

Formulierversie  
2018.01

# Aanvraaggegevens

Ingediende aanvraag/melding

Aanvraagnummer	3877817
Aanvraagnaam	net op zee Hollandse Kust (noord en west Alpha)
Uw referentiecode	C05057.000084.0700

Ingediend op	03-09-2018
Soort procedure	Onbekend

Projectomschrijving	Het net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) zorgt voor de transport van elektriciteit vanaf de platforms die liggen in het, in de Routekaart Wind op Zee aangewezen, windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) naar het transformatorstation op land.
---------------------	--

Opmerking	Wij verzoeken u om de aanvraag bij de behandelend ambtenaar ██████████ (Dienst Zee en Delta) neer te leggen.
-----------	--

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

Kabels of leidingen aanleggen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen

# Aanvrager bedrijf

## 1 Bedrijf

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

## 2 Contactpersoon

Geslacht	
Voorletters	
Voorvoegsels	
Achternaam	
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	
Faxnummer	
E-mailadres	

# Gemachtigde bedrijf

## 1 Bedrijf

KvK-nummer	09036504
Vestigingsnummer	000017201675
Statutaire naam	ARCADIS Nederland BV
Handelsnaam	ARCADIS Nederland BV

## 2 Contactpersoon

Geslacht	
Voorletters	
Voorvoegsels	
Achternaam	
Functie	

## 3 Vestigingsadres bedrijf

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

## 4 Correspondentieadres

Postbus	264
Postcode	6800AG
Plaats	Arnhem

## 5 Contactgegevens

Telefoonnummer	
Faxnummer	
E-mailadres	

## 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

004,58228°

Breedte

52,496079°

## 3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie

Dit is een indicatie van de positie: aanlanding op het strand van beide kabelsystemen vanaf het platform Hollandse Kust (west Alpha) en het platform Hollandse Kust (noord). In de toelichting op de aanvraag (bijlage 1) wordt hier nader op ingegaan.

# 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?	01-01-2019
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	Indicatief
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2055
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	De platforms, kabels en mofputten zijn minimaal 30 jaar in gebruik en worden daarna in maximaal 2 jaar verwijderd.
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	De aanleg, exploitatie en verwijdering van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (west Alpha) naar het aanlandingspunt op het strand en van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (noord) naar het aanlandingspunt op het strand. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Het net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) zorgt voor de transport van elektriciteit vanaf de platforms die liggen in het, in de Routekaart Wind op Zee aangewezen, windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) naar het transformatorstation op land. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).

Formulierversie  
2018.01

# 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



Formulierversie  
2018.01

# 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?

Offshore Platforms Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) en vier kabelsystemen.

Plaatst u het bouwwerk in de exclusieve economische zone?

Ja  
 Nee

Formuliersversie  
2018.01

# 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?

Ja  
 Nee

Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?

01-01-2019

Geef eventueel een toelichting op de begindatum.

Indicatief

Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?

01-01-2055

Geef eventueel een toelichting op de einddatum.

De platforms, kabels en mofputten zijn minimaal 30 jaar in gebruik en worden daarna in maximaal 2 jaar verwijderd.

Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.

De aanleg, exploitatie en verwijdering van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (west Alpha) naar het aanlandingspunt op het strand en van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (noord) naar het aanlandingspunt op het strand. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).

Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?

Het net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) zorgt voor de transport van elektriciteit vanaf de platforms die liggen in het, in de Routekaart Wind op Zee aangewezen, windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) naar het transformatorstation op land. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).

Formuliersversie  
2018.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

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

## 1 Activiteiten in de waterbodem uitvoeren

Hoeveel baggerspecie wordt  
verwijderd in m<sup>3</sup>? 1

Wat is de lengte van het totaal te  
baggeren oppervlak in meter? 1

In welke eenheid wilt u de breedte  
van het totaal te baggeren  
oppervlak opgeven? Kies de  
eenheid zo, dat u de breedte als  
een geheel getal kunt opgeven.

m  
 cm

Wat is de breedte van het totaal te  
baggeren oppervlak in de door u  
opgegeven eenheid? 1

Wat is de bestemming van de  
baggerspecie?

Baggerspeciedepot  
 Hergebruik op grond van het Besluit bodemkwaliteit  
 Anders

Wat is de andere bestemming van  
de baggerspecie? Deze wordt nabij de baggerlocatie teruggelegd. Zie tevens  
bijlage 1 voor nadere toelichting.

Formulierversie  
2018.01

# 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

Formulierversie  
2018.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Kabels of leidingen aanleggen

### 1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?

Ja  
 Nee

Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?

01-01-2019

Geef eventueel een toelichting op de begindatum.

Indicatief

Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?

01-01-2055

Geef eventueel een toelichting op de einddatum.

De platforms, kabels en mofputten zijn minimaal 30 jaar in gebruik en worden daarna in maximaal 2 jaar verwijderd.

Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.

De aanleg, exploitatie en verwijdering van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (west Alpha) naar het aanlandingspunt op het strand en van twee 220 kV-kabelsystemen tussen het offshore platform Hollandse Kust (noord) naar het aanlandingspunt op het strand. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).

Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?

Het net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) zorgt voor de transport van elektriciteit vanaf de platforms die liggen in het, in de Routekaart Wind op Zee aangewezen, windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) naar het transformatorstation op land. Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in de toelichting op de aanvraag (bijlage 1).

Formulierversie  
2018.01

# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Kabels of leidingen aanleggen

### 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
Aanbiedingsbrief	20180903 ONL-TTB-05265 Aanbiedingsbrief aanvraag Waterwet offshore.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 2 Machtiging	Bijlage 2 -ONL- TTB-05255--Mach- tiging aanvragen vergunningen.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 3 Basic Design Rapport	Bijlage 3 Basic Design rapport - Standard 700 MW AC offshore substation.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 4 TIM	Bijlage 4 Typical Installation Methods.pdf	Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 5 Ovezichtskaart- en net op zee	Bijlage 5 Overzichtskaarten net op zee HKN - HKWa 20180827.pdf	Situatietekening, kaart of foto	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 6 - Jacket Structure	Bijlage 6 Standard Offshore substation Jacket Structure.pdf	Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 7 Plotplans Platform	Bijlage 7 Plotplans Offshore Platform.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
		Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee		
Bijlage 8 Kabelkruisingen	Bijlage 8 Principetekeningen kabelkruisingen.pdf	Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 9 Conformity Statement	Bijlage 9 DNVGL Conformity Statement Basic Design.pdf	Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 12 Fire and Safety Plan	Bijlage 12 Standard Offshore substation Fire and Safety plans.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 13 archeologie	Bijlage 13 Archeologisch bureauonderzoek VKA zee.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_15_-_Design_Landfall	Bijlage 15 - Design Landfall.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 16 Tekeningen MOF-locatie	Bijlage 16 Tekeningen moflocatie strand verbinding zeekabel landkabel.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 17 Watertoetsen	Bijlage 17 Watertoetsen KRM KRW en BPRW HKN en HKWa.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 18 Standard navigation aid	Bijlage 18 - Standard 700 MW AC Offshore Substation Specification for Navigation Aid.pdf	Anders Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage 14 Boorrapport HDD1	Bijlage 14 - Boorrapport HDD1.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling



Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag	Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag Waterwet offshore.pdf	Anders Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in de waterbodem uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_11a_DTS_HKN-1_RPL--A03-rev01	Bijlage 11a DTS HKN1_RPL-A03-rev01.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_11b_DTS_HKN-2_RPL--A03-rev01	Bijlage 11b DTS HKN2_RPL-A03-rev01.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_11c_DTS_HKW-a1_RPL-A04--rev01	Bijlage 11c DTS HKWa1_RPL-A04--rev01-.PDF	Gegevens kabels of leidingen aanleggen	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_11d_DTS_HKW-a2_RPL-A04--rev01	Bijlage 11d DTS HKWa2_RPL-A04--rev01-.PDF	Gegevens kabels of leidingen aanleggen	2018-09-03	In behandeling
Bijlage_10_-_Milieueffectrapportage	Bijlage 10 - Milieueffectrapportage.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling

Postbus 428, 6800 AK Arnhem  
Minister van Infrastructuur en Waterstaat  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
T.a.v. [REDACTED]  
Postbus 556  
3000 AN ROTTERDAM

DATUM 3 september 2018  
ONZE REFERENTIE ONL-TTB-05265  
BEHANDELD DOOR [REDACTED]  
TELEFOON DIRECT [REDACTED]  
E-MAIL [REDACTED]

**BETREFT** Aanvraag Waterwet vergunning offshore en aanlanding strand/kruising primaire waterkering ten behoeve van project net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)

Geachte [REDACTED]

Voor het project *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) ontvangt u bijgaand een aanvraag voor een watervergunning op grond van artikel 6.5 onder c van de Waterwet, het gebruiken van een waterstaatswerk of beschermingszone in beheer bij het Rijk. Het betreft tevens een aanvraag voor een vergunning op basis van artikel 3.2, eerste en tweede lid van de Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016.

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

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

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

- Aanvraagformulier Waterstaat of beschermingszone gebruiken (Omgevingsloket Online);
- Onderhavige brief;
- Bijlage 1: Toelichting op de aanvraag;
- Bijlage 2: Machtiging Arcadis Nederland B.V. door TenneT TSO B.V.;
- Bijlage 3: Basic Design rapport – Standard 700 MW AC offshore substation;
- Bijlage 4: Typical Installation Method (TIM);
- Bijlage 5: Overzichtskaart *net op zee* HKN & HKW Alpha;
- Bijlage 6: Situatie- en constructietekeningen jacket;
- Bijlage 7: Plotplans Offshore Platform (constructietekeningen);
- Bijlage 8: Principe ontwerpen kabelkruisingen;
- Bijlage 9: DNVGL Conformity Statement Basic Design (Certificering Offshore Platforms);
- Bijlage 10: Milieueffectrapport;
- Bijlage 11: Coördinaten offshore kabelsysteem;
- Bijlage 12: Standard Offshore substation Fire and Safety plans (Plattegrond brandbeveiliging platforms);
- Bijlage 13: Archeologisch bureauonderzoek;
- Bijlage 14: Boorplan duindoorkruising inclusief stabiliteitsberekeningen;
- Bijlage 15: Design Landfall;
- Bijlage 16: Tekeningen moflocatie strand ter verbinding zee- en landkabel;
- Bijlage 17: Watertoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM);
- Bijlage 18: Standard 700 MW AC Offshore Substation - Specification for Navigation Aid.

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



# TOELICHTING OP DE AANVRAAG

Net op zee Hollandse Kust (noord en west Alpha)

TenneT TSDO B.V.

3 SEPTEMBER 2018

## Contactpersoon



Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 1018  
5200 BA 's-Hertogenbosch  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding en achtergrond	7
1.2	Doelstellingen en nut en noodzaak net op zee	9
1.3	Hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit	9
1.4	Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag	10
1.5	Planning	12
1.6	Opbouw van het rapport	12
<b>2</b>	<b>TOELICHTING OP HET VOORNEMEN</b>	<b>13</b>
2.1	Inleiding	13
2.2	Platforms	13
2.2.1	Omschrijving activiteit	13
2.2.2	Ligging	13
2.2.3	Planning	14
2.3	Offshore kabels	14
2.3.1	Omschrijving activiteit	14
2.3.2	Route	14
2.3.3	Planning	16
2.4	Aanlanding op het strand/ duinkruising	16
2.4.1	Omschrijving activiteit	16
2.4.2	Locatie	18
2.4.3	Planning	21
2.5	Milieueffecten	21
2.5.1	Bodem en water op zee	21
2.5.2	Natuur op zee	22
2.5.3	Archeologie	23
2.5.4	Leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties	24
<b>3</b>	<b>OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN</b>	<b>25</b>
3.1	Inleiding	25
3.2	Platforms	25

3.2.1	Onderdelen	25
3.2.2	Wijze van aanleg	25
3.2.3	Onderhoud en reparatie	27
3.2.4	Verwijdering	28
3.2.5	Certificering	28
<b>3.3</b>	<b>Offshore kabels</b>	<b>28</b>
3.3.1	Onderdelen	28
3.3.2	Wijze van aanleg	28
3.3.3	Kruisingen met andere kabels en leidingen	32
3.3.4	Onderhoud en reparatie	33
3.3.5	Verwijdering	33
3.3.6	Certificering	33
<b>3.4</b>	<b>Aanlanding op het strand/ duinkruising</b>	<b>34</b>
3.4.1	Onderdelen	34
3.4.2	Wijze van aanleg	34
3.4.3	Onderhoud en reparatie	35
3.4.4	Verwijdering	35
3.4.5	Certificering	35
<b>4</b>	<b>ONDERHOUDSPLAN</b>	<b>36</b>
4.1	Inleiding	36
4.2	Doel	36
4.3	Regulier onderhoud	36
4.3.1	Platforms	36
4.3.1.1	Transformatorstation	36
4.3.1.2	Fundering	37
4.3.2	Kabels en verbindingsmoffen	37
4.3.2.1	Offshore kabels	37
4.3.2.2	Onshore kabels en moffen	38
4.4	Reparaties	38
4.5	Toegang derden tot de platforms	38
<b>5</b>	<b>VERLICHTINGSPLAN</b>	<b>39</b>
5.1	Inleiding	39
5.2	Navigatieverlichting	39
5.3	Maatregelen beperking verlichting	40
5.4	Geluidssignalen, radarreflectoren en markeringen	40
5.4.1	Geluidssignalen	40
5.4.2	Radarreflectoren	40

5.4.3	Obstakelmarkeringen tijdens bouw	41
5.4.4	Luchtvaartverlichting	41
5.4.5	Kleurstelling	41
5.4.6	Identificatiepanelen	41
<b>6</b>	<b>VEILIGHEIDS- EN CALAMITEITENPLAN</b>	<b>42</b>
6.1	Inleiding	42
6.2	Personeel tijdens bouw en operatie	42
6.2.1	Inleiding	42
6.2.2	Man overboord	43
6.2.3	Brand	43
6.2.4	(Bijna) ongeval	43
6.2.5	Acute ziekte	44
6.2.6	Onweersbuien	44
6.2.7	Opkomend slecht weer	44
6.2.8	Bommelding, gijzeling of sabotage	44
6.2.9	Noodverblijf	45
6.3	Scheepvaart en visserij	45
6.3.1	Schip op drift	45
6.3.2	Aanvaring	45
6.4	Milieu	45
6.5	Bereikbaarheidsschema	46
6.6	Strandveiligheid	46
<b>7</b>	<b>VERWIJDERINGSPLAN</b>	<b>47</b>
7.1	Inleiding	47
7.2	Te verwijderen onderdelen	47
7.3	Vorbereiding	47
7.4	Verwijdering van de platforms	48
7.5	Verwijdering erosiebescherming rondom funderingen	48
7.6	Verwijdering offshore kabels	49
7.7	Verwijdering verbindingsmoffen	49
7.8	Opleveringscontrole	49
	<b>COLOFON</b>	<b>50</b>



## Overzicht Bijlagen

Bijlage #	Titel / soort
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning offshore (onderhavig document)
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Basic Design rapport – Standard 700 MW AC offshore substation
4	Typical Installation Methods (TIM)
5	Overzichtskaart net op zee HKN & HKW Alpha
6	Situatie- en constructietekeningen Jacket
7	Plotplans Offshore Platform (constructietekeningen)
8	Principe ontwerpen kabelkruisingen
9	DNVGL Conformity Statement Basic Design (Certificering Offshore Platforms)
10	MER net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)
11	Coördinaten offshore kabelsysteem
12	Standard Offshore substation Fire and Safety plans (Plattegrond brandbeveiliging platforms)
13	Archeologisch bureauonderzoek
14	Boorplan duindoorkruising incl stabiliteitsberekeningen
15	Design Landfall
16	Tekeningen moflocatie strand verbinding zeekabel/landkabel
17	Watertoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)
18	Standard 700 MW AC Offshore Substation - Specification for Navigation Aid

# 1 INLEIDING

Voor u ligt de toelichting op de aanvraag vergunning Waterwet voor het offshore gedeelte en de aanlanding op het strand van het project net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). 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

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 extra uitstoot van onder meer CO<sub>2</sub>, dit wordt gezien als 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 2016 is ongeveer 6% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt.<sup>1</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 (49% vermindering ten opzichte van 1990). 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<sup>2</sup> uit 2013. Met het Energierapport<sup>3</sup>, de daaropvolgende Energiedialoog<sup>4</sup> en de Energieagenda<sup>5</sup> is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord Rutte II hierop voort. In het regeerakkoord Rutte III wordt binnen de Europese Unie door Nederland ingezet op 55% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030. Op 10 juli 2018 is het „Voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord“ verschenen. Hierin worden de contouren van het nieuwe klimaatakkoord geschetst voor de verdere invulling van bovengenoemde (extra) doelstellingen.

Windenergie op zee speelt in het bereiken van de doelstellingen een prominente rol. Belangrijk onderdeel van het Energieakkoord is dat 4.450 megawatt (MW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. Momenteel is circa 1.000 MW gerealiseerd<sup>6</sup>. Dit betekent dat er vanaf nu tot en met 2023 nog 3.450 MW moet worden gerealiseerd. In de zogenaamde Routekaart windenergie op zee 2023<sup>7</sup> is aangegeven dat de 3.450 MW wordt gerealiseerd in drie windenergiegebieden, te weten Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd, in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Het windenergiegebied Borssele wordt als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd. Deze windenergiegebieden zijn tevens aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en zichtbaar in Figuur 1.1.

Voor de periode na 2023 is de „Routekaart windenergie op zee 2030“ onlangs bekend gemaakt<sup>8</sup>. Het kabinet ontvouwt hierin de plannen en wijst aan waar tussen 2024 en 2030 nieuwe windparken op zee komen. In deze routekaart is onder andere windenergiegebied Hollandse Kust (west) aangewezen, waarin in totaal 1,4 GW aan windenergie wordt gerealiseerd (zie tevens Figuur 1.1). In voorbereiding op de Routekaart windenergie op zee 2030 is besloten om het platform van 700 MW dat nodig is voor de helft van het toekomstige windenergiegebied Hollandse Kust (west) toe te voegen aan het voornemen en de procedure van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Dit platform wordt Hollandse Kust (west Alpha) genoemd.

1 Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing, 21 december 2017.

2 Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202.

3 Energierapport "Transitie naar duurzaam", 18 januari 2016, kamerstuk 31510, nr. 50.

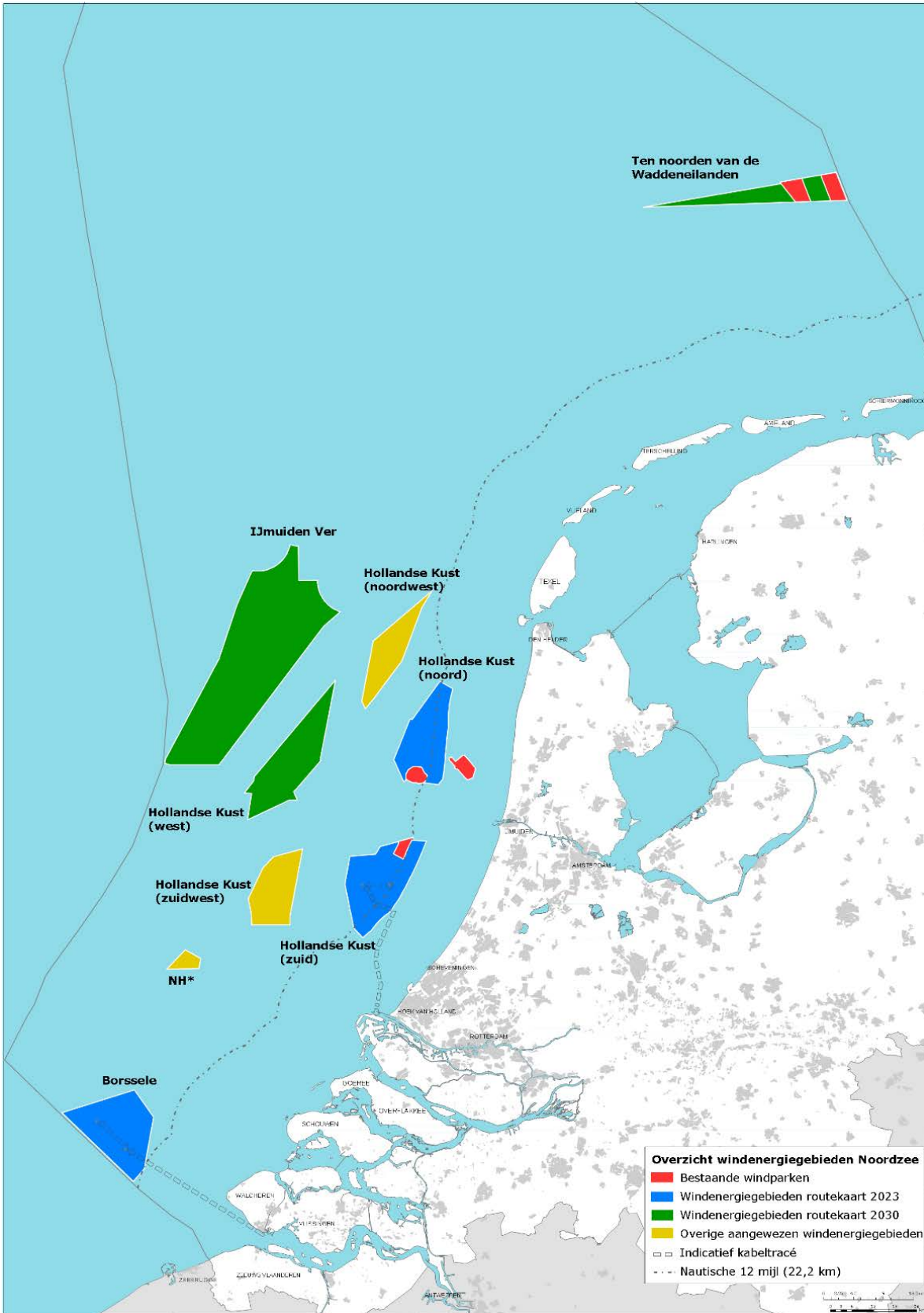
4 Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016.

