05	7,5
24	2023	128030	104727	89621	0,05	7,5
25	2026	138849	104821	97194	0,05	7,5
26	2084	152285	106840	106599	0,05	7,5
27	2047	161493	105551	113045	0,05	7,5
28	1878	163473	99582	114431	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v,bot} [kN/m ³]	k _{v,top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
29	1706	163886	93294	114721	0,05	7,5
30	1574	160928	88321	112649	0,05	7,5
31	1492	158420	85180	110894	0,05	7,5
32	1462	159017	83989	111312	0,05	7,5
33	1453	160960	83630	112672	0,05	7,5
34	1447	163085	83393	114160	0,05	7,5
35	1387	161399	81026	112979	0,05	7,5
36	1289	153006	77054	107104	0,05	7,5
37	2074	145080	75794	101556	0,05	7,5
38	2079	139517	75869	97662	0,05	7,5
39	2022	131562	80127	92093	0,05	7,5
40	1878	120488	83058	84342	0,05	7,5
41	1868	120907	83126	84635	0,05	7,5
42	1908	123595	84353	86517	0,05	7,5
43	2123	133065	90780	93145	0,05	7,5
44	2050	131448	88611	92013	0,05	7,5
45	1970	129430	86166	90601	0,05	7,5
46	2022	134299	86259	94009	0,05	7,5
47	1949	138025	81619	96617	0,05	7,5
48	1596	152955	83233	107069	0,05	7,5
49	1571	160118	80365	112083	0,05	7,5
50	1534	162815	76221	113971	0,05	7,5
51	1481	142761	68671	99933	0,05	7,5
52	1113	120086	56194	84060	0,05	7,5
53	1071	92199	52917	64539	0,05	7,5
54	1031	83901	57960	58731	0,05	7,5
55	828	68833	74953	48183	0,05	7,5
56	1269	53583	75029	37508	0,05	7,5
57	1274	63101	66979	44171	0,05	7,5
58	952	89267	62944	62487	0,05	7,5
59	868	74742	57628	52319	0,05	7,5
60	855	65857	32455	46100	0,05	7,5
61	611	55434	21867	38804	0,05	7,5
62	303	29664	37398	20765	0,05	7,5
63	335	18128	28755	12689	0,05	7,5
64	233	28734	3536	20114	0,05	7,5
65	96	5047	437	3533	0,05	7,5
66	0	57	0	40	0,05	7,5

Maximum soil stress	:	q _{v;n} ;max = 357 kN/m ²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	:	q _{traffic} ;max = 31 kN/m ²
Maximum reduced soil stress	:	q _{v;r;n} ;max = 31 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	:	k _v ;max = 163886 kN/m ³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	:	k _v ;max = 327773 kN/m ³

4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
33	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100
32	za-kl,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
31	ve,sl (NA)	Calculated with E100
30	za-hu,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
29	za,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
28	za-si,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
27	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100

Layer number	Material name	Type of determination
26	za-si,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
25	za,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
24	kl-si,va (NA)	Calculated with E100
23	za-si,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
22	kl,va (NA)	Calculated with E100
21	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100
20	za-si,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
19	za-si,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
18	za,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
17	za-si,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
16	za,ze-gr,lo (NA)	Calculated with E100
15	za-si,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
14	za,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
13	za-si,ze-gr,va (NA)	Calculated with E100
12	za-si,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
11	kl,ma (PZWA)	Calculated with E100
10	za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	Calculated with E100
9	kl-za,va (PZWA)	Calculated with E100
8	za-si,ma-fi,ma (PZWA)	Calculated with E100
7	za-si,ma-fi,va (PZWA)	Calculated with E100
6	za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	Calculated with E100
5	za,ma-fi,va (PZWA)-din	Calculated with E100
4	kl,va (OO)-din	Calculated with E100
3	za,ze-fi,va (OO)-din	Calculated with E100
2	kl,va (OO)-din	Calculated with E100
1	za,ma-fi,va (OO)-din	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=15 m)		Vertical 2 (L=20,019 m)		Vertical 3 (L=25,038 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	5,619	0,000	6,015	0,000	6,310
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	13,110	27,839	14,036	28,286	14,723	28,631
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	35,793	43,822	36,367	44,294	36,812	44,662
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	43,822	53,670	44,294	54,056	44,662	54,358
20	41,744	44,974	42,044	45,253	42,279	45,471
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	44,974	55,768	45,253	55,993	45,471	56,169
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	4,214	4,652	4,242	4,678	4,263	4,699
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	127,109	131,394	127,562	131,833	127,918	132,176
6	131,394	146,979	131,833	147,371	132,176	147,679
5	146,979	164,932	147,371	165,282	147,679	165,556
4	14,114	14,135	14,162	14,183	14,200	14,220

Layer number	Vertical 1 (L=15 m)		Vertical 2 (L=20,019 m)		Vertical 3 (L=25,038 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	165,085	169,317	165,434	169,658	165,708	169,925
2	14,719	14,915	14,767	14,962	14,804	14,999
1	170,722	173,405	171,060	173,737	171,325	173,998

Layer number	Vertical 4 (L=30,057 m)		Vertical 5 (L=35,076 m)		Vertical 6 (L=40,095 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	6,681	0,000	7,068	0,000	7,336
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	22,007	22,015
28	15,588	29,084	16,492	29,577	17,123	29,926
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	29,926	29,929
25	37,394	45,145	38,028	45,673	38,480	46,048
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4,150	4,151
21	45,145	54,755	45,673	55,192	46,052	55,501
20	42,588	45,758	42,927	46,074	43,168	46,296
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	46,296	46,299
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	45,758	56,402	46,074	56,658	46,300	56,839
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	56,840	56,842
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	56,842	56,845
9	4,291	4,727	4,323	4,757	4,345	4,779
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	128,387	132,631	128,905	133,132	129,277	133,494
6	132,631	148,086	133,132	148,534	133,494	148,860
5	148,086	165,919	148,534	166,320	148,860	166,611
4	14,249	14,270	14,305	14,325	14,345	14,365
3	166,071	170,279	166,471	170,669	166,762	170,953
2	14,853	15,049	14,908	15,103	14,947	15,143
1	171,676	174,344	172,063	174,725	172,345	175,002

Layer number	Vertical 7 (L=45,114 m)		Vertical 8 (L=50,133 m)		Vertical 9 (L=55,152 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	7,746	0,000	8,219	0,000	8,792
31	0,069	0,069	0,076	0,076	0,085	0,085
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	23,237	23,621	24,657	25,368	26,376	27,366
28	18,372	30,368	19,731	30,925	21,285	31,660
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	30,368	30,504	30,925	31,188	31,660	32,045
25	39,219	46,466	40,099	47,012	41,200	47,758
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	4,211	4,240	4,290	4,348	4,399	4,486
21	46,670	55,763	47,409	56,133	48,342	56,675
20	43,371	46,397	43,659	46,578	44,080	46,886
19	46,397	46,554	46,578	46,887	46,886	47,344

Layer number	Vertical 7 (L=45,114 m)		Vertical 8 (L=50,133 m)		Vertical 9 (L=55,152 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	19,952	19,969	20,095	20,127	20,290	20,339
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	46,593	56,916	46,964	57,058	47,458	57,304
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	121,963	122,095	122,267	122,528	122,794	123,182
12	56,978	57,073	57,180	57,369	57,485	57,766
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	57,073	57,217	57,369	57,651	57,766	58,185
9	4,391	4,811	4,444	4,851	4,510	4,903
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	129,816	134,097	130,485	134,825	131,358	135,750
6	134,097	149,462	134,825	150,175	135,750	151,066
5	149,462	167,149	150,175	167,787	151,066	168,585
4	14,419	14,439	14,507	14,528	14,618	14,638
3	167,299	171,477	167,937	172,099	168,734	172,877
2	15,021	15,216	15,108	15,303	15,218	15,412
1	172,864	175,514	173,481	176,122	174,254	176,882

Layer number	Vertical 10 (L=60,171 m)		Vertical 11 (L=65,19 m)		Vertical 12 (L=70,209 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	9,494	0,000	10,240	0,000	11,160
31	0,096	0,096	0,109	0,109	0,125	0,125
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	28,483	29,701	30,719	32,127	33,481	35,030
28	23,101	32,639	24,988	33,739	27,246	35,194
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	32,639	33,134	33,739	34,337	35,194	35,881
25	42,601	48,780	44,148	49,948	46,132	51,528
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	4,551	4,665	4,727	4,868	4,968	5,135
21	49,540	57,455	50,874	58,368	52,603	59,646
20	44,687	47,371	45,398	47,956	46,391	48,813
19	47,371	47,973	47,956	48,698	48,813	49,687
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	20,560	20,624	20,871	20,949	21,294	21,387
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	48,123	57,695	48,882	58,171	49,903	58,875
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	123,633	124,145	124,653	125,287	126,160	126,912
12	57,935	58,305	58,467	58,926	59,225	59,768
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	58,305	58,857	58,926	59,607	59,768	60,572
9	4,594	4,973	4,688	5,052	4,810	5,160
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	132,519	136,953	133,844	138,313	135,616	140,107
6	136,953	152,207	138,313	153,491	140,107	155,168
5	152,207	169,608	153,491	170,762	155,168	172,270
4	14,760	14,780	14,921	14,941	15,132	15,153
3	169,756	173,875	170,909	175,001	172,416	176,473
2	15,358	15,552	15,518	15,711	15,727	15,920
1	175,244	177,858	176,360	178,958	177,821	180,398

Layer number	Vertical 13 (L=75,228 m)		Vertical 14 (L=80,247 m)		Vertical 15 (L=85,266 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	12,654	0,000	13,532	0,000	14,019
31	0,152	0,152	0,170	0,170	0,179	0,179
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	37,962	39,558	40,595	42,300	42,058	43,908
28	30,768	37,752	32,900	39,285	34,150	40,118
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	37,752	38,499	39,285	40,104	40,118	41,019
25	49,498	54,390	51,562	56,108	52,739	57,027
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	5,417	5,607	5,693	5,908	5,843	6,083
21	55,577	62,058	57,422	63,493	58,479	64,232
20	48,267	50,518	49,384	51,506	49,958	51,979
19	50,518	51,502	51,506	52,607	51,979	53,204
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	22,072	22,176	22,546	22,662	22,802	22,931
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	51,745	60,290	52,879	61,115	53,506	61,509
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	129,194	130,050	130,962	131,926	131,804	132,881
12	60,690	61,307	61,565	62,260	62,011	62,786
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	61,307	62,220	62,260	63,287	62,786	63,931
9	5,021	5,355	5,160	5,479	5,244	5,550
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	138,803	143,269	140,804	145,283	141,939	146,458
6	143,269	158,086	145,283	159,970	146,458	161,094
5	158,086	174,903	159,970	176,608	161,094	177,626
4	15,504	15,524	15,746	15,767	15,892	15,912
3	175,047	179,044	176,750	180,710	177,768	181,705
2	16,095	16,287	16,335	16,526	16,480	16,670
1	180,373	182,914	182,027	184,545	183,015	185,520

Layer number	Vertical 16 (L=90,285 m)		Vertical 17 (L=95,304 m)		Vertical 18 (L=100,323 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	13,429	0,000	13,883	0,000	15,268
31	0,168	0,168	0,177	0,177	0,206	0,206
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	40,286	42,421	41,650	43,920	45,805	48,063
28	32,994	38,912	34,160	39,683	37,382	42,279
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	38,912	39,942	39,683	40,793	42,279	43,417
25	51,355	55,580	52,449	56,426	55,822	59,417
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	5,608	5,877	5,745	6,039	6,240	6,554
21	57,232	62,875	58,214	63,549	61,269	66,146
20	48,903	50,884	49,427	51,308	51,447	53,179
19	50,884	52,272	51,308	52,821	53,179	54,771
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	22,402	22,549	22,637	22,797	23,473	23,641
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	52,614	60,581	53,192	60,933	55,162	62,511
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	129,817	131,031	130,570	131,897	133,953	135,364

Layer number	Vertical 16 (L=90,285 m)		Vertical 17 (L=95,304 m)		Vertical 18 (L=100,323 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	61,148	62,020	61,552	62,504	63,170	64,182
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	62,020	63,306	62,504	63,906	64,182	65,670
9	5,162	5,457	5,241	5,523	5,474	5,741
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	140,451	145,091	141,500	146,180	144,972	149,616
6	145,091	159,908	146,180	160,954	149,616	164,135
5	159,908	176,552	160,954	177,499	164,135	180,389
4	15,738	15,759	15,874	15,894	16,289	16,309
3	176,694	180,655	177,641	181,581	180,529	184,407
2	16,328	16,519	16,462	16,652	16,874	17,063
1	181,973	184,491	182,892	185,398	185,698	188,167

Layer number	Vertical 19 (L=105,342 m)		Vertical 20 (L=110,361 m)		Vertical 21 (L=115,38 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	17,734	0,000	18,221	0,000	18,843
31	0,261	0,261	0,273	0,273	0,288	0,288
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	53,203	55,318	54,664	56,879	56,528	58,823
28	43,025	47,155	44,239	48,082	45,751	49,297
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	47,155	48,262	48,082	49,250	49,297	50,518
25	62,051	65,160	63,322	66,230	64,952	67,651
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	7,232	7,561	7,423	7,774	7,680	8,053
21	66,992	71,282	68,170	72,195	69,685	73,436
20	55,442	56,981	56,152	57,601	57,117	58,472
19	56,981	58,591	57,601	59,315	58,472	60,280
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	25,111	25,280	25,421	25,601	25,834	26,024
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	58,987	65,771	59,736	66,304	60,723	67,057
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	140,938	142,390	142,080	143,631	143,694	145,336
12	66,449	67,491	67,028	68,140	67,824	69,000
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	67,491	69,025	68,140	69,774	69,000	70,729
9	5,928	6,178	6,032	6,269	6,164	6,388
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	151,777	156,289	153,164	157,704	154,984	159,541
6	156,289	170,293	157,704	171,646	159,541	173,387
5	170,293	186,010	171,646	187,249	173,387	188,846
4	17,109	17,129	17,292	17,311	17,528	17,548
3	186,145	189,909	187,383	191,123	188,979	192,688
2	17,686	17,873	17,867	18,054	18,102	18,288
1	191,162	193,562	192,368	194,753	193,923	196,289

Layer number	Vertical 22 (L=120,399 m)		Vertical 23 (L=125,418 m)		Vertical 24 (L=130,437 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	19,609	0,000	19,692	0,000	19,263
31	0,307	0,307	0,309	0,309	0,298	0,298
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	58,826	61,180	59,077	61,564	57,788	60,474
28	47,584	50,829	47,883	50,936	47,036	49,963

Layer number	Vertical 22 (L=120,399 m)		Vertical 23 (L=125,418 m)		Vertical 24 (L=130,437 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	50,829	52,092	50,936	52,274	49,963	51,405
25	66,975	69,461	67,209	69,551	66,092	68,336
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	8,011	8,405	8,028	8,446	7,805	8,250
21	71,573	75,043	71,791	75,063	70,745	73,873
20	58,367	59,624	58,382	59,570	57,457	58,594
19	59,624	61,515	59,570	61,579	58,594	60,752
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	26,363	26,562	26,391	26,602	26,037	26,263
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	61,978	68,060	62,071	68,008	61,280	67,149
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	145,842	147,568	145,731	147,565	143,891	145,856
12	68,865	70,101	68,864	70,176	68,066	69,471
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	70,101	71,915	70,176	72,100	69,471	71,526
9	6,330	6,541	6,356	6,556	6,276	6,464
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	157,295	161,853	157,509	162,128	156,127	160,854
6	161,853	175,568	162,128	175,873	160,854	174,750
5	175,568	190,851	175,873	191,131	174,750	190,099
4	17,827	17,847	17,869	17,888	17,715	17,734
3	190,983	194,653	191,263	194,928	190,231	193,916
2	18,398	18,584	18,440	18,625	18,287	18,473
1	195,876	198,219	196,149	198,488	195,144	197,494

Layer number	Vertical 25 (L=135,456 m)		Vertical 26 (L=140,475 m)		Vertical 27 (L=145,494 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	19,315	0,000	20,006	0,000	19,600
31	0,300	0,300	0,317	0,317	0,307	0,307
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	57,945	60,770	60,018	62,889	58,800	61,871
28	47,265	50,003	48,914	51,392	48,122	50,464
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	50,003	51,523	51,392	52,949	50,464	52,126
25	66,244	68,345	68,077	69,989	67,019	68,824
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	7,806	8,276	8,109	8,598	7,894	8,411
21	70,885	73,816	72,600	75,278	71,608	74,132
20	57,413	58,480	58,549	59,527	57,658	58,581
19	58,480	60,760	59,527	61,885	58,581	61,092
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	26,040	26,279	26,522	26,769	26,182	26,444
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	61,317	67,045	62,460	67,956	61,704	67,124
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	143,668	145,746	145,620	147,776	143,836	146,127
12	68,015	69,497	68,962	70,501	68,193	69,826
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	69,497	71,664	70,501	72,749	69,826	72,206
9	6,295	6,472	6,448	6,612	6,371	6,524
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	156,241	161,032	158,352	163,147	157,031	161,932
6	161,032	174,966	163,147	176,966	161,932	175,898

Layer number	Vertical 25 (L=135,456 m)		Vertical 26 (L=140,475 m)		Vertical 27 (L=145,494 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	174,966	190,297	176,966	192,138	175,898	191,154
4	17,744	17,764	18,019	18,039	17,872	17,892
3	190,429	194,110	192,269	195,915	191,286	194,950
2	18,316	18,502	18,590	18,774	18,443	18,629
1	195,337	197,685	197,130	199,458	196,172	198,511

Layer number	Vertical 28 (L=150,513 m)		Vertical 29 (L=155,532 m)		Vertical 30 (L=160,551 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	17,578	0,000	15,285	0,000	13,306
31	0,258	0,258	0,206	0,206	0,165	0,165
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	52,734	56,294	45,854	50,084	39,917	44,909
28	43,785	46,155	38,954	41,388	34,929	37,388
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	46,155	48,051	41,388	43,586	37,388	39,909
25	61,780	63,586	56,039	57,861	51,312	53,120
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	6,955	7,513	5,981	6,585	5,216	5,867
21	66,729	69,227	61,449	63,933	57,170	59,596
20	53,843	54,755	49,726	50,631	46,352	47,235
19	54,755	57,558	50,631	53,783	47,235	50,740
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	24,668	24,959	23,050	23,375	21,746	22,105
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	58,237	63,807	54,542	60,300	51,579	57,472
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	136,729	139,251	129,214	131,999	123,155	126,200
12	64,984	66,776	61,600	63,571	58,893	61,040
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	66,776	69,376	63,571	66,419	61,040	64,127
9	5,977	6,120	5,574	5,708	5,270	5,393
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	150,879	156,043	144,449	149,907	139,413	145,136
6	156,043	170,545	149,907	165,004	145,136	160,738
5	170,545	186,240	165,004	181,180	160,738	177,303
4	17,143	17,163	16,404	16,424	15,846	15,866
3	186,375	190,134	181,319	185,180	177,445	181,389
2	17,720	17,907	16,987	17,176	16,434	16,625
1	191,386	193,783	186,466	188,925	182,702	185,210

Layer number	Vertical 31 (L=165,57 m)		Vertical 32 (L=170,589 m)		Vertical 33 (L=175,608 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	11,955	0,000	11,434	0,000	11,298
31	0,139	0,139	0,130	0,130	0,127	0,127
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	35,864	41,561	34,302	40,440	33,895	40,314
28	32,325	34,714	31,453	33,641	31,355	33,285
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	34,714	37,523	33,641	36,645	33,285	36,429
25	48,244	49,976	47,114	48,693	46,838	48,231
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	4,731	5,424	4,538	5,265	4,469	5,226
21	54,432	56,727	53,431	55,514	53,186	55,022

Layer number	Vertical 31 (L=165,57 m)		Vertical 32 (L=170,589 m)		Vertical 33 (L=175,608 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
20	44,121	44,956	43,178	43,937	42,795	43,467
19	44,956	48,772	43,937	47,984	43,467	47,704
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	20,902	21,292	20,564	20,976	20,444	20,874
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	49,680	55,609	48,943	54,782	48,705	54,400
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	119,161	122,435	117,391	120,843	116,572	120,179
12	57,136	59,437	56,393	58,815	56,084	58,609
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	59,437	62,731	58,815	62,271	58,609	62,206
9	5,087	5,199	5,028	5,128	5,019	5,107
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	136,264	142,190	135,088	141,140	134,747	140,890
6	142,190	158,140	141,140	157,254	140,890	157,087
5	158,140	174,952	157,254	174,151	157,087	174,001
4	15,511	15,531	15,397	15,418	15,376	15,396
3	175,095	179,091	174,296	178,310	174,145	178,163
2	16,102	16,294	15,990	16,182	15,969	16,161
1	180,420	182,960	179,644	182,195	179,499	182,052

Layer number	Vertical 34 (L=180,627 m)		Vertical 35 (L=185,646 m)		Vertical 36 (L=190,665 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	11,221	0,000	10,067	0,000	7,778
31	0,126	0,126	0,106	0,106	0,070	0,071
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	33,662	40,337	30,223	37,750	23,494	32,882
28	31,373	33,035	29,361	30,845	25,575	26,939
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	33,035	36,313	30,845	34,451	26,939	31,133
25	46,688	47,890	44,294	45,353	40,028	40,968
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	4,419	5,205	4,050	4,880	3,442	4,331
21	53,053	54,636	50,956	52,334	47,293	48,485
20	42,495	43,076	40,704	41,211	37,711	38,150
19	43,076	47,498	41,211	45,970	38,150	43,411
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	20,356	20,803	19,701	20,179	18,605	19,127
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	48,541	54,082	47,084	52,603	44,630	50,234
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	115,891	119,650	112,721	116,718	107,644	111,965
12	55,837	58,465	54,469	57,253	52,250	55,244
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	58,465	62,200	57,253	61,194	55,244	59,454
9	5,019	5,094	4,889	4,953	4,669	4,720
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	134,529	140,759	132,185	138,599	128,273	134,953
6	140,759	157,027	138,599	155,152	134,953	151,963
5	157,027	173,946	155,152	172,256	151,963	169,390
4	15,368	15,389	15,130	15,151	14,729	14,750
3	174,091	178,110	172,402	176,459	169,538	173,662
2	15,961	16,153	15,725	15,918	15,328	15,522
1	179,446	181,999	177,807	180,384	175,032	177,649

Layer number	Vertical 37 (L=195,684 m)		Vertical 38 (L=200,703 m)		Vertical 39 (L=205,722 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	0,000	6,926	0,000	6,989	0,000	5,854
31	0,058	0,060	0,059	0,061	0,044	0,047
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	21,103	31,499	21,432	31,997	18,284	30,273
28	24,499	25,577	24,887	25,606	23,545	23,937
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	25,577	30,097	25,606	30,256	23,937	28,998
25	38,696	39,430	38,900	39,393	37,283	37,547
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	3,238	4,168	3,233	4,192	2,994	3,998
21	46,169	47,091	46,338	46,958	44,987	45,315
20	36,627	36,968	36,523	36,753	35,245	35,367
19	36,968	42,544	36,753	42,527	35,367	41,508
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	18,233	18,783	18,226	18,793	17,789	18,388
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	43,828	49,336	43,851	49,169	42,906	48,135
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	105,719	110,259	105,361	110,059	103,146	108,087
12	51,454	54,590	51,361	54,601	50,441	53,836
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	54,590	58,983	54,601	59,129	53,836	58,560
9	4,610	4,649	4,628	4,654	4,557	4,570
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	127,055	133,876	127,149	134,047	125,717	132,771
6	133,876	151,068	134,047	151,279	132,771	150,209
5	151,068	168,587	151,279	168,776	150,209	167,818
4	14,618	14,638	14,644	14,665	14,511	14,532
3	168,736	172,879	168,925	173,063	167,967	172,129
2	15,218	15,412	15,244	15,438	15,112	15,307
1	174,255	176,884	174,438	177,064	173,511	176,151

Layer number	Vertical 40 (L=210,741 m)		Vertical 41 (L=215,76 m)		Vertical 42 (L=220,779 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	0,000	0,004	0,000	0,000	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,000	3,310
29	4,049	24,822	0,000	24,470	9,929	26,281
28	19,306	19,330	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	24,470	24,769	26,281	26,851
26	19,330	25,488	19,265	25,247	20,884	26,301
25	32,770	32,785	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	2,372	2,375	2,532	2,538
23	n.a.	n.a.	10,829	10,876	11,289	11,381
22	2,410	3,490	2,391	3,437	2,572	3,562
21	41,322	41,340	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	32,153	32,160	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	32,160	38,994	31,832	38,734	32,554	39,329
18	n.a.	n.a.	49,801	50,022	50,566	51,013
17	16,712	17,367	16,674	17,308	17,004	17,602
16	n.a.	n.a.	17,308	17,329	17,602	17,645
15	40,523	45,823	40,435	45,551	41,172	46,015
14	n.a.	n.a.	58,566	58,786	59,162	59,608
13	98,191	103,522	97,976	103,299	99,347	104,572

Layer number	Vertical 40 (L=210,741 m)		Vertical 41 (L=215,76 m)		Vertical 42 (L=220,779 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	48,310	51,948	48,206	51,835	48,800	52,366
11	n.a.	n.a.	3,749	3,753	3,811	3,818
10	51,948	56,971	51,865	56,726	52,427	57,055
9	4,361	4,362	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	56,726	56,903	57,055	57,415
7	122,093	129,429	121,935	129,405	123,033	130,566
6	129,429	147,325	129,405	147,201	130,566	148,111
5	147,325	165,241	147,201	165,130	148,111	165,942
4	14,156	14,177	14,141	14,162	14,253	14,273
3	165,393	169,618	165,282	169,510	166,094	170,301
2	14,761	14,957	14,746	14,942	14,856	15,052
1	171,020	173,698	170,913	173,592	171,698	174,365

Layer number	Vertical 43 (L=225,798 m)		Vertical 44 (L=230,817 m)		Vertical 45 (L=235,836 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	8,235	0,000	7,243	0,000	5,934
29	24,705	34,318	21,729	31,856	17,802	28,894
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	34,318	34,979	31,856	32,805	28,894	30,195
26	27,206	31,386	25,515	29,754	23,485	27,842
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	3,360	3,368	3,085	3,096	2,774	2,789
23	13,473	13,590	12,782	12,947	11,972	12,193
22	3,416	4,311	3,161	4,033	2,872	3,722
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	36,677	42,805	35,179	41,528	33,460	40,082
18	55,035	55,656	53,394	54,249	51,535	52,642
17	18,552	19,079	18,083	18,600	17,547	18,055
16	19,079	19,139	18,600	18,682	18,055	18,162
15	44,657	48,978	43,591	47,825	42,377	46,532
14	62,972	63,606	61,489	62,356	59,826	60,941
13	106,009	110,893	103,927	108,877	101,568	106,600
12	51,750	55,104	50,809	54,200	49,747	53,183
11	4,134	4,145	4,026	4,041	3,906	3,924
10	55,192	59,428	54,319	58,438	53,335	57,340
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	59,428	59,951	58,438	59,148	57,340	58,246
7	128,466	135,819	126,746	134,317	124,813	132,619
6	135,819	152,654	134,317	151,210	132,619	149,593
5	152,654	170,009	151,210	168,714	149,593	167,266
4	14,816	14,836	14,635	14,656	14,435	14,456
3	170,157	174,267	168,863	173,003	167,417	171,592
2	15,414	15,607	15,235	15,429	15,037	15,232
1	175,632	178,240	174,378	177,005	172,978	175,626

Layer number	Vertical 46 (L=240,855 m)		Vertical 47 (L=245,874 m)		Vertical 48 (L=250,893 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	7,223	0,000	6,317	0,000	8,414
29	21,670	31,029	18,951	28,769	25,241	32,877
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 46 (L=240,855 m)		Vertical 47 (L=245,874 m)		Vertical 48 (L=250,893 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
27	31,029	32,485	28,769	30,588	32,877	34,705
26	25,266	29,177	23,791	27,717	26,993	30,335
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	2,990	3,007	2,754	2,775	3,182	3,205
23	12,551	12,804	11,936	12,246	13,060	13,384
22	3,105	3,903	2,891	3,662	3,333	4,042
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	34,465	40,925	33,120	39,799	35,228	41,570
18	52,618	53,920	51,170	52,729	53,447	55,153
17	17,973	18,446	17,576	18,036	18,384	18,801
16	18,446	18,571	18,036	18,185	18,801	18,965
15	43,333	47,217	42,432	46,201	44,251	47,693
14	60,708	62,026	59,402	60,972	61,320	63,058
13	103,377	108,298	101,620	106,594	105,097	109,887
12	50,539	53,903	49,744	53,136	51,280	54,555
11	3,991	4,013	3,901	3,926	4,069	4,097
10	54,084	57,854	53,350	56,984	54,794	58,156
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	57,854	58,932	56,984	58,259	58,156	59,585
7	126,283	134,126	124,841	132,895	127,681	135,688
6	134,126	150,822	132,895	149,617	135,688	151,995
5	150,822	168,366	149,617	167,288	151,995	169,418
4	14,587	14,608	14,438	14,459	14,733	14,754
3	168,515	172,664	167,438	171,612	169,566	173,689
2	15,187	15,382	15,040	15,235	15,332	15,526
1	174,042	176,674	172,999	175,646	175,059	177,676

Layer number	Vertical 49 (L=255,912 m)		Vertical 50 (L=260,931 m)		Vertical 51 (L=265,95 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	8,490	0,000	8,453	0,000	8,238
29	25,470	32,677	25,360	32,210	24,714	31,311
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	32,677	34,740	32,210	34,527	31,311	33,920
26	27,020	30,183	26,854	29,856	26,382	29,251
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	3,156	3,182	3,102	3,131	3,002	3,034
23	13,003	13,369	12,871	13,281	12,620	13,080
22	3,327	3,997	3,292	3,925	3,213	3,810
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	34,985	41,364	34,590	41,030	33,953	40,495
18	53,182	55,109	52,753	54,908	52,065	54,461
17	18,370	18,764	18,303	18,675	18,154	18,506
16	18,764	18,948	18,675	18,881	18,506	18,734
15	44,212	47,472	44,055	47,139	43,713	46,631
14	61,035	62,998	60,608	62,800	59,954	62,388
13	104,996	109,763	104,667	109,421	103,980	108,737
12	51,223	54,480	51,063	54,308	50,744	53,986
11	4,060	4,092	4,039	4,075	4,001	4,040
10	54,749	57,931	54,608	57,615	54,318	57,156
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	57,931	59,543	57,615	59,413	57,156	59,147
7	127,592	135,725	127,314	135,586	126,744	135,173
6	135,725	151,920	135,586	151,687	135,173	151,208

Layer number	Vertical 49 (L=255,912 m)		Vertical 50 (L=260,931 m)		Vertical 51 (L=265,95 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	151,920	169,350	151,687	169,141	151,208	168,712
4	14,724	14,744	14,695	14,715	14,635	14,656
3	169,499	173,624	169,290	173,420	168,861	173,002
2	15,323	15,517	15,294	15,488	15,235	15,429
1	174,994	177,612	174,792	177,413	174,377	177,004

Layer number	Vertical 52 (L=270,969 m)		Vertical 53 (L=275,988 m)		Vertical 54 (L=281,007 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	8,276	0,000	8,307	0,000	8,494
29	24,829	31,006	24,921	30,680	25,483	30,738
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	31,006	33,869	30,680	33,801	30,738	34,083
26	26,342	29,031	26,290	28,799	26,509	28,814
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	2,966	3,001	2,928	2,966	2,930	2,972
23	12,535	13,039	12,444	12,993	12,458	13,048
22	3,197	3,756	3,179	3,699	3,200	3,680
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	33,647	40,239	33,329	39,974	33,224	39,886
18	51,736	54,362	51,395	54,252	51,282	54,361
17	18,121	18,450	18,084	18,391	18,120	18,403
16	18,450	18,700	18,391	18,662	18,403	18,695
15	43,633	46,366	43,545	46,092	43,621	45,973
14	59,613	62,280	59,262	62,162	59,108	62,235
13	103,799	108,537	103,603	108,322	103,725	108,411
12	50,650	53,877	50,550	53,760	50,592	53,778
11	3,988	4,031	3,974	4,021	3,976	4,027
10	54,239	56,895	54,154	56,628	54,202	56,486
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	56,895	59,075	56,628	58,997	56,486	59,040
7	126,589	135,150	126,422	135,116	126,515	135,325
6	135,150	151,078	135,116	150,938	135,325	151,016
5	151,078	168,596	150,938	168,470	151,016	168,540
4	14,619	14,640	14,602	14,622	14,611	14,632
3	168,745	172,888	168,620	172,766	168,689	172,834
2	15,219	15,413	15,202	15,396	15,211	15,406
1	174,264	176,893	174,143	176,773	174,210	176,840

Layer number	Vertical 55 (L=286,026 m)		Vertical 56 (L=291,045 m)		Vertical 57 (L=296,064 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	8,557	0,000	9,826	0,000	11,125
29	25,672	30,493	29,479	33,392	33,375	36,540
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	30,493	34,090	33,392	36,917	36,540	39,983
26	26,515	28,634	28,714	30,507	31,098	32,598
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	2,901	2,946	3,211	3,257	3,570	3,618
23	12,389	13,024	13,192	13,829	14,088	14,723
22	3,191	3,632	3,512	3,904	3,882	4,227
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 55 (L=286,026 m)		Vertical 56 (L=291,045 m)		Vertical 57 (L=296,064 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	32,949	39,657	34,475	40,934	36,230	42,422
18	50,988	54,298	52,630	56,051	54,543	58,052
17	18,099	18,359	18,684	18,912	19,351	19,550
16	18,359	18,672	18,912	19,237	19,550	19,883
15	43,569	45,731	44,886	46,800	46,394	48,065
14	58,797	62,158	60,171	63,674	61,798	65,422
13	103,597	108,261	106,123	110,654	109,036	113,425
12	50,522	53,690	51,638	54,721	52,931	55,921
11	3,966	4,020	4,088	4,146	4,233	4,293
10	54,145	56,244	55,197	57,072	56,417	58,071
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	56,244	58,988	57,072	59,955	58,071	61,080
7	126,404	135,343	128,475	137,400	130,886	139,775
6	135,343	150,923	137,400	152,662	139,775	154,696
5	150,923	168,457	152,662	170,017	154,696	171,846
4	14,600	14,620	14,817	14,837	15,072	15,093
3	168,606	172,752	170,165	174,274	171,992	176,058
2	15,200	15,394	15,415	15,608	15,668	15,861
1	174,129	176,760	175,639	178,248	177,410	179,993

Layer number	Vertical 58 (L=301,083 m)		Vertical 59 (L=306,102 m)		Vertical 60 (L=311,121 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	11,714	0,000	11,603	0,000	12,719
29	35,143	37,837	34,808	37,195	38,156	40,038
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	37,837	41,360	37,195	40,963	40,038	43,739
26	32,169	33,462	31,860	33,004	34,019	34,940
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	3,722	3,773	3,641	3,695	3,989	4,044
23	14,462	15,117	14,274	14,973	15,103	15,800
22	4,050	4,354	3,989	4,255	4,347	4,571
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	36,903	42,999	36,381	42,551	38,042	43,981
18	55,284	58,947	54,709	58,607	56,546	60,519
17	19,649	19,823	19,536	19,689	20,173	20,300
16	19,823	20,172	19,689	20,059	20,300	20,678
15	47,067	48,533	46,804	48,096	48,249	49,324
14	62,400	66,196	61,838	65,873	63,417	67,560
13	110,327	114,640	109,789	114,096	112,599	116,778
12	53,499	56,438	53,245	56,176	54,496	57,343
11	4,296	4,359	4,264	4,331	4,406	4,477
10	56,957	58,416	56,727	58,009	57,911	58,989
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	58,416	61,580	58,009	61,367	58,989	62,463
7	131,957	140,895	131,501	140,586	133,850	142,901
6	140,895	155,604	140,586	155,217	142,901	157,212
5	155,604	172,663	155,217	172,314	157,212	174,114
4	15,187	15,208	15,138	15,159	15,392	15,412
3	172,808	176,856	172,460	176,516	174,258	178,273
2	15,782	15,974	15,733	15,926	15,985	16,176
1	178,202	180,773	177,864	180,440	179,608	182,160

Layer number	Vertical 61 (L=316,14 m)		Vertical 62 (L=321,159 m)		Vertical 63 (L=326,178 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	10,345	0,000	8,073	0,000	7,959
29	31,036	32,949	24,220	26,160	23,877	25,359
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	32,949	37,567	26,160	32,023	25,359	31,619
26	29,218	30,109	24,907	25,739	24,593	25,225
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	3,144	3,205	2,446	2,515	2,369	2,441
23	13,061	13,899	11,223	12,233	11,015	12,087
22	3,541	3,737	2,886	3,051	2,832	2,955
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	33,543	40,152	29,550	36,882	28,968	36,417
18	51,624	56,155	47,419	52,538	46,822	52,223
17	18,718	18,832	17,513	17,610	17,408	17,481
16	18,832	19,259	17,610	18,087	17,481	17,983
15	44,939	45,900	42,204	43,022	41,961	42,577
14	59,014	63,659	55,314	60,470	54,742	60,173
13	106,098	110,495	100,783	105,374	100,289	104,874
12	51,565	54,543	49,175	52,267	48,941	52,025
11	4,067	4,142	3,799	3,879	3,771	3,855
10	55,170	56,111	52,952	53,736	52,744	53,333
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	56,111	59,930	53,736	57,895	53,333	57,705
7	128,422	137,950	124,061	134,022	123,653	133,769
6	137,950	152,618	134,022	148,966	133,769	148,627
5	152,618	169,977	148,966	166,706	148,627	166,403
4	14,811	14,832	14,358	14,378	14,316	14,337
3	170,125	174,235	166,857	171,045	166,554	170,750
2	15,409	15,603	14,960	15,155	14,919	15,114
1	175,600	178,209	172,436	175,092	172,143	174,804

Layer number	Vertical 64 (L=331,197 m)		Vertical 65 (L=336,216 m)		Vertical 66 (L=341,25 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	0,000	8,132	0,000	8,173	0,000	7,876
29	24,395	25,365	24,518	24,994	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	25,365	31,869	24,994	31,819	23,629	30,998
26	24,787	25,204	24,748	24,953	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	2,365	2,440	2,328	2,406	2,203	2,286
23	11,015	12,131	10,918	12,089	10,573	11,822
22	2,848	2,930	2,832	2,872	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	28,813	36,294	28,456	36,011	27,584	35,326
18	46,663	52,305	46,300	52,205	45,419	51,640
17	17,435	17,483	17,402	17,425	n.a.	n.a.
16	17,483	18,007	17,425	17,972	17,213	17,788
15	42,017	42,425	41,936	42,136	n.a.	n.a.
14	54,546	60,222	54,174	60,112	53,365	59,601
13	100,369	104,922	100,186	104,719	99,335	103,877

Layer number	Vertical 64 (L=331,197 m)		Vertical 65 (L=336,216 m)		Vertical 66 (L=341,25 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	48,964	52,023	48,869	51,912	48,476	51,520
11	3,771	3,858	3,758	3,849	3,713	3,807
10	52,774	53,164	52,694	52,885	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	53,164	57,732	52,885	57,660	52,339	57,335
7	123,712	133,946	123,557	133,926	122,861	133,402
6	133,946	148,676	133,926	148,547	133,402	147,968
5	148,676	166,446	148,547	166,331	147,968	165,815
4	14,322	14,343	14,306	14,327	14,235	14,256
3	166,597	170,792	166,482	170,680	165,966	170,177
2	14,925	15,120	14,909	15,104	14,839	15,034
1	172,185	174,845	172,074	174,735	171,575	174,244

5 Data for Stress Analysis

5.1 General Data

Equivalent pipeline diameter	:	Do = 450,00 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 50,30 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 163886 kN/m ³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Bending radius on rollers	:	Rrol = 300,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

5.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 0%

Uplift forces	:	180	[kg/m]
Weight of pipeline (including filling)	:	61	[kg/m]

Result	:	119	[kg/m] (Pipeline moves upwards)

5.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10)
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20)

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.
The pulling direction of the product pipe is from left to right.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	20
T2	35	28
T3	116	54
T4	223	80
T5	299	108
T6	330	115

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2012 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty (f) of at least 1.4 for the stress analysis. In the pipe stress analysis (next chapter), a factor of 1,40 is used and a load factor of 1,00.

The maximum representative pulling force is 590 kN, calculation factor excluded. At this pulling force level the stresses in the pipeline are equal to the maximum allowable stress.

6 Stress Analysis of Pipe: pipe

6.1 Material Data of Pipe: pipe

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 450,00 mm
Wall thickness	:	t = 50,30 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 50,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 330 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 120 degrees
Load angle	:	alpha = 180 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,061
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,083
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,131
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,138
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,089
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 31 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 163886 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 300,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,40
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Results Stress Analysis of Pipe: pipe

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 50,3 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot Wb) = 1,02 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \sigma_{a,max} = 1,11 \text{ N/mm}^2$$

In this load combination the tangential stress is negligible.

6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 1,02 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 2,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \sigma_{a,max} = 3,22 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,3E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0178 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \sigma_{t,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,37 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \sigma_{a,max} = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,37 \text{ N/mm}^2$$

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	1,01	N/mm ²
--	---	------	-------------------

6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,37	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Due to internal pressure :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2)/(r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

$\Sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E$	=	3,08	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	3,32	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,19	N/mm ²
---	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,37	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
----------------------------	---	-------	--

Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
-----------------------------	---	-------	--

$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \Sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \Sigma_{qn}))$			
---	--	--	--

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	1,01	N/mm ²
--	---	------	-------------------

6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: pipe

Load combination 1

- $\Sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Load combination 2

- $\Sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Load combination 3

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Load combination 4

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axial	10,00 (short)	1,11	3,22	-	-	-
Sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,24	3,32
Sigma_tan...	10,00 (short)	-	0,20	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (long)	-	-	-	1,01	1,01

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 1,7 mm (0,38% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 36,0 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 22,5 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

6.4 Check for Implosion of Pipe: pipe

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 239 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 3084 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 191 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 554 kN/m².

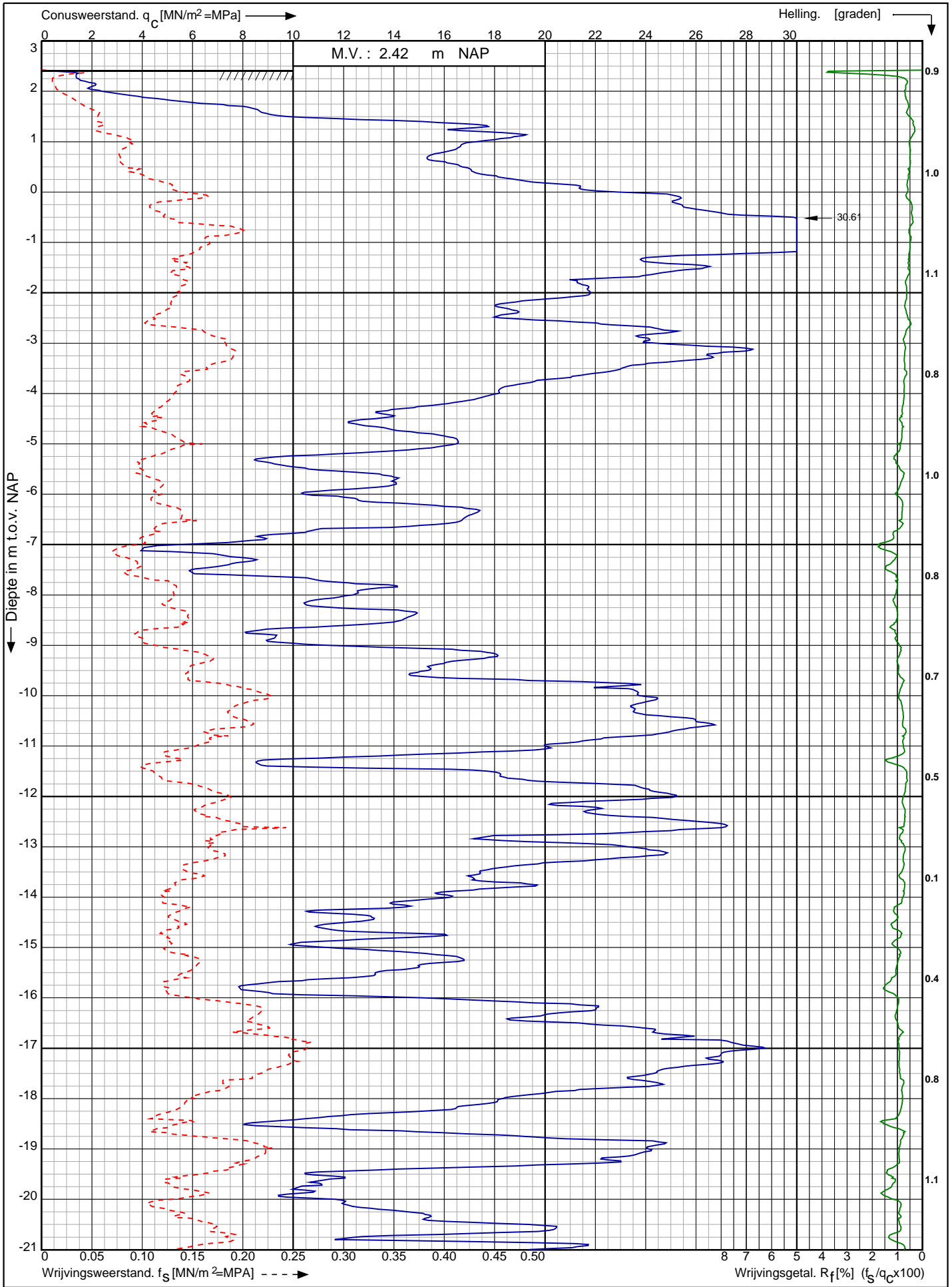
End of Report


Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 001692

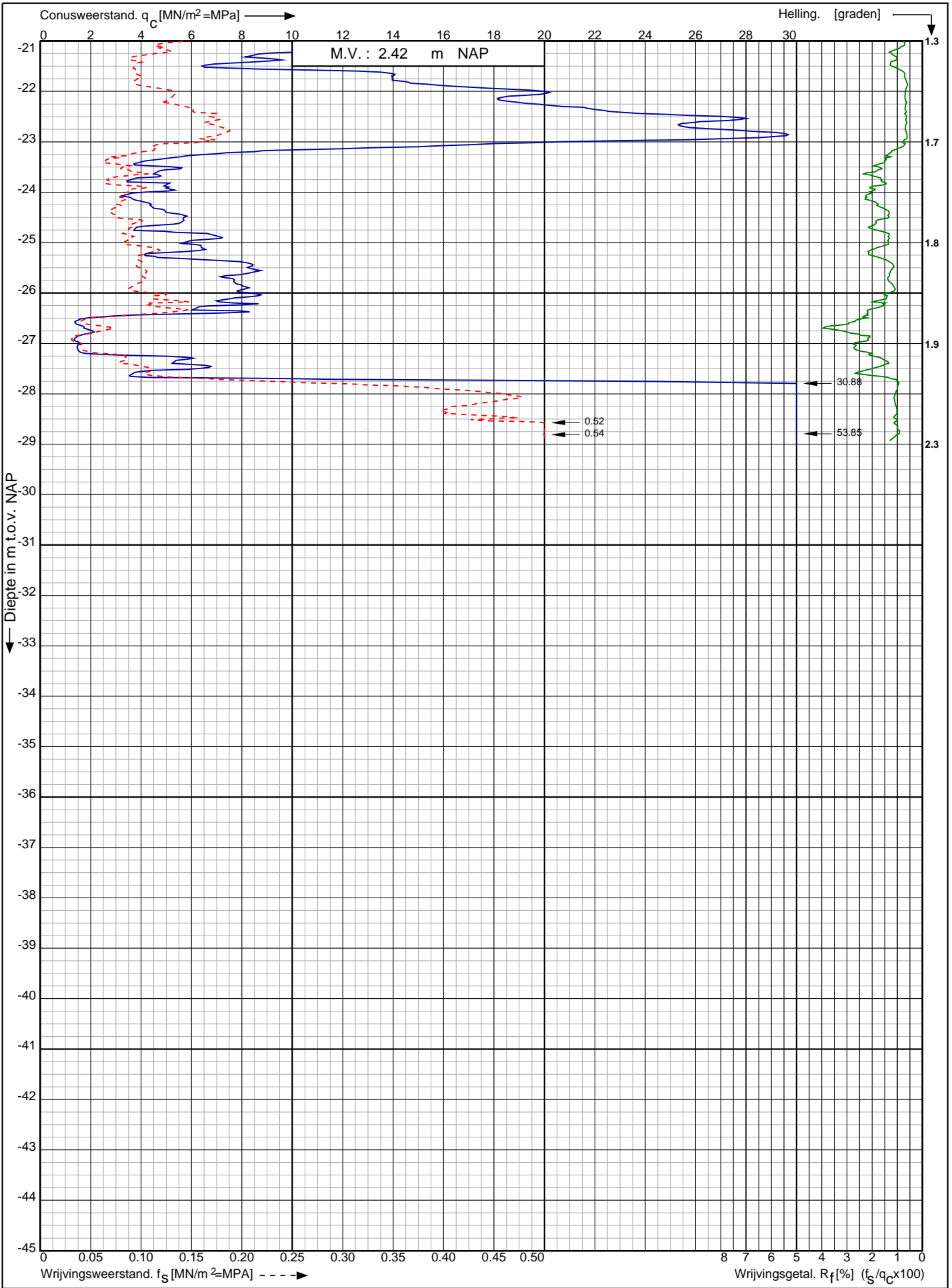


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 24-8-2020	
	Sond. nr. : 28	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

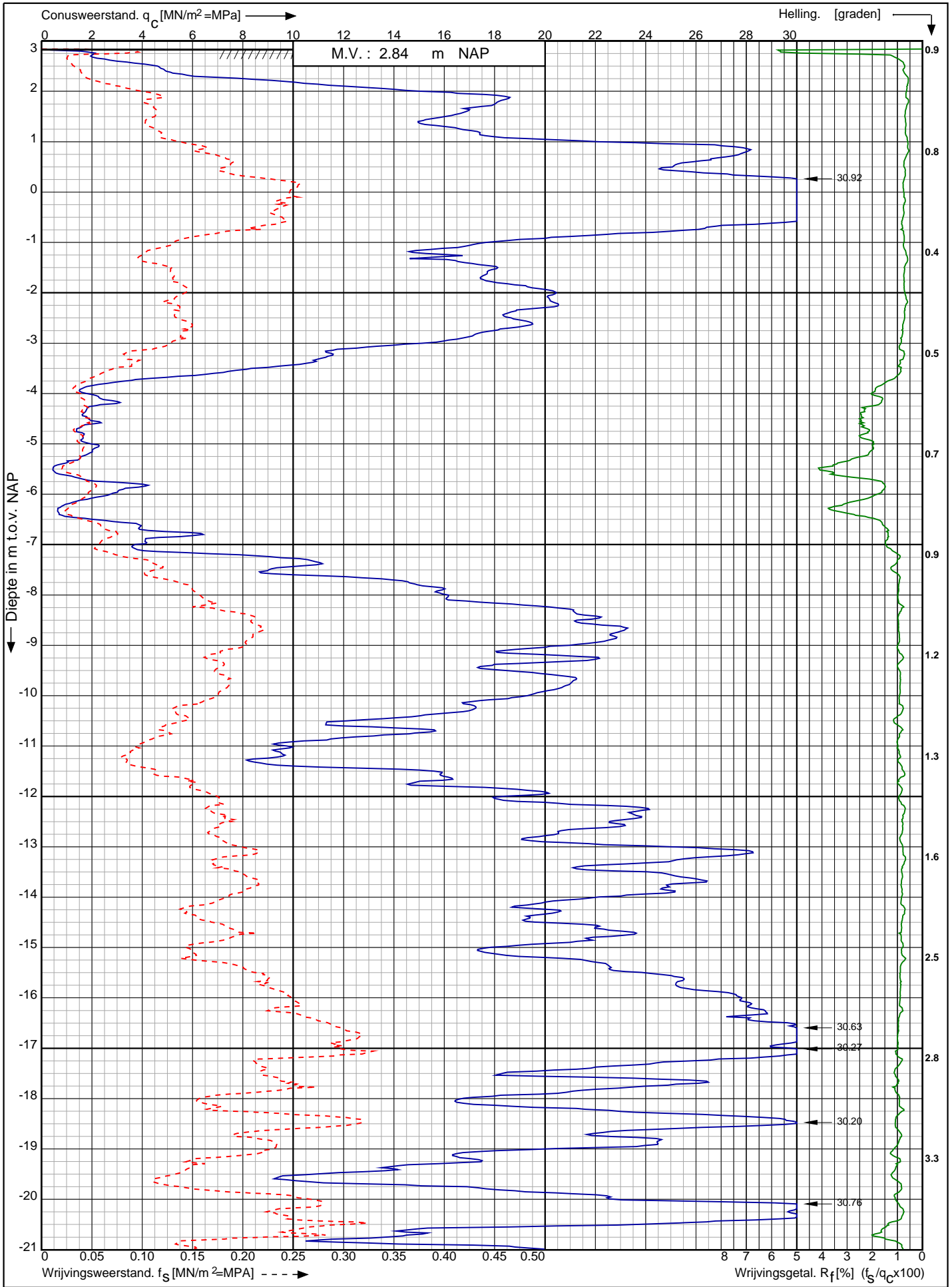
Sond. nr. : 28


RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25



0522 - 260 084

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 001692

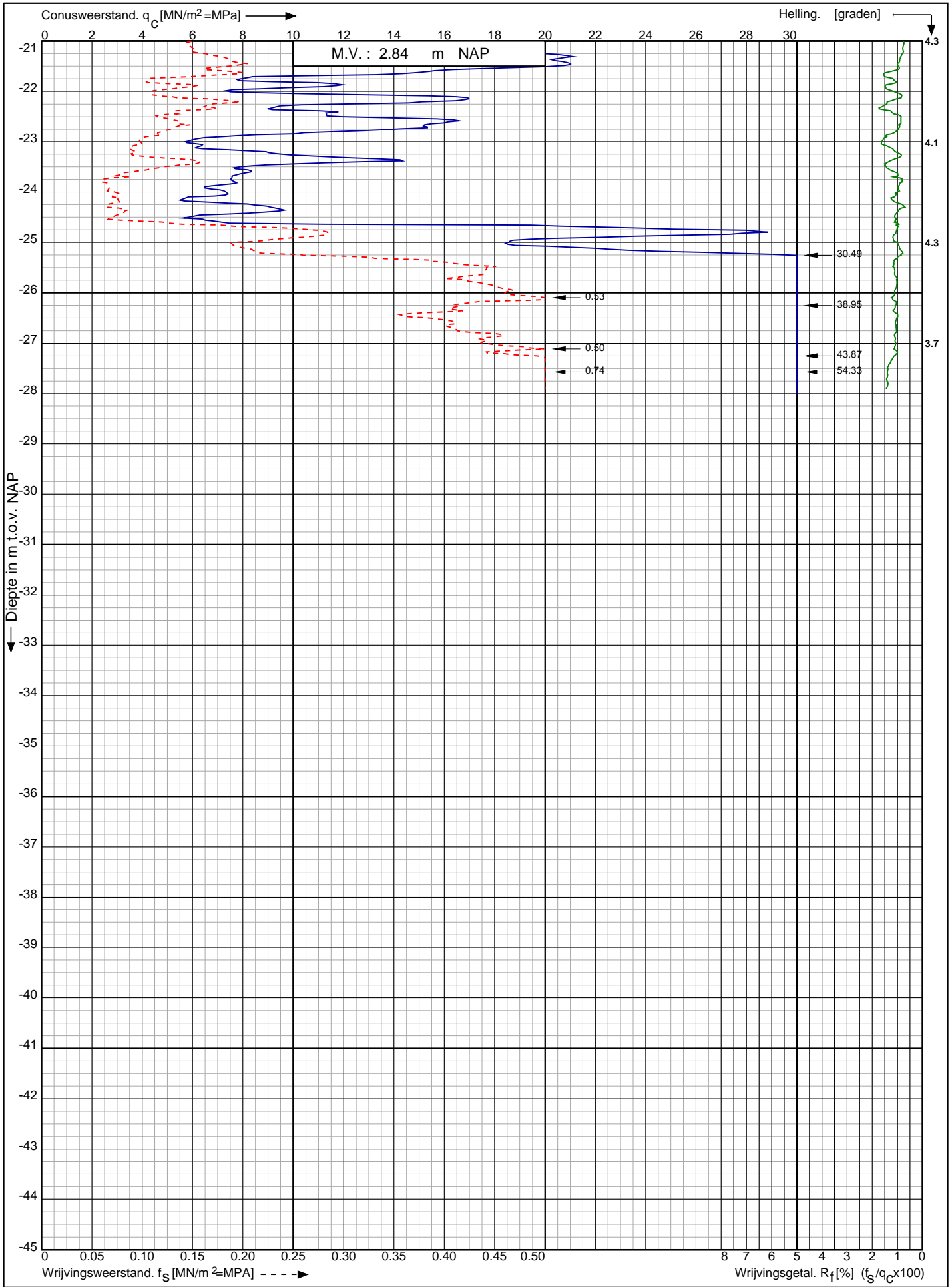


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 24-8-2020	
	Sond. nr. : 29	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142
Datum uitv. : 24-8-2020
Sond. nr. : 29

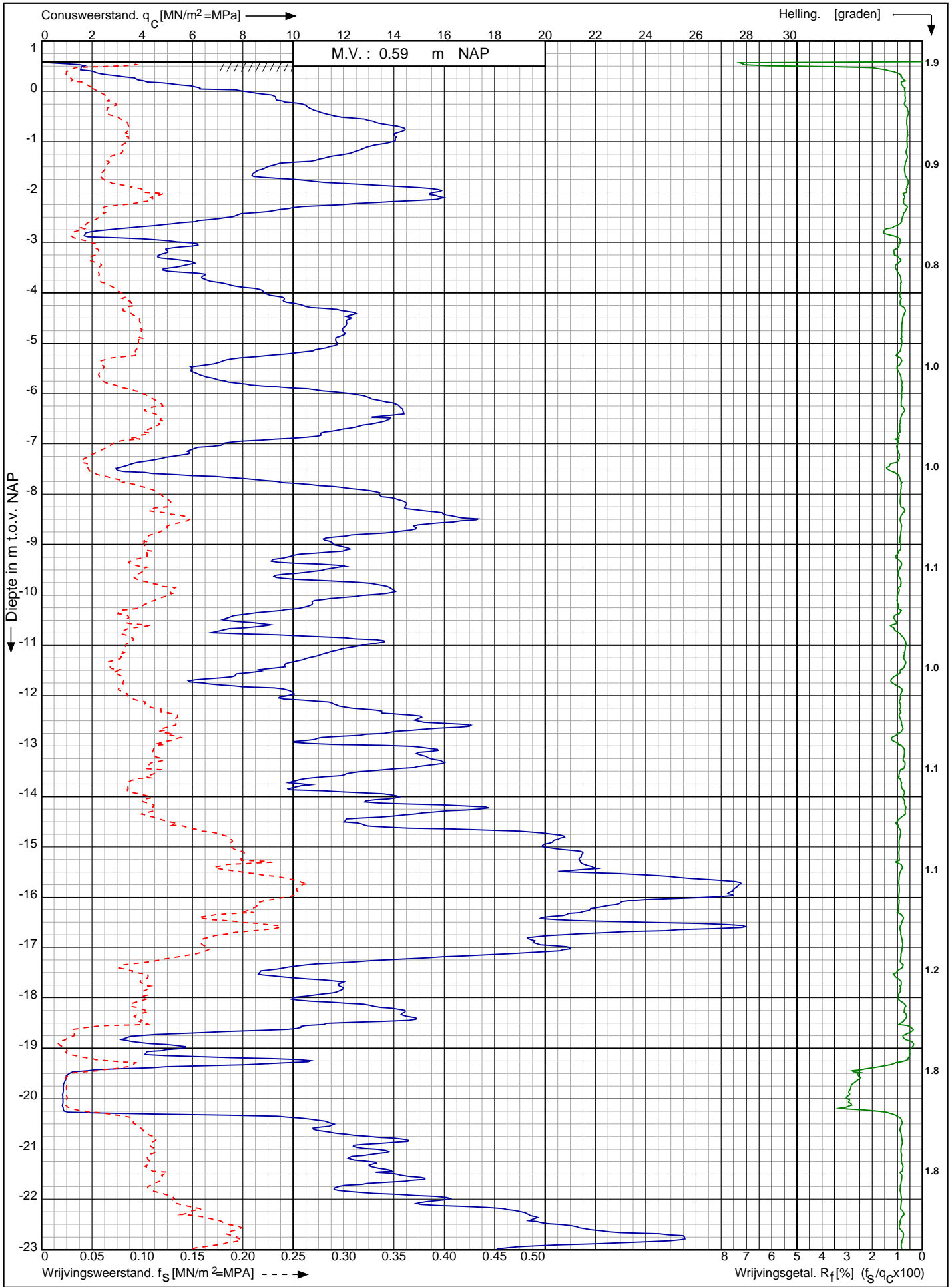


RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142
Datum uitv. : 24-8-2020
Sond. nr. : 30



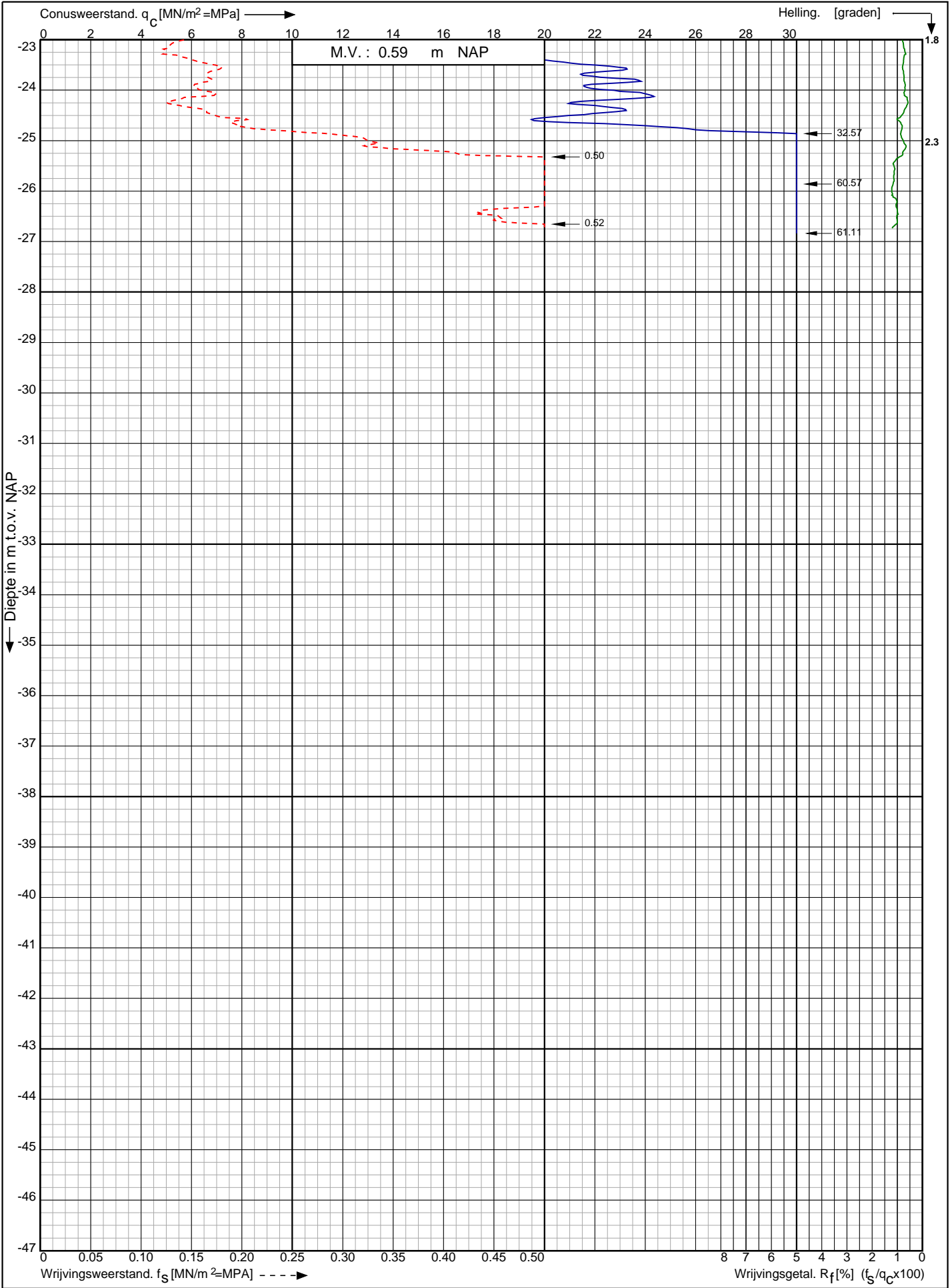
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

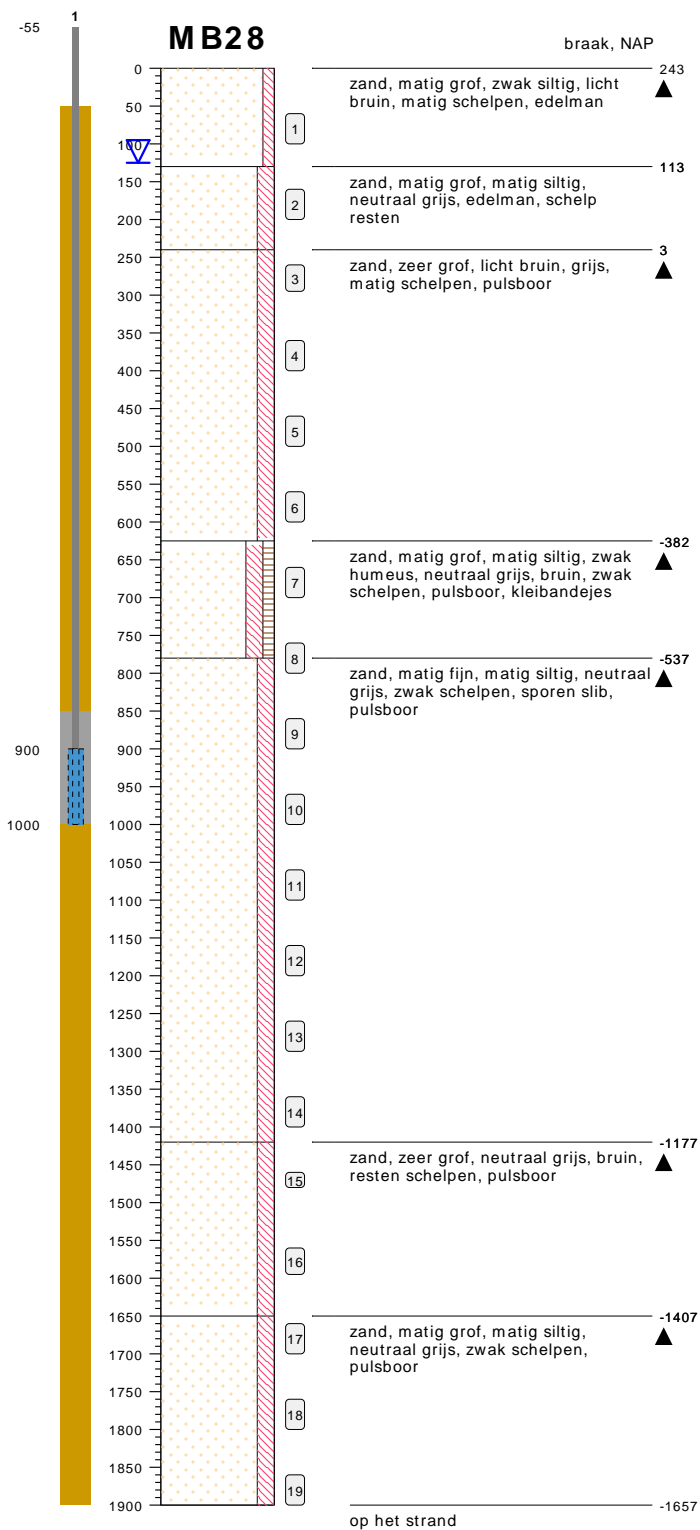
Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 30

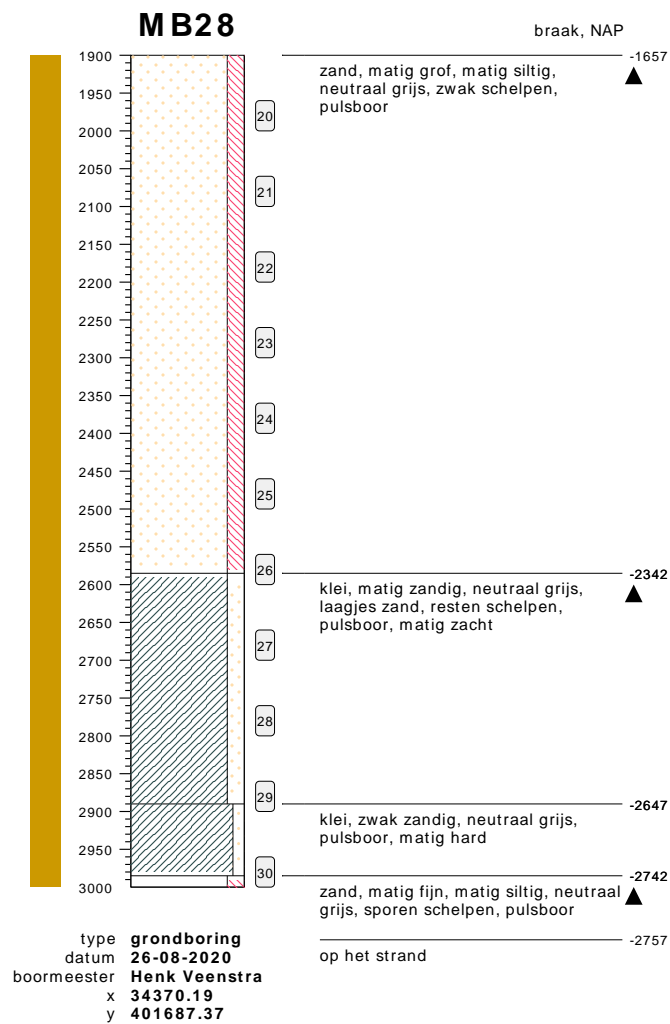
RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81



0522 - 260 084

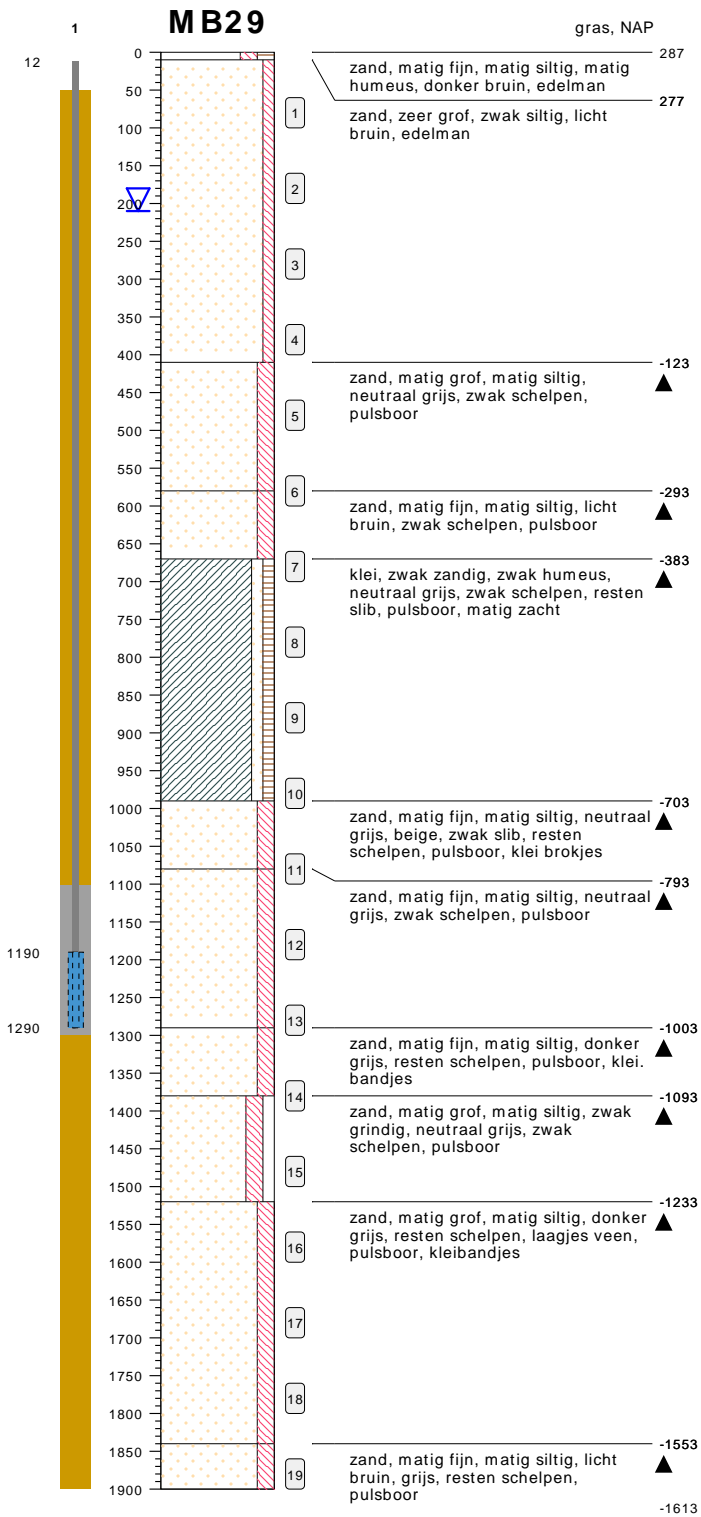


type **grondboring**
 datum **26-08-2020**
 boormeester **Henk Veenstra**
 x **34370.19**
 y **401687.37**

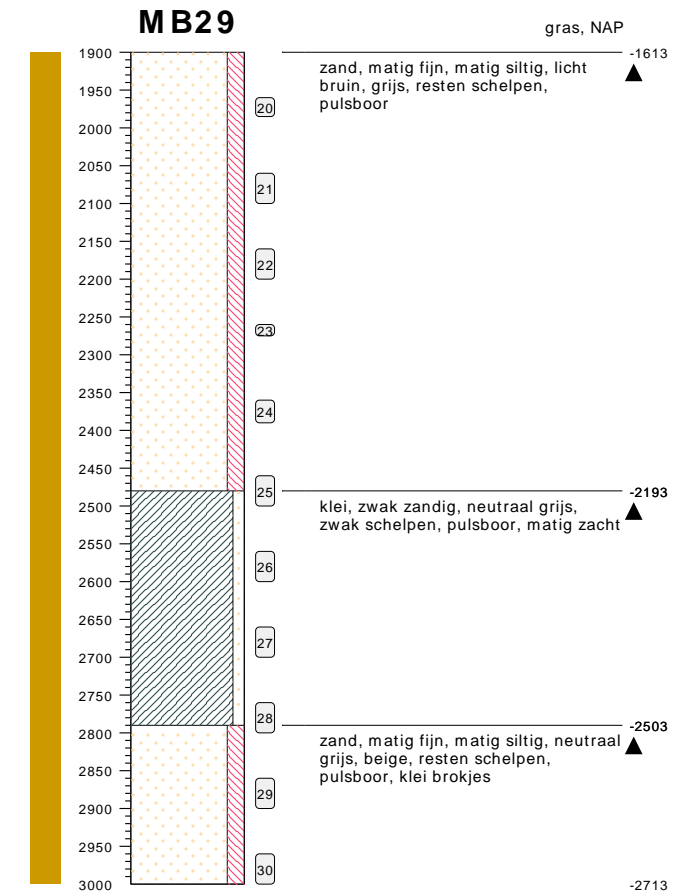


bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
 projectcode **2020-1142**
 getekend conform **NEN 5104**
 opmerking **concept lab**



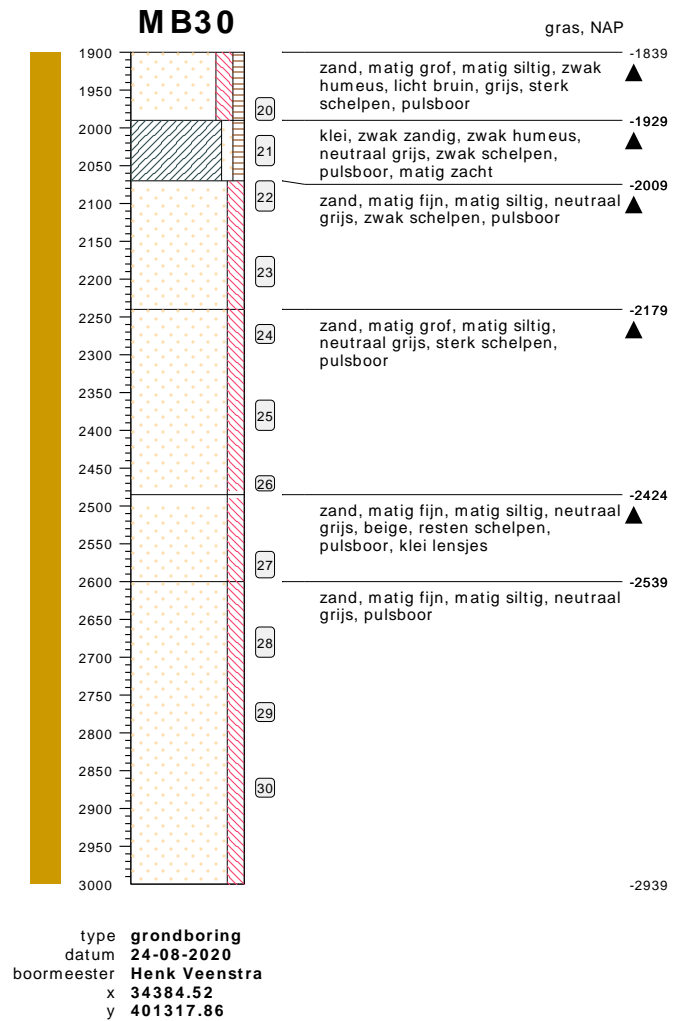
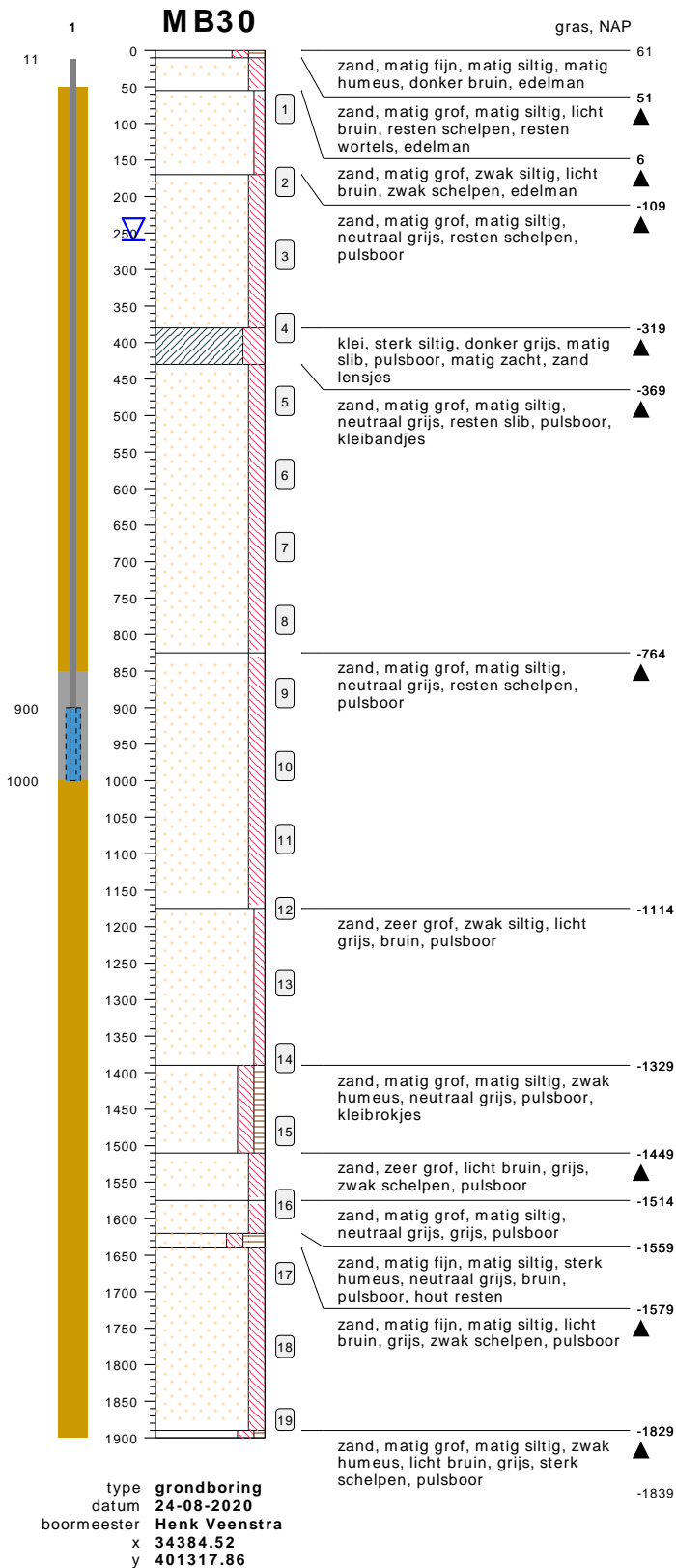
type **grondboring**
 datum **01-09-2020**
 boormeester **Henk Veenstra**
 x **34411.69**
 y **401525.38**



type **grondboring**
 datum **01-09-2020**
 boormeester **Henk Veenstra**
 x **34411.69**
 y **401525.38**

bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
 projectcode **2020-1142**
 getekend conform **NEN 5104**
 opmerking **concept lab**



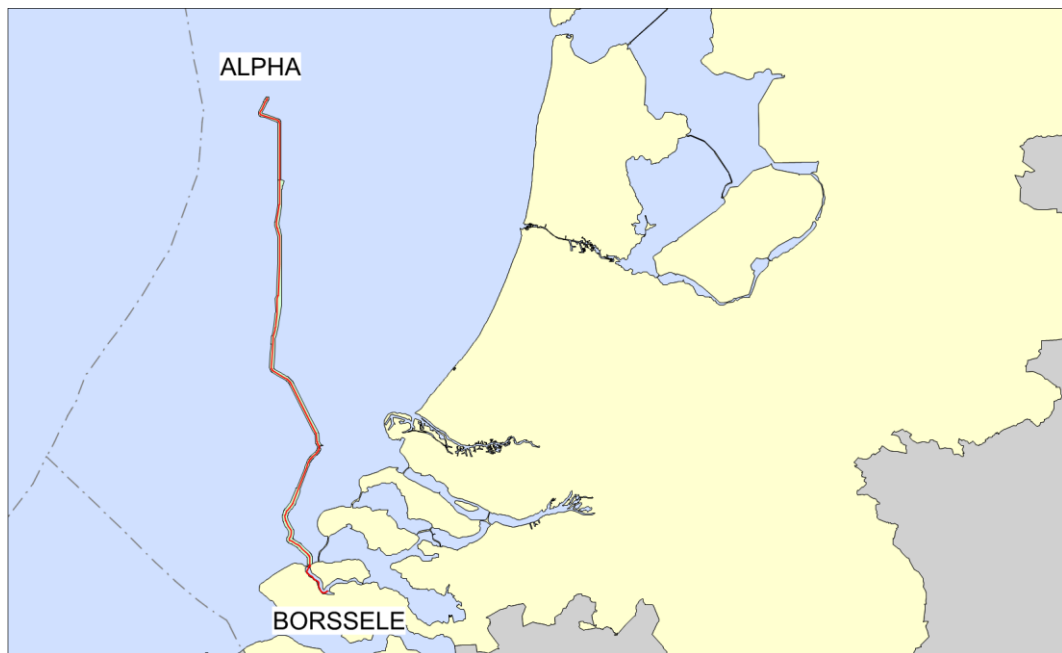
bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
 projectcode **2020-1142**
 getekend conform **NEN 5104**
 opmerking **concept lab**

Bureauonderzoek

Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Voorkeursalternatief
MER fase 2



Periplus Archeomare rapport 20A024-01A

Auteurs:

R. van Lil, S. van den Brenk en R. Cassée

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	2.0
Datum	07-06-2021
Periplus Archeomare referentie	20A024-01A
Klant (project) referentie	Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 20A024-01A

Bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Alpha
Voorkeursalternatief MER fase 2

Auteurs: R. van Lil, S. van den Brenk & R. Cassée

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: W. Zijl en D. Knapen

© Periplus Archeomare - juni 2021.

Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Wijzigingen VKA tracé Opmerkingen RCE verwerkt	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	07-06-2021
1.2	Verwerking aangepaste uitgangspunten en optimalisatie VKA-tracé	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	22-02-2021
1.1	Opmerkingen opdrachtgever RCE verwerkt	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	16-12-2020
1.0	Concept	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	16-11-2020



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare BV

Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1. Algemeen	5
1.2. Voorgenomen activiteiten	6
1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden	8
1.4. Aanleiding	9
1.5. Doelstelling	9
1.6. Onderzoeksvragen	10
1.7. Onderzoekskader	10
1.8. Kwaliteitsborging	11
1.9. Bronnen	11
2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek	13
2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)	13
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)	16
2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)	26
2.4. Geologische gegevens (LS04)	30
2.5. Archeologische waarden (LS04)	43
2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)	58
3. Beantwoording onderzoeksvragen	61
4. Conclusies en advies	65
Lijst met afbeeldingen	67
Lijst met tabellen	69
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen	70
Referenties	72
Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal	75
Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems	76
Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied BSL-2B	77

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

<i>Provincies:</i>	Zuid-Holland en Zeeland (deels)			
<i>Gemeenten:</i>	Noord-Beveland, Veere en Middelburg			
<i>Plaats:</i>	Noordzee en Veerse Meer			
<i>Toponiem:</i>	Net op zee IJmuiden Ver Alpha			
<i>Kadastrale gegevens:</i>	n.v.t.			
<i>Kaartbladen:</i>	1801-1 , 42W en 48W			
<i>Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)</i>	Centrum:	E 534009 N 5799695		
	West	E 529732	Noord	N 5851823
	Oost	E 549994	Zuid	N 5707568
<i>Geoptimaliseerd VKA-tracé + corridor:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Offshore enkele bundel: 1000 m corridor; 500 m aan weerszijden van hartlijn - Offshore parallelle ligging aan Beta kabelbundel: 1200 m corridor; 500 m west van VKA Alpha 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta 500 m oost van VKA Beta - Offshore nearshore Voordelta: 1500 m corridor; 750 m aan weerszijden van hartlijn - Veerse Meer: 200 m corridor; 100 m aan weerszijden van hartlijn 			
<i>Oppervlakte onderzoeksgebied</i>	Onderzoeksgebied: 188.3 km ²			
<i>Lengte tracé (offshore + Veerse Meer)</i>	163.5 km			
<i>Huidig watergebruik</i>	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
<i>Waterstaatkundige gegevens</i>	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming Veerse Meer: brakwatercondities			
<i>Beheerder gebied:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Noord-Beveland, Veere en Middelburg			
<i>Contactpersoon namens bevoegd gezag:</i>	Dhr. J. van Zoonen en Mevr. P. Schouten			
<i>Adviesorgaan namens bevoegd gezag:</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;			
<i>Deskundige namens de bevoegd gezag:</i>	Mw. M. Snoek (RCE); J. Opdebeeck (RCE); B.I. Smit (RCE)			
<i>ARCHIS zaaknummer:</i>	4744821100			
<i>Periplus-projectcode:</i>	20A024-01A			
<i>Periode van uitvoering:</i>	februari 2021			
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare heeft in opdracht van Arcadis Nederland voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

Het onderhavige onderzoek betreft het geoptimaliseerde VKA-tracé van de platformlocatie IJmuiden Ver Alpha naar Borssele via het Veerse Meer inclusief de vastgestelde corridors. Dit tracé is op basis van het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) als VKA (voorkeursalternatief) gekozen. Ten aanzien van revisie 1.1 van dit rapport is het VKA gewijzigd (geoptimaliseerd), zodat rekening wordt gehouden met eventuele, toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen rondom Extra Wind op Zee.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het geoptimaliseerde VKA-tracé van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 17 scheepswrakken bekend. Op 5 van deze 17 wraklocaties bevinden zich resten van schepen en een betonnen caisson, die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde.

De waarde van de overige 12 wrakken is nog niet vastgesteld. Zolang de archeologische waarde van deze wrakken niet is vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het om waardevol historisch erfgoed gaat, totdat het tegendeel bewezen is.

Naast scheepswrakken zijn offshore twee vindplaatsen bekend waar bewoningsresten (?) uit de Romeinse tijd en een los scheepsonderdeel iot de Romeinse tijd – Nieuwe tijd zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting van het voorkeursalternatief te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee en in het Veerse Meer wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken met een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Magnetometer	Opsporen en karteren van	Ondersteund door, en

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
		geologie (paleogeulen)	gevalideerd met sondeer – en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

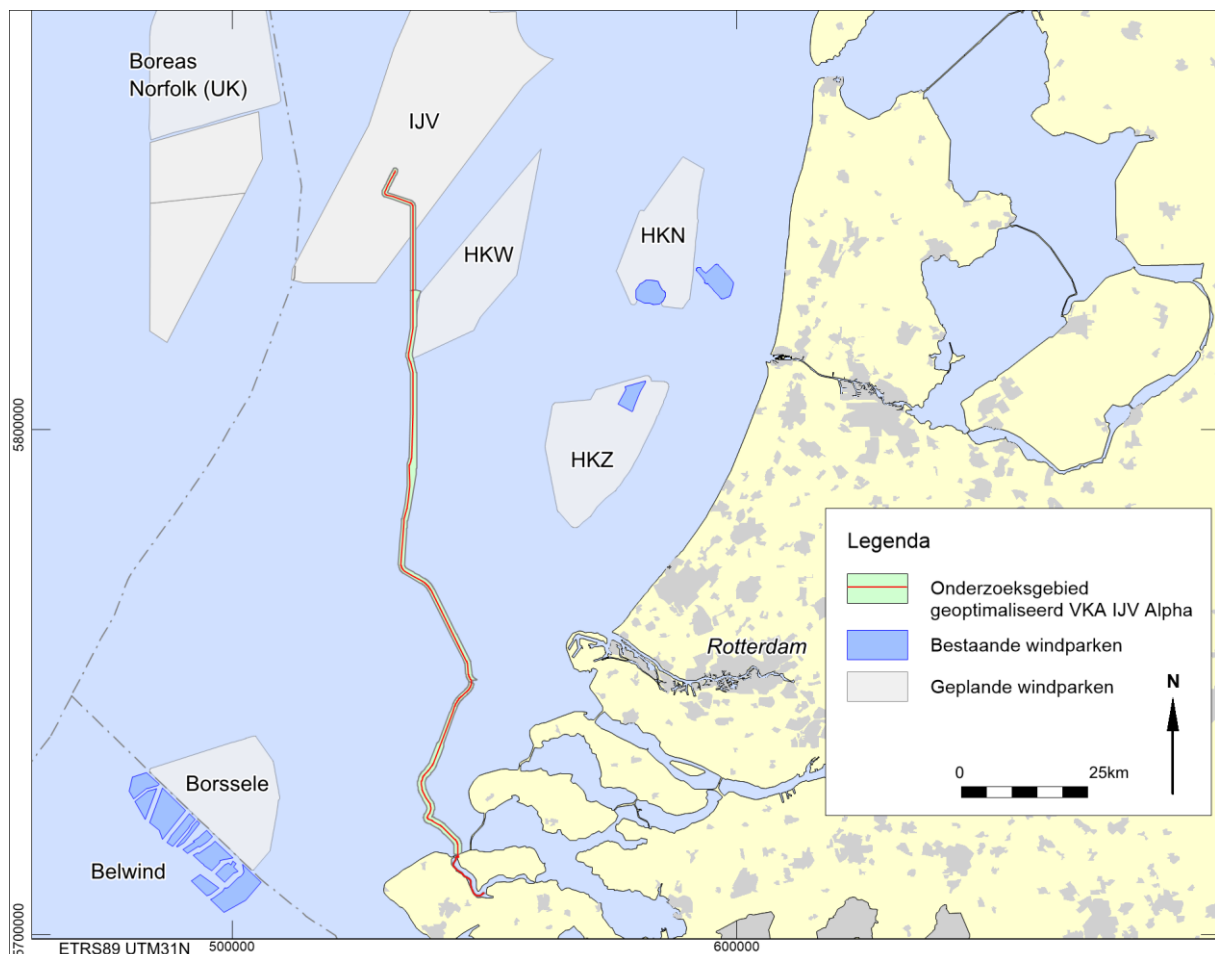
1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

In het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) zijn een aantal tracéalternatieven onderzocht. Op basis van dit onderzoek is de keuze gemaakt voor een optimalisatie van kabeltracé BSL-2B als voorkeursalternatief (VKA). Na de vaststelling van het VKA is het VKA-tracé gewijzigd¹ (geoptimaliseerd), zodat rekening wordt gehouden met eventuele, toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen rondom Extra Wind op Zee.

Tijdens het onderhavige bureauonderzoek wordt in het kader van het MER fase 2 het archeologisch potentieel van het geoptimaliseerde VKA-tracé, en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabels op dit archeologisch potentieel, nader onderzocht. Dit onderzoek richt zich enkel op de waterbodem van het kabeltracé op zee en door het Veerse Meer naar het aanlandingspunt. De bodem van de aangrenzende gebieden op land maakt geen deel uit van dit onderzoek.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

¹ = wijziging ten opzichte van VKA beschreven in revisie 1.1 van dit rapport.

De andere verbinding heet Net op zee IJmuiden Ver Beta. Voor het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta is een separaat rapport opgesteld.²

1.2. Voorgenomen activiteiten³

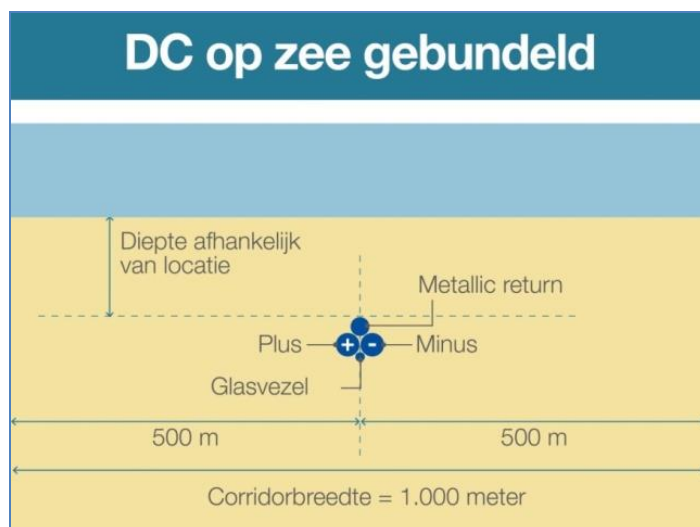
TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Er wordt gebruik gemaakt van een platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten.

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

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee en het Veerse Meer voor transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform IJmuiden Ver Alpha loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust. De kabels worden gebundeld aangelegd.⁴ Aan weerszijden van de hartlijn wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)

De tracés van de voorkeursalternatieven van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallele sectie van de tracés komen de twee kabelbundels maximaal op 200 meter van elkaar te liggen. Binnen de sectie waar de kabelbundels van Alpha en Beta parallel lopen is de corridorbreedte 1200 meter (zie afbeelding 3).⁵

² Lil 2020; Periplus Archeomare rapport 20A024-01B.

³ Deels overgenomen uit: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha. TenneT TSO B.V.

⁴ Gedurende de MER fase 1 is duidelijk geworden dat een gebundelde aanleg van de kabels zeer realistisch en haalbaar blijkt te zijn. Een ongebundelde kabelconfiguratie zorgt voor een groter ruimtebeslag doordat twee aparte kabelbundels naast elkaar liggen. Dit is de reden dat in MER fase 2 als technisch uitgangspunt een gebundelde aanleg gehanteerd gaat worden.

⁵ Bron: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha. TenneT TSO B.V.

De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

- Een onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

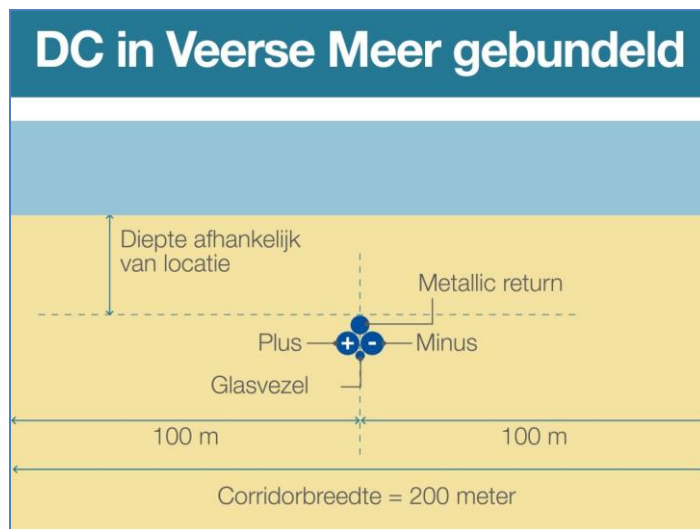


Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT)

In de Voordelta is een bredere onderhoudszone van 750 meter aan weerszijden van de hartlijn gedefinieerd. Bij de entree van de Voordelta verbreedt de corridor van 1000 meter naar 1500 meter. Een bredere corridor voor de nearshore passage is noodzakelijk om tijdens de aanlegfase zeker te weten dat de kabel op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd kan worden.⁶ Dit vanwege de morfologie en ligging van de stroomgeulen. Van deze situatie is geen afbeelding beschikbaar.

Het Veerse Meer kent een andere dynamiek dan de Noordzee en het meer wordt aan weerszijden begrensd door land. De brede kabelcorridors die in een gebundelde variant op zee worden gehanteerd zijn niet toepasbaar in het Veerse Meer. In het Veerse Meer wordt daarom een smallere onderhoudszone aangehouden dan op zee. De onderhoudszone is hier 100 meter aan weerszijden van de hartlijn. De corridor is hier dus 200 meter breed.

⁶ Bron: TenneT.



Afbeelding 4. Breedte kabeltracé Veerse Meer (bron: TenneT)

De secties van het geoptimaliseerde VKA-tracé en de bijbehorende breedtes van de corridors zijn in onderstaande tabel samengevat.

Sectie	Parallel Beta VKA-tracé?	Lengte kabeltracé	Breedte corridor	Opmerking
Alpha platformlocatie	N.v.t.	N.v.t.	1400 m	500 m rondom platformlocatie
Offshore	Nee	31325 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Offshore	Ja	80367 m	1200 m	Gezamenlijke onderhoudscorridor: 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta 500 m west van VKA Alpha 500 m oost van VKA Beta
Offshore	Nee	15559 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Voordelta	Nee	26396 m	1500 m	750 m aan weerszijden hartlijn
Veerse Meer	Nee	10169 m	200 m	100 m aan weerszijden hartlijn

Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Alpha

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden⁷

De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha zullen worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de corridors. Deze corridors worden in het inpassingsplan (tot 1 km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van de kabels dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen. De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen

⁷ Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat er een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.

2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip, een deel van een muur etc. Een umbilical van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties en dat er in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.
2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichterbij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van het VKA-tracé op zee en het Veerse Meer inclusief de corridors van het voorkeustracé.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (KNA 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems) en S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog waterbodems i.o.).

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het Pleistoceen en het Vroeg Holoceen, is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het 'North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostasy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009)

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus. Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is er weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landschap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: *'Locaties en alle omliggende fenomenen die zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.'* Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de *NOaA*.

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen de onderzoekscorridors;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling per tracévariant wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten

- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 72.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 70.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

De ministeries van EZK en Binnenlandse zaken hebben in onderlinge afstemming op basis van het MER 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) het kabeltracé BSL-2B als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om het platform op zee van windpark IJmuiden Ver Alpha aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet.

De benodigde diepte waarop de kabelbundel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabels ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabels zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee en het Veerse Meer zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in “*simultaneous lay and burial*” begraven en “*post lay burial*” begraven.⁸

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobilititeit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren “*pre sweeping*” genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van “*simultaneous lay and burial*”. Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt “*post lay burial*” genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

⁸ Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee en het Veerse Meer streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter binnen een VSS.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperiodes verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het VKA-tracé worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolge van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de trenchdiepte in dit deel van het VKA-tracé 5 meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot 8 meter onder het bodemniveau zijn.

Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal 1 meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem. Dit is anders op de locatie van het Alpha-platform.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen of suction buckets, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (topside); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 of 12 palen met een diameter van 2,5m per stuk. De heipalen worden 60m diep (bij 8 palen) of 50m diep (bij 12 palen) de bodem ingebracht.

Indien wordt gekozen voor een fundering met suction buckets, zal deze waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter en een totaal een oppervlak van circa 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor er een onderdruk wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen 6 tot 8 meter de zeebodem ingaan.

De plaatsing van het platform leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid of de suction buckets in de bodem worden verzonken. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform.

Een impressie van het te plaatsen platform is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Alpha platform.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld. Bij de vaststelling van de locatie van het Alpha platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform heeft. Vervolgens is een UXO-DAS survey uitgevoerd voor de identificatie van magnetische anomalieën in een gebied van 400 x 275 m. De afstand van het platform is daarna zo gekozen dat de afstand van elke magnetisch contact minimaal 50 m tot het platform is, waarbij tevens rekening is gehouden met migratie van zandgolven na de installatie van het platform.

De centrumcoördinaten van het platform staan vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

Tot slot zullen bij het Veerse Meer bodemversturende werkzaamheden plaatsvinden. Aan de zeezijde van de Veerse Gatdam wordt een werkterrein ingericht om droog te kunnen werken. Daarvoor wordt een constructie gebouwd bestaande uit een zandophoging en een damwandconstructie. De damwandconstructie zal enkele tientallen meters de bodem in worden gebracht. Het werkterrein krijgt een oppervlakte van ongeveer 5000 m² (50 x 100 m). De ontvangstput op het werkterrein heeft een oppervlakte van 200 m² (10 x 20 m) en een diepte van 2,5 meter.

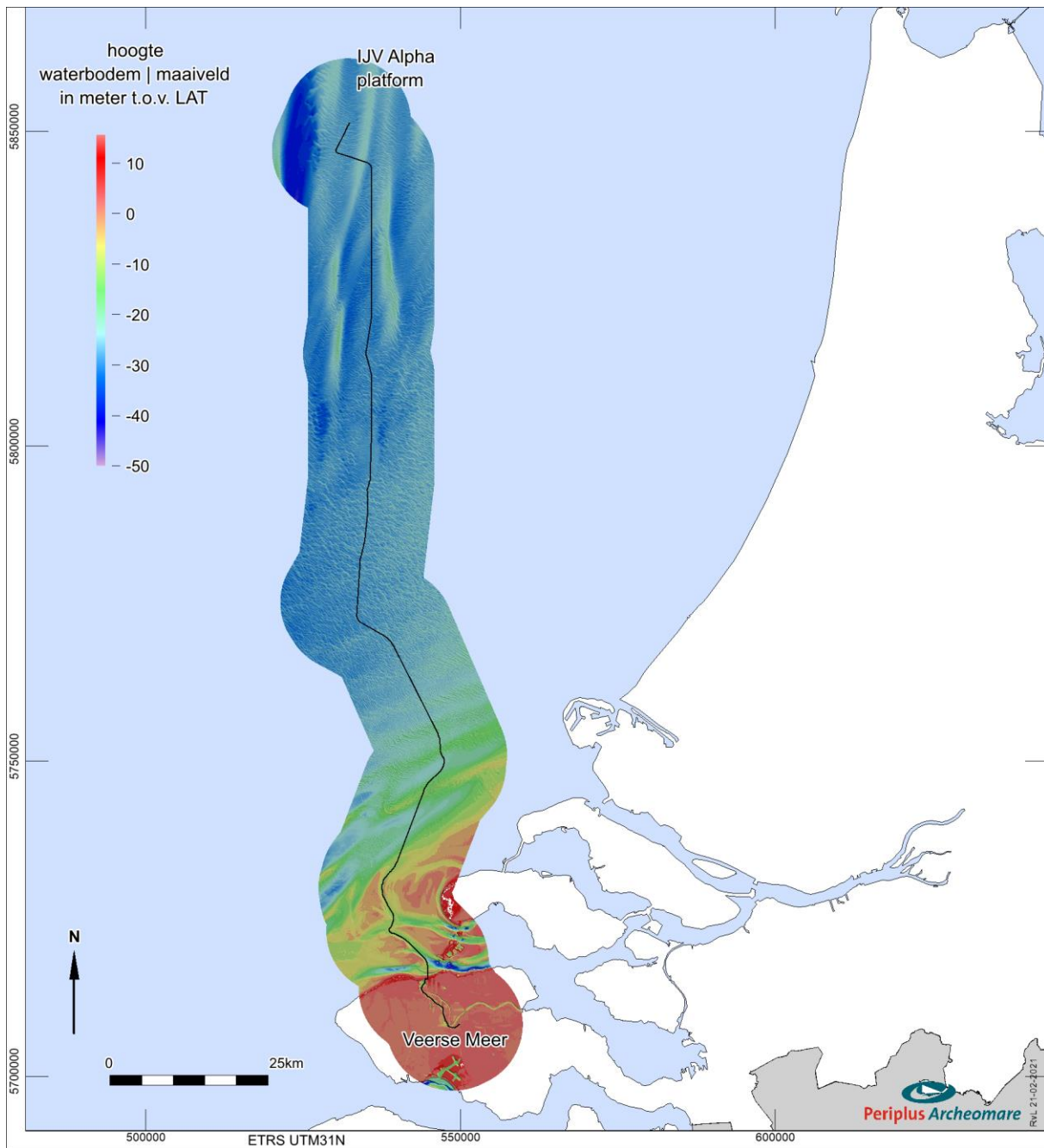
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 6 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Rijkswaterstaat. De hoogte van de waterbodem / zeebodem in het onderzoeksgebied varieert van +9.3 m LAT tot -34.1 m LAT.⁹ De gemiddeld hoogte is -24.2 m LAT. De waarde van +9.3 m LAT is gemeten bij de Veerse Gatdam, die de Voordelta van de Veerse Meer scheidt.

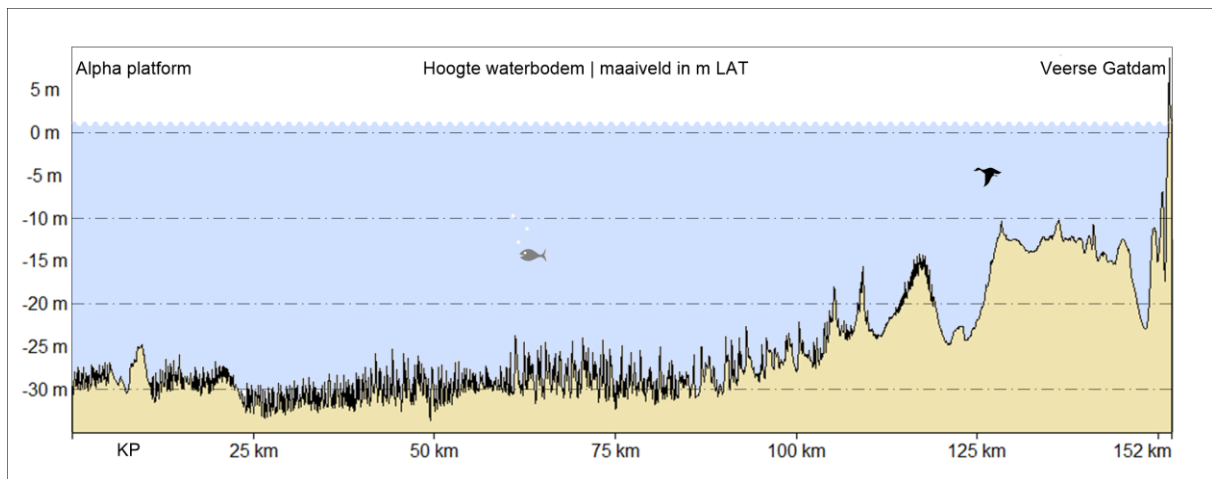
Tracé	Minimum	Maximum	Gemiddeld
VKA IJmuiden Ver Alpha	-34.1	9.8	-24.2

Tabel 5. Hoogte van de waterbodem | maaiveld in m LAT

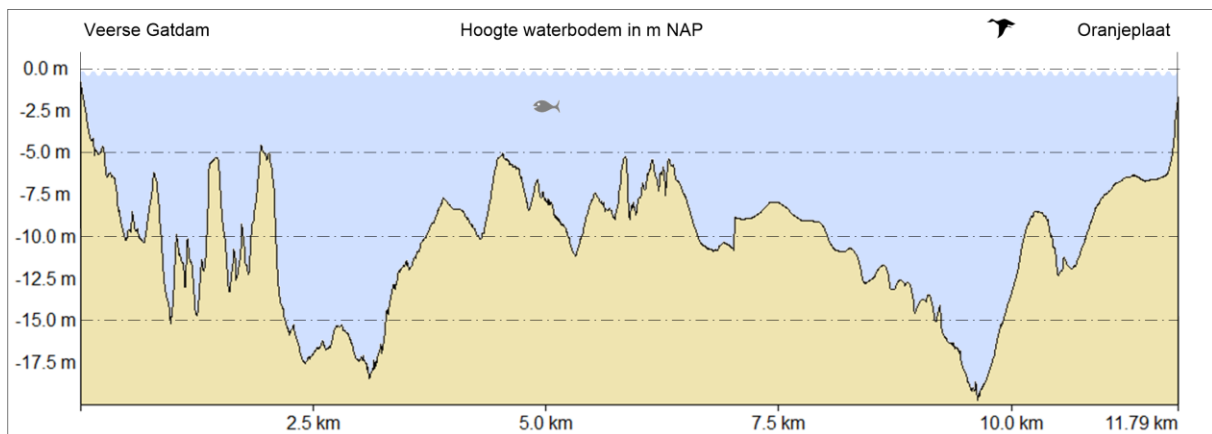
⁹ LAT = Lowest Astronomical Tided: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.



Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem | maaiveld langs het VKA IJmuiden Ver Alpha (bovenaanzicht)



Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem | maaiveld in m LAT langs het geoptimaliseerde VKA-tracé offshore



Afbeelding 8. Hoogte van de waterbodem in m NAP langs het geoptimaliseerde VKA-tracé in het Veerse Meer

Het VKA-tracé wordt gekruist door verschillende bestaande kabels en een pijpleiding. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.¹⁰ Deze kabels worden tijdens de route survey met één of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

¹⁰ Bron: TenneT.

Nr	Naam	Type	Methode	Van	naar	Status
KB0001	UK - NL 5	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0002	Concerto 1 Segment 1 East	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Zeebrugge (B)	Verlaten
KB0003	Concerto 1 Segment 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Sizewell (GB)	In gebruik
KB0018	Telecomkabel TAT14 Segment I	Telecom	Geploegd	Katwijk (NL)	Saint Valery en Caux (F)	In gebruik
KB0019	UK - NL 6	Telecom	Surface Laid	Katwijk (NL)	Covehite (GB)	Verlaten
KB0020	BRITNED route	Electra	-	Splitsing bij aansluiting MV2	Engeland	In gebruik
KB0029	PANGEA Segment 2	Telecom	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0030	Ulysses 2	Telecom	Geploegd	IJmuiden (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0033	Hermes 1	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Aldeburgh (GB)	Verlaten
KB0045	Circe 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Lowestoft (GB)	In gebruik
KB0051	UK - NL 4	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowestoft (GB)	Verlaten
KB0065	UK - NL 10	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowestoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Telecom	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0067	UK - NL 14	Telecom	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	In gebruik
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0078	COAM	Telecom	-	Cork	Katwijk	Toekomstig
KB0001	UK - NL 5	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten

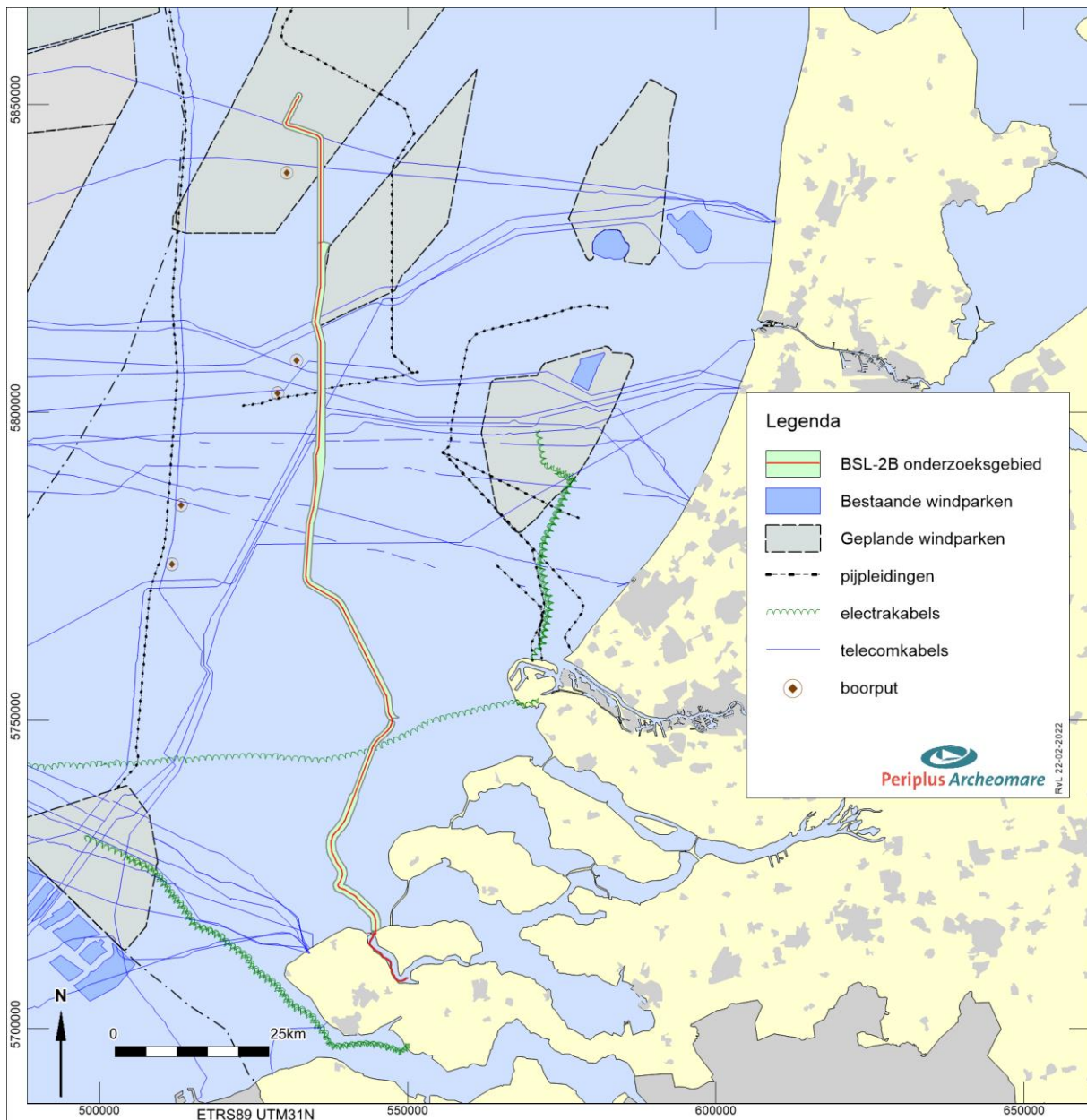
Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels

Type	In gebruik	Toekomstig	Verlaten	Totaal
Electrakabel	1	-	-	1
Telecom	7	1	7	15
Totaal	8	1	8	16

Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief

Tabel 8. Kruisende pijpleidingen



Afbeelding 9. Kruisende kabels en leidingen

In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend (zie afbeelding 9).

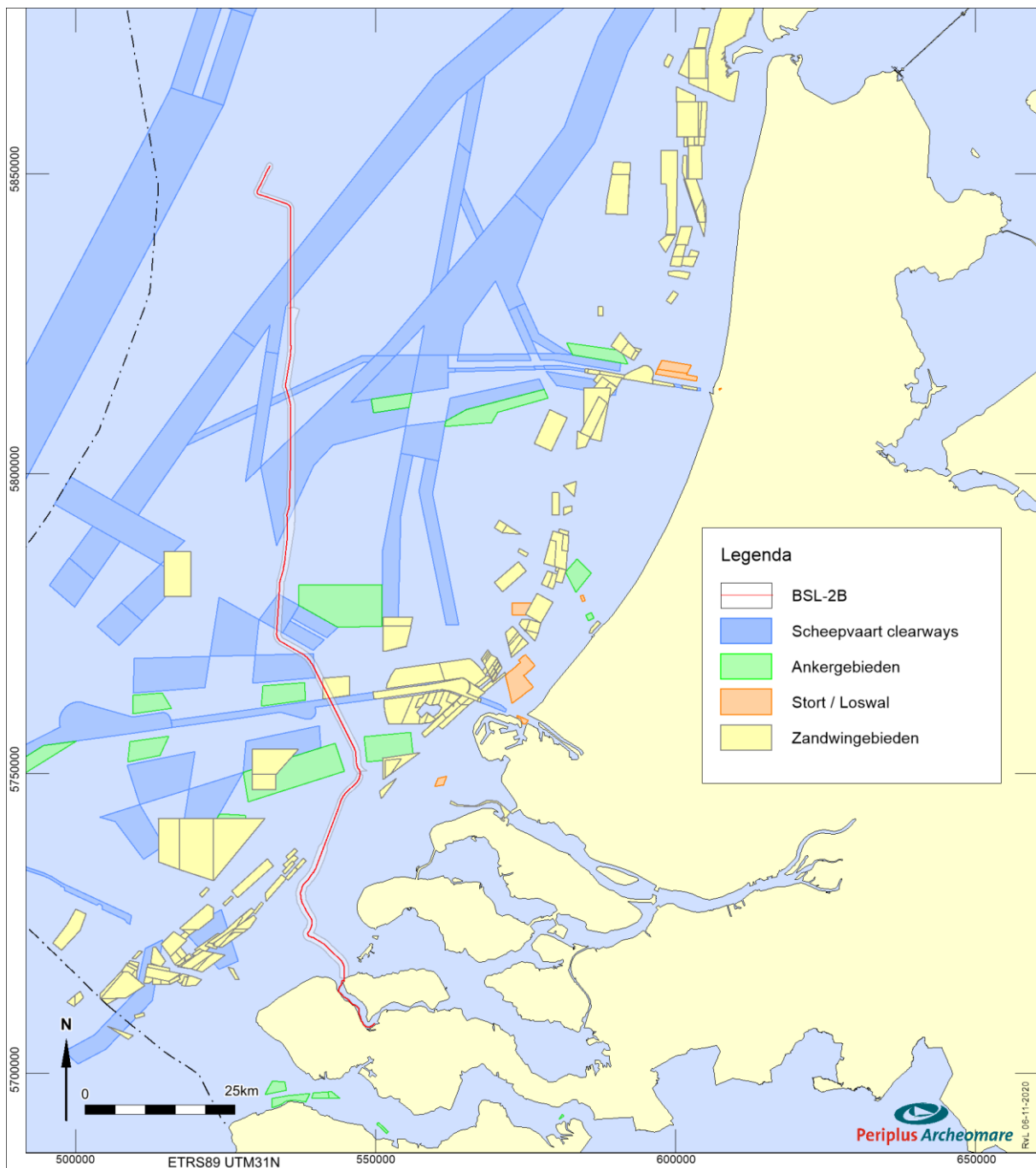
Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta juli 2020). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 10.

Het VKA-tracé kruist één zandwingebied: P17A. Details van dit gebied zijn opgenomen in tabel 9.

Naam	Omschrijving	Status	In Gebruik	Uitgeput	Winddiepte (m)
P17A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2

Tabel 9. Details van zandwingebied P17A

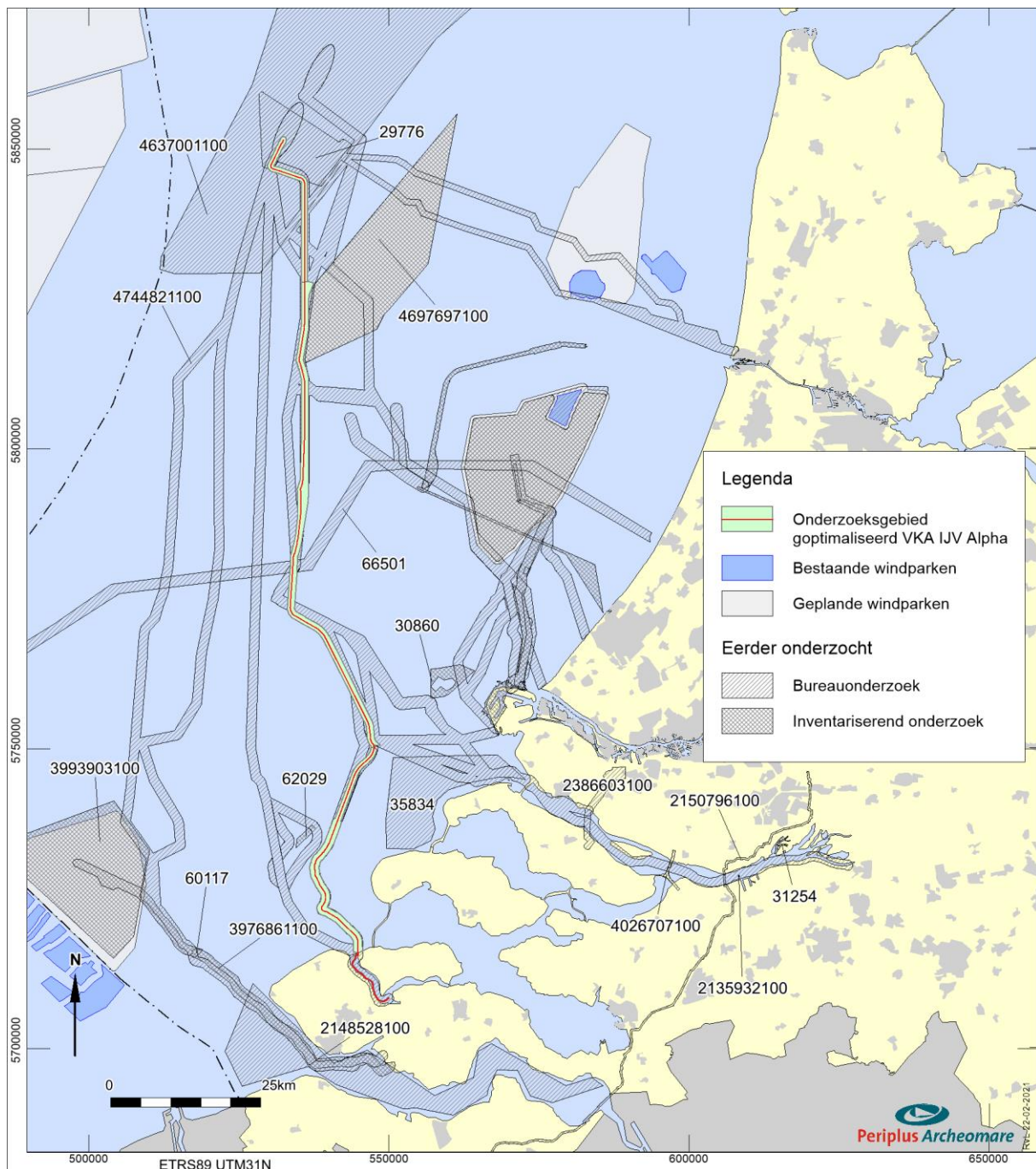


Afbeelding 10. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van BSL-2B

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken langs het onderzoeksgebied van het VKA-tracé is weergegeven in afbeelding 11. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 10.¹¹

¹¹ Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.



Afbeelding 11. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare

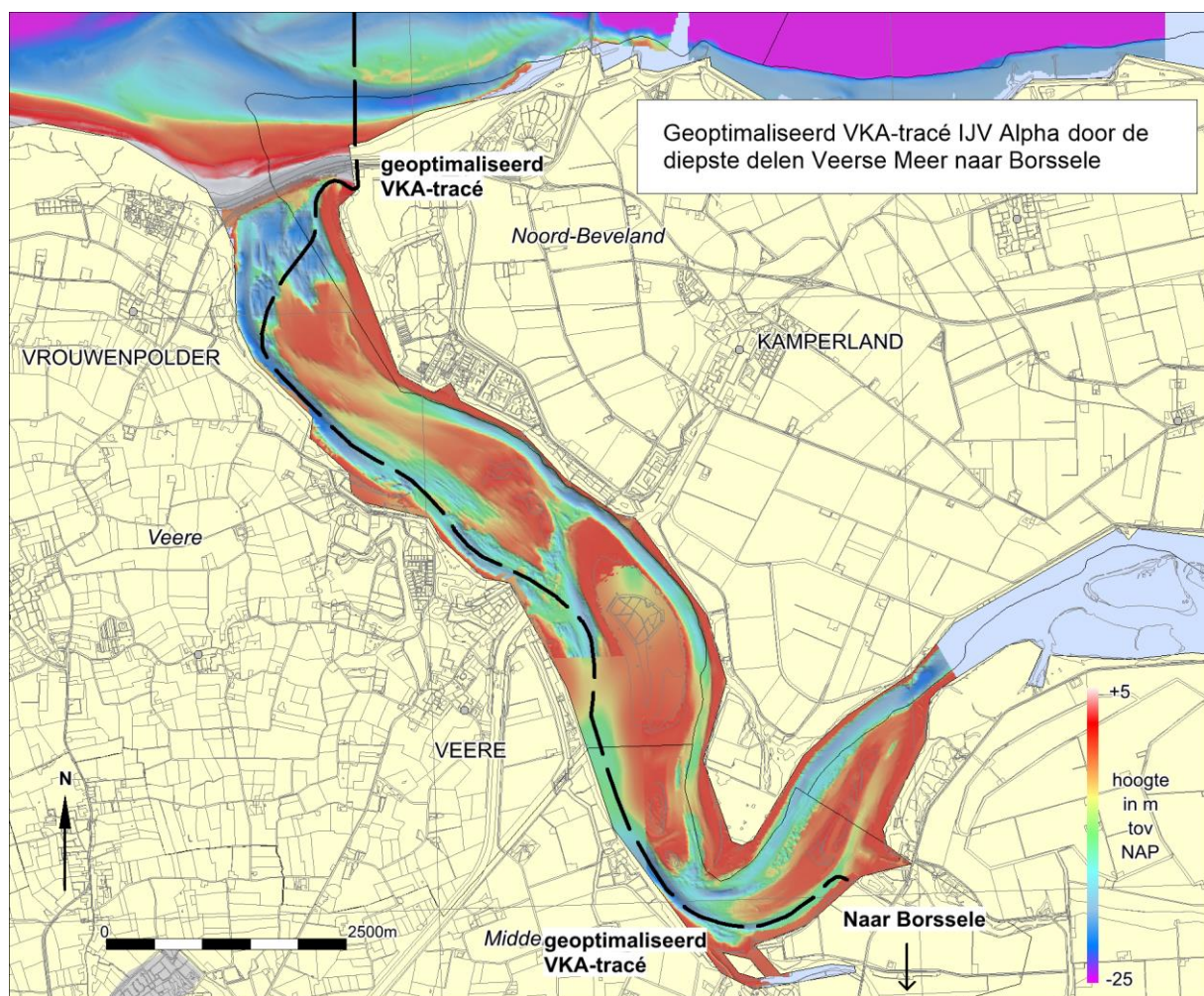
Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare

Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.3. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 72.

Het Veerse Meer

In overleg met Rijkswaterstaat is gekeken is de meest optimale route door het Veerse Meer vastgesteld. De geoptimaliseerde route wijkt in het Veerse Meer af van het VKA-tracé en loopt door het diepste deel van het meer (grotendeels door de vaargeul). Onderstaande afbeelding toont de geoptimaliseerde route in het Veerse Meer op samengestelde hoogtekarten, aangeleverd door Rijkswaterstaat.



Afbeelding 12. Geoptimaliseerde route door de diepste delen van het Veerse Meer.

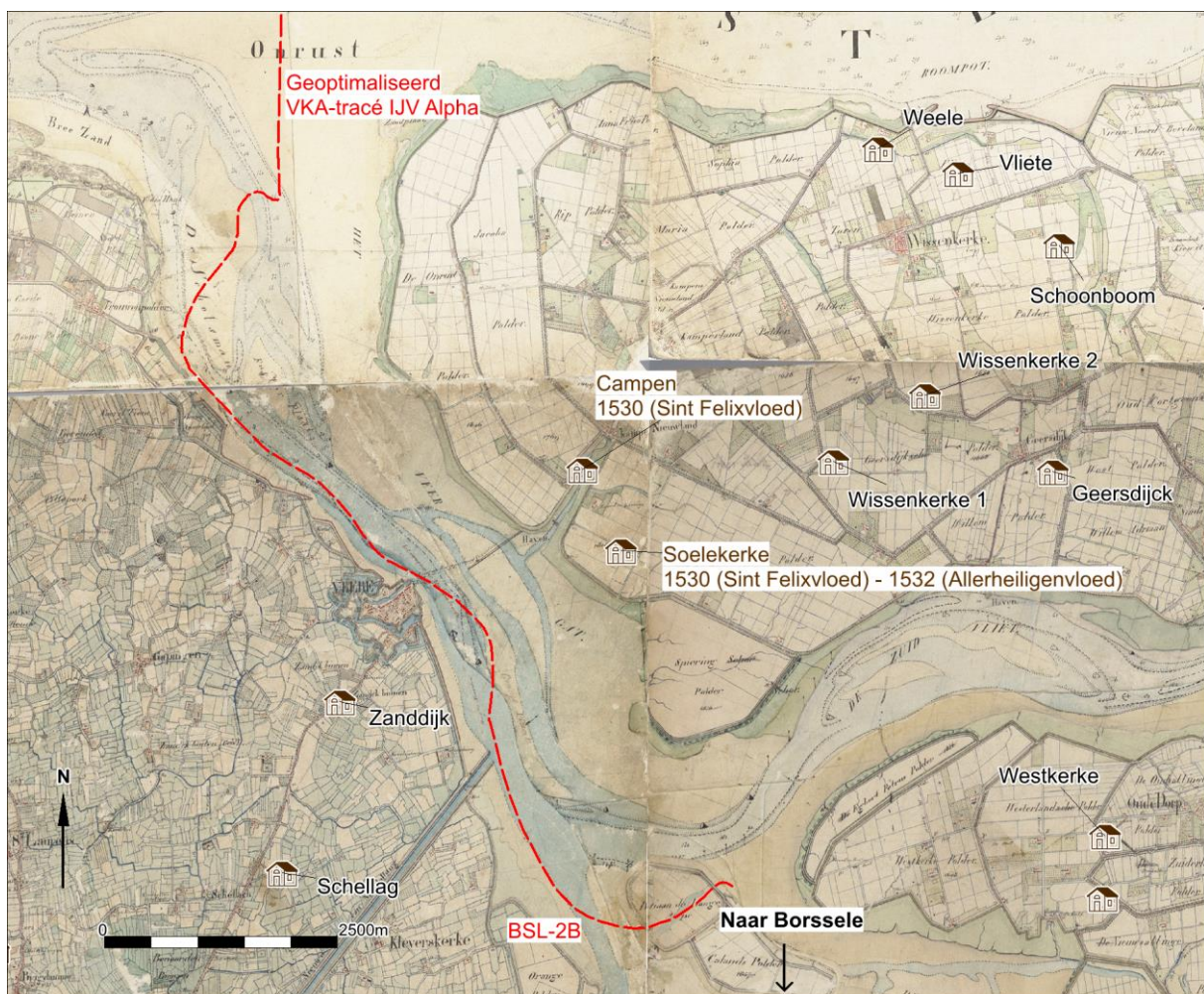
De kabel wordt in het Veerse Meer (rekening houdend met de nautisch gegarandeerde diepte van de vaargeul en extra baggertolerantie) plaatselijk op -9,5 NAP aangelegd.¹² Hiervoor wordt een trenchjetter ingezet. Het voordeel van een route door het diepste deel is dat minder gebaggerd hoeft te worden. De

¹² gegarandeerde baggerprofiel van de vaargeul + extra baggertolerantie + extra marge

geoptimaliseerde route loopt door het Veerse Gatdam tot het aanlandingspunt bij Oranjeplaat, waarna de route over land verder loopt naar Borssele.

Het Veerse Meer is een voormalige zeearm. Tegenwoordig is het een kunstmatig brakwatermeer, dat is ontstaan door afdamming van het Veerse Gat in het kader van de Deltawerken. Het ligt ten zuiden van het eiland Noord-Beveland, en ten noorden van Walcheren en Zuid-Beveland. In het westen is het van de Noordzee afgesloten door de Veerse Gatdam die in 1961 werd gesloten. In het oosten is het van de Oosterschelde afgesloten door de Zandkreekdam die op 3 mei 1960 werd gesloten. Het meer is een aantrekkelijke watersportplaats voor zeilers, sportvissers, en sportduikers.¹³

De onderstaande kadastrale veldminuut uit 1857 laat de situatie zien toen het meer nog in verbinding stond met de Noordzee. Op de kaart zijn ook de nederzettingen geplot die door verschillende stormvloed en in het verleden zijn verdwenen.¹⁴



Afbeelding 13. Geoptimaliseerd VKA-tracé door het Veerse Meer op de kadastrale veldminuut uit 1857.

In die tijd lag Arnemuiden, aan de oostkant van het eiland Walcheren, ook aan open zee. Daar kwam een einde aan toen Walcheren aan Zuid-Beveland werd vastgeklonken door de aanleg van de Sloedam in 1871. Hierdoor werd Arnemuiden afgesloten van de zee. De Arnemuidense vissers konden hun boten

¹³ Wikipedia.

¹⁴ Verdwenen dorpen in Nederland, B. Stulp.

kwijt in de haven van Veere, dat toen nog een echte vissersplaats was, levend van mosselen en garnalen. In 1914 bestond de vloot van Veere uit dertig schepen, waarvan zestien het registratieteken ARM (Arnemuiden) voerden.¹⁵

¹⁵ Digitaal archief Zeeland.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.¹⁶

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevoerd. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevoerd in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 15). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevoerd.¹⁷ Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 16). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.



Afbeelding 14. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)

¹⁶ Gaffney e.a. 2005.

¹⁷ Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 15. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 16. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrechtz 2018).

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.¹⁸ Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat Pleistoceen en Vroeg Holoceen, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau.¹⁹

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum en Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.²⁰

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.²¹ Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.²² Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.²³ Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehalennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^e eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

¹⁸ Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

¹⁹ Moree 2015.

²⁰ Verhart 2005 159.

²¹ Hessing 1995, 98.

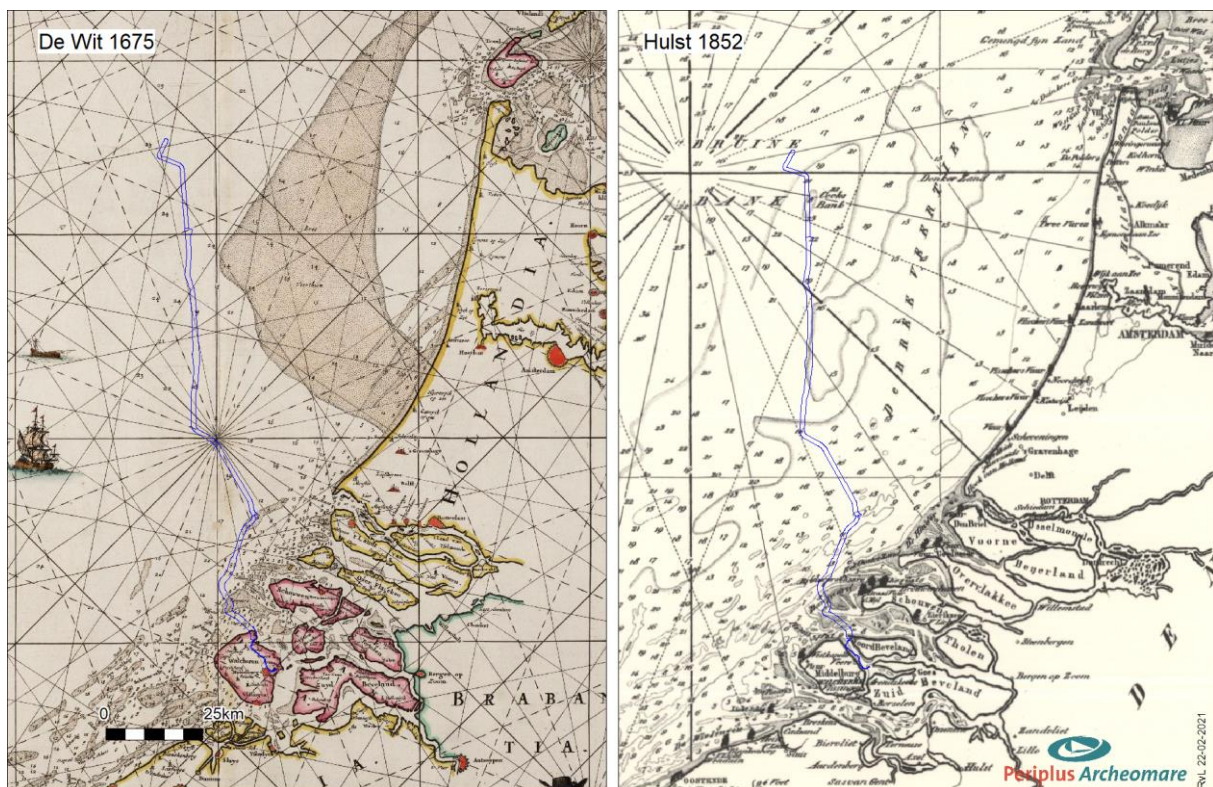
²² Dijkstra en Ketelaar 1965.

²³ Waasdorp 1999.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland.²⁴ Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijkopen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.²⁵ Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. In 1282 wordt het gehucht Kampveere of Ter Veere genoemd in een oorkonde. Uit het document blijkt dat Wolfert van Borsele, ambachtsheer van Zandijk, en zijn vrouw Sybille een aantal van hun bezittingen, waaronder een haven met recht op havengeld, overdragen aan de vrouw van graaf Floris V, gravin Beatrix.²⁶ De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.



Afbeelding 17. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852).

²⁴ Van de Noort 2011.

²⁵ Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.

²⁶ <https://www.zalig-zeeland.com/zeeuwse-almanac/veere-bakermat-van-de-koninklijke-marine>.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de Tweede Wereldoorlog meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.²⁷ De verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.²⁸

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige top laag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de top laag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken. Ter plaatse van de eerder besproken zandwingebed P17A, die door het kabeltracé worden gekruist heeft zandwinning tot 2 meter diepte plaatsgevonden (zie afbeelding 10).

2.4. Geologische gegevens (LS04)

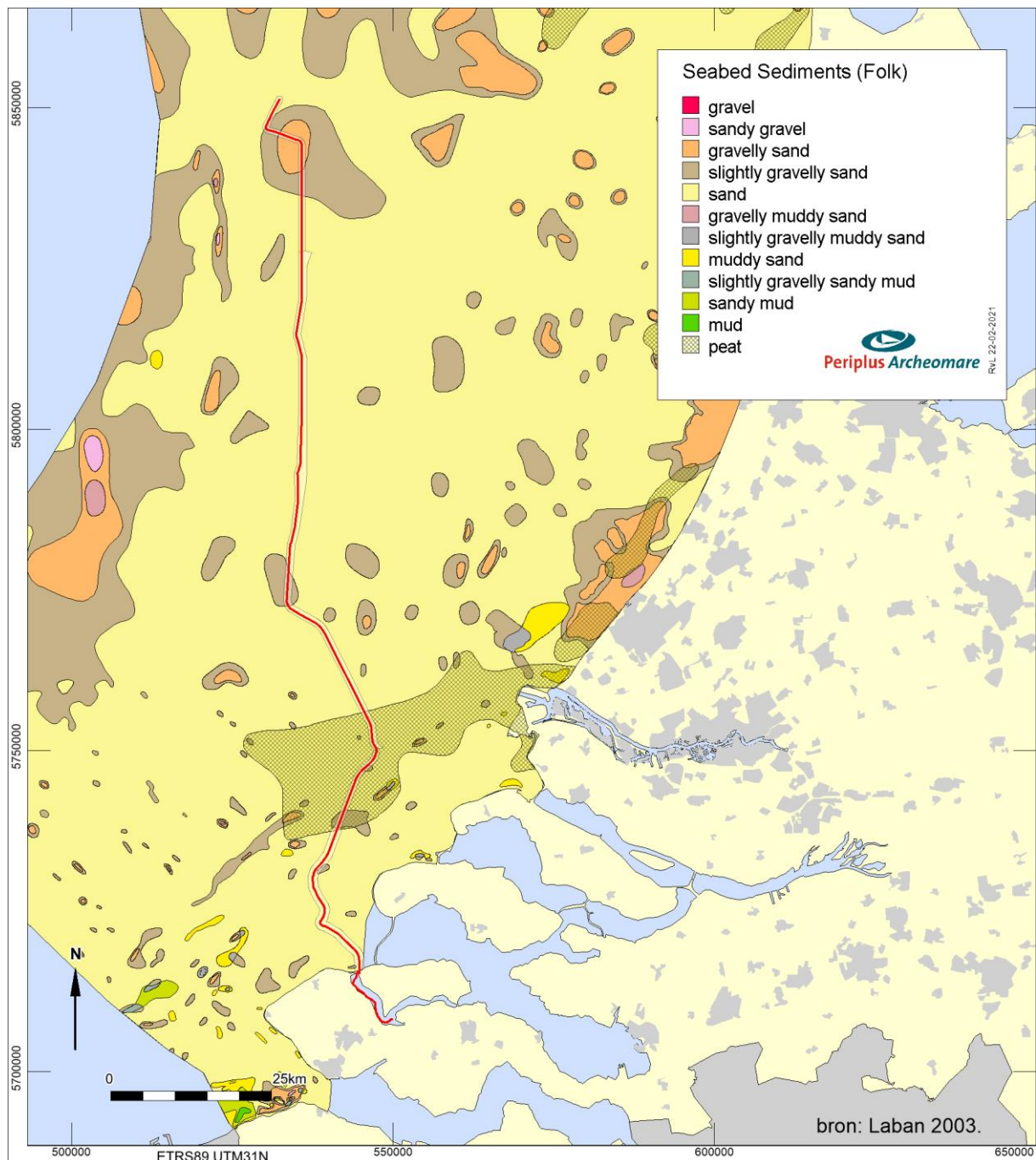
De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 18). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het VKA-tracé doorkruist gebieden met vroeg-holocene afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaan uit het *Bligh Bank Laagpakket*, de *Formatie van Naaldwijk*, de *Formatie van Echteld* en de *Formatie van Nieuwkoop*. Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridors van het VKA-tracé van 0 tot 33.6 meter.

²⁷ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

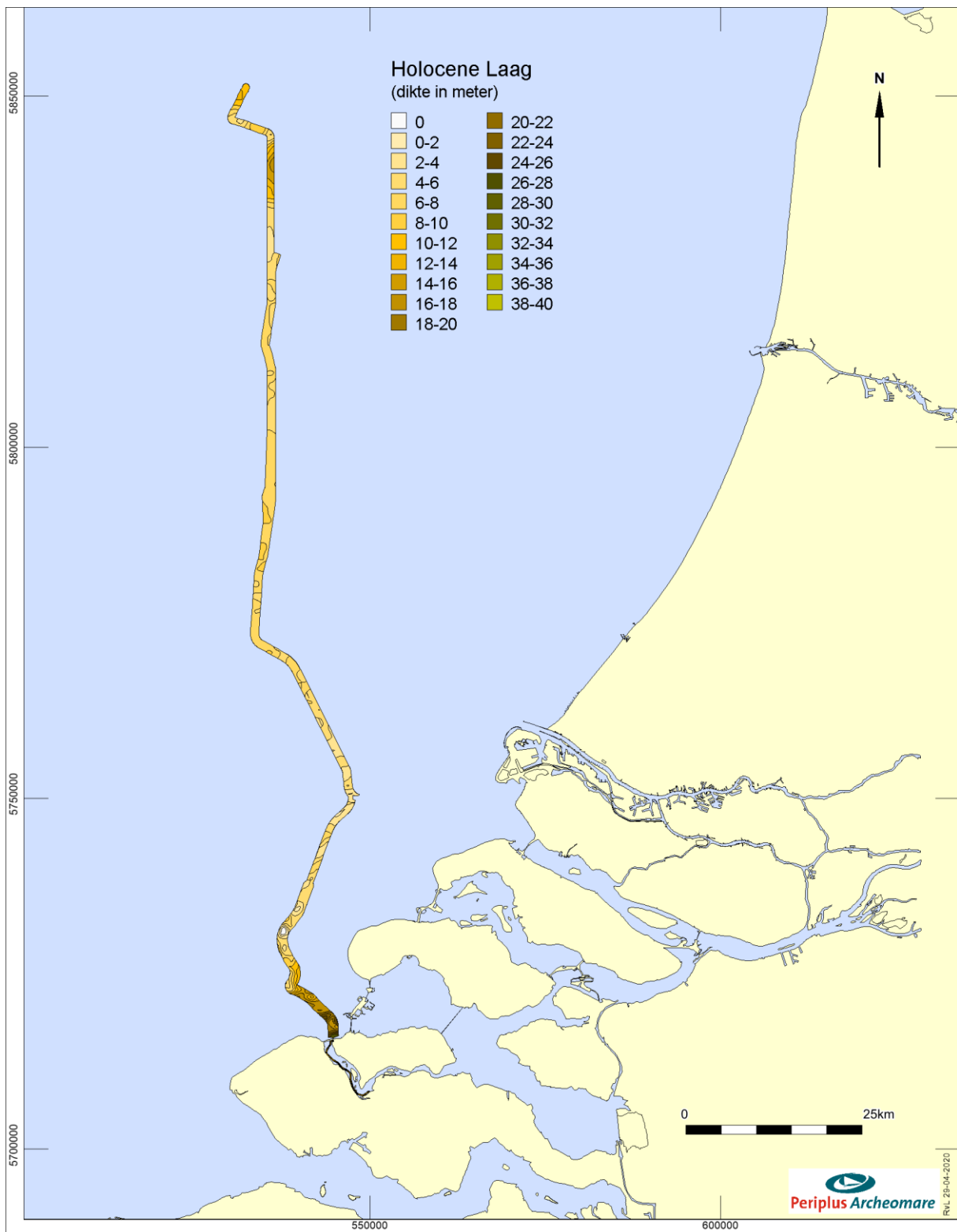
²⁸ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.



Afbeelding 18. Oppervlakesedimenten

Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort*. Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data van het GeoTOP-model, het TNO top pleistoceen model en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie.²⁹ Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 19).

²⁹ Ebbing 1992.



Afbeelding 19. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

De variaties van dikte van de *holocene* laag zijn weergegeven in tabel 11. Offshore, ten noorden van de Voordelta varieert de dikte van de *holocene* laag van 1 tot 12 meter. De verschillen in dikte zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de kruinen van zandduinen ligt de top van de pleistocene afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen tussen de duinen.

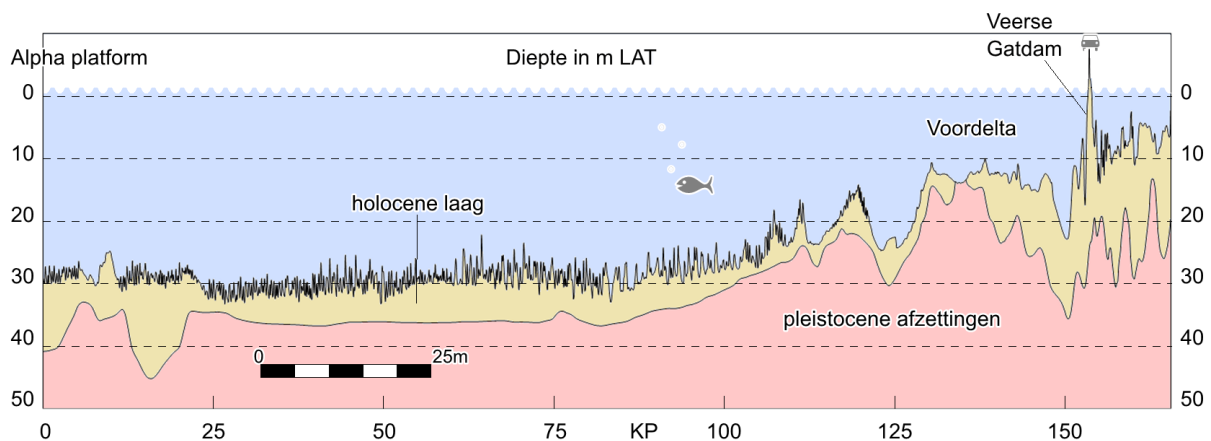
Toch is ook de top van het pleistoceen een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het Pleistoceen werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het pleistocene landschap kan door erosie tijdens het holoceen zijn veranderd. Hierbij kan erosie het oorspronkelijke reliëfrijke landschap hebben genivelleerd en kunnen geulen zijn ingesneden in de pleistocene ondergrond. Een duidelijke depressie is bijvoorbeeld zichtbaar op 15 km ten zuiden van het Alpha platform. De maximum dikte van de holocene laag is hier 18.5 meter.

In de voordelta zijn de verschillen in dikte van de holocene laag groot. Offshore dagzomen de pleistocene afzettingen plaatselijk. Dichter naar de kust wordt het pakket aan holocene afzettingen dikker. Nabij de Veerse Gatdam is de dikte van de holocene laag meer dan 30 meter.

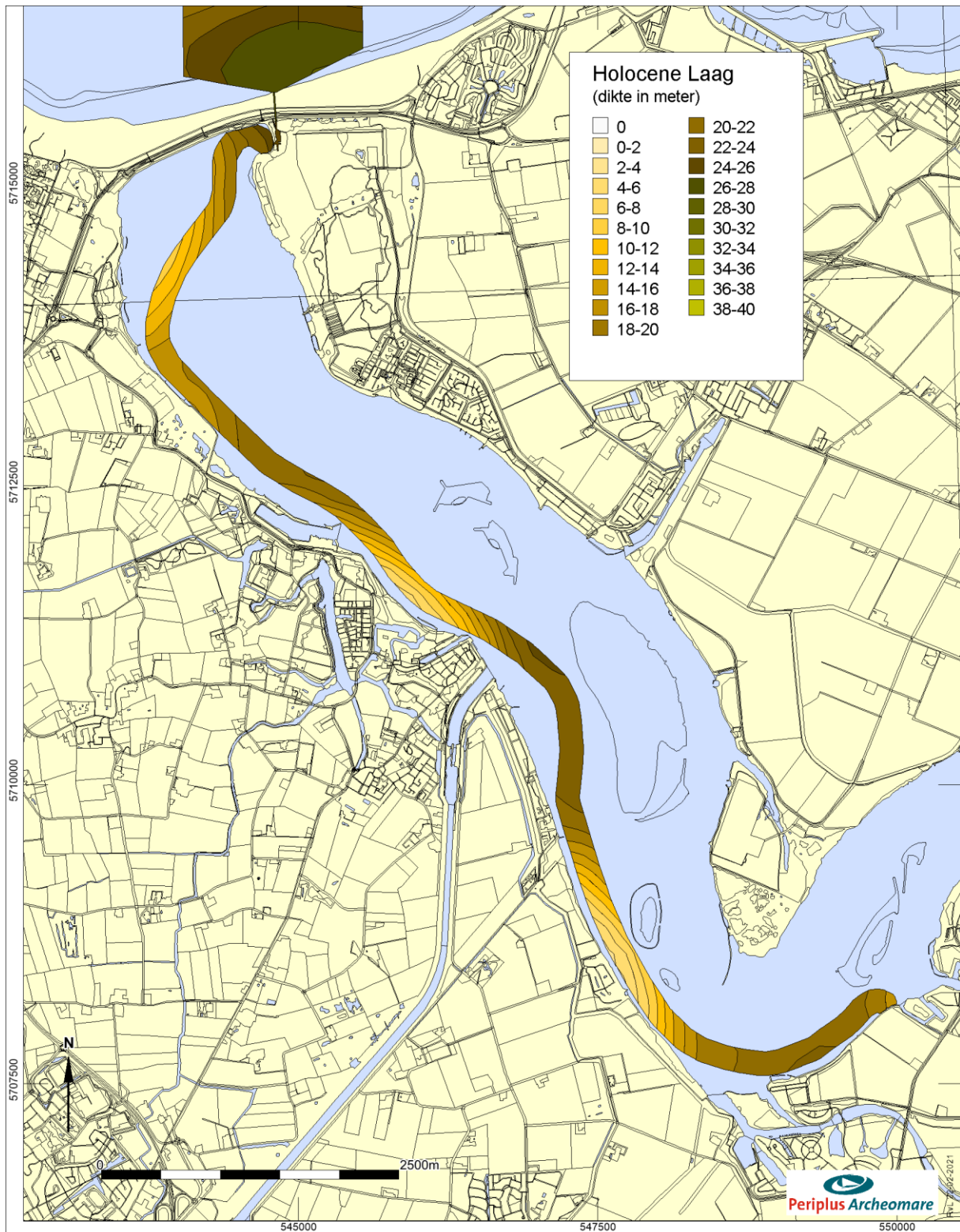
In het Veerse Meer is de dikte van de holocene laag groter dan 5 meter. Ook hier varieert de dikte sterk. Deze variaties houden verband met het voorkomen van diepe geulen en hoog opgeslibde zandplaten.

Sectie noord naar zuid	Lengte kabeltracé	Dikte holocene laag (m)	
		Minimum	Maximum
Offshore Alpha	31325 m	1.2	18.5
Offshore parallel Beta	80367 m	0.7	12.6
Offshore	15559 m	1.3	8.5
Voordelta	26396 m	0.0	33.6
Veerse Meer	10169 m	5.2	33.6

Tabel 11. Variaties in dikte van de holocene laag langs het VKA-tracé



Afbeelding 20. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen

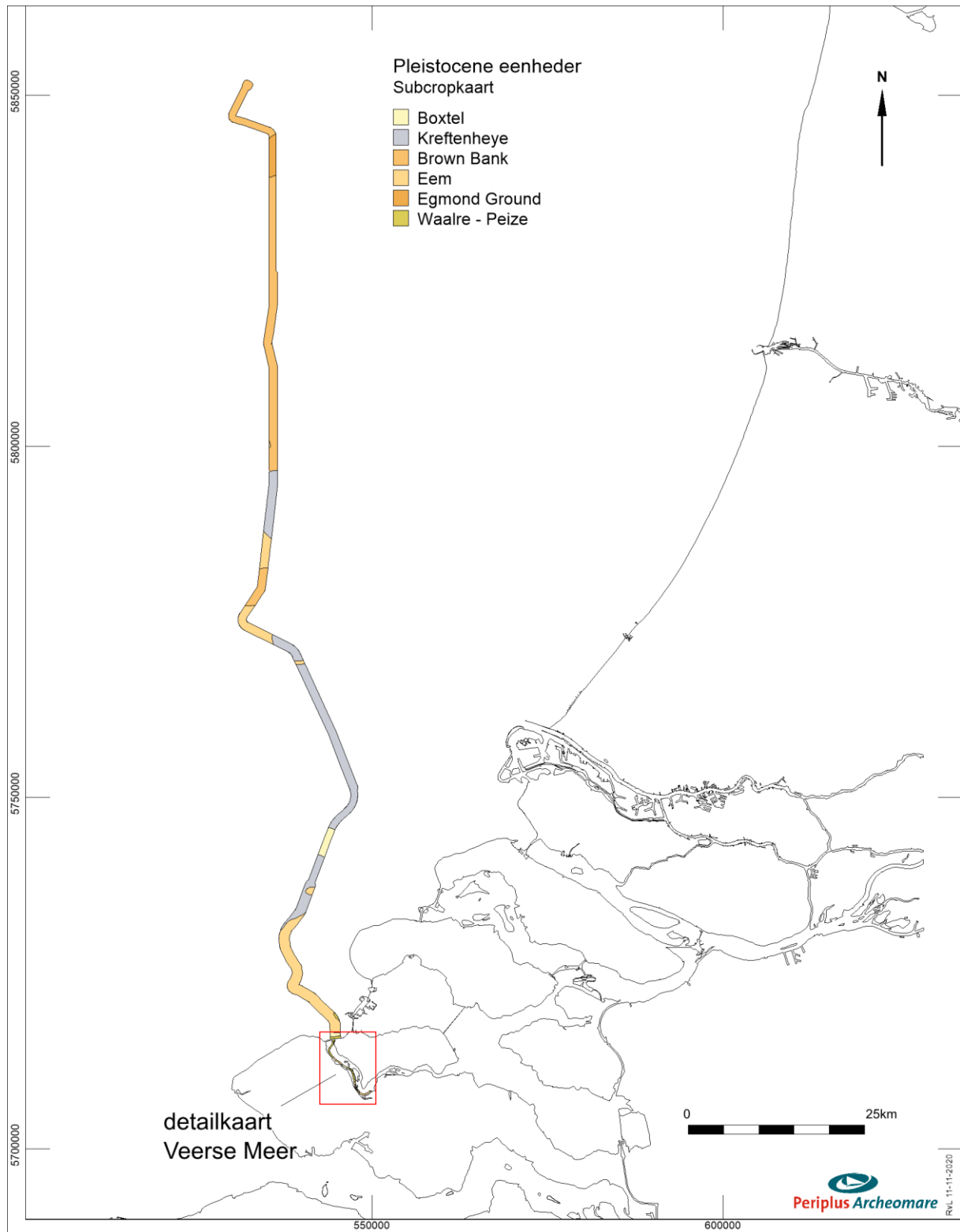


Afbeelding 21. Dikte holocene laag in het Veerse Meer

In afbeelding 22 zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van holocene afzettingen voorkomen.