5 Energieagenda "Naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening", 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64.

6 Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen, 02 maart 2018.

7 Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken, Routekaart voor windenergie op zee, brief d.d. 26 september 2014, kamerstuk 33561, nr. A/11.

8 Rijksoverheid, Kabinet maakt plannen bekend voor windparken op zee 2024-2030, Nieuwsbericht 27-03-2018.



Figuur 1.1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel). \*NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder. Bron Ministerie EZK.

TenneT TSO B.V. (hierna TenneT) is door de toenmalige Minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee en heeft onder de Elektriciteitswet 1998 de wettelijke taak het net op zee te beheren. Dit zijn de verbindingen voor het transport van elektriciteit, die wordt opgewekt in de toekomstige windenergiegebieden, naar het hoogspanningsnet op land. TenneT is daarbij onder meer verantwoordelijk voor het voorbereiden van planologische besluiten en het verwerven van benodigde vergunningen.

Voor de realisatie van windenergie in de aangewezen gebieden zijn de volgende onderdelen van belang:

1. Kavelbesluit(en): aanwijzen van kavels voor elk windpark binnen de windenergiegebieden. Hierin wordt opgenomen waar en onder welke voorwaarden een windpark mag worden gebouwd en geëxploiteerd. Het kavelbesluit is een besluit van de ministers van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).
2. Net op zee: het vastleggen van de netaansluiting van de windenergiegebieden op het hoogspanningsnet op land.

Voor het onder het eerste punt genoemde kavelbesluit wordt voor de windenergiegebieden een aparte procedure doorlopen onder verantwoordelijkheid van het ministerie van EZK<sup>9</sup>. Onderhavige aanvraag maakt deel uit van het tweede onderdeel, het net op zee van de netaansluiting voor Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha).

## 1.2 Doelstellingen en nut en noodzaak net op zee

Het doel van het project *net op zee* is het tijdig realiseren van een wisselstroomaansluiting voor de aansluiting van twee keer 700 MW van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het noordelijk deel van Hollandse Kust (west) op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet. De aansluiting Hollandse Kust (noord) is nodig om aan de doelstellingen uit het Energieakkoord voor duurzame groei, de Routekaart windenergie op zee 2023, de EU-richtlijn 2009/28/EG en de 55% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 (conform het regeerakkoord Rutte III) te voldoen. De aansluiting van het platform Hollandse Kust (west Alpha) zal vallen onder het nog vast te stellen tweede Energieakkoord en is aangewezen in de Routekaart windenergie op zee 2030. De aansluiting is tevens nodig om aan 55% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 (conform het regeerakkoord Rutte III) te voldoen.

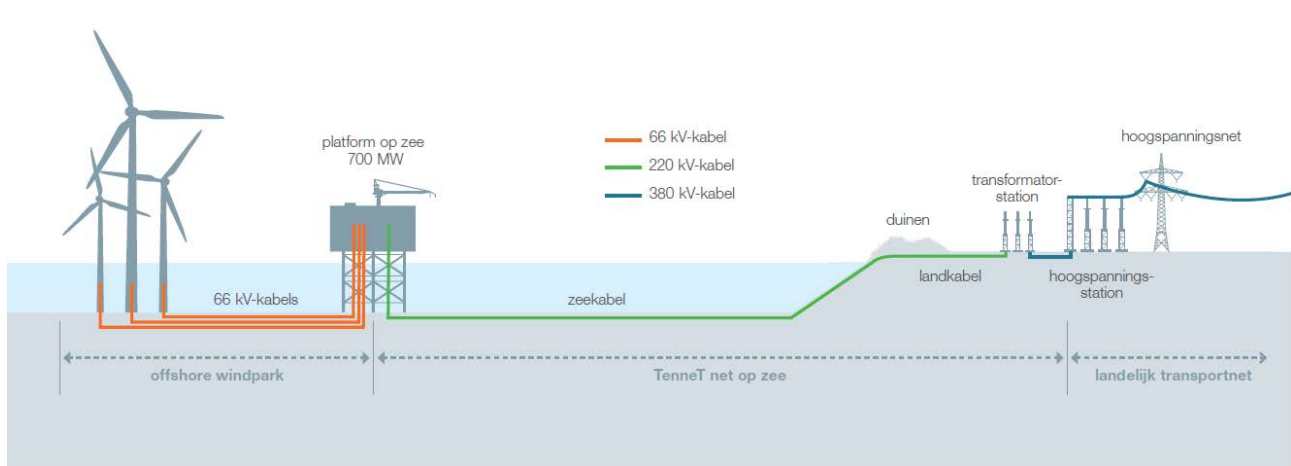
Het net op zee levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. Een gecoördineerde aansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. De gekozen aanpak is beter dan het realiseren van individuele aansluitingen. Door de investeringen in infrastructuur op zee bij TenneT te bundelen ontstaan synergievoordelen, zoals voordelige financiering, inkoopvoordeel, standaardisatievoordeel en voordeel door kennisontwikkeling.

Op basis van paragraaf 1.1 en 1.2 kan worden gesteld dat het transporteren van hernieuwbare energie door middel van onderhavig project plaats vindt in het belang van het beperken van klimaatverandering en het vergroten van de energievoorzieningszekerheid. Zoals in deze paragrafen aangegeven zijn daarmee de belangen van openbare veiligheid, volksgezondheid en economie gediend, daarmee tevens dwingende redenen van groot publiek belang.

## 1.3 Hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit

De windturbines in de aangewezen windenergiegebieden worden direct aangesloten op een platform. De platforms liggen in de windenergiegebieden Hollandse Kust (noord) en het noordelijk deel van Hollandse Kust (west). Het platform wordt met vier 220 kilovolt (kV)-wisselstroomkabels aangesloten op een transformatorstation op land dat vervolgens de stroom transformeert van 220 kV-wisselstroom naar 380 kV-wisselstroom. Dit is nodig omdat het landelijk hoogspanningsnet op 380 kV wordt bedreven. In Figuur 1.2 zijn de onderdelen die nodig zijn voor de aansluiting van een windpark op zee schematisch weergegeven. In de Typical Installations Methods (TIM, Bijlage 4) zijn de installatiemethoden in meer detail beschreven.

<sup>9</sup> De ontwerpbesluiten voor het project Wind op zee - Kavel V Hollandse Kust (noord) hebben van 15 juni tot en met 26 juli 2018 ter inzage gelegen. Het definitieve kavelbesluit wordt eind 2018 verwacht.



Figuur 1.2 Schematische weergave van de aansluiting van windparken op zee.

Het *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

1. Een offshore platform voor de aansluiting van de windturbines en het transformeren van 66 kV naar 220 kV in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en een offshore platform in windenergiegebied Hollandse Kust (west Alpha).
2.
  1. Vier 220 kV-kabelsystemen op zee (offshore) waarvan twee tussen het platform van Hollandse Kust (west Alpha) naar land én twee 220 kV-kabelsystemen op zee (offshore) tussen het platform van Hollandse Kust (noord) naar land.
  2. De vier systemen worden vanaf het platform Hollandse Kust (noord) gebundeld.
3. Vier ondergrondse 220 kV-kabelsystemen op land (onshore) voor het verdere transport naar een 220/380 kV-transformatorstation.
4. Realisatie van een nieuw transformatorstation op land voor het transformeren van 220 kV-wisselstroom naar 380 kV-wisselstroom en 220 kV-compensatie.
5. Maximaal vier 380 kV-kabelsystemen op land om de opgewekte stroom bij het bestaande 380 kV-station Beverwijk aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet, eventueel met bijbehorende installaties zoals blindlastcompensatiespoelen.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het offshore platform van TenneT maken geen onderdeel uit van het project *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) en worden daarom niet behandeld in deze aanvraag.

## 1.4 Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag

Onderhavige aanvraag heeft betrekking op een deel van het tracé van het Voorkeursalternatief (VKA) dat in zijn totaliteit loopt vanaf het zoekgebied van het offshore platform Hollandse Kust (west Alpha)<sup>10</sup> via het offshore platform Hollandse Kust (noord) naar de aanlanding op het strand (zie Figuur 1.3). Ook heeft onderhavige aanvraag betrekking op de kruising van de duinen (primaire waterkering) nabij het strand. Vanaf hier wordt gerefereerd naar „de activiteit“, „het initiatief“ of „het project“

<sup>10</sup> Het platform in het noordelijk deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) heet platform Alpha. Het platform in het zuidelijke deel heet platform Beta. Het voorkeursalternatief omvat uitsluitend platform Alpha.



Het onderhavige document is een bijlage die hoort bij de formulieren uit het Omgevingsloket (OLO) voor de volgende onderdelen van het aanvraagformulier „Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken“:

- Kabels of leidingen aanleggen.
- Bouwen, graven, aanleggen en andere activiteiten in een oppervlaktewaterlichaam (waaronder uiterwaarden) uitvoeren.
- Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren.

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

## **1.5 Planning**

In hoofdstuk 2 wordt per activiteit een indicatie van de planning gegeven. De uitvoering van de werkzaamheden voor het project is globaal voorzien tussen 2019 en 2024.

## **1.6 Opbouw van het rapport**

In hoofdstuk 2 is aangegeven welke handelingen er plaats vinden en 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 drie onderdelen van het project: de offshore TenneT platforms (hierna kortweg „platform/platforms” genoemd), de offshore kabels en de aanlanding op het strand/duinkruising.

### 2.2 Platforms

#### 2.2.1 Omschrijving activiteit

Er wordt vergunning aangevraagd (in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet) voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van een platform in het midden van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en een platform (Alpha) in een zoekgebied in het noordelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west). In Figuur 1.3 in het vorige hoofdstuk is de locatie van het platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied Hollandse Kust (west Alpha) weergegeven op kaart. Het doel van de twee platforms is het bundelen van transportsystemen voor de elektriciteit die door de windturbines wordt opgewekt en de opgewekte elektriciteit te transformeren van 66kV naar 220kV. De windturbines in de windenergiegebieden Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) worden aangesloten op de platforms via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het transmissiesysteem van TenneT en tevens niet van onderhavige aanvraag.

#### 2.2.2 Ligging

Beide platforms zijn vrijwel identiek in functie, ontwerp en uitvoering, behoudens kleine verschillen als gevolg van bijvoorbeeld een andere waterdiepte ter plaatse. Bij het bepalen van de ligging is informatie van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), Rijkswaterstaat Zee en Delta en toekomstige windparkontwikkelaars meegenomen.

De belangrijkste randvoorwaarden die een rol hebben gespeeld bij het bepalen van de ligging van (het zoekgebied van) het platform zijn als volgt:

- Toegankelijkheid van de platforms voor schepen, gebaseerd op een scenario waarbij windturbines van 10MW in de kavels worden geplaatst.
- Ruimte voor aanleg en onderhoud. Obstakelvrije (geen bodem gerelateerde activiteiten) zone van 500 meter rondom de platforms.
- Lengte van parkbekabeling zo kort mogelijk houden.

Bovenstaande randvoorwaarden hebben geleid tot de in Figuur 1.3 aangeduide ligging van het platform in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied van het platform Alpha in windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het platform van Hollandse Kust (noord) bevindt zich op circa 22,2 km (12 nautische mijl) van de kust en de rand van het zoekgebied van het platform Hollandse Kust (west Alpha) ligt op circa 55 km van de kust. De waterdiepte ter plekke van het platform van Hollandse Kust (noord) is circa 24 meter en ter plekke van het zoekgebied van het platform Hollandse Kust (west Alpha) circa 25 meter.

De coördinaten (in *ETRS 1989 UTM Zone 31N*) van het middelpunt van het platform Hollandse Kust (noord) zijn: E: 587410,1 m, N: 5839436,2 m.

De coördinaten van het platform Hollandse Kust (west Alpha) zijn nog niet bekend. Er wordt vergunning aangevraagd voor het plaatsen van een platform in het op kaart aangegeven zoekgebied (zie figuur 2.1). De exacte coördinaten van het platform Hollandse Kust (west Alpha) worden op een nader af te stemmen termijn voor start bouw ter goedkeuring voorgelegd.

Aangezien de waterdiepte ter hoogte van de platforms varieert, zit er ook kleine variatie in het ontwerp van de fundering van beide platforms. De diepte en dikte van de heipalen zijn in dit stadium nog niet bekend.



## 2.2.3 Planning

De werkzaamheden voor het opbouwen en installeren van de platforms op zee worden in minimaal twee seizoenen aangelegd. Deze werkzaamheden worden in principe buiten het stormseizoen uitgevoerd, tenzij in overleg met het bevoegd gezag anders wordt overeengekomen. De uitvoering van de werkzaamheden zijn voorzien tussen 2019 en 2024. Het platform Hollandse Kust (noord) is operationeel in 2023. Het platform Hollandse Kust (west Alpha) volgt een jaar later en is operationeel in 2024.

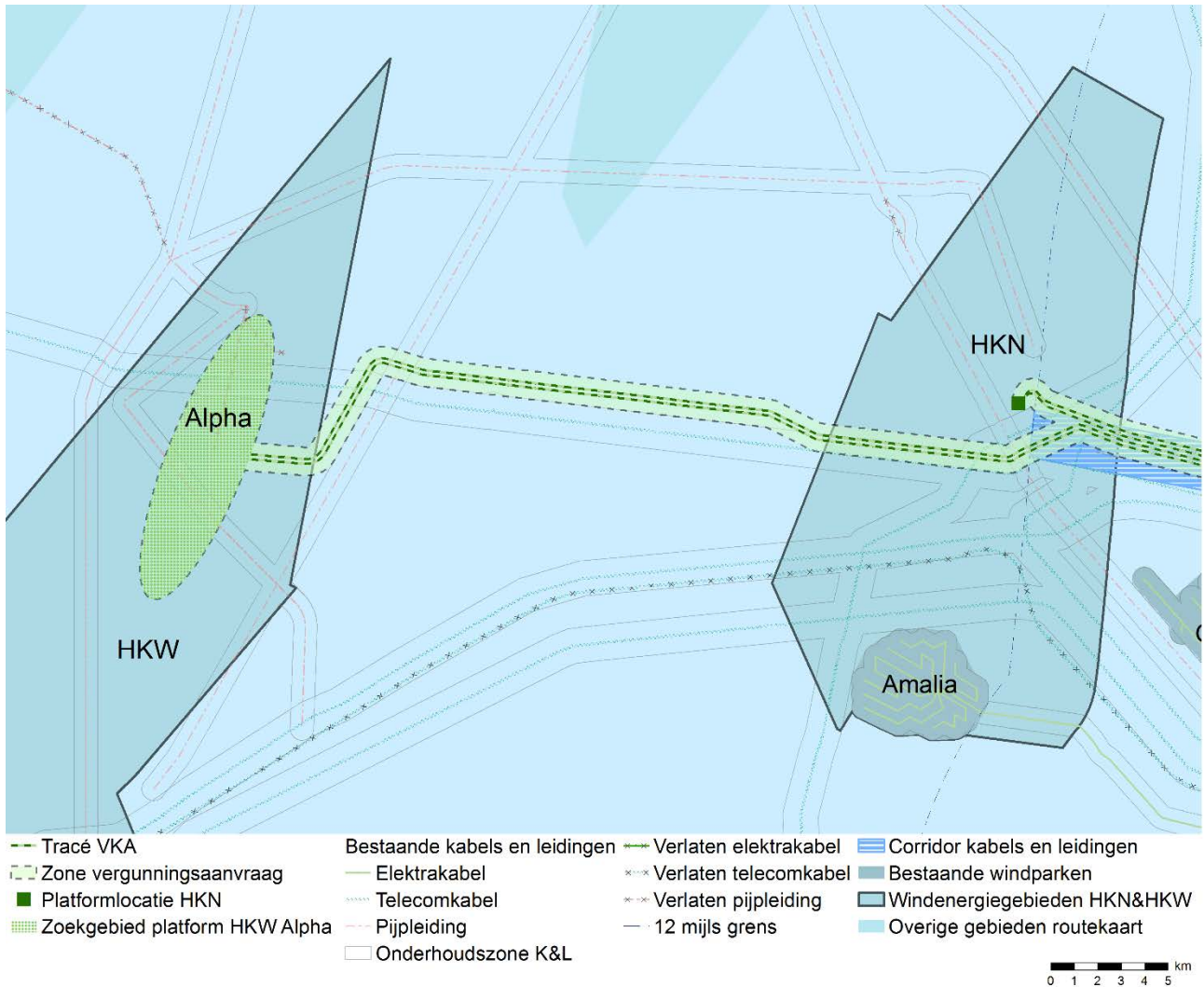
## 2.3 Offshore kabels

### 2.3.1 Omschrijving activiteit

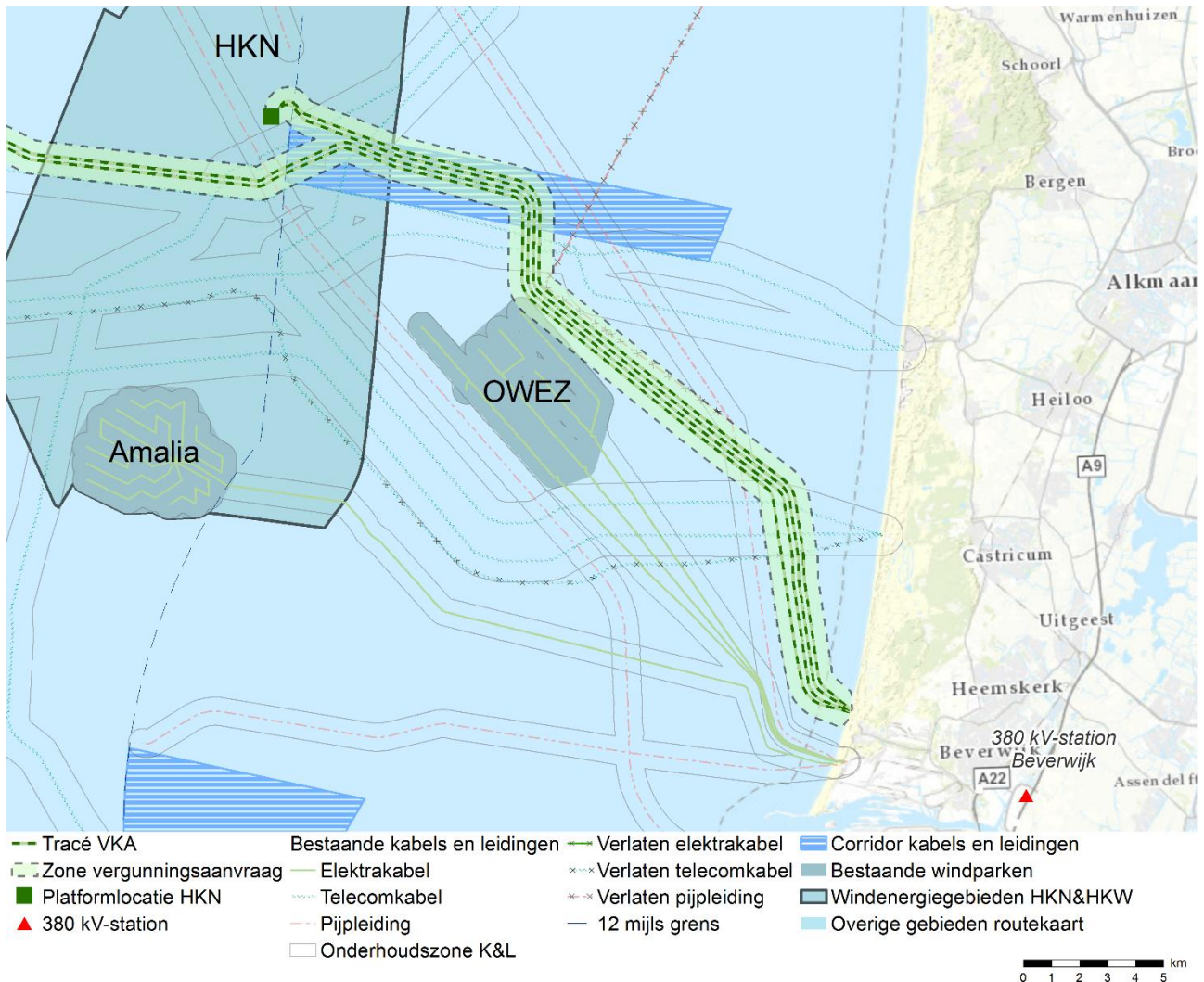
Om de platforms aan te sluiten op een transformatorstation op land zijn kabelsystemen op zee en op land nodig. In onderhavig document wordt er vergunning aangevraagd voor de gehele corridor waarin de vier 220 kV-zeekabels worden aangelegd. De breedte van deze corridor is 1.200 meter breed bij twee kabelsystemen en 1.600 meter bij vier kabelsystemen. Hierbij is rekening gehouden met de onderhoudszones van de kabels. Vergunning wordt aangevraagd (in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet) voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van de kabelsystemen. In de volgende paragrafen wordt de route en de planning van de offshore kabels toegelicht. In paragraaf 3.3 wordt nader ingegaan op de details.