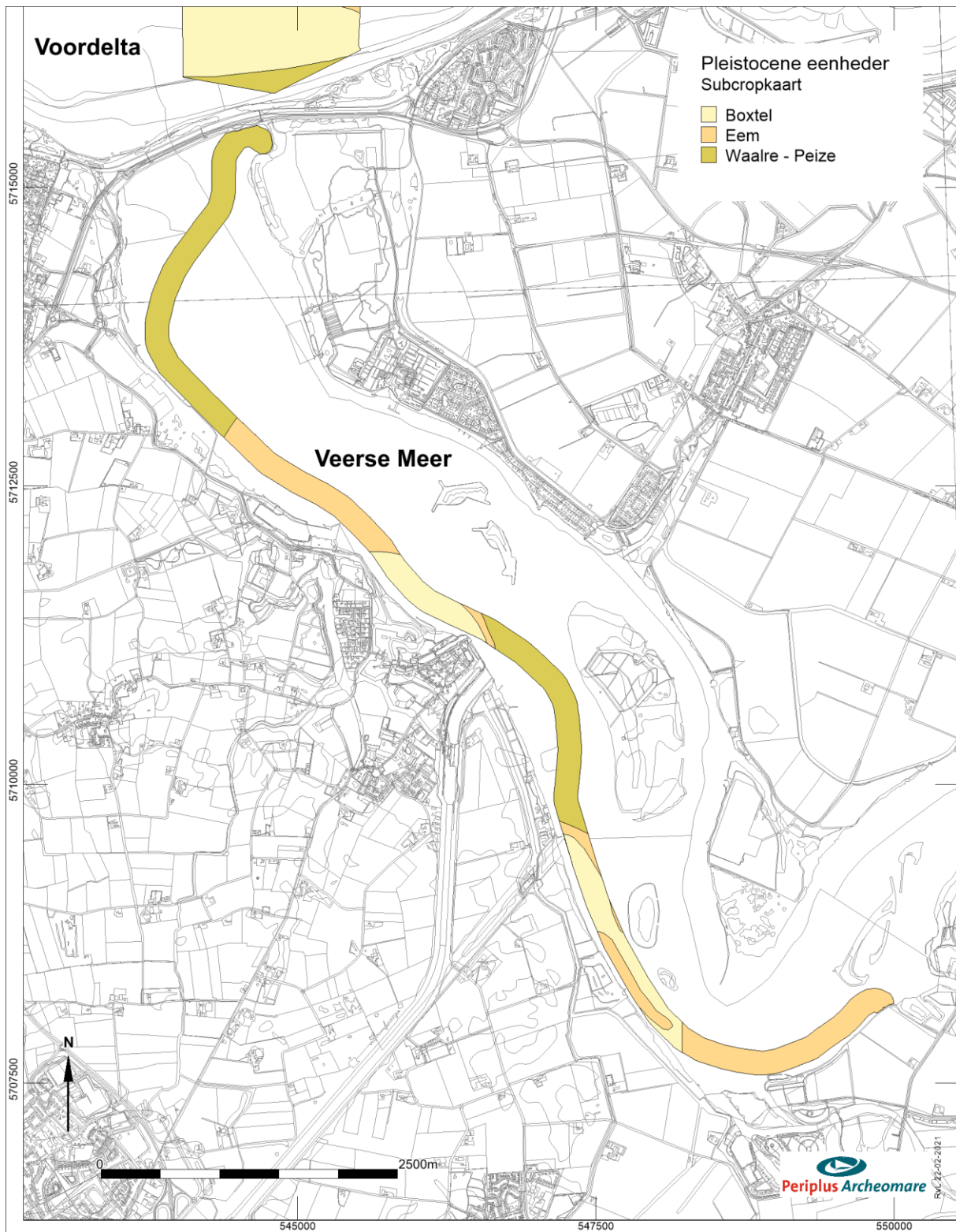
Uit de subcropkaart (afbeelding 19) blijkt dat de sedimenten die onder de *holocene* afzettingen schuil gaan, bestaan uit uiteenlopende *pleistocene* afzettingen.

De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket* en fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye*.



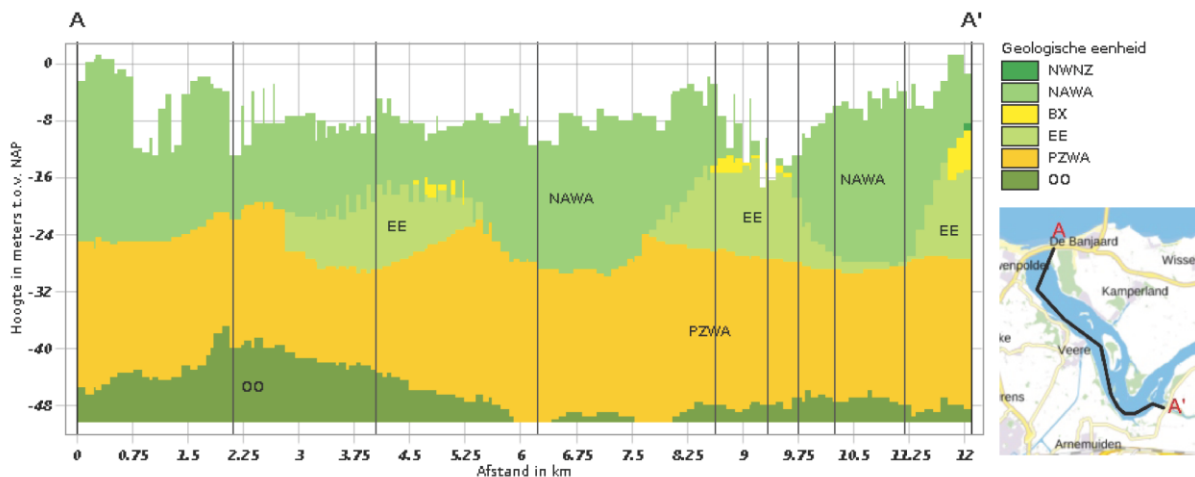
Afbeelding 22. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004 & GeoTOP)

In het Veerse Meer bestaan de *pleistocene* eenheden uit de rivierafzettingen van de *Formatie Waalre/Peize*, mariene afzettingen van de *Eem Formatie* en terrestrische afzettingen van de *Formatie van Boxtel*.



Afbeelding 23. Detail subcropkaart Top Pleistoceen & Tertiair (Laban 2004 & GeoTOP)

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Afbeelding 24. Profiel Veerse Meer (bron: DINO Loket)

Afbeelding 24 toont een geologisch profiel van het Veerse Meer. In het profiel is te zien dat plaatselijk mariene afzettingen van de *Eem Formatie* en terrestrische afzettingen van de *Formatie van Boxtel* bewaard zijn gebleven. Daaronder komen oudere rivierafzettingen van de *Formatie van Waalre* voor. Zowel de *pleistocene* als de *holocene* lithostratigrafische eenheden die in het onderzoeksgebied voorkomen worden hieronder uitgebreider besproken.

Formatie van Waalre | Peize

De *Formatie van Waalre* bestaat uit gestapelde fining-upward sequenties³⁰ van grijs tot grijswit uiterst fijn tot uiterst grof (63-2000 µm), glimmerhoudend zand. Het zand is deels bont met rode korrels in grove fractie en plaatselijk sterk grindig (o.a. lags). Binnen de opeenvolging kunnen blauwgrijze tot bruin-grijze kleilagen en -laagjes, siltig tot zandig, met veeninschakelingen en sideriet voorkomen. De gelaagde klastische sedimenten zijn afgezet door meanderende rivieren, met geul-, kronkelwaard-, oever- en komafzettingen. De formatie omvat ook estuariene en lagunaire klei met lagen zand en humeus materiaal. De afzettingen dateren uit het laat Pliocen (Reuverien) tot vroeg Pleistoceen (Menapien).

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground Formatie* wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee zijn afgezet.³¹ Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en

³⁰ Fining upward: de laagjes zand, silt en klei worden naar boven toe dunner.

³¹ Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

meren die achter bleven in de glaciële bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn.³² Tijdens het *Weichselien* traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviaïele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*.³³ Aan het eind van het *Weichselien* stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-holocene klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 25). Het gaat hier om vroeg-holocene kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

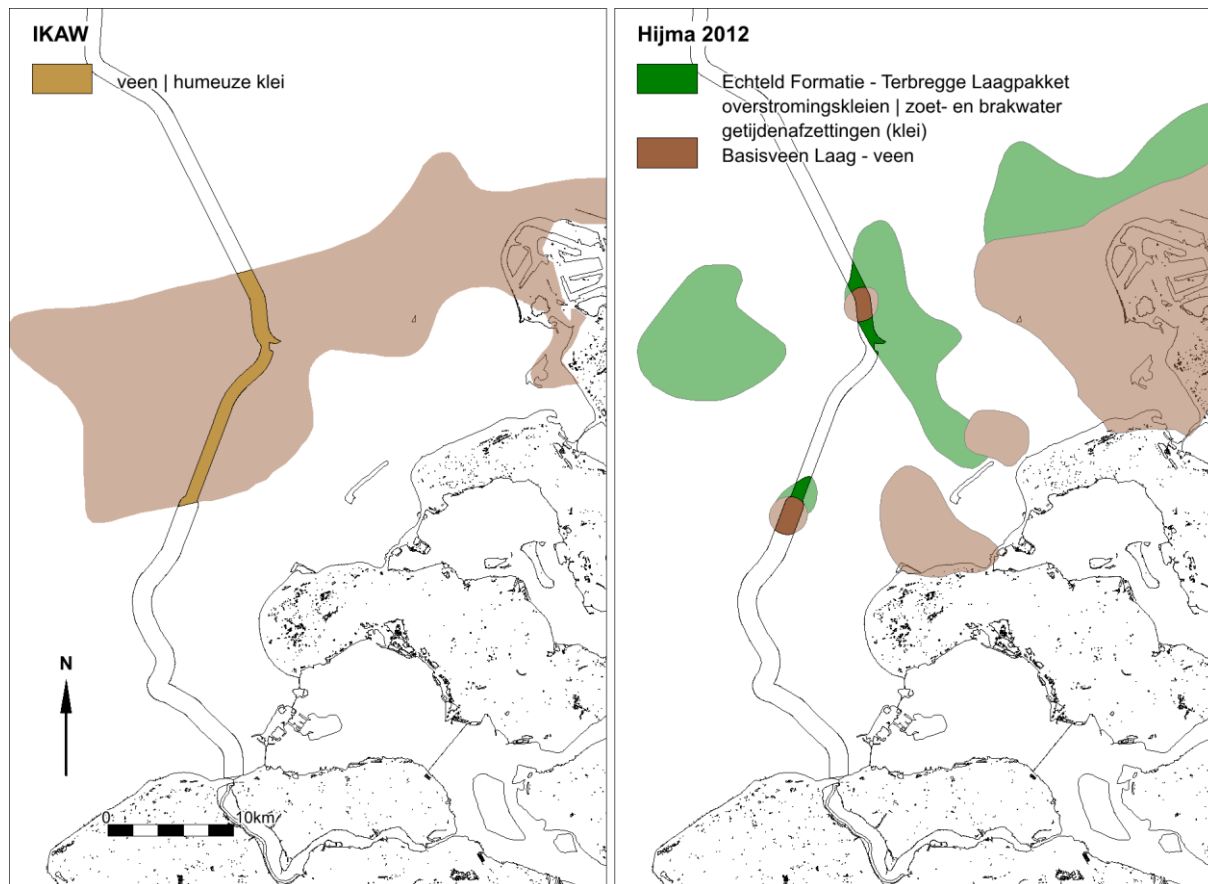
De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en diensgevolge de vegetatie explosief toenam.

In afbeelding 25 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma.³⁴ Hijma heeft de voorkomens van veen (*Formatie van Nieuwkoop*|*Basisveen Laag*) en zoet- en brakwatergeïjdenafzettingen (*Echteld Formatie*|*Terbregge Laagpakket*). De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-holocene venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.

³² Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

³³ Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.

³⁴ Hijma 2012.



Afbeelding 25. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket)

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)*.

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerder *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen en juveniele brakwaterkokkels. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen* aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)*.

Bligh Bank Laagpakket

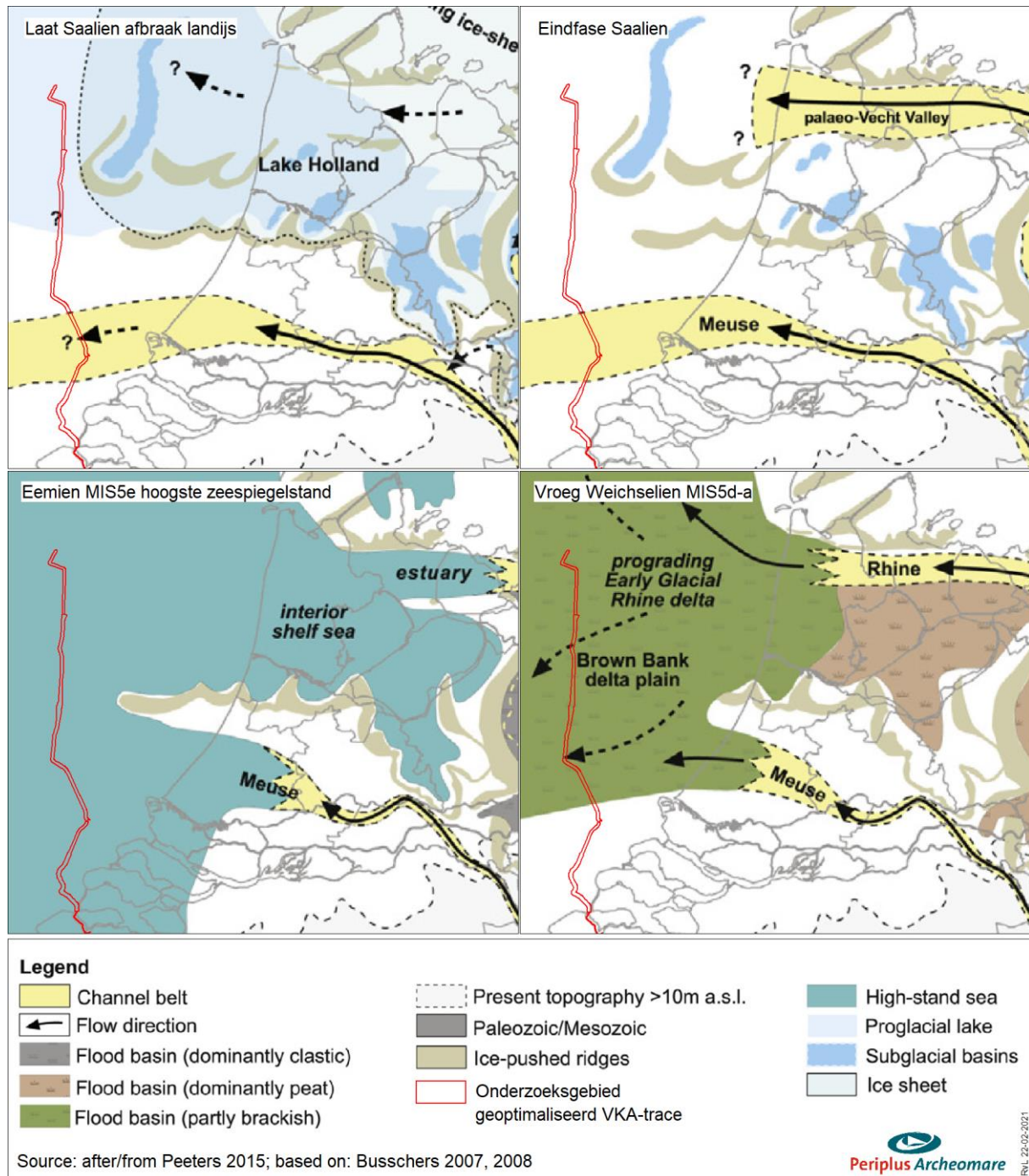
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het kabeltracé BSL-2 in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 26; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 26.

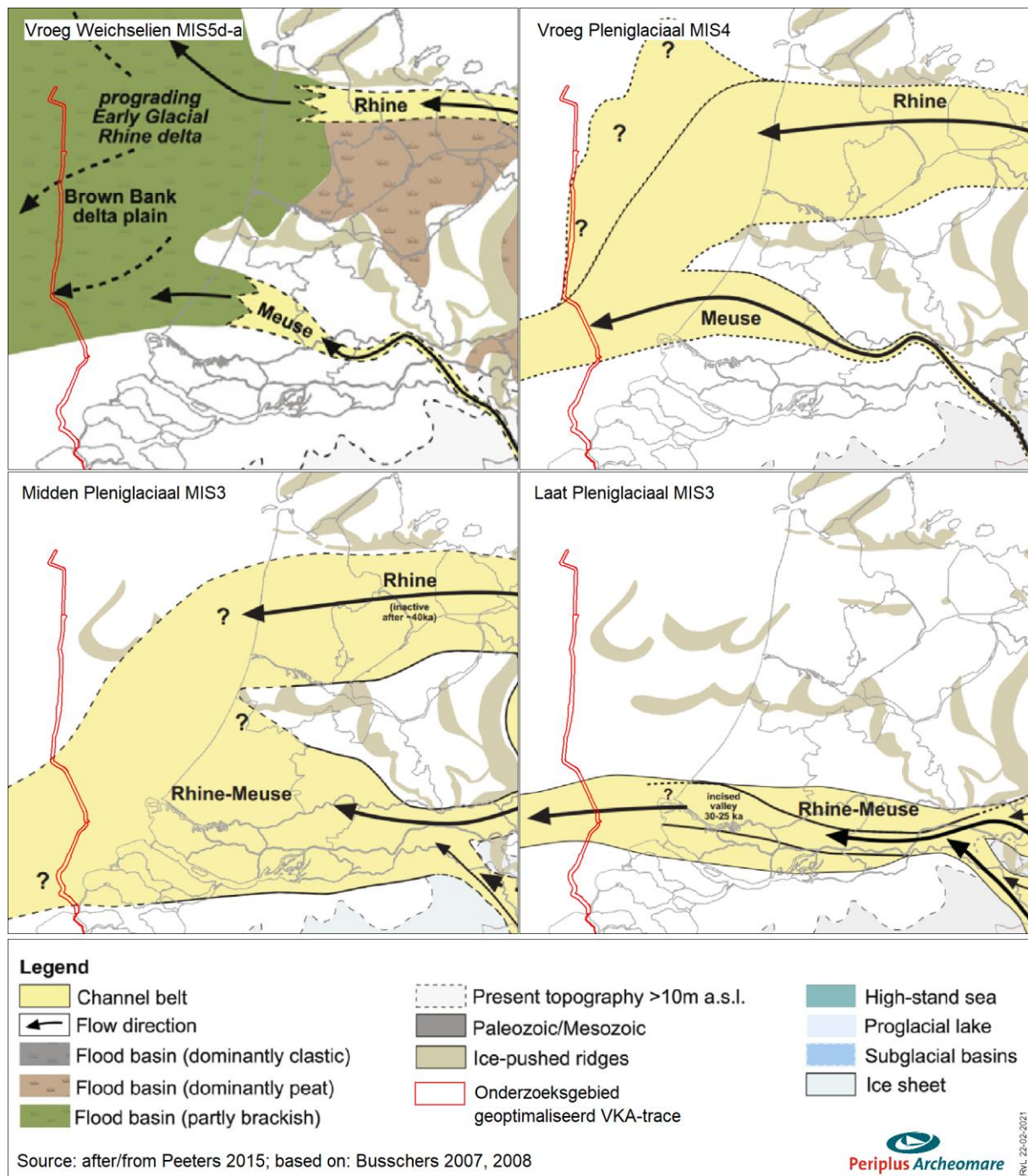
Afbeelding 27 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Weichselien* en verklaard het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	zand	Holoceen	open marien	mobile laag
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	marien	strand
	Walcheren	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend
Egmond Ground	-	fijn zand	Holsteinien	open marien	schelpenhoudend
Waalre-Peize	-	klei en zand	Laat-Pliocene en Vroeg-Pleistoceen	fluviatische en estuariene afzettingen	geulopvullingen, kom-, oever- en crevasseafzettingen; estuariene en lagunaire afzettingen

Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 26. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien



Afbeelding 27. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 28).³⁵

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.³⁶ De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 29).³⁷ Deze archeologische potentiële kaart is voor een grotendeels gebaseerd op de Top Pleistocene map,³⁸ waarbij aan de door holocene afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-holocene klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie.³⁹ Zo is in gebieden waar door Laban de Boxel Formatie is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuaire Laate *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laate *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuaire’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laate *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuaire’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte

³⁵ IKAW 3^e generatie, RCE 2008.

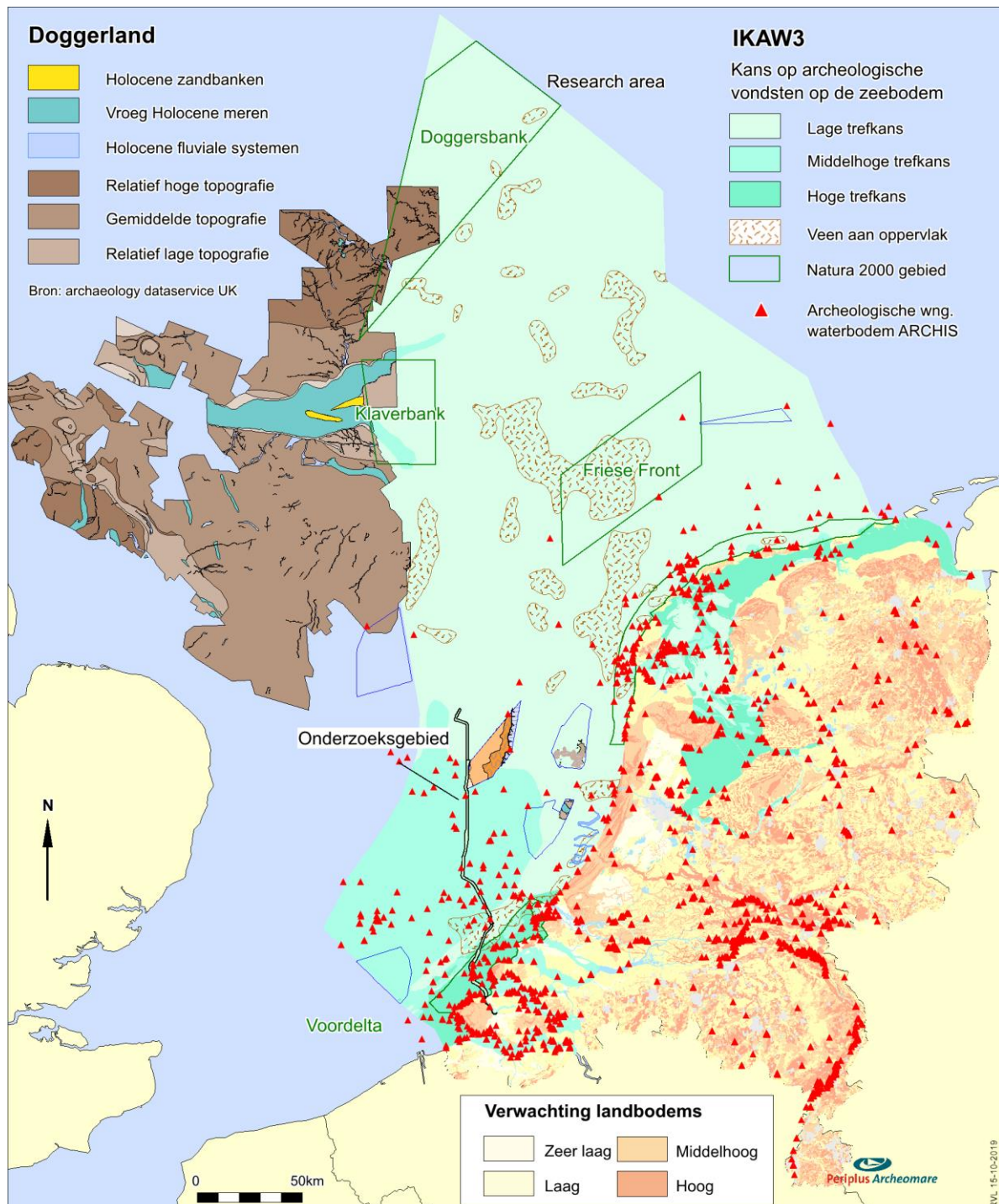
³⁶ Zie het project ‘North Sea paleolandscapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).

³⁷ Vonhögen . 2016.

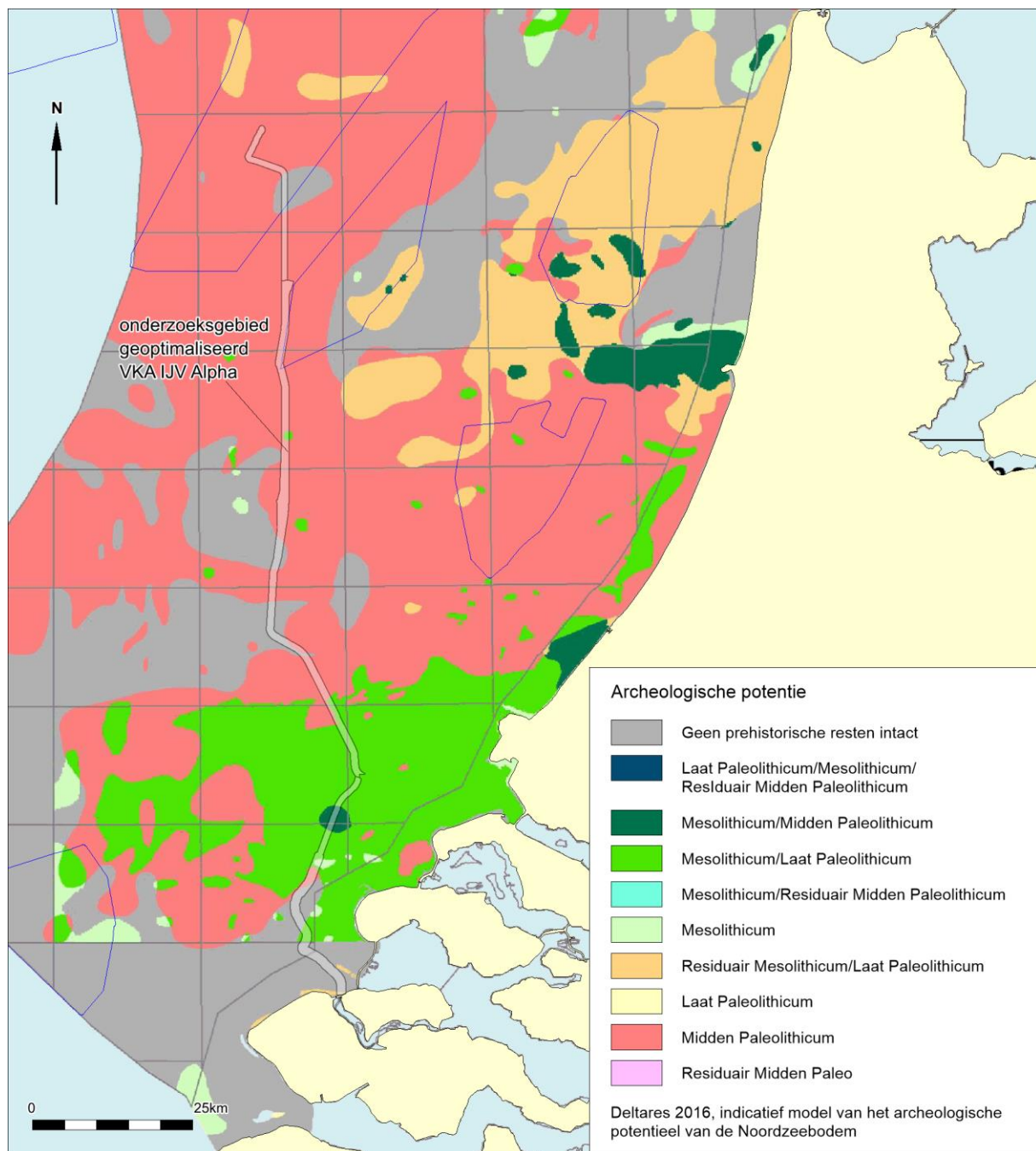
³⁸ Laban 2004.

³⁹ Bronbestand veen en klei: IKAW.

lithostratigrafische eenheden gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



Afbeelding 28. Overzichtskartaat archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat



Afbeelding 29. Archeologische potentie voor prehistorische resten

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het VKA-tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* te verwachten. In het centrale zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

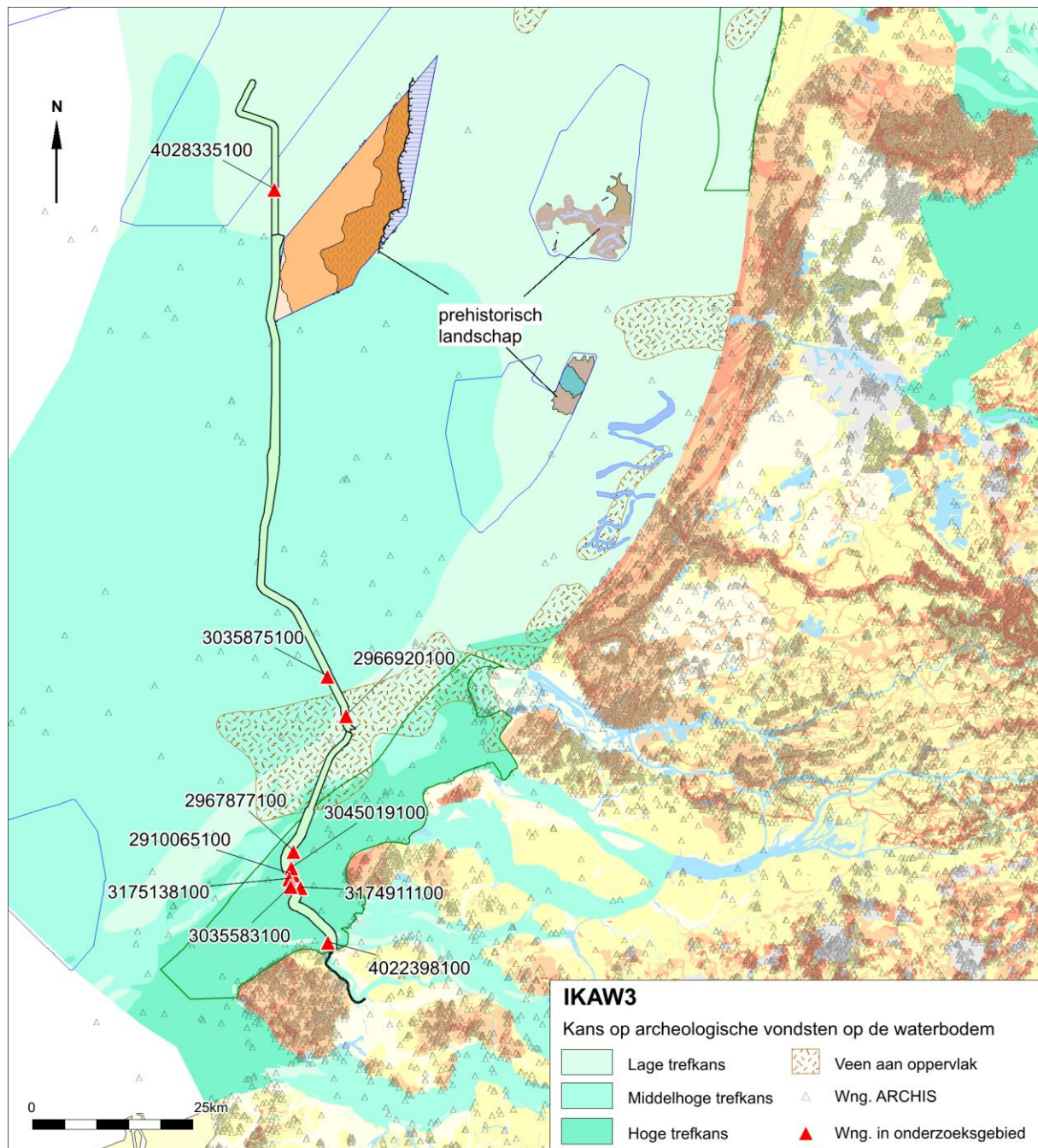
In de Voordelta wordt geen intacte prehistorische resten verwacht. Het gekarteerde gebied waar geen intacte prehistorische resten worden verwacht valt samen met gebieden waar aan de top van de pleistocene opeenvolging mariene afzettingen van de Eem Formatie of oudere Tertiaire formaties worden verwacht. Het is echter belangrijk om hierbij aan te tekenen, dat volgens de paleogeografische kaarten van Peeters (zie) na de afzetting van mariene sedimenten tijdens het Eemien, tijdens het Weichselien de Rijn door het gebied stroomde. Het gevonden Neanderthaler schedelfragment is vermoedelijk afkomstig

uit de context van deze rivierafzettingen, wat erop wijst dat ook gebieden die volgens de kaart met een lage archeologische potentie hebben, prehistorische resten kunnen bevatten.

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 30. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord. Tijdens de aanleg van kabels naar het Hollandse Kust (zuid) windpark zijn op de kabeltrencher meer dan 45 kjaar oude mammoetbotten gevonden, die afkomstig zijn uit primaire context. In met fijn zand opgevulde geulen zijn de botten zeer goed bewaard gebleven.⁴⁰ Dit heeft geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de Formatie van Kreftenheye worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Binnen de corridors van het VKA-tracé zijn 10 archeologische vindplaatsen bekend; binnen deze vindplaatsen zijn 13 vondsten gemeld. 10 vondsten betreffen scheepswrakken, onderdelen van wrakken of scheepvaartgerelateerde objecten. De scheepvaartgerelateerde vondsten worden verderop in dit hoofdstuk besproken. De overige 3 vondsten betreffen fragmenten aardewerk en botresten uit de Late IJzertijd en de Romeinse tijd. De vondsten zijn beschreven in tabel 13; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 30.

ARCHIS zaakid.	Locatie			Materiaal	Periode		NCN nr.
	RDx	Rdy	Toponiem		Van	Tot	
2910065100	28771	413792	Schouwen Banjaard 1	Schip	NTM	NTL	9316
2910065100	28771	413792	Schouwen Banjaard 1	Anker	NT	NTL	9316
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	Schip	NTL	NTL	364
2967877100	28864	417467	Hondengat 1 Ncp Blok S5	Schip	NTM	NTL	193
3035583100	28296	411980	Schouwen Banjaard 2	Schip	NTM	NTL	9317
3035875100	35084	444686	Ncp Blok S2 1	Schip	NT	NT	382
3045019100	28435	414910	Geul Van De Banjaard 3 Ncp Blok S5	Schip	NT	NT	192
3174911100	29817	411786	Geul Van De Banjaard 1 Ncp Blok S5	Vaatwerk	ROM	ROM	9160
3175138100	28015	413225	Noordzee Monding Oosterschelde Ncp Blok S5	Schip	NTL	NTL	9339
4022398100	33800	403125	Hompels	Bot	ROM	NT	20097
4022398100	33800	403125	Hompels	aardewerk, handgevormd	ROMVA	ROMLB	20097
4022398100	33800	403125	Hompels	scheepsonderdeel	ROM	NT	20097
4028335100	29245	520972	Anna Graebe	metalen scheepsonderdeel	NT	NT	2081

Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA

Het merendeel van de archeologische vondsten dat niet gerelateerd is aan scheepswrakken, betreft vondsten uit de prehistorie en (proto)historie. Buiten het onderzoeksgebied zijn ook resten uit andere perioden bekend, zoals benen en vuurstenen artefacten uit de Steentijd en resten uit de Bronstijd.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

⁴⁰ Cassée et al., 2021.

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

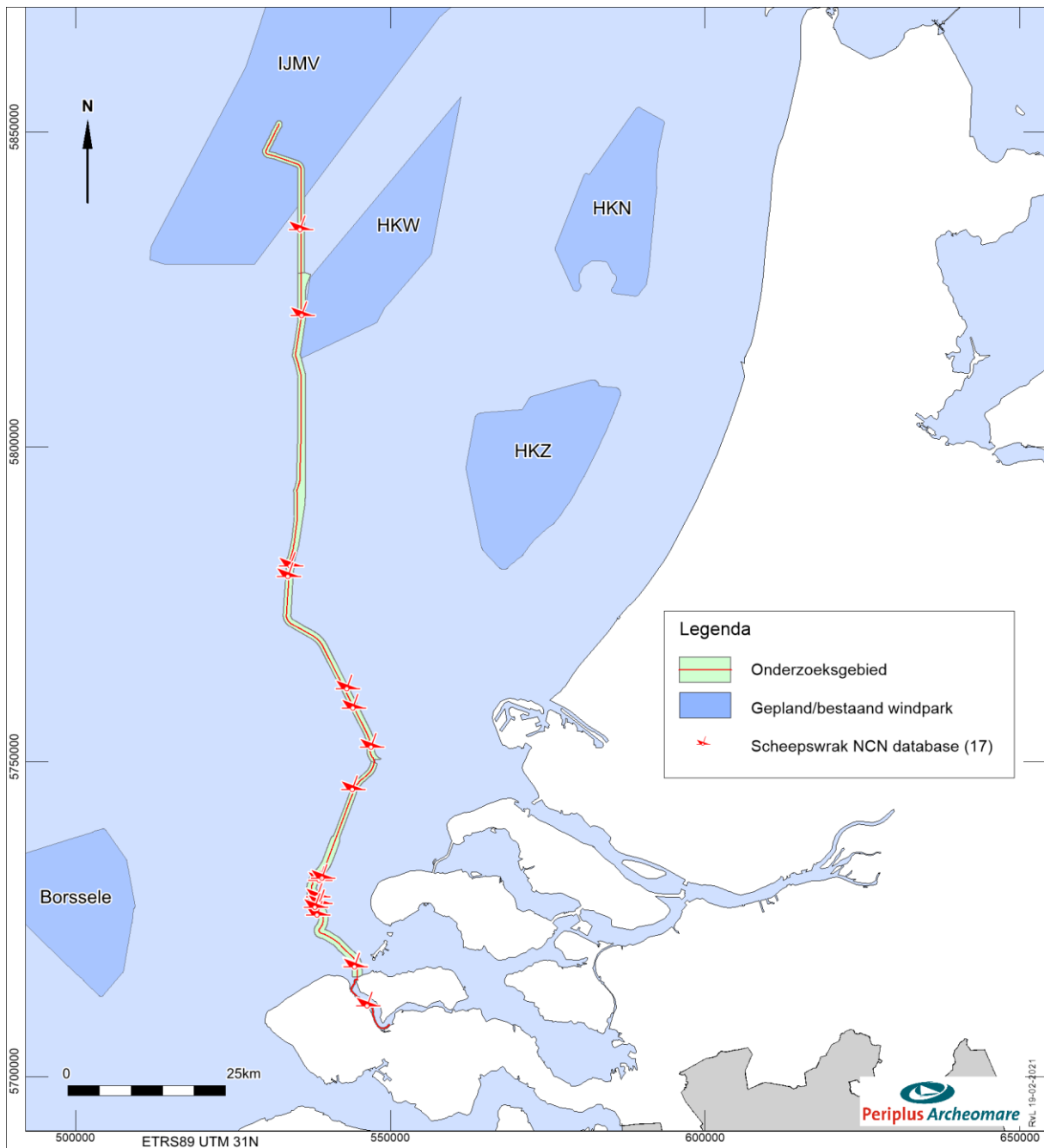
- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta.⁴¹

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

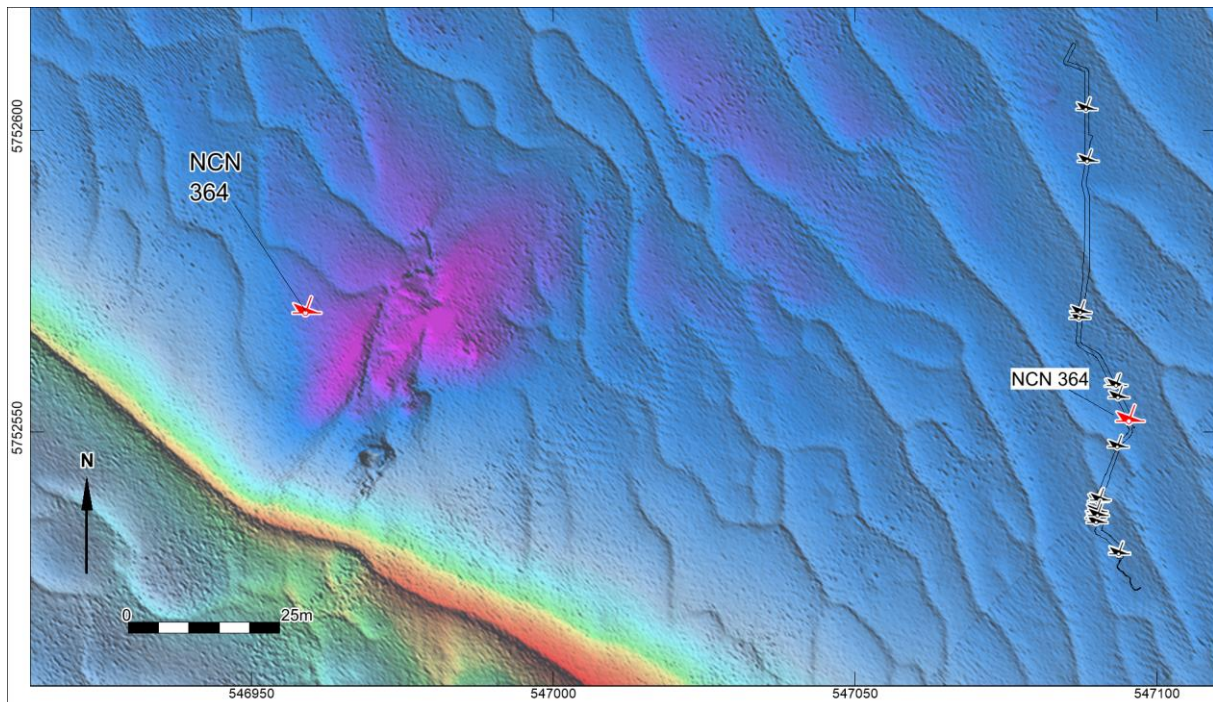
In totaal zijn 17 scheepswrakken en 77 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 31. Een lijst van de 17 bekende scheepswrakken binnen de corridors van het geoptimaliseerde VKA is opgenomen in bijlage 3.

⁴¹ Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.

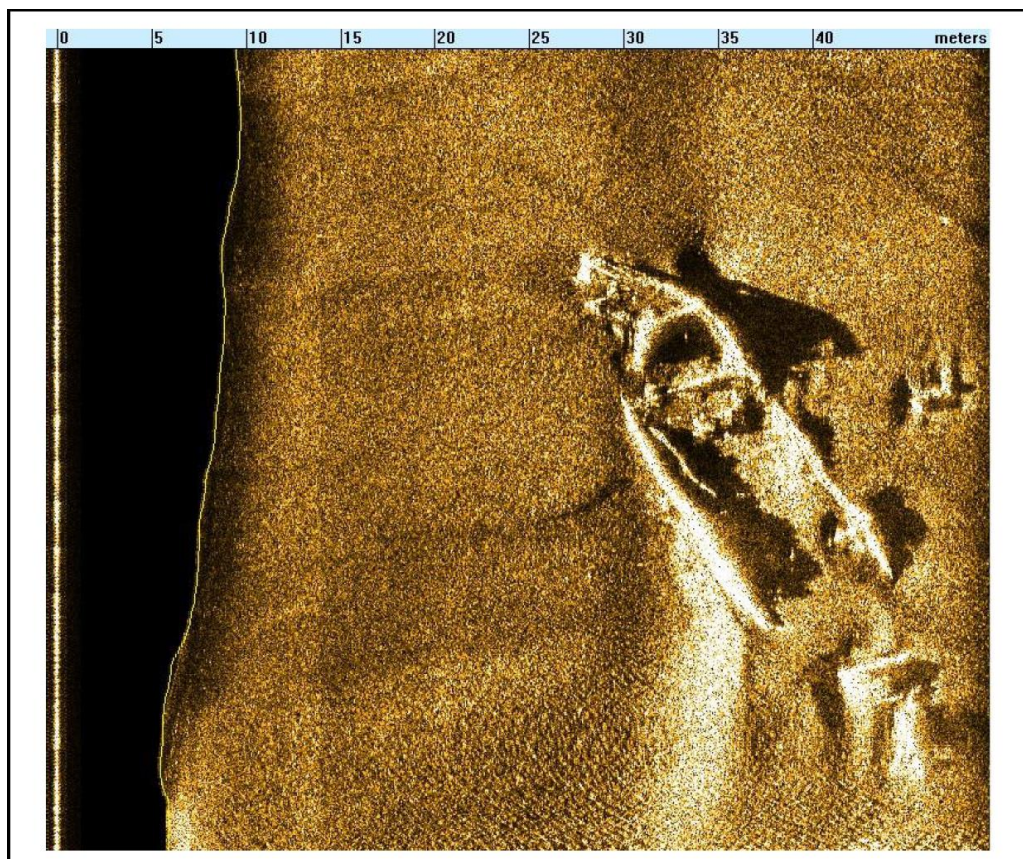


Afbeelding 31. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.

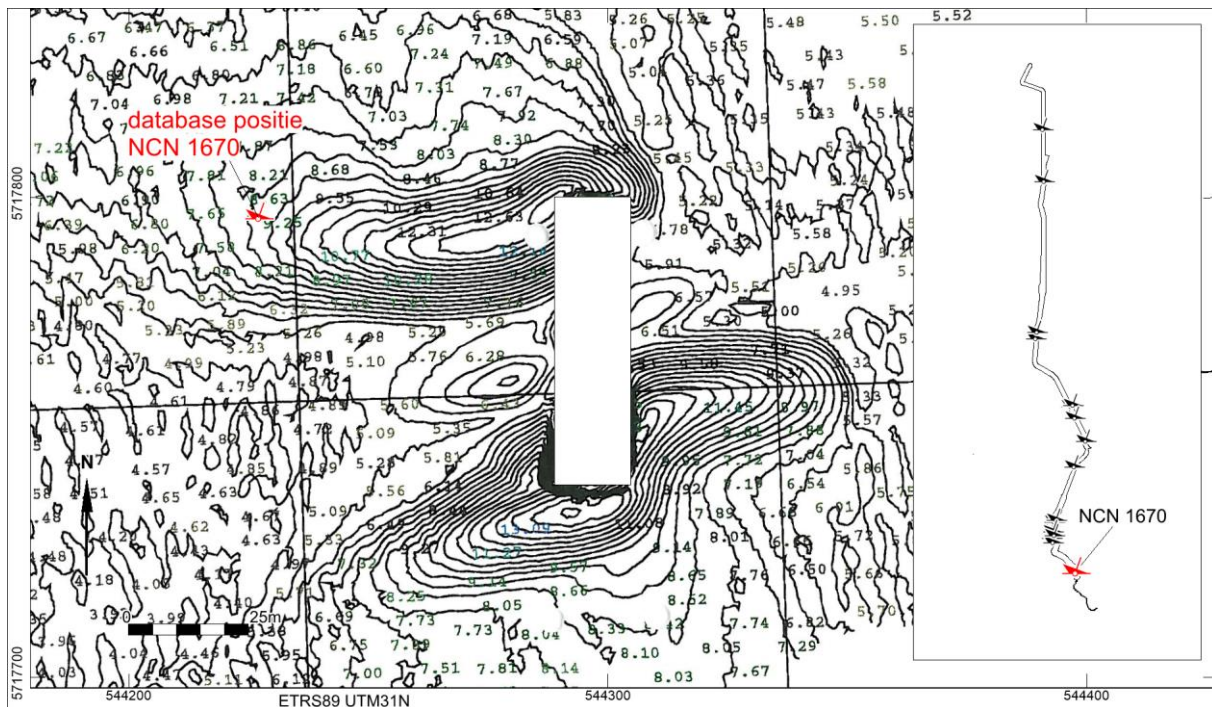


Afbeelding 32. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 33. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk negentiende-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.



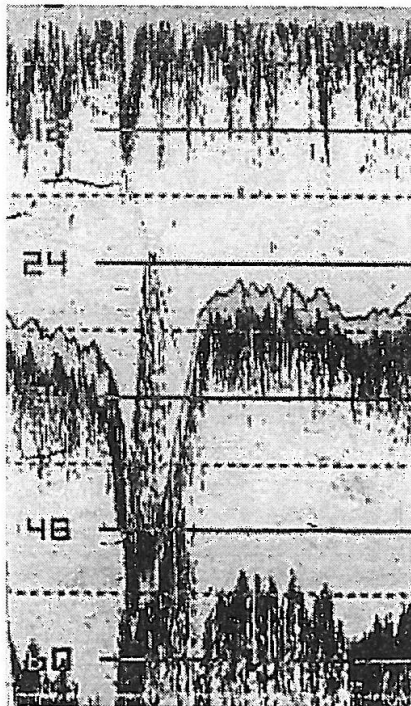
Afbeelding 34. Dieptecontourenkaart – vindplaats betonnen caisson AX 177 gezonken op 10 juli 1953 (NCN 1670)

NCN 1670 betreft een betonnen caisson, dat in 1953 verloren is gegaan. De afmetingen zijn niet geregistreerd in de NCN database. Volgens het Zeeuws Dagblad 18 maart 1954 was het caisson 60 m (lengte) x 20 m (breedte) x 25 m (hoogte). Afschaling van de dimensies op de dieptecontourenkaart bevestigt de lengte en breedte van het caisson. Op de dieptekaart zijn meters diepe slijpgeulen zichtbaar aan de noordwestkant en zuidkant van het caisson. Gezien de hoogte van het caisson en de getijdenstromingen in het gebied is dit niet verbazingwekkend. Volgens NCN database-gegevens ligt het caisson slechts op -1.5 m LAT.



Caisson AX 177

N 51°36'62 - E 03°38'47



Lokatie: Oostkop Hompels
Hoogte van het wrak: 3 meter
Diepte: 7 meter

Na de overstromingsramp in de winter van 1953, zag men onmiddellijk de noodzaak om, net zoals na de 2e wereldoorlog, Britse caissons (grote betonnen bakken) te gebruiken om de bressen in de dijken te dichten. Voor 80.000 gulden per stuk, leverde de Britse regering 8 AX-caissons aan Nederland.

Op dat moment lagen de bakken afgezonken voor Portland en deden daar dienst als golfbreker. De firma L. Smit en Co kreeg de opdracht om ze via het kanaal naar Zeeland te slepen. Zo vertrok de AX 177 op 10 juli 1953 in Engeland om enkele dagen later te stranden op de oostkop van de Hompels en er nooit meer af te komen.

Afbeelding 35. Achtergrondinformatie van het gezonken caisson AX 177 (NCN 1670)

Van de in totaal 17 wrakken die binnen de corridor van het VKA-tracé bekend zijn, zijn 8 opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.⁴² 5 wrakken betreffen resten van schepen en een caisson, die na 1950 gezonken zijn. Een van deze 5 recente wrakken is het wrak van een zeilbootje in het Veerse Meer, dat op 13 juni 2006 geborgen is (NCN 15902). De recente wrakken hebben waarschijnlijk geen archeologische waarde. Hierbij moet worden aangetekend dat het caisson zeker een herinneringswaarde heeft, omdat de caissons gebruikt zou worden voor het dichten van de gaten die tijdens de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen. Van de overige 12 wrakken, waaronder een 18^e eeuws zeilschip (NCN 9317) en 19^e eeuws stoomschip (NCN 364) is de archeologische waarde nog niet bepaald. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 77 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 14 en afbeelding 36.

Object	Aantal
Onbekend object	39
Kabel / ketting	16
Steen	13
Bodemverstoring	5
Archeologische vindplaats	2
Boeisteen met ketting	2
Totaal	77

Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database

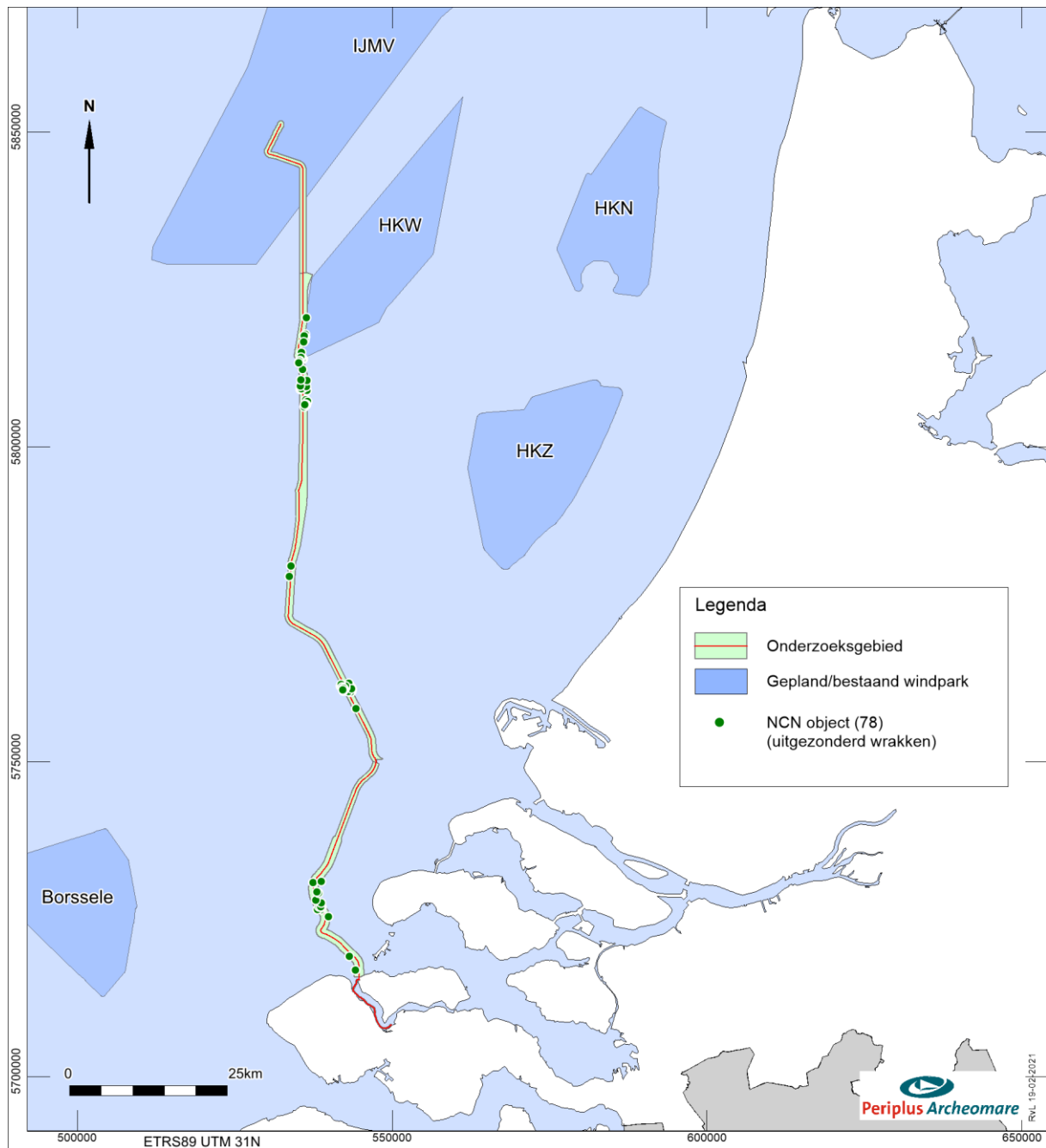
De twee archeologische vindplaatsen betreffen de vindplaatsen Hompels (zaakidentificatie 4022398100; 3 vondsten) en Geul Van De Banjaard 1 Ncp Blok S5 (zaakidentificatie 3174911100; 1 vondst). Op beide vindplaatsen zijn artefacten uit de Romeinse tijd aangetroffen (zie tabel 13).

Bij de vindplaats Geul Van De Banjaard 1 Ncp Blok S5 gaat het om de vondst van Romeins vaatwerk. Deze vondst is ver uit de kust; de herkomst is niet duidelijk.

Bij de vindplaats Hompels gaat het om handgevormd Romeins aardewerk, botmateriaal en een scheepsonderdeel (datering Romeinse tijd - Nieuwe tijd). De vindplaats Hompels lag volgens paleogeografische kaarten in de Late IJzertijd op een strandwal.⁴³ Deze strandwal ging in de Romeinse tijd door de stijgende zeespiegel ten onder. Het is daarom niet uit te sluiten dat het bij deze vindplaats om (verspoelde?) bewoningsresten gaat.

⁴² Van 1 van de 8 wrakken. De Anna Graebe (NCN 2081) is het ARCHIS-nummer nog niet opgenomen in de NCN-database.

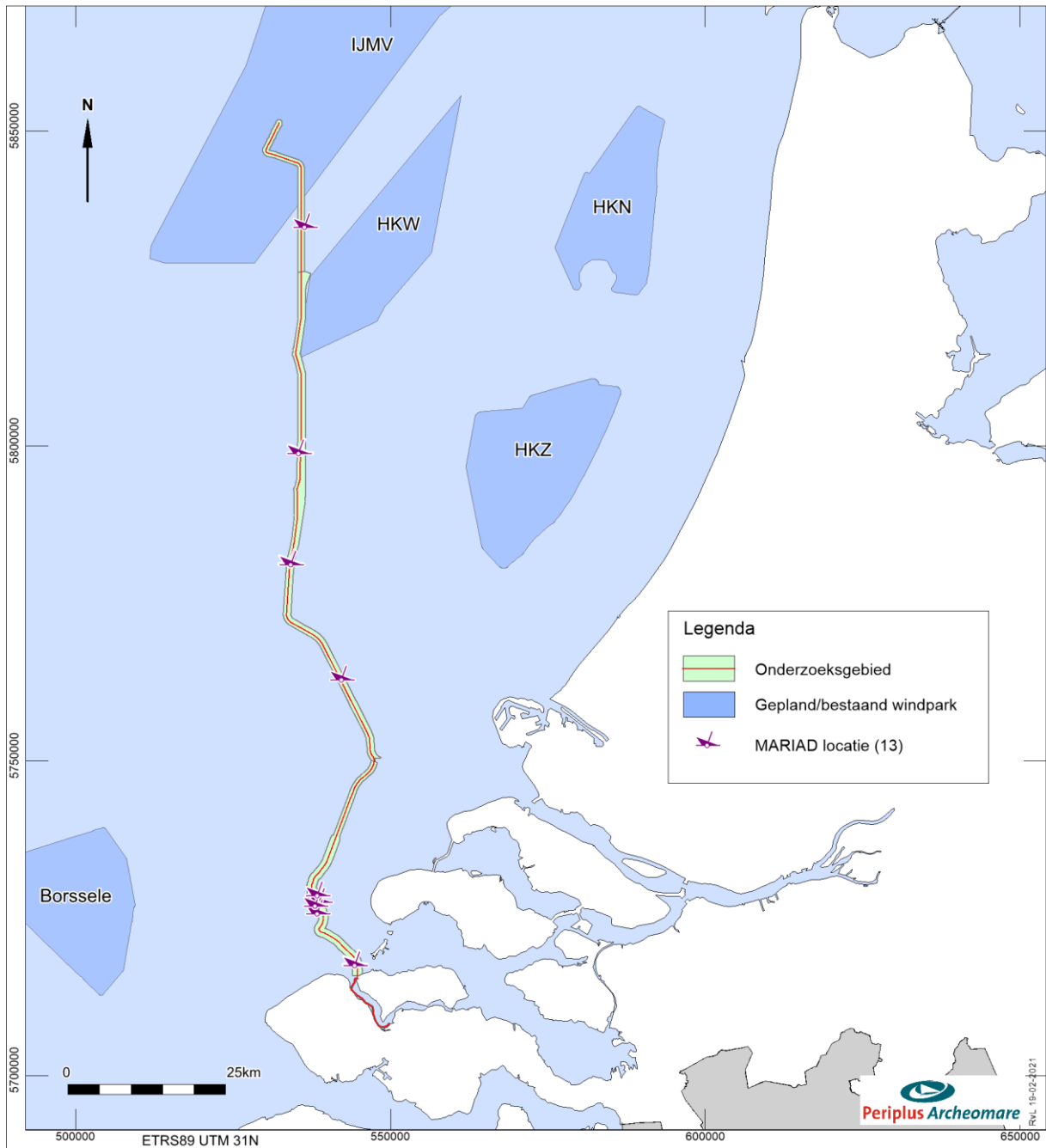
⁴³ Vos 2018; paleogeografische kaart van Nederland 250 v. Chr.



Afbeelding 36. Overzicht van de overige NCN objecten

MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 37. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie bevindt zich buiten het onderzoeksgebied op 10 km ten oosten van de parallelle sectie.

Klass. nr. 262 351					Nr. A 189
<u>Wrakkenregister</u>					
<u>Wrak Nr.</u>	A 189				
<u>Naam</u>	:				
<u>Nationaliteit</u>	:				
<u>Tonnage</u>	:				
<u>Lading</u>	:				
<u>Soort schip</u>	:	Wissersvaartuig			
<u>Gestrand dd.</u>	:				
<u>Gezonken dd.</u>	:				
<u>Plaatsbepaling</u>	:	51° 58' 32" 03° 49' 08"			
in °	:				
t.o.v. kmr	:				
in decca coördinaten	:				
(Delta Chain)	:				
<u>Afmetingen in m.</u>	:	L.	Br.	Holte	Diepgang
<u>Eigenaar</u>	:				
<u>Nr. Wrakkenregister</u>	:	159349			
<u>Hydrografie</u>	:				
<u>Verdere gegevens</u>					
Betreffende zinken 162/1266-96 Verbeterde positie zeilboom zichtbaar.			Betreffende opruiming		

Afbeelding 38. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

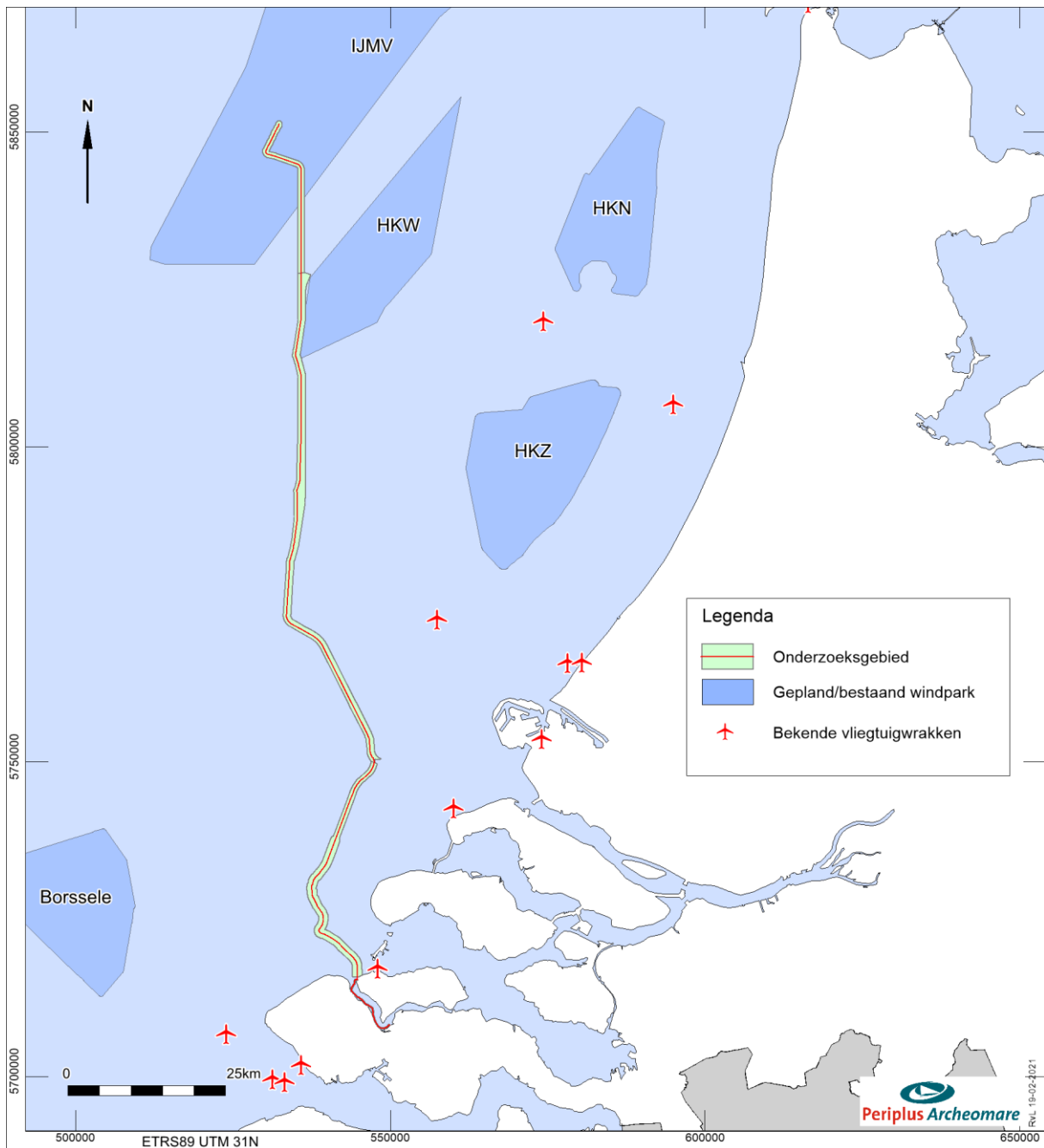
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.⁴⁴ Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.⁴⁵

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet.⁴⁶ Afbeelding 39 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat.

⁴⁴ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

⁴⁵ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

⁴⁶ Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.



Afbeelding 39. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het VKA-tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd en vormen het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de vroeg-*holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	Zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Walcheren	zand en klei	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	II en IV, mogelijk III	LPALEO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Wierden	fijn zand		III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	II en IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eemien	IV	MPALEO
Egmond Ground	-	zand en klei	Holsteinien	IV	PALEO

Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, viswieren, visfuiken en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 15 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het VKA-tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de Formatie van Echteld verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het Eemien zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de holocene opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de *vroeg-mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-holocene bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.*⁴⁷

Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-holocene landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

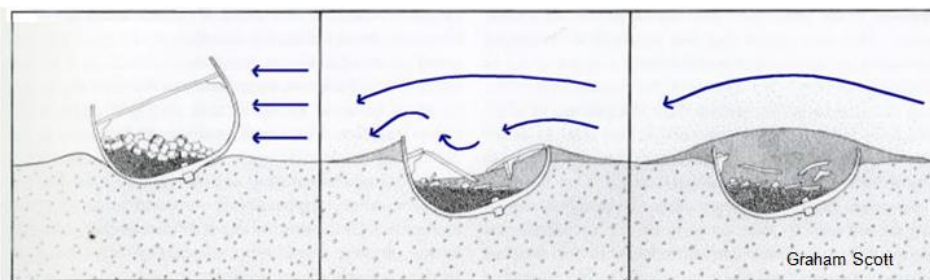
⁴⁷ Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 17 scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.

Vooraf in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 40. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?

Binnen het onderzoeksgebied van het VKA-tracé zijn 17 scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

5 wrakken vormen de overblijfselen van schepen en een caisson, die na 1950 gezonken zijn. Deze recente scheepswrakken en het caisson hebben geen archeologische waarde, al moet hierbij worden aangetekend dat het caisson zeker een herinneringswaarde heeft, omdat de caissons gebruikt zou worden voor het dichten van de gaten die tijdens de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen.

Van de overige 12 wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald. Behalve scheepswrakken zijn in ARCHIS 2 vindplaatsen bekend. Het gaat om vondsten van handgevormd aardewerk, vaatwerk en botresten uit de Romeinse tijd. Tevens is bij één van de twee archeologische vindplaatsen (Hompels) een slooponderdeel gevonden. Buiten het onderzoeksgebied zijn diverse vondsten uit andere perioden bekend, zoals vuurstenen-, natuurstenen- en benen artefacten (een geperforeerd gewei van een Edelhert) uit de Prehistorie, een bronzen punt van een lans uit de Bronstijd, een metalen stempel uit de Late Middeleeuwen en kleipijpen en vaatwerk uit de Nieuwe tijd.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?

Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen en verwacht worden.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank* Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk verwacht. De dikte van deze laag varieert langs het VKA-tracé van 0 tot 34 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) prehistorische nederzettingen

De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte

jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 m LAT.⁴⁸ In het Veerse Meer kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen.

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het Eemien naar het Weichselien (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-*holocene* afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuisen en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?

Egalisatie (pre-lay sweep), baggeren en in het in de zeebodem begraven van de kabels kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar*, *magnetometer* en *subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?

Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar*, *multibeam* en *magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

⁴⁸ LAT = Lowest Astronomical Tided: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibro core*; boreholes) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied. Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om voordat de monsters worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven een beeld wordt verkregen van de locaties waar boormonsters zijn genomen, waarvan de analyse kan bijdragen aan beantwoording van de archeologische doelstelling: het vaststellen van de genese van de afgedekte prehistorische landschappen.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kan het kabeltracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridors of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het geoptimaliseerde VKA-tracé van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 17 scheepswrakken bekend. Op 5 wraklocaties bevinden zich resten van schepen en een betonnen caisson, die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde, al vertegenwoordigt het caisson wel een zekere herinneringswaarde, omdat het caisson tezamen met andere caissons bestemd was voor het dichten van gaten die door de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen.

De waarde van de overige 12 wrakken is nog niet vastgesteld. Zolang de archeologische waarde van deze wrakken niet is vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het om waardevolle wrakken gaat, totdat het tegendeel bewezen is.

Naast scheepswrakken zijn offshore twee vindplaatsen bekend waar bewoningsresten (?) uit de Romeinse tijd, en een los scheepsonderdeel uit de Romeinse tijd – Nieuwe tijds zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridors van het VKA-tracé te toetsen.⁴⁹ Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping;	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch

⁴⁹ conform KNA waterbodems protocol 4103.

		specificeren van verwachting	onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de *survey werkzaamheden* te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag.⁵⁰

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

⁵⁰ conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	5
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)	6
Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT).....	7
Afbeelding 4. Breedte kabeltracé Veerse Meer (bron: TenneT).....	8
Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Alpha platform.....	15
Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem maaiveld langs het VKA IJmuiden Ver Alpha (bovenaanzicht).....	17
Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem maaiveld in m LAT langs het geoptimaliseerde VKA-tracé offshore	18
Afbeelding 8. Hoogte van de waterbodem in m NAP langs het geoptimaliseerde VKA-tracé in het Veerse Meer	18
Afbeelding 9. Kruisende kabels en leidingen	20
Afbeelding 10. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van BSL-2B	21
Afbeelding 11. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken.....	22
Afbeelding 12. Geoptimaliseerde route door de diepste delen van het Veerse Meer.....	23
Afbeelding 13. Geoptimaliseerd VKA-tracé door het Veerse Meer op de kadastrale veldminuut uit 1857.....	24
Afbeelding 14. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine).....	26
Afbeelding 15. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in ‘North Sea/Doggerland’ (bron: K. Tanis).....	27
Afbeelding 16. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrecht 2018).....	27
Afbeelding 17. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852).....	29
Afbeelding 18. Oppervlaktensedimenten	31
Afbeelding 19. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)	32
Afbeelding 20. Profiel holocene laag top pleistocene afzettingen.....	33
Afbeelding 21. Dikte holocene laag in het Veerse Meer.....	34
Afbeelding 22. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004 & GeoTOP).....	35
Afbeelding 23. Detail subcropkaart Top Pleistoceen & Tertiair (Laban 2004 & GeoTOP)	36
Afbeelding 24. Profiel Veerse Meer (bron: DINO Loket).....	37
Afbeelding 25. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket)	39
Afbeelding 26. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien	41
Afbeelding 27. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien	42
Afbeelding 28. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat	44
Afbeelding 29. Archeologische potentie voor prehistorische resten.....	45
Afbeelding 30. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied	46
Afbeelding 31. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied	49
Afbeelding 32. Multibeamopnamen van wrak NCN 364.....	50
Afbeelding 33. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364.....	50
Afbeelding 34. Dieptecontourenkaart – vindplaats betonnen caisson AX 177 gezonken op 10 juli 1953 (NCN 1670)	51
Afbeelding 35. Achtergrondinformatie van het gezonken caisson AX 177 (NCN 1670)	52

Afbeelding 36. Overzicht van de overige NCN objecten	54
Afbeelding 37. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)	55
Afbeelding 38. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD).....	56
Afbeelding 39. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied	57
Afbeelding 40. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	60

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied	2
Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Alpha	8
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema’s en onderwerpen (Peeters 2009)	11
Tabel 5. Hoogte van de waterbodem maaiveld in m LAT	16
Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels	19
Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels	19
Tabel 8. Kruisende pijpleidingen	19
Tabel 9. Details van zandwingebied P17A	20
Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken	23
Tabel 11. Variaties in dikte van de holocene laag langs het VKA-tracé	33
Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied	40
Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA	47
Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database	53
Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie	58
Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden	66

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	Omschrijving
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød</i>	Het Allerød-interstediaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>interstediaal</i>	
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>Crevasse afzetting</i>	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
<i>Discordant</i>	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
<i>Geogenese</i>	Ontstaansgeschiedenis
<i>Geofysisch onderzoek</i>	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
<i>Geotechnisch onderzoek</i>	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Klastische rivierafzettingen</i>	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>LAT</i>	Lowest Astronomical Tide
<i>Lithostratigrafie</i>	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Mesolithicum</i>	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Nearshore</i>	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
<i>Offshore</i>	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het <i>nearshore</i> gedeelte
<i>Paleolithicum</i>	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i> , ca 11700 jaar geleden
<i>Seismiek</i>	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.

Term	Omschrijving
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
<i>Stratigrafie</i>	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: What lies beneath ... Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape. *antiquity* 92 361 (2018): 22–37.
- Brokke, A.J., E. Brouwer en A. Overmeer, 2015. Archeologisch bureauonderzoek waterbodembodem, transmissiesysteem op zee Borssele. ADC rapport 078430100:0.6
- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. Geological map Flemish Bight.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Helsing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): Aardgastransportleidingstracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands.* Early Holocene landscape development and habitation, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. *Journal of Sedimentary Research*, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated

- lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Stulp, B., 2008. Verdwenen dorpen in Nederland. Falstaf Media
 - Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
 - Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024-01
 - Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
 - Van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodems Dordtse Biesbosch. Periplus Archeomare rapport 08A020
 - Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
 - Van den Brenk, S., en Waldus, W.B., Amersfoort, 2006. Een vroeg 19e eeuws scheepswrak in het Hollandsch Diep, gemeente Moerdijk, MIVO3. ADC rapport 778
 - Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, in voorbereiding. Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver). Periplus Archeomare report 19A029-01
 - Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
 - Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
 - Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
 - Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
 - Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
 - Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
 - Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
 - Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
 - Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01
 - Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
 - Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
 - Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.

- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)

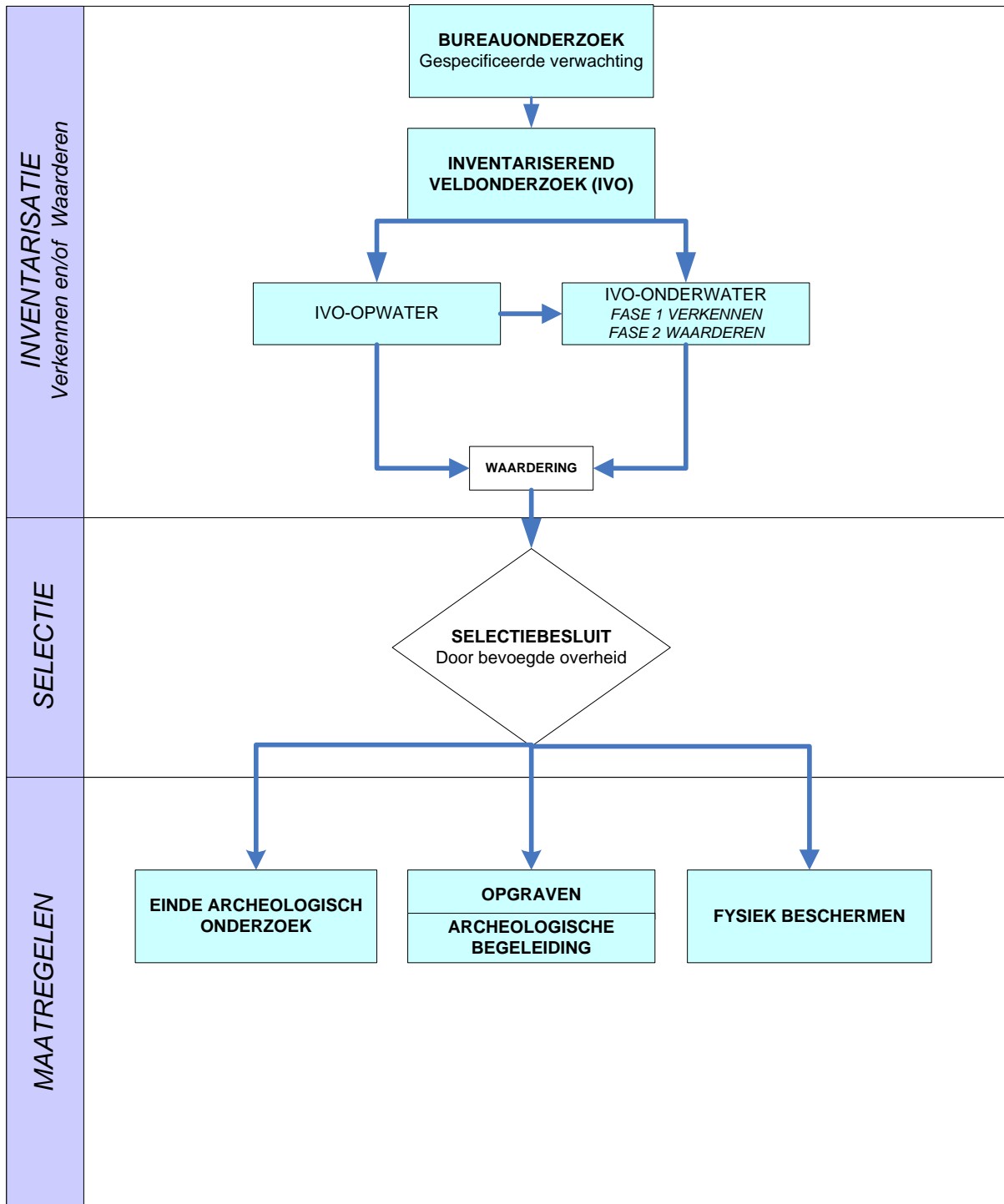
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE						
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK		DATERING				
Holoceen	Laat Subatlanticum	1150 n. Chr	Nieuwe tijd		C	1850			
					B	1650			
					A	1500			
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen		Laat	B	1250		
						A	1050		
					Vroeg	D	900		
						C	725		
						B	525		
						A	450		
	Subboreaal	450 v. Chr	Romeinse tijd		Laat	270			
Midden					70 n. Chr.				
Vroeg					15 v. Chr.				
Atlantikum	7300	Metaaltijden	IJzertijd		Laat	250			
					Midden	500			
					Vroeg	800			
			Bronstijd		Laat	1100			
					Midden	1800			
					Vroeg	2000			
					Neolithicum		Laat	2850	
Midden	4200								
Vroeg	4900/5300								
Boreaal	8700	Mesolithicum		Laat	6450				
				Midden	8640				
				Vroeg	9700				
Preboreaal	9700	Prehistorie		Steentijd					
						Paleolithicum			
Pleistoceen	Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000	Laat		B	12.500		
		Allerød	12.000						
		Oude Dryas	12.100						
		Bølling	13.000						
			17.000						
	Weichselien	Pleniglaciaal	L	Late Glacial Max	20.000	Jong		A	35.000
					31.500				
				Denekamp	34.000				
			M		40.000				
	Vroeg Glaciaal	V		Hengelo	41.500	Midden			
					45.000				
				Moershoofd	50.000				
					71.000				
				Odderade	74.000				
				Brørup		Oud			
				Amersfoort					
				114.000					
			Eemien	126.000					
			Saalien	236.000					
			Oostermeer	241.000					
			onbenoemd	322.000					
			Belvédère	336.000					
			onbenoemd	384.000					
			Holsteinien	416.000					
			Elsterien	463.000					

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



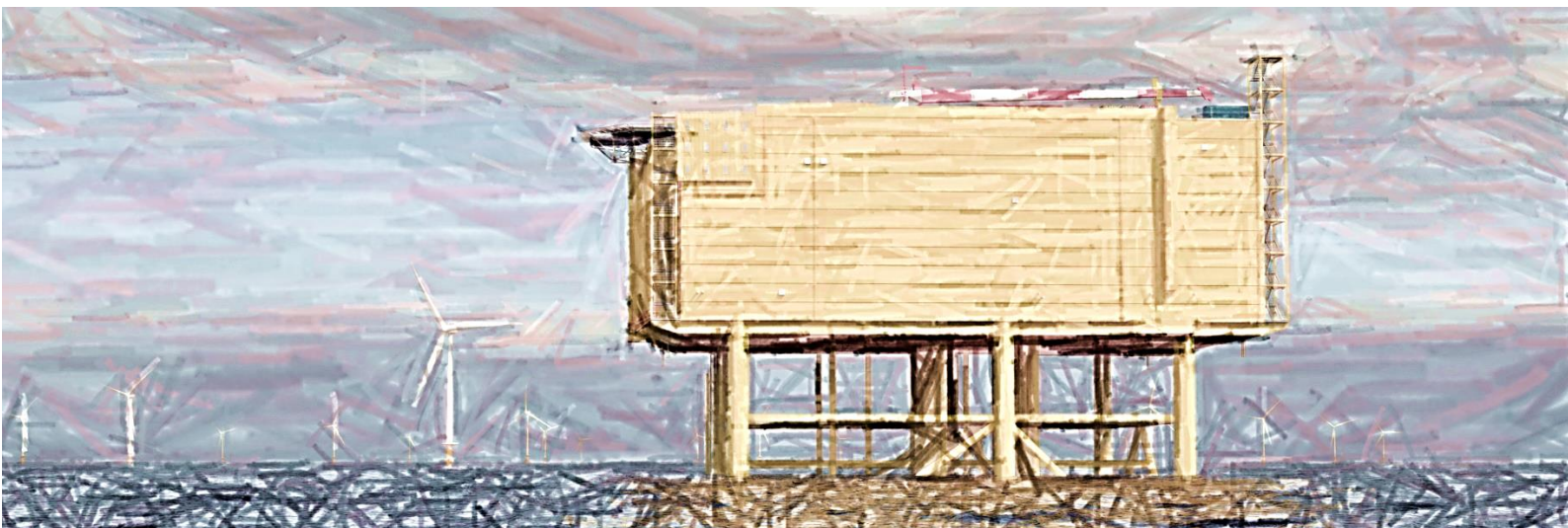
Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied BSL-2B

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving	Type	Naam	Vergaan	Diepte
82	607	5	-	543107	5761781	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Wrakresten	-		26.3
192	1732	0	52726	538409	5728779	1000	Werknaam GEUL VAN DE BANJAARD 3 NCP BLOK S5; Wrak 538, nabij ton GB 6. Materiaal onbekend (ijzeren of houten schip?).	Scheepswrak	-		5.6
193	1734	0	46848	538754	5731348	1000	HONDENGAT 1 NCP BLOK S5 WERKNAAM / DOSSIER: Banjaard GEOPOS: 51g43'57"NB en 03g33'45"OL geschatte positie, afgeleid van ton.	Scheepswrak	-		7.3
364	2939	0	46668	546959	5752570	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	-		19.9
382	3136	0	48566	544077	5758745	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster	Historisch wrak	-		24.0
1670	1698	10785	-	544227	5717796	5	Wrak HY1698, betonnen caisson.	Scheepswrak	Caisson AX 177	19530915	1.5
1687	1733	0	-	539211	5731750	1000	Delete wreckbuoy.	Scheepswrak	-	-	8.0
1733	1792	0	-	543979	5745817	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	Friblo	19541201	18.0
1910	2062	0	-	534094	5781303	1000	HY09226 Hr.Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	-	-	30.2
2081	2274	0	-	535656	5834712	5	Freighter Anna Graebe	Scheepswrak	Anna Graebe	19780112	23.3
2810	3428	0	-	535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	-	-	29.0
2869	3574	0	-	533773	5779676	500	Wrak onverkend Dennis de Rooij	Wrakresten	-	-	-
9316	-	10929	48498	538784	5727671	500	Werknaam Schouwen Banjaard 1; Groot wrak met grote kaapstander met 2 verhaalkammen ca. 2 m.B. Geladen met broodjes ijzer van 60-70 cm.L. Bij RWS bekend onder "spot bij punt 11, Driemaster".	Scheepswrak	-	-	8.8
9317	-	0	48499	538366	5725847	500	Werknaam SCHOUWEN BANJAARD 2; Zeilschip, afm. ca. 30 m.L x 6 m.B x 1,5 m. uit de bodem. Datering: 18e/19e eeuw. Bij RWS bekend onder	Historisch wrak	-	-	8.8

NCN	DHY	RWS	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving	Type	Naam	Vergaan	Diepte
							"spot bij punt 12".				
9339	-	0	49358	538045	5727082	500	NOORDZEE MONDING OOSTERSCHELDE NCP BLOK S5	Historisch wrak	SS Rival	-	7.1
15302	-	12092	-	546355	5711435	0	scheepswrak	Zeilbootje	-	-	-
15329	0	12130	12130	544344	5717643	50	Wrak Christel, geheel uit elkaar geslagen. Dit was voorheen RWS_nr 539.	Wrakresten	Christel	19710415	5.5

Net op zee IJmuiden Ver Alpha - MER fase 2

Bijlage VII - C Watertoets



Datum: 25-08-2021
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Duurzame energie	5
1.2.1	Redenen	5
1.2.2	Routekaart 2023	5
1.2.3	Routekaart 2030	6
1.3	Net op zee IJmuiden Ver Alpha.....	8
1.4	Doelstelling Watertoets.....	8
1.5	Leeswijzer	9
2	Voorgenomen activiteit	10
2.1	Overzicht.....	10
2.2	Platform op zee.....	11
2.2.1	Locatie platform.....	11
2.2.2	Ontwerp.....	12
2.2.3	Vorbereiding	13
2.2.4	Aanleg	14
2.2.5	Gebruik en onderhoud.....	18
2.2.6	Faciliteiten	18
2.2.7	Afwatering en toiletsystemen	19
2.2.8	Verlichtingsplan	20
2.2.9	Veiligheidsplan.....	20
2.2.10	Verwijdering.....	21
2.3	Kabels op zee	21
2.3.1	Route kabels	21
2.3.2	Ontwerp kabels op zee	21
2.3.3	Corridor.....	21
2.3.4	Kabeldiepgang	23
2.3.5	Aanleg kabels	23
2.3.6	Kruisen van overige kabels en pijpleidingen.....	27
2.3.7	Gebruik en onderhoud.....	28
2.3.8	Verwijdering.....	28
2.4	Kabels in de kustzone en in het Veerse Meer	28
2.4.1	Kruising met de Veerse Gatdam	28
2.4.2	Corridor.....	29

2.4.3	Installatie van de kabels.....	30
2.4.4	Verwijdering.....	30
2.5	Kabelverbindingen	30
2.5.1	Moflocaties (op zee)	31
2.5.2	Mofput Veerse Gatdam	31
2.5.3	Moflocatie (Veerse Meer).....	31
2.5.4	Verbindingsmof (overgang zee/land)	31
2.6	Planning	31
3	Afbakening	33
3.1	Inleiding	33
3.2	Vertroebeling.....	33
3.2.1	Op zee	34
3.2.2	Veerse Meer	36
3.3	Sedimentatie.....	40
3.3.1	Op zee	40
3.3.2	Veerse Meer	41
3.4	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid.....	43
3.5	Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid	45
3.6	Bovenwaterverstoring op zee in het Veerse Meer.....	46
3.6.1	Door geluid en visuele verstoring	46
3.6.2	Verstoring door licht.....	48
3.7	Habitataantasting	49
3.7.1	Op zee	49
3.7.2	In het Veerse Meer	50
3.8	Elektromagnetische velden	51
3.8.1	Elektromagnetische velden op zee.....	51
3.9	Verontreiniging op zee en in het Veerse Meer.....	53
3.10	Warmteontwikkeling	54
3.11	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	54
4	Kaderrichtlijn mariene strategie	57
4.1	Wet- en regelgeving.....	57
4.1.1	Inleiding	57
4.1.2	D1. Biologische diversiteit	57
4.1.3	D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	59
4.1.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	59
4.1.5	D4. Voedselwebben.....	59

4.1.6	D5. Eutrofiëring.....	60
4.1.7	D6. Integriteit van de zeebodem	61
4.1.8	D7. Hydrografische eigenschappen	61
4.1.9	D8. Vervuilende stoffen	61
4.1.10	D9. Vervuilende stoffen in visproducten	62
4.1.11	D10. Zwerfvuil.....	62
4.1.12	D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	63
4.2	Effectbepaling	64
4.2.1	Inleiding	64
4.2.2	Vertroebeling	65
4.2.3	Sedimentatie.....	69
4.2.4	Verstoring door continu onderwatergeluid.....	70
4.2.5	Verstoring door impuls-onderwatergeluid	71
4.2.6	Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht.....	76
4.2.7	Habitataantasting en verandering	80
4.2.8	Elektromagnetische velden	80
4.3	Toetsing	84
4.3.1	Inleiding	84
4.3.2	D1. Biologische diversiteit	84
4.3.3	D2. Niet-inheemse soorten.....	86
4.3.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	86
4.3.5	D4. Voedselwebben	86
4.3.6	D5. Eutrofiëring.....	86
4.3.7	D6. Integriteit van de zeebodem	87
4.3.8	D7. Hydrografische eigenschappen	87
4.3.9	D8. Vervuilende stoffen	87
4.3.10	D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	87
4.3.11	D10. Zwerfvuil.....	87
4.3.12	D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	87
4.4	Conclusie.....	88
5	Kaderrichtlijn water	89
5.1	Wet- en regelgeving.....	89
5.1.1	Inleiding	89
5.1.2	Chemische kwaliteit.....	90
5.1.3	Ecologische kwaliteit.....	90
5.2	Betrokken KRW-waterlichamen	93

5.2.1	KRW-doelstellingen.....	94
5.3	Effectbepaling	99
5.3.1	Relevante gevolgen.....	99
5.3.2	Vertroebeling	100
5.3.3	Sedimentatie.....	103
5.3.4	Verstoring door continu onderwatergeluid.....	106
5.3.5	Habitataantasting	106
5.3.6	Elektromagnetische velden	108
5.4	Toetsing	109
5.4.1	Inleiding	109
5.4.2	Toetsingskader deel 1	111
5.4.3	Toetsingskader deel 3	112
5.4.4	KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).....	112
5.4.5	KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater)	113
5.4.6	KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater)	114
5.4.7	KRW-waterlichaam Veerse Meer	114
5.5	Conclusie.....	117
6	Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren.....	118
6.1	Beheerplan Rijkswateren	118
6.2	Effectbepaling	119
6.2.1	Verdroging	119
6.3	Toetsing	120
6.3.1	Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.....	120
6.3.2	Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.....	120
6.4	Conclusie.....	120
7	Referenties.....	121
	Bijlage A Samenvatting Slibstudie op zee	127
	Bijlage B Samenvatting Slibstudie Veerse Meer	136
	Colofon.....	145

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie paragraaf 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

In totaal wordt 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt 2 GW aangesloten. Door de minister van EZK is gekozen voor aansluiting op hoogspanningsstation Borssele. De afvoer van de andere 2 GW is beschouwd in het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Hier wordt aangesloten op nieuw te realiseren hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt in dit document getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW), gezamenlijk de Watertoets genoemd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt een aparte Watertoets opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is 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. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO₂-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen 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. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Sociaal-Economische Raad, 2013), de daaropvolgende Energiedialoog (Energiedialoog, 2016) en de Energieagenda (Kamerstuk 31510, 2016) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het regeerakkoord van 2017 bouwt hierop voort (Rutte et al., 2017).

1.2.2 Routekaart 2023

In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 geeft aan dat

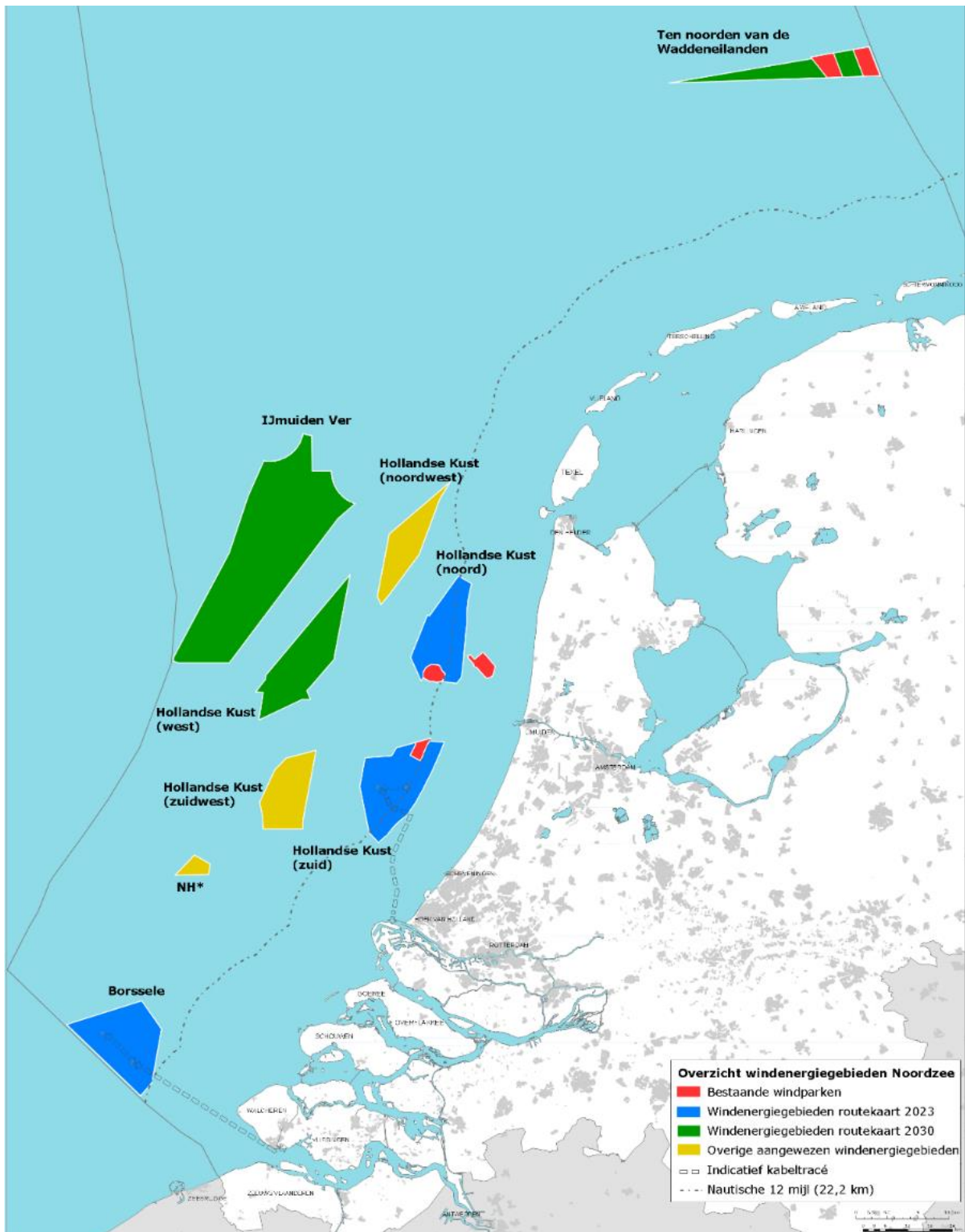
er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd en in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I t/m IV.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord van 2017 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO₂-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de Routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en winenergiegebied IJmuiden Ver.

De reden om een Routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen was tweeledig. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de bovengenoemde opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te kunnen nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende kavel(s) een tender uit te schrijven. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1-1 weergegeven.



Figuur 1-1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de Routekaart 2023 (in blauw), windenergie-gebieden van de Routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel); *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (ministerie van EZK, 2018)

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Alpha

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om twee netaansluiting te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha is één van deze twee verbindingen.

Een overzicht van het VKA is weergegeven in Figuur 1-2.



Figuur 1-2 Overzichtskaart VKA-tracé Net op zee IJmuiden Ver Alpha op zee inclusief locatie van het platform

1.4 Doelstelling Watertoets

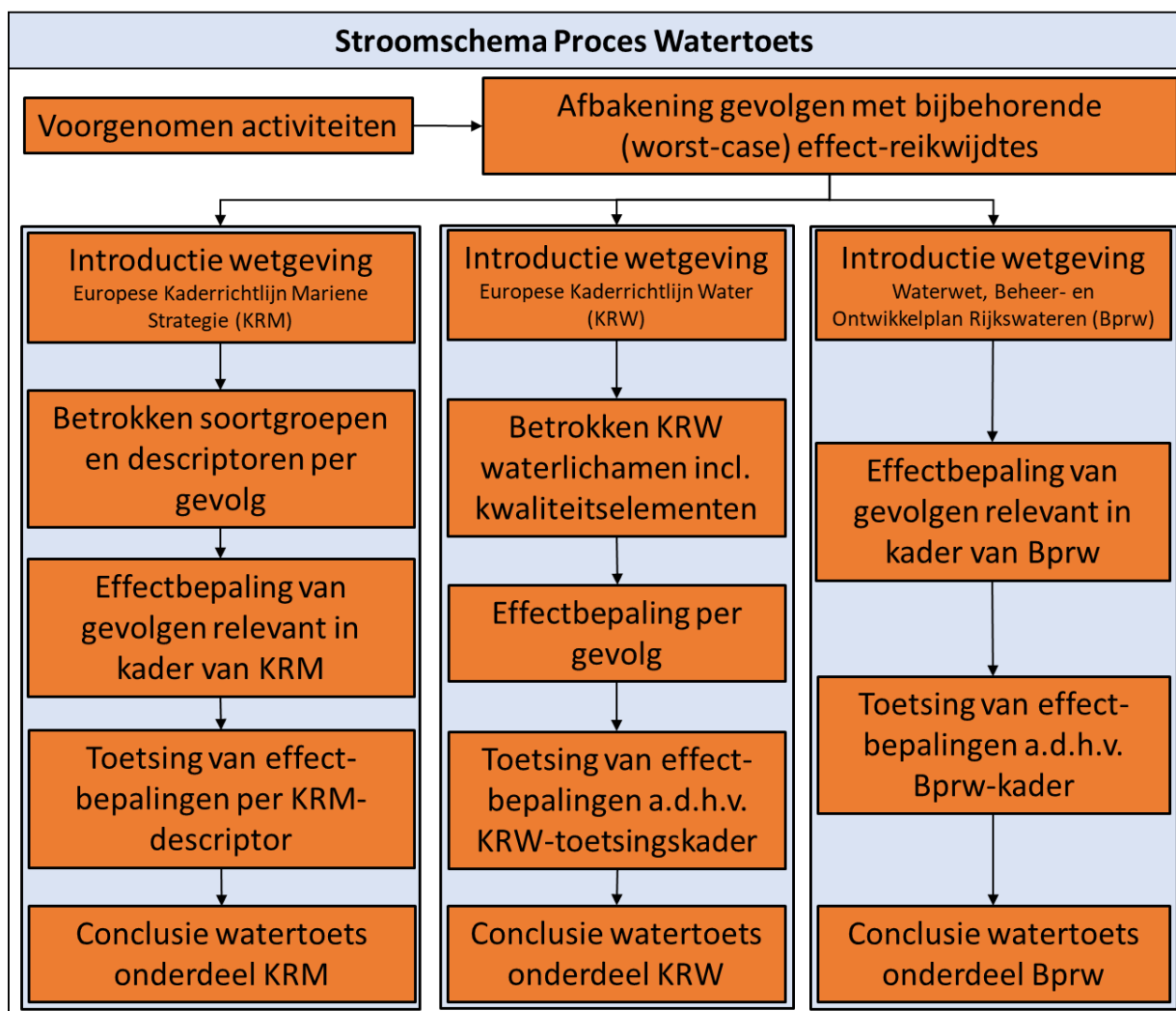
Voorliggende rapportage betreft een toetsing van de geplande activiteiten aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie, de Kaderrichtlijn Water en het Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren. Behalve deze toetsen is er binnen dit project ook getoetst aan:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (MER-bijlage VII-A).
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortbescherming (MER-bijlage VII-B).
- Natuurnetwerk Nederland (MER-bijlage VII-C).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit; het aanleggen van het platform en de kabels op zee. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 4 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In hoofdstuk 5 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In hoofdstuk 6 wordt getoetst aan het Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren. In hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

Het proces dat doorlopen wordt in deze watertoets is visueel weergegeven in de vorm van een stroomschema in Figuur 1-3.



Figuur 1-3 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen in deze watertoets.

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen veranderen. Er is in deze activiteitenbeschrijving uitgegaan van een worst-case scenario.

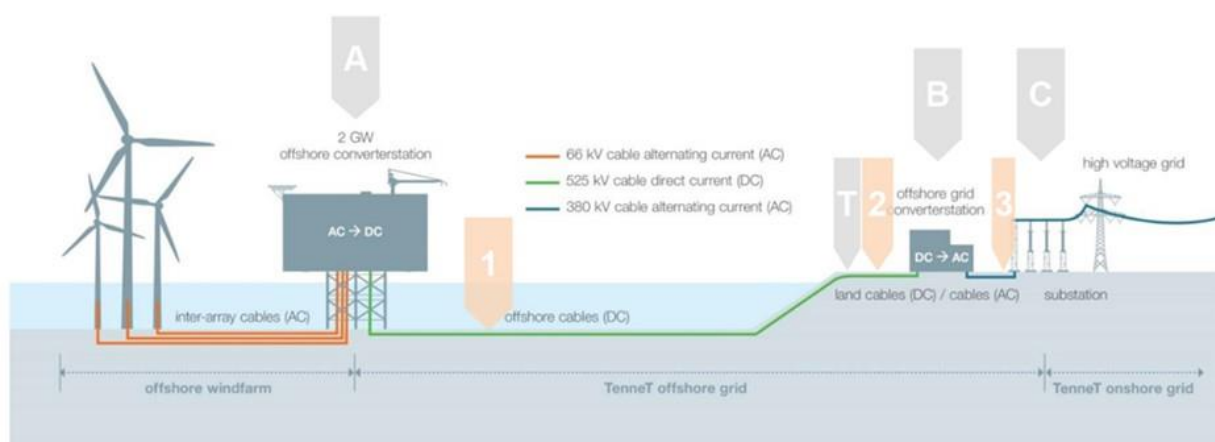
Het Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt van het platform op zee in windenergiegebied IJmuiden Ver via een converterstation aan de Belgiëweg Oost tot aan het 380kV-hoogspanningsstation Borssele. Het platform op zee, de kabels op zee, in het Veerse Meer en op land, het converterstation en de uitbreiding van het bestaande 380kV-hoogspanningsstation zijn onderdeel van het project. De platformlocatie en het VKA-tracé op zee en in het Veerse meer van Net op zee IJmuiden Ver Alpha zijn te zien in Figuur 1-2.

In de activiteitenbeschrijving en de verdere toetsing wordt ingegaan op de aanleg-, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen. Per effect wordt aangegeven welke fase beoordeeld wordt en als meest verstoring (worst-case) wordt gezien. Omdat de aanleg- en gebruiksfase meer verstoring geven dan de verwijderfase is deze laatste niet of zeer beperkt in dit hoofdstuk omschreven.

Wanneer in deze watertoets gesproken wordt over de voorgenomen activiteit van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (of over het VKA), dan omvat dit de onderstaande onderdelen die zijn uitgetekend in Figuur 2-1:

- 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 (A).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom (1).

Onder Figuur 2-1 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De aanlegwijze per onderdeel wordt in de paragrafen hierna toegelicht.



Figuur 2-1 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Platform op zee (A)

Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windenergiegebied IJmuiden Ver en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2G.

Kabelsysteem voor de aanlanding op het landnetwerk (525 kV) (DC)

Het kabelsysteem op zee verbindt het platform op zee met het converterstation op land. Het kabelsysteem op zee is een 525kV-kabelsysteem van het platform tot de verbindingsmof (1).

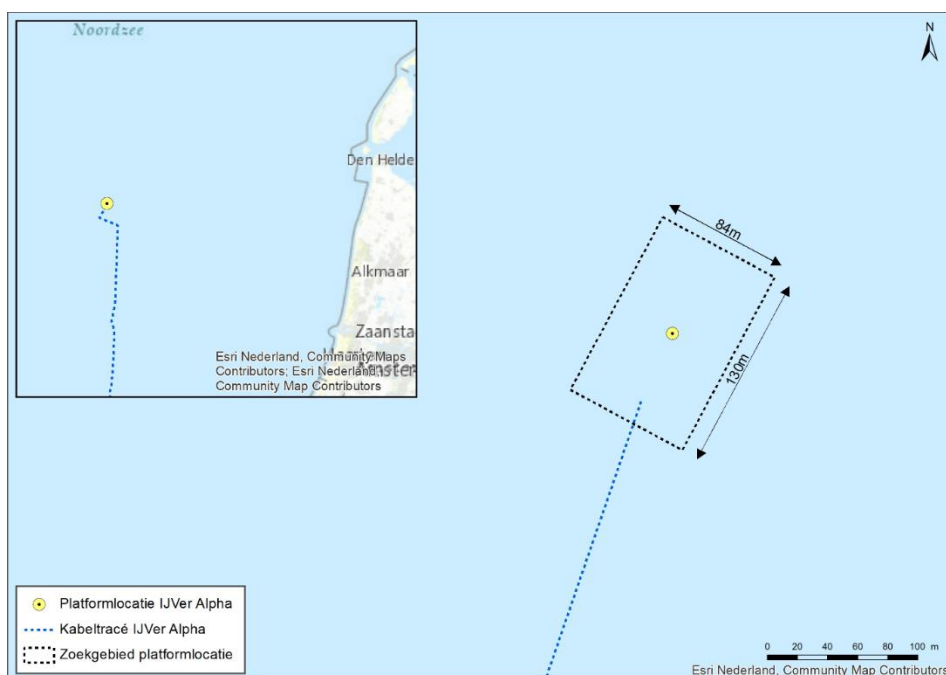
2.2 Platform op zee

Het platform op zee vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windenergiegebied IJmuiden Ver en het VKA-tracé op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig. Het converterstation op het platform vormt de interface waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (februari 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst case maximum.

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 Alpha.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van het platform Net op zee IJmuiden Ver Alpha is te zien in Figuur 2-2.



Figuur 2-2 Platformlocatie van Net op zee IJmuiden Ver Alpha

2.2.2 Ontwerp

Het platform bestaat uit twee verschillende onderdelen. De twee onderdelen zijn:

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

Bij de jacket bevindt zich nog het volgende onderdeel.

- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

In Figuur 2-3 is een artist impression van het ontwerp van een 2 GW platform op zee te zien. De belangrijkste uitgangspunten voor de elementen van 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, waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden.
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform wordt tijdelijk bemand, met modulaire woonruimten.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform geschiedt per helikopter en boot.
- De plaatsing van stenen rond de basis van de mantel. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 2-3 Artist impression van het concept van 2 GW DC platform op zee

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.

Het windenergiegebied is verbonden met het platform via 66kV-wisselstroomkabels 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 waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom.

Er zijn twee opties voor het type fundatie van het platform:

- Jacket met heipalen.
- Suction buckets.

Beide fundatiemethoden worden meegenomen en toegelicht.

De draagconstructie zal voor elk type fundering 20-23 meter boven het water uitkomen. De bovenbouw (topside) is ca. 80 x 110 meter (inclusief windconnector-readiness). De hoogte is ca. 45 meter. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten.

Het oppervlak bodembescherming (voor beide type fundaties) is ca. 15.000 m². Op dit moment wordt er nog geen specifieke steensoort 'voorgeschreven' vanuit nature inclusive design (NID) voor de bodembescherming en wordt er vooral gekeken (vanuit NID) naar het plaatsen van additionele structuren in de nabijheid van het platform.

2.2.3 Voorbereiding

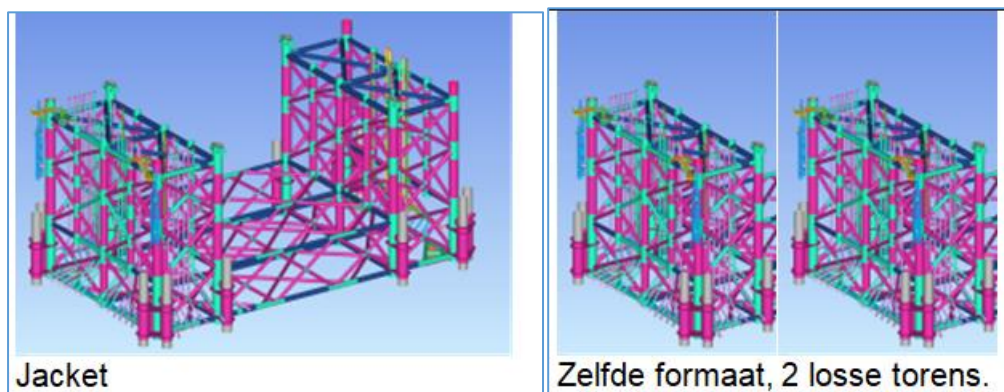
Voorafgaande aan de installatie worden verschillende locatieonderzoeken uitgevoerd, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("*cone penetration test*") per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen. Gebaseerd op ditzelfde onderzoek voor Borssele en Hollandse Kust (zuid) is de verwachting dat deze bescherming hier nodig is. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform en tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels vanuit het platform met zakken stenen (rock-bags). Vanaf 100 meter van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. In de directe omgeving van de erosiebescherming voor het platform kunnen enkele extra erosiebeschermingsstroken worden geplaatst om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken, die gebruikt kunnen worden om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen.

2.2.4 Aanleg

Bij de aanleg zal transport met boot en helikopter plaatsvinden. In de aanlegfase zal er, gedurende een jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Jacket met heipalen

Voor het ontwerp van de jacket zijn er de mogelijkheden van een “één jacket” en een “split-jacket” design (zie Figuur 2-4).



Figuur 2-4 De verschillende mogelijkheden voor het jacket - links "één jacket", en rechts "split-jacket".

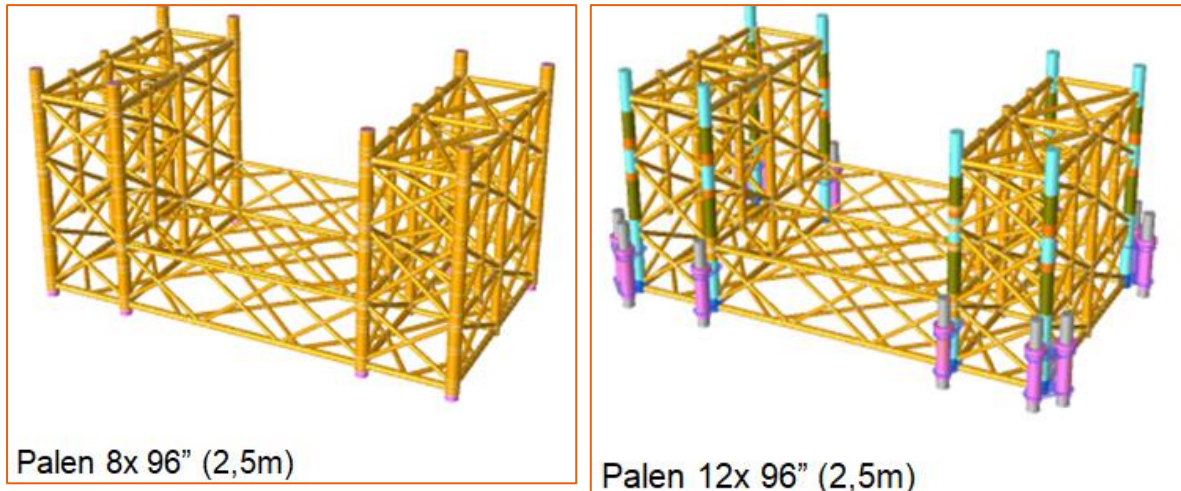
Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“*dredging plough*” or “*suction hopper dredger*”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en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

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket wordt vervolgens op een transportbak (“*barge*”) naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

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 daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. De installatie van de jacket duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. Het plaatsen van de jacket gebeurt door 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 ingezet voor 48 uur, met 14.000 kW vermogen, welke draaien op 20% belasting.

Van de verschillende funderingsopties wordt bij een stalen jacket waar geheid wordt het meeste geluid geproduceerd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De heipalen worden in de worst-case 60 meter diep de bodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Waarschijnlijk wordt een heihamer gebruikt van het type IHC S-2500 of vergelijkbaar. De draagconstructie van het platform in het geval van een jacket met 8 of 12 palen is weergegeven in Figuur 2-5. In deze toets wordt voor een jacket uitgegaan van een worst-case

scenario waarin 16 palen worden gebruikt voor de jacket met een diameter van 2,5 meter per stuk die 60 meter diep de bodem worden ingebracht. De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Worst-case wordt er 1 dag geheid per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig.



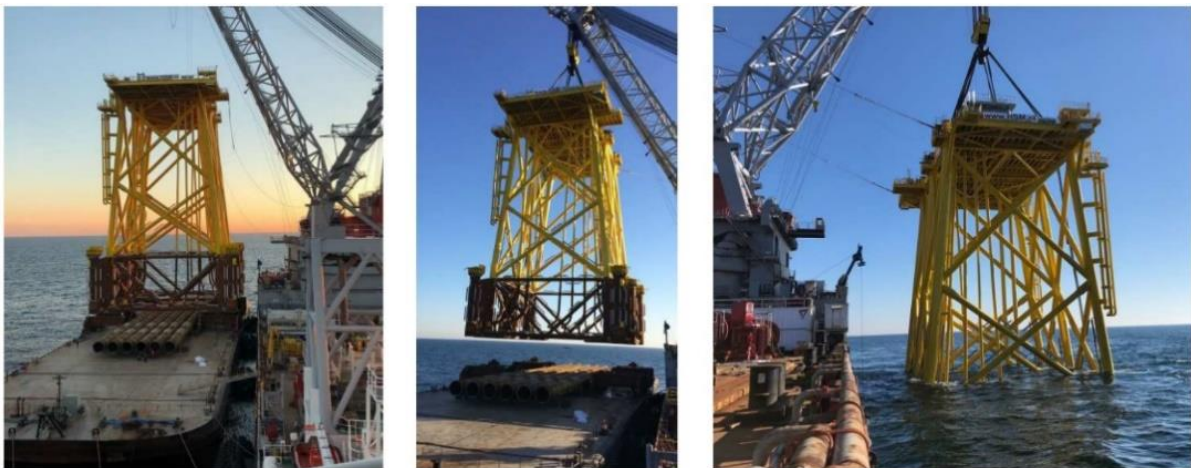
Figuur 2-5 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links toont de optie met 8 palen, 60 meter diep, rechts de optie met 12 palen

Jacket 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 hiervan is weergegeven in Figuur 2-6. Het totaal oppervlak van de fundering is ca. 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet waarna het water wordt weggepompt uit de buckets. Hierdoor ontstaat een 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 stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 2-7 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 2-6 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 2-7 Impressie van het plaatsen van de jacket

Elementen op en rondom de jacket

TenneT is op dit moment bezig met het opstellen van een standaard aanpak voor nature inclusive design rondom platformen. Rondom de jacket zal daarom een combinatie van de volgende maatregelen geplaatst worden:

- Vishotels aan de jacket.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.

Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 2-8.



Figuur 2-8 Impressie van building with nature elementen rondom een platform op zee

Topside

Als volgende stap in de aanleg van het platform op zee wordt de topside geïnstalleerd. Net als de constructie van de draagconstructie, vindt de constructie van de topside van het platform plaats op land. De topside wordt door middel van een transportbak (barge) naar de uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op de jacket plaatsen, zie Figuur 2-9. Een alternatieve methode is dat de topside over de jacket vaart en vervolgens de transportbak laat zakken, waardoor de topside op de jacket zakt. Om deze methode mogelijk te maken zal de jacket hierop ontworpen moeten worden. Vervolgens zal de topside aan de jacket worden vast gelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat de jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform ("jack-up barge") naast het platform worden geplaatst voor ongeveer achttien maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. De steunpoten van het werkplatform worden geplaatst op de eerdergenoemde erosiebeschermingsstroken.



Figuur 2-9 Plaatsen van de topside door middel van een kraan (drie afbeeldingen links) of door deze over de jacket te varen (foto rechts)

2.2.5 Gebruik en onderhoud

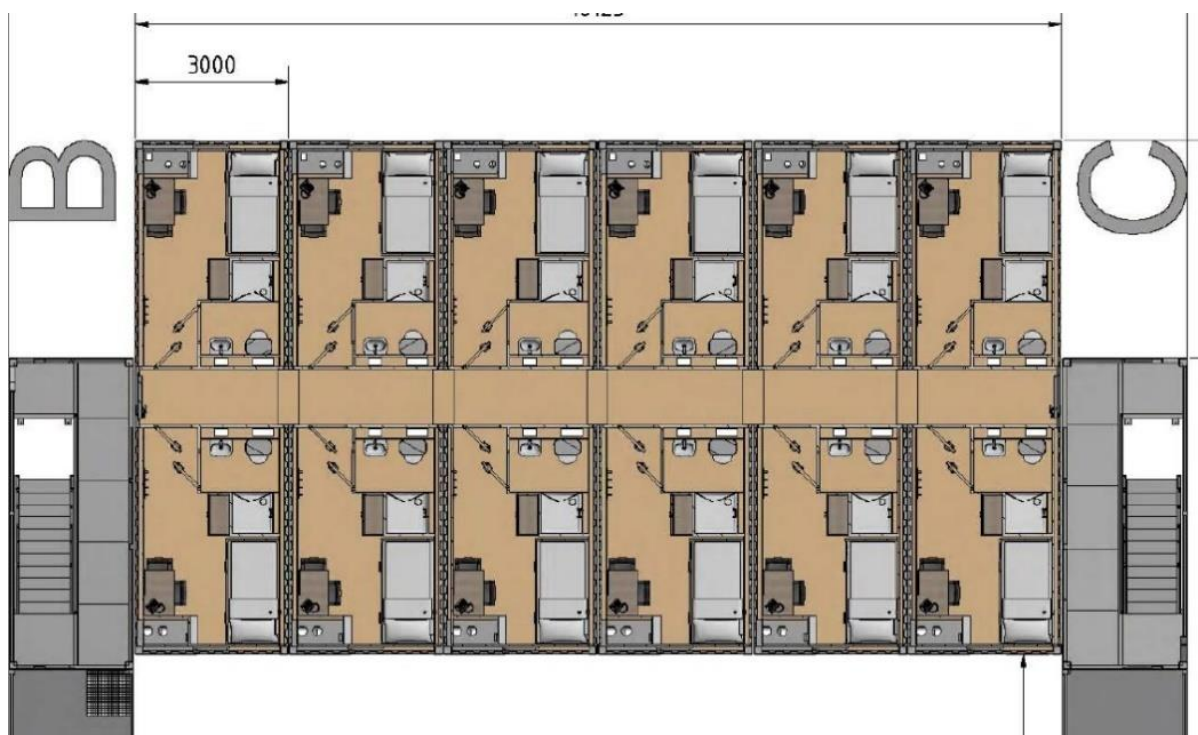
Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Onderhoudscampagnes vinden plaats met schepen of helikopters. Tijdens onderhoudscampagnes wordt het platform schoongemaakt en de systemen onderhouden. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt van de status van het platform, het converterstation en de aanwezige systemen af. Het converterstation en de systemen worden vanaf het land gemonitord.

Op dit moment wordt 1 keer per jaar een onderhoudscampagne van 4 weken met 48 mensen voorzien. De verwachting is dat ca. 4 keer per jaar ongepland onderhoud zal moeten plaatsvinden. Ongepland onderhoud gaat per helikopter, regulier onderhoud per boot. Indien regulier onderhoud per helikopter plaatsvindt, worden ongeveer 35 helikoptervluchten per jaar verwacht en 4 bevoorradingsvaarten per boot. Indien het reguliere onderhoud per boot plaatsvindt gaat het om verwachting om 5 tot 10 helikoptervluchten per jaar.

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

2.2.6 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopter deck. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in de verblijfsruimte in containers op het bovendek. Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen. Gedurende regulier onderhoud verblijven er 48 mensen. Een impressie van de verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 2-10.



Figuur 2-10 Impressie van de living quarters (48 persoons single cabin, 96 persoons double cabin)

2.2.7 Afwatering en toiletsystemen

Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, in zee geloosd worden. Voor hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Voor schoonmaakwerkzaamheden wordt water uit de drinkwatertank gebruikt. Het platform wordt gereinigd met hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een deckwash zal ongeveer 30 m³ aan water worden gebruikt.

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 zal dat bestaan uit normale toiletten en een zuiveringsinstallatie. 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 zuiveringsinstallatie zal ongeveer 10m³/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan.

Het meeste van die 10m³/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore supportschip. De verbrandingstoiletten 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Tijdens ongepland onderhoud kan er gebruik gemaakt worden van de verbrandingstoiletten. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden. Daarnaast is er een afvalwater tank van 20m³ toegevoegd aan het platform. Deze wordt gebruikt voor ongepland onderhoud tezamen met de verbrandingstoiletten. De afvalwater tank kan gedemobiliseerd worden. De inhoud van de afvalwater tank wordt niet geloosd.

2.2.8 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. 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 de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO) 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.

2.2.9 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.

In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren twee permanente dieselgeneratoren (ca. 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 de productie 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, gaat dit over boord. Water dat op de open dekken komt, gaat direct over boord.

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.

2.2.10 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 krijgt het platform dan nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soort gelijke 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 maatgevend beschouwd. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Het tracé op zee loopt van het platform tot de verbindingsmof tussen de land- en zee kabel, zie Figuur 1-2. Dit deel van het VKA-tracé loopt op zee, kruist vervolgens de Veerse Gatdam (zie paragraaf 2.4.1), en vervolgt door het Veerse Meer naar de verbindingsmof met de landkabels ter hoogte van Haven De Piet aan de zuidzijde van het Veerse Meer. Het gehele VKA-tracé op zee en in het Veerse Meer bestaat uit gebundelde 525kV-gelijkstroomkabels.

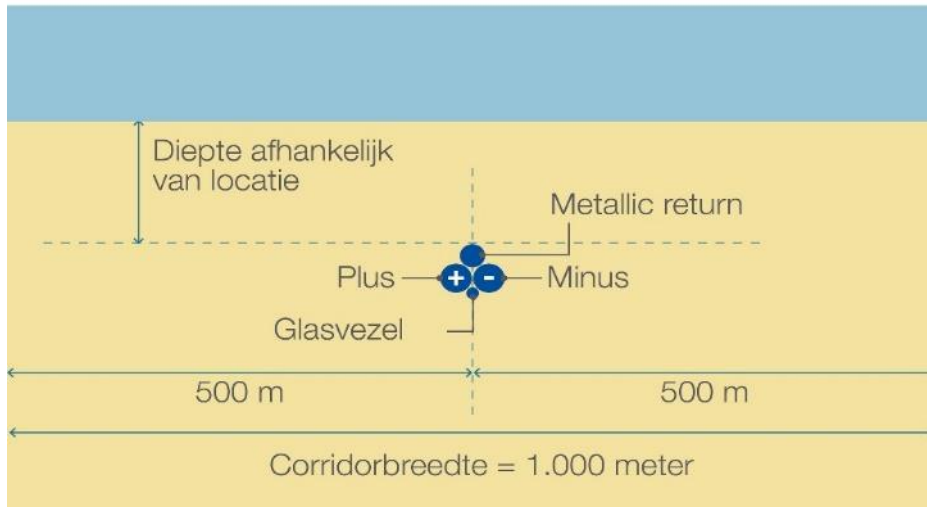
2.3.2 Ontwerp kabels op zee

De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels in een gebundelde configuratie. De kabels hebben een buitenste diameter van 150 tot 190 mm (525kV-gelijkstroomkabels), 120 – 140 mm (metallic return kabel) en 50 – 70 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het VKA-tracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid.

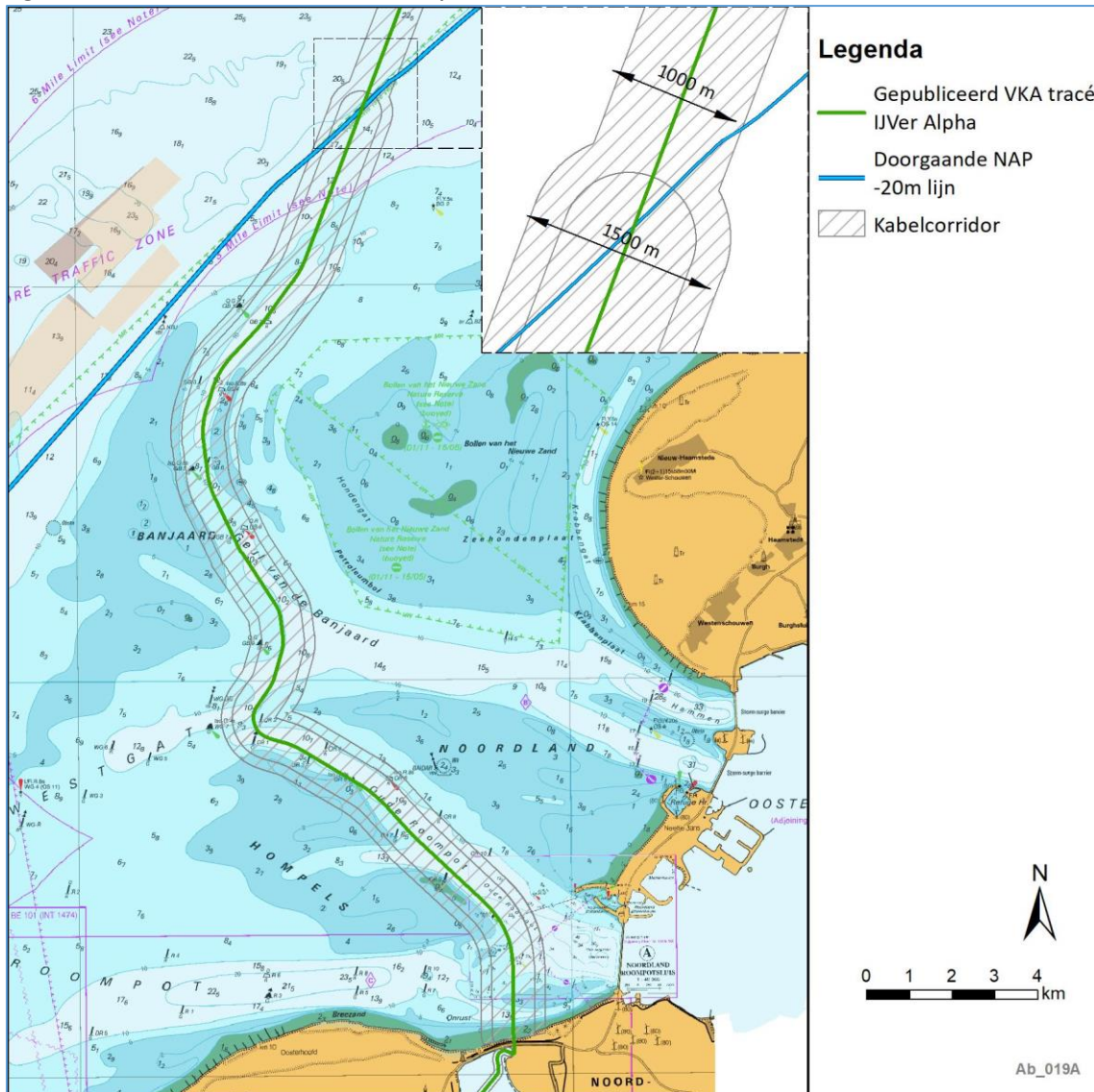
2.3.3 Corridor

Het VKA-tracé heeft een post-constructie exclusie zone (“post construction exclusion zone”) buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden (zie Figuur 2-11). Het VKA-tracé zal vanaf ca. 25 kilometer ten noorden van de Veerse Gatdam tot aan de Veerse Gatdam een bredere corridor aanhouden, zie Figuur 2-12. De corridor is hier 1.500 meter breed in plaats van de 1.000 meter. De reden hiervoor is dat de kabels moeten worden aangelegd in het diepste punt van de geul ter plaatse. De geul is echter dynamisch en zal de komende jaren nog migreren. Hier wordt dus rekening mee gehouden door in de corridor speling op te nemen. Na het aanleggen van de kabels gaat de corridor terug naar 1.000 m.

DC op zee gebundeld



Figuur 2-11 Corridorbreedte zeekabelsysteem



Figuur 2-12 Deel van het VKA-tracé waarvoor een bredere corridor wordt aangevraagd

2.3.4 Kabeldiepgang

Om het VKA-tracé op zee te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha gegraven 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 buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter in een VSS voorgeschreven. De maximale gronddekking is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot 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 vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij een ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname. In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een trenchdiepte van 5 meter betekenen. Uitgangspunt voor het VKA-tracé naar Borssele via het Veerse Meer is dat de kabel op minimaal 3 meter diep ligt, de maximale diepte betreft 8 meter diep.

Het VKA-tracé 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 worden voorspeld op lange termijn. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten.

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 golven. 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.

2.3.5 Aanleg kabels

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeursalternatief zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geotechnische en geofysische survey. Ook zijn obstakels, zoals kruisingen met kabels en leidingen onderzocht. De lijst met kabelkruisingen is te zien in Figuur 2-13.

NR.	NAAM	EIGENAAR	KABELSOORT	STATUS
1	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
2	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS
3	BRITNED route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
4	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
5	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
6	COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
7	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
8	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
11	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
12	Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
13	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
14	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
15	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
18	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
19		Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS

Figuur 2-13 Lijst met kabelkruisingen (op zee) voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Let op: op deze lijst ontbreekt de toekomstige kabel Scylla, die ook gekruist wordt

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een, in ieder geval geofysische, survey plaats langs het VKA-tracé, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, te scannen op mogelijke obstakels en om de bodemomstandigheden langs de route te verkennen. Aan de hand van het onderzoek kan het VKA-tracé geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Optimaliseren gebeurt door het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te beperken, door de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, door de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobilititeit tot een minimum te beperken en door obstakels (niet gesprongen explosieven, debris etc.) te vermijden.

Vorbereidingen kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek vinden de volgende stappen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel. Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel zoals visnetten e.d. 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 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 Alpha zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Het is gebruikelijk gebleken dat niet gedetecteerde 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 Alpha met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Indien dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Vorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het VKA-tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard

en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, worden, waar nodig, deze secties gebaggerd worden. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.

- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, wordt een pre-burial run overwogen. Dezelfde graafinstallaties worden gebruikt, zonder kabel, op de benodigde secties. Als de pre-burial run niet succesvol lijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie van kabels

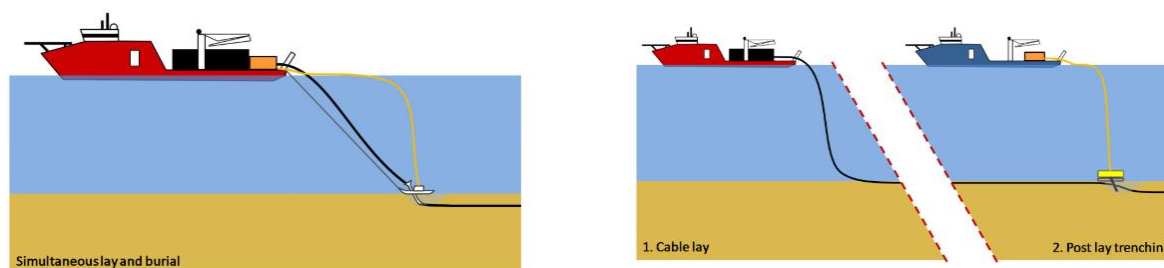
Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Er komen moflocaties ('*offshore joints*') langs het VKA-tracé. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat deze om de 40 á 60 kilometer voorkomen. Voor de installatie van het de 525kV-gelijkstroomkabels zijn aanpassingen aan de schepen nodig om de vier kabels die deel uitmaken van de bundel te kunnen transporteren. Tot nu toe zijn de installatieschepen uitgerust om maximaal twee afzonderlijke kabels plus een glasvezelkabel te dragen. Dit wordt als een haalbare optie beschouwd. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 2-14):

'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 VKA-tracé slechts één keer langsgedaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

'Post Lay Burial' (PLB)

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 van deze methode is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaan als bij SLB. 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.



Figuur 2-14 Simultaneous Lay and Burial (links) en Post Lay Burial (rechts)

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg 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 van deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, 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 2-1).

Tabel 2-1 De meest voorkomende ingraaftechnieken (niet-limitatieve lijst)

Kabel begraven op zee	
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.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)freese 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 of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (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. Let op: 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.

Overige ingraaftechnieken kunnen worden gebruikt als het hoofdvaartuig niet geschikt is voor nabij de kust (zie Tabel 2-2). Deze vereisen een transportbak ('barge') die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 2-2 Ingraaftechnieken geschikt voor nabij de kust (geen complete lijst)

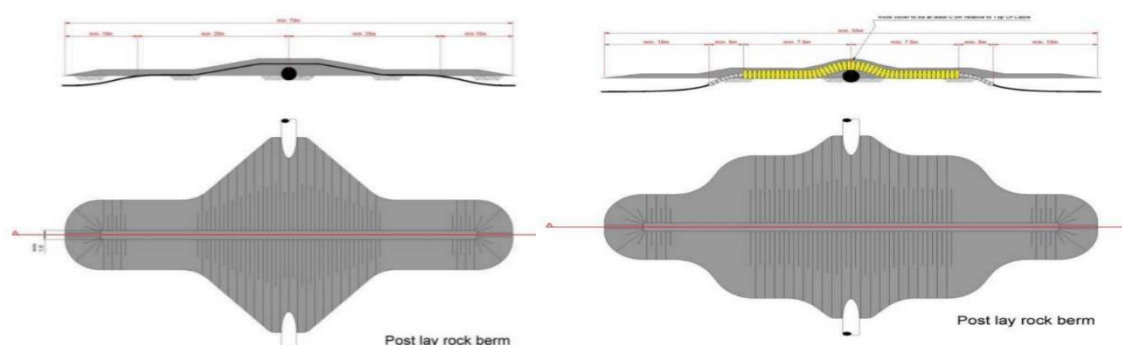
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel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

2.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Installatie

Zoals beschreven in paragraaf 2.3.5 worden er verschillende kabels en leidingen gekruist. Er zijn verschillende soorten structuren geschikt voor het kruisen van in gebruik zijnde activa van derden waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar. Deze structuren zorgen normaal voor een scheiding van 0,3 meter of meer. De keuze voor het type structuur gaat in overleg met de andere partij.

De eerste is een scheiding door het plaatsen van stenen, met een buitenste beschermlaag van steen (Figuur 2-15). De tweede is een scheiding door een scheidingssysteem, met een buitenste beschermlaag van steen (Figuur 2-15). Een andere mogelijkheid is een scheiding door een ‘mattress’ van betonnen blokken, met een buitenste bescherming door rots. Nadeel is dat de ‘mattresses’ instabiel bleken als ze niet worden beschermd door steen. Dat vereist een korte doorlooptijd tussen het kabellegschip en het bestortingsvaartuig na installatie van het ‘mattress’. Een vierde optie is een scheiding door zand- of groutzakken of steennetten, met een buitenbescherming door steen. Nadeel is dat het plaatsen van deze zakken of netten arbeidsintensief is.



Figuur 2-15 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts)

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een ‘as built’ survey uitgevoerd worden, om de werkelijke graafdiepte langs het VKA-tracé 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.

2.3.7 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs het VKA-tracé. Er wordt periodiek onderzoek uitgevoerd naar de diepte van de ingegraven kabels. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan aanvullende steenstorting plaatsvinden. Ook kan herstel van een kabelstoring plaatsvinden als een kabel defect raakt door een interne of externe oorzaak.

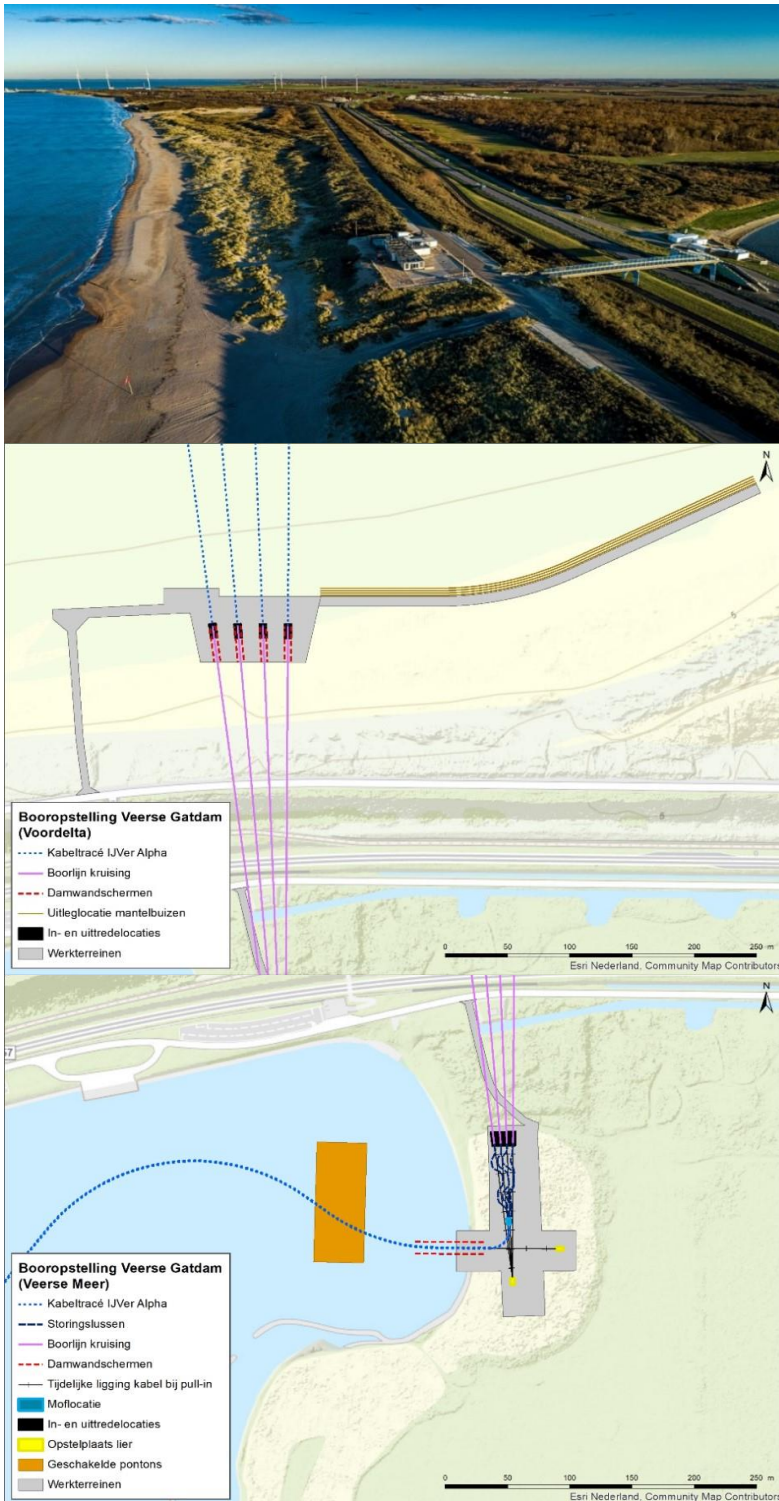
2.3.8 Verwijdering

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 in voorliggende beoordeling.

2.4 Kabels in de kustzone en in het Veerse Meer

2.4.1 Kruising met de Veerse Gatdam

Het VKA-tracé kruist de Veerse Gatdam tussen het deel op zee en het vervolg in het Veerse Meer (zie Figuur 2-16). De kruising vindt plaats aan de oostzijde van de Veerse Gatdam. De boring onder de Veerse Gatdam kan los van andere activiteiten in de planning worden uitgevoerd. Een periode tussen september en oktober wordt als beste compromis gezien tussen het storm- en recreatieseizoen. Voorbereiding van de boring zal circa 1,5 tot 2 weken duren. Het uitvoeren van de boring duurt enkele dagen (circa 3 dagen).

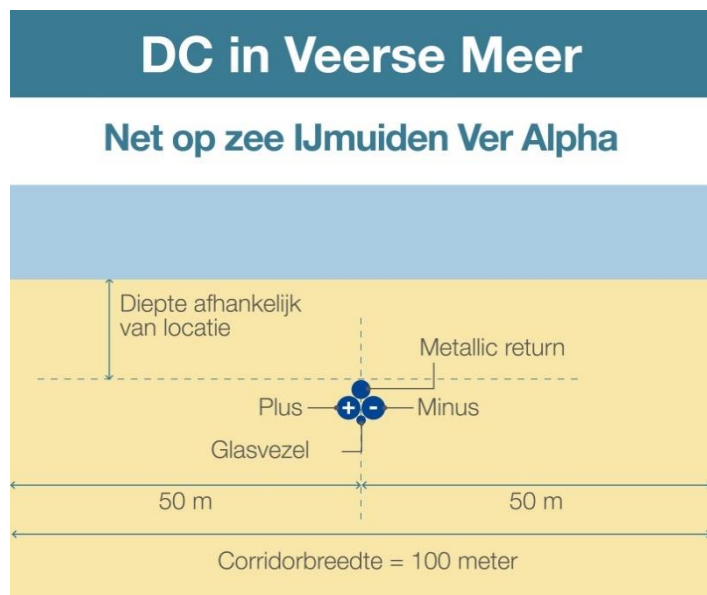


Figuur 2-16 Dronebeeld van locatie bij de Veerse Gatdam (boven) en overzichtskaart van de booropstelling en werkterreinen (onder)

2.4.2 Corridor

Het VKA-tracé loopt na de kruising van de Veerse Gatdam door het Veerse Meer. Het Veerse Meer kent een andere dynamiek dan op zee en is smaller dan de Noordzee. Daardoor is de gehanteerde kabelcorridor in een gebundelde variant van 1.000 meter (500 meter aan weerszijde) niet hanteerbaar op het Veerse Meer. Vanuit onderhouds- en veiligheidsperspectief wordt daarom vanaf

het Veerse Meer een kabelcorridor van 100 meter aangehouden (50m aan weerszijden van de gebundelde kabel) (zie Figuur 2-17). Bij onderzoeken naar mogelijke effecten op het Veerse Meer wordt echter een corridor van 2x100m toegepast zodat eventuele re-routing vanwege obstakels toegepast kan worden binnen deze zone van 2x100m van het tracé zonder dat daarvan de effecten niet zijn onderzocht. Het VKA-tracé loopt door het diepste stuk van het Veerse Meer. In totaal zal er ca. 81.000 m³ gebaggerd worden in het Veerse meer.



Figuur 2-17 Corridorbreedte zeekabelsysteem in Veerse Meer

2.4.3 Installatie van de kabels

Op het Veerse Meer wordt gebruik gemaakt van meerdere aan elkaar geschakelde pontons voor de installatie. De aanleg in het Veerse Meer zal met een jettrencher gebeuren. Waar de route loopt door ondiepe delen zal gebaggerd worden met een cutterzuiger.

2.4.4 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 in voorliggende beoordeling.

2.5 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere kabels die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale VKA-tracé is er sprake van 4 typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden omschreven:

- Moflocaties (jointlocaties tussen 2 zeekabels).
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel).

2.5.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometers. Binnen (<10km) de kustzone worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) heeft een afmeting van circa 6 meter x 0,3 meter 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.

2.5.2 Mofput Veerse Gatdam

Er komt een mofput aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam na de kruising van de dam (zie paragraaf 3.4.1). Aangenomen wordt dat het werkgebied een oppervlakte van 5 bij 10 meter heeft. De diepte van de mofput is 3,5 meter. De gewenste ontwateringsdiepte is 3,5 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.5.3 Moflocatie (Veerse Meer)

Het is momenteel nog onzeker of er een mof komt in het Veerse Meer. In het worst-case scenario, waar hiervan uitgegaan wordt, komt er in het Veerse Meer een mof welke soortgelijk zal zijn aan moflocaties in zee, dat wil zeggen een smalle metalen box die om de kabel heen zit van circa 6 meter x 0,3 meter.

2.5.4 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een verbindingsmof/ *'transition joint'* (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. De verbindingsmof komt waar de kabels het Veerse Meer uitkomen. 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.

Afhankelijk van de omstandigheden op het aanlegpunt wordt een ingraafdiepte bepaald. In het geval dat de mofput niet in een greppel wordt gemaakt, wordt een betonnen basis of stalen frame gebruikt. Aangenomen wordt dat het werkgebied een oppervlakte van 5 bij 10 meter heeft. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.6 Planning

Uitvoeringsperiode

De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha 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.

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 als dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen

omtrent werkveiligheid. Tussen 1 november en 1 mei wordt buiten de begrenzingen van de Bollen van het Nieuwe Zand gewerkt. Dit gebied is dan gesloten omdat het een rustplaats is.

De planning voor de aanleg van het platform IJmuiden Ver Alpha is als volgt:

- Draagconstructie in 2025-2026.
- Bovenbouw in 2026-2027.

Uitvoeringsduur

In Tabel 2-3 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Tabel 2-3 Uitvoeringsduur per onderdeel.

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Erosiebescherming (steenbestorting)	4 tot 6 dagen
	Jacket	5 tot 10 dagen
	Suction buckets	2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Ca. 3 maanden

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt de afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha plaats. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben. 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.
- Habitataantasting door mechanische effecten op zee.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het gebruik van het VKA-tracé.
- Verontreiniging, als gevolg van bodemverontreiniging en gebruik van het platform op zee.

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 en in het Veerse Meer wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) of getrencht waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden (zie Tabel 2-1). Deze verspreiding van sediment kan leiden tot het vrijkomen van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 4.2.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

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

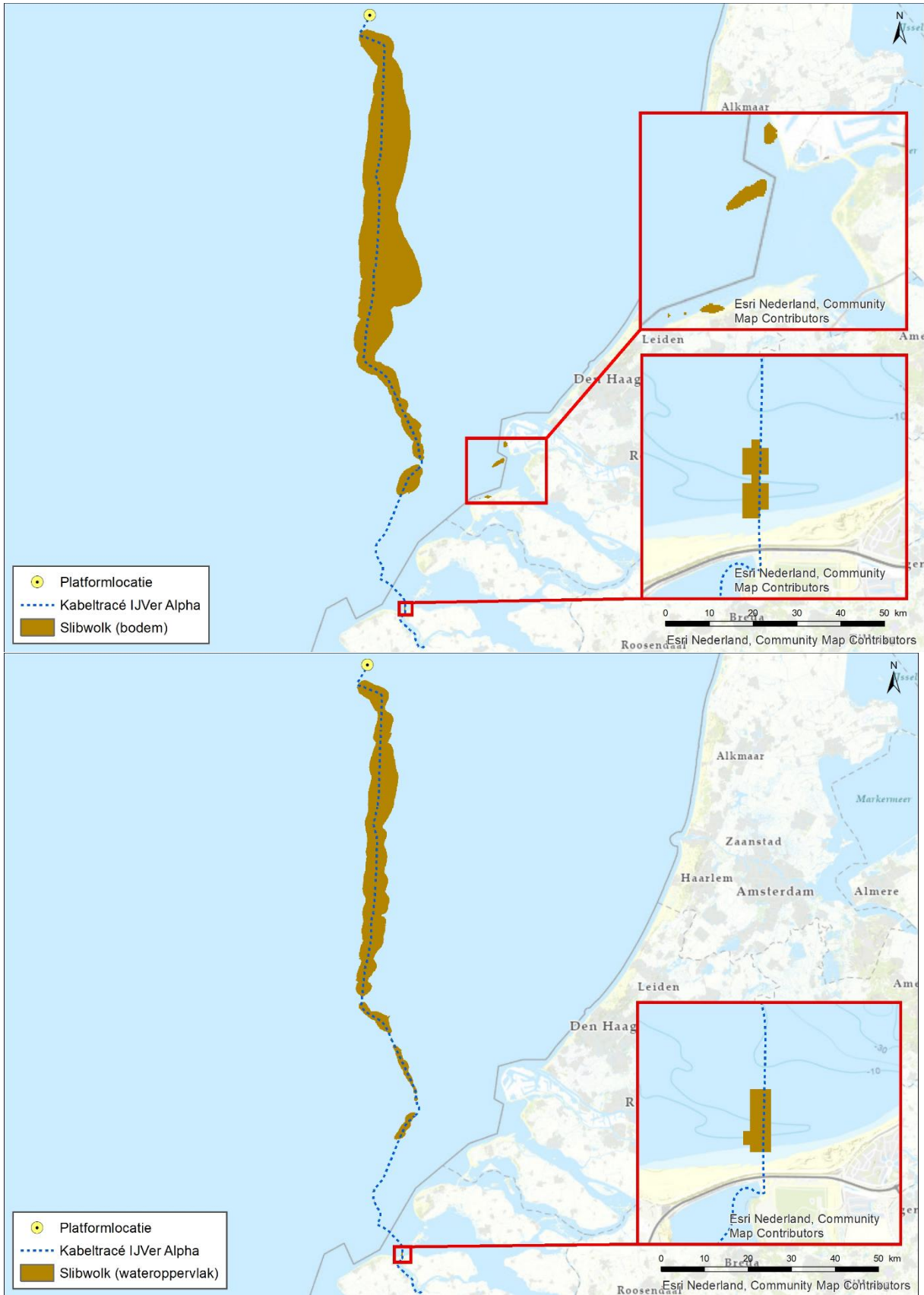
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

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

3.2.1 Op zee

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden op zee optreedt is in een modelstudie onderzocht. Zie Bijlage A voor een samenvatting van de slibstudie. In Bijlage VII-F is de slibmodelleerstudie voor werkzaamheden op zee opgenomen. De slibstudie op zee is uitgevoerd vanaf het platform tot aan de aanlanding aan de zuidkant van het Veerse Meer. Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden. De waardes van vertroebeling zijn uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). De waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die al in de wateren aanwezig zijn. Het maximale gebied op zee waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging optreedt van de daggemiddelde slibconcentratie is weergegeven in Figuur 3-1. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L. Dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie en de ondergrens van een meetbaar verschil.

In Figuur 3-1 is te zien dat vertroebeling met name plaatsvindt op open zee, waarbij de slibconcentratie over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) met meer dan 2 mg/l toeneemt. De wolk vormt zich hoofdzakelijk vanaf een afstand van ongeveer 15 kilometer uit de kust. Bij de kust worden geen verhogingen boven de 2 mg/l voorspeld, met uitzondering van drie gebieden, dicht bij de kruising van de Veerse Gatdam, rondom de Tweede Maasvlakte en ten noorden van Ouddorp (Goeree-Overflakkee, zie uitvergrotingen in Figuur 3-1). De slibconcentratieverhoging op deze laatstgenoemde locatie staat los van het VKA-tracé, klaarblijkelijk zijn de stromingscondities hier ongunstig waardoor slib accumuleert tot boven de grenswaarde van 2 mg/l.



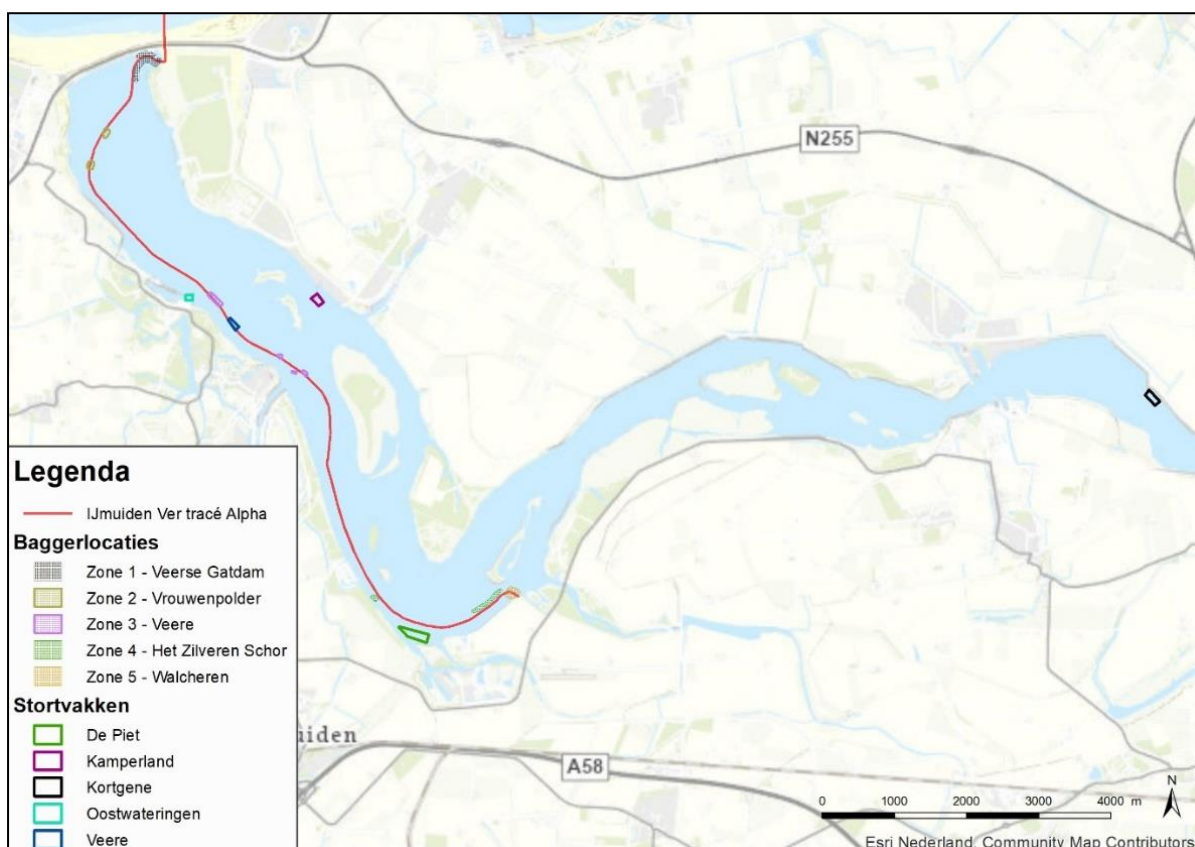
Figuur 3-1 Gebied tot waar de slibwolven aan het wateroppervlak (onder) en op de bodem (boven) (> 2 mg/l) maximaal reiken ten gevolge van de werkzaamheden

3.2.2 Veerse Meer

De mate waarin vertroebeling door de bagger- en stortwerkzaamheden optreedt in het Veerse Meer is in een aparte modelstudie onderzocht. In onderstaande paragraaf worden de worst-case uitkomsten van deze modelstudie voor het Veerse Meer nader toegelicht. In Bijlage B is een uitgebreide samenvatting van deze slibstudie voor het Veerse Meer opgenomen. In deze bijlage wordt nader ingegaan op specifieke omstandigheden die plaatsvinden binnen de worst-case vertroebeling reikwijdte. Hierin worden ook de aangehouden randvoorwaarden (zoals stromingscondities, weersomstandigheden en sedimenteigenschappen) en resultaten beschreven. In Bijlage VII-I is de volledige rapportage van deze slibmodelleerstudie voor het Veerse Meer opgenomen.

Verschillende scenario's

Anders dan voor baggerwerkzaamheden op zee, mag het in het Veerse Meer gebaggerde materiaal niet gestort worden naast de gebaggerde zone, maar moet het materiaal in de daarvoor bestemde stortvakken verspreid worden. In de slibstudie wordt de toename in de slibconcentratie door zowel de baggerwerkzaamheden als het storten van gebaggerd materiaal in de daarvoor aangewezen stortvakken gesimuleerd. In het Veerse Meer zijn in totaal vijf stortvakken beschikbaar, zie Figuur 3-2. In dit figuur zijn tevens de locaties waar (mogelijk) gebaggerd moet worden opgedeeld in vijf zones. Op het moment van schrijven is er nog geen duidelijkheid over welke stortvakken gebruikt gaan worden. Wel zijn de baggervolumes berekend voor de verschillende zones in het Veerse Meer.



Figuur 3-2 Overzicht baggerlocaties en mogelijke stortlocaties.

Op de aanlandingslocaties nabij Veerse Gatdam en De Piet wordt veruit het meeste materiaal gebaggerd (85% van het totaal, verdere toelichting in volgende alinea). Het storten van het baggervolume in de verschillende stortvakken kan in verschillende combinaties. Om een realistisch beeld te krijgen van de (worst-case) omvang en reikwijdte van vertroebeling, dat ontstaat als gevolg van het baggeren en storten, zijn verschillende reële scenario's gemodelleerd. De scenario's zijn o.a. gebaseerd op de verwachte beschikbare ruimte in ieder stortvak en de afstanden tussen de baggerlocaties en stortvakken. Stortvak Oostwateringen is zodoende niet gebruikt in de modellering aangezien de verwachte beschikbare ruimte hier zeer beperkt is.

Er zijn twee ecologische worst-case scenario's tot stand gekomen (V1, V2) waarbij op realistische wijze in een verschillende combinatie gebruik wordt gemaakt van de beschikbare stortvakken. Ter indicatie is scenario V1 nogmaals gemodelleerd, dit keer onder invloed van stormcondities die aanhouden gedurende de gehele werkzaamheden. Ook is er één niet worst-case scenario gemodelleerd, hierbij wordt een deel van het gebaggerde materiaal afgevoerd op land (en dus niet gestort). Het betreft de volgende scenario's:

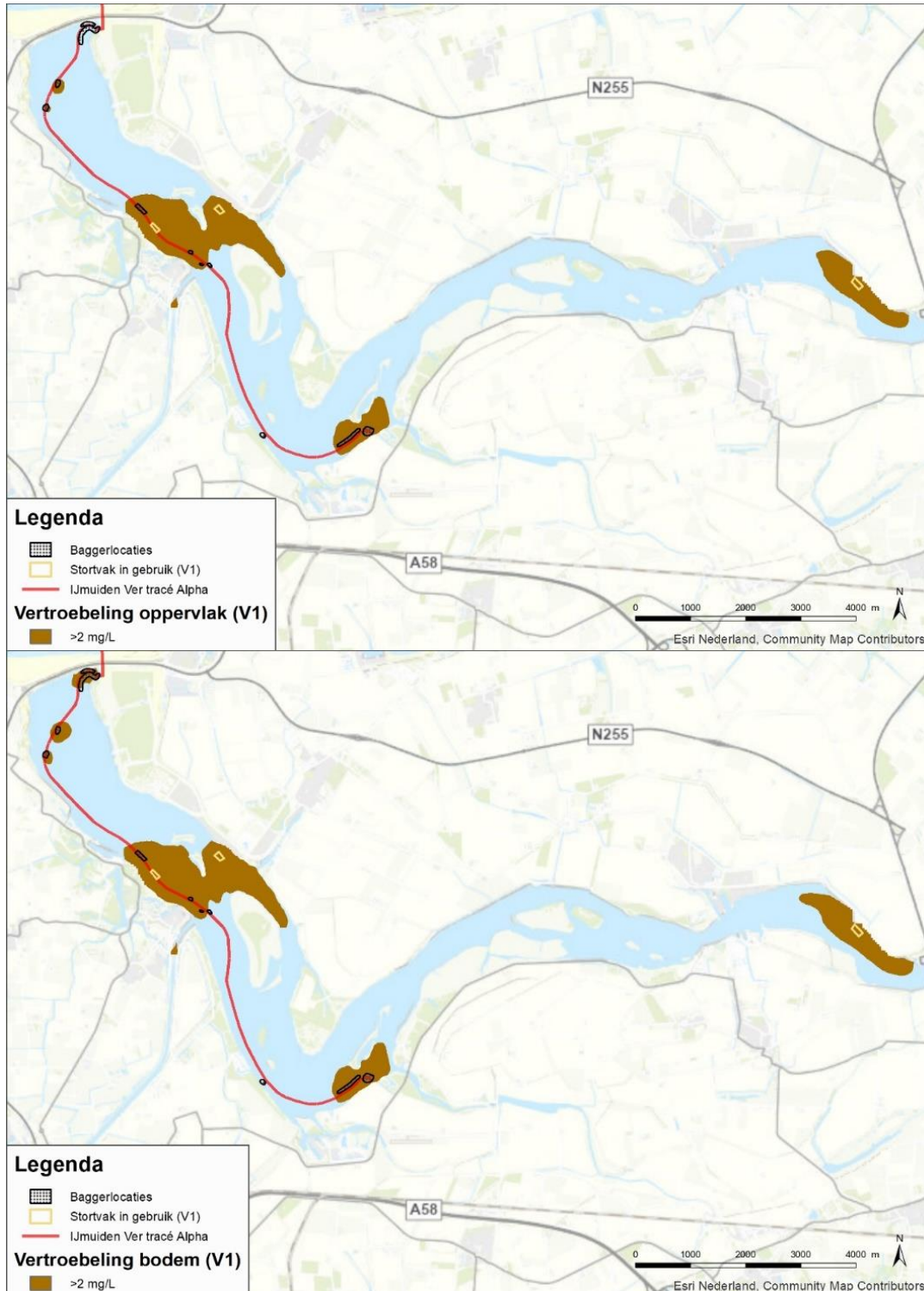
- V1: Het gebaggerde materiaal uit zone 1, Veerse Gatdam (35.000 m³), wordt gestort in stortlocatie Kamperland. Gebaggerd materiaal uit zone 2-4 langs het tracé (respectievelijk 3.500, 7.500 en 1.000 m³) wordt gestort in stortlocatie Veere. Gebaggerd materiaal uit zone 5, Walcheren (33.000 m³), wordt gestort in stortlocatie Kortgene. Stortlocatie Kortgene is gelegen in het oostelijke deel van het Veerse Meer, relatief ver verwijderd van de overige werkzaamheden.
- V2: Anders dan scenario V1 wordt in dit scenario gebaggerd materiaal uit zone 5, Walcheren, gestort in de dichtbij zijnde stortlocatie de Piet.
- V3: Anders dan scenario V2 wordt gebaggerd materiaal uit zone 1 en 2 (samen bijna 50% van het totale baggervolume) afgevoerd via landtransport. Het wordt dus niet gestort in de desbetreffende stortvakken (Kamperland en Veere).
- V1 met storm: De uitgangspunten van scenario V1 zijn ook gemodelleerd voor constant aanhoudende (december)stormcondities gedurende de gehele werkzaamheden.

In dit rapport worden aan de hand van de worst-case scenario's de gevolgen van de werkzaamheden geschetst. Zodoende wordt vertroebelingsscenario V3 –waarin bijna 50% minder gebaggerd materiaal in het Veerse Meer wordt teruggestort dan scenario V1 en V2, met logischerwijs minder vertroebeling tot gevolg– initieel niet behandeld. Alleen wanneer blijkt dat de (negatieve) impact op de ecologie van de twee worst-case scenario's significant is, zal scenario V3 later worden behandeld. Het onrealistische scenario waarbij hevige (december) stormcondities gedurende de gehele werkzaamheden aanhouden wordt behandeld in Bijlage B.

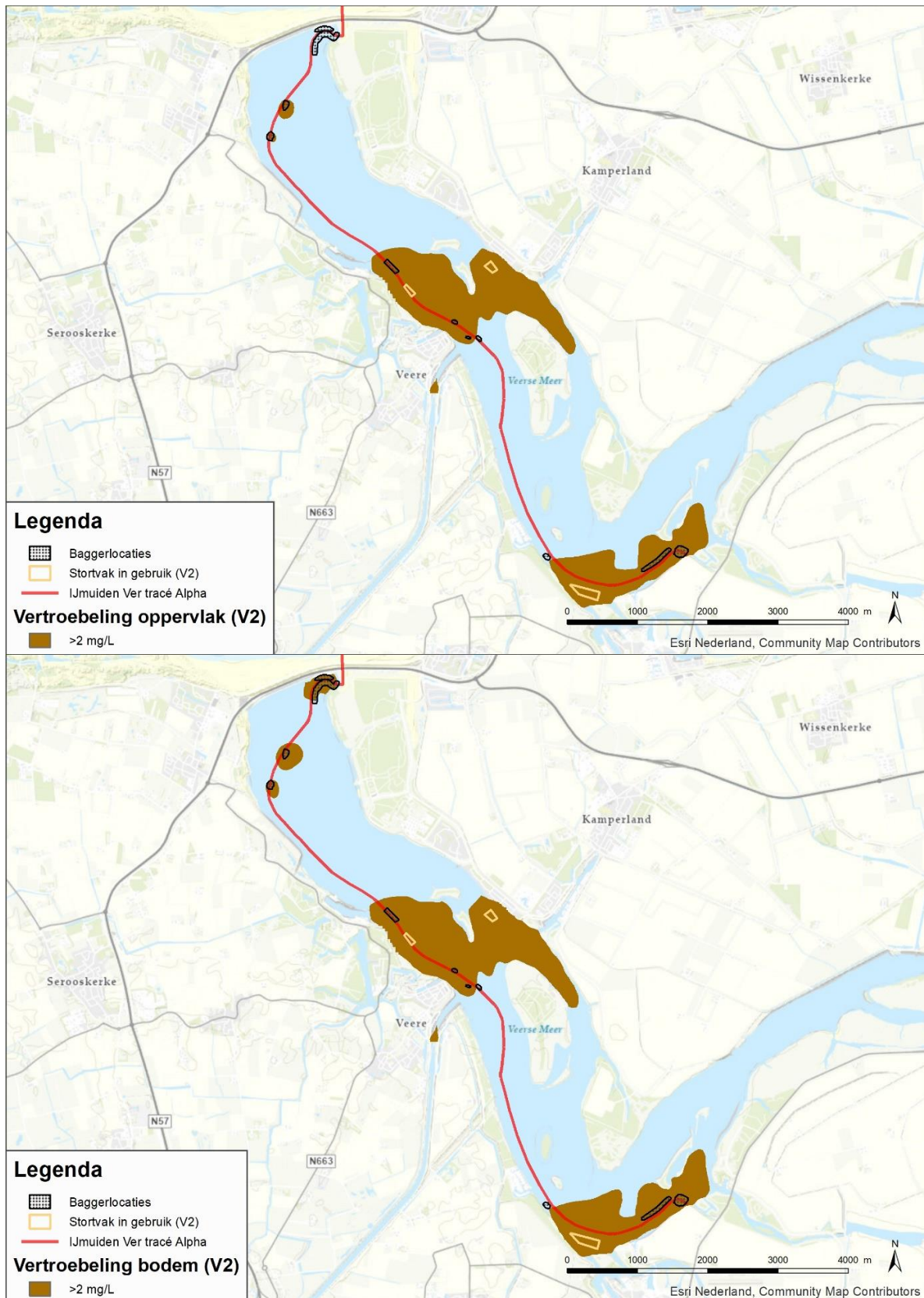
Worst-case reikwijdte

In Figuur 3-5 en Figuur 3-4 zijn de ruimtelijke beelden van de vertroebeling als gevolg van de baggerwerkzaamheden en respectievelijk stortscenario V1 en V2 weergegeven. In het figuur worden de maximaal behaalde daggemiddelde slibconcentraties aangehouden, de afgebeelde beïnvloede gebieden treden dus niet gedurende de gehele bagger- en stortwerkzaamheden (met deze omvang) op. Voor beide scenario's is zowel de vertroebeling aan het wateroppervlak als bij de bodem is weergegeven. Hierbij valt op dat de omvang van de vertroebelingswolken aan het oppervlak en nabij de bodem nagenoeg gelijk is. De omvang van het maximaal vertroebelde areaal is daarmee voor V1 en V2 respectievelijk ca. 342 ha en ca. 338 ha. Dit is respectievelijk 16,8% en 16,7% van het totaal aanwezige wateroppervlak van het Veerse Meer (à 2.030 ha). In de figuren is verder duidelijk te zien dat vertroebelingswolken voornamelijk optreden in en rondom de stortvlakken. Alleen bij aanlandingslocatie De Piet ontstaat door het baggeren een relatief grote slibwolk met een maximale

omvang van ca. 55 ha, bij de andere baggerlocaties ontstaan slibwolken van hooguit enkele hectaren in omvang. Slibwolken zijn tevens grotendeels gecentreerd rond de oorzaak (stort- of baggerlocatie) en niet aanmerkelijk uitgerekt, de geringe stroming die aanwezig is in het Veerse Meer voorkomt klaarblijkelijk vergaande verspreiding. Uitzondering hierbij is een slibwolk van minimale omvang voor sluisencomplex Veere.



Figuur 3-3 De maximale reikwijdte van de vertroebelingswolken (>2 mg/L) in het Veerse Meer aan het wateroppervlak (boven) en nabij de bodem (onder) ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en stortscenario V1. Ook zijn de bagger- en stortlocaties en het tracé weergegeven.



Figuur 3-4 De maximale reikwijdte van de vertroebelingswolken (>2 mg/L) in het Veerse Meer aan het wateroppervlak (boven) en nabij de bodem (onder) ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en stortscenario V2. Ook zijn de bagger- en stortlocaties en het tracé weergegeven.

3.3 Sedimentatie

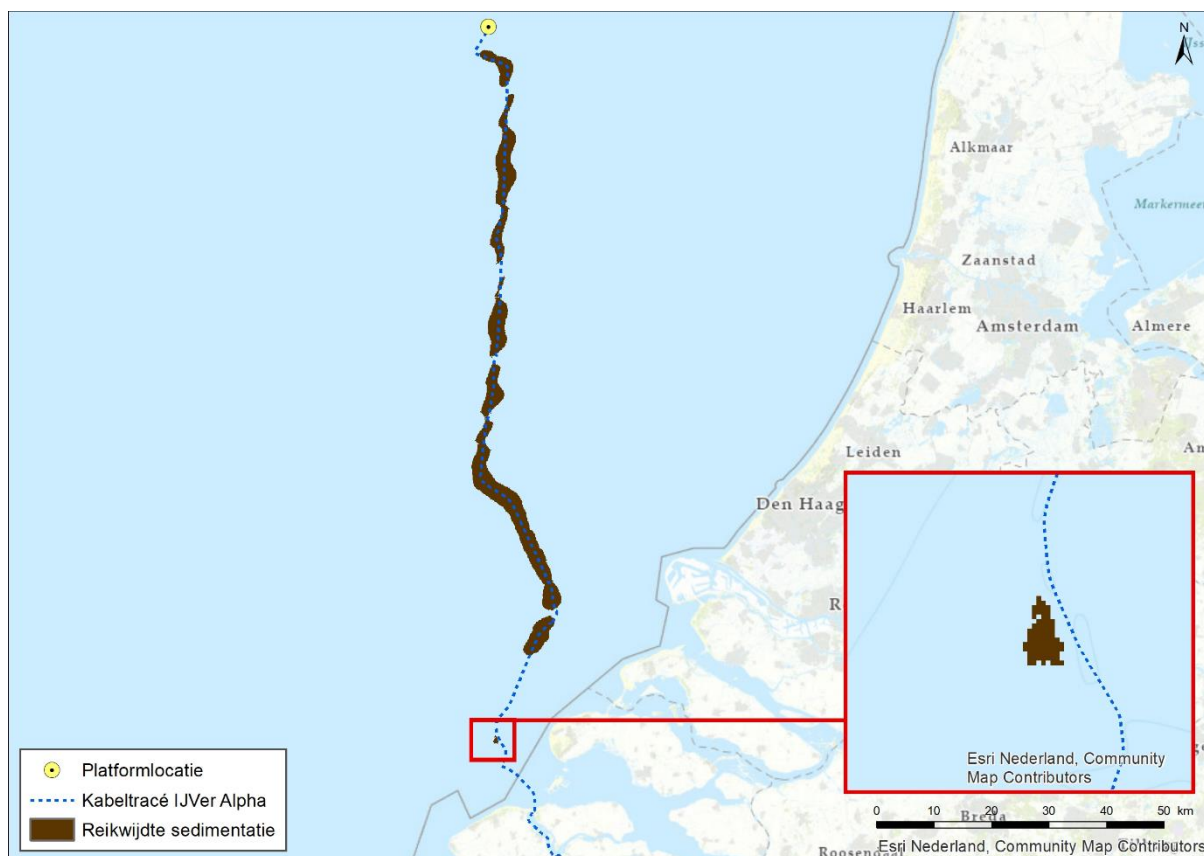
Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de kabels (op zee en het Veerse Meer) bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie).

Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te 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 (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998). In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. In 1988 is door Bijkerk 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*). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) bevestigt de resultaten uit 1988. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppige maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

3.3.1 Op zee

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie als gevolg van werkzaamheden op zee is modelmatig berekend (Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het VKA-tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 4.2.1.

Figuur 3-5 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreedt na 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 1cm/maand rondom het tracé met name vanaf ca. 15 km uit de kust worden bereikt. Alleen in een relatief klein gebied (80 ha) binnen 15 km van de kust treedt een sedimentatiesnelheid van boven de 0,33 mm/dag op. In het overige deel van de kustzone ligt sedimentatiesnelheid rondom het VKA-tracé op zo'n 0,1-0,2 mm/dag (niet weergegeven in het figuur). Langs het gehele VKA-tracé (met uitzondering van het Veerse Meer) komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag.



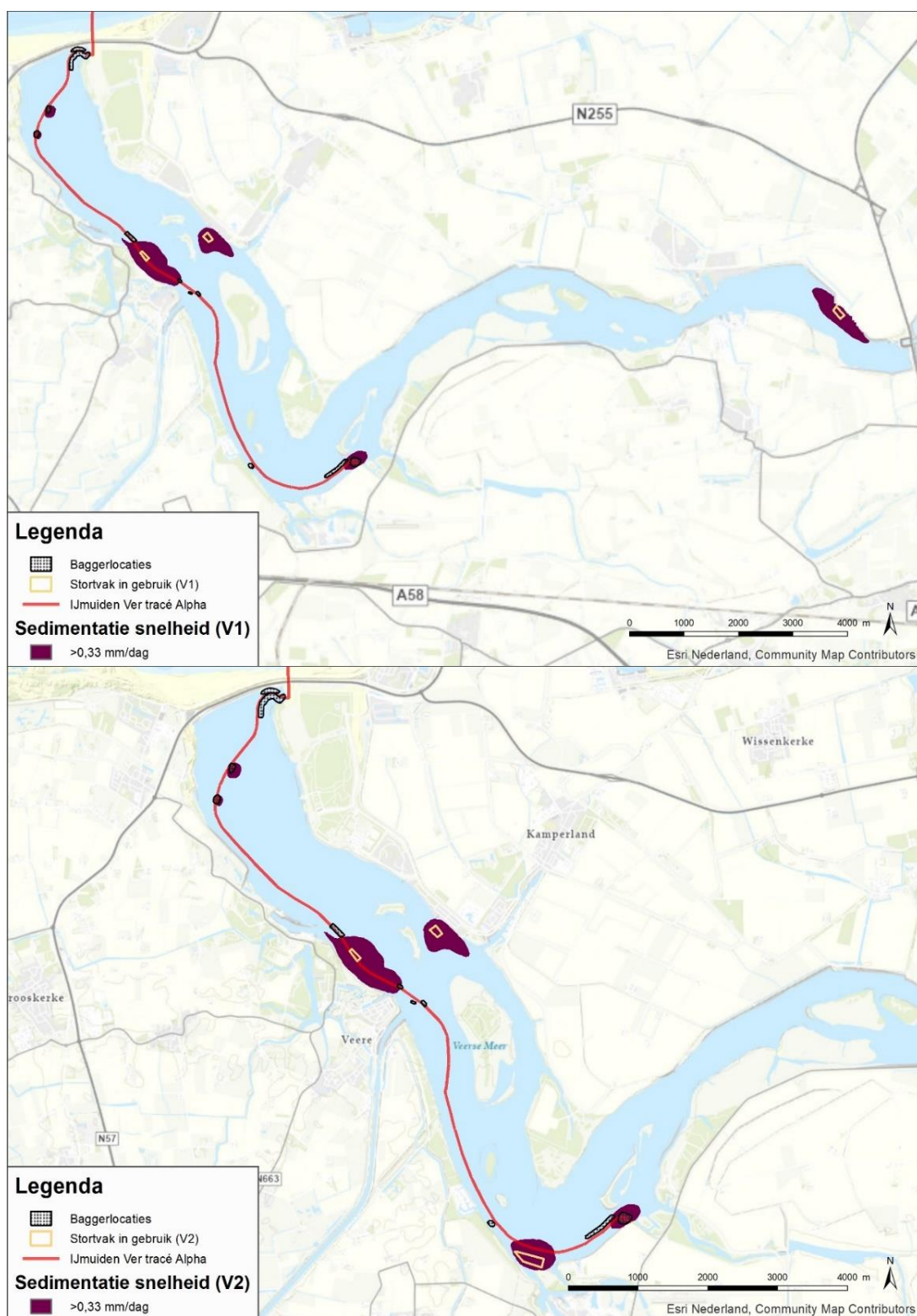
Figuur 3-5 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 1cm per maand (0,33mm/dag) uitkomt

3.3.2 Veerse Meer

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie als gevolg van werkzaamheden op het Veerse Meer is modelmatig berekend. In onderstaande paragraaf worden de worst-case uitkomsten van deze slibstudie in het Veerse Meer m.b.t. sedimentatie nader toegelicht. In Bijlage B is een samenvatting van deze slibstudie voor het Veerse Meer opgenomen. In deze bijlage wordt nader ingegaan op specifieke omstandigheden die plaatsvinden binnen de worst-case reikwijdte waar sedimentatie optreedt. Hierin worden ook de aangehouden randvoorwaarden beschreven (zoals stromingscondities, weersomstandigheden en sedimenteigenschappen). Veel van dezelfde (bodem)diersoorten die in zee voorkomen, komen ook voor in het Veerse Meer. Zodoende wordt de tolerantiewaarde voor sedimentatiesnelheid van het gevoeligste bodemdier (*Mya arenaria*, à 0,33 mm/dag, zie paragraaf 3.3.1) ook aangehouden voor de worst-case sedimentatie afbakening in het Veerse Meer.

De maximale reikwijdte van het gebied waar sedimentatiesnelheden >0,33 mm/dag optreden als gevolg van de baggerwerkzaamheden en stortscenario V1 en V2 (zie paragraaf 3.2.2) zijn weergegeven in *Figuur 3-6*. In het figuur worden de maximaal behaalde daggemiddelde sedimentatiesnelheden aangehouden, de afgebeelde beïnvloede gebieden treden dus niet gedurende de gehele bagger- en stortwerkzaamheden (met deze omvang) op. De gebieden waar een maximale daggemiddelde sedimentatiesnelheid boven de 0,33 mm/dag optreedt komen voornamelijk voor in en rondom de gebruikte stortlocaties. Bij baggerzone Walcheren en Vrouwenpolder (zo'n 10km vanaf aanlandingslocatie Veerse Gatdam) komen ook relatief kleine arealen voor. Het totale areaal waarin de maximale daggemiddelde sedimentatiesnelheid groter is dan 0,33 mm/dag is 113 ha voor stortscenario V1 en 101 ha voor V2. Dit is respectievelijk 5,6% en

5,0 % van het totaal aanwezige wateroppervlak van het Veerse Meer (à 2.030 ha). Deze arealen zijn aanzienlijk kleiner dan de arealen waarin de vertroebelingswolken van >2 mg/L optreden, respectievelijk 342 en 338 ha (zie paragraaf 3.2.2).



Figuur 3-6 De maximale reikwijdte van het areaal in het Veerse Meer waar sedimentatiesnelheden >0,33 mm/dag optreden ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en stortscenario V1 (boven) en V2 (onder). Ook zijn de bagger- en stortlocaties en het tracé weergegeven.

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwatergeluid, met name 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 aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit continu onderwatergeluid is tijdelijk van aard.

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 Beoordelingen voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 3-7 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringcontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen de schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 3-7 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er impuls-onderwatergeluid op bij de aanleg van het platform. Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien en tijdens geofysische surveys. 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. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er mogelijk verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek, waarvoor geluid uitgezonden wordt.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zwemmende zeezoogdieren. Impuls-onderwatergeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. De verstoring door impuls-geluid is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Heinis et al., 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

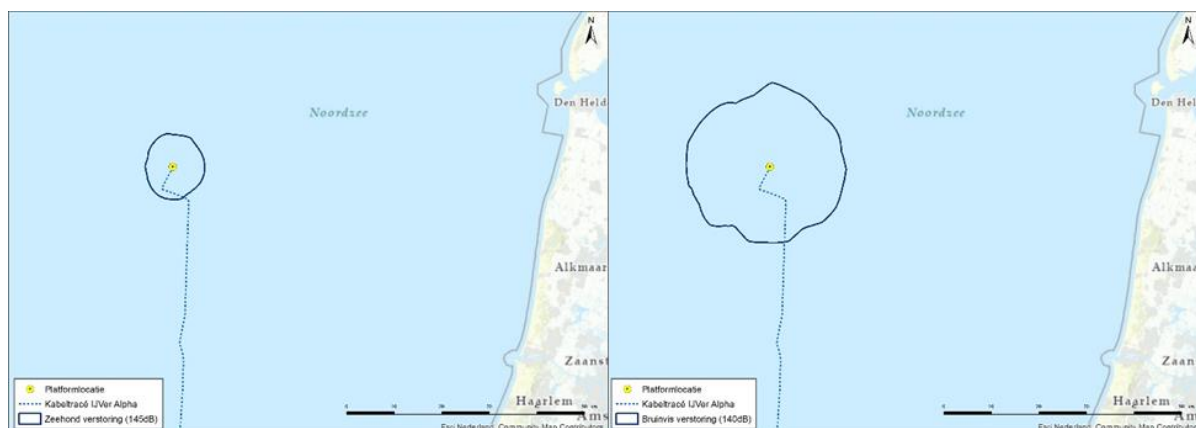
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELs van 145 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$;
- Bruinvis ongewogen breedband SELs van 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is, evenals voor verstoring, vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes 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 waardes meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van (Southall et al., 2019) kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaardes 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 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Deze bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS liggen op of boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeezoogdieren volledig. Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

Uit modelberekeningen (zie Bijlage VII – E Berekeningen heigeluid) is de totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 173 km² en voor bruinvissen 1022 km² (zie Figuur 3-8). Op basis van dit oppervlak van 1022 km² is ook de reikwijdte bepaald. De radius van deze verstoringscontour is gemiddeld 18 km.



Figuur 3-8 Reikwijdte van onderwaterverstooring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden Ver (in het geval van een stalen jacket), voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts)

Voor de realisatie van de kabelverbinding worden meerdere geofysische surveys uitgevoerd. Voor de eerste ronde geofysische surveys is door TenneT een separaat traject doorlopen. Op basis van een voortoets van ATKB (van de Wetering et al., 2021) is hiervoor geen vergunning aangevraagd. Wel is het effect van impuls geluid doorberekend t.b.v. de ontheffingsaanvraag (Schiedon & Jans, 2021). De eerste ronde surveys wordt niet meegenomen in deze Passende Beoordeling. In een latere fase vindt nog wel een tweede ronde surveys plaats, bestaande uit detail geofysische studies voor kabel en platform, de UXO surveys en de post lay survey voor de kabel. Deze worden wel beoordeeld. Daar is op dit moment nog weinig over bekend, als worst-case aanname wordt daarom de reikwijdte en scope van de eerste surveys gebruikt.

3.6 Bovenwaterverstooring op zee in het Veerse Meer

3.6.1 Door geluid en visuele verstooring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie door baggerschepen en de aanwezigheid van een helikopter kan leiden tot verstooring door bovenwatergeluid, en optische verstooring (silhouetwerking). Deze verstooring 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. Aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008). Bovenwaterverstooring 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 verstooring wordt veroorzaakt door optische verstooring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Licht wordt in paragraaf 3.6.2 toegelicht. De veroorzaakte verstooring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstooring, waarbij de meest verreichende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de

aard van de verstoring, de verstoringduur, de verstoringfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringgevoeligheid soort specifiek en variabel per periode. 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 brilduiker en ruiende vogels (zoals eidereenden, 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 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, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fliessbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd.

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 dichterbij het wateroppervlak gaan dan op het platform, zijn directe effecten door aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk.

De maximale verstoringafstand van rustende zeehonden die bekend is uit literatuur bedraagt 1.200 meter (Brosseur & Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didden & Bouma (2012) blijkt de verstoringafstand van baggerschepen doorgaans minder is dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het VKA-tracé (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 3-9. 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 3-9 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). Hoe groot dit effect is hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden 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 voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

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 (500-1.500 meter). Verstoring door licht is daarmee minder relevant als autonome verstoring, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de baggerschepen vallen daarom binnen de verstoringcontouren van geluid en visuele verstoring door de baggerschepen en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase is licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring. 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 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 ervoor 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). 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 het verlichtingsplan -dat wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen- als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, uitgesloten.

3.7 Habitataantasting

3.7.1 Op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden. Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. In deze toets wordt uitgegaan van een worst-case uitgangspunt van habitataantasting over een strook van 60 meter breed. Bij de kruising van de Veerse Gatdam wordt aan de zijde van de Noordzee een tijdelijk werkterrein van 5.000 m² ingericht.

Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) varieert langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Op zee zal de kabel worden aangelegd door middel van trenchen, al dan niet voorafgegaan door pre-sweepen om aanwezige zandgolven af

te vlakken. Binnen (<10km) de kustzone wordt hoofdzakelijk getrencht, behalve ten Noorden van de Bollen van het Nieuwe Zand waar over een deel van het tracé vooraf gebaggerd wordt. Bij de aanlanding wordt gebaggerd tot aan het strand, maar op het strand zelf wordt niet gebaggerd. Het laatste stuk van de kabel wordt over het strand getrokken, waarvoor een sleuf gegraven wordt. De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie. In de praktijk heeft trenchen een reikwijdte van circa 10 meter aan weerszijde van de kabel, met een totale breedte van 20 meter. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter. Het gehanteerde uitgangspunt van 60 meter is zodoende een absolute worst-case aanname.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudsridor. De ligging van de kabel binnen de corridor ligt nog niet vast. Deze corridor is 1.000 meter breed op het gedeelte van het tracé op zee. Vanaf circa 25 km ten noorden van de Veerse Gatdam tot aan de Veerse Gatdam wordt een bredere corridor aangehouden van 1.500 meter. Na het aanleggen van de kabels gaat de corridor terug naar 1.000 meter.

3.7.2 In het Veerse Meer

In het Veerse Meer wordt een corridorbreedte van 200 meter aangehouden (zie paragraaf 2.4.2). Aanleg in het Veerse Meer zal hoofdzakelijk worden uitgevoerd met een trencher. Waar het VKA-tracé over ondieptes gaat zal gebaggerd worden. De locaties waar gebaggerd dient te worden is bepaald aan de hand van een doorvaardiepte van 3 meter, zie Figuur 3-10. De kabels worden neergelegd binnen de corridor, maar de precieze ligging ligt nog niet vast. Mogelijk worden enkele weergegeven ondieptes niet gekruist. In de toetsing wordt uitgegaan van het worst-case uitgangspunt dat het tracé loopt door alle ondieptes waar gebaggerd zou moeten worden.

Voor baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabel, met een totale breedte van 60 meter. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabel, met een totale breedte van 20 meter. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter.



Figuur 3-10 Baggerlocaties in het Veerse Meer, op de ondiepe delen van het VKA-tracé

3.8 Elektromagnetische velden

3.8.1 Elektromagnetische velden op zee

In de gebruiksfase wordt de kabel 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 vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) 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 (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

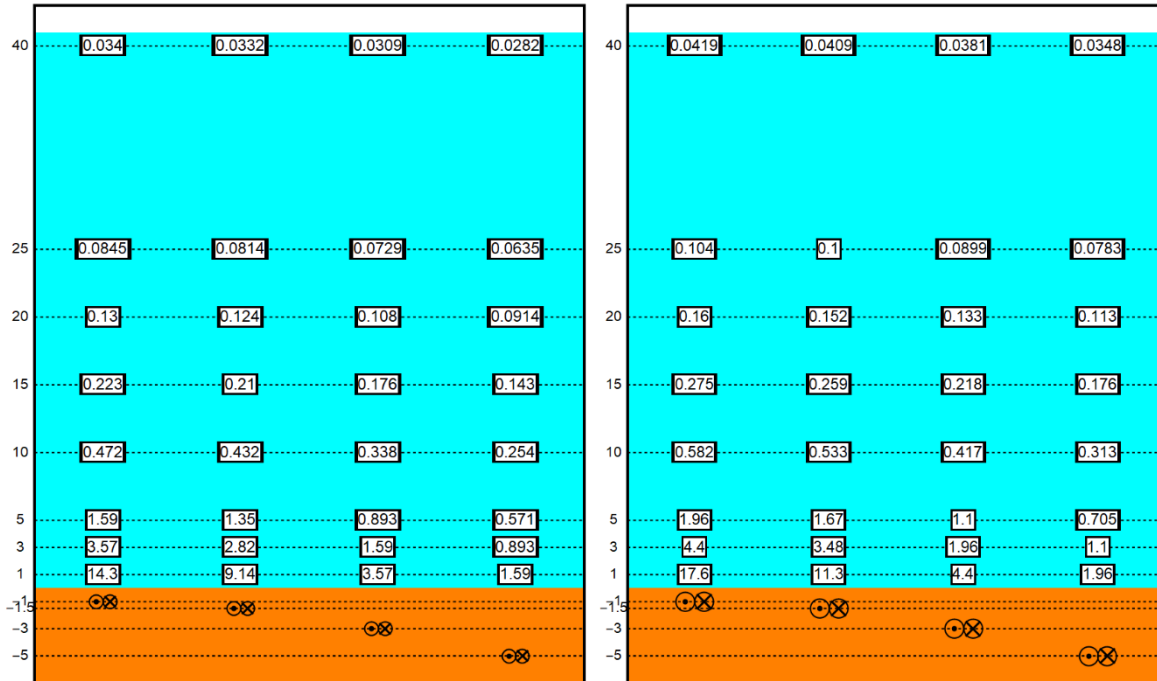
Door het bewegen van een organisme door het elektromagnetisch veld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt iE-veld ook gebruikt om een opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie Gill et al. (2012) en Snoek et al., (2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, en onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII – D Elektromagnetische velden op zee.

In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver.

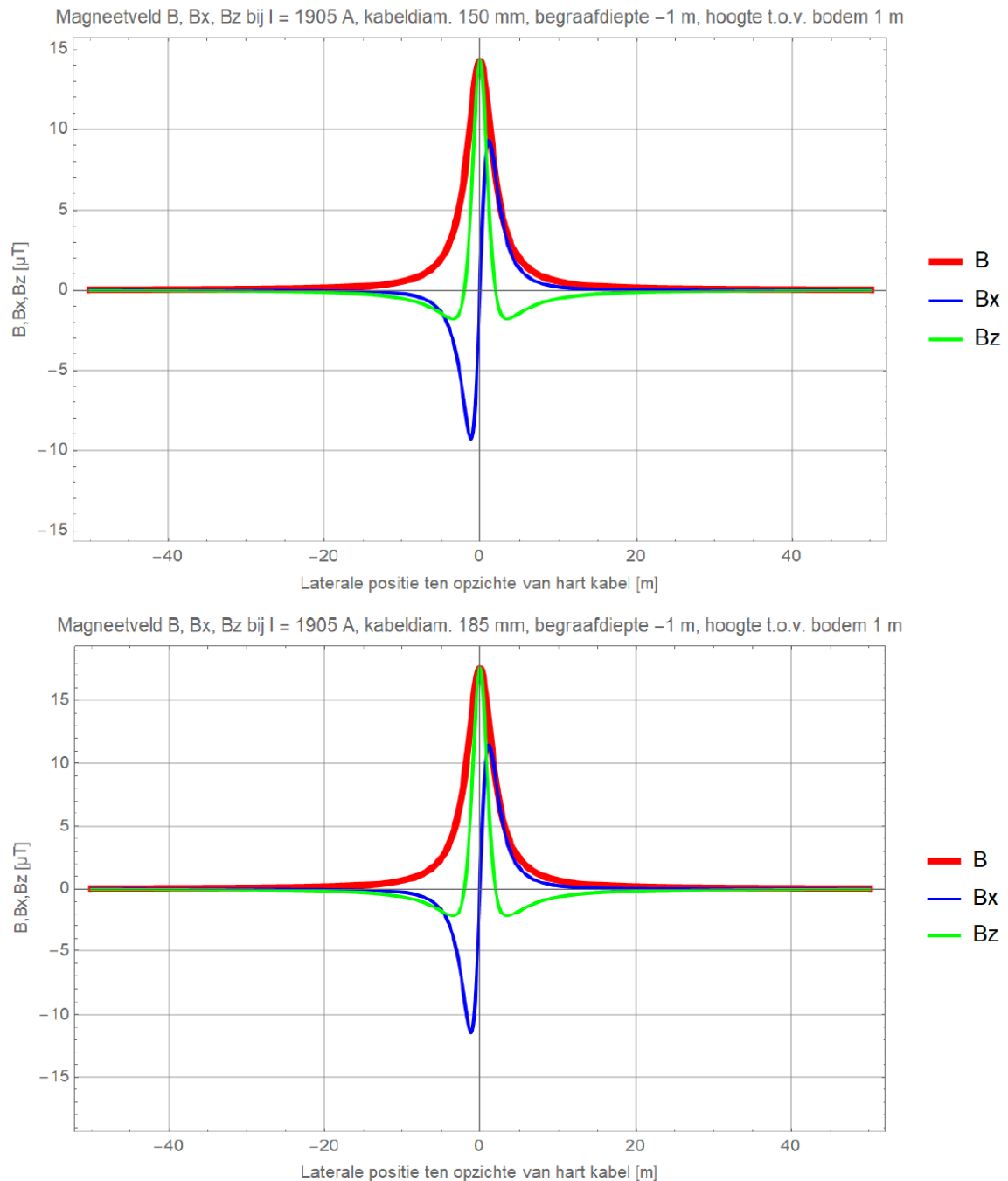
Magneetveld op zee

In Figuur 3-11 is de elektromagnetisch veldzone 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 3-11. Het elektromagnetisch veld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.

Recentelijk zijn de eerste elektromagnetische veldstudies uitgevoerd door Waterproof bij de Norned kabel. Deze kabel is van gelijkstroomkabel met een ietwat lichtere voltage, maar is zeer vergelijkbaar aan de Net op zee IJmuiden ver kabelsystemen. Er is vlak boven de zeebodem gemeten, wat vergelijk is aan de waardes van 1 meter boven de kabel. De gemeten fluctuaties die hierin gemeten zijn liggen ver beneden de verwachte modelleringen van van Essen, (2020). Hierbij moet wel gezegd worden dat de kabel niet op volledige kracht werkte. Desalniettemin waren de waardes gemiddeld 10x lager dan de waardes gemodelleerd 1 m boven een kabel op een begraafdiepte van 3 m (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk niet zo hoog uitvallen.



Figuur 3-11 Elektromagnetisch veldzone in μT van de 525kV-zeekabels 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. Berekend door Van Essen (2020)



Figuur 3-12 Elektromagnetisch veldzone in μT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder). 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, 2020).

3.9 Verontreiniging op zee en in het Veerse Meer

Bij de werkzaamheden kunnen in het sediment aanwezige verontreinigende stoffen in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Alpha MER fase 1 deel B, is in het kader van de wet- en regelgeving rondom bodem een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat de kans op verontreiniging buiten (>10km) de kustzone verwaarloosbaar is.

Er is een indicatief waterbodemonderzoek uitgevoerd voor het tracé door het Veerse Meer om een beeld te krijgen van de milieuhygiënische kwaliteit van de waterbodem. Het indicatief waterbodemonderzoek dient niet als milieuhygiënische verklaring op grond van het Besluit bodemkwaliteit voor het eventueel aanwezige slib en het hieronder gelegen sediment. Dit moet nog worden opgesteld. De rapportage en resultaten van dit onderzoek staan in Bijlage VII-J (Indicatief Waterbodemonderzoek Veerse Meer).

In het onderzoek is gekeken naar het slib en de vaste waterbodem. Op enkele meetpunten zijn overschrijdingen van de interventiewaarde aangetroffen. De vaste waterbodem is grotendeels niet verontreinigd. Op 2 van de 12 meetpunten is klasse B als gevolg van koper en klasse Niet toepasbaar als gevolg van PFAS aangetoond. Het Besluit Bodemkwaliteit (BBK) waarborgt dat er geen verontreinigde baggerspecie verspreid mag worden. Het is wettelijk verboden om vervuild specie te verspreiden. Vervuild specie zal conform de normering van het BBK worden afgevoerd naar speciale depots. Er zal dus geen vervuild sediment terug in het natuurlijke systeem gebracht worden. Zodoende zijn effecten als gevolg van verontreiniging door baggeractiviteiten uitgesloten.

Ook bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt gecontroleerd op 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. Verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

3.10 Warmteontwikkeling

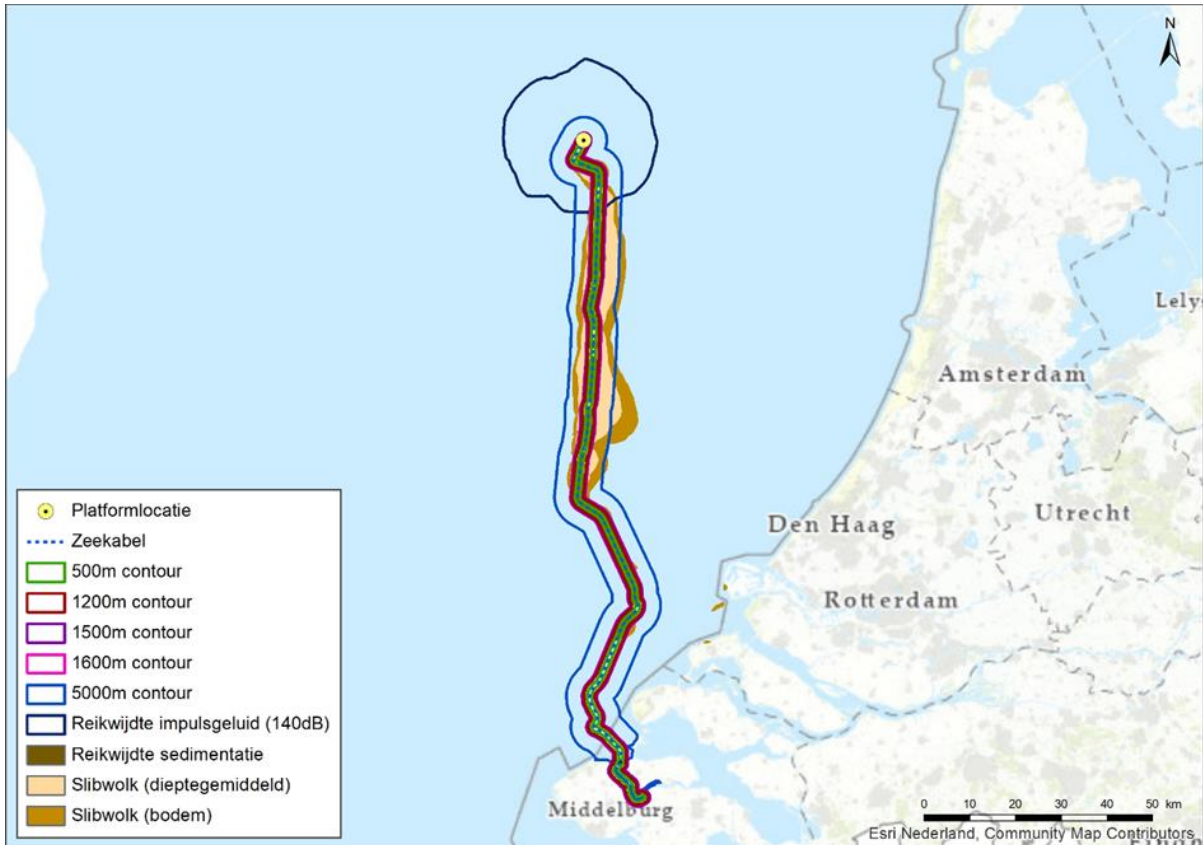
De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn 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 benthische (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.

3.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

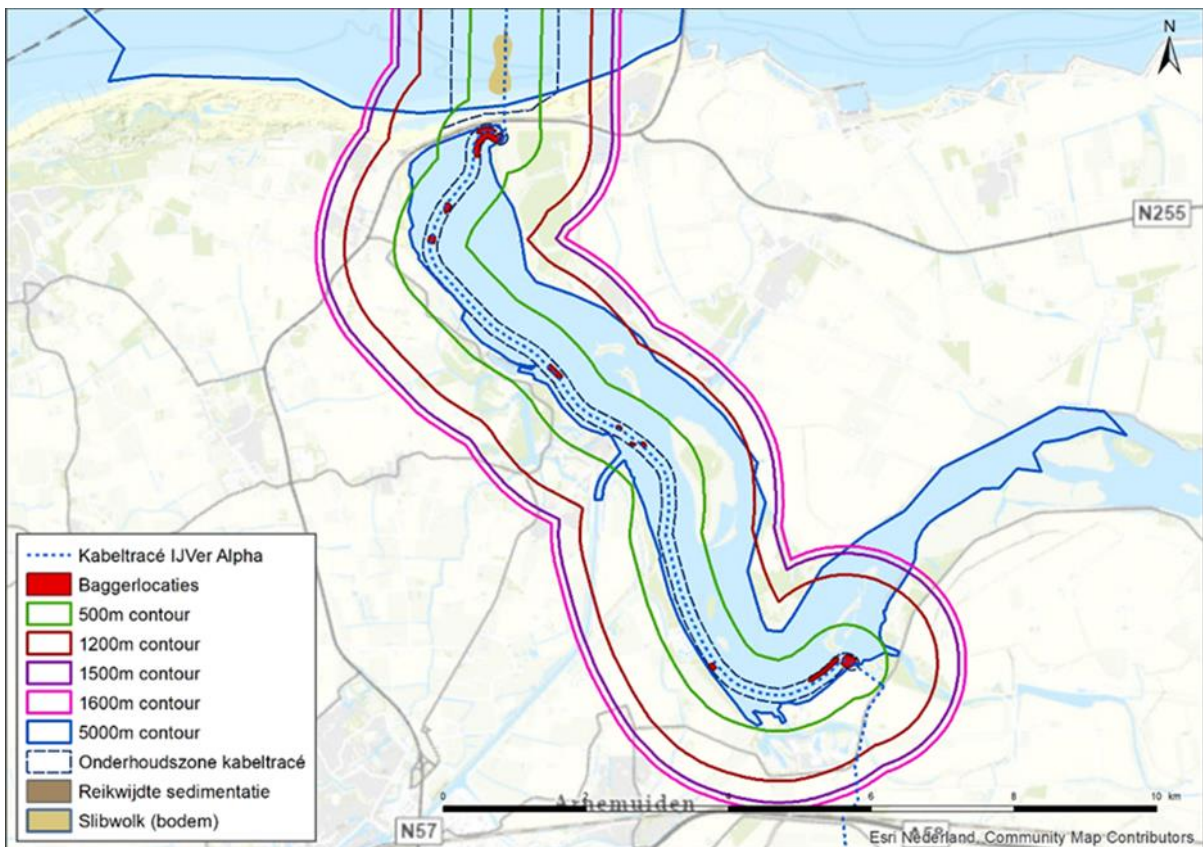
In Tabel 3-1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 3-13 en Figuur 3-14 zijn de reikwijdtes samengevat in kaarten.

Tabel 3-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit. *Inclusief het Veerse Meer, alleen bij habitataantasting wordt 'Op zee' en 'Veerse Meer' apart behandeld

Gevolg		Op zee*/ op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Slibwolk treedt hoofdzakelijk op rondom het tracé en bevindt zich hoofdzakelijk in het gedeelte van het tracé vanaf circa 15 km uit de kust en kleinere gebieden in het kustgebied. De maximale breedte van de wolk is ongeveer 10 km.
		Veerse Meer	Het maximale oppervlak is 420 m ²
Sedimentatie		Zee	Hoofdzakelijk rondom het VKA-tracé in het gedeelte buiten (>10km) de kustzone (maximaal 2 km breed). Ook treedt sedimentatie op in een gebied (80 ha) binnen de kustzone.
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zee	Rondom kabels en platform: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Rondom platform: 18 kilometer
Verstoring bovenwater	Geluid en visueel	Zee	500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend
	Licht	Zee	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg
Habitataantasting		Zee	60 meter rond de kabel Ter plaatse van de platformpoten en fundering
		Veerse Meer	60 meter voor pre-sweepen en baggeren 20 meter voor trenchen
		Land	Bij boorlocatie zeezijde Veerse Gatdam 5000 m ² werkterrein Rond het uittredepunt maximaal oppervlak van 225 m ²
Elektromagnetische velden		Zee	Horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Verontreiniging		Zee	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Geen effect



Figuur 3-13 Project- en studiegebied werkzaamheden op zee



Figuur 3-14 Project- en studiegebied werkzaamheden op het Veerse Meer

4 Kaderrichtlijn mariene strategie

4.1 Wet- en regelgeving

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet.

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptorren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

4.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor

De biologische diversiteit wordt behouden. Het voorkomen en de kwaliteit van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand

Soorten, vogels

- De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren

- De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap

- De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats

- Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats

- Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthosoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Soorten, vogels

- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2)
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren

- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrictlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrictlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1 en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvis moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrictlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvis in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrictlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 4.1.7).

4.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

4.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevestigd visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY): $F \leq F_{msy}$ (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel bevestigde vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadvisen; CFP) (D3C2).

4.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- De diversiteit (soortsaamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

4.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor

Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand

- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost inorganisch stikstof) en DIP (Dissolved Inorganic Phosphor; opgelost inorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiëring in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties winter DIN en DIP

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa

- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzone is niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzone voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).

- Wateren buiten de KRW-kustzone: in de deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/l zuurstof gevonden (D5C5).

4.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

4.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties vervuilende stoffen

- Wateren binnen de KRW kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritair stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

4.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU-verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline

Hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval

- Zie onder D10C1

4.1.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

4.2 Effectbepaling

4.2.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 4-1. In deze paragraaf worden de effecten beschreven. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 4.3.

Tabel 4-1 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptor(en)

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	<ul style="list-style-type: none"> Algen (primaire productie) (Trek)vissen Filterfeeders Zichtjagende vogels 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls- onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruïen of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Vogels Zeehonden 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> Bodem Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Niet-inheemse soorten (D2) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6) Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Gevoelige vissen Macrofauna 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)

4.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4) en Integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3 en D4), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie (D4) beschouwd. In onderstaande effectbeoordeling komen details naar voren die zijn toegelicht in Bijlage A. Deze bijlage is een uitgebreide samenvatting van de slibmodelstudie voor op zee. In Bijlage VII – F staat de volledige rapportage van de slibmodelstudie.

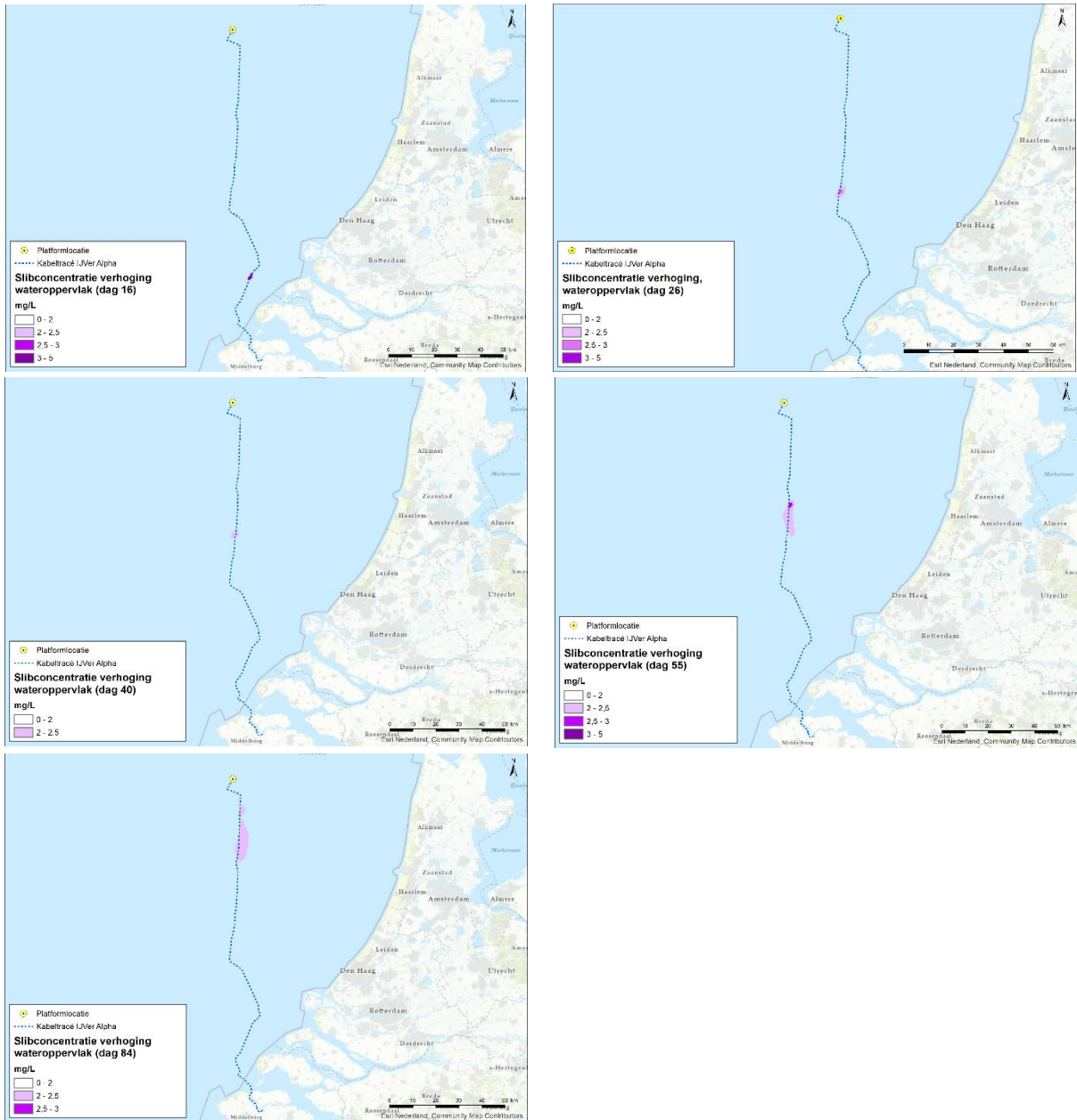
Effecten op vogels

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het VKA-tracé bevinden, kunnen een effect ondervinden van een verhoging van de slibconcentratie. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Er wordt onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (zoals 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 (zoals zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Baptist & Leopold, 2010; Leopold & Baptist, 2007; Ortega et al., 2020). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele VKA-tracé tegelijkertijd op. De slibpluim beweegt namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. 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 84 (zie Figuur 4-1) circa 100 km² is. Ter indicatie, dit is minder dan 0,2% van het totaaloppervlak (ruim 57.000 km²) van het NCP. De gemiddelde concentratieverhoging van de slibwolk is 2,3 mg/l en de hoogste waarde, direct langs het VKA-tracé, is niet hoger dan 3 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging niet boven de 3,6 mg/l (daggemiddelde). Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/l.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/l is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het VKA-tracé, 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. Er is dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau.

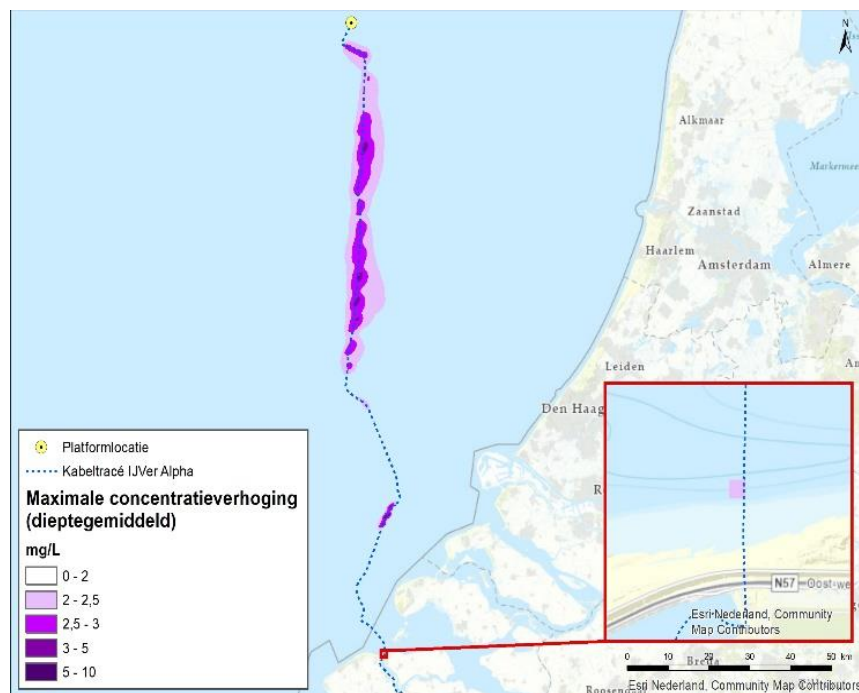


Figuur 4-1 Vertroebeling aan de wateroppervlakte, op (v.l.n.r.) dag 16, 26, 40, 55, en 84

Effect op trekvisser

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII – F is de volledige slibmodelleerstudie opgenomen, in Bijlage A een samenvatting van de resultaten. Vertroebeling voor de kust kan potentieel een barrièrewerking hebben tijdens de migratie van trekvisser. In Figuur 4-2, en Figuur 0-1 (Bijlage A) is te zien dat vertroebeling met name plaatsvindt op open zee, waarbij de slibconcentratie over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) met meer dan 2 mg/l toeneemt. De wolk vormt zich echter hoofdzakelijk op een afstand van ongeveer 15 kilometer uit de kust. Bij de kust worden geen verhogingen boven de 2 mg/l voorspeld, met uitzondering van drie relatief kleine gebieden, dicht bij de kruising van de Veerse Gatdam, rondom de Tweede Maasvlakte en ten noorden van Ouddorp. Trekvisser zullen geen barrièrewerking ervaren van de slibwolk omdat de slibwolk zich niet bevindt voor riviermondingen. Op zee vinden werkzaamheden niet tegelijkertijd plaats waardoor ruim voldoende onverstoorde areaal beschikbaar zal zijn.

Alle soorten trekvisen die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvisen (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).



Figuur 4-2 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor dieptegemiddeld. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Effect op vissen in het algemeen

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis jagende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zal zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effect op 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. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/l gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/l tot 200 mg/l bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/l uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloed. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de zwaardschede *Ensis directus* liet een verminderd filtervermogen zien bij hoge slibconcentraties van 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). De conclusie is dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkel populatie.

De zandkokerworm heeft waarschijnlijk een grote tolerantie voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55.5 mg/l SPM) 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 zandkokerwormriffen 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.

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. Het nonnetje en de platte slijkgaper kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten, zoals het nonnetje en de platte slijkgaper, minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

Uit de slibmodellerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 10 mg/l en na een periode van dagen tot enkele weken weer afnemen tot het achtergrondniveau. Dit is een fractie (5%) van de waarden van 200 mg/l waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het VKA-tracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties.

De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is. Filterfeeders ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

Primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met 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). Verder bestaan er de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013).

Aangezien de primaire productie op de Noordzee in de zomer gelimiteerd is door nutriënten, niet licht, zal de verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer. In het uitzonderlijke geval dat de werkzaamheden in de winter worden uitgevoerd, ligt de activiteit van primaire productie überhaupt op een zeer laag niveau. Daarom is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé langs de Bruine Bank in de wintermaanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Effecten op primaire productie zijn dan ook uit te sluiten.

4.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang. In onderstaande effectbeoordeling komen details naar voren die zijn toegelicht in Bijlage A. Deze bijlage is een uitgebreide samenvatting van de slibmodelstudie voor op zee. In Bijlage VII – F staat de volledige rapportage van de slibmodelstudie.

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 4-3 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppige als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 4-3 Maximale sedimentatie snelheden (in mm/dag) die optreden door de werkzaamheden

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 250 km² (zie Figuur 4-3). Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden. Ook overlapt een deel van dit areaal met het door habitataantasting beïnvloedde areaal (zie paragraaf 4.2.7).

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 tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten van sedimentatie zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

4.2.4 Verstoring door continu onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptorren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 3.4. In totaal wordt een areaal van ca. 1.550 km² verstoord. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Bovendien is de hoeveelheid scheepsvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepsvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er vrijwel geheel binnen de bestaande vaarweg wordt gebleven, waar de scheepsvaart intensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied, en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepsvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord worden ruim voldoende onverstoord areaal aanwezig om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

4.2.5 Verstoring door impuls-onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang.

Leeswijzer

Zoals toegelicht in paragraaf 2.2.4 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en trekvisen behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie. De berekende verstoringafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden besproken in paragraaf 3.5. Ook geldt er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt behandeld in de volgende paragrafen.

Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoord areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt (Bijlage VII – E Berekeningen Heigeluid). Voor de berekening is uitgegaan van een worst-case maximale heide-energie van 2.000 kJ en een paaldiameter van 2,5 meter. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (De Jong et al., 2019). Deze waardes zijn hoger dan eerst werd verwacht (1.600 naar 2.000 kJ energie). In de praktijk verschilt dit 1 à 2 dB.

Geluidsnormen

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Alpha is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) voor de platforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is een maximumwaarde van ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2.000 kJ. Volgens deze berekeningen is de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de afgeleide grenswaarde uit het KEC. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet worden uitgesloten. Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen hoger is dan de grenswaarde. Deze overschrijding is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm op de rand van de geschatte modeloverschrijding zit, kan wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

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 (de Jong & Binnerts, 2018). Aan deze 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 een platform 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.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 173 km² tijdelijk niet beschikbaar als leef- en foerageergebied. Het platform bestaat worst-case uit 16 palen. 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. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen, kan dit areaal nog kleiner worden.

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 (Aarts et al., 2016). 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.

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls-onderwatergeluid 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.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heivactiviteiten

Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. 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 (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 deze dieren gevoeliger zijn) en ze zwemmen 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 uitgesloten. 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 hoeveel bruinvisverstoringdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. De uitgangspunten die in het KEC gebruikt worden voor platform en Net op zee IJmuiden Ver Alpha staan in Tabel 4-2. In het KEC wordt voor deze berekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan. Deze zijn gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen.

Als er binnen het aantal bruinvisverstoringdagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC.

Tabel 4-2 ID 54 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Aannames voor platform IJmuiden Ver Alpha in de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Toegewezen bruinvis-verstoringdagen
54	IJV Alpha Platform	2026	-	18	168	16.002

Bij de aanvraag voor ontheffing voor de eerste ronde geofysische surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn echter bruinvisverstoringdagen van het platform gebruikt om een tekort aan in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen¹ voor de surveys op te vangen (Schiedon & Jans, 2021). Hierbij zijn bruinvisverstoringdagen gebruikt van de platforms IJmuiden

¹ Voor de eerste surveys waren 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig, versus 1.311 in het KEC beschikbaar

Ver Alpha, Beta en Gamma. Per platform zijn er zodoende 109 bruinvisverstoringdagen² van het platform reeds gebruikt. Als dit in mindering wordt gebracht op het toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen voor platform IJmuiden Ver Alpha blijven er 15.893 dagen over.

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft, zijn de benodigde bruinvisverstoringdagen uitgerekend. Hierbij zijn actuelere uitgangspunten gebruikt voor de bouw van het platform, dan de uitgangspunten gebruikt in het KEC (te zien in bovenstaande tabel).

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 1022 km². Volgens het meest recente KEC, is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het studiegebied maximaal 0,721/km² in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km² in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km² in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal zestien palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal zestien heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringdagen daarmee respectievelijk op:

- 11.790 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (16 * 1022 * 0,721)
- 11.414 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (16 * 1022 * 0,698)
- 7.261 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (16 * 1022 * 0,444)

Dit is geen overschrijding van het in het KEC toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen voor het heien van platform IJmuiden Ver Alpha (16.002 bruinvisverstoringdagen). Tevens is er geen overschrijding van het toegewezen aantal dagen wanneer de survey dagen die al gebruikt zijn hiervan afgetrokken worden (maximaal 11.790 dagen benodigd t.o.v. 15.893 dagen beschikbaar).

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 worden voor de realisatie van de kabelverbinding meerdere geofysische surveys uitgevoerd. De tweede ronde surveys wordt beoordeeld in deze toets, en bestaat uit detail geofysische studies voor kabel en platform, UXO surveys en post lay survey voor de kabel. Voor de eerste ronde heeft TenneT een separaat traject doorlopen. Om te bepalen of het uitvoeren van deze eerste ronde (“globale”) surveys van het VKA-tracé binnen het toegewezen aantal dagen (zie Tabel 4-3) blijft, zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend in een notitie van ATKB (Schiedon & Jans, 2021). Het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen in het KEC is gebaseerd op een scenario met drie kabels voor Net op zee IJmuiden Ver (zie Tabel 4-3). De toegewezen bruinvisverstoringdagen moeten voor deze drie VKA-tracés gezamenlijk beoordeeld worden.

Tabel 4-3 Nr's 106 en 109 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitkomst is het aantal toegewezen Bruinvisverstoringdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Toegewezen bruinvisverstoringdagen
106	GS-VKA-tracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311
109	GS-VKA-tracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311

² 1.636 (voor surveys benodigde bruinvisverstoringdagen) -1.311 (voor surveys beschikbare dagen)= 325 / 3 (het totale aantal platforms) = 109 bruinvisverstoringdagen voor eerste ronde surveys per platform.

De bruinvisverstoringsdagen van no. 106 zijn reeds gebruikt voor de eerste globale surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat het aantal bruinvisverstoringsdagen uitkomt op 1.636 wanneer er 30 dagen in het voorjaar en 90 dagen in de zomer wordt gewerkt (Schiedon & Jans, 2021). 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 een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km². De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dan van 2,01 km² met een verstoringsoppervlak van 24 km² per dag.

Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde (“gedetailleerde”) surveys van de kabeltracés komt dat neer op:

- 2.420 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,721$)
- 2.342 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,698$)
- 1.490 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,444$)

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat gereserveerd is in het KEC voor deze activiteit (1.311) wordt dus overschreden door de geplande werkzaamheden.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Om effecten op de bruinvispopulatie correct in kaart te kunnen brengen dient voor de start van de surveys een gedetailleerdere analyse van de bruinvisverstoring uitgevoerd te worden op basis van de daadwerkelijk geplande activiteit.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op vissen

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 (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvisser ongehinderd zich kunnen bewegen. Gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls-onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvisser veroorzaken.

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

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC, de effecten op bruinvissen via het aantal in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen voor het heien van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys en effecten op zeehonden en trekvisen. Op basis van de uitgevoerde berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidnorm niet uit te sluiten (zie paragraaf 4.2.5). Het aantal bruinvisverstoringdagen voor plaatsing van het platform wordt niet overschreden. De mogelijke geluidsnormoverschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. 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 tweede ronde surveys overschrijdt wel de hiervoor berekende capaciteit. Het is voor bruinvissen echter niet relevant door welke vorm van verstoring (heien of geofysische surveys) verstoring optreedt. Er zijn in het KEC meer bruinvisverstoringdagen toegewezen voor de aanleg per platform van IJmuiden Ver dan nodig. Verdeeld over de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn 370 bruinvisverstoringdagen per platform³ nodig om met de geofysische surveys binnen de berekende limiet voor het totale project te blijven. Deze ruimte is er. Voor de realisatie van het platform IJmuiden Ver Alpha zijn nog 4.103 van de in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen niet gebruikt⁴. De benodigde 370 dagen voor de surveys passen hierbinnen.

In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringdagen anders (waarschijnlijk lager) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de tweede ronde 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.

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de tweede ronde surveys voor aanvang kunnen onacceptabele effecten op de bruinvis- en zeehonden populaties worden uitgesloten. Effecten van impulsgeluid op trekvisen zijn ook uitgesloten.

4.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptor Biologische Diversiteit (D1) en Voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 3.6.2), deze wordt opgesteld

³ 2.420 (totale benodigde bruinvisverstoringdagen voor de geofysische survey) - 1.311 (in het KEC toegewezen dagen) = 1.109 (maximale overschrijding door geofysische survey)

1.109 (benodigde bruinvisverstoringdagen) / 3 (aantal platforms in project) = 370 dagen per platform

⁴ 16.002 (in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen voor platform IJmuiden Ver Alpha) - 11.790 (worst-case dagen benodigd voor platform IJmuiden Ver Alpha) - 109 (dagen gebruikt voor eerste ronde surveys (buiten deze toetsing)) = 4.103

conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring.

Vogels

Rondom het VKA-tracé komen zeevogels voor, zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen en 1.500 meter voor ruiende vogels, zoals toegelicht in paragraaf 3.6.

Figuur 3-9 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet over de hele verstoringcontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringcontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstoord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

Ruiende vogels zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringfactoren. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote Jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

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

Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voorin het Noorden van het VKA-tracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2018-2019 van circa 10,9 (januari) tot 79,0 (februari) individuen per km² en voor alk 2,9 (januari) tot 5,4 (februari) individuen per km² (Fijn et al., 2019). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, doorgaans liggen de seizoensmaxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 10 tot 3 lager, namelijk tussen de 10.000 en 30.000 individuen (Fijn et al., 2020; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in het winterseizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringcontouren van het VKA-tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en

aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het VKA-tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2018 rond de 0,765 individuen per km², in augustus 2019 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn et al., 2019, 2020). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2019).

De werkzaamheden zouden met een verstoringscontour van 1.500 meter over een lengte van 70 km leiden tot een verstoord oppervlak van circa 210 km². Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met gegevens uit 2018. Zoals hierboven al kort is beschreven is dit het jaar met de hoogste gevonden aantallen bij de vliegtransecten (Fijn et al., 2019). Door te rekenen met het exceptioneel hoge aantal uit telseizoen 2018-2019 wordt dus een worst-case scenario aangehouden, normaal liggen zeekoet aantallen een factor 10 tot 3 lager. Ook worden de geschatte maximale dichtheden genomen. 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 2018 zouden werkzaamheden in de ruiperiode in augustus tot verstoring van circa 160 ruiende zeekoeten hebben geleid. Alken zijn dan niet aanwezig en worden zodoende niet verstoord. Grotere aantallen zeekoeten zitten in deze periode noordelijker (Fijn et al., 2019). Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,01% van de deze populatie. In februari 2018 zouden de werkzaamheden resulteren in verstoring van circa 16.600 zeekoeten en 1.100 alken. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 1% en circa 0,33% van de populatie.

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

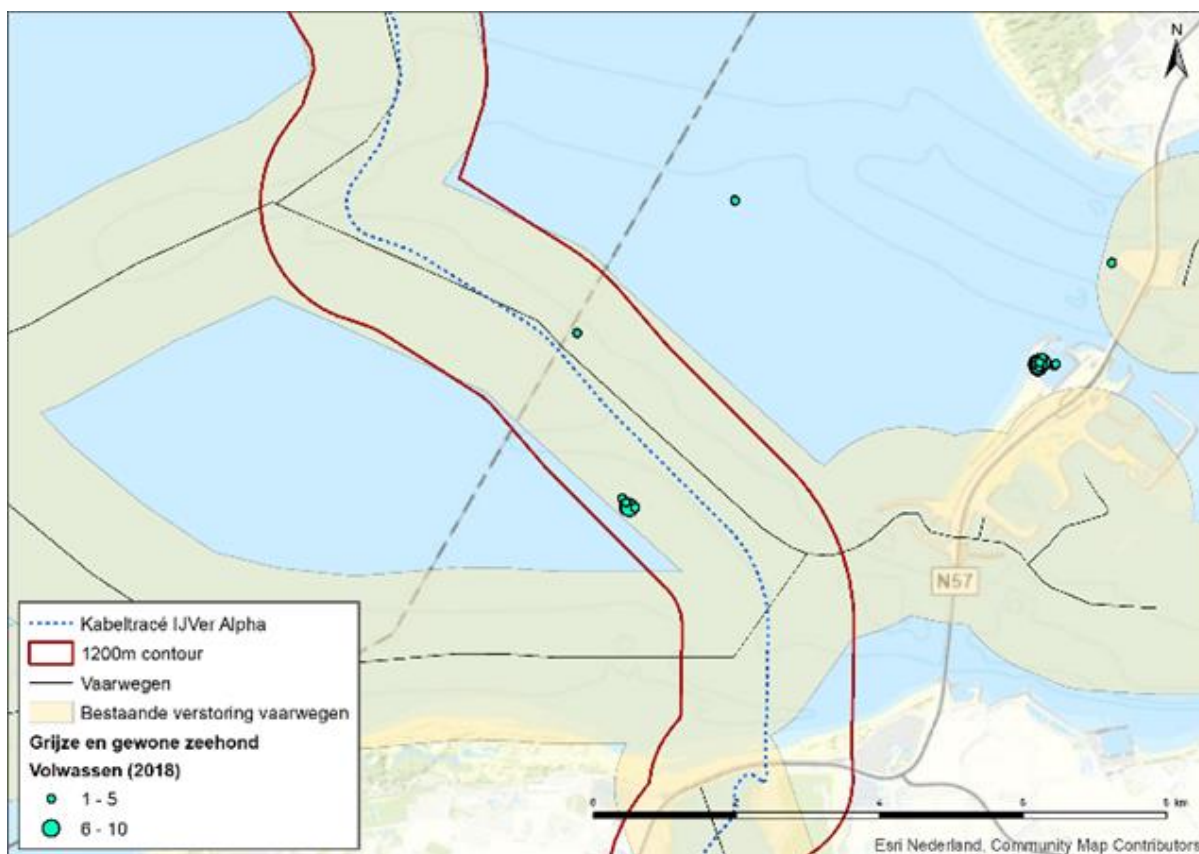
Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten.

Naast het gegeven dat het verstoorde oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Doorgaans is de scheepsvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.

Zeehonden

Binnen de verstoringscontour voor zeehonden bevindt zich langs het VKA-tracé een bekende ligplaats van gewone zeehond en een van de grijze zeehond (Hoekstein et al., 2020). Hier komen geen zogende grijze of gewone zeehonden voor. De ligplaatsen bevinden zich nabij de reguliere vaarroute, die het VKA-tracé nabij de kust grotendeels volgt (zie Figuur 4-4). Op deze vaarroute vindt scheepvaartverkeer plaats waarvoor dezelfde verstoringsafstanden gelden. De ligplaatsen worden in de huidige situatie al verstoord door reguliere scheepvaart. De verstoring als gevolg van de werkzaamheden voor het VKA-tracé zal het oppervlakte verstoord gebied daarom niet vergroten bij de rustplaatsen van de zeehonden. Mochten hier rustende zeehonden toch verstoord raken, zijn er in de buurt voldoende onverstoord uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Effecten van bovenwaterverstoring op zeehonden zijn uitgesloten.

Ook hier geldt dat het tracé de reguliere vaarweg vrijwel geheel volgt. In voorgaande paragraaf is omschreven dat de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart in het projectgebied relatief hoog is, zo ook hier (voor verdere details zie Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Op dit traject is een hoge scheepsvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoord oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 4-4 Rustplaatsen van volwassen grijze en gewone zeehond in seizoen 2018. Verstoringcontouren van de werkzaamheden (rode contour) en bestaande vaarroutes (geel vlak)

4.2.7 Habitataantasting en verandering

In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en verandering op de descriptors Biologische diversiteit (D1), Niet-inheemse soorten (D2), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), Integriteit van de zeebodem (D6) en Hydrografische eigenschappen (D7) beschouwd.

De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7.1. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er kan op het NCP door de aanleg van het VKA-tracé aantasting plaatsvinden van minder dan 0,02% (circa 9 km²) van het NCP.

Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting. Dit oppervlak is zeer klein ten opzichte van de oppervlakte van het NCP. Hierna zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap, et al., 2016).

4.2.8 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden op de descriptors Biologische diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), en Toevoer van energie (D11) beschouwd.

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijv. haaien en roggen), ongewervelden (bijv. krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijv. bepaalde dolfijnsoorten) (zie Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (zoals bijvoorbeeld beschreven in Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Schaal- en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al., (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) 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., 2018). De kreeften lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de

controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van $0,4 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan $3.000 \mu\text{T}$ 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 $3.700 \mu\text{T}$ (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. Beschermden 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 $50 \mu\text{T}$ kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot $95 \mu\text{T}$ (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 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

Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaarden. Veel onderzoeken spreken over waarden van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zoals berekend door van Essen (2020) in Figuur 3-11.

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.

4.3 Toetsing

4.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 4.1, getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 4.2. Tabel 4-1 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptoren toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

4.3.2 D1. Biologische diversiteit

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In paragraaf 4.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 4-4 (op de volgende pagina). De categorieën zijn als volgt: wit (kleurloos) geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Uit Tabel 4-4 blijkt dat de meeste effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstord leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeezoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeezoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten.

De vertroebeling die optreedt bevindt zich in nutriëntgelimiteerd gebied tijdens de zomer, in de winter is de primaire productie activiteit echter zo laag dat het bijkomend effect van tijdelijke lokale vertroebeling verwaarloosbaar is. Verminderde lichtinval als gevolg van vertroebeling door de activiteit zal daarom geen effect hebben op primaire productie in het Noordzeegebied. Ook treedt geen barrièrewerking voor trekvissen op. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich aan te passen aan tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook worden er extra kansen gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. De lokale biodiversiteit kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichte van het gehele Noordzeegebied.

Op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden is het niet aannemelijk dat zehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Walvissen en dolfijnen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

Tabel 4-4 Effecten op de biologische diversiteit. *wit/kleurloos geen verandering, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ primaire productie	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impulsgeluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Bovenwater verstoring	Vogels, zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeezoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeezoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten. Er bevinden zich ligplaatsen van zeehonden binnen de verstoringscontour.	
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 4-6 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, (trek)vissen, macrofauna	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten of andere negatieve effecten.	

4.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg worden schepen met anti-exootsystemen gebruikt die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten

De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste soorten aangetroffen (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

4.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten van impulsgeluid door heilwerkzaamheden. Effecten van vertroebeling, sedimentatie en elektromagnetische velden hebben geen effect op populaties. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

4.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

4.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op

het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

4.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn tasten de activiteiten het bentische ecosysteem niet onevenredig aan. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers bentisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

4.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (ruim 57.000 km²). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

4.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en trenchen voor het VKA-tracé zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden, maar uit onderzoek is gebleken dat de kans hierop verwaarloosbaar is. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

4.3.10 D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten

Zoals hierboven vermeld, geldt ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

4.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

4.3.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis dat het niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden.

Bij de voorgenoemen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 4.2.5, zal ook het impuls geluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

4.4 Conclusie

In Tabel 4-5 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 4-5 Overzicht van de invloed van de voorgenoemen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie	Geen

Uit Tabel 4-5 kan worden geconstateerd dat de voorgenoemen activiteiten op de lange termijn geen negatief effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

5 Kaderrichtlijn water

5.1 Wet- en regelgeving

5.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische stoffen en die van de ecologische kwaliteit (Figuur 5-1). De ecologische kwaliteit bestaat uit de beoordeling van de ecologische toestand (onderverdeeld in vier biologische kwaliteitselementen), ondersteunende fysisch-chemische parameters, een selectie van verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

De KRW kent een verbod op achteruitgang van de ecologische en chemische toestand. Dit betekent dat op waterlichaamniveau geen sprake mag zijn van een verschuiving van een van de relevante stoffen of kwaliteitselementen naar een lagere toestandsklasse, of – in de laagste ecologische toestandsklasse – dat geen sprake mag zijn van een negatieve verandering van de score van de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR).

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit.

Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van de categorieën:

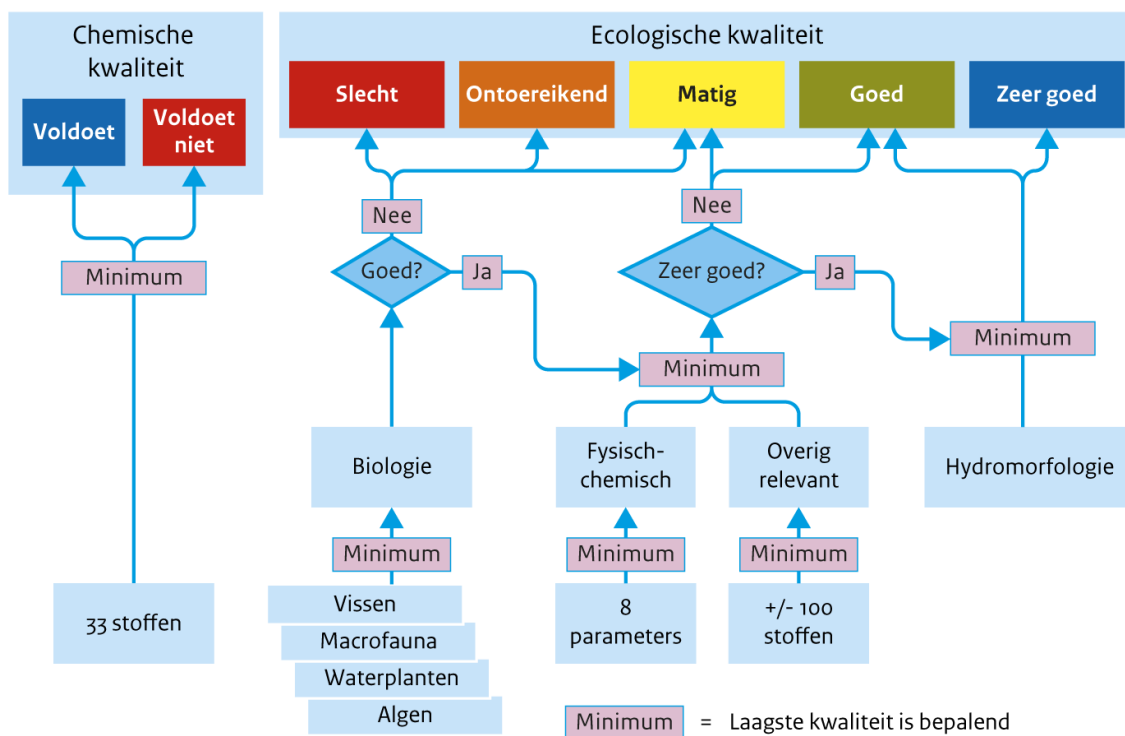
- Natuurlijk water.
- Sterk-veranderd water.
- Kunstmatig water.

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland nauwelijks voor. Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (CLO, 2020; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012).

Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere toestandsklassen: Slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

Beoordeling waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water



Bron: PBL

PBL/jul20
www.clo.nl/nh141205

Figuur 5-1 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020)

5.1.2 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op 33 prioritaire stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen;
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

5.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'Hydromorfologie' (zie Figuur 5-1). Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen

beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit

Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton.
- Overige waterflora (met fyto bentos, macrofyten en angiospermen).
- Macrofauna (benthische evertibraten).
- Vis.

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Fytoplankton

De maatlat “fytoplankton” (algen) wordt alleen gebruikt voor meren (incl. sloten en kanalen) en overgangs- en kustwateren. Hiervoor worden twee deelmaatlatten gebruikt waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen abundantie (de mate van voorkomen) en soortensamenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soortensamenstelling is een referentielijst van soorten beschikbaar met grenswaarden voor het optreden van een bloei. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

Overige waterflora

De maatlat “overige waterflora” is onderverdeeld in:

- Fytobentos (alleen voor beken en rivieren). Dit betreft de eencellige algen die op de bodem voorkomen;
- Macrofyten (alle meren, sloten, kanalen, beken en rivieren). De deelmaatlat “abundantie groeivormen” beoordeelt het voorkomen van de diverse groeivormen van water- en oeverplanten. Ook de diepte waarop waterplanten voorkomen kan bij diepe meren meegewogen worden. De deelmaatlat “soortensamenstelling” beoordeelt het voorkomen van specifieke soorten en hun bedekking. De maatlatten voor de verschillende watertypen hebben een verschillende weging van groeivormen en soorten (zowel positief als negatief scorend).
- Angiospermen (alleen voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren). Hier wordt de kwaliteit van schorren/kwelders en zeegrasvelden beoordeeld. De maatlat bestaat uit de deelmaatlat voor abundantie en soortensamenstelling van schorren/kwelders en de deelmaatlat voor zeegras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van de kwaliteit. Voor zeegras geldt als maat voor de kwantiteit het percentage van het totale begroeibare areaal dat bedekt is met zeegrasvelden. Een zeegrasveld is pas een zeegrasveld als minimaal 5% van de bodem bedekt is met een van beide soorten zeegras. De kwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van de beide soorten, groot en klein zeegras.

Bij beken en rivieren wordt de score voor overige waterflora bepaald door middeling van de scores van fyto-benthos, macrofyten soortsaanstelling en macrofyten abundantie groeivormen. Bij meren, sloten en kanalen worden de deelmaatlat-scores voor abundantie groeivormen en soortsaanstelling gemiddeld. Bij grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren wordt de score voor schorren/kwelders en zeegras gemiddeld.