### 2.3.2 Route

Het tracé van de offshore kabels loopt vanaf het zoekgebied van platform Hollandse Kust (west Alpha) naar het platform Hollandse Kust (noord) zonder hierop aan te sluiten. Het omvat twee kabelsystemen met een corridorbreedte van 1.200 meter. De twee kabelsystemen lopen richting de kabelsystemen die vanaf het platform Hollandse Kust (noord) naar de kust lopen. Waar de kabelsystemen van platform Hollandse Kust (west Alpha) de kabelsystemen van platform Hollandse Kust (noord) ontmoeten, worden deze gebundeld. De vier kabelsystemen met een totale corridorbreedte van 1.600 meter lopen verder richting de kust. Het tracé loopt na de bundeling gedeeltelijk door de corridor kabels en leidingen en buigt daarna zuidelijk af richting windpark OWEZ. Vervolgens loopt het tracé in zuidoostelijke richting naar het aanlandingspunt op het strand. Het aanlandingspunt ligt op het strand ten noorden van Wijk aan Zee in de gemeente Heemskerk. Vanaf het aanlandingspunt op het strand gaat het tracé op land met een boring vanaf het strand onder de duinen naar het parkeerterrein Meeuweweg bij het Noord-Hollands Duinreservaat (het intredepunt van de boring bevindt zich op het parkeerterrein en het uitredepunt is op het strand). In de onderstaande figuren is de route op kaart weergegeven.



*Figuur 2.1 Offshore kabelsystemen en de bijbehorende onderhoudszones (corridor waarvoor vergunning wordt aangevraagd), lopend vanaf het zoekgebied Hollandse Kust (west Alpha) tot aan windenergiegebied Hollandse Kust (noord).*



Figuur 2.2 Offshore kabelsystemen en de bijbehorende onderhoudszones (corridor waarvoor vergunning wordt aangevraagd), lopend vanaf het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) tot aan de kust.

### 2.3.3 Planning

De uitvoering van de werkzaamheden zijn voorzien tussen 2019 en 2024. De verwachting is dat eerst de kabels voor het windpark in Hollandse Kust (noord) worden aangelegd en een jaar later de kabelsystemen die lopen vanaf het platform Hollandse Kust (west Alpha) naar de aanlanding op het strand. De werkzaamheden worden in principe buiten het stormseizoen uitgevoerd, tenzij in overleg met het bevoegd gezag anders wordt overeengekomen.

## 2.4 Aanlanding op het strand/ duinkruising

### 2.4.1 Omschrijving activiteit

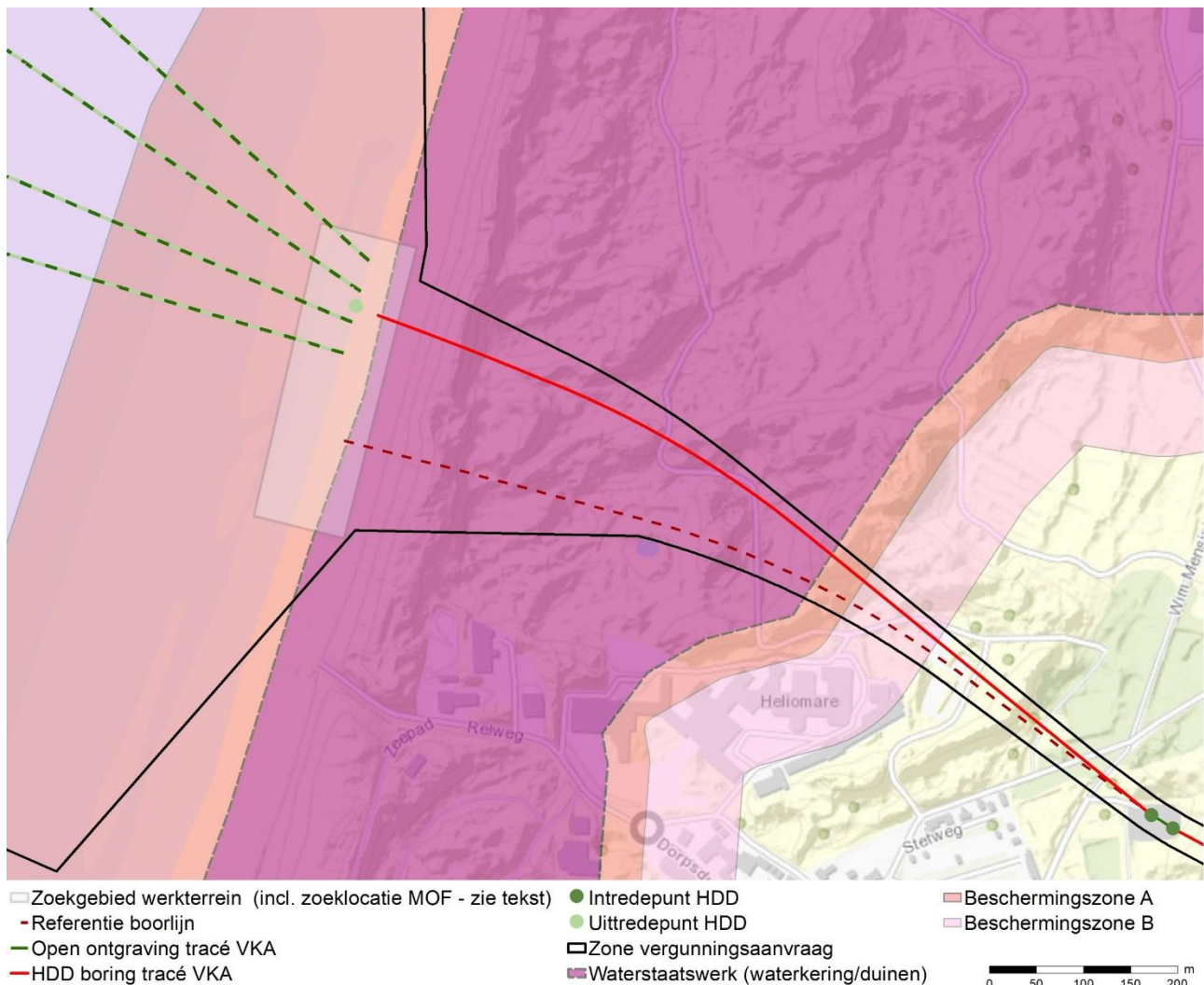
De vier offshore kabelsystemen komen op land aan op het strand van de gemeente Heemskerk. Voor de koppeling van offshore High Voltage Alternating Current (HVAC) 220 kV-zeekabels met onshore HVAC 220 kV-landkabels wordt gebruik gemaakt van verbindingsmoffen (kortweg: moffen). Het gaat hier om in totaal vier moffen, omdat er één mof nodig is per kabelsysteem. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 2.3. De moffen worden in afgegraven putten gelegd. Deze mofputten liggen onder de oppervlakte en zijn niet te zien.

De landkabels worden middels een horizontaal gestuurde boring (HDD boring: *Horizontal Direct Drilling*) onder de primaire waterkering (de duinen in het gebied Zandige Kust Zuid) door geboord. De kabels komen via een uittredepunt naar de bovengrond en worden gekoppeld met de offshore kabels middels de moffen.



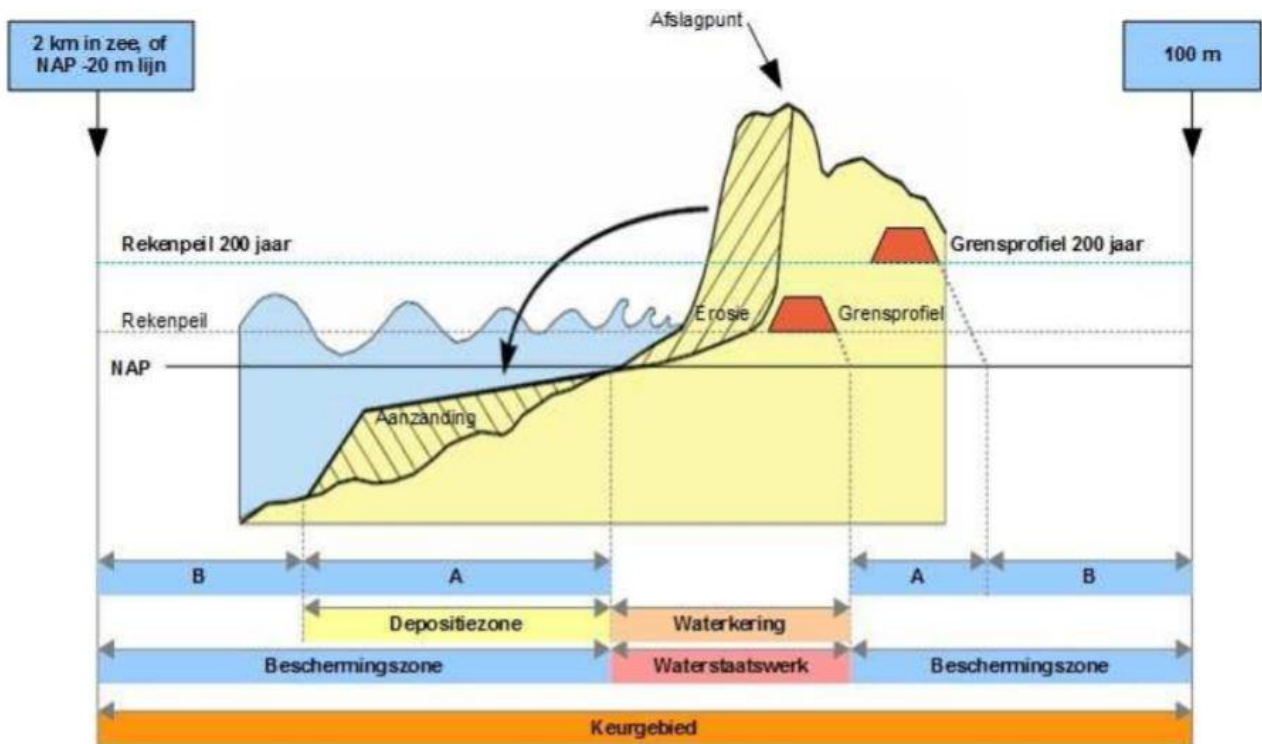
## 2.4.2 Locatie

Zoals aangegeven worden de putten ten behoeve van de moffen begraven. Deze putten worden in het strand in beschermingszone A van het keurgebied, maar buiten het waterstaatswerk van de duinen (primaire waterkering) van Zandige Kust Zuid<sup>11</sup> (zie Figuur 2.4) gegraven. De moflocatie en het uittredepunt zullen zich in de zoeklocatie bevinden zoals aangegeven in figuur 2.4. De moflocatie bevindt zich in ieder geval binnen de zone van de vergunningaanvraag en buiten het waterstaatswerk. Het waterstaatswerk (voorheen ook kernzone genoemd) is namelijk de belangrijkste zone van de waterkering. Voor de duinen is dit de zone die na een maatgevende storm moet blijven staan. De beschermingszones aan beiden kanten van het waterstaatswerk beschermen dit waterstaatswerk. De beschermingszone is verdeeld in een beschermingszone A en B. De beschermingszone A ligt direct naast het waterstaatswerk (zie Figuur 2.5). Beschermingszone B ligt verder van het waterstaatswerk af. Bij beschermingszone A, aan de binnenzijde van het duin, wordt rekening gehouden met de verwachte zeespiegelstijging over 200 jaar. De wettelijke afbakening voor de waterkering Zandige Kust Zuid is opgenomen in de legger en in de keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Omdat de moflocaties in de beschermingszone A liggen, wordt er vergunning aangevraagd op grond van artikel 3.2, eerste en tweede lid van de Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016.



Figuur 2.4 Aanlanding kabelsystemen op de kust en zoeklocatie werkterrein.

<sup>11</sup> [https://www.hhnk.nl/portaal/legger-zandige-kust\\_41259/](https://www.hhnk.nl/portaal/legger-zandige-kust_41259/)



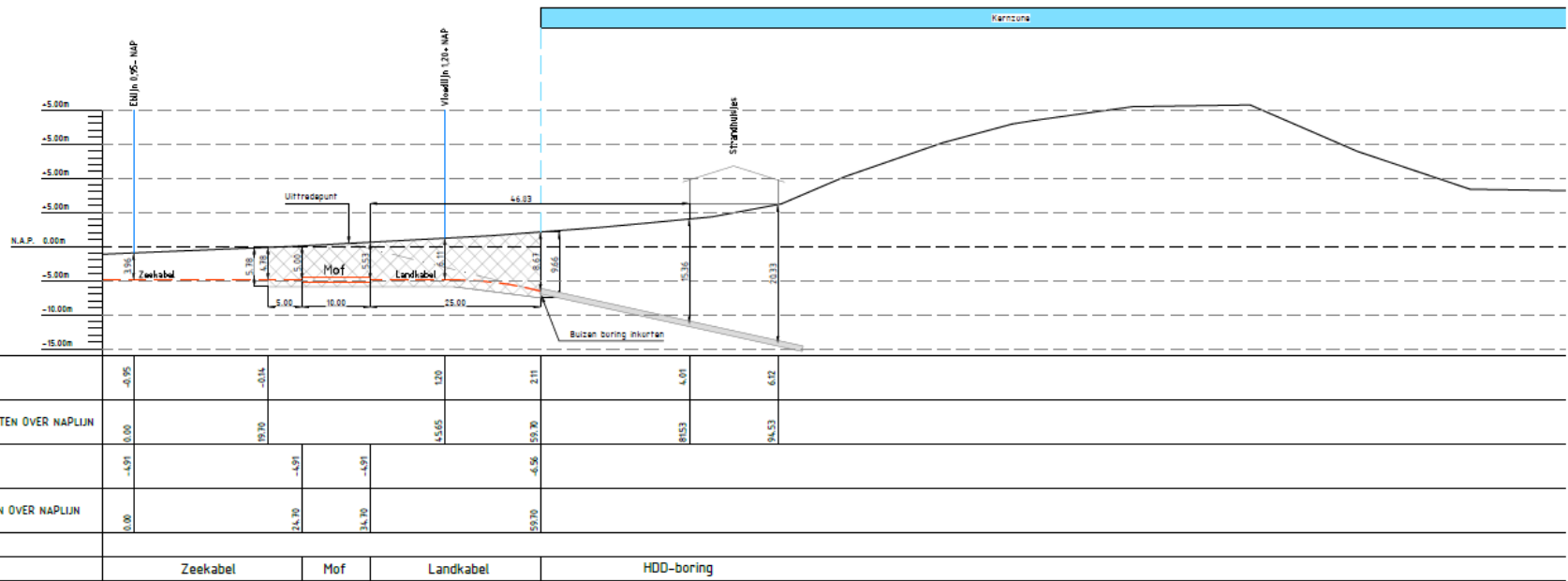
Figuur 2.5 Zonering bij primaire waterkering Zandige Kust Zuid. Bron: Keur Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016.

Jaarlijks wordt gemeten en berekend hoe de ligging van de kustlijn zich verhoudt tot de basiskustlijn (BKL). Deze metingen worden jaarlijks gedaan over de gehele kust, langs lijnen (raaien genoemd) die loodrecht op de Rijksstrandpalenlijn staan. Elke JARKUS-raai (JAarlijkseKUSmeting) is gemarkeerd met een strandpaal. In Figuur 2.6 is dwarsdoorsnede weergegeven nabij de JARKUS-raai 5125 en daarin is weergegeven hoe diep de zee- en landkabels en de mofputten komen te liggen. Daarnaast is in het dwarsprofiel de grens van de waterkering (de kernzone ofwel waterstaatswerk) aangegeven. De ligging van het waterstaatswerk komt overeen met Figuur 2.4. Vanuit TenneT geldt bij de bepaling van de locatie van de kabels en mofputten het principe „bury and forget“. Dit houdt in dat pas na de survey van het strand de begraafdiepte ten opzichte van het NAP bepaald kan worden, waarbij rekening wordt gehouden met het „niet mobiele referentie vlak“. Het „niet mobiele referentie vlak“ is de laag van de zeebodem die in de jaren niet beweegt oftewel waar geen sediment transport plaatsvindt. Om „bury en forget“ toe te passen wordt de wettelijke begraafdiepte toegepast conform het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1, namelijk minimaal 3 meter diep (zie tevens Tabel 3.2 in hoofdstuk 3).

Kortom, de moflocatie bevindt zich in alle gevallen binnen de „Zone vergunningsaanvraag“, waarbij de constructie te allen tijde buiten het waterstaatswerk wordt gerealiseerd en wordt aangelegd op drie meter diepte, gemeten vanaf het niet mobiele referentievlak.

De indicatieve afmetingen van de ruimte die benodigd is op het strand per mofputlocatie (inclusief betonnen platen onder de moffen) is circa 10 (lengte) bij 5 meter (breedte), ofwel 50 m<sup>2</sup> (zie tevens Figuur 2.3). Daaromheen is er ruimte benodigd voor de taluds en de verdere benodigde werkzaamheden. Tijdens de aanlegperiode is dit deel van het strand afgesloten. Er wordt ruimte gecreëerd voor doorgang in het geval van nood, zoals ambulancediensten, reddingsbrigade of kustwacht. De wijze waarop deze doorgang wordt geborgd wordt in een nader af te spreken termijn voor start van de activiteiten ter goedkeuring voorgelegd.

De HDD-boringen, die vanaf het land een intredepunt hebben, lopen onder de duinen door en komen nabij de mofputlocaties weer de bodem uit via een uitredepunt (zoals te zien in eerdere Figuur 2.4). Het werkterrein van het uitredepunt is circa 200 tot 225 m<sup>2</sup> groot. Doordat de zee- en landkabels in of onder de primaire waterkering doorlopen wordt ook hiervoor vergunning aangevraagd in het kader van artikel 3.2 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> lid van de Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.



Figuur 2.6 Lengteprofiel aanlanding op het strand en kruising duinen. Schaal 1:250. Deze figuur is tevens in het groot opgenomen in bijlage 16.