Macrofauna

Ook voor macrofauna geldt een andere wijze van beoordeling bij de verschillende watertypen. Bij meren (en sloten en kanalen) en rivieren wordt voor de maatlat voor macrofauna gekeken naar de aanwezigheid van soorten en hun abundantie. Onderscheid wordt gemaakt in kenmerkende soorten, positief dominante soorten (scoren positief als ze dominant voorkomen) en negatief dominante soorten (scoren negatief als ze dominant voorkomen). De EKR-score wordt bepaald op basis van de relatieve aanwezigheid van de verschillende groepen. Bij rivieren wordt de aanwezigheid van families van de haften, kokerjuffers en steenvliegen meegewogen.

Bij zoete getijdewateren wordt onderscheid gemaakt in diepe en ondiepe delen van het watersysteem, hoofdstroom (stroomgeulen) en zijstroom (kreken), de invloed van zout water en de aanwezigheid van verontreiniging. Het eindoordeel is het minimum van de beoordeling van diepe en ondiepe delen.

Bij de grote, brakke tot zoute meren en de overgangs- en kustwateren is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. De verschillende habitats (ecotopen) worden apart beoordeeld. Er is een deelmaatlat voor soortenrijkdom (aantal soorten), een voor de diversiteit (Shannon-index) en de AMBI-index (Marine Biodiversiteits Index). De EKR per ecotoop is het gemiddelde van deze drie deelmaatlaten. De EKR-score van het waterlichaam is het areaalgewogen gemiddelde van de EKR-scores voor de afzonderlijke ecotopen.

Vis

De maatlat voor vis maakt gebruik van lijsten van specifieke soorten per KRW-watertype. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap en niet op individuele (zeldzame) soorten. De soortsaanstelling, abundantie (aantallen en gewicht) en leeftijdsopbouw speelt hierbij een rol. In kustwateren is het kwaliteitselement Vis geen onderdeel van de KRW-beoordeling.

Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlaten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Overige relevante chemische stoffen

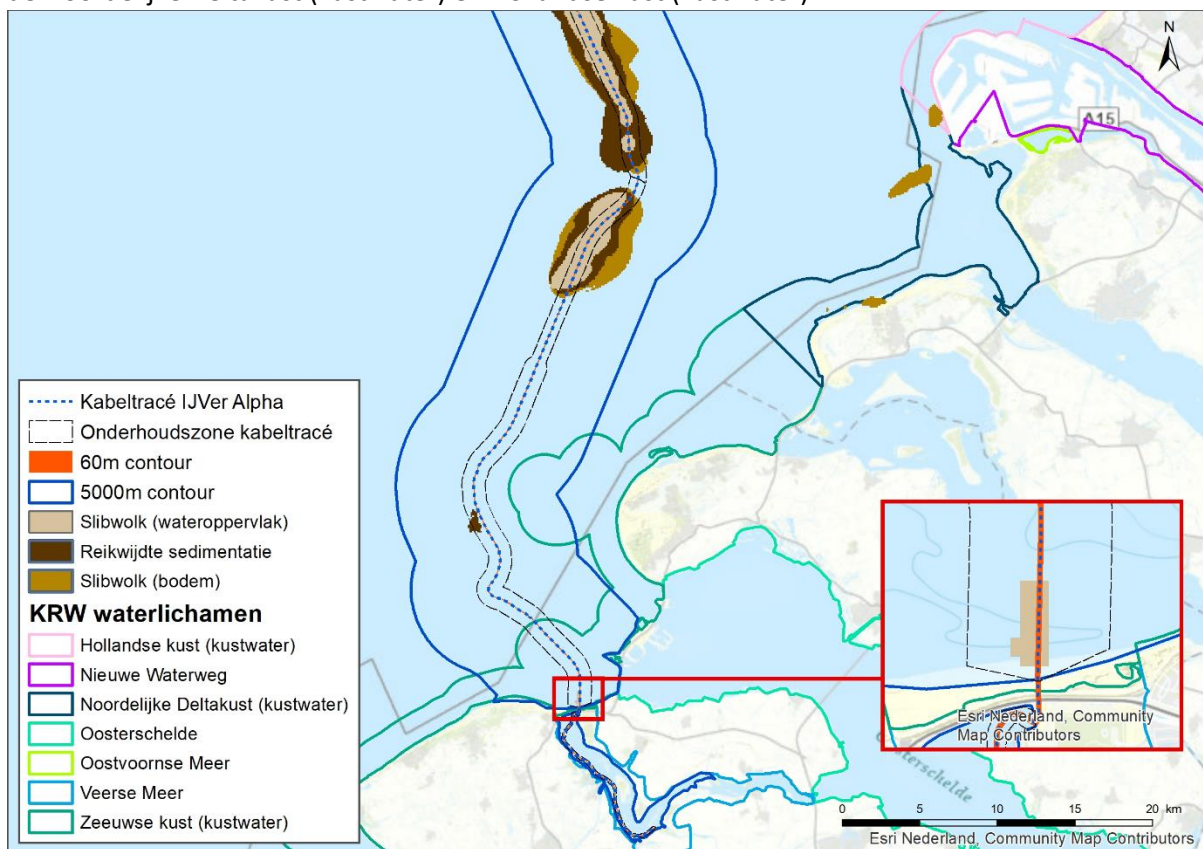
Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

Hydromorfologie

Hydromorfologie is de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water. Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

5.2 Betrokken KRW-waterlichamen

In hoofdstuk 3 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze hebben. In Figuur 5-2 zijn de reikwijdtes getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. De figuren laten zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater), het Veerse Meer, de Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater).



Figuur 5-2 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen

Tabel 5-1 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Zeeuwse kust (kustwater)	X		X	X	X
Noordelijke Deltakust (kustwater)	X		X		
Veerse Meer	X	X	X	X	X
Hollandse kust (kustwater)	X				

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 5-2). De KRW-gebieden hebben een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 5-3.

Tabel 5-2 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden (IenW, 2020)

KRW-waterlichaam	Beschermde gebieden
Zeeuwse kust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> Vogelrichtlijngebied Habitatrichtlijngebieden Zwemwatergebieden
Noordelijke Deltakust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> Vogelrichtlijngebieden Habitatrichtlijngebieden Zwemwatergebieden
Hollandse kust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> Habitatrichtlijngebied Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden
Veerse Meer	<ul style="list-style-type: none"> Vogelrichtlijngebied Zwemwatergebieden

Tabel 5-3 Watertype en status van de KRW-waterlichamen op het VKA-tracé (IenW, 2020)

KRW-gebied	Water type	Status
Zeeuwse kust (kustwater)	Kustwater, open en euhalien (K3)	Natuurlijk
Noordelijke Deltakust (kustwater)	Kustwater, open polyhalien (K1)	Natuurlijk
Hollandse kust (kustwater)	Kustwater, open polyhalien (K1)	Natuurlijk
Veerse Meer	Grote brakke tot zoute meren (M32)	Sterk Veranderd

5.2.1 KRW-doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt de chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en het doelbereik voor 2027 beschreven (IenW, 2020).

Regels met 'n.v.t.' (niet van toepassing) geven aan dat deze parameters niet toepasbaar zijn voor het watertype.

Zeeuwse kust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang (zie Tabel 5-4). Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang (zie Tabel 5-5).

Tabel 5-4 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Goed	Goed	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 5-5 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Matig	Matig	Goed
Overige waterflora	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Noordelijke deltakust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang (zie Tabel 5-6 en Tabel 5-7). Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang (zie Tabel 5-5).

Tabel 5-6 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Noordelijke deltakust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 5-7 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Noordelijke deltakust (kustwater)			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed
Overige waterflora	N.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Hollandse kust

Voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang (zie Tabel 5-8 en Tabel 5-9). Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang (zie Tabel 5-9).

Tabel 5-8 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Noordelijke deltakust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 5-9 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Noordelijke deltakust (kustwater)			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Veerse Meer

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor het Veerse Meer zijn weergegeven in Tabel 5-10 en Tabel 5-11. Voor de ecologische maatlat score zijn de deelmaatlaten fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis van belang.

Tabel 5-10 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Veerse Meer voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Veerse Meer			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed

Tabel 5-11 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Veerse Meer voor 2019 en 2021, en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Veerse Meer			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Slecht	Slecht	Goed
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Vis	Goed	Matig	Goed

5.3 Effectbepaling

5.3.1 Relevante gevolgen

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRW is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader wordt gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit nader onderzocht moeten worden per KRW-kwaliteitselement, zie Tabel 5-12. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in paragraaf 5.4.

Tabel 5-12 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor welke biologische kwaliteitselementen

Gevolg	Effect	KRW Biologisch kwaliteitselement
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	<ul style="list-style-type: none"> Fytoplankton Macrofauna Overige waterflora Vissen
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> Macrofauna
Verstoring door continu geluid onderwater	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Vissen
Habitataantasting	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> Macrofauna Overige waterflora
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> Vissen Macrofauna

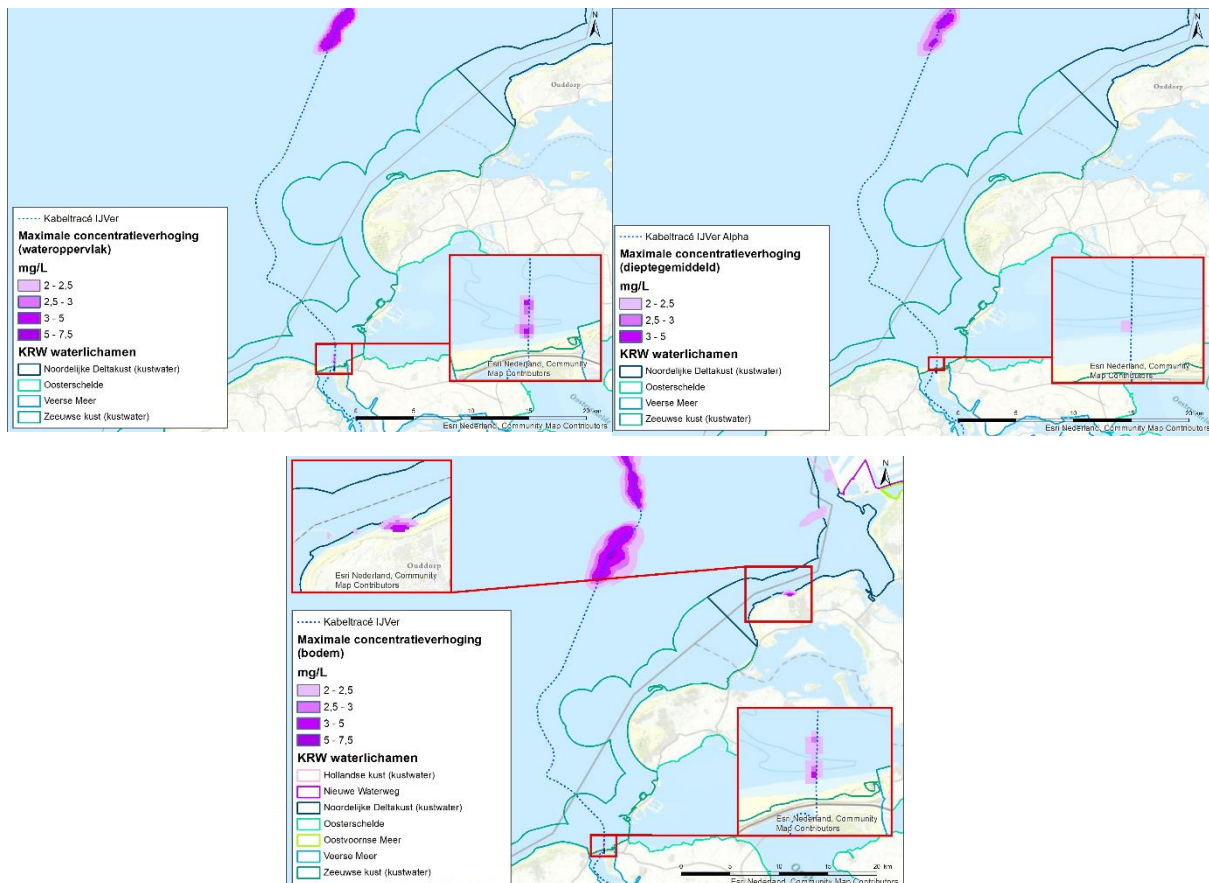
Afhankelijk van welke parameters wel en niet toepasbaar zijn per KRW-waterlichaam (zie paragraaf 5.2.1) kan bepaald worden welke van de in een KRW-waterlichaam optredende gevolgen (zie Tabel 5-13) in dat KRW-waterlichaam nader onderzocht moeten worden. Aangezien voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) het kwaliteitselement 'vis' niet van toepassing is, hoeven onderwaterverstoring en elektromagnetische velden voor dit KRW-waterlichaam niet nader onderzocht te worden.

Tabel 5-13 Relevante optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = relevant effect met overlap met een KRW-waterlichaam. NR = effect met overlap met een KRW-waterlichaam, maar niet relevant vanwege de voor dat waterlichaam aangewezen kwaliteitselementen

KRW-gebieden	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Zeeuwse kust (kustwater)	X		NR	X	X
Noordelijke deltakust (kustwater)	X				
Veerse Meer	X	X	X	X	X
Hollandse kust (kustwater)	X				

5.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling op zee en het Veerse Meer is toegelicht in paragraaf 3.2. Uitgebreide samenvattingen van de modelstudies zijn te vinden in Bijlage A voor zee en Bijlage B voor het Veerse Meer. Figuur 5-3 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling op zee ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater) en Noordelijke Deltakust (kustwater). Vertroebeling treedt ook op in het Veerse Meer. De effecten van vertroebeling op filterfeeders en primaire productie zijn toegelicht in paragraaf 4.2.2.



Figuur 5-3 Maximale omvang baggerpluim in relatie tot KRW-waterlichamen 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)

Zeeuwse kust (kustwater)

In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 30 ha), aan de bodem (circa 20 ha) en dieptegemiddeld (circa 1 ha) (zie Figuur 5-3).

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt (<0,1 % van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard, bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar.

Het areaal van vertroebeling aan de bodem is beperkt (<0,06% van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard. De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/l. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook en filterfeeders hebben een tolerantie voor vertroebeling (zie paragraaf 4.2.2). Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.

Noordelijke deltakust (kustwater)

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) treedt vertroebeling op aan de bodem op circa 136 ha (<2% van het KRW-waterlichaam) (zie Figuur 5-3). De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 3 mg/l. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook en filterfeeders hebben een tolerantie voor vertroebeling (zie paragraaf 4.2.2). Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn uitgesloten.

Hollandse kust (kustwater)

In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) treedt vertroebeling op aan de bodem op circa 67 ha (<0,3% van het KRW-waterlichaam) (zie Figuur 5-3). De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 2,5 mg/l. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook en filterfeeders hebben een tolerantie voor vertroebeling (zie paragraaf 4.2.2). Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn uitgesloten.

Veerse Meer

Het grootste deel van het VKA-tracé in het Veerse Meer zal aangelegd worden in de diepere delen van het meer met behulp van trenchen. Op de dagen dat getrencht wordt blijft de vertroebeling onder de 2 mg/l daggemiddelde. Bij deze activiteit treedt een verwaarloosbare vertroebeling op vergeleken met baggeren en storten van sediment, zie Bijlage B.

Bodemfauna

Voor de effecten op bodemfauna wordt gekeken naar vertroebeling aan de bodem. Saliniteitswaarden in het Veerse Meer zijn soortgelijk aan de Noordzee. Om deze reden komen veel van dezelfde bodemdiersoorten die in zee voorkomen ook voor in het Veerse Meer. Zodoende worden de uitgangspunten zoals aangehouden in paragraaf 4.2.2 (effecten van vertroebeling op bodemdieren op zee) ook aangehouden in voorliggende paragraaf.

Zoals in paragraaf 4.2.2 beschreven zijn bodemdieren doorgaans in staat om (tijdelijk) hoge piekconcentraties te doorstaan middels morfologische en fysiologische aanpassingen. Dit is noodzakelijk gezien piekconcentraties van nature voorkomen tijdens ruige weersomstandigheden. De slibconcentratieverhoging aan de bodem van >2 mg/L treedt op binnen grofweg vier aparte slibwolken. Het totale oppervlak nabij de bodem is nagenoeg gelijk aan die aan het wateroppervlak en bedraagt ca. 342 ha. Dit is 16,8% van het totaal aanwezige wateroppervlak van het Veerse Meer. De slibconcentratieverhoging aan de bodem is maximaal 46 mg/L, hoge concentraties (>30 mg/L) komen echter alleen in en rond het desbetreffende stortvak voor met een areaal van slechts ±1 ha. Tevens zijn piekconcentraties slechts van korte duur, hooguit enkele dagen, zie Figuur 0-3. Verder is de verwachting dat de bodem in een gebied rond de stortvakken -waar het overgrote deel van de slibwolken optreedt- suboptimaal leefgebied vormt voor bodemleven. Dit komt doordat er met enige regelmaat zuurstofloosheid optreedt in de diepere delen (<10 meter) van het Veerse Meer (van der Pool et al., 2020). Bodemdieren zullen daarom dit gebied naar alle waarschijnlijkheid al vermijden en zich ophouden in de ondiepere delen van het Veerse Meer. Dit blijkt ook uit monitoring van Troost et al., (2021) en Kruijt et al., (2020), zie ook Figuur 5-4, dit wordt verder

besproken in paragraaf 5.3.3. Samen kan hiermee worden gesteld dat bodemdieren geen significante effecten ondervinden van de tijdelijke, lokale slibconcentratieverhoging als gevolg van de aanlegwerkzaamheden, inclusief het storten van gebaggerd materiaal.

Bovenstaande geldt ook voor het scenario met stormcondities. Tijdens deze (onrealistische) voortdurende stormcondities is slibconcentratie aan de bodem verhoogd (>2 mg/L) in een gebied van 698 ha (34,4%) van het totaal aanwezige wateroppervlak van het Veerse Meer. Alhoewel het cumulatieve oppervlak van de slibwolken aanzienlijk groter is zijn de slibconcentraties die optreden een stuk lager, namelijk tot 17 mg/L nabij de bodem. Dergelijke verhoogde waarden vallen ruim binnen piekconcentraties die van nature voorkomen tijdens ruige weersomstandigheden. Hiermee vormt het geen probleem voor aanwezige schelpdieren binnen het vertroebelde oppervlak.

Primaire productie

Voor effecten op primaire productie is de vertroebeling aan het wateroppervlak van belang, er dient immers zonlicht beschikbaar te zijn waardoor fotosynthese kan plaatsvinden. Als worst-case wordt ervan uitgegaan dat primaire productie in het Veerse Meer licht-gelimiteerd is.

Aan het wateroppervlak treedt vertroebeling aan het wateroppervlak op in een areaal van circa 16,8% van het Veerse Meer. vertroebeling treedt niet overal gelijktijdig op. Het maximale areaal waar gelijktijdig vertroebeling >2 mg/L (tot max. 17 mg/L) optreedt is een gebied ter grootte van maximaal 5,9% (120 ha) van het totale wateroppervlak van het Veerse Meer. Een vertroebelingswolk houdt zo'n 15 dagen aan en overlapt niet tot nauwelijks met andere vertroebelingswolken. Wanneer primaire productie hypothetisch gezien volledig zou stoppen als gevolg van de oppervlakte vertroebeling zal zodoende op elk willekeurig moment tijdens de bagger- en stortwerkzaamheden in ieder geval 94,1% van de primaire productie in het Veerse Meer ongehinderd zijn. Hierbij komt dat licht gelimiteerde primaire productie bij vertroebeling van dit soort, relatief lage slibconcentratieverhogingen, slechts gedeeltelijk wordt geremd i.p.v. volledig wordt gestopt. De daadwerkelijke beïnvloeding van de primaire productiecapaciteit ligt dus lager dan de hierboven beschreven worst-case. De potentiële tijdelijke remming van de primaire productie wordt daarmee als verwaarloosbaar beschouwd.

Vissen

Voordat de Deltawerken werden aangelegd stond het Veerse Meer in open verbinding met de Noordzee en de rest van de delta. Door de komst van de Veerse Gatdam en Zandkreekdam (omstreeks 1960) is deze open verbinding afgesloten. Momenteel bestaat de verbinding tussen het Veerse Meer en het omliggende water hoofdzakelijk uit een sluiensysteem in de Zandkreekdam (Katse Heule). Het Veerse Meer fungeert in de huidige vorm daarmee niet meer als belangrijke trekroute voor trekvis. Trekvis worden daarmee dus niet gehinderd tijdens hun migratie door de vertroebeling in het Veerse Meer als gevolg van de bagger- en stortwerkzaamheden.

Bij bemonstering van het open water en de oeverzone in het najaar met de boomkor bestond over de periode 2016-2019 96% van het totale gemiddelde aantal en de biomassa uit 10 soorten (zwarte grondel, tarbot, schol, koornaarvis, grote zeenaald, haring/sprot, grondel, brakwatergrondel, bot en aal) (van Rijssel et al., 2020). Er is daarmee sprake van een geringe soortendiversiteit, met voornamelijk brak- en zoutwater vissoorten, of enkele soorten met een hoge zouttolerantie (Winter et al., 2021). Wanneer aanwezige vissoorten van bijvoorbeeld het oosten naar het westen van het Veerse Meer willen zwemmen, zullen zij naar waarschijnlijkheid geen barrièrewerking ondervinden van de vertroebelingswolken. Zoals te zien in Figuur 3-3 lijkt het in eerste instantie alsof de

slibwolken bij stortlocaties Veere en Kamperland de gehele breedte van het Veerse Meer bestrijken. Echter vinden deze wolken niet tegelijkertijd plaats. In paragraaf 3.2.2 is nader toegelicht dat de ontstane slibwolken niet tot nauwelijks in ruimte en tijd overlappen. De vertroebelingswolk bij stortlocatie Kamperland is al uitgedoofd wanneer het storten bij stortlocatie Veere begint, barrièrewerking treedt daarmee niet op.

Naast migratie en beweging kan vertroebeling ook een effect uitoefenen op met name zichtjagende vissoorten. vertroebelingspluimen worden namelijk gemeden door zichtjagers terwijl vissen die foerageren met behulp van hun reukvermogen dit gedrag niet vertonen (de Groot, 1979). Aan de andere kant blijkt het dat juveniele vis juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden (Maes et al., 1998). Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Andere (prooi)vissoorten zullen de vertroebelingspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. Gedurende de bagger- en stortwerkzaamheden is op elk willekeurig moment in ieder geval 94,1% van het Veerse Meer niet blootgesteld aan een verhoogde vertroebeling. Daarnaast is het waarschijnlijk dat een relatief groot gedeelte van het beïnvloede areaal, waar de tijdelijk verhoogde slibconcentratie slechts laag is (<5 mg/L), nog goed volstaat als foerageergebied voor zichtjagende vissen.

In bovenstaande paragraaf is het effect van vertroebeling op bodemfauna behandeld, waaruit bleek dat effecten ook op bentos zijn uit te sluiten. Zodoende zijn effecten via de voedselketen op bentos etende vissoorten ook uit te sluiten. Ten slotte kan gesteld worden dat bij dergelijke relatief lage slibconcentratieverhogingen (tot 54 mg/L) geen lethale effecten voor vis zullen optreden (Wilber & Clarke, 2001).

Conclusie: vertroebeling als gevolg van de bagger- en stortwerkzaamheden in het Veerse Meer heeft geen negatief effect op (trek)vissen.

5.3.3 Sedimentatie

Veerse Meer

Sedimentatiesnelheid >0,33 mm/dag treedt gedurende de werkzaamheden op in een gebied van maximaal ca. 113 ha, gelijk aan 5,6% van het wateroppervlak van het Veerse Meer (2.030 ha), zie Bijlage B. Bij ruigere weersomstandigheden wordt dit oppervlak gereduceerd doordat sediment langer in suspensie blijft. Voor de gesimuleerde constante stormomstandigheden komt dit neer op een kleiner oppervlak van ca. 85 ha. Met het worst-case scenario (113 ha) zal zodoende ca. 94,4% van het totale areaal van het Veerse Meer geen effecten ondervinden van sedimentatie.

Het Veerse Meer was het eerste zeegat dat in 1961 werd afgesloten waarna eb en vloed verdwenen uit het gebied. Sindsdien is de waterkwaliteit en de kwaliteit van het ecosysteem steeds verder teruggelopen, met als belangrijkste problemen de instroom van zoet, voedselrijk polderwater, sterk wisselende zoutgehalten vanwege het peilbeheer en de gelaagdheid van het water die hierdoor ontstond. Troebelheid, wisselende zoutgehalten, hoge concentratie nutriënten en zuurstofloosheid resulteerde in een geringe diversiteit. Om de kwaliteit van het water en het ecosysteem te verbeteren is in 2004 doorlaatmiddel de Katse Heule in gebruik genomen (RIKZ, 2007). Bij een eerste evaluatie in 2007 van de ingebruikname van het doorlaatmiddel werden positieve effecten duidelijk. De hoge nutriëntenconcentratie bleek afgenomen, het zoutgehalte van het Veerse Meer lag het hele jaar maar iets lager dan het zoutgehalte van de Oosterschelde en de gelaagdheid als gevolg van de inlaat van zout water was verminderd. Het Veerse Meer kreeg een meer marien karakter (RIKZ, 2007). Door de verminderde zoutstratificatie was het optreden van zuurstofloosheid vooral in het

oostelijk deel sterk verminderd. In het westelijk deel komen door gebrek aan menging in de zomer nog tijdelijk zuurstofarme condities in de diepere waterlaag voor. De eerste jaren na ingebruikname was een toename in soortenaantal, diversiteit, dichtheden en biomassa van bodemdieren zichtbaar, maar dit initiële herstel in soortenaantal en biomassa heeft zich niet doorgezet (Prins et al., 2015).

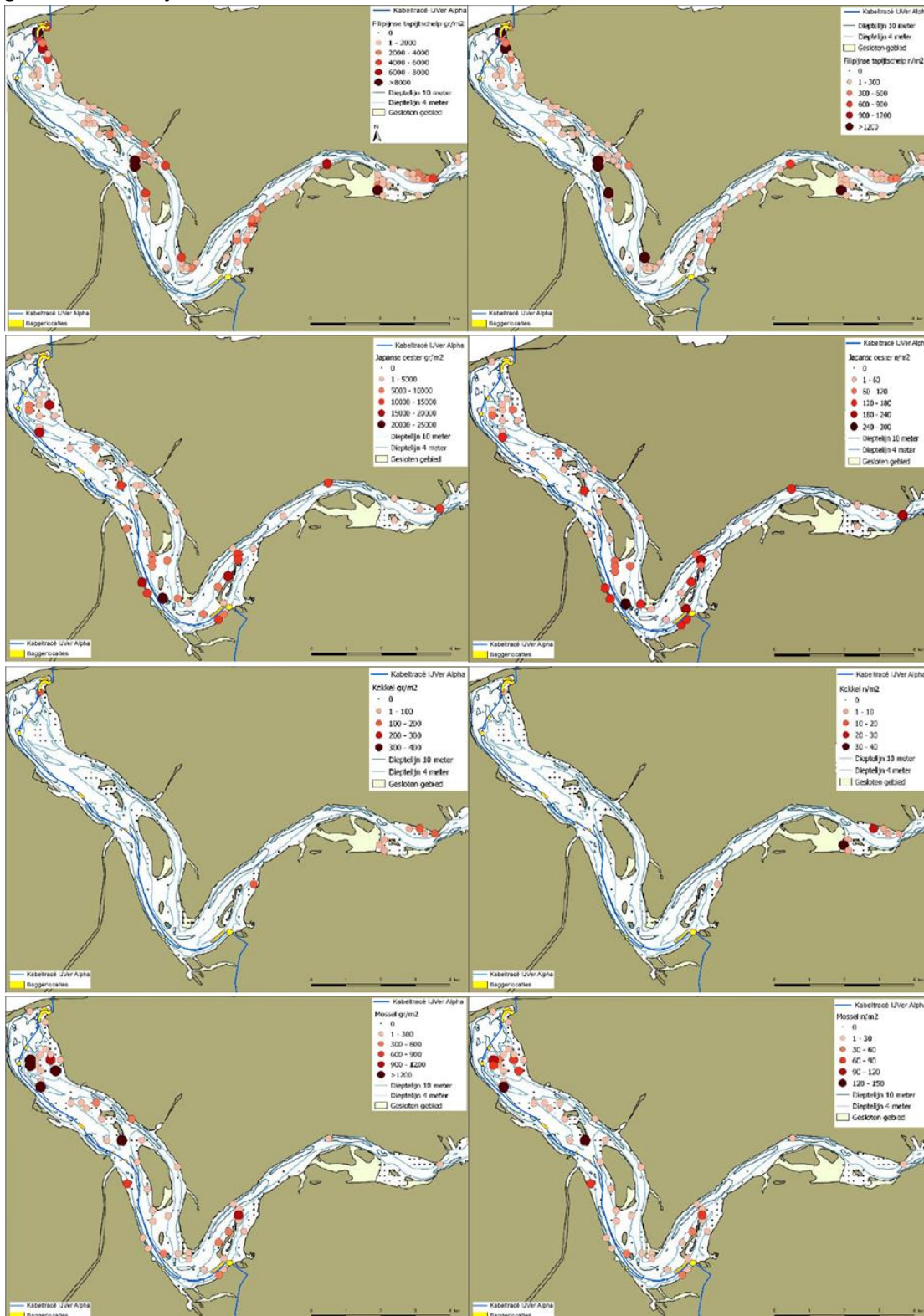
De schelpdierbestanden in het Veerse Meer worden jaarlijks bemonsterd voor een bestandschatting van ingegraven soorten schelpdieren tot de dieptelijn van 4 meter (sinds 2017), en oesters en mosselen tot de dieptelijn van 10 meter (sinds 2018). Tussen 2019 en 2020 is een sterke afname in de bestanden in aantallen van Japanse oester (56%), Filipijnse tapijtschelp (25%), mossel (56%) en kokkel (59%) waargenomen. Mogelijk hebben de hoge temperaturen in augustus 2020 en juli 2019 een rol gespeeld. In deze maanden werd ook hoge sterfte onder vissen gemeld (Troost et al., 2021). In 2019 en 2020 werd het onderzoek naar de waterkwaliteit in het Veerse Meer al geïntensiveerd. Mede naar aanleiding van de waarnemingen in de afgelopen 2 jaren heeft Rijkswaterstaat in 2021 een onderzoek gestart om de waterkwaliteit in het Veerse Meer verder te onderzoeken, waarvan de eerste resultaten in 2023 verwacht worden (Omroep Zeeland, 2021; Rijkswaterstaat, 2021). De macrofauna gemeenschap is in 2020 voor de KRW nog beoordeeld als 'goed' (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021).

Figuur 5-5 laat zien dat schelpdieren (Filipijnse tapijtschelp, Japanse oester, kokkel en mossel) een voorkeur hebben voor de relatief ondiep gelegen delen van het Veerse Meer. Hier zijn de waargenomen aantallen en biomassa's het hoogst. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat delen van het Veerse Meer dieper dan 10 meter niet bemonsterd zijn in het onderzoek behorend bij de afgebeelde data (Troost, 2021). Er wordt overigens ook niet verwacht dat locaties dieper dan 10 meter belangrijk leefgebied vormen voor schelpdieren in het Veerse Meer. In de zones van het Veerse Meer dieper dan 10 meter treedt namelijk regelmatig zuurstofloosheid op (van der Pool et al., 2020). In 2019 zijn in het Veerse Meer naast schelpdieren ook andere bodemdieren (kreeftachtigen, wormen, enzovoort) bemonsterd (Kruijt et al., 2020). Uit deze bemonstering is gebleken dat ook de dichtheden en -biomassa's van andere bodemdieren in de zones van het Veerse Meer dieper dan 8 meter aanzienlijk lager zijn dan in de zones van 0 tot 2 en 2 tot 8 meter diep. De dichtheid van alle soortgroepen in de diepe zone was bijvoorbeeld ca. 1200 stuks per m² tegenover ca. 5200-6000 stuks per m² in de ondiepere zones.

Het tracé is voor ruim 80% gelegen in delen van het Veerse Meer dieper dan 8 meter. Er kan daarmee worden gesteld dat het aangetaste oppervlak dat optimaal is voor bodemdieren aanzienlijk kleiner is dan het eerdergenoemde potentieel aangetaste oppervlak à 113 ha. Immers, dit aangetaste areaal begeeft zich grotendeels rond de stortvakken. Deze zijn gelegen in diepe zones, waar gelijktijdig een relatief klein aandeel van de aanwezige bodemdieren voorkomt. Het gebied ondieper dan 8 meter waar een sedimentatiesnelheid >0,33 mm/dag optreedt is slechts ca. 30 ha. Bovendien gaat het hier om de buitenkringen van de aangetaste gebieden, hier treedt sedimentatie met maximaal 1 mm/dag op, tegenover de 4,2 mm/dag in het centrum van het stortvak.

Ten slotte zijn de effecten van sedimentatie tijdelijk. 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 tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Hierbij is belangrijk om te vermelden dat de onderzoeken zijn uitgevoerd voor zee-ecosystemen, in het Veerse Meer is echter een vergelijkbare saliniteit aanwezig met een grote overlap in bodemdiersamenstelling als gevolg. Naar

waarschijnlijkheid zal na een worst-case periode van vijf jaar de aangetaste bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn.



Figuur 5-4 Verspreiding van (van boven naar beneden) Filipijnse tapijtscHELP, Japanse oester, kokkel en mossel in het westelijk deel van het Veerse Meer. De linker afbeelding geeft de biomassa weer en rechts de dichtheden, een donkerdere kleur indiceert een hogere biomassa/aantal. Getoond wordt de corridor van het tracé waarbinnen de aanleg zal plaatsvinden, met mogelijke locaties (aangegeven met geel) waar gebaggerd wordt voor het trenchen (Troost, 2021).

5.3.4 Verstoring door continu onderwatergeluid

Veerse Meer

Er is sprake van verstoring door continu onderwatergeluid in het Veerse Meer. Het Veerse Meer is geen migratieroute voor trekvissen. Hier lopen al reguliere vaarroutes en is er een relatief hoge scheepvaartintensiteit aanwezig (Zie Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Alpha), hierdoor resulteren de werkzaamheden nauwelijks in extra verstoord oppervlak en worden er slechts een beperkt aantal schepen boven op de hoge regulier aanwezige scheepvaart toegevoegd. Omdat er al verstoring in dit gebied optreedt door commerciële en recreatieve vaart ondervinden vissen in het Veerse Meer al enige mate van gewenning voor onderwatergeluid. De verstoring als gevolg van de werkzaamheden vindt niet over de hele verstoringcontour tegelijk plaats, maar is lokaal en verplaatst zich mee met de werkzaamheden. Individuen gevoelig voor verstoring zullen zich zodoende waarschijnlijk al in rustigere gebieden ophouden. Eventuele individuen die toch worden verstoord hebben op ieder moment voldoende uitwijkmogelijkheden van de verstoring door de werkzaamheden.

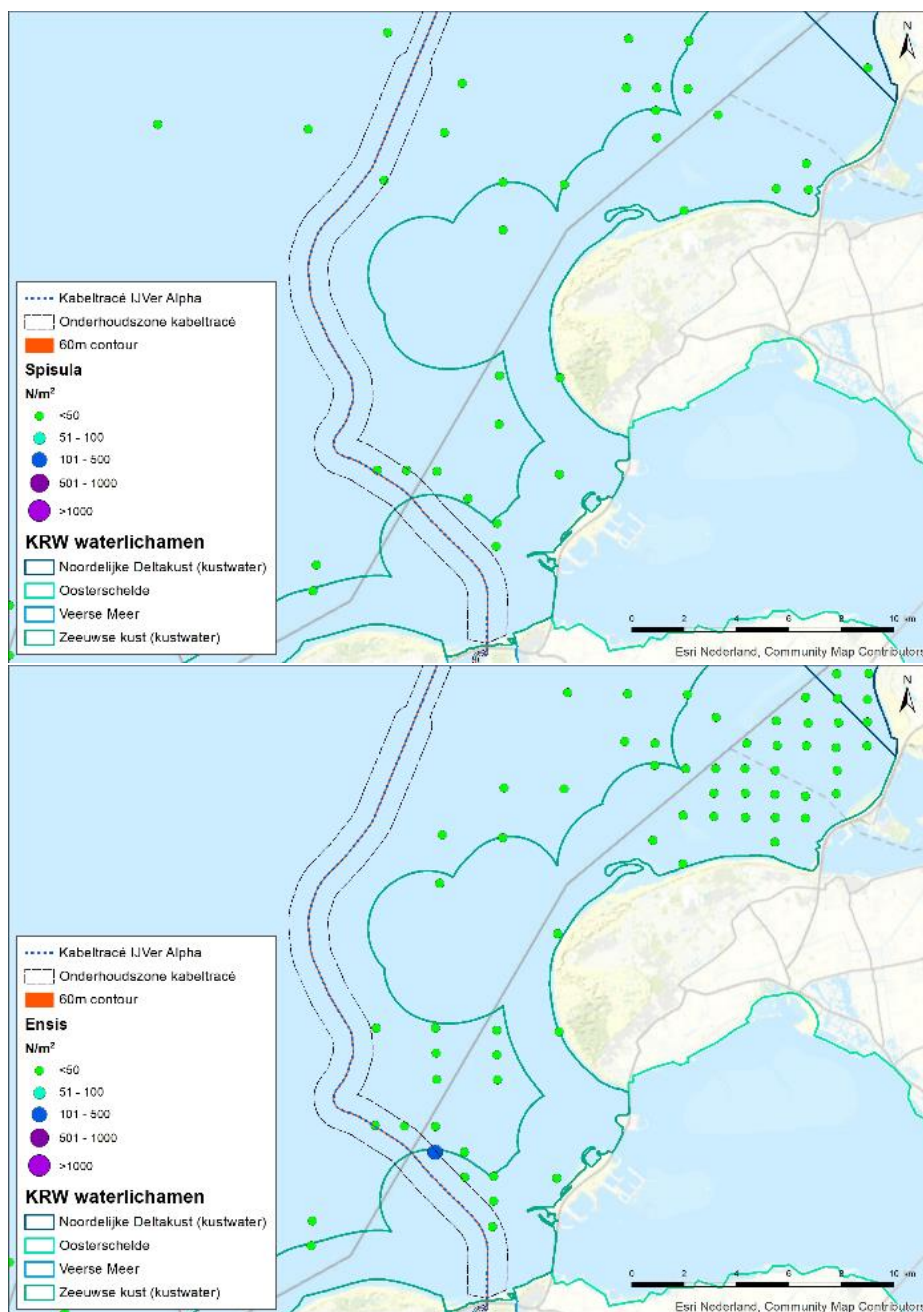
5.3.5 Habitataantasting

Zeeuwse kust (kustwater)

De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7. Er kan in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) aantasting plaatsvinden van <0,2% (circa 0,4 km²). Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (353 km²). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 60 meter. In de praktijk zal in de Zeeuwse kust grotendeels getrencht worden en wordt er op het strand niet gebaggerd. Deze andere aanlegtechnieken hebben een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn.

In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust komen verschillende schelpdiersoorten voor. Jaarlijks wordt onderzoek gedaan naar de verspreiding van mesheften, halfgeknotte strandschelpen, en overige veel voorkomende soorten met een potentieel belang voor visserij langs de kust. Hiervoor worden punten bemonsterd over een rooster. Figuur 5-5 laat zien dat in het gebied rond het VKA-tracé mesheften (*Ensis sp.*) en in minder mate halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) voorkomen. Ook andere schelpdieren zoals mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*), otterschelpen (*Lutraria lutraria*) of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het VKA-tracé gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen. Op één bemonsteringspunt rond het VKA-tracé, op de rand van de onderhoudscorridor, is de mesheft met een hoger dan gemiddelde dichtheid aangetroffen (zie Figuur 5-5). De soort komt echter verspreid over de Zeeuwse kust voor. Dit geldt ook voor veel andere schelpdiersoorten, hiervan lijken zich geen hotspots rond het VKA-tracé te bevinden.

Habitataantasting 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 is doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen.



Figuur 5-5 Spisulabanken (boven) en Ensis banken (onder) in het kustgebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula

Veerse Meer

De reikwijdtes zijn toegelicht in paragraaf 3.7. Bij trenchen is dit worst-case 10 meter aan weerszijde van de kabel, bij baggeren 30 meter aan weerszijde. Er wordt hoofdzakelijk getrencht, en gebaggerd bij een doorvaardiepte van minder dan drie meter. Figuur 5-4 toont de verspreiding van schelpdierbestanden in het Veerse Meer rond het tracé. De blauwe lijn toont de corridor waarbinnen de kabel wordt aangelegd – de gele gebieden tonen aan waar worst-case gebaggerd zou moeten worden indien de kabel door dat stuk van de corridor wordt gelegd. Er zal worst-case aantasting plaatsvinden over een gebied van totaal circa 64 hectare, waarvan 16 ha gebaggerd. Dit is circa 3% van het totale areaal in het Veerse Meer (2.030 hectare), de eilanden niet meegenomen.

De kabel wordt in het Veerse Meer hoofdzakelijk in het dieper gelegen deel aangelegd, grotendeels door de vaargeul. In Figuur 5-4 is te zien dat op de bemonsteringspunten op de dieper gelegen delen van het tracé over het algemeen minder biomassa en aantallen schelpdieren worden aangetroffen dan op de ondiep gelegen delen. Zoals hierboven aangegeven worden delen van het Veerse Meer dieper dan 10 meter niet bemonsterd op schelpdieren. Ook in deze diepere delen zouden zich schelpdieren kunnen bevinden, hoewel niet wordt verwacht dat dit een groot deel van het bestand uit zal maken. In de zones dieper dan 10 meter treedt regelmatig zuurstofloosheid op waardoor er in deze zones minder leven wordt verwacht (Mulder et al., 2019; van der Pool et al., 2020). Ook uit monitoring van Kruijt et al., (2020) blijkt dat bodemdieren in aanzienlijk lagere dichtheden en biomassa's voorkomen in de diepe delen (>8 meter) van het Veerse Meer. In de ondiepere delen waar gebaggerd wordt zijn met name bij de aanlanding en intredepunt waarnemingen van schelpdieren. Het gaat om een beperkt areaal (in totaal worst-case 16 ha).

Habitataantasting is een tijdelijk effect. 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 tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Hierbij is belangrijk om te vermelden dat de onderzoeken zijn uitgevoerd voor zee-ecosystemen, in het Veerse Meer is echter een vergelijkbare saliniteit aanwezig met een grote overlap in bodemdiersamenstelling als gevolg. Naar waarschijnlijkheid zal na een worst-case periode van vijf jaar de aangetaste bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn.

5.3.6 Elektromagnetische velden

Zeeuwse kust (kustwater)

In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zoals berekend door Van Essen (2020) in Figuur 3-11. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat aanwezige ongewervelden significant negatieve effecten zullen ondervinden.

Veerse Meer

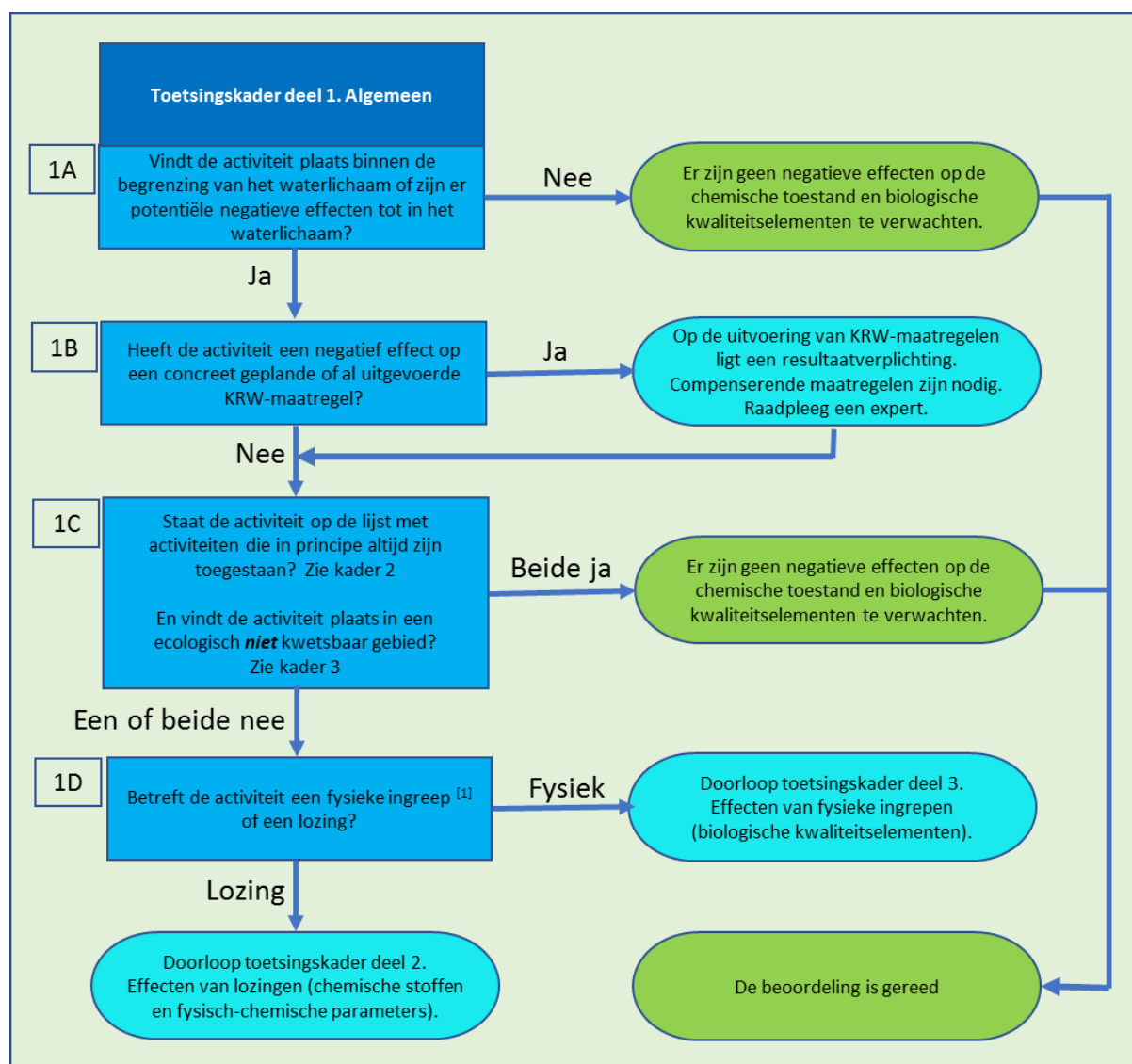
Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijv. paling, haaien en roggen) en ongewervelden (bijv. krabben). In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertrebraten 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 spreken over waardes van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch

veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zoals berekend door Van Essen (2020) in Figuur 3-11. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat aanwezige vissoorten en ongewervelden significant negatieve effecten, zoals barrièrewerking, zullen ondervinden.

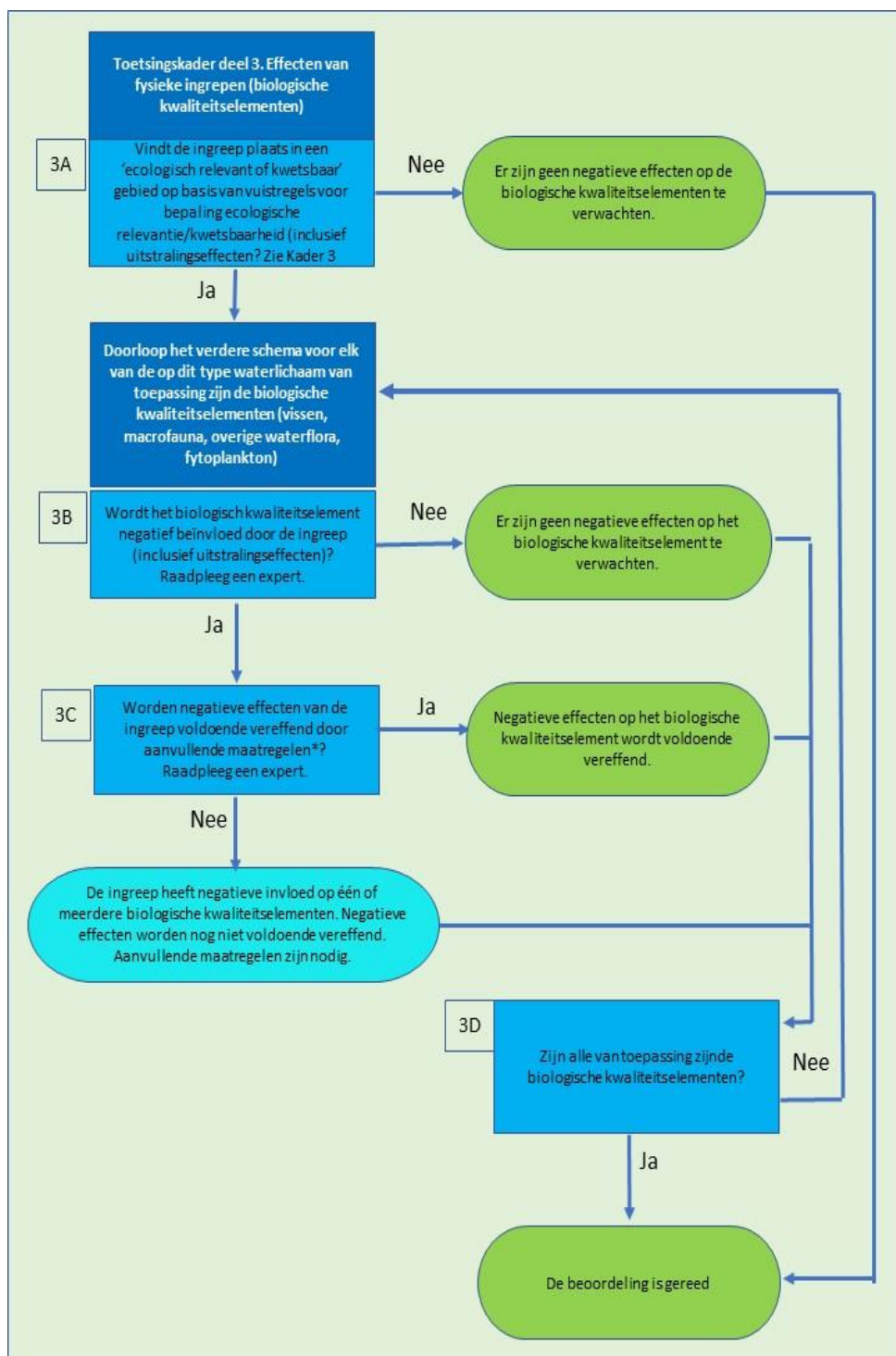
5.4 Toetsing

5.4.1 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het ‘Toetsingskader waterkwaliteit’ een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 5-6. Het “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” is te zien in Figuur 5-7.



Figuur 5-6 “Toetsingskader deel 1. Algemeen” uit het Toetsingskader Waterkwaliteit.



Figuur 5-7 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater) en Veerse Meer. Ook zijn er uitstralingseffecten tot in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) van vertroebeling (zie Figuur 5-2). De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

5.4.2 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 5-6) wordt doorlopen voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha blijkt:

Zeeuwse kust (kustwater)

- 1A: De activiteit vindt plaats in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust.
- 1B: Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het voornemen. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op voorlichting en onderzoek. Daarnaast was er een maatregel gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C: Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het VKA-tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Noordelijke deltakust (kustwater)

- 1A: De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling aan de bodem naar Noordelijke deltakust (kustwater).
- 1B: Voor KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het voornemen. Uitgevoerde maatregelen waren gericht op voorlichting en onderzoek. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C: Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Hollandse kust (kustwater)

- 1A: De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling aan de bodem naar Hollandse kust (kustwater).
- 1B: Voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, uitvoeren van onderzoek, geven van voorlichting en 1 maatregel geclassificeerd als overige emissie maatregel. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C: Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.

- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Veerse Meer

- 1A. De activiteit vindt plaats in KRW-waterlichaam Veerse Meer.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Veerse Meer zijn in de periode 2010 t/m 2015 drie maatregelen uitgevoerd: aanpassen van het waterpeil, pilot aanplant zeegras en verwijderen vervuilde bagger. Voor de periode 2016 t/m 2021 zijn er drie maatregelen gepland: uitvoeren van onderzoek, voor vis passeerbaar maken van kunstwerken en pilot naar het aanplanten van zeegras. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020). Rijkswaterstaat heeft nog geen locaties aangewezen in het Veerse Meer waar de pilots met zeegras kunnen plaatsvinden. Voor zover nu beoordeeld kan worden heeft de voorgenomen activiteit geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst. De geplande werkzaamheden vallen deels in een ecologisch kwetsbaar gebied. In meer Veerse Meer is ecologisch kwetsbaar areaal het gebied van het waterlichaam liggend tussen 3.0 meter onder het zomerpeil en 0.5 meter boven het zomerpeil. Dijken en andere onnatuurlijke typen van beschoeiing/infrastructuur zijn daarbij uitgezonderd voor verdere toetsing. Het VKA-tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

5.4.3 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 5-7.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de drie KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 5.4.2).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de drie waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

5.4.4 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam Zeeuwse kust. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 5-14 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

**Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Het areaal waar vertroebeling aan het wateroppervlak optreedt is zeer beperkt en tijdelijk. Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht (tijdens de relevante

periode, i.e. zomer maanden) maar door nutriënten. De remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 5-15 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
Elektromagnetische velden	Bodemdieren	Geen significante effecten	

Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken, maar zij kunnen zich na 4 tot 6 jaar hersteld hebben. De gevolgen van vertroebeling aan de bodem bestrijkt een zeer beperkt areaal en is tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Gevonden waardes voor elektromagnetische velden waarbij soorten mogelijk negatieve effecten ondervinden zijn hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. De voorgenomen werkzaamheden hebben in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) geen effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.5 KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

Fytoplankton

Tabel 5-16 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust treedt alleen vertroebeling op aan de bodem, niet aan het wateroppervlak. Effecten op de KRW-deelmaatlat fytoplankton zijn zodoende uitgesloten.

Macrofauna

Tabel 5-17 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

Vertroebeling aan de bodem treedt op in een zeer beperkt areaal. Veel filterfeeders hebben een tolerantie voor vertroebeling en dit areaal is zo beperkt dat mogelijke effecten op de KRW-deelmaatlat macrofauna zijn uitgesloten.

5.4.6 KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

Fytoplankton

Tabel 5-18 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Hollandse kust.

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

In KRW-waterlichaam Hollandse kust treedt alleen vertroebeling op aan de bodem, niet aan het wateroppervlak. Effecten op de KRW-deelmaatlat fytoplankton zijn zodoende uitgesloten.

Macrofauna

Tabel 5-19 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Hollandse kust.

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

Vertroebeling aan de bodem treedt op in een zeer beperkt areaal en blijft binnen de marges van de achtergrondconcentratie. Veel filterfeeders hebben een tolerantie voor vertroebeling en dit areaal is zo beperkt dat mogelijke effecten op de KRW-deelmaatlat macrofauna zijn uitgesloten.

5.4.7 KRW-waterlichaam Veerse Meer

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam.

Fytoplankton

Tabel 5-20 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Veerse Meer. *Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen effect	

Er is sprake van vertroebeling aan het wateroppervlak en mogelijke remming van de primaire productie in een gebied van circa 16,8 % van het totale areaal in het Veerse Meer. Vertroebeling houdt per locatie ten hoogste 15 dagen aan. Licht gelimiteerde primaire productie bij vertroebeling van dit soort, relatief lage slibconcentratieverhogingen, wordt slechts gedeeltelijk geremd. De daadwerkelijke beïnvloeding van de primaire productiecapaciteit ligt dus lager de hierboven beschreven worst-case. Effecten die zouden zorgen voor een verandering in de KRW-deelmaatlat fytoplankton zijn uitgesloten.

Overige waterflora

Tabel 5-21 Relevante effecten voor kwaliteitselement Overige Waterflora in KRW-waterlichaam Veerse Meer.

*Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering.

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Overige waterflora	Geen significante effecten	

Het Veerse Meer valt in de categorie grote brakke tot zoutwater meren (M32) en wordt beschreven als een kust- of overgangswater. Voor overige waterflora gaat hierbij om schorvegetatie en zeegras. De deelmaatlat voor het areaal schorren is, vanwege het ontbreken van getij, voor het Veerse Meer niet van toepassing. De andere deelmaatlat betreft het areaal en de bedekkingsgraad van zeegrasvelden; deze komen ook niet voor ter hoogte van het VKA-tracé. Om dezelfde reden is ook uitgesloten dat vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden effect zal hebben op zeegras. Veranderingen in de deelmaatlat overige waterflora als gevolg van de werkzaamheden zijn zodoende uitgesloten.

Macrofauna

Tabel 5-22 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Veerse Meer. *Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
Elektromagnetische velden	Bodemdieren	Geen significante effecten	

De deelmaatlat macrofauna wordt bepaald door de abundantie en soortensamenstelling in het Veerse Meer. Bodemdieren krijgen lokaal met habitatverlies te maken. Het gaat hierbij om ongeveer 3% van het areaal van het Veerse Meer (het oppervlak van de eilanden niet meegenomen). Het tracé loopt grotendeels door dieper gelegen gebied, waar schelpdieren juist een voorkeur hebben voor

relatief ondiep gelegen areaal. Er treedt sedimentatie op in het Veerse Meer op een gebied van maximaal 113 ha (circa 5,6%). Bodemdieren hebben een tolerantie voor sedimentatie. Het gebied waar sedimentatie optreedt bevindt zich met name rond de stortvakken, wat door de diepe ligging suboptimaal leefgebied vormt voor bodemleven. Het aangetaste oppervlak dat geschikt is voor bodemdieren is aanzienlijk kleiner. Het relatief ondiepe gebied (<10 meter) waar sedimentatie optreedt is circa 25 ha. Uit onderzoek is gebleken dat de aangetaste bodem zich na enkele jaren weer kan herstellen.

Vertroebeling aan de bodem treedt op binnen ca. 17% van het wateroppervlak van het Veerse Meer, met maximale concentratieverhoging van 46 mg/l. Het maximale oppervlak dat tegelijkertijd blootgesteld is aan verhoogde vertroebeling heeft een omvang van 5,9% van het wateroppervlak van het Veerse Meer. Hoge slibconcentraties (>30 mg/l) komen alleen in en rond de stortvakken voor, met een omvang van ca. 1 ha. Dit vormt voor macrofauna door de diepe ligging, wat regelmatige zuurstofloosheid met zich meebrengt, al suboptimaal leefgebied. Piekconcentraties zijn bovendien slechts van korte duur. Bij constant aanhoudende stormcondities zou vertroebeling aan de bodem optreden in een gebied van circa 35% van het Veerse Meer, maar zijn de maximale concentratieverhoging 17 mg/l. Deze verhoogde waarden zijn soortgelijk aan vertroebeling dat van nature voorkomen tijdens ruige weersomstandigheden. Filterfeeders zullen geen effecten ondervinden van een tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties aan de bodem. Gevonden waardes voor elektromagnetische velden waarbij soorten mogelijk negatieve effecten ondervinden zijn hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. Veranderingen in de deelmaatlat macrofauna zijn uitgesloten.

Vis

Tabel 5-23 Relevante effecten voor kwaliteitselement Vis in KRW-waterlichaam Veerse Meer.

**Categorie: groen: positieve verandering, wit: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Vis	Geen significante effecten	
Continu geluid onderwater	Vis	Geen significante effecten	
Elektromagnetische velden	Vis	Geen significante effecten	

Er is sprake van tijdelijke verstoring door onderwatergeluid. Deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat waar sprake is van gewinning. Op deze locaties heeft de verstoring dus geen invloed op de kwaliteit van habitat. Er zijn ruim voldoende uitwijkmogelijkheden voor vissen en doordat het geluid zich verplaatst, is er geen sprake van barrièrewerking door vertroebeling als gevolg van de bagger- en stortwerkzaamheden. Een negatieve beïnvloeding van de foerageerkansen voor zichtjagende vissen als gevolg van vertroebeling is ook uitgesloten. Gevonden waardes voor elektromagnetische velden waarbij soorten negatieve effecten ondervinden, zoals barrière-werking, zijn (vele malen) hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden.

Veranderingen in de deelmaatlat vissen als gevolg van de werkzaamheden zijn zodoende uitgesloten.

5.5 Conclusie

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in de gebieden Zeeuwse kust (kustwater) en Veerse Meer zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van de KRW-waterlichamen.

Met betrekking tot de ecologische kwaliteit van de Zeeuwse kust zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) of van habitataantasting en elektromagnetische velden op de macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam. In het Veerse Meer zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling, sedimentatie, onderwater geluid, habitataantasting of elektromagnetische velden. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten.

Voor KRW-waterlichamen de Noordelijke deltakust en Hollandse kust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de ecologische kwaliteit. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt vertroebeling op de bodem tot deze gebieden. Er zijn geen significant negatieve effecten op macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van de waterlichamen.

6 Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren

6.1 Beheerplan Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21 in samenhang met 2.1 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.

In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Bij de voorgenomen activiteit worden geen veranderingen in de structurele integriteit van waterkeringen of waterbassins veroorzaakt. Zodoende zijn wateroverlast en overstromingen als gevolg daarvan uitgesloten. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem.

6.2 Effectbepaling

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone en in het Veerse Meer effect op het toetsingskader van de BPRW. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken.

6.2.1 Verdroging

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen en mofputten bronbemaling toegepast wordt en wanneer bij open ontgravingen gegraven grond aan de lucht wordt blootgesteld. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt 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. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en 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.

Verdroging treedt alleen op in de aanlegfase, wanneer bronbemaling noodzakelijk is. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door de bronbemaling (bijlage VI-A en VI-B). Van verdroging wordt gesproken indien sprake is van een daling van het grondwaterpeil met vijf centimeter of meer. Kleinere waarden vallen binnen de foutmarge van het model en/of zijn niet meetbaar. Hierbij is uitgegaan van de gehele deklaag en is gebruik gemaakt van regionale bodem- en grondwaterkaarten. Op de boorlocaties is uitgegaan een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken), wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal 188 meter van de bemalingslocatie.

De relevante natuurwaarden binnen de verlagingcontouren bij de kruising van de Veerse Gatdam, de aanlanding van het Veerse Meer zijn niet gevoelig voor verdroging. Op een groot deel van de locaties is geen of pioniersvegetatie aanwezig. Deze herstelt van nature snel. Door de aanwezigheid

van grote open wateren in de directe omgeving zal de grondwaterstand zich ook direct na de werkzaamheden herstellen die door de beperkte omvang van de bemaling niet worden beïnvloed.

De bronbemalingen bij de Veerse Gatdam leidt tot een grondwaterstanddaling bij de randen van in de open wateren Voordelta en Veerse Meer. De habitattypen en/of leefgebieden van de Voordelta en Veerse Meer, die binnen de verlagingcontouren liggen van de bronbemaling, zijn echter niet gevoelig voor verdroging op deze locatie. Het betreft alleen habitattypen en/of leefgebieden van grote open wateren die door de omvang niet beïnvloed worden door de bemaling. Significant negatieve effecten van verdroging worden uitgesloten.

6.3 Toetsing

6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het VKA is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot significant negatieve effecten als gevolg van verdroging leidt.

6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Op grond van de Waterwet kent het Rijk in het Nationaal Waterplan 2016-2021 en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021 (BPRW) gebruiksfuncties toe aan de rijkswateren die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW). Het Rijk wil terughoudend omgaan met het ruimtelijk vastleggen van gebruiksfuncties. Gebruiksfuncties die toegekend worden zijn drinkwater en drinkwaterbeschermingszones, zwemwater, Natura 2000-gebied, schelpdierenwateren. Naast deze gebruiksfuncties vervullen de rijkswateren ook tal van andere gebruiksfuncties die niet formeel zijn toegekend via het Nationaal Waterplan, het BPRW of andere planfiguren.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen onaanvaardbare gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

6.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust en het Veerse Meer kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

7 Referenties

- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16, November, 43*.
<https://doi.org/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*.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science, 6(9)*. <https://doi.org/10.7489/1621-1>
- 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: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660*.
- Baptist, H., Tatman, S., Kessel, T. van, van Moorsel, G., Wang, Z. B., & Erftemeijer, P. L. A. (2006). *Habitattoets: Effecten bagger-en stortactiviteiten tbv havenonderhoud in Zeeuwse wateren. Z4112*.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis, 152(4)*, 815–825.
- 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*.
- Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.
- Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 57(3)*, 557–569.
<https://doi.org/10.1139/f99-290>
- Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.
- Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics, 25(7)*, 498–502. <https://doi.org/10.1002/bem.20019>
- 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>
- 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.
- Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water*.

- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019*.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.
- Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, 8, e140. <https://doi.org/DOI:10.1017/S1755267215001165>
- 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., & 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 Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., & Hartstra, I. (2019). *Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions”, report TNO 2018 R11671*.
- 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*.
- Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*.
- Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.
- Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieu-effectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.
- 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>
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
- Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad*3*.
- Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*. <http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en->

zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018

- Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.
- Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, 6(APR), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192>
- Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 664–695.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x>
- Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), *OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES)*. (pp. 86–103).
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd (Issue 68)*.
- Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode, 2017*, 2171–2185.
- 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.
- 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*.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen*.
- Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA, rapport 2007-02*.
- Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
- 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. RAapport IRKZ-98.013*.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
- IenW. (2020). *Factsheets Oppervlaktewater - Kaderrichtlijn Water*.
- International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*.
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx>

- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.*
- Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.
- Energiedialoog, (2016).
- Kamerstuk 31510, nr. 64. (2016). *Energieagenda “Naar een CO2-arme energievoorziening.”*
- 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. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-012-0059-5#citeas>
- 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.
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*
- Kruijt, D. B., Duijts, O., Japink, M., & Middelveld, R. P. (2020). *Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019.*
- Leopold, M., & Baptist, M. J. (2007). *Wageningen IMARES Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies de Kustzee , Spisula en enkele beschermde soorten zeevogels Inhoudsopgave. C014/07.*
- Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied “Bruine Bank.”* www.imares.wur.nl
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>
- Maes, J., 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.
- Maes, Joachim, 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.
- Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review -.*
- ministerie van EZK. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. In *Kamerstuk 33561, nr. 42.*
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater).*
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1.* www.noordzeeloket.nl
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1.*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Factsheet KRW - behorende bij Ontwerp*

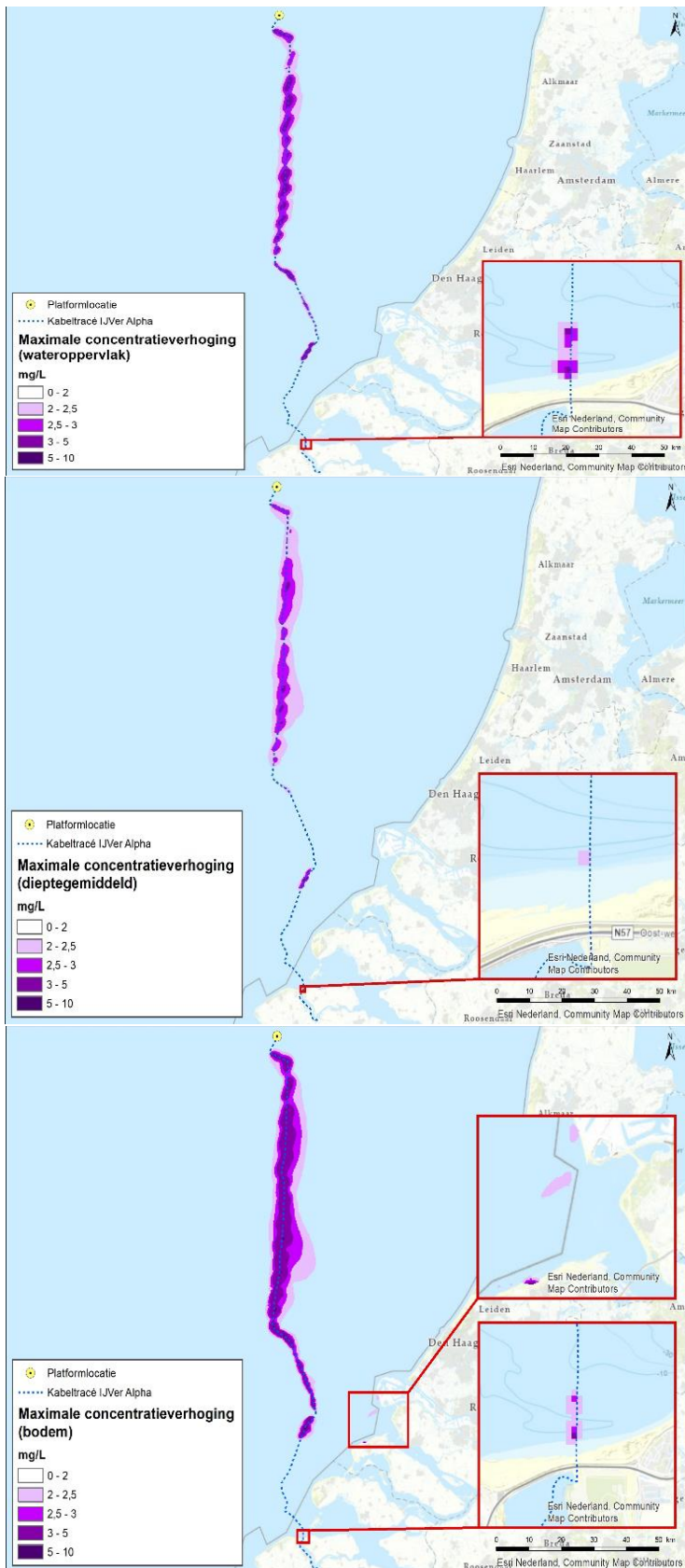
- Stroomgebiedbeheerplan 2022 - 2027, versie maart 2021.*
- Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier.*
- Mulder, I., Escaravage, V., Tangelder, M., & Ysebaert, T. (2019). *Ontwikkeling van het macrozoöbenthos in het Grevelingenmeer 1992-2016.*
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering, 108*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology, 95*(1), 135–154. <https://doi.org/10.1111/jfb.14068>
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species.*
- Öhman, M. C., Sigra, 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)
- Omroep Zeeland. (2021). *Ongerustheid over waterkwaliteit Veerse Meer: “Het lijkt nu dat er een negatieve ontwikkeling is.”*
- Ortega, J. C. G., Figueiredo, B. R. S., da Graça, W. J., Agostinho, A. A., & Bini, L. M. (2020). Negative effect of turbidity on prey capture for both visual and non-visual aquatic predators. *Journal of Animal Ecology, 89*(11), 2427–2439. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13329>
- 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 Oceanography, 10*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018>
- Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS.*
- Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).
- Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology, 75*(3).
- Prins, T. C., Vergouwen, S. A., Nolte, A. J., Schipper, C. A., Arts, F. A., Avesaath, P. van, Escaravage, V., de Kluijver, M. J., & Dubbeldam, M. C. (2015). *Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014.*
- Rijkswaterstaat. (2021). *Veerse Meer: Dé plek om tot rust te komen.*
- RIKZ. (2007). *Waterkwaliteit en ecologie Veerse Meer: het tij is gekeerd.*
- RIVM. (2017). *Risico's van stoffen | KRW.*
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de -20 m diepte.* Wageningen Marine Research.
- Rutte, M., van Haersma Buma, S., Pechtold, A., & Segers, G.-J. (2017). *Regeerakkoord 2017: Vertrouwen in de toekomst.*
- RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021.*
- Schiedon, E., & Jans, M. (2021). *Notitie Berekening bruinvisverstoringdagen bij globale kabelsurvey IJmuiden Ver (IJVa, IJVb & IJVg). 20210297/not08.*
- 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.
- Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei.*
- Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals, 45*(2), 125–232.

- <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moulting location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, 599, 239–251.
<https://doi.org/10.3354/meps12624>
- STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor de natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas, February*.
- Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., van der Pool, J., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2021). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020*.
- van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.
- van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
- van de Wetering, B., Jans, S., & Schiedon, E. (2021). *Voortoets Wet Natuurbescherming Kabel Survey. 20210297/rap02*.
- van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*.
- van der Pool, J., Troost, K., van Asch, M., van Zweeden, C., van Zwol, J., & van den Ende, D. (2020). *Schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2019*.
- van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, 11(1).
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0146324>
- van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
- van Rijssel, J. C., van Keeken, O. A., & de Leeuw, J. J. (2020). *Vismonitoring Rijkswateren t/m 2019 Deel 1: Toestand en trends*.
- 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)
- Winter, H. V., Mulder, I. M., & Tangelder, M. (2021). *Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta*.
- Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.
- Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.
- Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

Bijlage A Samenvatting Slibstudie op zee

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de werkzaamheden gesimuleerd. 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 studie. In de slibmodelleerstudie zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is verondersteld dat vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) gebaggerd wordt en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone op de Noordzee. Daarnaast wordt in de studie gewerkt met een scenario, waarbij de aanleg in een korte periode wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot een lagere productie en daarmee lagere vertroebeling in het gebied. Om deze reden is in de slibmodelleerstudie als worst-case aangenomen dat de hele aanleg van het VKA-tracé in een periode van enkele maanden wordt uitgevoerd.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjager zoals meeuwen en sterns) en voor primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvis en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen. In het onderstaande figuur wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



Figuur 0-1 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

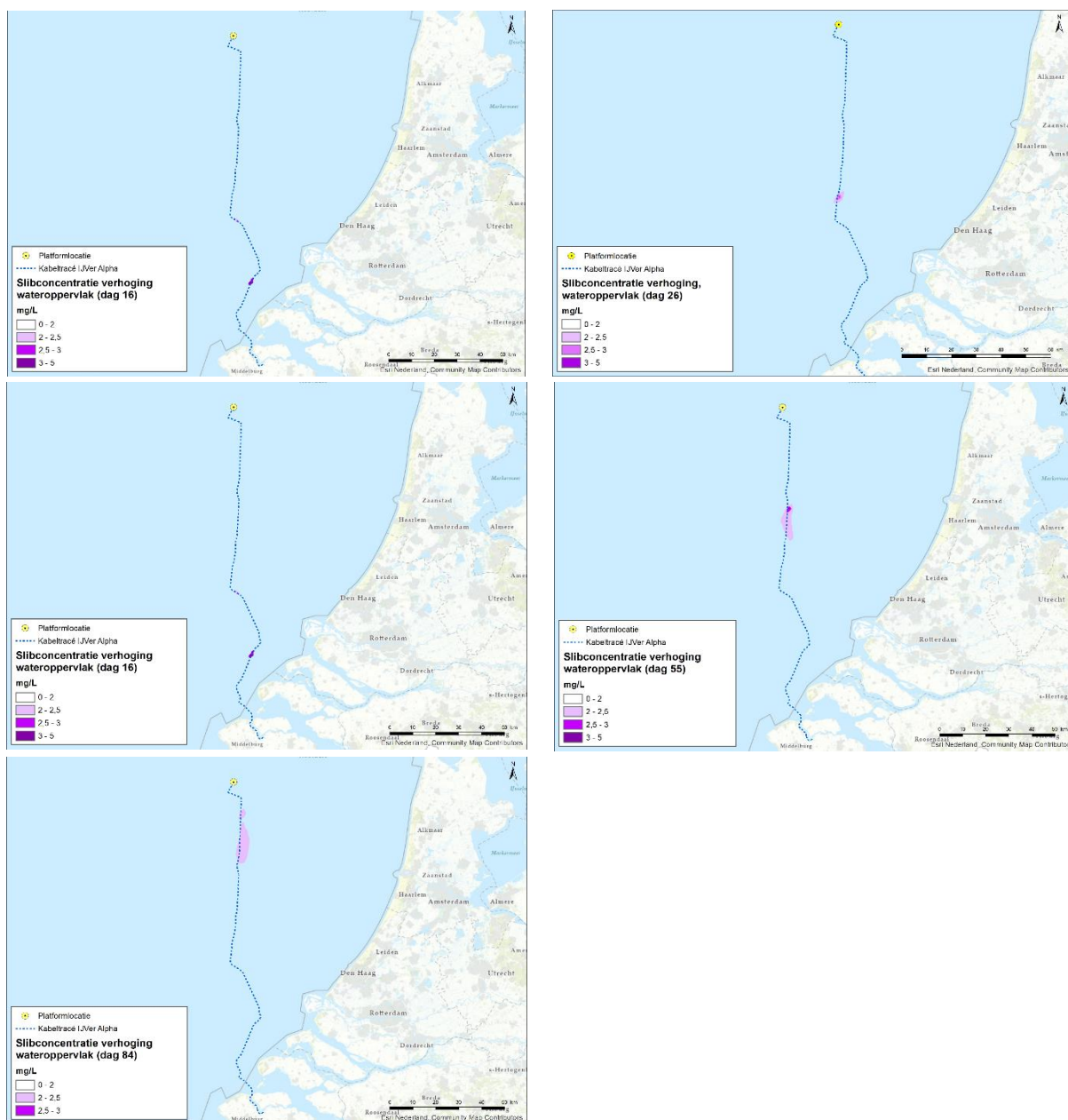
Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) wisselt langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Dit leidt locatiespecifiek tot een verschil in het volume dat gebaggerd, ge-pre-sweept of getrencht moet worden waardoor er in een meer of mindere mate vertroebeling optreedt. Bijvoorbeeld voor een groot deel van het kustgebied (gebied 3 in Figuur 6 van Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie) volstaat alleen trenchen. Alleen bij aanlanding van de Veerse Gatdam en in de buurt van de Bollen van het Nieuwe Zand wordt in het kustgebied gebaggerd. Daarom komt in dit gebied zeer weinig sediment in de waterkolom, waardoor er nauwelijks vertroebeling ontstaat.

Vertroebeling in ruimte in het bovenste deel van de waterkolom

De slibwolken zoals weergegeven in 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 0-2 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De slibwolken voor het dieptegemiddelde en de bodem volgen eenzelfde patroon.

Uit deze figuren valt het volgende af te leiden:

- De slibpluim blijft voornamelijk ter plaatse van het tracé en neemt snelt af
- De slibpluim met het grootste areaal wordt veroorzaakt op dag 84 (Figuur 0-2). Hierbij beweegt de wolk zich door de stroming kustwaarts. De slibconcentraties aan het wateroppervlak komen hierbij niet boven de 3 mg/l.
- Het maximale daggemiddelde slibconcentratie aan het wateroppervlak is niet hoger 5 mg/l, waarbij slibconcentraties van 3 – 5 mg/l alleen lokaal direct langs het tracé voorkomen.



Figuur 0-2 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 16, 26, 40, 55, en 84

Vertroebeling in tijd in het bovenste deel van de waterkolom

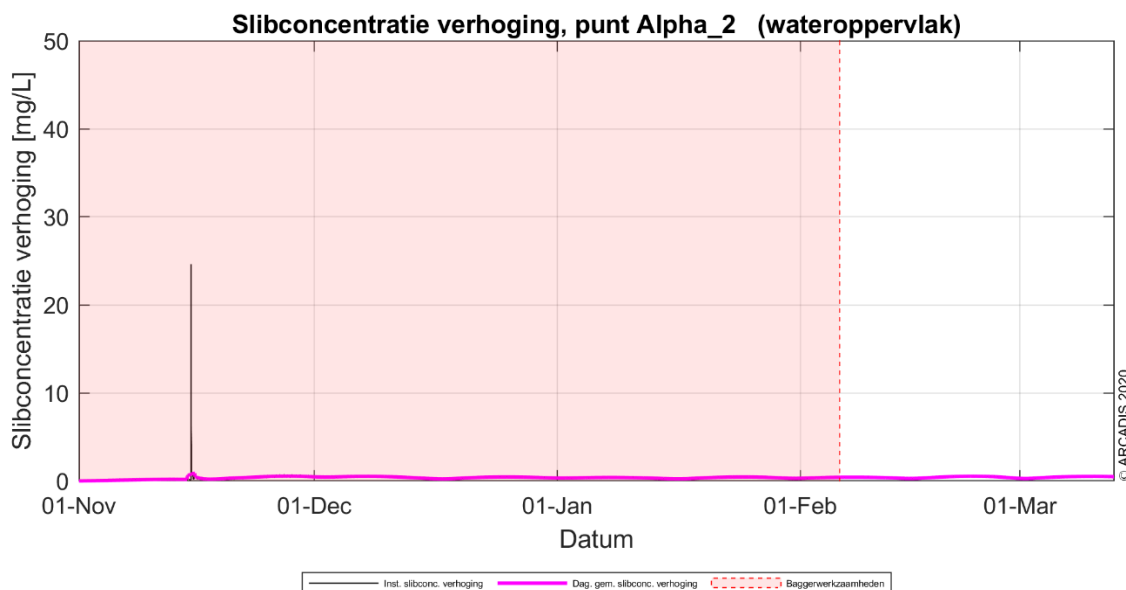
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locatie door de tijd heen zijn uitgewerkt. Figuur 0-3 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, voorploegen, baggeren) invloed heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het VKA-tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn onderstaand alleen de punten langs het VKA-tracé beschouwd.