### 2.4.3 Planning

De uitvoering van de werkzaamheden is voorzien tussen 2019 en 2024. De werkzaamheden op het strand worden naar verwachting binnen twee jaargangen uitgevoerd, buiten de stormseizoenen. Werken in/op of rondom het strand en de zeevering in het stormseizoen (1 oktober- 15 april) is niet toegestaan, tenzij in overleg met de waterbeheerder, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en de vergunninghouder anders wordt besloten. De werkzaamheden op het strand nemen ten minste twee maanden per periode in beslag. Te zijner tijd, minimaal drie maanden voor de start van de aanlegwerkzaamheden op het strand, zal TenneT een gedetailleerd werkplan aanleveren.

## 2.5 Milieueffecten

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 (vooral tijdelijke) aanlegactiviteiten in een groot gebied plaatsvinden, verplaatsen deze activiteiten zich vanaf de platforms, via het kabeltracé naar de aanlanding op de kust, zodat de invloed daarvan overal tijdelijk en plaatselijk is. De effecten tijdens de exploitatiefase zijn permanent en beperken zich merendeels tot de directe omgeving van de platforms, het kabeltracé en de mofputten op het strand. Op basis van wet- en regelgeving is een beoordelingskader ontwikkeld waarmee de effecten van de alternatieven en - waar relevant - de aanlegmethodieken beoordeeld zijn in het MER. Het volledige MER is in bijlage 10 opgenomen. In de navolgende paragrafen worden de belangrijkste milieueffecten toegelicht op de volgende thema's: bodem en water op zee, natuur op zee, archeologie, en leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties.

### 2.5.1 Bodem en water op zee

De beleidsdocumenten die betrekking hebben op het beoordelen van de effecten op bodem en water op zee zijn de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (2005), de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012), de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 (2015), de Waterwet (2009) en het Nationaal Waterplan 2016-2021 (2015). De gehanteerde methodiek in het beoordelingskader gaat uit van de effectbeoordeling op vijf criteria die de impact op de omgeving bepalen, namelijk: vier voor kabelsystemen en één voor plaatsen van platforms. Voor het plaatsen van de platforms is de lokale verstoring en verandering van de zeebodem door fundering platform beschouwd.

De criteria die zijn gebruikt voor de beoordelingen van de tracés van de kabelsystemen zijn als volgt:

- a. De lengte van het tracé (deze wordt niet gescoord, de lengte wordt in km aangegeven).
- b. De dynamiek van de zeebodem.
- c. De aanwezigheid van slibrijke afzettingen en veen.
- d. De dynamiek van het strand en vooroever en intensiteit zandsuppleties.

Uit de beoordeling in het MER komt naar voren dat het aanbrengen van de funderingen van de platforms, met inbegrip van de bestorting van de Noordzeebodem, leidt tot een zeer kleine lokale verstoring en verandering van de zeebodem. Bij het kabeltracé tussen Hollandse Kust (west Alpha) en platform Hollandse Kust (noord) zijn er aanwijzingen voor de aanwezigheid van dynamische bodemvormen (zandgolven en megaribbels) op een groot deel van het tracé. Van de ondergrond van het tracé is nog onvoldoende informatie beschikbaar om stoorlagen, in de vorm van kleirijke afzettingen en veenlagen, te identificeren. Deze informatie wordt zo snel als mogelijk, doch uiterlijk acht weken voorafgaand aan de start van de werkzaamheden aan het bevoegd gezag geleverd.

Er zijn bij het kabeltracé tussen het platform van Hollandse Kust (noord) en de aanlanding op de kust over een lengte van 4 kilometer aanwijzingen voor de aanwezigheid van zandgolven. De Noordzeebodem bestaat overwegend uit matig grof zand, met daaronder op sommige plekken zeer grof zand. Dicht bij de kust wordt in diepere delen van enkele boringen klei aangetroffen, maar deze klei ligt waarschijnlijk onder de begraafdiepte van de kabels. In de beschikbare gegevens zijn geen stoorlagen aanwezig in het dieptebereik van de kabels. De kustlijn is relatief stabiel en de intensiteit van de zandsuppleties is laag. Ten slotte worden effecten op dit thema in deze gebieden voorkomen doordat de kruising van de duinen gebeurt via gestuurde boringen.



## 2.5.2 Natuur op zee

De effecten op het thema natuur op zee zijn klein. Voor de soortenbescherming is er sprake van tijdelijke verstoring onder- en bovenwater door de aanleg van de platforms. Er is sprake van tijdelijke verstoring van de bruinvis. Daarnaast treedt er lichte vertroebeling en sedimentatie op en er vindt een zeer klein areaal aan habitataantasting plaats. Verder zijn er kleine negatieve effecten als gevolg van elektromagnetische velden. Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 10) en de daarbij behorende bijlagen.

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van de kabels op zee zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de chemische kwaliteit van het KRW (Kaderrichtlijn Water) waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit kan er beperkte invloed zijn op de primaire productie (fytoplankton) en op trekvissen. Met betrekking tot fytoplankton en zee(trek)vissen zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Hierdoor zal er geen nadelig effect zijn op de ecologische KRW maatlat van het waterlichaam. Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 17 (Toetsing KRW).

Er is ook getoetst aan het Beheerplan Rijkswateren (BPRW) (zie bijlage 17). 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 het project geen (onaanvaardbare) gevolgen heeft voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

Ten slotte kan uit Tabel 2.1 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 17 (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
Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
Exoten	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
Populaties commerciële vis	Geen
Voedselketens	Geen
Eutrofiëring	Geen
Integriteit van de zeebodem	Geen
Hydrografische eigenschappen	Geen
Vervuilende stoffen	Geen
Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie	Geen
Zwerfvuil	Geen
Toevoer van energie	Geen

### 2.5.3 Archeologie

Voor een gedetailleerde beschrijving van de effecten wordt verwezen naar het bureauonderzoek (bijlage 13). Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat langs het beoogde kabeltracé scheeps- en vliegtuigwrakken, en (indien het pleistocene landschap intact is) in situ prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van totaal negen scheepswrakken bekend. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische pre-lay route survey uitgevoerd. De data van deze survey kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande Tabel 2.2). Mocht uit deze surveys blijken dat het kabeltracé exact over een scheepswrak of andere lokale waardevolle vondsten loopt, kan met een geringe aanpassing van het kabeltracé een effect op deze vondsten worden voorkomen.

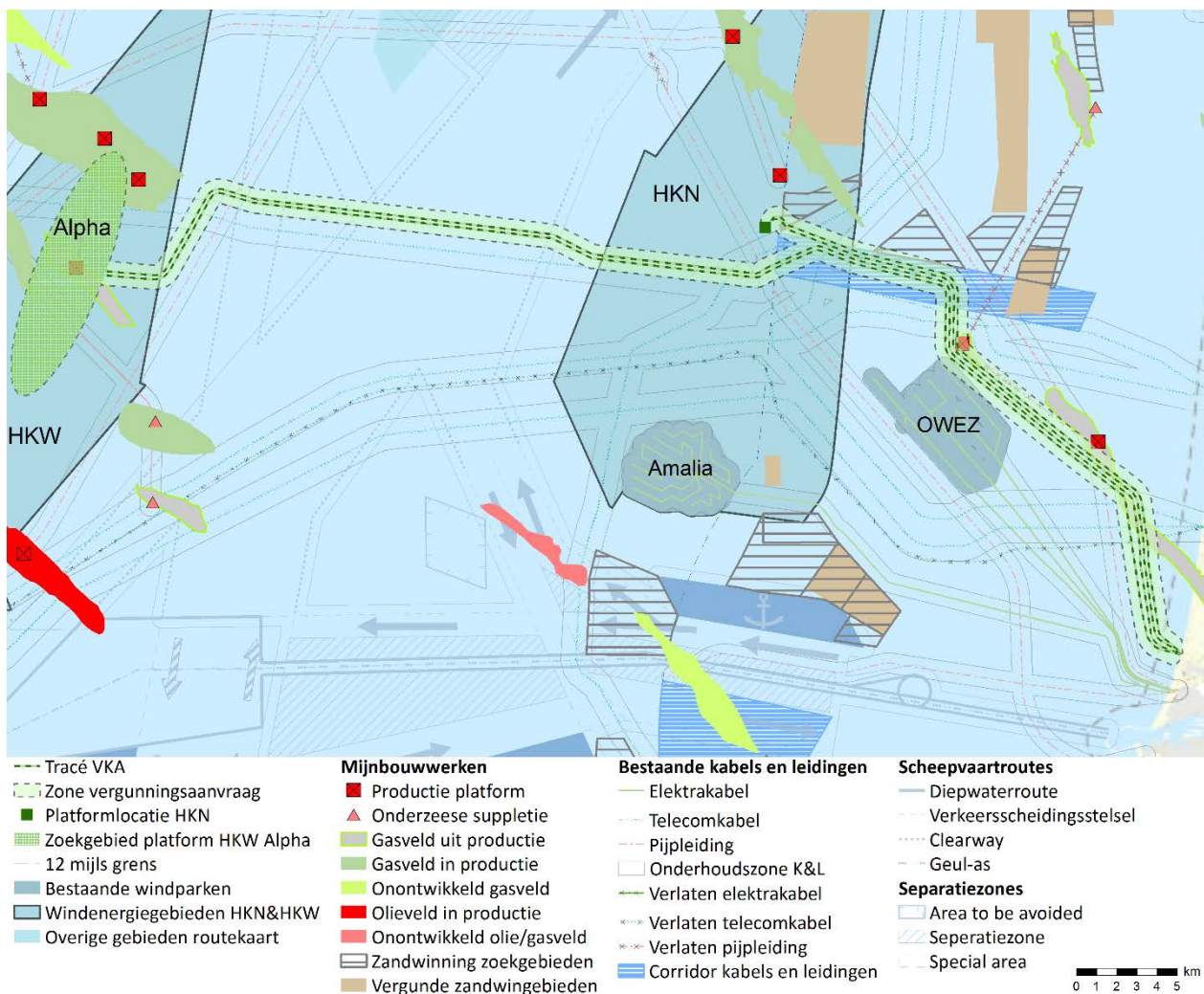
Tabel 2.2 Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

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
	Subbottom Profiler 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 boorgegevens
	Geologische Boringen	Vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	Boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	Vaststellen lithostratigrafie	Correleren met boorgegevens

## 2.5.4 Leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties

Het kabeltracé tussen Hollandse Kust (west Alpha) en het platform Hollandse Kust (noord) kruist enkele kabels en pijpleidingen (dit wordt verder toegelicht in paragraaf 3.3.3). De effecten hierop kunnen worden gemitigeerd door middel van voorzieningen ter plaatse van de kruising. Er moeten afspraken worden gemaakt met de eigenaar van deze kabels en leidingen met betrekking tot het gebruik en beheer ervan, waar dat van invloed kan zijn van de een op de ander. Daarnaast loopt het tracé tussen het platform Hollandse Kust (noord) en de aanlanding op het strand door twee verlaten gasvelden Q08-A en Q08-B, waardoor er tijdens de aanleg rekening moet worden gehouden met een mogelijk veranderde bodemstructuur. Het tracé kruist enkele scheepvaartroutes maar hierop is alleen tijdelijke en lichte hinder tijdens de aanleg-, onderhouds- en verwijderingsfase van de kabels. Ten slotte loopt het tracé en de bijbehorende onderhoudszone niet door vergund zandwingebied en zoekgebieden voor zandwinning. Het tracé loopt wel door potentiële zandwinvoorraad, omdat het enkele kilometers tussen de 12-nautische mijlsgrens en de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn loopt. Het tracé sluit wel aan bij bestaande kabels- en leidingen en hun onderhoudszones. Door deze bestaande kabels- en leidingen is er in de huidige situatie sprake versnippering en daardoor voegt het tracéalternatief een beperkt effect toe op de potentiële zandwinvoorraad in dat gebied. Het tracéalternatief ligt daarnaast in schelpenwinningsgebied, maar het vormt geen belemmering aangezien er genoeg overige ruimte is op de Noordzee voor de schelpenwinning. Er treedt een lichte verandering op van het beschikbare areaal voor schelpenwinning die ten opzichte van het beschikbare oppervlak verwaarloosbaar is.

In Figuur 2.7 is het tracé te zien inclusief de bovengenoemde deelaspecten.



Figuur 2.7 Het offshore tracé en de deelaspecten van het thema Leefomgeving, ruimtegebruik en gebruiksfuncties.

## 3 OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN

### 3.1 Inleiding

Het voornemen bestaat zoals beschreven uit twee offshore platforms, een offshore kabeltracé en de aanlanding op het strand/kruising van de duinen. In de volgende paragrafen wordt het oprichtings- en constructieplan per onderdeel behandeld.

### 3.2 Platforms

#### 3.2.1 Onderdelen

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

- De stalen draagconstructie, ofwel het jacket.
- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.

De stalen draagconstructie heeft een lengte van 35 meter, een breedte van 30 meter en een hoogte van 50 meter. Het gewicht van de stalen draagconstructie bedraagt 2.000 ton. De topside heeft een lengte van 50 meter, een breedte van 25 meter, een hoogte van 30 meter en een gewicht van 4.000 à 4.500 ton.

Een specificatie van de maten en het gewicht van beide onderdelen is in Tabel 3.1 hieronder weergegeven.

Tabel 3.1 Specificatie platforms

	Jacket	Topside
Lengte (m)	35	50
Breedte (m)	30	25
Hoogte (m)	50	30
Gewicht (ton)	2.000	4.000-4.500

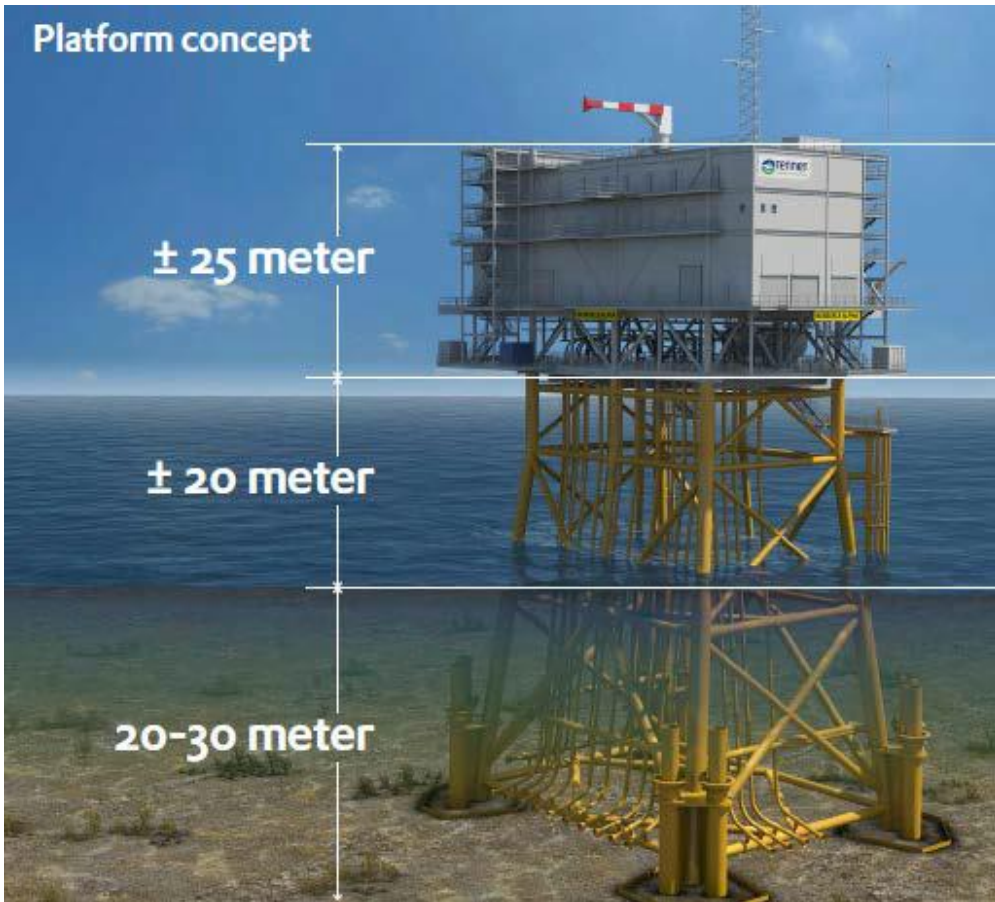
In bijlage 6 en bijlage 7 zijn de situatie- en constructietekeningen te vinden.

#### 3.2.2 Wijze van aanleg

##### Jacket

Het platform wordt op het funderingstype gezet dat jacket wordt genoemd (zie Figuur 3.1). 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 in kunnen worden geheid. De palen dienen van de ponton te worden getild en in de geleidingsframes te worden geplaatst (zie ook Figuur 3.2). Daarna kunnen met een opzetstuk en een heihamer de heipalen de zeebodem in worden geheid tot op de juiste diepte.

Vervolgens wordt het jacket horizontaal uitgelijnd. De heipalen worden in zogeheten skirt sleeves gehezen, geheid en later gegroot met behulp van een Remote Operating Vehicles (ROV). De installatie van de funderingen voor het platform duurt ongeveer een week. Rond het platform wordt 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. Er zal kathodische bescherming worden aangebracht, waarschijnlijk aluminium kathodes, in ieder geval geen zink.



Figuur 3.1 Standaard 700 MW AC offshore platform. De gele constructie is de jacket fundering.



Figuur 3.2 Impressie plaatsing funderingen op locatie.

#### Geluid beperkende maatregelen heiwerkzaamheden jacket

Maatregelen worden genomen om geluidsbelasting door de heiwerkzaamheden zoveel mogelijk te beperken, zodat de effecten op zeezoogdieren zoveel mogelijk worden gemitigeerd. Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD (acoustic deterrent device) gebruikt om de organismen te verjagen. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de duur van de heiwerkzaamheden en wordt uitgezet na 4 uur van inactiviteit van heien.

De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

In de Passende Beoordeling worden de effecten van het heien en verankeren op de flora en fauna beschreven. De Passende Beoordeling is opgenomen in een bijlage van het MER (zie bijlage 10).

Nadat het jacket is geïnstalleerd worden de kabels ingetrokken op het cable deck en kan daarna de topside er bovenop worden geplaatst.

#### Topside

De topside wordt in de werf gebouwd en alle onderdelen (transformatoren, de schakelapparatuur en de beveiligingsapparatuur) zijn dus geïnstalleerd. De eerste commissioning, de onshore commissioning, vindt eveneens plaats in de werf. Wanneer de topside gereed is, wordt deze in zijn geheel naar de locatie op zee vervoerd. Evenals bij het jacket is de topside voorzien van hijsogen. Deze worden gebruikt als de topside op het al geplaatste jacket wordt gehesen (zie Figuur 3.3). Indien dit is gebeurd wordt de topside vastgemaakt op het jacket met behulp van bouten, de zogenaamde hook-up. Ook hier wordt na afloop een inspectie uitgevoerd of de topside goed is geïnstalleerd. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week. Het is de bedoeling dat zeewater de bovenbouw niet kan bereiken. Daarom wordt de bovenbouw op ongeveer 15 meter boven HAT (Highest Astronomical Tide) niveau geplaatst. Bij het bepalen van de hoogte van de topside is daarnaast ook rekening gehouden met de 50- en 100-jarige golf.



*Figuur 3.3 Impressie plaatsing topside op jacket.*

Voor een meer gedetailleerdere omschrijving van de offshore platforms en de aanlegmethode wordt verwezen naar bijlage 4 (de Typical Installation Methods). Voor constructietekeningen van de jacket wordt verwezen naar bijlage 6. Voor constructietekeningen (plot plans) van de het offshore platform wordt verwezen naar bijlage 7.