In Figuur 0-4 tot Figuur 0-7 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Alpha 2, Alpha 6, Alpha 12 en Alpha 16. De

slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie en worden hieronder niet 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, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. 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.

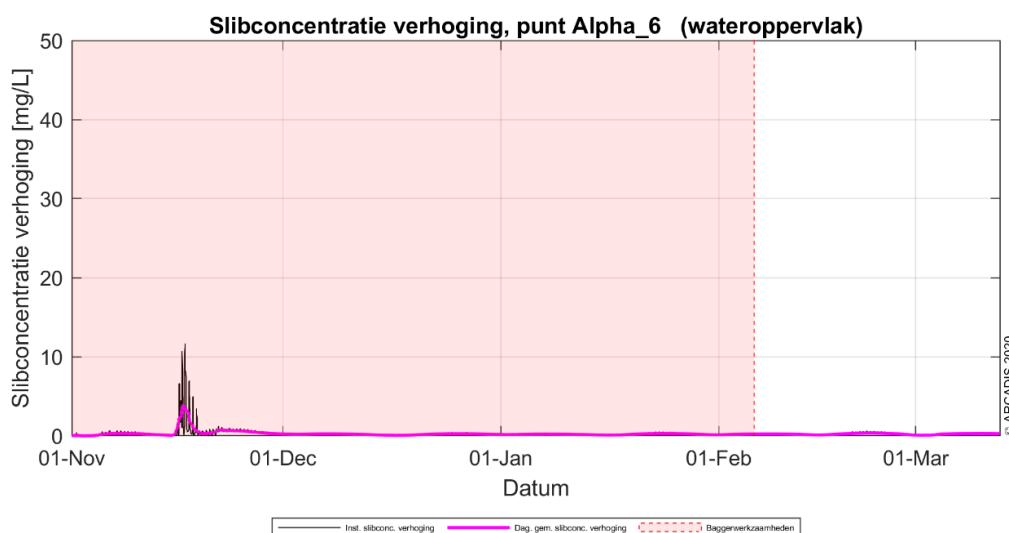


Figuur 0-3 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 16, 26, 40, 55, en 84



Figuur 0-4 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 2

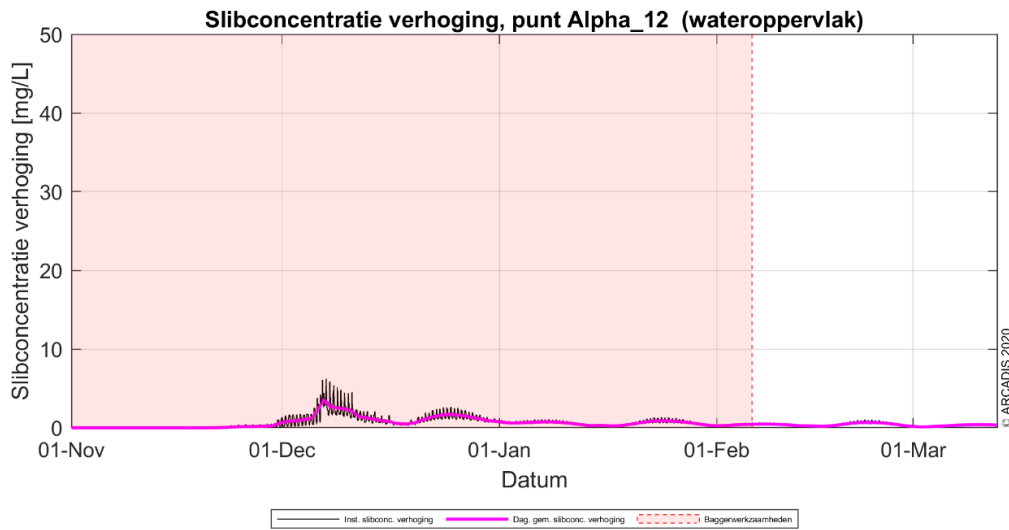
Simulatiepunt 2 ligt in een gebied bij de kustzone zonder zandgolven en in dit gebied volstaat trenchen. Hierdoor zijn de vrijkomende slibconcentratie verhogingen lager. In Figuur 0-4 is te zien dat, los van een hogere acute piek (10 minuten piek), het daggemiddelde niet boven de 1 mg/l uitkomt. De toename van de slibconcentratie is van zeer korte duur, binnen een dag ligt deze weer rond de 0 mg/l. Het proces van trenchen genereert hiermee geen substantiële verhoging van de concentratie.



Figuur 0-5 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6

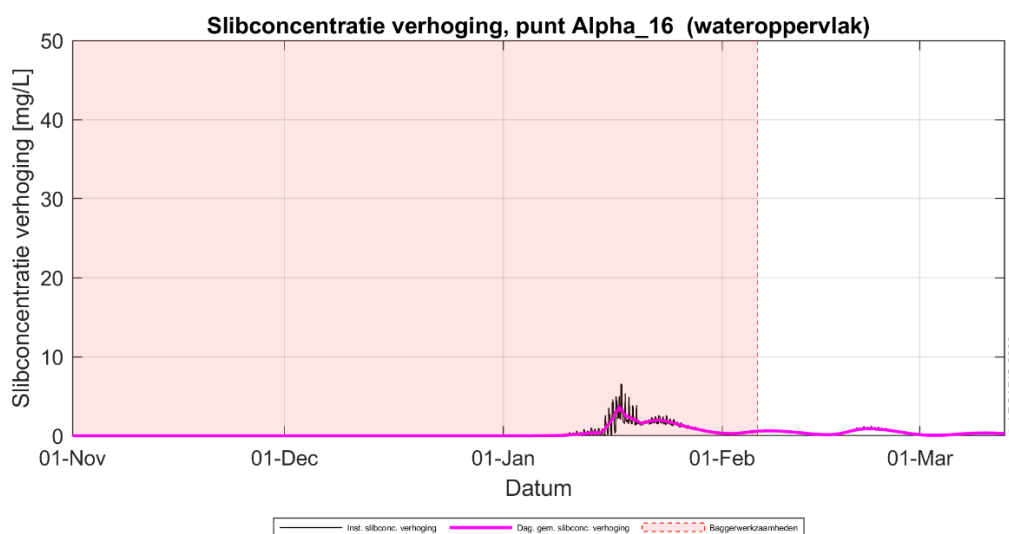
Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 15 km van de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 5 mg/l. Zodra de werkzaamheden

beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging uit, binnen elke dagen is deze onder de grens van 2 mg/l, zie Figuur 0-5. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/l.



Figuur 0-6 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 12

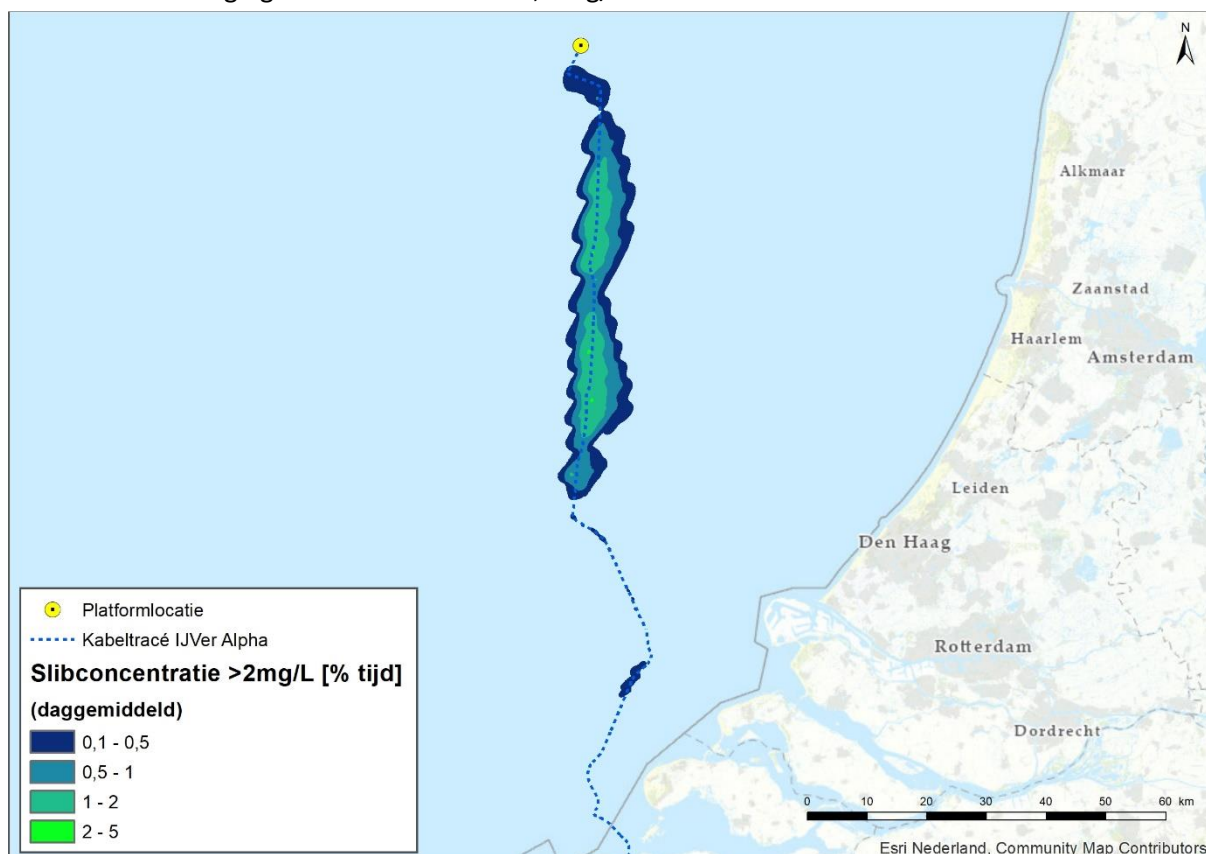
Simulatiepunt 12 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 0-6. De werkzaamheden langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het gladstrijken van de zandgolven neemt de slibconcentratie toe. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon waar te nemen, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie locatie Alpha 16, Figuur 0-7). Vervolgens ligt de concentratie in korte tijd onder de 2 mg/l grens.



Figuur 0-7 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 16

Vertroebeling in ruimte en tijd voor het dieptegemiddelde van de hele waterkolom

Naast de bovengenoemde slibconcentratieverhogingen in het oppervlaktewater zijn ook de slibconcentratie voor de gehele waterkolom gemodelleerd. In Figuur 0-8 wordt het gebied weergegeven waar de concentraties boven de 2 mg/l uitkomen. De verschillende kleuren geven in het figuur geven aan voor welk percentage van de simulatietijd de slibconcentraties boven de 2 mg/l uitkomen. De totale simulatietijd bedraagt 134 dagen, dus de maximale tijd dat in een gebied langs het VKA-tracé een slibconcentratieverhoging van boven de 2 mg/l plaatsvindt is 7 dagen (zie de kleine lichtgroene gebieden, categorie 2-5% in Figuur 0-8). De maximale daggemiddelde concentratieverhoging die bereikt wordt is 3,7 mg/l.



Figuur 0-8 Het percentage van de simulatietijd dat de slibconcentratieverhogingen in het gekleurde gebied boven de 2 mg/l uitkomen. De verschillende kleuren geven verschillende percentage categorieën weer, waarvan de hoogste categorie (lichtgroen) maximaal 5% (= 1 week) van de simulatietijd betreft. De totale simulatietijd betreft 134 dagen

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 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). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 0-1.

Tabel 0-1 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 er vrij consistente achtergrondconcentraties van 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 10% 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.

Bijlage B Samenvatting Slibstudie Veerse Meer

Vertroebeling

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt in het Veerse Meer is in een aparte modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-I is deze slibmodelleerstudie voor het Veerse Meer opgenomen. Hierin worden de aangehouden randvoorwaarden (zoals stromingscondities, weersomstandigheden en sedimenteigenschappen) en resultaten beschreven. In onderstaande paragrafen worden de worst-case uitkomsten van de slibstudie in het Veerse Meer nader toegelicht.

De slibstudie in het Veerse Meer is uitgevoerd voor het tracé vanaf de intrede in het Veerse Meer aan de oostzijde van de Veerse Gatdam tot aan de uittrede nabij De Piet. Anders dan op zee, mag het in het Veerse Meer gebaggerd materiaal niet gestort worden naast de gebaggerde zone, maar moet het gebaggerd materiaal in de daarvoor bestemde stortvakken verspreid worden. In deze slibstudie wordt de toename in de slibconcentratie door zowel de baggerwerkzaamheden als het storten van gebaggerd materiaal in de daarvoor aangewezen stortvakken gesimuleerd. In deze paragraaf wordt met de term ‘werkzaamheden’ de bagger- en stortwerkzaamheden bedoeld. De waarde van vertroebeling is uitgedrukt in milligrammen zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Deze waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die al in de wateren aanwezig zijn. De achtergrondconcentraties worden hierna in een aparte paragraaf beschreven.

Bij de intrede van het tracé in het Veerse Meer, nabij de Veerse Gatdam, dienen een aantal damwanden geplaatst te worden voor de kabelaanleg in deze overgangszone. Deze damwanden worden in de bodem getrild. Mogelijke gevolgen van het plaatsen van deze damwanden voor vertroebeling en sedimentatie zijn verwaarloosbaar. Dit komt mede doordat er in het Veerse Meer slechts een gering getij (± 10 cm), en daarmee een zeer zwakke stroming, aanwezig is. Het plaatsen van de damwanden is daarom buiten beschouwing gelaten in de modellering. Dit geldt ook voor wanneer de methode trenchen wordt toegepast om de kabel aan te leggen. Hierbij blijft de daggemiddelde vertroebeling onder de 2 mg/L. Dit is een te verwaarlozen verhoging in de slibconcentratie en tevens de ondergrens van het vertroebelingsmodel.

Vertroebeling in ruimte en tijd

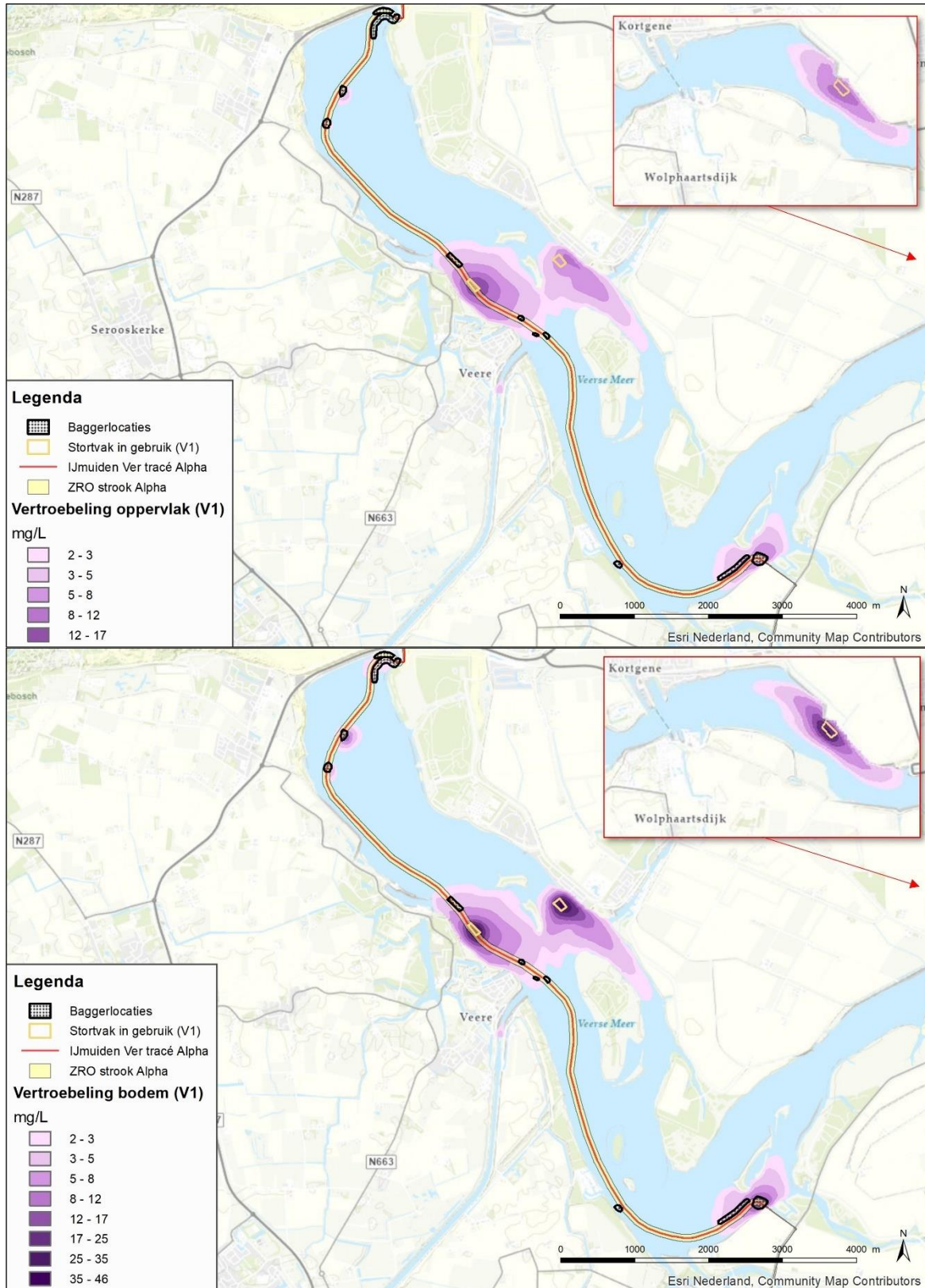
De ruimtelijke beelden van de verhoging van de slibconcentratie voor scenario V1 en V2 zijn weergegeven in Figuur 0-1 en Figuur 0-2, respectievelijk. De vertroebeling aan zowel het wateroppervlak als bij de bodem is weergegeven. In de figuren is duidelijk te zien dat vertroebelingswolken voornamelijk optreden in en rondom de stortvlakken, en niet zozeer bij de baggerlocaties. Slibwolken zijn tevens grotendeels gecentreerd rond de oorzaak (stort- of baggerlocatie) en niet aanmerkelijk uitgerekt, de geringe stroming die aanwezig is in het Veerse Meer voorkomt klaarblijkelijk verdergaande verspreiding. Uitzondering hierbij is een slibwolk van minimale omvang voor sluizencomplex Veere (Figuur 0-1, Figuur 0-2). Daarnaast is te zien dat de omvang van de vertroebelingswolken aan het oppervlak en nabij de bodem nagenoeg gelijk is.

Aan het wateroppervlak lopen slibconcentraties op tot maximaal 17 mg/L in het middelpunt van de wolk. De slibwolken van >2 mg/L bij stortvak Veere en Kamperland zijn hier respectievelijk ca. 123 en 86 ha. Dit is gelijk voor beide scenario's. Op de bodem zijn de slibconcentraties van de slibwolken hoger dan aan het oppervlak. Hier loopt de concentratie op tot maximaal 46 mg/L op de locaties waar gestort wordt. Binnen een straal van enkele honderden meters dooft de vertroebeling echter

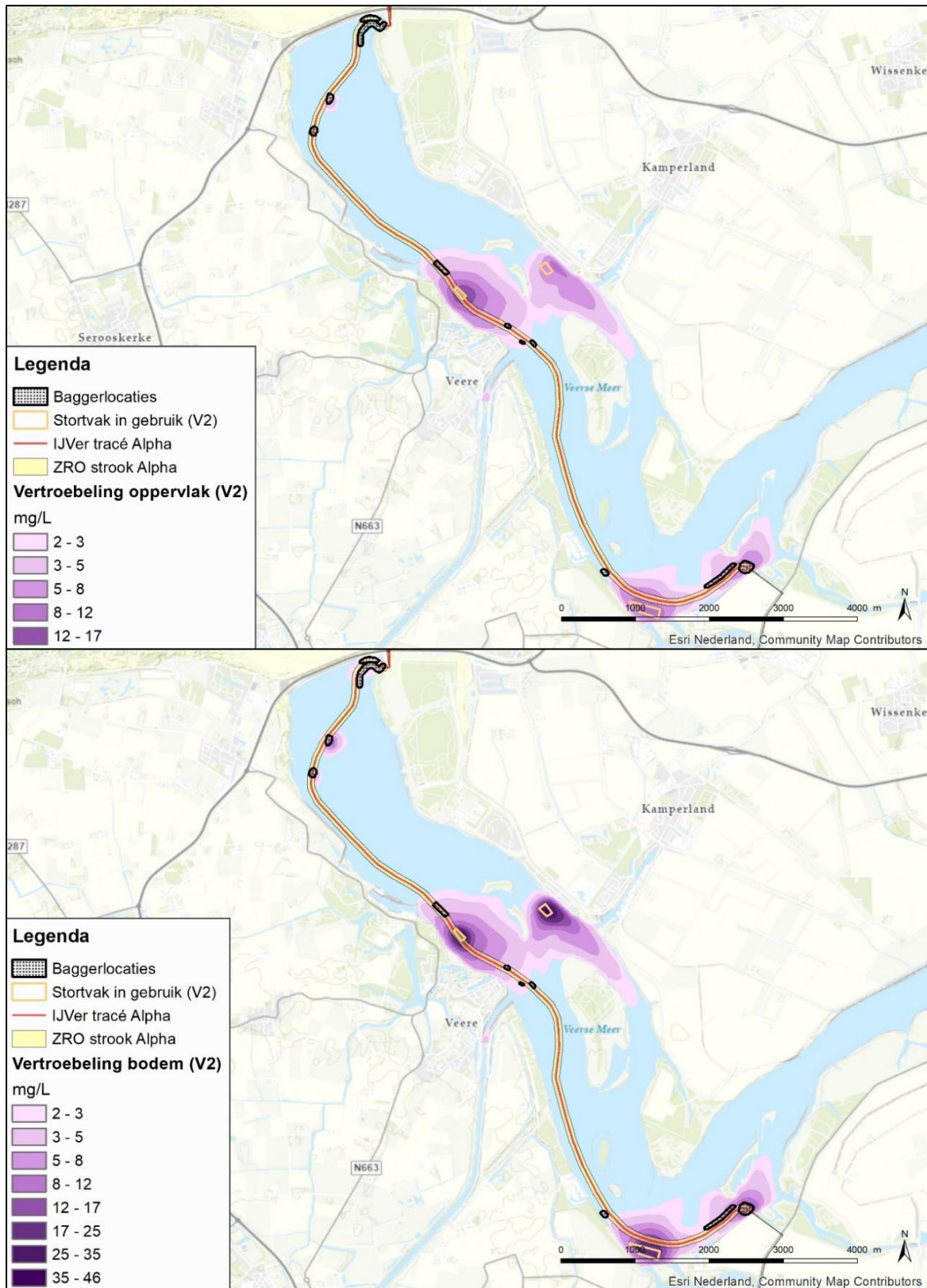
snel weer uit tot lagere waarden, om uiteindelijk een vergelijkbaar totaal areaal te vormen (met vertroebelingswaarden >2 mg/L).

In scenario V1 is het gebaggerde materiaal uit baggerlocatie Walcheren gestort in stortvak Kortgene, hier is zodoende een slibwolk aanwezig van ca. 73 ha. Het totaal areaal van alle slibwolken waar vertroebelings >2 mg/L optreedt in dit scenario, inclusief de kleinere wolken die ontstaan tijdens het baggeren zelf, is ca. 342 ha. Dit betreft 16,8% van het totaal wateroppervlak van het Veerse Meer (à 2.030 ha). In scenario V2 is deze slibwolk nabij Kortgene afwezig, materiaal uit baggerlocatie Walcheren wordt in dit scenario namelijk gestort in stortvak De Piet. De slibwolk die ontstaat in en rond stortvak De Piet is ca. 69 ha. Deze vertroebelingswolk is wel verbonden aan het vertroebelde areaal dat is ontstaan bij Walcheren als gevolg van het baggeren en vormt zodoende een groter, aaneengesloten geheel. De slibwolk bij stortvak De Piet is minder uitgestrekt dan bij Kortgene omdat de stroming in deze hoek van het Veerse Meer relatief lager is. Het totaal areaal waar vertroebelings >2 mg/L optreedt in dit scenario is ca. 338 ha. Dit is 16,7% van het totaal wateroppervlak van het Veerse Meer, vergelijkbaar met scenario V1.

Een opmerkelijke uitkomst van de slibstudie van het Veerse Meer is dat er niet tot nauwelijks een vertroebelingswolk ontstaat als gevolg van baggeren bij baggerlocatie Veerse Gatdam, waar 35.000 m³ wordt gebaggerd. Dit terwijl bij baggerlocatie Walcheren een soortgelijk volume wordt gebaggerd (33.000 m³) en hier wel degelijk een vertroebelingswolk optreedt (zie Figuur 0-1). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een verschil in abiotische omstandigheden en het gebaggerde oppervlak bij beide locaties. Bij baggerlocatie Walcheren ligt de stroomsnelheid zonder invloeden van wind namelijk vijf keer zo hoog als bij Veerse Gatdam (0,05 m/s dieptegemiddeld t.o.v. 0,01 m/s, dit zijn overigens beide zeer lage snelheden). Verder geldt dat, doordat baggerlocatie Walcheren midden in het Veerse Meer is gelegen, i.p.v. de aan het uiteinde gelegen baggerlocatie Veerse Gatdam, de wind bij baggerlocatie Walcheren een grotere invloed heeft op het ontstaan van hogere stroomsnelheden. Dit komt doordat de dominante windrichting voor Nederland (en daarmee ook in het model) zuidwest is. Dit veroorzaakt een stimulerend stromingseffect bij baggerlocatie Walcheren maar juist een reducerend effect op baggerlocatie Veerse Gatdam (de vertroebelings wordt hier door de wind als het ware in de noordoostelijke hoek opgesloten). Ten slotte is het te baggeren oppervlak bij baggerlocatie Walcheren 19.000 m², ten opzichte van 28.000 m² bij baggerlocatie Veerse Gatdam. Aangezien op beide locaties nagenoeg hetzelfde volume wordt gebaggerd betekent dit logischerwijs dat de relatieve hoeveelheid gesuspendeerd materiaal bij baggerlocatie Walcheren geconcentreerder is. Deze geconcentreerdere slibwolk verspreidt zich vervolgens gemakkelijker door de hogere lokale stroomsnelheden, die mede zijn ontstaan door de wind.

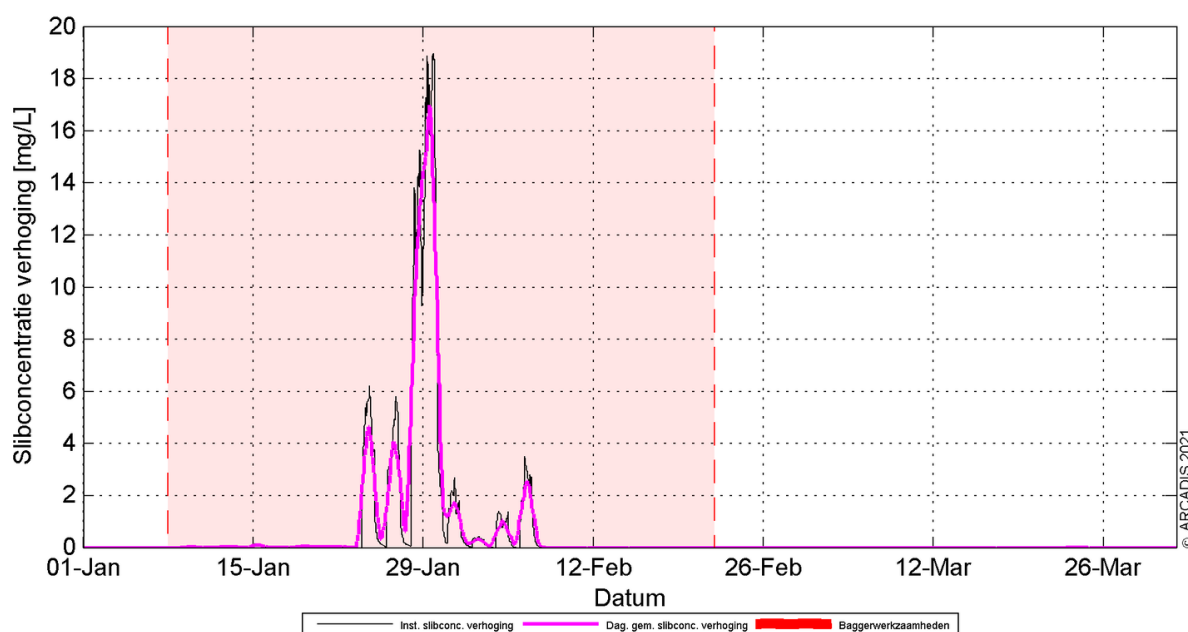


Figuur 0-1 De gesimuleerde slibwolven die ontstaan aan het wateroppervlak (boven) en nabij de bodem (onder) tijdens scenario V1. Afgebeelde vertroebelingswaarden zijn de maximale (tijdelijke) daggemiddelde piekconcentraties die gedurende de totale bagger- en stortwerkzaamheden optreden.



Figuur 0-2 De gesimuleerde slibwolken die ontstaan aan het wateroppervlak (boven) en nabij de bodem (onder) tijdens scenario V2. Afgebeelde vertroebelingswaarden zijn de maximale (tijdelijke) daggemiddelde piekconcentraties die gedurende de totale bagger- en stortwerkzaamheden optreden.

De afgebeelde vertroebelingswaarden Figuur 0-1 en Figuur 0-2 geven de maximale piekwaarden weer die gedurende de totale werkzaamheden (33 dagen in het model) optreden. Dit houdt in dat de afgebeelde slibwolken niet allemaal tegelijkertijd optreden en slechts voor een specifieke (korte) periode de afgebeelde piekconcentratie behalen. In Figuur 0-3 is te zien dat de daadwerkelijke piekconcentratie aan het wateroppervlak gedurende een enkele dag optreedt voor stortlocatie Veere. Rond het piekmoment zijn er gezamenlijk ± 15 dagen waarin vertroebeling in lagere concentraties aan de orde is. Tijdreeksresultaten uit de slibstudie voor andere stortlocaties laten ook zien dat de vertroebelingswolken doorgaans ca. 15 dagen aanhouden. De vertroebelingswolk rond stortvak Kamperland treedt echter in de eerste periode van (bagger- en stort-) werkzaamheden op, voor stortvak Kortgene of De Piet (resp. V1, V2) is dit juist de laatste periode. Zodoende vinden piekmomenten van vertroebelingswolken niet tegelijkertijd plaats. Hooguit overlappen lage concentraties van enkele milligrammen per liter elkaar aan het eind en begin moment van twee vertroebelingswolken.

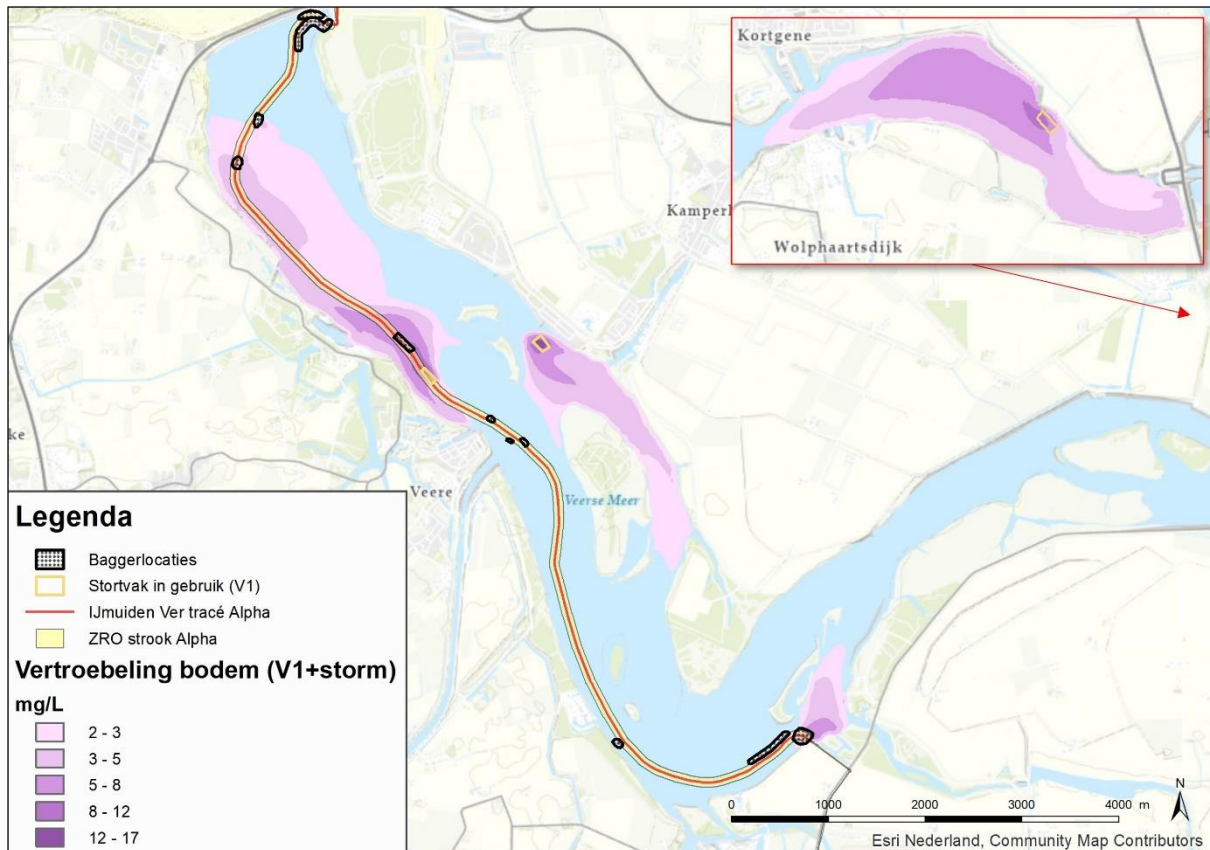


Figuur 0-3. Tijdsreeks voor de verhoging van de slibconcentratie (daggemiddelde in roze), gemeten aan het wateroppervlak bij stortlocatie Veere voor scenario V1 (scenario V1 is identiek aan V2 voor stortlocatie Veere). De tijdsduur van de totale baggerwerkzaamheden in het Veerse Meer is rood gearceerd. De gebruikte startdatum van de baggerwerkzaamheden, 8 januari, is hypothetisch.

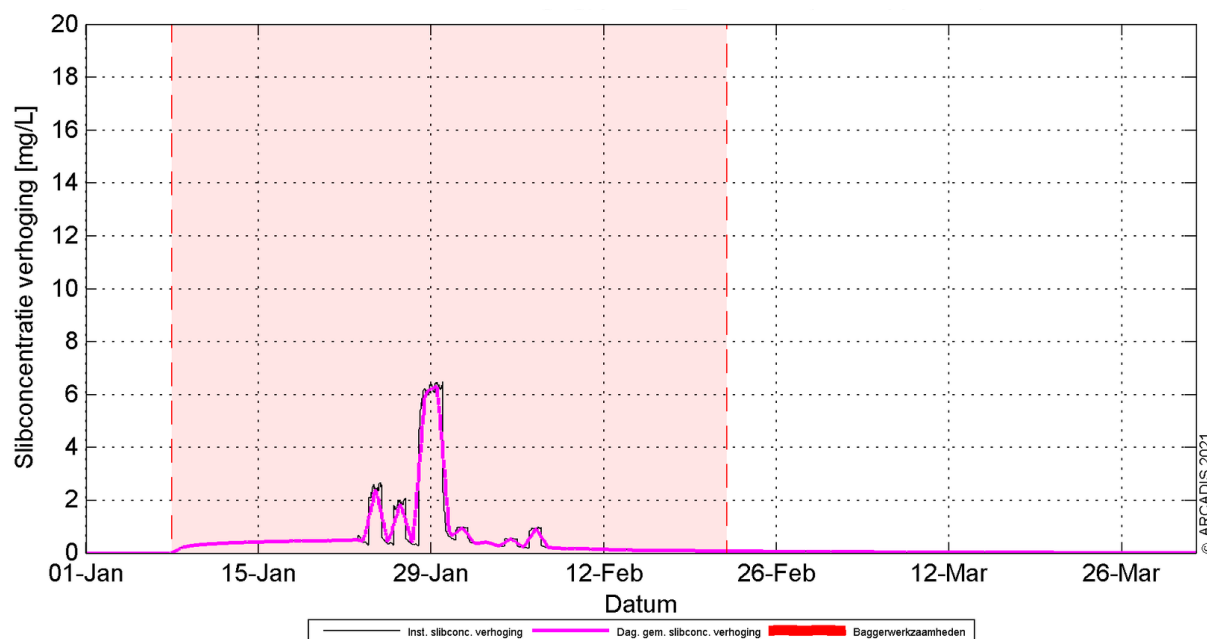
Stormcondities

In bovenstaande gemodelleerde scenario's is gebruik gemaakt van de daadwerkelijke lokale weersomstandigheden (neerslag, windcondities e.d.) uit 2013. Het jaar 2013 is gekozen gezien uit eerdere projecten is gebleken dat het weer in 2013 'normaal' was (geen opmerkelijke, langdurige extremen), en daarmee representatief is voor modelleringdoeleinden. Scenario V1 is daarnaast extra doorgerekend voor (december) stormcondities die aanhouden gedurende de gehele werkzaamheden, zie Figuur 0-4. De stormcondities veroorzaken een stroming door het Veerse Meer waardoor het sediment langer in suspensie blijft. Hierdoor bereiken de slibwolken uiteindelijk een aanmerkelijk grotere omvang, tegelijkertijd nemen de maximaal behaalde slibconcentraties echter aanzienlijk af. Nabij de bodem is de piekconcentratie bijvoorbeeld gedaald van maximaal 46 mg/L naar 17 mg/L (Figuur 0-1, Figuur 0-4). Het totaal areaal waar vertroebeling > 2 mg/L optreedt onder deze stormcondities is ca. 698 ha. Dit betreft 34,4% van het totaal wateroppervlak van het Veerse Meer, dit is meer dan een verdubbeling van wanneer werkzaamheden gedurende reguliere

weersomstandigheden worden uitgevoerd. Uit de tijdseries blijkt dat de duur dat een vertroebelingswolk aanwezig is op een specifieke locatie niet verandert ten opzichte van een scenario met reguliere weersomstandigheden (Figuur 0-5). De slibwolk verplaatst zich dus met de tijd in de richting van de stroming (veroorzaakt door de wind). Hiermee kan gesteld worden dat slibwolken als gevolg van bagger- en stortwerkzaamheden tijdens aanhoudende stormcondities van grotere totale omvang zijn en meer uniforme, relatief lage slibconcentraties aannemen.



Figuur 0-4 De gesimuleerde slibwolken die ontstaan nabij de bodem tijdens scenario V1 wanneer stormcondities voortdurend aanhouden. Afgebeelde vertroebelingswaarden zijn de maximale (tijdelijke) daggemiddelde piekconcentraties die gedurende de totale bagger- en stortwerkzaamheden optreden.



Figuur 0-5 Tijdsree voor de verhoging van de slibconcentratie (daggemiddelde in roze), gemeten aan het wateroppervlak bij stortlocatie Veere tijdens stormcondities voor scenario V1 (scenario V1 is identiek aan V2 voor stortlocatie Veere). De tijdsduur van de totale baggerwerkzaamheden in het Veerse Meer is rood gearceerd. De gebruikte startdatum van de baggerwerkzaamheden, 8 januari, is hypothetisch.

Achtergrondconcentraties

Op basis van de meest recente, beschikbare data varieerde de achtergrond slibconcentratie in het Veerse Meer van 2,5 tot 9,5 mg/L tussen 1980 en 2005. De meest recente gemiddelde achtergrondconcentratie tussen 2002 en 2005 bedroeg 6,4 mg/L (H. Baptist et al., 2006). Aan het eind van de meetperiode, in 2004, is echter de Oosterschelde verbinding met het Veerse Meer (Katse Heule) geopend. Hierdoor kan worden aangenomen dat de situatie in het Veerse Meer sindsdien is veranderd, o.a. door nieuwe externe invloeden en een verhoogde dynamiek. Deze verandering zal naar waarschijnlijkheid een hogere achtergrondvertroebeling met zich meebrengen. In het kader van een worst-case beoordeling wordt de eerder beschreven waarde van 6,4 mg/L aangehouden.

Sedimentatie

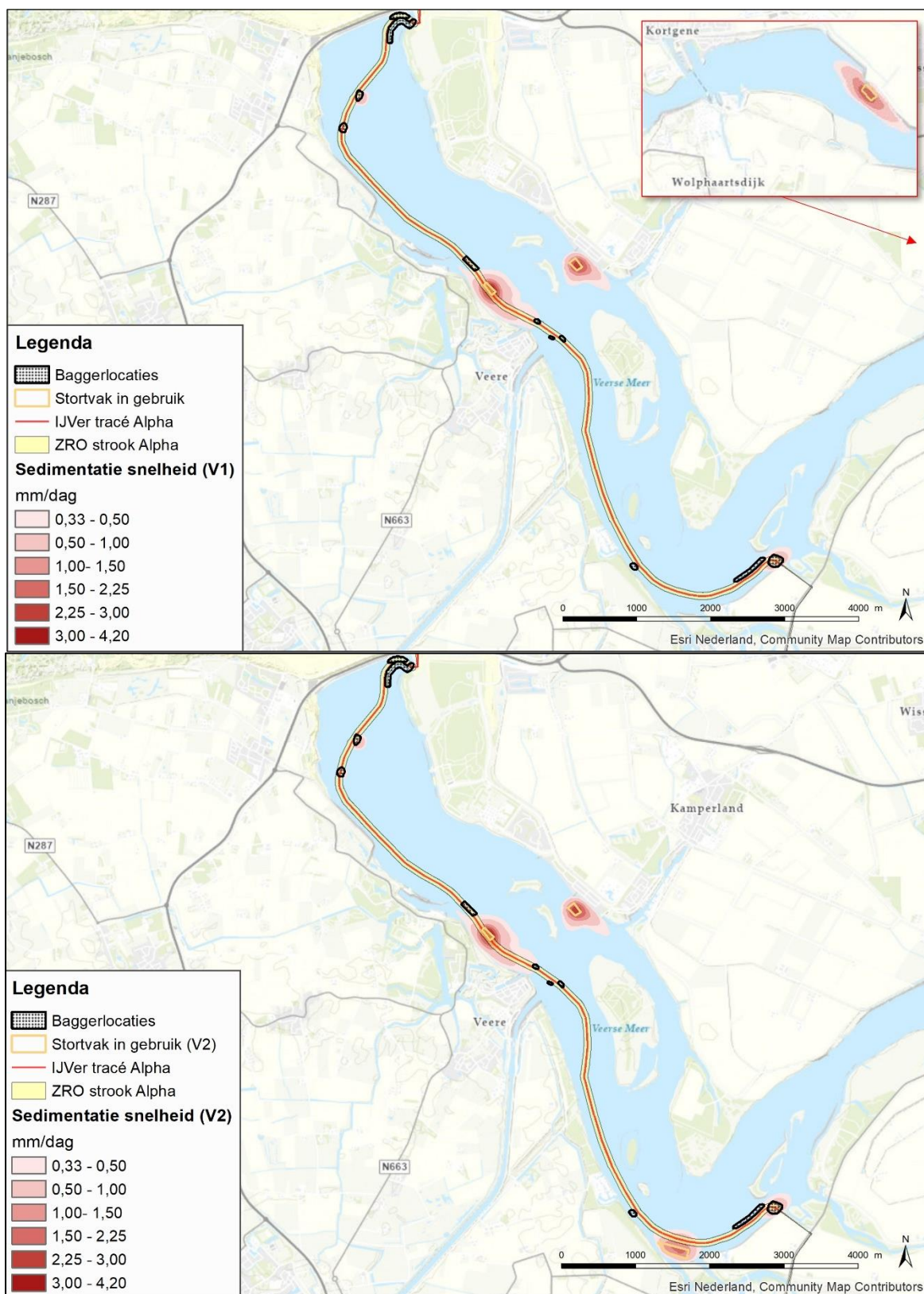
De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie als gevolg van bagger- en stortwerkzaamheden in het Veerse Meer is modelmatig berekend (Bijlage VII-I). Hierbij zijn dezelfde randvoorwaarden (o.a. sedimenteigenschappen) gehanteerd en scenario's behandeld als bij het eerder besproken hoofdstuk vertroebeling in het Veerse Meer, zie bovenstaande paragraaf. In deze paragraaf worden de worst-case uitkomsten van deze slibstudie m.b.t. sedimentatie in het Veerse Meer nader toegelicht.

In Figuur 0-6 zijn de maximale sedimentatiesnelheden weergegeven die optreden tijdens de twee verschillende scenario's (V1, V2) als gevolg van de baggerwerkzaamheden en het storten. Hierbij wordt bij scenario V1 gebaggerd materiaal uit baggerlocatie Walcheren (Figuur 3-2Figuur) gestort in stortlocatie Kortgene en in scenario V2 in stortlocatie De Piet. Maximale sedimentatiesnelheden van >0,33 mm/dag komen voornamelijk voor in en rondom de stortlocaties, waarbij de hoogste sedimentatiesnelheden voorkomen in de stortlocaties zelf (à max. 4,2 mm/dag). Bij baggerzone

Walcheren en Vrouwenpolder (zo'n 10km vanaf aanlandingslocatie Veerse Gatdam) komen ook relatief kleine arealen met sedimentatiesnelheden van maximaal 1,00 mm/dag voor. Het totale areaal waarin de sedimentatiesnelheid groter is dan 0,33 mm/dag is 113 ha voor V1 en 101 ha voor V2. Dit betreft respectievelijk 5,6% en 5,0 % van het totaal aanwezige wateroppervlak van het Veerse Meer (à 2.030 ha). Deze arealen zijn aanzienlijk kleiner dan de arealen waarin de vertroebelingswolken van >2 mg/L optreden, respectievelijk 342 en 338 ha (zie Bijlage A).

Stormcondities

Anders dan bij vertroebeling is de sedimentatiesnelheid tijdens werkzaamheden gedurende stormcondities in het Veerse Meer niet gemodelleerd. Er kan echter wel worden afgeleid wat de reikwijdte van sedimentatie in dit geval globaal zal zijn. Tijdens stormcondities kan in ieder geval worden aangenomen dat sediment langer in suspensie is, met een grotere omvang van de vertroebelingswolken tot gevolg (Figuur 0-4). Een hogere suspensiegraad brengt logischerwijs lagere sedimentatiesnelheden met zich mee. Wanneer de figuren van sedimentatiesnelheid worden vergeleken met de figuren van vertroebeling kan worden waargenomen dat sedimentatiesnelheden van >0,33 mm/dag doorgaans bereikt worden in gebieden waar slibconcentraties nabij de bodem in ieder geval 5-8 mg/L zijn (Figuur 0-1, Figuur 0-6). Met het areaal waar slibconcentraties nabij de bodem >5-8 mg/L bedragen kan zodoende een inschatting worden gemaakt van het oppervlak waarin de sedimentatiesnelheid groter is dan 0,33 mm/dag. Uit Figuur 0-4 wordt duidelijk dat het overgrote deel van de slibwolken bestaat uit slibconcentraties <5mg/L, alleen relatief dicht in de kernen van de wolken komen concentraties >5-8 mg/L voor. Dit betreft een gezamenlijk oppervlak van ca. 85 ha, hier kunnen sedimentatiesnelheden groter dan 0,33 mm/dag verwacht worden. Stormcondities zorgen daarmee voor een reductie in het areaal waarin sedimentatiesnelheden relatief hoog zijn ten opzichte van reguliere weersomstandigheden.



Figuur 0-6 De sedimentatiesnelheden die optreden tijdens scenario V1 (boven) en V2 (onder) als gevolg van de baggerwerkzaamheden en het storten. Afgebeelde waarden zijn de maximale (tijdelijke) piekwaarden die gedurende de totale werkzaamheden optreden.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Auteurs

Projectnummer

-

Datum

25-08-2021

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

IJVer-Alpha-RPL-A03

IJmuiden Ver Alpha RPL A03

SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS
DATE:	16-7-2021 14:03:00
BY:	101528



Geodetic Note: Coordinate System	
Projection:	ETRS_1989_UTM_Zone_31N
Central Meridian:	3° E
Latitude of Origin:	0° N
False Easting:	500000 metres
False Northing:	0 metres
Central Scale Factor:	0,9996
Datum:	GRS_1980
Spheroid:	GRS_1980
Semi-major axis:	6378137
Inverse Flattening:	298,257222101

Lat/Lon Coordinates in the RPList are all WGS84 based

Geodetic Transformation: ETRS to ED50	
Source Datum:	ETRS1989
Target Datum:	ED50
Source projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)
Target projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)
Datum Transformation Parameters:	
Shift dX:	89,5m
Shift dY:	93,8m
Shift dZ:	123,1m
Rotation rX:	0 arcsec
Rotation rY:	0 arcsec
Rotation rZ:	0,156 arcsec

Scale Factor:	-1,2 ppm
---------------	----------

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Date	User	Comments
16-12-2020 16:31:00	104846	created new route DTS_IJVer-Alpha-RPL-A01
10-2-2021 14:02:00	101528	saved as DTS_IJVer-Alpha-RPL-A02.gdb
11-2-2021 09:09:00	101528	Adjustments crossing the shipping route Maas Noord West VSS
11-2-2021 09:10:00	101528	Adjustments passing the Lichtplatform Goeree on the east side
11-2-2021 09:11:00	101528	Route optimising for the parallel routes with other cable projects
11-2-2021 09:12:00	101528	Route optimising in the nearshore area through the Roompot
8-3-2021 15:46:00	101528	saved as DTS_IJVer-Alpha-RPL-A02-Rev06.gdb
9-3-2021 12:56:00	101528	Rearrangement of the windkavels led to the changes in the route within
23-4-2021 14:22:00	101528	Route through Veerse Meer added, adjustments HDD VeerseGatdam, Atron
16-7-2021 14:02:00	101528	saved as DTS_IJVer-Alpha-RPL-A03.gdb
16-7-2021 14:03:00	101528	TSS and nature areas borders added

IJVer-Alpha-RPL-A03
Ijmuiden Ver Alpha RPL A03

ROUTE POSITION LIST (RPL) ABBREVIATIONS				
RPL NAMING CONVENTION				RPL Issue
DESK TOP STUDY RPLs				DTS(1,2...)
SURVEY ROUTE RPLs - (Agreed survey route with subsequent changes, during survey ops)				SR(1,2...)
POST SURVEY ROUTE RPLs - (incl. Slack, PLUP/DN, Bus, transitions and Repeaters etc)				PSR(1,2...)
AS-BUILT RPL - (Manufactured lengths)				AB(1,2...)
POST-LOAD RPLs - (Loaded cable lengths)				PL(1,2...)
AS-LAID RPLs - (subsequent issue numbers reflect repairs/changes)				AL(1,2...)
Abbreviation Abkürzung	Meaning	Erklärung	Typical Use	MakaiPlan Type
AB-xxx	As-Built	Bestandslage		
AC	Alter Course	Kurswechsel		
AF	As Found (Cable) by MAG / SSS	Detektierte Kreuzung	CX NorNed AF MAG	Ref
AL-xxx	As-Laid			
BAS	Burial Assessment Survey	Untersuchung zur Kabelverlegbarkeit		
BJ	Beach Joint	Strand-Muffe		Body
BMH	Beach ManHole	Muffengrube	BMH Hilgenriedersiel	
CC	Cable Corridor	Kabelkorridor	Enter CC	Ref
CL	Centre Line	Zentrallinie		
CX	Cable Crossing	Kabelkreuzung	CX Old Cable OOS DB	Ref
DB	Database position of cable	Kabelkreuzung laut Datenbank	CX Old Cable OOS DB	
DE	Duct End	Rohrende	DE	Ref
DS	Duct Start	Rohranfang	DS	Ref
DTS	Desk Top Study	Studie zur Voruntersuchung		
EEZ	Exclusive Economic Zone	Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	EEZ Country MB	Ref
EOB	End of burial	Endpunkt der Kabeleinspülung	PLUP EOB	Ref
EP	End Pipe	Lehrrohrende		
FS	Final Splice	End-Muffe	FS Segment Name	Body
FSPL	Fibre Splice	Glasfaser-Muffe		Body
IS	In-Service	in Betrieb	IS Segment Name	Body
JB-xxx	Joint Box	Muffe	JB-001 Any other comment	Body
JT	J-Tube	Kabeleinzugsröhre		
KP	Kilometre Point	Stationierung		
LC	Land Cable (instead of Land)	Landkabel		Cable
LP	Landing Point	Anlandepunkt	LP Norderney North Beach	Ref
MAG	Magnetometer Identified Cable	Magnetometer-Fund (Kabelkreuzung)	CX Unidentified MAG	
MB	Maritime Boundary	Seegrenze	TW Country MB	Ref
OOS	Out of Service	außer Betrieb	CX Old Cable OOS DB	
OWF/OWP	Offshore Wind Farm / Park	Offshore Windfarm / -park		
PF	Platform (converter)	(Konverter-) Plattform	PF BorWin x	
PLB	Post Lay Burial	nachträgliches Einspülen	PLB Start	Ref
PLDN	Plough Down	Pflug/ Schwert runter	PLDN	Ref
PLGR	PreLay Grapnel Run	Räumungs-Fahrt vor dem Verlegen		
PLI	Post-Lay Inspection	Nachkontrolle (Verlegung)		
PLIB	Post Lay Inspection and Burial	Nachkontrolle und Einspülen		
PLUP	Plough Up	Pflug/ Schwert hoch	PLUP	Ref
PN	Planned cable	Kreuzung mit geplantem Kabel	CX Planned cable name PN	Ref
PSR-xxx	Post Survey Route	RPL nach Survey		
PX	Pipeline Crossing	Pipeline-Kreuzung	PX Pipeline name	Ref
RD	Rock Dump	Steinschüttung		Cable
RPL	Route Position List	Trassierungs-Liste		
RPTR-xxx	Repeater	Verstärker	RPTR-001	Body
SC	Slack Change	Veränderung des Durchhangs	SC 3%	Ref
SE	Shore End	Flachwasser-Ende		Ref
SLD	Straight Line Diagram	Liniendiagramm		
SOB	Start of burial	Einspülbeginn	PLDN SOB	Ref
SP	Start pipe	Lehrrohranfang	SP	Ref
SR-xxx	Survey Route	Vermessungs-Trasse		
SSS	Side Scan Sonar Identified Cable	Seitensichtsonar Kabelfund	CX Cable name AF SSS	Ref
TPA	Traffic Precautionary Area	Verkehrsvorrang-Gebiet	Enter TPA	
TR	Transition	Übergang (Einspülung)	TR LWP-40/LW--40	Body
TSS	Traffic Separation Scheme	Verkehrstrennungs-System	Enter TSS	
TSZ	Traffic Separation Zone	Verkehrstrennungsgebiet (VTG)	Enter TSZ	
WD	Water Depth	Wassertiefe	WD 20 m	Ref
WK	Wreck	Wrack	WK Wreck name	Ref

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
1	51° 31,323' N	3° 43,208' E	549961,57	5708126,36			0,000		0,000	3,1519	Landing	
					304,2	0,081		0	0,081			
2	51° 31,347' N	3° 43,15' E	549894,50	5708170,92			0,081		0,081	-0,9627		
					298,7	0,011		0	0,011			
3	51° 31,35' N	3° 43,141' E	549884,54	5708176,24			0,092		0,092	-1,4659		
					295,0	0,021		0	0,021			
4	51° 31,355' N	3° 43,125' E	549865,79	5708184,77			0,112		0,112	-2,5868		
					287,7	0,011		0	0,011			
5	51° 31,356' N	3° 43,116' E	549855,08	5708188,08			0,124		0,124	-3,019		
					281,3	0,012		0	0,012			
6	51° 31,358' N	3° 43,106' E	549843,65	5708190,25			0,135		0,135	-3,2984		
					275,3	0,016		0	0,016			
7	51° 31,358' N	3° 43,092' E	549827,66	5708191,58			0,151		0,151	-3,608		
					266,0	0,016		0	0,016			
8	51° 31,358' N	3° 43,079' E	549811,68	5708190,30			0,167		0,167	-3,8625		
					256,7	0,016		0	0,016			
9	51° 31,356' N	3° 43,065' E	549796,10	5708186,46			0,183		0,183	-3,9489		
					249,8	0,008		0	0,008			
10	51° 31,354' N	3° 43,059' E	549788,60	5708183,61			0,191		0,191	-4,0035		
					247,0	0,011		0	0,011			
11	51° 31,352' N	3° 43,05' E	549778,29	5708179,12			0,203		0,203	-4,0941		
					242,3	0,008		0	0,008			
12	51° 31,35' N	3° 43,043' E	549771,03	5708175,22			0,211		0,211	-4,1366		
					237,6	0,039		0	0,039			
13	51° 31,339' N	3° 43,015' E	549738,36	5708154,03			0,250		0,250	-4,2407		
					235,4	0,016		0	0,016			
14	51° 31,334' N	3° 43,004' E	549725,64	5708145,07			0,265		0,265	-4,2445		
					231,6	0,011		0	0,011			
15	51° 31,33' N	3° 42,997' E	549717,34	5708138,35			0,276		0,276	-4,2537		
					227,6	0,024		0	0,024			
16	51° 31,321' N	3° 42,981' E	549699,51	5708121,75			0,300		0,300	-4,2662		
					224,2	0,018		0	0,018			
17	51° 31,314' N	3° 42,97' E	549686,78	5708108,38			0,319		0,319	-4,272		
					221,5	0,069		0	0,069			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
18	51° 31,286' N	3° 42,93' E	549641,24	5708055,94			0,388		0,388	-4,2652		
					224,7	0,022		0	0,022			
19	51° 31,278' N	3° 42,917' E	549625,81	5708040,05			0,410		0,410	-4,2402		
					227,9	0,080		0	0,080			
20	51° 31,249' N	3° 42,865' E	549567,03	5707985,84			0,490		0,490	-4,0303		
					231,7	0,027		0	0,027			
21	51° 31,24' N	3° 42,847' E	549546,31	5707969,14			0,517		0,517	-3,9588		
					235,5	0,149		0	0,149			
22	51° 31,194' N	3° 42,741' E	549424,18	5707883,46			0,666		0,666	-4,2629		
					233,8	0,132		0	0,132			
23	51° 31,152' N	3° 42,649' E	549318,37	5707804,31			0,798		0,798	-4,891		
					240,4	0,024		0	0,024			
24	51° 31,146' N	3° 42,631' E	549297,79	5707792,37			0,822		0,822	-5,0005		
					245,5	0,025		0	0,025			
25	51° 31,14' N	3° 42,611' E	549275,18	5707781,81			0,847		0,847	-5,1224		
					248,8	0,115		0	0,115			
26	51° 31,118' N	3° 42,518' E	549167,97	5707738,92			0,963		0,963	-6,2223		
					250,6	0,139		0	0,139			
27	51° 31,093' N	3° 42,405' E	549037,26	5707691,53			1,102		1,102	-8,013		
					256,3	0,043		0	0,043			
28	51° 31,087' N	3° 42,368' E	548995,25	5707680,84			1,145		1,145	-8,7263		
					259,1	0,041		0	0,041			
29	51° 31,083' N	3° 42,334' E	548955,28	5707672,71			1,186		1,186	-8,9728		
					264,5	0,036		0	0,036			
30	51° 31,081' N	3° 42,303' E	548919,55	5707668,95			1,222		1,222	-9,3846		
					270,0	0,060		0	0,060			
31	51° 31,081' N	3° 42,251' E	548859,40	5707668,42			1,282		1,282	-9,051		
					277,6	0,151		0	0,151			
32	51° 31,092' N	3° 42,121' E	548709,52	5707687,02			1,433		1,433	-7,2223		
					283,2	0,157		0	0,157			
33	51° 31,112' N	3° 41,989' E	548555,98	5707721,62			1,590		1,590	-6,2621		
					288,6	0,180		0	0,180			
34	51° 31,143' N	3° 41,841' E	548384,40	5707777,50			1,771		1,771	-9,6059		
					296,8	0,024		0	0,024			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
35	51° 31,148' N	3° 41,822' E	548362,64	5707788,23			1,795		1,795	-10,2431		
					300,5	0,109		0	0,109			
36	51° 31,178' N	3° 41,741' E	548268,34	5707842,67			1,904		1,904	0	DoB borders - Channel VM - border A	
					300,5	0,034		0	0,034			
37	51° 31,188' N	3° 41,716' E	548238,78	5707859,73			1,938		1,938	-12,6149		
					310,0	0,036		0	0,036			
38	51° 31,2' N	3° 41,692' E	548210,85	5707882,69			1,974		1,974	-13,4038		
					315,0	0,246		0	0,246			
39	51° 31,294' N	3° 41,541' E	548035,05	5708055,48			2,221		2,221	-16,5095		
					322,7	0,033		0	0,033			
40	51° 31,308' N	3° 41,524' E	548015,13	5708081,16			2,253		2,253	-16,6869		
					327,4	0,297		0	0,297			
41	51° 31,443' N	3° 41,386' E	547852,88	5708329,71			2,550		2,550	-14,2177		
					331,3	0,399		0	0,399			
42	51° 31,632' N	3° 41,22' E	547657,68	5708677,96			2,949		2,949	-13,1199		
					337,2	0,371		0	0,371			
43	51° 31,817' N	3° 41,095' E	547510,37	5709018,61			3,320		3,320	-11,8354		
					342,1	0,351		0	0,351			
44	51° 31,997' N	3° 41,002' E	547399,50	5709351,47			3,671		3,671	-9,259		
					344,0	0,309		0	0,309			
45	51° 32,157' N	3° 40,928' E	547311,40	5709647,39			3,980		3,980	-7,0691		
					344,0	0,196		0	0,196			
46	51° 32,258' N	3° 40,881' E	547255,66	5709834,86			4,176		4,176	-6,4064		
					348,8	0,034		0	0,034			
47	51° 32,276' N	3° 40,876' E	547248,79	5709868,00			4,209		4,209	-6,2018		
					0,2	0,045		0	0,045			
48	51° 32,3' N	3° 40,876' E	547248,49	5709913,08			4,254		4,254	-5,8538		
					6,6	0,114		0	0,114			
49	51° 32,362' N	3° 40,887' E	547260,63	5710026,87			4,369		4,369	-5,8429		
					5,0	0,253		0	0,253			
50	51° 32,498' N	3° 40,906' E	547280,32	5710278,98			4,622		4,622	-7,7798		
					0,4	0,032		0	0,032			
51	51° 32,515' N	3° 40,907' E	547280,26	5710310,88			4,654		4,654	-8,0186		
					355,9	0,214		0	0,214			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
52	51° 32,63' N	3° 40,893' E	547262,79	5710524,25			4,868		4,868	-8,2475		
					353,2	0,136		0	0,136			
53	51° 32,703' N	3° 40,879' E	547245,54	5710658,67			5,003		5,003	-8,3373		
					343,8	0,040		0	0,040			
54	51° 32,723' N	3° 40,87' E	547234,07	5710696,92			5,043		5,043	-8,4709		
					333,7	0,151		0	0,151			
55	51° 32,796' N	3° 40,812' E	547166,02	5710831,48			5,194		5,194	-7,9811		
					323,8	0,040		0	0,040			
56	51° 32,814' N	3° 40,791' E	547142,13	5710863,48			5,234		5,234	-7,4506		
					313,7	0,334		0	0,334			
57	51° 32,938' N	3° 40,583' E	546898,60	5711092,22			5,568		5,568	-3,8701		
					310,5	0,022		0	0,022			
58	51° 32,946' N	3° 40,568' E	546881,36	5711106,67			5,591		5,591	-4,0437		
					305,7	0,017		0	0,017			
59	51° 32,951' N	3° 40,556' E	546867,57	5711116,39			5,607		5,607	-4,2729	CX IS DNWG INFRA BV 20kV el.cable	
					304,0	0,314		0	0,314			
60	51° 33,046' N	3° 40,33' E	546605,36	5711289,96			5,922		5,922	-5,6991		
					299,8	0,029		0	0,029			
61	51° 33,054' N	3° 40,308' E	546579,76	5711304,33			5,951		5,951	-4,5165		
					295,6	0,175		0	0,175			
62	51° 33,095' N	3° 40,172' E	546421,09	5711378,71			6,126		6,126	-6,5281		
					295,9	0,330		0	0,330			
63	51° 33,173' N	3° 39,915' E	546122,85	5711519,87			6,456		6,456	-7,7148		
					299,1	0,023		0	0,023			
64	51° 33,179' N	3° 39,898' E	546103,00	5711530,67			6,479		6,479	-8,3585		
					305,6	0,023		0	0,023			
65	51° 33,186' N	3° 39,882' E	546084,50	5711543,65			6,502		6,502	-8,8428		
					308,8	0,116		0	0,116			
66	51° 33,225' N	3° 39,803' E	545993,41	5711615,55			6,618		6,618	-7,5279		
					314,2	0,037		0	0,037			
67	51° 33,239' N	3° 39,78' E	545966,30	5711641,42			6,655		6,655	-7,2308		
					319,6	0,210		0	0,210			
68	51° 33,325' N	3° 39,662' E	545828,71	5711799,90			6,865		6,865	-6,7053		
					323,3	0,027		0	0,027			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
69	51° 33,337' N	3° 39,649' E	545812,69	5711821,03			6,892		6,892	-6,1374		
					327,2	0,177		0	0,177			
70	51° 33,417' N	3° 39,566' E	545715,43	5711968,74			7,068		7,068	-5,5854		
					322,3	0,034		0	0,034			
71	51° 33,431' N	3° 39,548' E	545694,70	5711995,11			7,102		7,102	-4,715		
					317,5	0,224		0	0,224			
72	51° 33,52' N	3° 39,417' E	545542,21	5712158,73			7,326		7,326	-3,2748		
					316,0	0,011		0	0,011			
73	51° 33,524' N	3° 39,411' E	545534,73	5712166,35			7,336		7,336	-3,3251		
					314,5	0,202		0	0,202			
74	51° 33,601' N	3° 39,286' E	545389,58	5712306,31			7,538		7,538	-7,9747		
					311,7	0,019		0	0,019			
75	51° 33,608' N	3° 39,274' E	545375,08	5712319,01			7,557		7,557	-7,7681		
					306,2	0,019		0	0,019			
76	51° 33,614' N	3° 39,26' E	545359,42	5712330,25			7,576		7,576	-7,5682		
					303,4	0,176		0	0,176			
77	51° 33,666' N	3° 39,133' E	545211,35	5712426,08			7,753		7,753	-6,1635		
					297,7	0,227		0	0,227			
78	51° 33,723' N	3° 38,959' E	545009,24	5712529,97			7,980		7,980	-6,1557		
					302,0	0,287		0	0,287			
79	51° 33,805' N	3° 38,748' E	544764,05	5712680,07			8,268		8,268	-9,5579		
					305,1	0,022		0	0,022			
80	51° 33,812' N	3° 38,733' E	544746,29	5712692,30			8,289		8,289	-9,7367		
					311,3	0,022		0	0,022			
81	51° 33,82' N	3° 38,718' E	544729,95	5712706,38			8,311		8,311	-9,8781		
					314,3	0,432		0	0,432			
82	51° 33,983' N	3° 38,451' E	544418,00	5713005,91			8,743		8,743	-16,2681		
					315,2	0,183		0	0,183			
83	51° 34,053' N	3° 38,339' E	544287,75	5713134,73			8,926		8,926	-14,5235		
					315,2	0,093		0	0,093			
84	51° 34,089' N	3° 38,282' E	544221,37	5713200,38			9,020		9,020	-13,5117		
					316,4	0,126		0	0,126			
85	51° 34,138' N	3° 38,207' E	544133,81	5713290,89			9,146		9,146	-14,5111		
					316,4	0,129		0	0,129			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
86	51° 34,188' N	3° 38,13' E	544044,35	5713383,36			9,274		9,274	-14,4759		
					315,6	0,147		0	0,147			
87	51° 34,245' N	3° 38,041' E	543940,91	5713487,26			9,421		9,421	-15,2411		
					320,9	0,037		0	0,037			
88	51° 34,26' N	3° 38,021' E	543917,44	5713515,63			9,458		9,458	-15,2895		
					329,7	0,025		0	0,025			
89	51° 34,271' N	3° 38,011' E	543904,87	5713536,73			9,482		9,482	-14,9141		
					333,2	0,132		0	0,132			
90	51° 34,335' N	3° 37,959' E	543844,49	5713653,85			9,614		9,614	-14,1162		
					336,0	0,019		0	0,019			
91	51° 34,344' N	3° 37,952' E	543836,45	5713671,49			9,633		9,633	-14,0774		
					341,9	0,022		0	0,022			
92	51° 34,356' N	3° 37,946' E	543829,49	5713692,14			9,655		9,655	-13,5104		
					347,8	0,024		0	0,024			
93	51° 34,368' N	3° 37,942' E	543824,20	5713715,56			9,679		9,679	-12,7705		
					353,5	0,017		0	0,017			
94	51° 34,378' N	3° 37,94' E	543822,10	5713732,63			9,696		9,696	-12,216		
					357,2	0,018		0	0,018			
95	51° 34,387' N	3° 37,94' E	543821,08	5713750,14			9,714		9,714	-11,6988		
					359,7	0,081		0	0,081			
96	51° 34,431' N	3° 37,939' E	543819,92	5713831,55			9,795		9,795	-6,641		
					2,8	0,022		0	0,022			
97	51° 34,443' N	3° 37,94' E	543820,78	5713853,12			9,817		9,817	-4,7699		
					8,3	0,026		0	0,026			
98	51° 34,457' N	3° 37,943' E	543824,39	5713879,36			9,843		9,843	-3,6547		
					13,7	0,214		0	0,214			
99	51° 34,569' N	3° 37,987' E	543873,10	5714087,26			10,057		10,057	-11,7957		
					20,8	0,022		0	0,022			
100	51° 34,58' N	3° 37,994' E	543880,60	5714107,56			10,079		10,079	-10,3996		
					24,0	0,208		0	0,208			
101	51° 34,682' N	3° 38,067' E	543963,62	5714298,77			10,287		10,287	-10,1796		
					30,1	0,022		0	0,022			
102	51° 34,692' N	3° 38,077' E	543974,43	5714317,77			10,309		10,309	-8,2328		
					33,3	0,152		0	0,152			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
103	51° 34,761' N	3° 38,149' E	544056,88	5714445,80			10,461		10,461	-4,1128		
					37,8	0,234		0	0,234			
104	51° 34,861' N	3° 38,273' E	544198,67	5714632,08			10,695		10,695	-8,6381		
					38,4	0,215		0	0,215			
105	51° 34,952' N	3° 38,389' E	544330,67	5714801,93			10,910		10,910	-12,6431		
					27,2	0,040		0	0,040			
106	51° 34,971' N	3° 38,405' E	544348,59	5714837,62			10,950		10,950	-10,1517		
					18,0	0,024		0	0,024			
107	51° 34,983' N	3° 38,411' E	544355,81	5714860,55			10,974		10,974	-9,04		
					14,1	0,081		0	0,081			
108	51° 35,026' N	3° 38,428' E	544374,89	5714939,49			11,056		11,056	-5,0596		
					5,8	0,029		0	0,029			
109	51° 35,042' N	3° 38,431' E	544377,58	5714968,40			11,085		11,085	-6,0456		
					1,5	0,145		0	0,145			
110	51° 35,12' N	3° 38,434' E	544380,20	5715112,95			11,229		11,229	-7,6009		
					1,0	0,074		0	0,074			
111	51° 35,16' N	3° 38,435' E	544380,81	5715187,20			11,304		11,304	-7,2127		
					5,5	0,039		0	0,039			
112	51° 35,181' N	3° 38,438' E	544384,25	5715226,50			11,343		11,343	-7,6252		
					14,6	0,039		0	0,039			
113	51° 35,201' N	3° 38,447' E	544393,83	5715264,77			11,382		11,382	-7,7527		
					23,6	0,039		0	0,039			
114	51° 35,221' N	3° 38,461' E	544409,31	5715301,05			11,422		11,422	-7,114		
					32,7	0,039		0	0,039			
115	51° 35,239' N	3° 38,479' E	544430,31	5715334,45			11,461		11,461	-5,9104		
					37,2	0,023		0	0,023			
116	51° 35,249' N	3° 38,491' E	544443,97	5715352,77			11,484		11,484	0	DoB borders - Channel VM - border B	
					37,2	0,017		0	0,017			
117	51° 35,256' N	3° 38,5' E	544453,98	5715366,21			11,501		11,501	-4,8092		
					42,0	0,025		0	0,025			
118	51° 35,266' N	3° 38,515' E	544470,87	5715385,27			11,526		11,526	-4,3252		
					51,8	0,025		0	0,025			
119	51° 35,274' N	3° 38,532' E	544490,75	5715401,19			11,552		11,552	-4,0159		
					61,6	0,025		0	0,025			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
120	51° 35,281' N	3° 38,551' E	544513,03	5715413,51			11,577		11,577	-3,8693		
					71,3	0,025		0	0,025			
121	51° 35,285' N	3° 38,572' E	544537,08	5715421,89			11,603		11,603	-3,2729		
					81,0	0,025		0	0,025			
122	51° 35,288' N	3° 38,594' E	544562,20	5715426,08			11,628		11,628	-2,3785		
					90,8	0,025		0	0,025			
123	51° 35,287' N	3° 38,616' E	544587,66	5715425,96			11,654		11,654	-2,4976		
					100,5	0,025		0	0,025			
124	51° 35,285' N	3° 38,638' E	544612,74	5715421,53			11,679		11,679	-2,8419		
					110,3	0,025		0	0,025			
125	51° 35,28' N	3° 38,658' E	544636,71	5715412,92			11,705		11,705	-3,857		
					120,0	0,025		0	0,025			
126	51° 35,273' N	3° 38,678' E	544658,87	5715400,38			11,730		11,730	-4,1139		
					124,9	0,024		0	0,024			
127	51° 35,266' N	3° 38,695' E	544679,02	5715386,60			11,755		11,755	-3,7008		
					120,4	0,023		0	0,023			
128	51° 35,259' N	3° 38,712' E	544699,30	5715374,93			11,778		11,778	-3,2028		
					111,5	0,023		0	0,023			
129	51° 35,255' N	3° 38,731' E	544721,15	5715366,56			11,801		11,801	-2,8581		
					102,5	0,023		0	0,023			
130	51° 35,252' N	3° 38,751' E	544744,04	5715361,70			11,825		11,825	-2,5802		
					93,6	0,023		0	0,023			
131	51° 35,251' N	3° 38,771' E	544767,40	5715360,45			11,848		11,848	-2,4013		
					89,1	0,042		0	0,042			
132	51° 35,252' N	3° 38,808' E	544809,66	5715361,50			11,890		11,890	3,0701		
					84,2	0,002		0	0,002			
133	51° 35,252' N	3° 38,81' E	544812,10	5715361,77			11,893		11,893	3,0701		
					75,2	0,002		0	0,002			
134	51° 35,252' N	3° 38,812' E	544814,47	5715362,42			11,895		11,895	3,0701		
					65,5	0,002		0	0,002			
135	51° 35,253' N	3° 38,814' E	544816,70	5715363,46			11,898		11,898	3,0701		
					56,3	0,002		0	0,002			
136	51° 35,253' N	3° 38,816' E	544818,73	5715364,84			11,900		11,900	3,0701		
					46,7	0,002		0	0,002			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
137	51° 35,254' N	3° 38,817' E	544820,50	5715366,54			11,903		11,903	3,0701		
					37,4	0,002		0	0,002			
138	51° 35,255' N	3° 38,819' E	544821,98	5715368,51			11,905		11,905	3,0701		
					27,9	0,002		0	0,002			
139	51° 35,256' N	3° 38,82' E	544823,11	5715370,69			11,908		11,908	3,0701		
					18,7	0,002		0	0,002			
140	51° 35,258' N	3° 38,82' E	544823,88	5715373,02			11,910		11,910	3,0701		
					9,3	0,002		0	0,002			
141	51° 35,259' N	3° 38,821' E	544824,25	5715375,45			11,913		11,913	2,8908		
					359,8	0,002		0	0,002			
142	51° 35,26' N	3° 38,821' E	544824,22	5715377,91			11,915		11,915	2,8908		
					355,1	0,007		0	0,007			
143	51° 35,264' N	3° 38,82' E	544823,60	5715384,45			11,922		11,922	2,8908	Joint location, Veerse Gatdam	
					357,3	0,065		0	0,065			
144	51° 35,299' N	3° 38,817' E	544819,98	5715449,19			11,986		11,986	3,7541	Entry / exit point HDD Veerse Gatdam south	
					356,4	0,338		0	0,338			
145	51° 35,481' N	3° 38,799' E	544795,65	5715786,48			12,325		12,325	3,2966	Entry / exit point HDD Veerse Gatdam north	
					359,6	0,223		0	0,223			
146	51° 35,601' N	3° 38,798' E	544792,09	5716009,51			12,548		12,548	0	DoB border - Baseline LAT 0 m	
					359,6	0,705		0	0,705			
147	51° 35,982' N	3° 38,793' E	544780,82	5716714,56			13,253		13,253	-5,341		
					359,9	0,733		0	0,733			
148	51° 36,377' N	3° 38,792' E	544772,85	5717447,45			13,986		13,986	-11,6661		
					359,9	0,094		0	0,094			
149	51° 36,428' N	3° 38,792' E	544771,83	5717541,15			14,079		14,079	-11,2845		
					358,8	0,081		0	0,081			
150	51° 36,471' N	3° 38,79' E	544769,39	5717621,99			14,160		14,160	-10,9533		
					356,6	0,081		0	0,081			
151	51° 36,515' N	3° 38,786' E	544763,84	5717702,68			14,241		14,241	-10,8168		
					354,4	0,081		0	0,081			
152	51° 36,558' N	3° 38,779' E	544755,19	5717783,09			14,322		14,322	-10,5858		
					352,2	0,081		0	0,081			
153	51° 36,601' N	3° 38,77' E	544743,45	5717863,11			14,403		14,403	-12,3057		
					350,0	0,081		0	0,081			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
154	51° 36,644' N	3° 38,757' E	544728,64	5717942,62			14,484		14,484	-12,6513		
					347,7	0,081		0	0,081			
155	51° 36,687' N	3° 38,743' E	544710,77	5718021,51			14,565		14,565	-13,5445		
					345,5	0,081		0	0,081			
156	51° 36,729' N	3° 38,725' E	544689,88	5718099,64			14,646		14,646	-15,0512		
					343,3	0,081		0	0,081			
157	51° 36,771' N	3° 38,705' E	544666,00	5718176,91			14,726		14,726	-16,0766		
					341,1	0,081		0	0,081			
158	51° 36,812' N	3° 38,682' E	544639,16	5718253,21			14,807		14,807	-17,2358		
					338,9	0,081		0	0,081			
159	51° 36,853' N	3° 38,657' E	544609,40	5718328,41			14,888		14,888	-18,6785		
					336,7	0,081		0	0,081			
160	51° 36,893' N	3° 38,629' E	544576,77	5718402,42			14,969		14,969	-19,7119		
					334,5	0,081		0	0,081			
161	51° 36,933' N	3° 38,599' E	544541,31	5718475,11			15,050		15,050	-20,5388		
					332,3	0,081		0	0,081			
162	51° 36,971' N	3° 38,567' E	544503,09	5718546,38			15,131		15,131	-20,9374		
					329,5	0,121		0	0,121			
163	51° 37,028' N	3° 38,513' E	544440,67	5718650,40			15,252		15,252	-21,3129		
					326,2	0,121		0	0,121			
164	51° 37,082' N	3° 38,455' E	544372,35	5718750,64			15,373		15,373	-21,4118		
					322,9	0,121		0	0,121			
165	51° 37,134' N	3° 38,391' E	544298,35	5718846,77			15,495		15,495	-20,1371		
					319,6	0,121		0	0,121			
166	51° 37,184' N	3° 38,323' E	544218,93	5718938,46			15,616		15,616	-18,4134		
					315,7	0,162		0	0,162			
167	51° 37,246' N	3° 38,225' E	544105,05	5719053,30			15,778		15,778	-14,8812		
					313,5	1,132		0	1,132			
168	51° 37,667' N	3° 37,514' E	543277,63	5719825,80			16,910		16,910	-16,803	DoB border - 3 km border	
					313,5	1,080		0	1,080			
169	51° 38,068' N	3° 36,835' E	542488,31	5720562,72			17,990		17,990	-10,2044		
					317,8	0,095		0	0,095			
170	51° 38,106' N	3° 36,78' E	542424,18	5720632,34			18,084		18,084	-10,0557		
					317,8	0,939		0	0,939			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
171	51° 38,481' N	3° 36,234' E	541788,17	5721322,86			19,023		19,023	-10,5369		
					316,6	0,148		0	0,148			
172	51° 38,539' N	3° 36,146' E	541685,79	5721429,23			19,171		19,171	-10,7269		
					312,5	0,156		0	0,156			
173	51° 38,596' N	3° 36,046' E	541570,16	5721533,50			19,326		19,326	-10,9805		
					308,3	0,156		0	0,156			
174	51° 38,648' N	3° 35,94' E	541447,13	5721628,91			19,482		19,482	-11,3632		
					304,0	0,156		0	0,156			
175	51° 38,695' N	3° 35,828' E	541317,37	5721714,94			19,638		19,638	-11,5794		
					300,9	0,693		0	0,693			
176	51° 38,887' N	3° 35,313' E	540719,69	5722065,43			20,331		20,331	-13,9229		
					300,8	0,957		0	0,957			
177	51° 39,151' N	3° 34,6' E	539893,97	5722549,06			21,288		21,288	-11,4817		
					299,3	0,114		0	0,114			
178	51° 39,181' N	3° 34,513' E	539793,93	5722604,06			21,402		21,402	-11,3459		
					296,1	0,114		0	0,114			
179	51° 39,208' N	3° 34,425' E	539691,04	5722653,55			21,516		21,516	-11,1185		
					293,0	0,114		0	0,114			
180	51° 39,232' N	3° 34,333' E	539585,62	5722697,37			21,630		21,630	-11,4162		
					289,9	0,114		0	0,114			
181	51° 39,253' N	3° 34,24' E	539477,97	5722735,39			21,744		21,744	-11,8073		
					287,8	0,038		0	0,038			
182	51° 39,26' N	3° 34,209' E	539441,64	5722746,76			21,782		21,782	-11,9436		
					287,3	0,376		0	0,376			
183	51° 39,32' N	3° 33,898' E	539081,79	5722855,80			22,158		22,158	-12,6892		
					291,1	0,053		0	0,053			
184	51° 39,33' N	3° 33,854' E	539031,75	5722874,71			22,212		22,212	-12,5119		
					298,8	0,053		0	0,053			
185	51° 39,344' N	3° 33,814' E	538984,67	5722900,12			22,265		22,265	-12,2368		
					306,5	0,053		0	0,053			
186	51° 39,362' N	3° 33,776' E	538941,41	5722931,59			22,319		22,319	-11,9216		
					314,1	0,053		0	0,053			
187	51° 39,382' N	3° 33,743' E	538902,73	5722968,54			22,372		22,372	-11,2486		
					321,8	0,053		0	0,053			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
188	51° 39,404' N	3° 33,714' E	538869,33	5723010,33			22,426		22,426	-10,9645		
					329,5	0,053		0	0,053			
189	51° 39,429' N	3° 33,691' E	538841,81	5723056,20			22,479		22,479	-10,5097		
					337,1	0,053		0	0,053			
190	51° 39,456' N	3° 33,673' E	538820,65	5723105,34			22,533		22,533	-10,2921		
					344,8	0,053		0	0,053			
191	51° 39,484' N	3° 33,661' E	538806,24	5723156,85			22,586		22,586	-9,9146		
					352,5	0,053		0	0,053			
192	51° 39,512' N	3° 33,655' E	538798,83	5723209,83			22,640		22,640	-9,3819		
					0,1	0,053		0	0,053			
193	51° 39,541' N	3° 33,655' E	538798,56	5723263,33			22,693		22,693	-9,1244		
					7,8	0,053		0	0,053			
194	51° 39,57' N	3° 33,661' E	538805,43	5723316,38			22,747		22,747	-9,5507		
					15,5	0,053		0	0,053			
195	51° 39,598' N	3° 33,673' E	538819,31	5723368,04			22,800		22,800	-10,0673		
					23,2	0,053		0	0,053			
196	51° 39,624' N	3° 33,692' E	538839,97	5723417,39			22,854		22,854	-10,7051		
					30,8	0,053		0	0,053			
197	51° 39,649' N	3° 33,715' E	538867,02	5723463,54			22,907		22,907	-10,7705		
					34,7	0,546		0	0,546			
198	51° 39,891' N	3° 33,985' E	539173,95	5723914,90			23,453		23,453	-10,386		
					31,6	0,064		0	0,064			
199	51° 39,92' N	3° 34,014' E	539206,95	5723969,45			23,517		23,517	-10,6583		
					25,5	0,064		0	0,064			
200	51° 39,951' N	3° 34,037' E	539233,97	5724027,18			23,581		23,581	-10,967		
					19,4	0,064		0	0,064			
201	51° 39,984' N	3° 34,056' E	539254,71	5724087,46			23,644		23,644	-11,5195		
					16,4	0,779		0	0,779			
202	51° 40,387' N	3° 34,246' E	539468,59	5724836,02			24,423		24,423	-9,9489		
					13,5	0,062		0	0,062			
203	51° 40,419' N	3° 34,259' E	539482,45	5724896,04			24,484		24,484	-9,6142		
					7,6	0,062		0	0,062			
204	51° 40,452' N	3° 34,266' E	539490,08	5724957,16			24,546		24,546	-9,479		
					1,7	0,062		0	0,062			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
205	51° 40,485' N	3° 34,268' E	539491,40	5725018,75			24,608		24,608	-9,5619		
					355,8	0,062		0	0,062			
206	51° 40,518' N	3° 34,264' E	539486,41	5725080,15			24,669		24,669	-9,6307		
					352,9	0,583		0	0,583			
207	51° 40,83' N	3° 34,201' E	539409,35	5725658,10			25,252		25,252	-9,6678		
					349,9	0,062		0	0,062			
208	51° 40,863' N	3° 34,191' E	539398,04	5725718,86			25,314		25,314	-9,6172		
					345,0	0,041		0	0,041			
209	51° 40,885' N	3° 34,182' E	539387,05	5725758,58			25,355		25,355	-9,4609		
					341,0	0,041		0	0,041			
210	51° 40,906' N	3° 34,17' E	539373,36	5725797,45			25,396		25,396	-9,6338		
					336,1	0,062		0	0,062			
211	51° 40,936' N	3° 34,149' E	539347,90	5725853,76			25,458		25,458	-9,7346		
					330,2	0,062		0	0,062			
212	51° 40,965' N	3° 34,122' E	539316,79	5725907,16			25,520		25,520	-10,0752		
					327,3	0,372		0	0,372			
213	51° 41,134' N	3° 33,947' E	539113,16	5726218,60			25,892		25,892	-10,1482		
					327,3	1,126		0	1,126			
214	51° 41,645' N	3° 33,419' E	538497,05	5727160,88			27,018		27,018	-11,1717		
					331,0	0,052		0	0,052			
215	51° 41,669' N	3° 33,397' E	538471,62	5727205,88			27,070		27,070	-11,1467		
					334,7	1,346		0	1,346			
216	51° 42,325' N	3° 32,897' E	537886,59	5728417,72			28,415		28,415	-9,4075		
					336,4	0,115		0	0,115			
217	51° 42,382' N	3° 32,857' E	537839,71	5728522,86			28,530		28,530	-9,7992		
					339,9	0,115		0	0,115			
218	51° 42,441' N	3° 32,823' E	537799,28	5728630,63			28,646		28,646	-10,2367		
					343,3	0,115		0	0,115			
219	51° 42,5' N	3° 32,794' E	537765,45	5728740,66			28,761		28,761	-10,0463		
					346,8	0,115		0	0,115			
220	51° 42,561' N	3° 32,771' E	537738,35	5728852,54			28,876		28,876	-9,121		
					349,7	0,077		0	0,077			
221	51° 42,601' N	3° 32,759' E	537724,07	5728927,94			28,953		28,953	-8,6685		
					352,0	0,077		0	0,077			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
222	51° 42,642' N	3° 32,75' E	537712,84	5729003,86			29,029		29,029	-8,0445		
					353,2	0,683		0	0,683			
223	51° 43,008' N	3° 32,68' E	537626,56	5729681,75			29,713		29,713	-6,1572		
					354,9	0,115		0	0,115			
224	51° 43,07' N	3° 32,671' E	537615,52	5729795,98			29,827		29,827	-6,9601		
					358,4	0,115		0	0,115			
225	51° 43,132' N	3° 32,668' E	537611,39	5729910,66			29,942		29,942	-7,8954		
					1,8	0,115		0	0,115			
226	51° 43,194' N	3° 32,671' E	537614,20	5730025,39			30,057		30,057	-8,7508		
					5,3	0,115		0	0,115			
227	51° 43,255' N	3° 32,68' E	537623,92	5730139,74			30,172		30,172	-9,4015		
					8,8	0,115		0	0,115			
228	51° 43,317' N	3° 32,695' E	537640,53	5730253,30			30,286		30,286	-9,8405		
					12,2	0,115		0	0,115			
229	51° 43,377' N	3° 32,717' E	537663,97	5730365,64			30,401		30,401	-10,2022		
					15,7	0,115		0	0,115			
230	51° 43,437' N	3° 32,743' E	537694,15	5730476,37			30,516		30,516	-10,4891		
					17,4	0,435		0	0,435			
231	51° 43,661' N	3° 32,856' E	537821,15	5730892,40			30,951		30,951	-11,8617		
					18,9	0,098		0	0,098			
232	51° 43,711' N	3° 32,884' E	537852,28	5730985,73			31,049		31,049	-12,0498		
					21,8	0,098		0	0,098			
233	51° 43,76' N	3° 32,916' E	537888,21	5731077,33			31,148		31,148	-12,0836		
					25,1	0,115		0	0,115			
234	51° 43,816' N	3° 32,958' E	537936,07	5731181,73			31,263		31,263	-12,0922		
					28,5	0,115		0	0,115			
235	51° 43,871' N	3° 33,006' E	537990,15	5731283,04			31,377		31,377	-12,0475		
					32,0	0,115		0	0,115			
236	51° 43,923' N	3° 33,059' E	538050,25	5731380,90			31,492		31,492	-11,8783		
					35,5	0,115		0	0,115			
237	51° 43,974' N	3° 33,117' E	538116,16	5731474,95			31,607		31,607	-11,6874		
					38,9	0,115		0	0,115			
238	51° 44,022' N	3° 33,179' E	538187,63	5731564,85			31,722		31,722	-11,4805		
					41,8	0,077		0	0,077			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
239	51° 44,053' N	3° 33,224' E	538238,24	5731622,31			31,799		31,799	-11,3755		
					43,0	0,569		0	0,569			
240	51° 44,277' N	3° 33,561' E	538623,05	5732041,81			32,368		32,368	-10,923	Border A -Zone Bollen van het Nieuwe Zand, cable corridor	
					43,0	0,387		0	0,387			
241	51° 44,43' N	3° 33,79' E	538884,63	5732326,97			32,755		32,755	-10,555		
					41,5	0,058		0	0,058			
242	51° 44,454' N	3° 33,823' E	538922,52	5732370,54			32,813		32,813	-10,5338		
					38,4	0,058		0	0,058			
243	51° 44,478' N	3° 33,854' E	538958,08	5732416,04			32,870		32,870	-10,5313		
					36,9	0,114		0	0,114			
244	51° 44,527' N	3° 33,914' E	539025,73	5732507,46			32,984		32,984	-10,525		
					36,9	0,713		0	0,713			
245	51° 44,834' N	3° 34,286' E	539449,97	5733080,72			33,697		33,697	-10,847	Border B- Zone Bollen van het Nieuwe Zand, cable corridor	
					36,9	0,039		0	0,039			
246	51° 44,851' N	3° 34,307' E	539473,19	5733112,10			33,736		33,736	-10,6194		
					35,0	0,173		0	0,173			
247	51° 44,928' N	3° 34,393' E	539571,17	5733254,55			33,909		33,909	-10,6682		
					31,5	0,130		0	0,130			
248	51° 44,987' N	3° 34,452' E	539638,06	5733365,65			34,039		34,039	-10,6822		
					28,5	0,130		0	0,130			
249	51° 45,049' N	3° 34,506' E	539699,11	5733480,06			34,168		34,168	-10,6823		
					25,6	0,130		0	0,130			
250	51° 45,112' N	3° 34,554' E	539754,13	5733597,49			34,298		34,298	-10,705		
					22,6	0,130		0	0,130			
251	51° 45,177' N	3° 34,597' E	539803,00	5733717,61			34,428		34,428	-10,7814		
					21,1	4,073		0	4,073			
252	51° 47,226' N	3° 35,873' E	541239,25	5737528,63			38,501		38,501	-19,9632	Doorgaande NAP -20m lijn	
					21,1	8,271		0	8,271			
253	51° 51,388' N	3° 38,469' E	544156,03	5745268,15			46,771		46,771	-15,5158		
					21,9	0,046		0	0,046			
254	51° 51,411' N	3° 38,484' E	544172,84	5745311,03			46,817		46,817	-16,6634	CX IS KB0020 BRITNED route TenneT (BritNed) van Maasvlakte2 - UK, Power cable DC	
					21,9	0,079		0	0,079			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
255	51° 51,45' N	3° 38,51' E	544201,75	5745384,76			46,897		46,897	-15,6886		
					23,4	0,125		0	0,125			
256	51° 51,513' N	3° 38,553' E	544250,38	5745500,18			47,022		47,022	-15,7636		
					25,1	0,188		0	0,188			
257	51° 51,604' N	3° 38,623' E	544328,70	5745670,94			47,210		47,210	-17,0643		
					27,3	0,188		0	0,188			
258	51° 51,694' N	3° 38,698' E	544413,39	5745838,64			47,398		47,398	-16,9571		
					29,5	0,188		0	0,188			
259	51° 51,783' N	3° 38,778' E	544504,31	5746003,05			47,586		47,586	-18,1164		
					31,2	0,125		0	0,125			
260	51° 51,84' N	3° 38,835' E	544568,34	5746110,70			47,711		47,711	-17,4827		
					33,0	0,188		0	0,188			
261	51° 51,925' N	3° 38,924' E	544669,37	5746269,09			47,899		47,899	-18,1551		
					34,8	0,125		0	0,125			
262	51° 51,981' N	3° 38,987' E	544740,00	5746372,52			48,024		48,024	-18,4147		
					36,6	0,188		0	0,188			
263	51° 52,062' N	3° 39,084' E	544850,76	5746524,27			48,212		48,212	-19,2094		
					38,8	0,188		0	0,188			
264	51° 52,141' N	3° 39,187' E	544967,13	5746671,76			48,400		48,400	-19,2883		
					40,9	0,188		0	0,188			
265	51° 52,218' N	3° 39,294' E	545088,96	5746814,77			48,587		48,587	-18,5048		
					42,7	0,125		0	0,125			
266	51° 52,267' N	3° 39,368' E	545173,13	5746907,52			48,713		48,713	-20,0784		
					44,2	0,125		0	0,125			
267	51° 52,316' N	3° 39,444' E	545259,60	5746998,14			48,838		48,838	-19,122		
					45,6	0,125		0	0,125			
268	51° 52,363' N	3° 39,522' E	545348,31	5747086,56			48,963		48,963	-20,5487		
					47,0	0,125		0	0,125			
269	51° 52,409' N	3° 39,602' E	545439,20	5747172,73			49,089		49,089	-20,135		
					48,5	1,185		0	1,185			
270	51° 52,833' N	3° 40,375' E	546319,27	5747966,69			50,274		50,274	-21,5332		
					44,2	0,062		0	0,062			
271	51° 52,857' N	3° 40,413' E	546361,99	5748011,46			50,336		50,336	-22,0384		
					47,1	0,062		0	0,062			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
272	51° 52,88' N	3° 40,453' E	546406,90	5748054,04			50,398		50,398	-22,0164		
					49,9	0,062		0	0,062			
273	51° 52,901' N	3° 40,494' E	546453,89	5748094,32			50,459		50,459	-21,9557		
					52,8	0,062		0	0,062			
274	51° 52,921' N	3° 40,537' E	546502,84	5748132,18			50,521		50,521	-21,8856		
					47,2	0,141		0	0,141			
275	51° 52,973' N	3° 40,627' E	546605,15	5748228,87			50,662		50,662	-21,9693		
					44,9	0,094		0	0,094			
276	51° 53,009' N	3° 40,685' E	546670,80	5748295,96			50,756		50,756	-21,9749		
					42,7	0,141		0	0,141			
277	51° 53,065' N	3° 40,768' E	546765,24	5748400,35			50,897		50,897	-22,3783		
					40,0	0,141		0	0,141			
278	51° 53,123' N	3° 40,847' E	546854,69	5748509,05			51,038		51,038	-22,5851		
					37,3	0,141		0	0,141			
279	51° 53,183' N	3° 40,921' E	546938,94	5748621,83			51,178		51,178	-22,8107		
					34,6	0,139		0	0,139			
280	51° 53,245' N	3° 40,99' E	547016,75	5748736,80			51,317		51,317	-23,0858		
					32,1	0,125		0	0,125			
281	51° 53,302' N	3° 41,048' E	547082,34	5748843,56			51,442		51,442	-23,4332		
					29,5	0,145		0	0,145			
282	51° 53,37' N	3° 41,11' E	547152,81	5748970,77			51,588		51,588	-23,5985		
					26,3	0,194		0	0,194			
283	51° 53,464' N	3° 41,185' E	547237,02	5749145,43			51,782		51,782	-23,8053		
					24,4	0,422		0	0,422			
284	51° 53,672' N	3° 41,337' E	547408,00	5749531,47			52,204		52,204	-23,6704		
					22,0	0,084		0	0,084			
285	51° 53,713' N	3° 41,365' E	547438,68	5749609,40			52,288		52,288	-23,9302		
					17,2	0,084		0	0,084			
286	51° 53,757' N	3° 41,386' E	547462,74	5749689,63			52,371		52,371	-23,8689		
					12,4	0,084		0	0,084			
287	51° 53,801' N	3° 41,402' E	547479,99	5749771,59			52,455		52,455	-23,9743		
					7,6	0,084		0	0,084			
288	51° 53,845' N	3° 41,412' E	547490,33	5749854,70			52,539		52,539	-24,0096		
					2,8	0,084		0	0,084			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
289	51° 53,891' N	3° 41,415' E	547493,67	5749938,39			52,623		52,623	-24,1539		
					358,0	0,084		0	0,084			
290	51° 53,936' N	3° 41,413' E	547490,00	5750022,06			52,706		52,706	-24,0013		
					353,2	0,084		0	0,084			
291	51° 53,981' N	3° 41,404' E	547479,34	5750105,14			52,790		52,790	-23,9296		
					348,4	0,084		0	0,084			
292	51° 54,025' N	3° 41,39' E	547461,77	5750187,03			52,874		52,874	-23,9123		
					343,6	0,084		0	0,084			
293	51° 54,068' N	3° 41,369' E	547437,40	5750267,16			52,958		52,958	-23,7479		
					338,8	0,084		0	0,084			
294	51° 54,11' N	3° 41,343' E	547406,42	5750344,97			53,041		53,041	-23,2415		
					334,0	0,084		0	0,084			
295	51° 54,151' N	3° 41,311' E	547369,03	5750419,92			53,125		53,125	-23,0624		
					330,0	0,056		0	0,056			
296	51° 54,177' N	3° 41,286' E	547340,67	5750468,03			53,181		53,181	-23,2004		
					326,8	0,056		0	0,056			
297	51° 54,202' N	3° 41,26' E	547309,68	5750514,48			53,237		53,237	-23,177		
					325,2	0,168		0	0,168			
298	51° 54,277' N	3° 41,176' E	547212,38	5750651,84			53,405		53,405	-23,4178		
					326,9	0,124		0	0,124			
299	51° 54,333' N	3° 41,117' E	547143,37	5750755,42			53,530		53,530	-23,5916		
					330,1	0,124		0	0,124			
300	51° 54,391' N	3° 41,063' E	547080,40	5750862,78			53,654		53,654	-22,9097		
					333,4	0,124		0	0,124			
301	51° 54,451' N	3° 41,014' E	547023,67	5750973,57			53,779		53,779	-21,3092		
					336,7	0,124		0	0,124			
302	51° 54,513' N	3° 40,971' E	546973,38	5751087,42			53,903		53,903	-23,1462		
					340,0	0,124		0	0,124			
303	51° 54,576' N	3° 40,934' E	546929,68	5751203,96			54,028		54,028	-21,9765		
					343,3	0,124		0	0,124			
304	51° 54,64' N	3° 40,903' E	546892,71	5751322,81			54,152		54,152	-21,2519		
					346,5	0,124		0	0,124			
305	51° 54,706' N	3° 40,877' E	546862,61	5751443,58			54,277		54,277	-18,7461		
					349,3	0,083		0	0,083			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
306	51° 54,75' N	3° 40,864' E	546846,41	5751524,97			54,359			54,359	-18,1335	
					351,5	0,083		0	0,083			
307	51° 54,794' N	3° 40,853' E	546833,32	5751606,91			54,442			54,442	-17,8844	
					354,2	0,124		0	0,124			
308	51° 54,861' N	3° 40,842' E	546819,56	5751730,62			54,567			54,567	-18,9896	
					354,7	0,686		0	0,686			
309	51° 55,229' N	3° 40,787' E	546749,70	5752413,38			55,253			55,253	-20,2415	
					354,7	1,164		0	1,164			
310	51° 55,855' N	3° 40,693' E	546631,20	5753571,43			56,417			56,417	-23,2163	
					352,9	0,109		0	0,109			
311	51° 55,913' N	3° 40,681' E	546616,75	5753679,94			56,527			56,527	-22,8819	
					349,5	0,109		0	0,109			
312	51° 55,971' N	3° 40,664' E	546595,73	5753787,38			56,636			56,636	-23,1771	
					346,0	0,109		0	0,109			
313	51° 56,029' N	3° 40,641' E	546568,22	5753893,34			56,746			56,746	-22,016	
					342,5	0,109		0	0,109			
314	51° 56,085' N	3° 40,612' E	546534,31	5753997,43			56,855			56,855	-24,4454	
					339,0	0,109		0	0,109			
315	51° 56,14' N	3° 40,578' E	546494,15	5754099,26			56,965			56,965	-23,7507	
					335,5	0,109		0	0,109			
316	51° 56,194' N	3° 40,538' E	546447,86	5754198,47			57,074			57,074	-22,0985	
					333,8	0,169		0	0,169			
317	51° 56,276' N	3° 40,473' E	546371,96	5754349,05			57,243			57,243	-24,1998	
					333,8	1,111		0	1,111			
318	51° 56,813' N	3° 40,044' E	545871,67	5755341,47			58,354			58,354	-19,316	DoB border - ISS 1 - border A (500m from)
					333,8	4,327		0	4,327			
319	51° 58,907' N	3° 38,374' E	543923,88	5759205,23			62,681			62,681	-24,9672	12 mile line
					333,7	2,439		0	2,439			
320	52° 0,087' N	3° 37,431' E	542825,93	5761383,20			65,120			65,120	-24,629	DoB border - Eurogeul - border A (25m from)
					333,7	1,320		0	1,320			
321	52° 0,725' N	3° 36,92' E	542231,78	5762561,81			66,440			66,440	-26,749	DoB border - Eurogeul - border B (25m from)
					333,7	2,337		0	2,337			
322	52° 1,856' N	3° 36,016' E	541179,88	5764648,43			68,777			68,777	-29,0598	
					333,7	4,057		0	4,057			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
323	52° 3,818' N	3° 34,444' E	539353,47	5768271,14			72,834			72,834	-28,5452	
					332,4		0,114	0	0,114			
324	52° 3,872' N	3° 34,397' E	539299,99	5768371,49			72,948			72,948	-26,76	
					330,8		0,114	0	0,114			
325	52° 3,926' N	3° 34,349' E	539243,82	5768470,35			73,061			73,061	-26,3201	
					328,9		0,171	0	0,171			
326	52° 4,005' N	3° 34,272' E	539154,60	5768615,70			73,232			73,232	-26,757	
					327,0		0,114	0	0,114			
327	52° 4,056' N	3° 34,218' E	539091,87	5768710,53			73,346			73,346	-25,2504	
					325,4		0,114	0	0,114			
328	52° 4,107' N	3° 34,161' E	539026,59	5768803,63			73,459			73,459	-27,9228	
					323,9		0,114	0	0,114			
329	52° 4,156' N	3° 34,102' E	538958,83	5768894,93			73,573			73,573	-28,9375	
					322,3		0,114	0	0,114			
330	52° 4,205' N	3° 34,042' E	538888,61	5768984,36			73,687			73,687	-30,0296	
					320,8		0,114	0	0,114			
331	52° 4,252' N	3° 33,979' E	538816,00	5769071,86			73,800			73,800	-30,0882	
					319,2		0,114	0	0,114			
332	52° 4,299' N	3° 33,914' E	538741,05	5769157,37			73,914			73,914	-29,9587	
					317,7		0,114	0	0,114			
333	52° 4,344' N	3° 33,847' E	538663,81	5769240,81			74,028			74,028	-29,608	
					316,1		0,114	0	0,114			
334	52° 4,388' N	3° 33,778' E	538584,33	5769322,13			74,142			74,142	-29,4218	
					314,6		0,114	0	0,114			
335	52° 4,431' N	3° 33,707' E	538502,69	5769401,27			74,255			74,255	-29,986	
					313,0		0,114	0	0,114			
336	52° 4,473' N	3° 33,634' E	538418,94	5769478,16			74,369			74,369	-30,6591	
					311,4		0,114	0	0,114			
337	52° 4,514' N	3° 33,559' E	538333,13	5769552,77			74,483			74,483	-30,287	
					309,9		0,114	0	0,114			
338	52° 4,553' N	3° 33,483' E	538245,34	5769625,02			74,596			74,596	-27,7406	
					308,3		0,114	0	0,114			
339	52° 4,591' N	3° 33,405' E	538155,62	5769694,87			74,710			74,710	-29,4865	
					306,8		0,114	0	0,114			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
340	52° 4,628' N	3° 33,325' E	538064,04	5769762,27			74,824		74,824	-29,3282		
					305,2	0,114		0	0,114			
341	52° 4,663' N	3° 33,244' E	537970,68	5769827,16			74,937		74,937	-27,9704		
					303,7	0,114		0	0,114			
342	52° 4,697' N	3° 33,161' E	537875,59	5769889,51			75,051		75,051	-27,9224		
					302,1	0,114		0	0,114			
343	52° 4,73' N	3° 33,077' E	537778,85	5769949,25			75,165		75,165	-28,7585		
					300,6	0,114		0	0,114			
344	52° 4,761' N	3° 32,991' E	537680,52	5770006,36			75,279		75,279	-28,9477		
					299,8	0,832		0	0,832			
345	52° 4,984' N	3° 32,359' E	536956,01	5770414,45			76,110		76,110	-27,11	DoB border - ISS 1 - border B (500m from)	
					299,8	1,440		0	1,440			
346	52° 5,37' N	3° 31,265' E	535701,23	5771121,24			77,550		77,550	-30,5287		
					300,2	1,501		0	1,501			
347	52° 5,778' N	3° 30,13' E	534399,64	5771868,01			79,051		79,051	-28,5138		
					302,0	0,114		0	0,114			
348	52° 5,81' N	3° 30,045' E	534302,72	5771927,55			79,165		79,165	-29,8436		
					305,6	0,114		0	0,114			
349	52° 5,846' N	3° 29,964' E	534209,75	5771993,08			79,278		79,278	-29,5716		
					309,2	0,029		0	0,029			
350	52° 5,856' N	3° 29,945' E	534187,50	5772010,97			79,307		79,307	-29,345	DoB border - ISS 2 - border A (500m from)	
					309,2	0,085		0	0,085			
351	52° 5,885' N	3° 29,887' E	534121,11	5772064,36			79,392		79,392	-27,6331		
					312,8	0,114		0	0,114			
352	52° 5,927' N	3° 29,814' E	534037,14	5772141,09			79,506		79,506	-28,6097		
					316,4	0,114		0	0,114			
353	52° 5,971' N	3° 29,745' E	533958,19	5772222,97			79,620		79,620	-28,8439		
					320,1	0,114		0	0,114			
354	52° 6,018' N	3° 29,681' E	533884,57	5772309,68			79,733		79,733	-27,5587		
					323,7	0,114		0	0,114			
355	52° 6,068' N	3° 29,622' E	533816,57	5772400,86			79,847		79,847	-30,2597		
					327,3	0,114		0	0,114			
356	52° 6,119' N	3° 29,568' E	533754,46	5772496,16			79,961		79,961	-30,96		
					330,9	0,114		0	0,114			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
357	52° 6,173' N	3° 29,52' E	533698,50	5772595,18			80,075		80,075	-30,7		
					334,5	0,114		0	0,114			
358	52° 6,228' N	3° 29,477' E	533648,91	5772697,55			80,188		80,188	-30,2588		
					338,2	0,114		0	0,114			
359	52° 6,285' N	3° 29,44' E	533605,88	5772802,84			80,302		80,302	-28,0556		
					341,8	0,114		0	0,114			
360	52° 6,343' N	3° 29,409' E	533569,59	5772910,64			80,416		80,416	-31,2567		
					345,4	0,114		0	0,114			
361	52° 6,403' N	3° 29,384' E	533540,17	5773020,52			80,530		80,530	-30,4305		
					349,0	0,114		0	0,114			
362	52° 6,463' N	3° 29,365' E	533517,76	5773132,04			80,643		80,643	-29,3261		
					352,6	0,114		0	0,114			
363	52° 6,524' N	3° 29,352' E	533502,43	5773244,74			80,757		80,757	-27,4507		
					356,3	0,114		0	0,114			
364	52° 6,585' N	3° 29,346' E	533494,26	5773358,20			80,871		80,871	-30,8988		
					359,9	0,114		0	0,114			
365	52° 6,647' N	3° 29,345' E	533493,26	5773471,94			80,985		80,985	-29,4755		
					2,9	0,076		0	0,076			
366	52° 6,687' N	3° 29,349' E	533496,59	5773547,70			81,060		81,060	-28,347		
					4,1	2,451		0	2,451			
367	52° 8,006' N	3° 29,503' E	533655,79	5775993,68			83,512		83,512	-30,5232		
					4,1	2,697		0	2,697			
368	52° 9,457' N	3° 29,672' E	533830,95	5778684,85			86,208		86,208	-30,4203	CX OOS KB0002 Concerto1 segment 1 East FluteLtd from Zandvoort (NL) to Zeebrugge (B), fiberoptic, telecom	
					4,1	1,582		0	1,582			
369	52° 10,308' N	3° 29,772' E	533933,68	5780263,26			87,790		87,790	-26,1236	CX OOS KB0051 NL-UK 4 Unknown, from Scheveningen (NL) to Lowesoft (UK) telecom coaxial	
					4,1	1,445		0	1,445			
370	52° 11,086' N	3° 29,863' E	534027,52	5781705,01			89,235		89,235	-27,566		
					6,2	0,094		0	0,094			
371	52° 11,136' N	3° 29,872' E	534037,09	5781798,41			89,329		89,329	-27,5073		
					8,3	0,141		0	0,141			
372	52° 11,211' N	3° 29,89' E	534056,58	5781937,89			89,470		89,470	-31,0347		

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					10,4	0,094		0	0,094			
373	52° 11,261' N	3° 29,905' E	534072,97	5782030,34			89,564		89,564	-29,9572		
					12,5	0,141		0	0,141			
374	52° 11,335' N	3° 29,932' E	534102,62	5782168,01			89,704		89,704	-28,3606		
					15,1	0,117		0	0,117			
375	52° 11,396' N	3° 29,958' E	534132,35	5782281,50			89,822		89,822	-31,173	DOB border - TSS 2 - border B (500m from)	
					15,1	0,024		0	0,024			
376	52° 11,409' N	3° 29,964' E	534138,31	5782304,25			89,845		89,845	-31,2319		
					15,0	1,863		0	1,863			
377	52° 12,379' N	3° 30,386' E	534606,82	5784106,95			91,708		91,708	-25,8456		
					13,0	0,246		0	0,246			
378	52° 12,509' N	3° 30,435' E	534660,76	5784347,34			91,954		91,954	-29,9875		
					11,4	0,322		0	0,322			
379	52° 12,679' N	3° 30,491' E	534722,54	5784663,78			92,277		92,277	-27,4035	CX OOS KB0001 UK-NL 5 Unknownfrom Scheveningen (NL) to Lowesoft (UK) telecom coaxial	
					10,1	0,170		0	0,170			
380	52° 12,77' N	3° 30,517' E	534751,14	5784831,69			92,447		92,447	-29,8069		
					7,0	4,391		0	4,391			
381	52° 15,12' N	3° 30,988' E	535256,21	5789193,49			96,838		96,838	-27,1224		
					3,8	0,123		0	0,123			
382	52° 15,187' N	3° 30,995' E	535263,55	5789316,36			96,961		96,961	-27,6907		
					0,6	0,123		0	0,123			
383	52° 15,253' N	3° 30,996' E	535264,01	5789439,45			97,084		97,084	-28,8207		
					358,7	0,329		0	0,329			
384	52° 15,431' N	3° 30,99' E	535254,16	5789768,24			97,413		97,413	-30,44	Zone Bruine Bank +5km border A	
					358,7	0,889		0	0,889			
385	52° 15,91' N	3° 30,972' E	535227,54	5790657,23			98,302		98,302	-30,645	DOB border - TSS 3 - border A (500m from)	
					358,7	2,178		0	2,178			
386	52° 17,085' N	3° 30,928' E	535162,34	5792834,48			100,481		100,481	-28,767		
					0,7	0,093		0	0,093			
387	52° 17,135' N	3° 30,929' E	535162,87	5792927,26			100,573		100,573	-27,7712		
					4,8	0,093		0	0,093			
388	52° 17,185' N	3° 30,936' E	535170,02	5793019,77			100,666		100,666	-28,6647		

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					8,9	0,093		0	0,093			
389	52° 17,234' N	3° 30,949' E	535183,75	5793111,54			100,759			100,759	-29,9076	
					13,0	0,093		0	0,093			
390	52° 17,283' N	3° 30,967' E	535204,00	5793202,09			100,852			100,852	-28,6001	
					17,1	0,093		0	0,093			
391	52° 17,331' N	3° 30,991' E	535230,64	5793290,97			100,945			100,945	-30,0361	
					19,1	0,811		0	0,811			
392	52° 17,744' N	3° 31,225' E	535491,26	5794059,31			101,756			101,756	-29,8184	
					17,9	0,071		0	0,071			
393	52° 17,781' N	3° 31,245' E	535512,71	5794127,20			101,827			101,827	-28,9654	
					14,9	0,107		0	0,107			
394	52° 17,836' N	3° 31,269' E	535539,51	5794230,57			101,934			101,934	-29,4926	
					11,3	0,107		0	0,107			
395	52° 17,893' N	3° 31,287' E	535559,77	5794335,42			102,041			102,041	-28,3226	
					7,7	0,107		0	0,107			
396	52° 17,95' N	3° 31,3' E	535573,41	5794441,33			102,147			102,147	-26,7338	
					4,2	0,107		0	0,107			
397	52° 18,007' N	3° 31,307' E	535580,37	5794547,89			102,254			102,254	-25,213	
					2,3	0,805		0	0,805			
398	52° 18,441' N	3° 31,336' E	535607,58	5795352,74			103,060			103,060	-27,6923	CX OOS KB0019 UK-NL 6 KPN, from Katwijk (NL) to Covehite (UK) Telecom coaxial
					2,4	1,113		0	1,113			
399	52° 19,041' N	3° 31,376' E	535645,20	5796465,04			104,172			104,172	-30,2301	CX OOS KB0033 Hermes1 GTS, from Zandvoort (NL) to Aldeburgh (UK) Telecom fiberoptic
					2,4	0,837		0	0,837			
400	52° 19,493' N	3° 31,406' E	535673,50	5797301,93			105,010			105,010	-29,644	CX AS Planned KB0078 COAM Pippier from Cork (UK) to Kawijk (NL), telecom, fiberglas
					2,4	1,816		0	1,816			
401	52° 20,471' N	3° 31,472' E	535734,92	5799116,58			106,826			106,826	-29,1916	CX OOS KB0066 Rioja3 KPN Veurne (B) to Egmond (NL) telecom, fiberglass
					2,4	1,686		0	1,686			
402	52° 21,38' N	3° 31,533' E	535791,93	5800801,71			108,512			108,512	-29,724	CX IS KB0018 TAT14 segment I, British telecom from Katwijk (NL) to Saint Valery en Caux (F) fiberoptic, telecom (is OOS but the corridor is likely to be reused)

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					2,4	2,604		0	2,604			
403	52° 22,783' N	3° 31,627' E	535879,97	5803404,40			111,116			111,116	-31,4579	CX IS KB0030 Ulysses2 MCI World Com form IJmuiden (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					2,4	0,037		0	0,037			
404	52° 22,803' N	3° 31,629' E	535881,21	5803440,93			111,152			111,152	-31,0861	
					0,4	0,138		0	0,138			
405	52° 22,878' N	3° 31,629' E	535881,21	5803578,73			111,290			111,290	-28,8152	PX IS PL0173_PR Dana Petroleum Netherlands B.V.from P11B DeRuyter to Aftakking naar P15-D gaspipe, 8 inch
					0,4	2,827		0	2,827			
406	52° 24,403' N	3° 31,648' E	535881,21	5806406,07			114,118			114,118	-33,5452	CX IS KB0045 Circe 1 North, Viatel UK Ltd from Zandvoort (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					0,4	0,298		0	0,298			
407	52° 24,563' N	3° 31,65' E	535881,21	5806703,95			114,415			114,415	-28,081	DoB border - ISS 3 - border B (500m from)
					0,4	1,442		0	1,442			
408	52° 25,341' N	3° 31,659' E	535881,21	5808146,12			115,858			115,858	-29,479	CX IS KB0003 Concerto1 Segment 1 North Flute Ltd from Zandvoort (NL) to Sizewell (UK) telecom
					0,4	0,712		0	0,712			
409	52° 25,725' N	3° 31,663' E	535881,21	5808857,79			116,569			116,569	-30,2573	CX As planned KB0115 Circe north 2 replacement Zayo, from Zandvoort (NL) to UK, telecom fiberoptic
					0,4	2,216		0	2,216			
410	52° 26,92' N	3° 31,678' E	535881,21	5811074,02			118,785			118,785	-27,1726	
					358,7	0,047		0	0,047			
411	52° 26,946' N	3° 31,677' E	535879,84	5811120,77			118,832			118,832	-30,2562	
					354,6	0,070		0	0,070			
412	52° 26,983' N	3° 31,671' E	535872,68	5811190,54			118,902			118,902	-31,8247	
					349,5	0,070		0	0,070			
413	52° 27,021' N	3° 31,66' E	535859,43	5811259,42			118,973			118,973	-31,4817	
					347,0	0,975		0	0,975			
414	52° 27,533' N	3° 31,466' E	535633,39	5812208,22			119,948			119,948	-30,98	DoB border - ISS 4 - border A (500m from)
					347,0	0,884		0	0,884			
415	52° 27,998' N	3° 31,291' E	535428,60	5813067,82			120,832			120,832	-30,3114	

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					346,0	0,164		0	0,164			
416	52° 28,083' N	3° 31,256' E	535387,86	5813226,24			120,995			120,995	-27,9784	
					344,3	0,109		0	0,109			
417	52° 28,14' N	3° 31,23' E	535357,59	5813331,01			121,104			121,104	-29,8989	
					342,9	0,123		0	0,123			
418	52° 28,203' N	3° 31,198' E	535320,47	5813448,46			121,227			121,227	-28,2311	CX IS KB0074 Atlantic Crossing 1 Segment B1 Global Crossing, from castricum (NL) to Whitesand (UK) fiberglas telecom
					342,3	0,862		0	0,862			
419	52° 28,646' N	3° 30,966' E	535051,76	5814267,84			122,090			122,090	-29,527	DoB border - ISS 4 - border B (500m from)
					342,3	0,189		0	0,189			
420	52° 28,744' N	3° 30,915' E	534992,86	5814447,47			122,279			122,279	-28,0394	CX OOS KB0015 Rembrandt 1 KPNQwest from Beverwijk (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					342,3	0,123		0	0,123			
421	52° 28,807' N	3° 30,881' E	534954,45	5814564,60			122,402			122,402	-29,1509	
					344,8	0,080		0	0,080			
422	52° 28,848' N	3° 30,863' E	534933,02	5814641,27			122,482			122,482	-31,4105	
					349,9	0,080		0	0,080			
423	52° 28,891' N	3° 30,851' E	534918,44	5814719,53			122,561			122,561	-31,6856	
					354,9	0,080		0	0,080			
424	52° 28,933' N	3° 30,844' E	534910,84	5814798,77			122,641			122,641	-31,139	
					360,0	0,080		0	0,080			
425	52° 28,976' N	3° 30,844' E	534910,27	5814878,38			122,720			122,720	-30,0084	
					4,2	0,053		0	0,053			
426	52° 29,005' N	3° 30,848' E	534913,80	5814931,35			122,773			122,773	-29,1034	
					7,6	0,053		0	0,053			
427	52° 29,033' N	3° 30,854' E	534920,45	5814984,01			122,827			122,827	-30,3472	
					9,3	0,046		0	0,046			
428	52° 29,058' N	3° 30,861' E	534927,58	5815029,61			122,873			122,873	-32,004	CX IS KB0029 Pangea Segment 2 Alcatel Submarine Networks, from Lowesoft (UK) to Egmond (NL) fiberoptic, telecom (is OOS but may be placed in service in the future)
					9,3	0,236		0	0,236			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
429	52° 29,183' N	3° 30,894' E	534964,04	5815262,87			123,109		123,109	-28,9717	CX As Planned KB0113 Scylla HDD EU Networks, from IJmuiden (NL) to Lowesoft (UK), telecom, fiberoptic	
					9,3	0,343		0	0,343			
430	52° 29,366' N	3° 30,943' E	535016,94	5815601,33			123,451		123,451	-29,6598		
					12,7	0,059		0	0,059			
431	52° 29,397' N	3° 30,955' E	535029,43	5815658,83			123,510		123,510	-28,4911		
					19,4	0,059		0	0,059			
432	52° 29,427' N	3° 30,972' E	535048,59	5815714,46			123,569		123,569	-27,0274		
					26,2	0,059		0	0,059			
433	52° 29,455' N	3° 30,995' E	535074,15	5815767,45			123,628		123,628	-30,9323		
					30,1	0,065		0	0,065			
434	52° 29,486' N	3° 31,024' E	535106,58	5815824,25			123,693		123,693	-31,6026		
					25,2	0,069		0	0,069			
435	52° 29,519' N	3° 31,05' E	535135,39	5815886,57			123,762		123,762	-31,7972		
					19,6	0,069		0	0,069			
436	52° 29,554' N	3° 31,07' E	535157,96	5815951,41			123,831		123,831	-30,6188		
					14,9	0,046		0	0,046			
437	52° 29,578' N	3° 31,08' E	535169,43	5815995,73			123,876		123,876	-29,6886		
					11,2	0,046		0	0,046			
438	52° 29,602' N	3° 31,088' E	535177,97	5816040,71			123,922		123,922	-29,0536		
					9,3	4,383		0	4,383			
439	52° 31,935' N	3° 31,714' E	535854,82	5820370,92			128,305		128,305	-31,9007		
					7,8	0,114		0	0,114			
440	52° 31,996' N	3° 31,728' E	535869,46	5820483,66			128,419		128,419	-31,8054		
					4,9	0,114		0	0,114			
441	52° 32,057' N	3° 31,737' E	535878,27	5820597,01			128,532		128,532	-31,337		
					1,9	0,114		0	0,114			
442	52° 32,118' N	3° 31,74' E	535881,21	5820710,67			128,646		128,646	-30,3957		
					0,4	7,534		0	7,534			
443	52° 36,182' N	3° 31,789' E	535881,18	5828244,37			136,180		136,180	-33,094	DoB border - ISS 5 - border A (500m from)	
					0,4	8,758		0	8,758			
444	52° 40,906' N	3° 31,846' E	535881,21	5837002,72			144,938		144,938	-28,252	DoB border - ISS 5 - border B (500m from)	
					0,4	2,740		0	2,740			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
445	52° 42,384' N	3° 31,864' E	535881,14	5839742,38			147,678			147,678	-29,1242	CX OOS KB0065 UK-NL10 Unknown, from Egmond (NL) to Lovesoft (UK) telecom coaxial
					0,4		4,290	0	4,290			
446	52° 44,698' N	3° 31,892' E	535881,21	5844032,36			151,968			151,968	-29,9968	
					355,9		0,084	0	0,084			
447	52° 44,743' N	3° 31,887' E	535874,52	5844116,20			152,052			152,052	-28,5353	
					355,9		0,075	0	0,075			
448	52° 44,783' N	3° 31,882' E	535868,56	5844190,91			152,127			152,127	-30,7806	
					349,7		0,057	0	0,057			
449	52° 44,813' N	3° 31,873' E	535858,02	5844246,48			152,183			152,183	-31,818	
					346,4		0,057	0	0,057			
450	52° 44,843' N	3° 31,861' E	535844,35	5844301,36			152,240			152,240	-31,6267	
					343,2		0,057	0	0,057			
451	52° 44,872' N	3° 31,847' E	535827,60	5844355,37			152,296			152,296	-31,1902	
					339,1		0,085	0	0,085			
452	52° 44,915' N	3° 31,82' E	535796,83	5844434,41			152,381			152,381	-29,9068	
					334,3		0,085	0	0,085			
453	52° 44,956' N	3° 31,787' E	535759,46	5844510,56			152,466			152,466	-28,5065	
					329,4		0,085	0	0,085			
454	52° 44,995' N	3° 31,749' E	535715,78	5844583,26			152,551			152,551	-31,4309	
					324,6		0,085	0	0,085			
455	52° 45,033' N	3° 31,705' E	535666,09	5844652,01			152,636			152,636	-30,7427	
					319,7		0,085	0	0,085			
456	52° 45,067' N	3° 31,656' E	535610,76	5844716,29			152,721			152,721	-29,7842	
					314,8		0,085	0	0,085			
457	52° 45,1' N	3° 31,603' E	535550,18	5844775,66			152,805			152,805	-29,5836	
					310,0		0,085	0	0,085			
458	52° 45,129' N	3° 31,545' E	535484,78	5844829,67			152,890			152,890	-29,4532	
					305,1		0,085	0	0,085			
459	52° 45,155' N	3° 31,483' E	535415,05	5844877,95			152,975			152,975	-29,3271	
					300,3		0,085	0	0,085			
460	52° 45,178' N	3° 31,418' E	535341,47	5844920,15			153,060			153,060	-29,5444	
					295,4		0,085	0	0,085			
461	52° 45,198' N	3° 31,35' E	535264,58	5844955,96			153,145			153,145	-29,4001	
					291,3		0,057	0	0,057			

IJVer-Alpha-RPL-A03
IJmuiden Ver Alpha RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
462	52° 45,209' N	3° 31,303' E	535211,75	5844976,16			153,201			153,201	-29,2835	
					289,7	2,527		0	2,527			
463	52° 45,669' N	3° 29,188' E	532827,00	5845811,00			155,728			155,728	-29,7046	CX OOS KB0067 UK-NL14 Cable And Wireless, from Egmond (NL) to Winterton (UK) fiberglas, telecom
					289,7	1,130		0	1,130			
464	52° 45,874' N	3° 28,242' E	531760,29	5846184,96			156,858			156,858	-29,0878	
					286,0	1,333		0	1,333			
465	52° 46,072' N	3° 27,102' E	530476,44	5846544,03			158,191			158,191	-28,2011	
					289,5	0,061		0	0,061			
466	52° 46,083' N	3° 27,052' E	530419,11	5846563,88			158,252			158,252	-28,1718	
					296,4	0,061		0	0,061			
467	52° 46,098' N	3° 27,003' E	530364,61	5846590,54			158,313			158,313	-28,2235	
					303,4	0,061		0	0,061			
468	52° 46,116' N	3° 26,958' E	530313,73	5846623,59			158,373			158,373	-28,215	
					310,3	0,061		0	0,061			
469	52° 46,137' N	3° 26,917' E	530267,24	5846662,57			158,434			158,434	-28,0016	
					317,3	0,061		0	0,061			
470	52° 46,161' N	3° 26,88' E	530225,81	5846706,89			158,495			158,495	-27,7262	
					324,2	0,061		0	0,061			
471	52° 46,187' N	3° 26,849' E	530190,05	5846755,90			158,555			158,555	-27,2916	
					331,2	0,061		0	0,061			
472	52° 46,216' N	3° 26,823' E	530160,49	5846808,88			158,616			158,616	-26,743	
					338,2	0,061		0	0,061			
473	52° 46,246' N	3° 26,803' E	530137,57	5846865,05			158,677			158,677	-28,8511	
					345,1	0,061		0	0,061			
474	52° 46,278' N	3° 26,789' E	530121,62	5846923,59			158,737			158,737	-29,4127	
					352,1	0,061		0	0,061			
475	52° 46,31' N	3° 26,782' E	530112,87	5846983,62			158,798			158,798	-28,9119	
					359,0	0,061		0	0,061			
476	52° 46,343' N	3° 26,781' E	530111,46	5847044,28			158,859			158,859	-28,1823	
					6,0	0,061		0	0,061			
477	52° 46,376' N	3° 26,786' E	530117,41	5847104,66			158,919			158,919	-27,4697	
					12,9	0,061		0	0,061			
478	52° 46,408' N	3° 26,798' E	530130,62	5847163,87			158,980			158,980	-29,239	

IJmuiden Ver

RPL A03 ALPHA

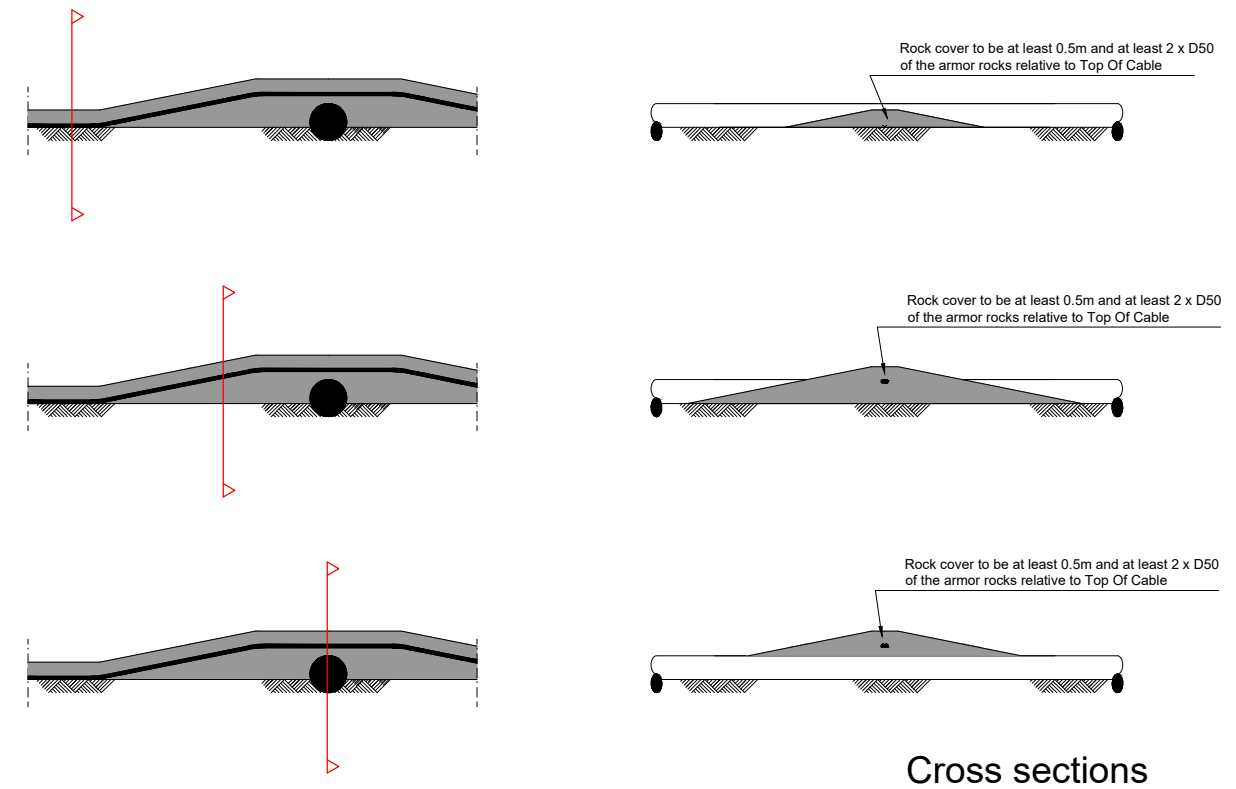
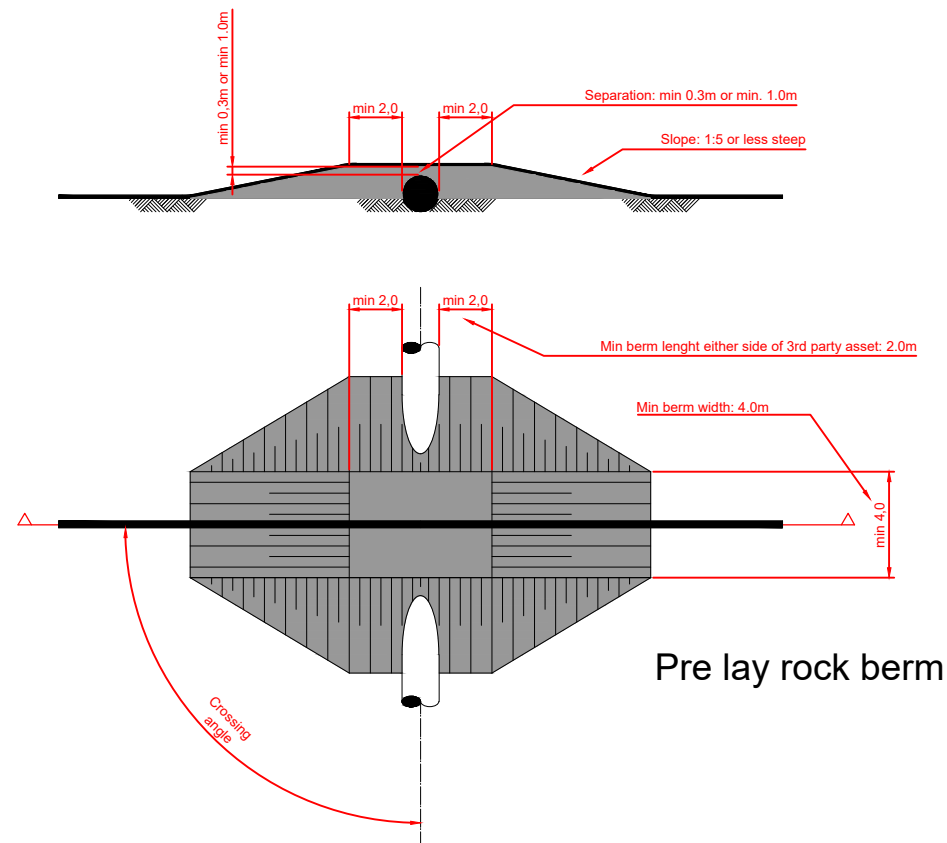


IJmuiden Ver Alpha RPLA03

- Positions
- Route

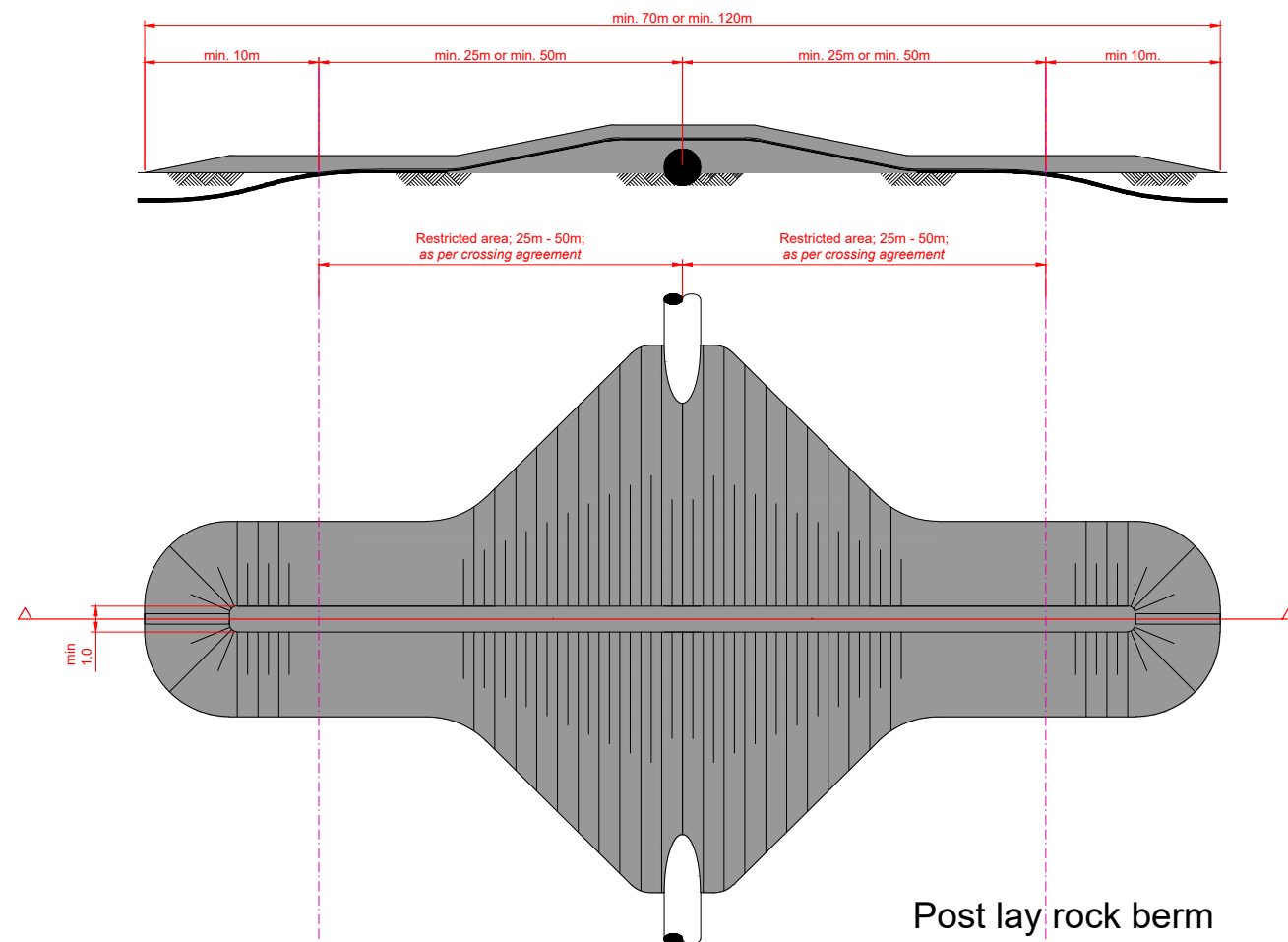


Versie	Concept	Datum	19-7-2021
Schaal	1:450.000	Formaat	A3
Kenmerk	210719_RPLA03_Alpha.mod		
<small>Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © Tennet TSO B.V.</small>			



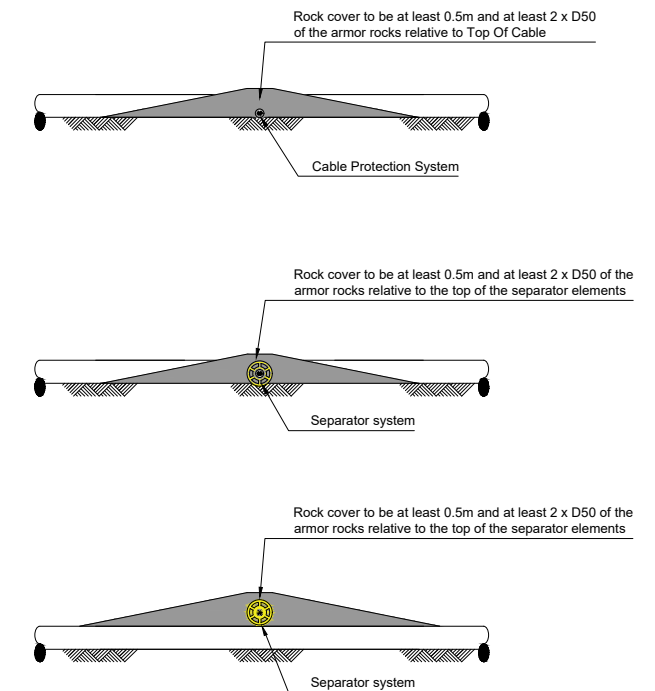
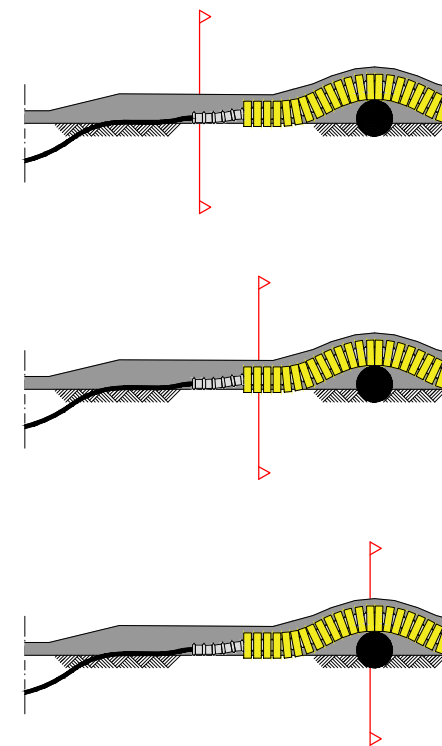
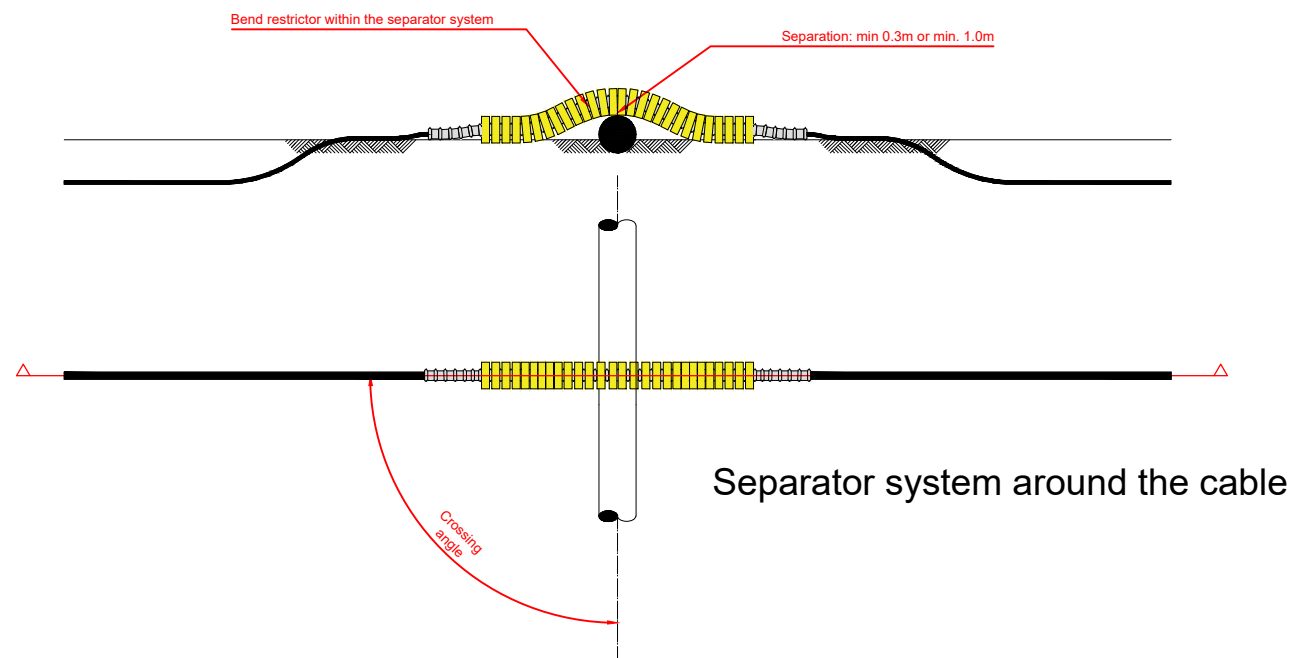
Notes:

1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. All horizontal distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
3. Min. height of pre lay rock berm is 0.3m above the asset crossed for crossings between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
4. Min. height of pre lay rock berm is 1.0m above the asset crossed for crossings between two high voltage power cables;
5. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum pre lay berm height applies as minimum height above seabed at the location of the crossing;
6. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable;
7. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
8. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D90 \leq 80\text{mm}$ shall be used.
9. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
10. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
11. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).



Crossing design A

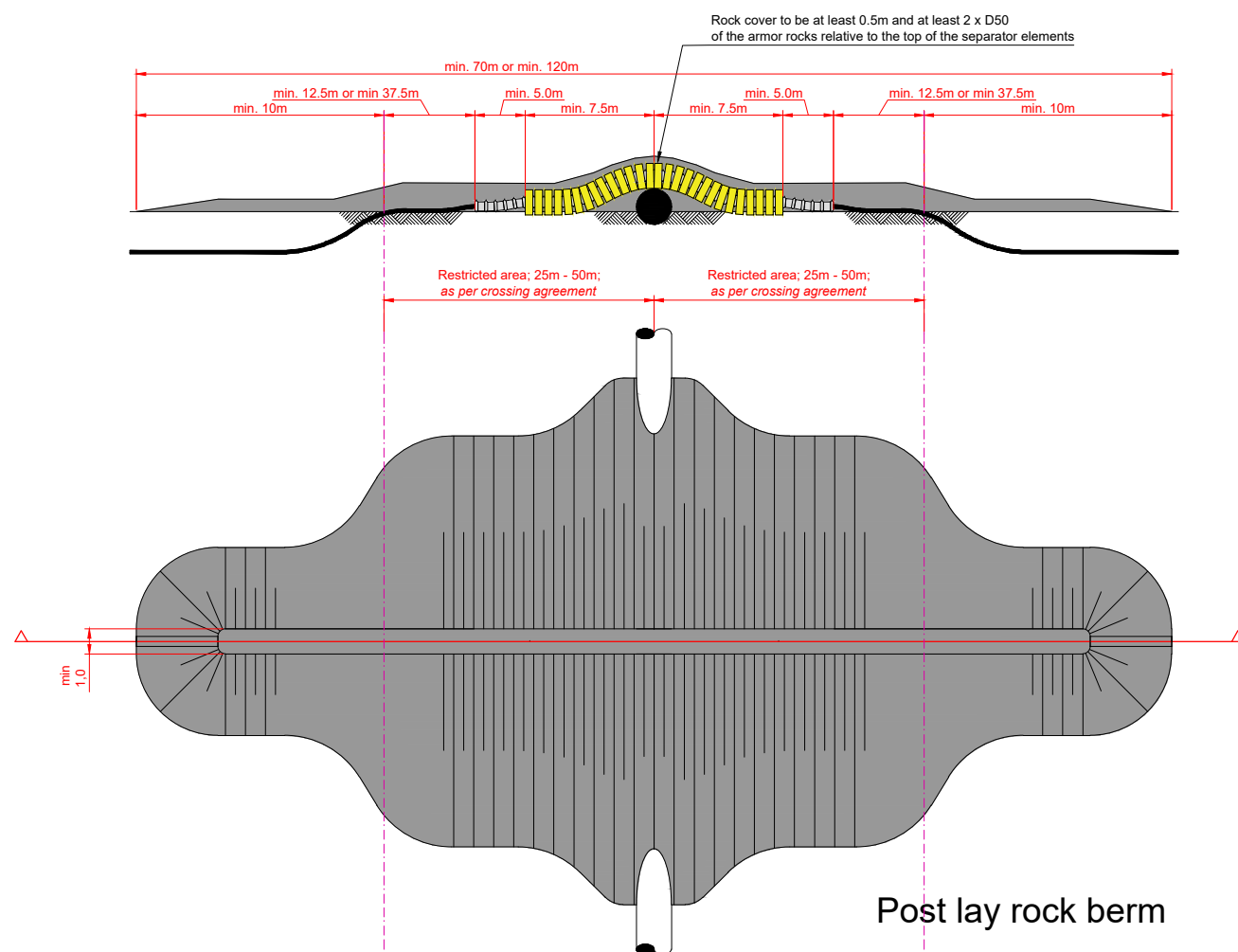
Pre lay rock placement
 Post lay rock placement
 NOT TO SCALE



Cross sections

Notes:

1. The shape of the separator elements is indicative, other shapes, as triangles and shapes which decrease the risk of hooking by fishing, are allowed as well.
2. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
3. All horizontal minimum distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
4. Min. separation is 0.3m between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
5. Min. separation is 1.0m between two high voltage power cables;
6. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum separation applies as minimum separation relative to the seabed at the location of the crossing;
7. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable and relative to the top of the separator elements;
8. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
9. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D90 \leq 80\text{mm}$ shall be used;
10. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
11. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
12. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).

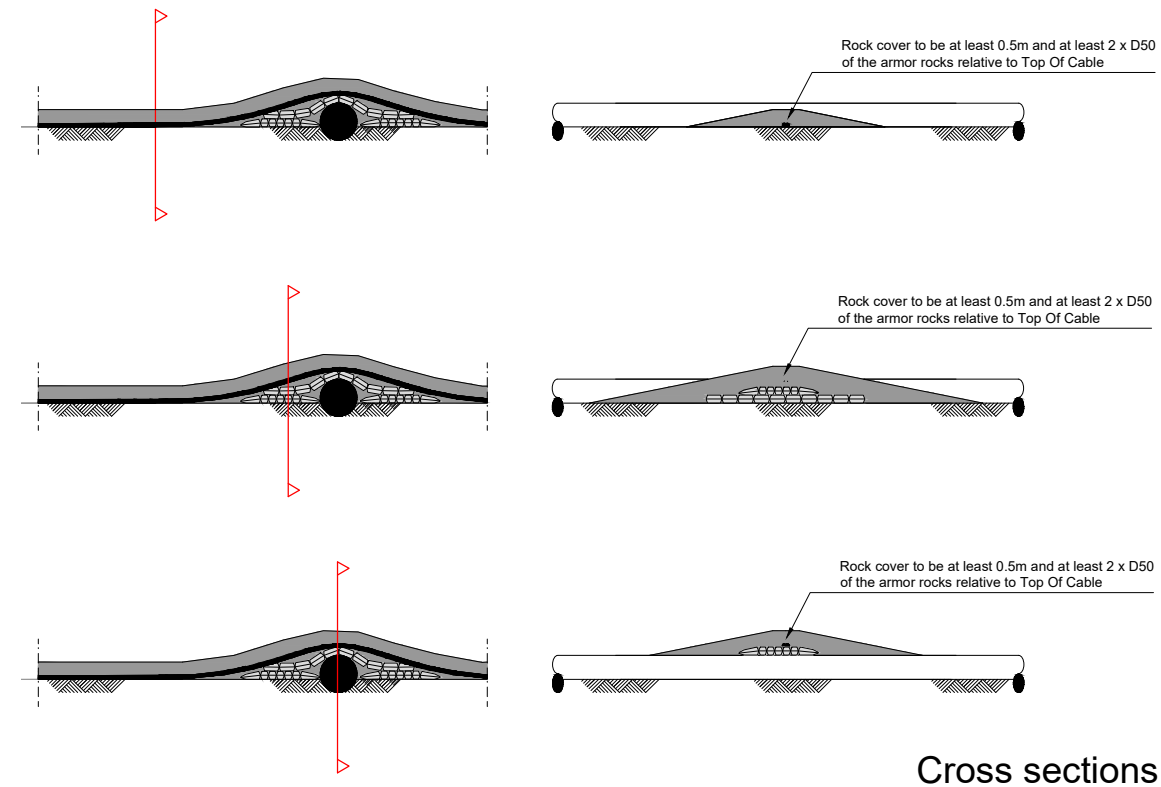
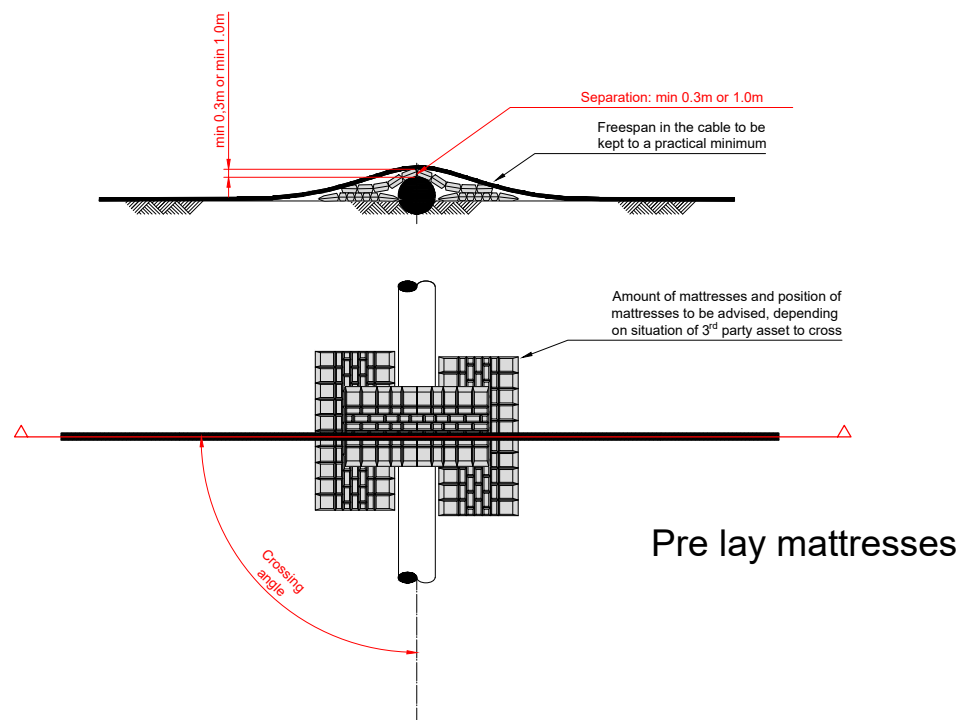


Crossing design B

Separator around the cable bundle
Post lay rock placement
NOT TO SCALE

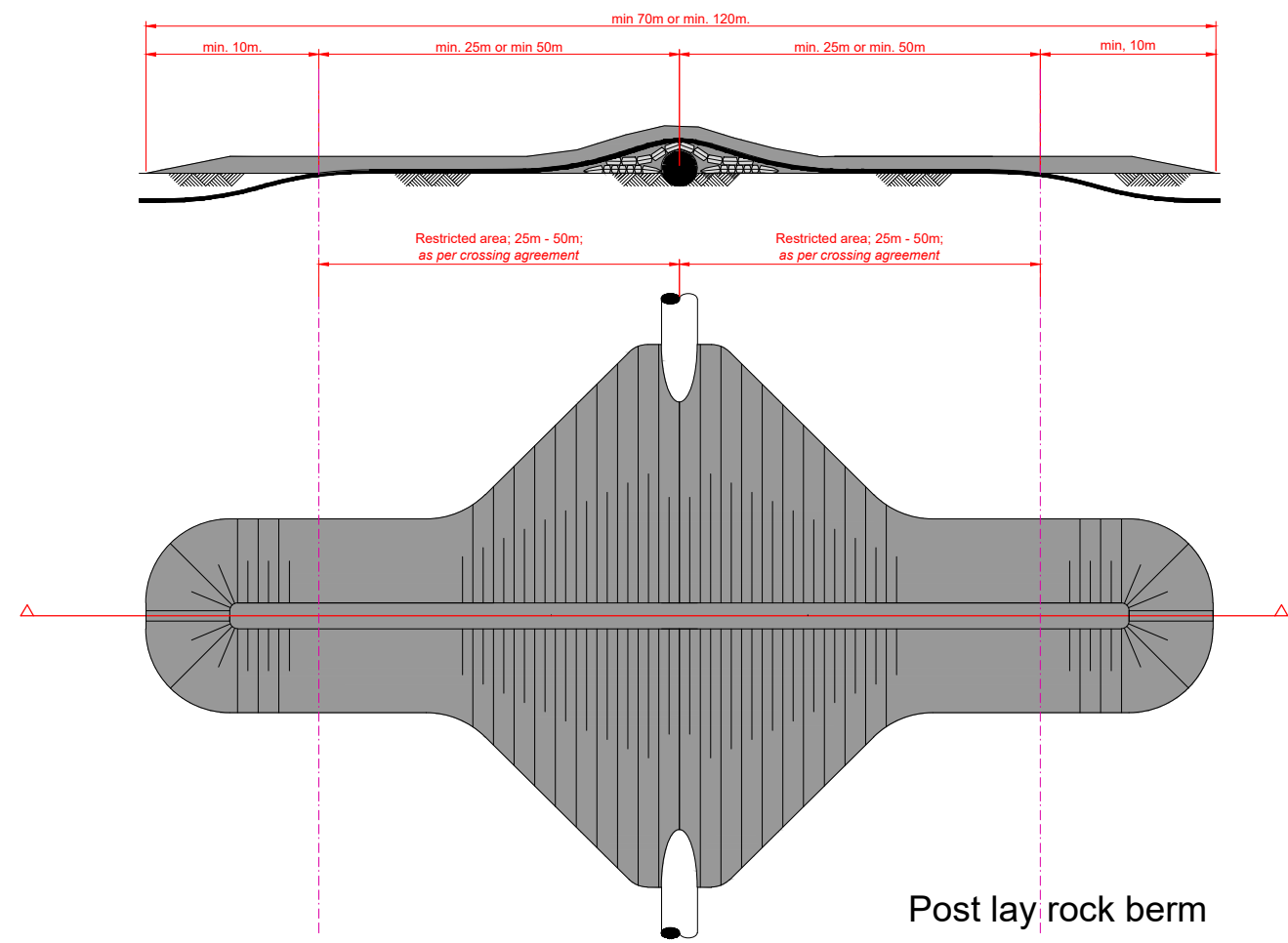
TenneT ONL

Rev 1.7
23-12-2020



Notes:

1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. All horizontal distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
4. Min. separation is 0.3m between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
5. Min. separation is 1.0m between two high voltage power cables;
6. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum separation applies as minimum separation relative to the seabed at the location of the crossing;
7. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable;
8. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
9. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D_{90} \leq 80\text{mm}$ shall be used.
10. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
11. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
12. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).



<h2>Crossing design C</h2>	
Pre lay concrete block mattress placement Post lay rock placement NOT TO SCALE	
TenneT ONL	Rev 1.7 23-12-2020