### **3.2.3 Onderhoud en reparatie**

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

### 3.2.4 Verwijdering

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

### 3.2.5 Certificering

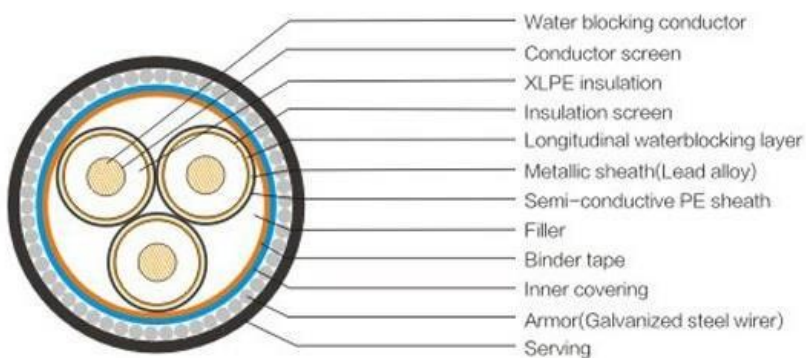
Het ontwerp van het platform (jacket en topside) wordt iedere keer opnieuw ontworpen en gecertificeerd door een geaccrediteerde instelling (in dit geval DNV GL). Het platform moet voldoen aan de standaard „DNVGL-ST-0145 Offshore substations - Rules and standards”. Volgens deze standaard wordt het platform gecertificeerd. In bijlage 9 is de beoordeling van de certificerende instantie van het conceptual design toegevoegd.

Het transport van de onderdelen van het platform wordt door de aannemer georganiseerd inclusief de benodigde vergunningen en beoordeeld door een warranty surveyor.

## 3.3 Offshore kabels

### 3.3.1 Onderdelen

De aan te leggen offshore kabelsystemen bestaan uit vier 220 kV-zeekabels. Iedere zeekabel bevat drie fasen per kabel, een zogenaamde 3-fasenkabel. De buitendiameter van een kabel beslaat tussen de 250 en 300 mm. De kabels bestaan uit drie geleiders die door isolatie zijn omsloten, drie glasvezel kabels en spacers. Het geheel wordt door een beschermende laag (gegalvaniseerd staal) omsloten. Een overzicht van de doorsnede van de offshore kabels wordt in Figuur 3.4 weergegeven.



Figuur 3.4 Doorsnede van een offshore 220 kV kabelsysteem.

Voor een meer gedetailleerde omschrijving van de offshore kabelsystemen wordt verwezen naar bijlage 4 (Typical Installation Methods).

### 3.3.2 Wijze van aanleg

Om de offshore kabels te beschermen tegen externe bedreigingen als gesleept visserijtuig en gesleepte ankers, worden de kabels in de zeebodem begraven. Voorafgaand aan de installatie van de kabels wordt onderzoek gedaan naar de zeebodem mobiliteit ('Seabed mobility study'), naar de kansen op schade door externe oorzaken en de benodigde begraafdiepten om die kansen tot een acceptabel niveau te beperken ('Risk Based Burial Depth') en naar de manier waarop de kabel in de zeebodem kan worden begraven („Burial Assessment Study”). Wanneer de kabels gedurende de levensduur, als het gevolg van zeebed mobiliteit, te ondiep begraven raken, dan moet er onderhoud op de begraafdiepte worden uitgevoerd. Op basis van de „Seabed mobility study” wordt een "Non Mobile Reference Level" vastgesteld voor de levensduur van de kabels. Voor de kabels wordt een initiële begraafdiepte bepaald die tot de laagste „life-cycle” kosten leidt. 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, tegen die externe bedreigingen. Middels die studie wordt uiteindelijk een "Risk Based Burial” diepte vastgesteld. De „Burial Assessment Studie” ten slotte, stelt vast welke installatiemethoden geschikt kunnen zijn om de kabels op de benodigde begraafdiepten te kunnen installeren, gegeven de gesteldheid van de zeebodem langs de kabelroutes.

De begraafdiepte die voor de installatie wordt aangehouden wordt gebaseerd op de uitkomsten van de genoemde studies, waarbij 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 Ingraafdiepte per locatie

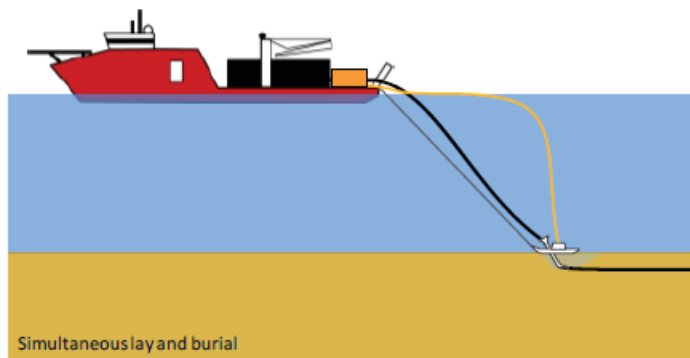
Locatie	Lengte in km (indicatief)	Ingraafdiepte t.o.v. bodem
Vanaf platform HKW Alpha tot aan platform HKN	37,8	Minimaal 1 meter*
Vanaf platform HKN tot aan 3 km uit de kust	33	Minimaal 1 meter*
Vanaf 3 km uit de kust tot aanlanding	1	Minimaal 3 meter*

\* 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. Hierbij volgen een kabellegschip en een schip met de installaties voor het ingraven van de kabels elkaar op korte afstand. Afhankelijk van het type installatie is mogelijk slechts één schip nodig.

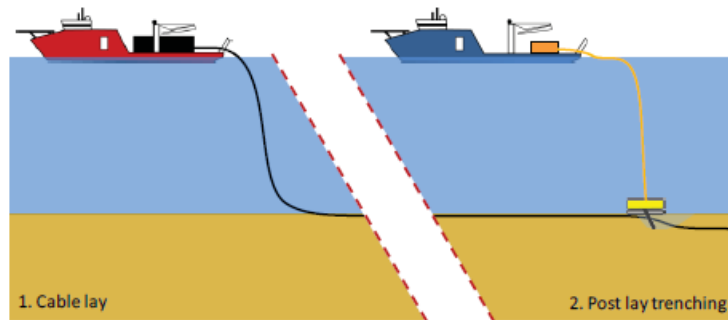


Figuur 3.5 „Simultaneous Lay and Burial“-methode

#### ‘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 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 kabels. Het begraven van de kabels kan zonder risico voor de kabels onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.





Figuur 3.6 „Post Lay Burial“-methode

In het ondiepe water bestaan de installatieschepen waarschijnlijk uit pontons met een minimum diepgang of ondiepe kabelinstallatie diepgang. De pontons kunnen worden gebruikt voor kabelopslag, hoofdoperatie platform, direct lay and burial methoden of voor het trekken van andere trenching methoden. De pontons voor het aanleggen van kabels gebruiken ankers om in het ondiepe water te manoeuvreren. Een typische indeling bestaat uit vier zijankers en een hoofdanker. Afhankelijk van de actuele weersomstandigheden, kunnen minder dan vijf 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, etc. Langs de route van de kabels zal een gevarieerde mix van gesteldheid van de zeebodem moeten worden overwonnen. Een greep van deze specifieke voorwaarden: ondiepe en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, etc. Daardoor zijn meerdere aanlegmethodes gewenst. Alleen met een combinatie van verschillende apparaten en schepen kunnen de kabels correct worden geïnstalleerd. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. Om geen voorkeur vast te leggen voor een bepaalde fabrikant worden voor de onderhavige vergunning alle aanlegmethodes aangevraagd, zoals opgenomen in deze toelichting. In een werkplan zal later worden gespecificeerd welke methode en techniek waar wordt toegepast per tracédeel.

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) in het studiegebied aanwezig zijn. Deze informatie wordt gebruikt voor het kiezen van de aanlegmethode en eventueel beperkt aanpassen van het tracé. De eerste surveys hebben hiervoor al plaatsgevonden.

Daarna kunnen de volgende stappen plaatsvinden:

1. 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 begraafdiepte 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 en begraven van de kabels gebaggerd. De kabels worden dan begraven in de bodem van het profiel dat door de zandgolven heen gebaggerd is.
2. Baggeren met sleepkop hopperzuiger (hopper): om de kabels op de juiste diepte te kunnen begraven, rekening houdend met de grootschalige mobiliteit van het zeebed, zal er voorafgaande aan het leggen en begraven van de kabels langs delen van de kabelroute eerst gebaggerd moeten worden. Waar de waterdiepte te gering is, zal het baggeren tijdens hoog water gebeuren met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang.

3. Grapnel: een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
4. Kabels ingraven: het daadwerkelijk ingraven van de kabels gebeurt met 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.
5. Na het baggeren vindt opvulling van de geul op natuurlijke wijze plaats.

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 4.

Tabel 3.3 Mogelijke ingraaftechnieken

Ingraaftechniek	Omschrijving
<b>Ploegen (cable plough)</b>	<p>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 m begraven worden (SLB-methode).</p> <p><i>Let op:</i> er wordt ook geploegd om het zeebed voor de werkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.</p>
<b>Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)</b>	<p>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 m gefluïdiseerd. 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).</p>
<b>Mass flow excavation</b>	<p>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.</p>
<b>Vibration ploeg (vibration plough)</b>	<p>Bij deze methode wordt doormiddel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand, klein of veen gronden aangebracht kan worden. Met de ploeg kan de kabel zowel in zand-, klei- of veenbodems ingebracht worden. Doormiddel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)</p>
<b>Frezen (chain cutter)</b>	<p>Voor het openen van samenhangende en harde bodemlagen, zoals klei, veen en glaciale 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. De breedte van de kabelsleuf bij frezen is maximaal 70 cm en heeft een ingraafdiepte van tussen de 1 en 3 m. 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).</p>
<b>Air lift</b>	<p>Een air lift is een methode waarmee bodemmateriaal wordt weggezogen uit de omgeving van de kabels zodat deze dieper in de zeebodem kan komen te liggen. Dat wegzuigen wordt mogelijk gemaakt door lucht in een verticale pijp te brengen waardoor een waterstroom op gang komt. Air lifts zijn er in verschillende vormen en maten en kunnen gecombineerd worden met water jets. Deze methode zal enkel voor kleinere afstanden gebruikt worden als andere methoden niet effectief genoeg zijn, bijvoorbeeld door lokaal zware bodemcondities.</p>
<b>Baggeren</b>	<p>Baggeren is een bekende techniek en wordt om onderstaande redenen overwogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De kabels in de zeebodem kunnen dieper worden aangelegd, waardoor de invloed van mobiliteit in het zeebed op de diepte van de kabels voor zowel de korte en langere termijn kan worden gemitigeerd;</li> <li>• Om grote zandgolven op de zeebodem te kunnen aflakken zodat vervolgens op een effectieve manier de kabels in de bodem van de zee begraven kunnen worden;</li> <li>• Om het mogelijk te maken om op zeer ondiepe locaties, waar hoog water niet kan voorzien van voldoende waterdiepte voor het drijfvermogen van de installatieschepen, de kabels aan te leggen;</li> <li>• Baggeren kan op verschillende locaties en in verschillende condities worden uitgevoerd. Hoppers zijn veelzijdige baggerschepen die in de uitdagende condities van golven en stromingen op de ondiepe locaties (nearshore section) kunnen werken.</li> </ul>

Afhankelijk van de gekozen ingraafmethode kan er jaarrond worden gewerkt. Wanneer gekozen wordt voor baggeren moeten mitigerende maatregelen worden toegepast om geen significante effecten te veroorzaken. Het totale baggervolume is op dit moment nog niet bekend en deze informatie zal te zijner tijd, voor het uitvoeren van de activiteit, worden aangeleverd. Er is geen sprake van het storten van baggerspecie in een baggerspeciedepot. De weggebaggerde specie wordt nabij de gegraven sleuf op de zeebodem gelegd.

### 3.3.3 Krusingen met andere kabels en leidingen

Verschillende in gebruik zijnde kabels en leidingen worden door de kabelsystemen gekruist. Verlaten kabels (zoals verlaten telecomkabels) worden na overeenstemming met de eigenaar geknipt en verwijderd (volgens de „crossing agreement“). Zie voor meer toelichting over de wijze van kruisen bijlage 4, de „Typical Installation Methods“.

In de volgende tabel staat een overzicht van de te kruisen kabels en leidingen, met de eigenaren zal een overeenkomst voor kruising worden opgesteld. De kruisingen met de kabels en leidingen zijn tevens op kaart weergegeven in Figuur 2.1, Figuur 2.2 en Figuur 2.7.

Tabel 3.4 Krusingen met andere kabels en leidingen

Naam	Type	Eigenaar	Connectie
Gaspijplijn Wintershall Noordzee B.V.	Buisleiding	Wintershall Noordzee B.V.	Platform Q8A (verwijderd) – Wijk aan Zee
PANGEA Segment 2	Telecom	Alcatel Submarine Networks Ltd.	ENG-NL
UK - NL 14 (wordt twee keer gekruist)	Telecom	Cable and Wireless	NL-ENG
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Global Crossing	NL-ENG
Atlantic Crossing 1 Segment B2 (wordt twee keer gekruist)	Telecom	Global Crossing	NL-DK
TAT 14 Segment J	Telecom	Deutsche Telekom	NL – DE
Rembrandt 1	Telecom (verlaten)	KPN	NL – ENG
Oliepijplijn Petrogas E&P LLC	Buisleiding	Petrogas E&P LLC	Platform P9-Horizon-A tot aan platform Q1-Helder-AW
Oliepijplijn Petrogas E&P LLC	Buisleiding	Petrogas E&P LLC	Platform Q1-Helm-AP tot aan IJmuiden

Indien kruising met bestaande infrastructuur noodzakelijk is, dan wordt de kruisingshoek overeengekomen tussen de eigenaren van de kruisende kabels en/of leidingen. De kabels worden op een diepte van minimaal één meter beneden zeebedniveau gelegd, waarbij de bodemdekking te allen tijde gewaarborgd dient te worden. Daar waar langs de kabelroute zandgolven voorkomen, wordt een niet mobiel referentievlak vastgesteld voor de levensduur van de kabels. De kabels worden, waar dat zinnig blijkt en waar dat mogelijk is, begraven ten opzichte van dit niet mobiele referentievlak. In de zone nabij de kustlijn worden de kabels, waar dat zinnig blijkt en waar dat mogelijk is, begraven ten opzichte van het laagst bekende kustprofiel. Daarmee wordt beoogd de effecten van kustafslag op de begraafdiepte van de kabels zo veel mogelijk te beperken. Daarbij worden de minimaal vereiste begraafdiepten aangehouden zoals die in de vergunning worden voorgeschreven.

Bij kabelkruisingen dient idealiter een verticaal verschil van 300 millimeter aangehouden te worden tussen de kabels en de te kruisen kabel of pijpleiding. Wanneer dit verschil van 300 millimeter niet mogelijk is, omdat de te kruisen kabel of pijpleiding niet diep genoeg ligt, dan kunnen de kabels met andere maatregelen op voldoende afstand worden gelegd. Door over de te kruisen kabel of leiding eerst een steenbed of een betonblokkenmatras (zie Figuur 3.7) te leggen of door om de kabelsystemen afstandhouders te monteren, wordt de beoogde verticale separatie bereikt. Ter hoogte van de kruisingen met ander kabels en leidingen kunnen de kabelsystemen niet begraven worden. Om de kabels tegen externe bedreigingen te beschermen worden de kabels op die plekken afgedekt met een laag steen. Deze steenbestorting wordt zodanig ontworpen dat de gebruikte steen van de buitenste armeringslaag stabiel is onder de golf en stromingscondities. Bij gebruik van stortsteen of grind voor gronddekking geldt als maximum korreldiameter voor de afsluitende bovenlaag  $D_{90}=85$  mm. Waarbij rekening gehouden kan worden met de afwijkende adviezen van Kustwacht. Buiten gebruik zijnde bestaande kabels en leidingen die gekruist moeten, worden waar nodig gedeeltelijk uit het zeebed verwijderd. Daarbij zullen de richtlijnen van de ICPC (International Cable Protection Committee) gevolgd worden met betrekking tot het zekerstellen van de uiteinden die op het zeebed achterblijven.



*Figuur 3.7 Voorbeeld van een betonnen mat (concrete matrass).*

### **3.3.4 Onderhoud en reparatie**

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

### **3.3.5 Verwijdering**

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

### **3.3.6 Certificering**

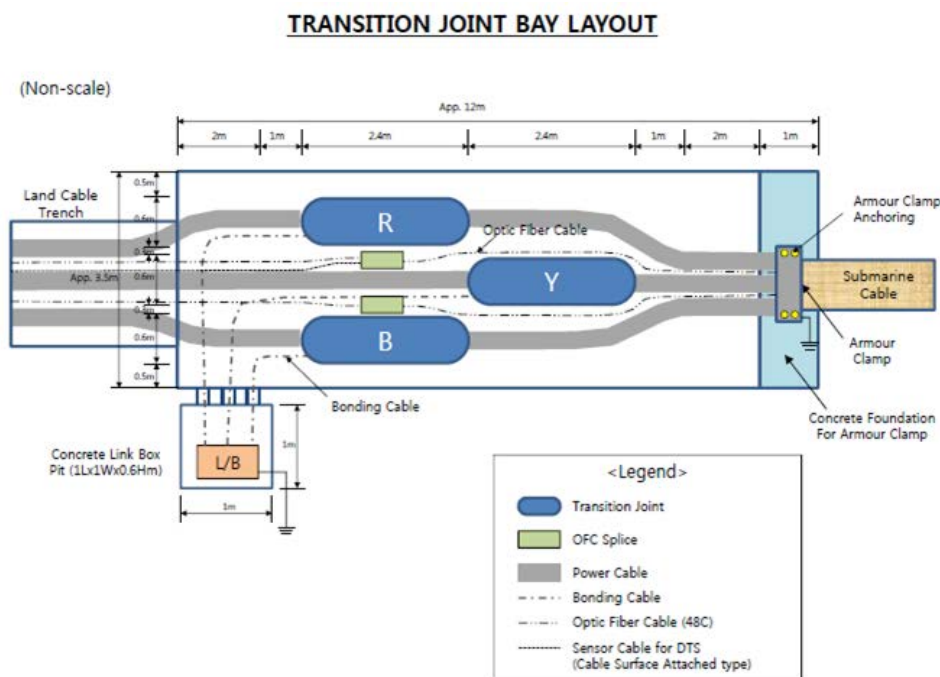
De kabelsystemen zullen beschikken over een pre-qualification en type test certificering. Dit zijn zware elektrische en mechanische beproevingen (conform de international standard NEN-IEC 62067 en Cigré TB623 en Cigré TB490 guidelines) die het ontwerp moet kunnen weerstaan.

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

## 3.4 Aanlanding op het strand/ duinkruising

### 3.4.1 Onderdelen

Voor het koppelen van offshore HVAC 220 kV-zeekabels met onshore HVAC 220 kV-landkabels wordt gebruik gemaakt van verbindingsmoffen. Het gaat hier om in totaal vier moffen en dus vier mofputten, omdat er één mof nodig is per kabelsysteem. De dimensies, inclusief de betonnen platen waarop de moffen worden gelegd, zijn circa 10 bij 5 meter per mofput, ofwel 50 m<sup>2</sup>. In Figuur 3.8 hieronder is schematisch weergegeven uit welke onderdelen de totale moflocatie bestaat. Voor een meer gedetailleerdere omschrijving en weergave van de moffen wordt verwezen naar bijlage 4 (Typical Installation Methods).



Figuur 3.8 Schematische weergave mofput (niet op schaal)

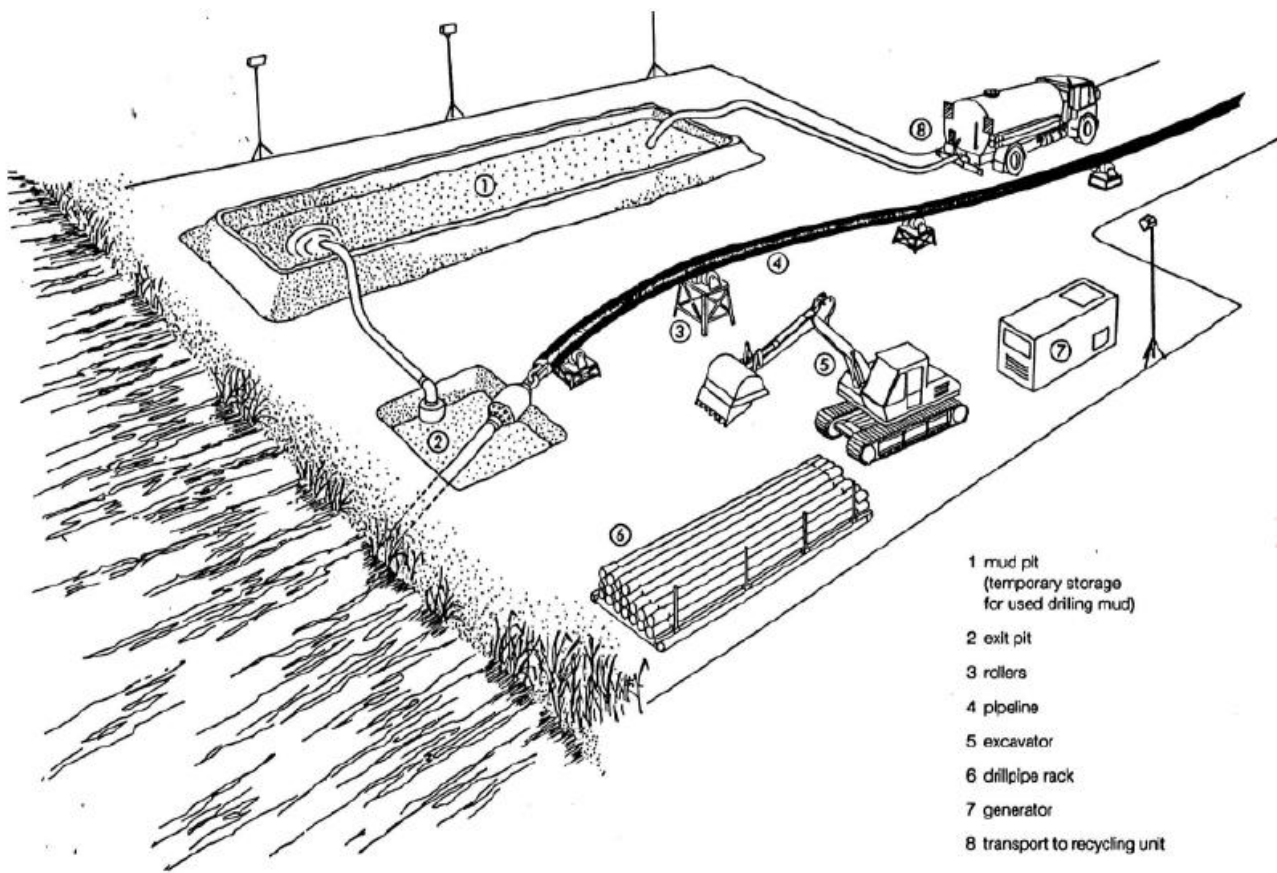
Naast de mofputten op het strand is er op deze locatie een uittredepunt van de HDD-boring, die vanuit het land onder de duinen op dit punt de bodem uitkomt. De landkabels worden via deze boring naar de mofputlocaties toegebracht en worden via de moffen verbonden met de zeekabels.

### 3.4.2 Wijze van aanleg

Voordat de moffen worden geplaatst, wordt er per mof middels graafmachines een gat gegraven met een afmeting van circa 10 meter lang bij 5 meter breed en een diepte die minimaal uitkomt onder 3 meter NAP (conform het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1, zie tevens Tabel 3.2 in hoofdstuk 3). Vervolgens wordt in deze kuilen beton gestort die geldt als ondergrond voor de mofput. De moffen worden vervolgens in de kuilen (mofputten) geplaatst en de kabelsystemen worden aangesloten.

Het algemene uitgangspunt is dat vanuit het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) strandbebouwing wordt geweigerd op de locatie waar de mofputten zijn voorzien. Op locaties waar nu nog strandbebouwing staat, worden geen voorzieningen door TenneT aangelegd; geen mof-locatie of kabel.

In Figuur 3.9 is een voorbeeld gegeven hoe de locatie bij en rondom het uittredepunt van de HDD-boring 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 4 (Typical Installation Methods) en bijlage 14 (boorplan van de duinkruising).



Figuur 3.9 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD uittredepunt.

### 3.4.3 Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd, wordt in meer detail 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, wordt beschreven in hoofdstuk 7.

### 3.4.5 Certificering

Het ontwerp van de moffen wordt gecertificeerd in het kader van de veiligheid van de constructie. Het transport van de onderdelen van de moffen wordt door de aannemer georganiseerd inclusief de benodigde vergunningen en certificering en beoordeeld door een warranty surveyor.

## **4 ONDERHOUDSPAN**

### **4.1 Inleiding**

Om inzicht te verschaffen in het onderhoud van de platforms, de kabels en de verbindingsmoffen 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 de revue passeren. Daarna wordt inzicht geboden in de manier waarop reparaties worden uitgevoerd en welke type onderhoudsschepen kunnen worden ingezet.

### **4.2 Doel**

De wijze waarop onderhoud gepleegd wordt aan de platforms, de kabels en de moffen dient in de vergunningaanvraag inzichtelijk te worden gemaakt. Voorliggend onderhoudsplan heeft tot doel deze inzichtelijkheid te verschaffen. Het plan maakt onderscheid tussen regulier onderhoud en reparaties. Regulier onderhoud betekent hier onderhoud dat van tijd tot tijd terugkomt, zoals de verwijdering van aangroei op de funderingspalen van de jackets van de platforms. Ook inspecties vallen onder regulier onderhoud. Reparaties zijn acties die vooraf niet bekend zijn.

### **4.3 Regulier onderhoud**

#### **4.3.1 Platforms**

##### **4.3.1.1 Transformatorstation**

In de constructie- en startfase, dus gedurende de bouwphase en de eerste vijf jaar vanaf de oplevering van het station, zal men vaker dan eenmaal per jaar onderhoud verrichten. Na deze fase kan worden volstaan met een onderhoudsinterval van een jaar.

Concrete activiteiten die worden uitgevoerd tijdens een dergelijke onderhoudsbeurt zijn onder andere:

- infrarood inspectie van verbindingen;
- temperatuurmetingen rond kabels;
- metingen van oliepeilen.

De onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd door drie of vier onderhoudsmonteurs. Toegang tot de platforms geschiedt gewoonlijk per boot en lopend (Walk to Work, W2W). De platforms worden voorzien van een hoisting facility. In noodgevallen en voor zover toegestaan door de autoriteiten is oppikken/afzetten (hoisting) door een helikopter mogelijk.

De platforms hebben geen helideck, maar in geval van noodgevallen is een „winch area“ aanwezig om een helikopter boven het platform stil te laten hangen. Permanente accommodatie is niet aanwezig op de platforms. Een specifieke beschrijving van het ontwerp wordt in Bijlage 3 „Basic design rapport - standard 700 MW AC offshore substation“ beschreven.

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, evenals plek bieden aan alle benodigdheden 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 wordt voor een aantal onderhoudswerkzaamheden andere schepen gebruikt, zoals een jack-up schip om grotere onderdelen te kunnen hijsen.

Het is belangrijk om snel toegang te hebben tot de platforms. Daarvoor wordt een werkplaats ingericht nabij de haven van IJmuiden, van waaruit inspectie- en onderhoudswerkzaamheden worden verricht. Deze werkplaats bestaat bijvoorbeeld uit kantoorruimte, kantine, sanitair, werkplaats en een magazijn met onderdelen.

### 4.3.1.2 Fundering

De jacketfundering bevindt zich gedeeltelijk onder en boven de waterspiegel.

De 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 verbindingen van het stootkussen.
- 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.

Dus blijkt bijvoorbeeld dat verbindingen niet goed vast zitten, dan kunnen deze ter plekke worden vastgemaakt. Typisch onderhoudswerk is het verwijderen van aangroei op de paal. Dit gebeurt waarschijnlijk elke twee à drie jaar.

## 4.3.2 Kabels en verbindingsmoffen

### 4.3.2.1 Offshore kabels

Voor het onderhoud aan de zee 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 de platforms (30 jaar).
- Indien één van de hoofdonderdelen uitvalt, moeten er procedures en middelen beschikbaar zijn om dit te verhelpen.
- Borgen dat de kabels op de gewenste diepte liggen.
- Regulier onderhoud zal tijdens de lage productieperiode worden uitgevoerd.

In het onderhoudsprogramma worden voorzieningen opgenomen om de gevolgen van uitval te beperken en eventuele schade zo snel mogelijk te herstellen. Slepende ankers of visnetten vormen de belangrijkste oorzaken van kabelbreuk (de meeste kabelbreuken worden veroorzaakt door visnetten of slepende ankers).

Als onderdeel van het onderhoudsprogramma wordt periodiek (minimaal één keer per jaar voor de eerste drie jaar) een survey worden uitgevoerd waarbij de ligging van het zeebed boven de kabels en de status van de steenbestortingen wordt opgemeten met behulp van een Multi Beam Echo Sounder (MBES). Die diepte van de kabels wordt berekend aan de hand van de bekende absolute diepteligging van de kabels.

Reden voor het gebruik van een MBES-survey is ten eerste omdat deze vele malen goedkoper is dan een Depth of Burial survey. Voor een Depth of Burial survey is veel complexere meetapparatuur nodig en een veel groter schip met ROV. Daarnaast kan een MBES survey sneller uitgevoerd worden na een hevige storm.

Wanneer uit de survey blijkt dat de begraafdiepte van de kabels of de steenbestortingen onderhoud behoeven, dan wordt dat ingepland. Herbegraven van de kabels kan met verschillende methoden worden uitgevoerd.

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



#### 4.3.2.2 Onshore kabels en moffen

Voor de onshore kabels en de moffen die onder het strand begraven liggen en onder de duinen is geen regulier onderhoud gepland.

### 4.4 Reparaties

Aan de platforms kunnen reparaties noodzakelijk zijn aan de transformatoren zelf, de oliekoelers en de verschillende schakel-, regel- en bewakingseenheden. Mochten de transformatoren niet gerepareerd kunnen worden dan moeten deze vervangen worden met behulp van een hefschip. Ook de op het platform aanwezige dieselaggregaten vereisen mogelijk reparaties.

Daarnaast kunnen er zowel hardware- als softwarematige reparaties noodzakelijk zijn aan:

- 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. Wanneer dit toch gebeurt, bijvoorbeeld wanneer visnetten of ankers offshore kabels beschadigen of permanent vernielen, dan worden de kabels direct gerepareerd of zo nodig vervangen. Offshore gebeurt dit met behulp van ROV's en duikers. Duik-activiteiten moeten minimaal vijf werkdagen voor aanvang worden gemeld bij de toezichthouder (SodM, *Staatstoezicht op de Mijnen*). De onshore kabels worden uit de mantelbuis getrokken om vervolgens op land te worden gerepareerd. Wanneer er reparaties aan de moffen benodigd zijn dan wordt het strand open gegraven en worden de moffen uit de mofputten gehaald om deze op land te repareren.

### 4.5 Toegang derden tot de platforms

TenneT verleent het aangesloten offshore windpark toestemming om de platforms zonder begeleiding te betreden. Bij het betreden dienen de door TenneT vastgestelde veiligheids- en bedrijfsregels en voorschriften in acht te worden genomen. Alle personen die toegang wensen tot de platforms moeten minimaal gekwalificeerd zijn om hoogspanningsruimtes te betreden en voldoen aan standaard offshore certificering (offshore safety directive). Daarnaast moet ten allen tijden worden voldaan de voorschriften in de voor deze sector relevante arbo-catalogi.

Het onderhoudspersoneel van het windpark heeft een eigen sleutel waarbij ze alleen toegang hebben tot hun eigen ruimtes. Als een onderhoudsmedewerker van het offshore windpark toegang wenst tot andere ruimtes (zoals schakelruimtes waar 66 kV-kabels zijn aangesloten, of elders op het platform opgestelde eigen apparatuur of shared services), dan dient deze persoon te worden vergezeld door een TenneT-vertegenwoordiger. De verwachting is dat de onderhoudsmensen van de windparken in windenergiegebieden Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) viermaal per jaar de platforms willen betreden.

## 5 VERLICHTINGSPLAN

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het verlichtingsplan nader toegelicht. Hier wordt ingegaan op welke verlichting gebruikt wordt voor de platforms, maar ook markeringen en geluidssignalen zullen aandacht krijgen. Achtereenvolgens komen navigatieverlichting, luchtvaartverlichting, markering, geluidssignalen en radarreflectoren en obstakelmarkering tijdens de bouw van de platforms aan bod.

Voor de platforms 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. Tevens worden de platforms op den duur omringd door windturbines, die tevens van obstakelmarkering voorzien moeten worden. Voor het verlichtingsplan wordt uitgegaan van geen omringende bouwwerken, waardoor de platforms als solitaire bouwwerken worden beschouwd.

Dit hoofdstuk gaat in op de randvoorwaarden en doet een voorstel met betrekking tot obstakelmarkering. Voorafgaand aan de bouw van de platforms zal een definitief verlichtingsplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.

### 5.2 Navigatieverlichting

De International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) heeft in juli 2000 richtlijnen voor markering en verlichting van offshore bouwwerken vastgesteld en deze richtlijnen in december 2004 gereviseerd (IALA Recommendation O-117) en geïntegreerd in Recommendation O-139 – The Marking of Man-made Offshore Structures, vastgesteld in december 2008. Door de snelle ontwikkelingen in de offshore industrie is het nodig gebleken om het hele document te reviseren en daarom is de tweede editie van de O-139 uitgebracht in december 2013. In het belang van de scheepvaart en ter bescherming van de platforms zijn de richtlijnen uit de editie van 2013 gebruikt voor dit verlichtingsplan. Een aantal richtlijnen wordt duidelijk omschreven en heeft een verplicht karakter:

- De toe te passen instrumenten (lantaarns, hoorns, radarreflector) is van minimaal IALA categorie 2 – een minimale beschikbaarheid van 99,0%.
- De jacket dan wel topside wordt vanaf minimaal het niveau Highest Astronomical Tide (HAT) tot 15m hoogte (of bordeshoogte als deze hoger dan 15m is), geel geschilderd.
- Lantaarns e.d. worden minimaal op een hoogte boven de 6 meter boven het hoogste astronomische getijde (HAT) geplaatst en maximaal 30 meter boven HAT, gericht naar buiten zodat de lantaarns zichtbaar zijn in de omgeving.
- Op het platform dient een wit flitsend licht aanwezig te zijn met Mo (U) W ≤15s met een nominaal bereik van 10 nautische mijl.

Een aantal richtlijnen wordt minder duidelijk omschreven en/of heeft een ter overweging nemend karakter:

- Het gebruik van een geel retro reflectief materiaal.
- Het gebruik van radarreflectoren.
- Het gebruik van AIS markeringen.

Een overzicht van de navigatieverlichting van het offshore platform is beschreven in bijlage 18, „Standard 700 MW AC Offshore Substation - Specification for Navigation Aid”.

Voor de scheepvaart is het van belang dat de platforms duidelijk zichtbaar zijn. De platforms worden voorzien van een flitsend wit licht (Orga type FML 155SA of gelijkwaardig en minimale sterkte van 1400 candela) met een zichtbaarheid van 10 zeemijl bij een ATF van 0.74. Deze lampen flitsen iedere 15 seconden synchroon de morse-letter U, zodat de platforms goed zichtbaar gemarkeerd is voor de scheepvaart. Het gele flitslicht wordt bevestigd aan de buitenzijde van het werkbordes, op 15 meter boven HAT-niveau, dat gericht is naar de buitenzijde van de platforms. In het definitieve plan wordt uitsluitend gegeven of meerdere flitsende lichten noodzakelijk zijn voor zichtbaarheid vanaf elke hoek ten opzichte van de platforms.

Uit de IALA-richtlijn blijkt dat de scheepvaart- of navigatieverlichting als een belangrijk hulpmiddel wordt beschouwd en zodoende minimaal 99% beschikbaar moet zijn. Dit wil zeggen 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 accubatterij die een periode van 36 uur kan overbruggen. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen 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 bij stroomuitval een kleine generator op te starten of een vervangende accubatterij te brengen.

Alle scheeps- en luchtvaart verlichting 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 dus 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 uit staan (zowel overdag als 's nachts). De werkverlichting wordt alleen ingeschakeld wanneer er mensen aan boord moeten voor inspectie of onderhoud. Dit inschakelen (of uitschakelen) kan zowel op het platform zelf als vanaf de controle kamer vanaf de kust. De bovenbouw (topside) 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 trappenhuizen te verlichten. Deze verlichting is, voor zover mogelijk, aan de handleuning aangebracht en heeft een lichtuitstraling die naar binnen/beneden toe gericht is. Ten behoeve van het hijsen/verplaatsen van lasten met de platformkraan is een aantal deklichten (verstralers) aangebracht; deze staan alleen aan als de platformkraan bediend wordt.

Tevens wordt er, volgens IALA richtlijn A126, AIS toegepast op het platform.

### 5.3 Maatregelen beperking verlichting

Mitigatie van effecten door gekleurde verlichting voor zowel trekvogels als vleermuizen is niet mogelijk. Gerichte gekleurde verlichting die effectief is voor trekvogels heeft namelijk een verstrend effect op vleermuizen. Er wordt daarom gekozen voor methodieken zoals afschermen en het beperken van onnodige verlichting.

De volgende maatregelen worden genomen:

- Tijdens de exploitatiefase bestaat de nodige verlichting op de platforms 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 op de platforms en het veilig verblijf van personeel op de platforms.
- De werkverlichting wordt zodanig opgesteld, ingericht en naar buiten toe afgeschermd dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten de platforms) zoveel mogelijk wordt voorkomen.

### 5.4 Geluidssignalen, radarreflectoren en markeringen

#### 5.4.1 Geluidssignalen

Op de platforms 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. De misthoorns zullen voldoen aan de eisen van Rijkswaterstaat Zee en Delta.

#### 5.4.2 Radarreflectoren

In de IALA voorschriften wordt gesteld dat het gebruik van radar reflectoren in overweging moet worden genomen. Ervaringen bij OWEZ leren dat teveel radarreflectoren een verstrend effect kunnen hebben op (wal)radars. Er wordt echter voor gekozen om – ondanks het mogelijk verstrend effect – de platforms wel van radarreflectoren te voorzien, aangezien de platforms een periode als solitaire bouwwerken zijn geplaatst.

### 5.4.3 Obstakelmarkeringen tijdens bouw

In het kader van dit verlichtingsplan dient voor de bouw van de platforms onderscheid te worden gemaakt tussen installatie van de fundatie tot en met het bordes en de installatie van de topside. Tijdens de bouw worden maatregelen genomen om de veiligheid van scheep- en luchtvaart op niveau te houden.

Tijdens de gehele bouwfase wordt het gebied waarin de constructiewerkzaamheden 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.

Indien mogelijk worden tijdens de bouwfase de vaste misthoorns gebruikt. Mistwaarschuwing tijdens de installatieperiode vindt plaats door de op dat moment aanwezige wacht- en installatieschepen. Als deze schepen een schip op hun radar zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd.

Na de installatie van de platforms, wordt de scheepvaartverlichting, luchtvaartverlichting en misthoorn plus de oplaadbare accubatterij aangesloten op de kleine dieselgeneratoren die zich standaard op de platforms bevinden. Nadat de netaansluiting is gerealiseerd blijven deze generatoren aanwezig op de platforms voor gebruik bij noodgevallen, zoals kabelbeschadigingen.

### 5.4.4 Luchtvaartverlichting

Aeronautische obstakelverlichting (rood vast licht, gemiddelde intensiteit, type C, 2000 cd) wordt aangebracht op het hoogste obstakel van het platform, zijnde de gecombineerde radar/antenne/meteo-mast (hierna te noemen antennemast). Wat betreft de verdere luchtvaartverlichting worden de daarvoor relevante bepalingen uit de IALA richtlijnen gevolgd. Dit wordt verder uitgewerkt in het nog op te stellen definitieve verlichtingsplan voor aanvang van de bouw.

### 5.4.5 Kleurstelling

De kleur van de topside van het offshore platform is zo gekozen dat het, zo goed als mogelijk, in de omgeving opgaat. De topside zal grijs (RAL-kleur 7035) geverfd worden in analogie met de grijze kleur voor de mast van de windturbines. Een gedeelte van de onderbouw (jacket) zal geel (RAL-kleur 1023) geverfd worden om de zichtbaarheid voor de scheepvaart te verhogen. Het gedeelte dat geel geverfd wordt is het gedeelte tussen zeebodem en onderkant van het onderste dek (ongeveer 17 meter boven het hoogste waterniveau (HAT)). De aanbeveling om de onderkant geel te verven is ontleend aan standaard IALA O-139 (sectie 2.3).

### 5.4.6 Identificatiepanelen

Identificatie panelen, met de (afkorting van de) naam van het platform erop, worden aangebracht op het onderste dek van de bovenbouw (topside). De panelen hangen ongeveer 28 meter boven de waterlijn (MSL) hangen. 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 (lage intensiteit) naamplaatverlichting, wordt ook gekoppeld aan de lichtintensiteitsmeting en aan de mistdetectiesensor. 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.

## 6 VEILIGHEIDS- EN CALAMITEITENPLAN

### 6.1 Inleiding

In Artikel 4.1 van de „Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone“ staat beschreven dat een veiligheids- en calamiteitenplan een vereist onderdeel is van de vergunningaanvraag. Een dergelijk plan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, teneinde snel en efficiënt te kunnen reageren 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 wordt ingegaan op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen.

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 zal bij nieuwe protocollen en ervaringen waar nodig herzien en aangevuld worden door de leden van het HSE team en zal tevens worden overlegd met de Kustwacht. Daarnaast controleert de Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) of de ingediende (veiligheids)plannen en procedures voor eventuele calamiteiten aan de wet voldoen.

Het veiligheids- en calamiteitenplan wordt voorafgaand aan de start van de bouw nog nader in meer detail uitgewerkt.

### 6.2 Personeel tijdens bouw en operatie

#### 6.2.1 Inleiding

Tijdens de aanleg van de platforms en vooral tijdens de aanlegfase van 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.

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 call signs van deze schepen zijn.

TenneT heeft haar eigen Marine Operations Center (MOC) dat voor de Wind op zee projecten is ingericht. Voor de Duitse platforms bestaat dit al en ook voor de huidige werkzaamheden op zee (surveys voor de kabels) wordt daar gebruik van gemaakt.

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. 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.

Al het personeel dat offshore tewerkgesteld wordt, dient in het bezit te zijn van de benodigde (gezondheids-) certificaten, zodat bijvoorbeeld eerste hulp kan worden toegepast indien nodig.

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

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

### 6.2.2 Man overboord

Indien een persoon in het water valt tijdens het aan boord gaan of verlaten van een schip in een haven, dan 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 etc. Indien een persoon overboord valt tijdens de reis vanuit de haven naar een platform, dan 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, dan zal het overige personeel schepen in de omgeving moeten alarmeren. Ook zal contact moeten worden gezocht met de Kustwacht, die dan actie zal gaan ondernemen. Het overige personeel zal een reddingsboei moeten gooien en het slachtoffer moeten assisteren, zonder zelf gevaarlijke manoeuvres uit te halen.

### 6.2.3 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 naar beneden om een veilige plaats te zoeken. Indien mogelijk worden brandgevaarlijke materialen en vloeistoffen verwijderd. Als het vuur niet te blussen is, dan moet men de installatie verlaten.

Indien er brand op een schip is, dan 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, dan moet het stand-by schip gealarmeerd worden. 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.

In bijlage 12 in de „Standard Offshore substation Fire and Safety plans” zijn tekeningen opgenomen van de platforms waarbij per dek alle brandsystemen en vluchtwegen zijn opgenomen evenals de locaties van de reddingsboten, survival suits, life-saving-jackets en brandbestrijdingsmiddelen.

### 6.2.4 (Bijna) ongeval

Als zich een ongeval voordoet, dan moet de Kustwacht worden gealarmeerd, zodat de betreffende persoon naar het vasteland kan worden vervoerd. De site-manager moet van ieder 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.

Een platform kan worden verlaten door de ladder naar beneden te nemen. Een schip kan onderaan de personen opvangen. Al het personeel op of in het platform heeft een veiligheidsuitrusting die aanwezig is. Indien een persoon geëvacueerd moet worden met een helikopter, dan zal de evacuatie-uitrusting gebruikt dienen te worden. In alle gevallen dienen de aanwijzingen van het helikopterpersoneel opgevolgd te worden.

Evacuatie vanaf een platform kan met behulp van een helikopter, een catamaran, een noodvlot of via een ladder naar het water. De vluchtroutes en vluchtprocedures zullen in overleg met het engineeringsteam van het desbetreffende platform nader worden vastgesteld.

Evacuatie uit schepen, installaties etc. 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

### 6.2.5 Acute ziekte

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

### 6.2.6 Onweersbuien

Onweer en bliksem zijn extreem gevaarlijk op zee en de gevolgen zijn groot, zodoende dienen de volgende voorschriften altijd te worden nageleefd. 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 10 tot 30 kilometer. Indien er donder wordt gehoord, dan 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.

Sommige plekken zijn veilig tijdens storm en andere niet. Het is dan goed om aan te geven welke. De platforms zijn veilig indien men meer dan een 0,5 meter van de wanden en metalen delen is verwijderd. Platforms met aparte ruimtes voor installatie en transformatoren etc. zijn veilig indien deze gesloten zijn en alles naar behoren functioneert. Het MOC wordt geïnformeerd en instructies van het MOC dienen te worden opgevolgd.

De bliksembeveiliging van de platforms is uitgevoerd volgens EN/IEC 62305. De buitenkant van de platforms zijn beveiligd tegen directe inslag (protectielevel 1, piekwaarde 200 kA). Zones van de platforms waar geen directe inslag kan plaatsvinden maar wel elektromagnetische velden plaatsvinden, worden beschermd met 20 kA, de binnenkant van het platform met 10 kA en alle afgesloten ruimtes met 6 kA.

Verder zit er op de belangrijkste onderdelen van het platform ook bliksembeveiliging:

- Windmeters.
- Navigatieverlichting.
- Externe verlichting en stroomvoorziening.
- Automatisch brandbeveiligingssysteem.
- Closed-circuit television (CCTV), cameratoezicht.
- Metalen delen.

### 6.2.7 Opkomend slecht weer

Kapitein en site-manager moeten continu het weer monitoren. Als de kapitein stelt dat het onveilig is, dan wordt personeel niet afgezet of opgehaald. Tijdens extreme weerscondities als sterke wind en ruwe zee kan het nodig zijn evacuatie uit te stellen. Het MOC wordt geïnformeerd en instructies dienen te worden opgevolgd.

### 6.2.8 Bommelding, gijzeling of sabotage

Indien een platform onderwerp is van een vorm van terrorisme, dienen de volgende handelingen te worden verricht.

Bommelding en gijzeling: te allen tijde dient de Kustwacht te worden gebeld.

De volgende aanwijzingen zullen gevolgd worden:

- 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 dient de Kustwacht gebeld te worden. Vandalisme aan platforms, schepen of uitrusting wordt aan de politie en aan de verzekering gerapporteerd.

## 6.2.9 Noodverblijf

Nationale regelgeving stelt een schuilplaats met alle benodigdheden voor een noodverblijf verplicht.

Deze schuilplaats bevindt zich op het kabeldek en is vrij toegankelijk zonder restricties.

Een algemene verblijfruimte met de noodzakelijke basis faciliteiten – inclusief noodverblijf – is toegankelijk voor alle aanwezigen op de platforms.

## 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 de platforms of andere schepen. De Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta worden geïnformeerd bij dergelijke schepen op drift en zenden waarschuwingen uit naar de scheepvaart. Als de situatie daarom vraagt, zullen personen van de platforms worden geëvacueerd. Indien schepen op drift worden waargenomen, dient contact met de Kustwacht te worden opgenomen. 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, moet de Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en het MOC worden gealarmeerd. Iedereen in het gebied is verplicht te helpen bij het vinden 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 gerapporteerd worden.

## 6.4 Milieu

Het risico op milieucalamiteiten is laag. Olielekkage kan voor komen indien materiaal het begeeft, zoals gebroken hydraulische slangen. Indien er olie wordt gelekt, dan dient dit direct gestopt dan wel geminimaliseerd te worden en dient het incident gerapporteerd te worden in overeenstemming met de Nederlandse procedures voor milieubescherming. Op de platforms worden maatregelen genomen om te voorkomen dat olie in het milieu terecht komt. Onder de belangrijkste plaatsen waar olie kan lekken worden voorzieningen getroffen om olie op te vangen (zogenaamde oil collection systems). De gelekte olie wordt zo opgevangen en verzameld in een centraal opvangsysteem.

Lekkage van ontvlambare vloeistoffen kan in het ergste geval leiden tot brand. Actie moet snel plaats vinden en er dient over gerapporteerd te worden. Voorkomen moet worden dat de lekkende stof zich verspreidt, door absorberend materiaal te gebruiken of de stof in te dammen. Aangetast materiaal dient geïsoleerd te worden van de omgeving en veilig afgevoerd te worden. 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

Uit de reeds genoemde calamiteiten uit de vorige paragrafen valt te herleiden wie bij welke calamiteit benaderd dient te worden. Om dit overzichtelijk weer te geven wordt in Tabel 6.1 een lijst van calamiteiten genoemd met daarachter wie wordt benaderd.

Tabel 6.1 Bereikbaarheidsschema calamiteiten

Calamiteit	Wie wordt benaderd?
Man over boord	Waarnemer informeert kapitein. Kapitein informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en omliggende schepen
Brand	Waarnemer informeert kapitein. Kapitein 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 probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Tevens wordt de toezichthouder SodM geïnformeerd
Acute ziekte	Stand-by schip infomeren voor evacuatie Indien vervoer naar land probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta
Onweer	Kapitein/waarnemer informeert MOC
Opkomend slecht weer	Kapitein/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, dan wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen getroffen worden
Aanvaring	Waarnemer informeert MOC. MOC alarmeert Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta Indien anderen een aanvaring waarnemen, dan wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen getroffen worden
Milieu	Waarnemer informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en MOC

## 6.6 Strandveiligheid

Tijdens de werkzaamheden op het strand, bij het ingraven van de kabels en het aanleggen van de mofputten, dient er rekening te worden gehouden met de veiligheid van strandgangers. Er dient ten alle tijden een doorgang aanwezig te zijn in het geval van calamiteiten op het strand.

## 7 VERWIJDERINGSPLAN

### 7.1 Inleiding

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

### 7.2 Te verwijderen onderdelen

De platforms, de offshore kabels en de verbindingsmoffen hebben een levensduur van circa 30 jaar. Nadat deze levensduur is beëindigd, moeten de onderdelen van de offshore platforms en kabels worden ontmanteld conform resolutie 1989 van de Internationale Maritime Organisation (IMO) en conform de OSPAR regelgeving.

Tegen het einde van de levensduur van de onderdelen, wordt het verwijderingsplan gedetailleerd uitgewerkt en aangepast aan de stand der techniek van dat moment. Hierin worden ook de HSE-aspecten bekeken en aangepast aan de inzichten van die tijd.

De onderdelen die verwijderd worden zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Onderdeel	Maatregel
Platform	In zijn geheel verwijderen
Jacket	In zijn geheel verwijderen
Funderingspalen	Verwijderen tot 6 meter onder de zeebodem
Erosiebescherming	Verwijderen
Offshore 220 kV-kabels	In zijn geheel verwijderen
Verbindingsmoffen	In zijn geheel verwijderen

### 7.3 Voorbereiding

Bij de 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 gelden hier als bij de oprichting en onderhoud van de platforms. 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 als volgt uit te zien:

Tabel 7.1 Plannen ontmanteling

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

## 7.4 Verwijdering van de platforms

Bij buiten bedrijfstelling worden de platforms verwijderd volgens de dan geldende richtlijnen van de overheid en de dan beschikbare technieken. Voor de verwijdering wordt een verwijderingsplan geschreven en ter goedkeuring aan Rijkswaterstaat worden voorgelegd.

Beide platforms zullen 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, vlak boven de geleidingen 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.
- Een jack-up zal de hijsstroppen aan de bestaande hijspunten vastmaken en voorspanning op het systeem zetten.
- De buizen van het platform worden boven het jacket geheel doorgezaagd.
- Het dek wordt van het platform gehesen en op de drijvende bok geplaatst. Het dek wordt vervolgens vastgemaakt.
- Met behulp van een airlift systeem wordt de grond in de poten van het platform verwijderd tot een diepte van circa 6 meter onder zeebodembodem niveau.
- 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 jacketpoten zullen tot aan 6 meter onder zeebedniveau worden afgezaagd.
- 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 bodembescherming wordt niet verwijderd conform IMO resolutie 1989. De intentie is om de zeebodembodem zo weinig mogelijk te verstoren, omdat tijdens het in bedrijf zijn van de platforms, de funderingen en de erosiebescherming opnieuw gekoloniseerd worden. Bij de ontmanteling worden de dan geldende regelgeving of richtlijnen nageleefd. De hier beschreven uitgangspunten zijn gebaseerd op de huidige regelgeving.

## **7.6 Verwijdering offshore kabels**

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 uit de zeebodem naar boven toe vrij getrokken. Op plaatsen waar de kabels te diep onder het sediment ligt, worden de kabels niet verwijderd of wordt gewacht tot de sedimentlaag door natuurlijke dynamiek voldoende is afgenomen. Er wordt in principe niet gebaggerd om de kabels te verwijderen, omdat het baggeren meer negatieve gevolgen voor het milieu veroorzaakt, dan het laten liggen van de kabels en wachten op natuurlijke blootspoeling. Mogelijk zijn er ten tijde van de verwijdering betere technieken hiervoor beschikbaar welke dan zullen worden ingezet.

## **7.7 Verwijdering verbindingsmoffen**

TenneT zal te zijner tijd, bij het einde van de levensduur, de verbindingsmoffen inclusief alle onderdelen, zoals de damwanden en betonplaten, volledig uit de bodem van het strand 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  
NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD EN WEST ALPHA)

**KLANT**

TenneT TSDO B.V.

**AUTEUR**

Mike Muller

**PROJECTNUMMER**

C05057.00084.0700

**ONZE REFERENTIE**

079962266 A

**DATUM**

3 september 2018

**STATUS**

Definitief

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 1018  
5200 BA 's-Hertogenbosch  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Postbus 428, 6800 AK Arnhem  
Arcadis Nederland B.V.  
T.a.v. [REDACTED]  
Postbus 264  
6800 AG ARNHEM

DATUM 21 augustus 2018  
ONZE REFERENTIE ONL-TTB-05255  
BEHANDELD DOOR [REDACTED]  
TELEFOON DIRECT [REDACTED]  
E-MAIL [REDACTED]

**BETREFT** Machtiging aanvragen vergunningen

Geachte [REDACTED]

Middels dit schrijven machtigen wij Arcadis Nederland B.V. om in 2018 namens TenneT TSO B.V. de benodigde vergunningen in het kader van diverse wetten en regelingen voor het project net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) aan te aanvragen.

Hopende u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

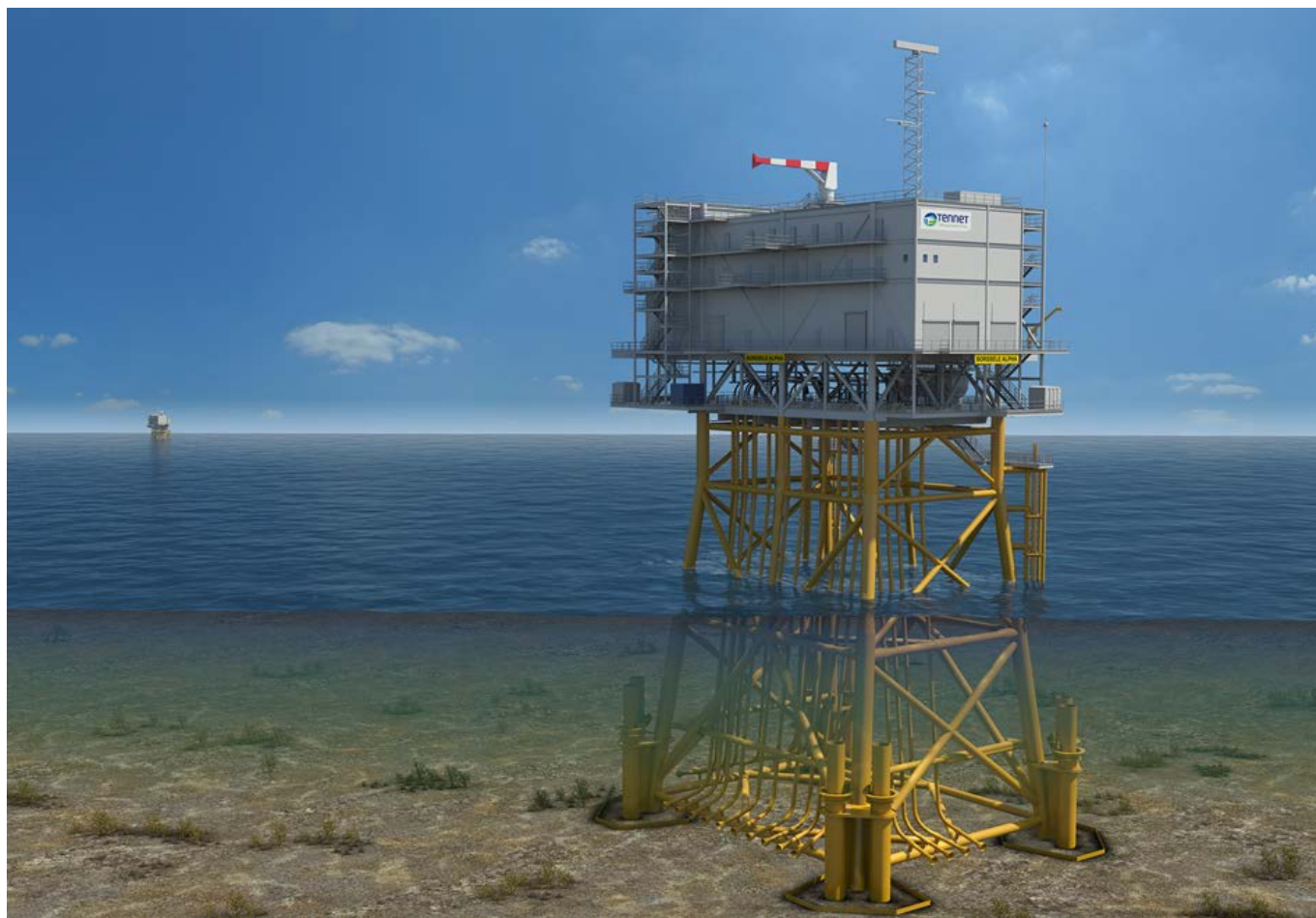
Offshore Grid NL Platforms  
 Title: Basic Design Report

Date: 20-12-2017  
 Revision: 07

Offshore Grid NL

Platforms

**Basic Design Report**



**Change History**

Rev	Date	Change history	Author
07	20-12-2017	Information Notice 5	RDW
06	30-06-2017	For Tender	MRU

Intended for  
**Tennet**

Document type  
**Report**

Date  
**January, 2016**

Ramboll ref.  
**1100015665/ROGE-Z-RA-000401**

## **OFFSHORE GRID NL**

### **STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION**

### **BASIC DESIGN REPORT**





STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
BASIC DESIGN REPORT

Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description
A	27/11/2015	STJA, LENN ELK, POR, KIAS, JRJ, FESA	MTNP, KIAS, LARX, MCAJ/trf	MVJ	Issued for comments
B	04-12-2015	MVJ	Tennet	MVJ	Re issued for comments
0	15-01-2016	STJA, LENN ELK, KIAS, JRJ, FESA, LARX	STJA, LENN ELK, KIAS, JRJ	MVJ	Issued for ITT

## CONTENTS

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Purpose of this document	1
1.2	Background	1
1.3	Purpose and concept of the standardised 700MW AC Offshore Substations	3
1.3.1	Final deck configuration	5
1.3.2	Shunt reactor rooms	5
<b>2.</b>	<b>Definitions and abbreviations</b>	<b>6</b>
2.1	Definitions	6
2.2	System categories	6
2.3	Abbreviations	6
<b>PART 1, BASIS OF DESIGN</b>		<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Codes and standards</b>	<b>8</b>
3.1	Order of Precedence	8
3.2	International regulations	8
3.3	Dutch regulations	8
3.4	EU directives/regulations	8
3.5	Codes and standards	9
<b>4.</b>	<b>Design Requirements</b>	<b>10</b>
4.1	Operation and Maintenance design requirements	10
4.2	Provisions for subsea cable entries	10
4.3	Temperature requirements	11
4.4	Noise and vibration requirements	11
4.5	Environmental and Geotechnical data	11
4.6	Item Designation	11
<b>PART 2, PLATFORM CONCEPT</b>		<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>Design Concept</b>	<b>12</b>
5.1	Platform design	12
5.2	Structural arrangements	12
5.3	Field layouts	13
5.4	Platform Operation modes	13
5.5	RAM	14
5.6	Safety philosophy	15
5.7	Platform access philosophy	15
5.8	Waste handling philosophy	15
5.9	Food and drinking water philosophy	16
5.10	Mechanical handling philosophy	16
5.11	Cable pulling philosophy	16
5.12	Maintenance and Spare Parts philosophy	17
<b>PART 3, FUNCTIONAL DESCRIPTIONS</b>		<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Overall Platform</b>	<b>18</b>
6.1	Room book	18
6.2	Type approvals	18
<b>7.</b>	<b>Structural</b>	<b>19</b>
7.1	Jacket structure	19
7.1.1	Structural layout	19
7.1.2	Boat impact	19
7.1.3	Grouted connection	19
7.1.4	Material and fabrication	19
7.1.5	Corrosion protection	19
7.1.6	Boat landing	19
7.1.7	Walk to work (W2W)	19
7.1.8	Cable deck	20

7.1.9	Installation	20
7.1.10	Scour protection	20
7.2	Topside structure	21
7.2.1	General structural layout	21
7.2.2	Deck levels – short description	21
7.2.2.1	Main deck, elevation (+) 6.500 T.O.S.	21
7.2.2.2	Utility deck, elevation (+) 34.000 T.O.S.	22
7.2.2.3	Control deck, elevation (+) 38.000 T.O.S.	22
7.2.2.4	Roof deck, elevation (+) 42.000 T.O.S / (+) 44.000 T.O.S.	22
7.2.3	Fire rating for deck areas	22
7.2.4	Structure for major equipment	22
7.2.5	Structures for mechanical handling and maintenance	22
7.2.6	External walls	23
7.2.7	Naturally ventilated rooms	23
7.2.8	Removable hatches in external walls	23
7.2.9	Internal walls	23
7.2.10	Antenna tower	23
7.2.11	Walkways and stairs	24
7.2.12	Platform crane	24
7.2.13	Optional Shunt Reactors	24
7.2.14	Transportation	24
7.2.15	Installation	24
<b>8.</b>	<b>Architectural</b>	<b>25</b>
8.1	General	25
8.2	Colours for architectural components and systems	25
8.3	Doors	25
8.4	Lock system	25
8.5	Windows	25
8.6	Insulation	25
8.7	Floors	25
8.8	Walls	26
8.9	Inventory Public rooms	26
8.10	Toilet	27
8.11	Waste handling equipment	27
8.12	Hazardous Material Storage	27
8.13	Bird fouling prevention	27
8.14	Spare part storage	28
8.15	Marking system	28
<b>9.</b>	<b>Safety</b>	<b>29</b>
9.1	Escape, evacuation and rescue equipment	29
9.1.1	Muster area	29
9.1.2	Hospital, first aid equipment	29
9.1.3	Life Saving Appliances	29
9.1.4	Emergency shelter	29
9.2	Fire alarm system	29
9.3	Active fire protection	30
9.3.1	Foam firefighting system	30
9.3.2	Inert gas	30
9.3.3	Manual fire extinguishing	30
9.4	Passive fire protection	30
<b>10.</b>	<b>Auxiliary Power</b>	<b>31</b>
10.1	General	31
10.2	LV power system	31
10.3	Back-up power supply	31
10.4	UPS systems	32

10.5	Platform lighting	32
10.6	Emergency lighting	32
10.7	Small power supply	32
10.8	Heat tracing	32
<b>11.</b>	<b>Utility systems</b>	<b>33</b>
11.1	General	33
11.2	Piping	33
11.3	Drain systems	33
11.4	Potable water	34
11.5	Freshwater system	34
11.6	HVA/C system	34
11.7	Diesel generator system	35
<b>12.</b>	<b>Material handling</b>	<b>36</b>
12.1	Platform crane	36
12.2	Overhead cranes	36
12.3	Davit cranes	36
12.4	Lifting and hoisting equipment	36
<b>13.</b>	<b>Instrumentation and Communication</b>	<b>37</b>
13.1	Instrumentation	37
13.1.1	Temperature and humidity	37
13.2	PA/GA system	38
13.3	CCTV system	38
13.4	Navigation aids / Aviation lights	38
13.5	FOG Horn	38
13.6	Telephones (VoIP)	38
13.7	Third Party Equipment, Shared Services (RWS).	39
<b>14.</b>	<b>SCADA and Networks</b>	<b>40</b>
14.1	Networks	40
14.1.1	Power SCADA	40
14.1.2	Auxiliary SCADA	40
14.1.3	IP services network	41
14.1.4	Out of Band network	41
14.1.5	Internet network	41
14.1.6	WPO network	42
14.1.7	Shared Services network (RWS).	42
14.2	Fibre optical network installation	42

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Purpose of this document

This Basic Design Report, together with the Employer Requirements, presents the basic design of Employer's standard 700 MW AC offshore substation.

This basic design provides the basis for the detail design of project specific substations to be deployed in Employer's offshore grid connections.

The basic design report covers the platform and all auxiliary systems needed to support the HV power transmission process. The design of the HV system is covered in a separate report; E3.1.1 – Grid Connection System, ONL-TTB-03152.

This basic design report consist of three parts. Part 1 states the basis of design. Part 2 covers the platform concept. Part 3 outlines the basic design including the functional requirements.

## 1.2 Background

The Dutch government has decided to develop 3.5 GW of wind energy production capacity offshore The Netherlands by 2023.

To achieve this the Dutch government will from 2015 onwards tender five 700 MW wind farm zones, one every consecutive year. Every wind farm zone comprises two wind farm sites of approximately 350 MW each.

Further background information concerning this development can be found in reference E2.1 – Project and site description Hollandse Kust Zuid Alpha & Beta, ONL-TTB-03943, as well as on [www.windopzee.nl](http://www.windopzee.nl).

TenneT, as the offshore grid operator in the Dutch part of the North Sea, will be responsible for the design, fabrication, installation and operation of the grid connections which will transport the generated electricity to shore.

Within each of these grid connections a 700 MW AC offshore substation is included. In order to minimize the total cost of ownership, TenneT has, in-house, developed a standard platform up to the level of basic design. This basic design has been appraised by DNV GL.

Currently, as part of the Borssele Alpha project, the standard design is being further developed into a detailed and ready for fabrication design by the related platform contractor HSM of Schiedam (NL) in co-operation with the design subcontractor IV Oil and Gas of Papendrecht (NL). In the course of this Tender detail design documents from the Borssele project will replace (part of) the basic design documents currently included in this ITT package to provide better and more precise definition of Employer's Requirements.

The substations will be located along the Dutch coast as indicated in Figure 1-1.

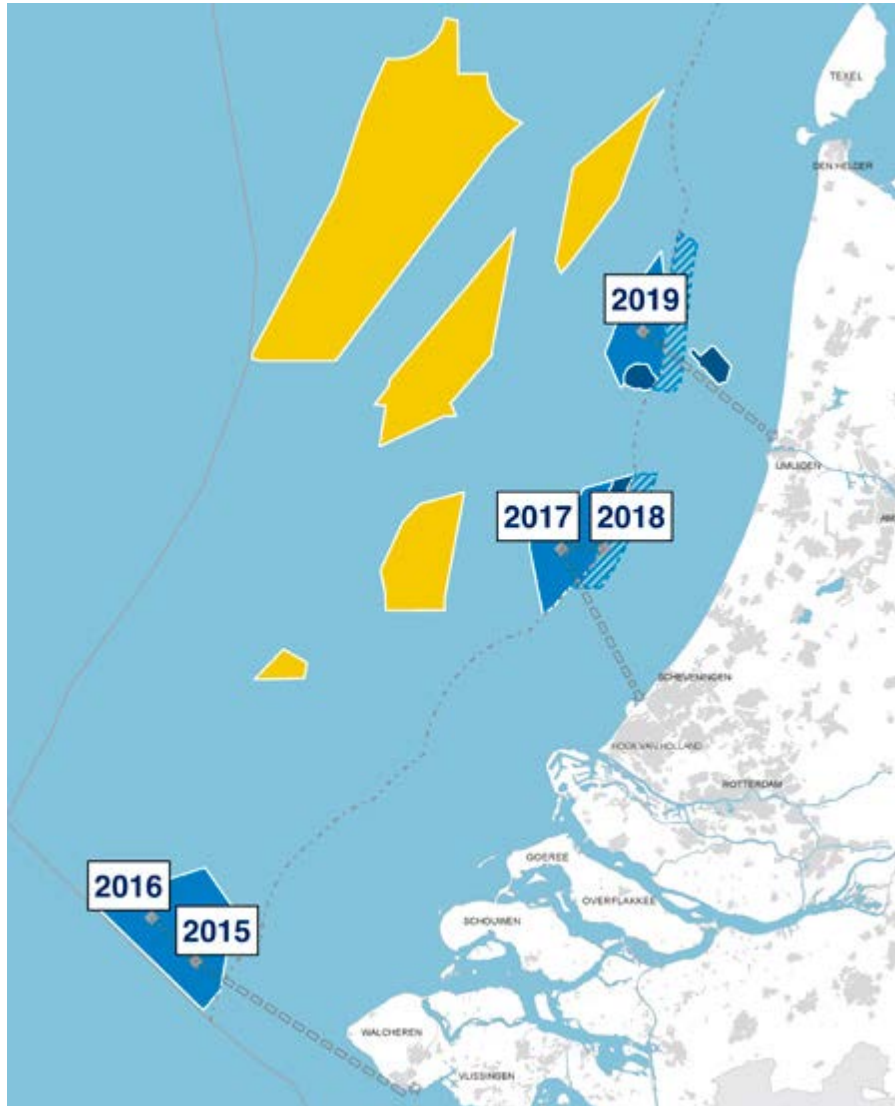


Figure 1-1: Wind farm zones to be tendered are marked light blue, realised wind farms in dark blue, future wind farm zones in yellow.

The names of the planned substations and their respective planned years of completion are:

- Borssele Alpha 2019
- Borssele Beta 2020
- Hollandse Kust Zuid-Holland Alpha 2021
- Hollandse Kust Zuid-Holland Beta 2022
- Hollandse Kust Noord-Holland Alpha 2023

### 1.3 Purpose and concept of the standardised 700MW AC Offshore Substations

The 700 MW AC offshore substations are to carry high-voltage switching and transformation equipment as well as auxiliary facilities in support of this high-voltage equipment. Connecting power of the wind farms will be delivered to the substations at a voltage level of 66 kV, the export cables will be operated at 220 kV.

The substations are part of the larger project of grid connection realization. The other parts, being the sea cables and the onshore substation extension, will be executed in parallel to this platform contract.

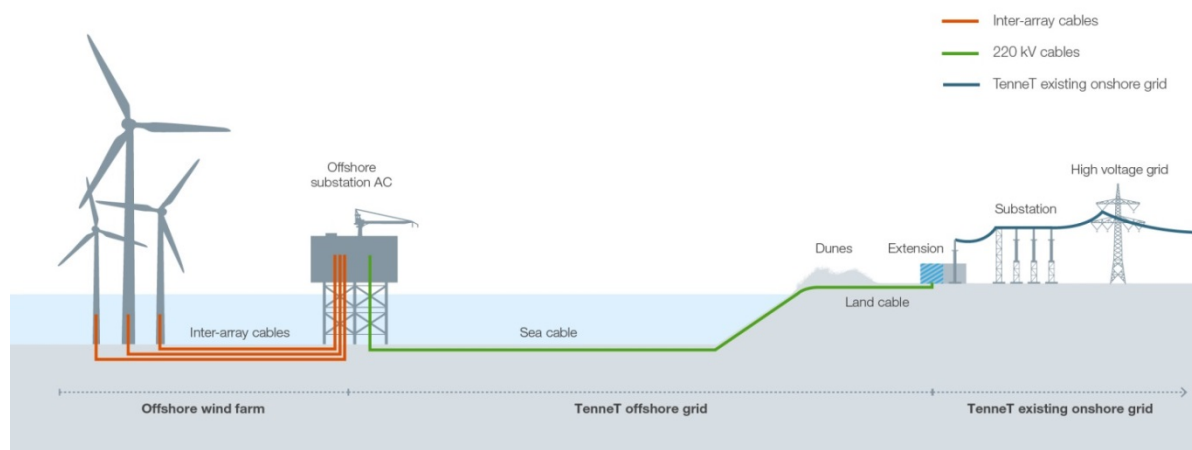


Figure 1-2: The Grid Connection System (GCS)

The platforms will consist of a lift installed topside, on top of a steel jacket piled to the seabed. J-tubes are foreseen in the jacket for pulling-in the 66 kV inner array cables of the connecting wind farms and the 220 kV export cables.

The platform will be unmanned, with no living quarters and no helideck provided. The platform auxiliary systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns.

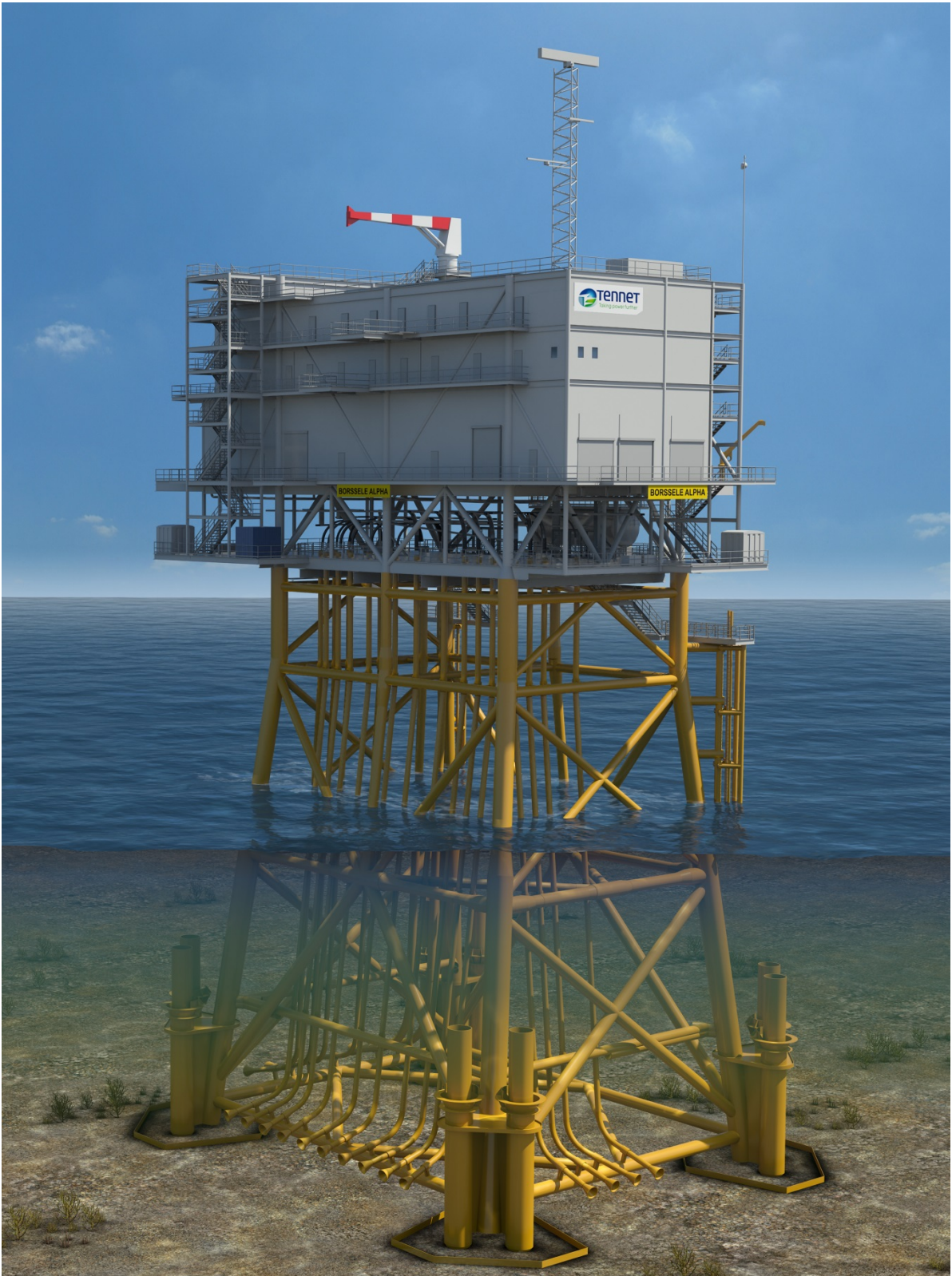


Figure 1-3: Platform view.



### 1.3.1 Final deck configuration

The basic design is based on following deck designations and elevations:

Cable deck	EL. +20.000 T.O.S
Main deck	EL. +26.500 T.O.S
Utility deck	EL. +34.000 T.O.S
Control deck	EL. +38.000 T.O.S
Roof deck	EL. +42.000 / 44.000 T.O.S

Figure 1-4: Basic design deck configuration

However, the effective cable deck height to be considered during detail design follows from drawings:

- E3.1.8 – Cable Deck – 66kV Infield Cables routing (ONL-TTB-03556)
- E3.1.9 – Cable Deck – 220kV Export Cables routing (ONL-TTB-03557)

Therefore, during detailed design, construction and installation, the following deck designations and elevations shall be used as basis:

Cable deck	EL. +0.000 T.O.S <sup>1</sup>
Main deck	EL. +7.500 T.O.S
Utility deck 1	EL. +15.000 T.O.S
Control deck	EL. +19.000 T.O.S
Roof deck	EL. +23.000 / 25.000 T.O.S

Figure 1-5: Detailed design deck configuration

The elevation of the cable deck is based on the site data of Borssele and shall be adjusted to the site specific Metocean Data (E7). The underside of the cable deck shall be free of the max wave crest of a 10.000 years wave.

### 1.3.2 Shunt reactor rooms

This document describes two configurations, with and without shunt reactor rooms. Based on recent studies the shunt reactors and their rooms are deleted from both the HKZ Alpha and Beta platforms.

<sup>1</sup> The cable deck height shall be adjusted to the site specific Metocean Data (E7).

## 2. DEFINITIONS AND ABBREVIATIONS

### 2.1 Definitions

Platform:	The complete 220/66kV HV offshore substation (foundation and topside).
Offshore substation:	Offshore platform with the main purpose to convert electric power to enable efficient transport. The platform is part of a grid connection system.
Standard platform:	TenneT's in-house standard design as a basis for five 700 MW platforms.
High voltage (HV):	$U_n > 1 \text{ kV}$
Low voltage (LV):	$U_n < 1 \text{ kV}$

### 2.2 System categories

Primary Systems:	These are systems and equipment which are directly related to the receipt of HVAC power from the offshore wind farm, the conversion of the voltage level and it's transmission ashore via the sub-sea cables. Primary the HV equipment (GIS, Transformer, HV Cables, etc.)
Secondary Systems	These are systems and equipment which control and protect the HVAC systems.
Auxiliary Systems	These are all other systems on the platform.
Design life	The defined period the Permanent Works are expected to operate.

### 2.3 Abbreviations

In the report, the following words, expressions and abbreviations have the meanings stated in the following:

AC	Alternating Current
AED	Automated external defibrillator
AISI	American Iron and Steel Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	Atmosphere Explosibles
BS	British Standard
BWFZ	Borssele Wind Farm Zone
CAA	Civil Aviation Authority
CCTV	Closed Circuit Television
CDF	Copper Distribution Frame
CE	"Marking" - conformity to European Directive
COG	Centre of Gravity
CPD	Construction Product Directive
CPR	Construction Product Regulation
CTV	Crew Transfer Vessel
DC	Direct Current
DNV	Det Norske Veritas
EC	European Community
EERA	Escape, Evacuation and Rescue Analysis
EMC	Electromagnetic Compatibility
EN	European standards
EU	European Union
FAS	Fire Alarm System
FES	Fire Extinguishing System

GIS	Gas Insulated Switchgear
GRP	Glass Fibre Reinforced Plastic
HAT	Highest Astronomical Tide
HKZ	Hollandse Kust Zuid
HMI	Human Machine Interface
HP	High Pressure
Hs	Significant wave height
HV	High voltage
HVA/C	Heating, Ventilation and Air Conditioning
HVAC	High Voltage Alternating Current
I/O	Input / Output
IALA	International Association of Marine Aid to Navigation and Lighthouse Authorities
IEC	International Electrotechnical Commission
IMO	International Maritime Organization
IP	Internet Protocol
ISO	International Standardisation Organisation
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
LAT	Lowest Astronomical Tide
LSA	Life Saving Appliances (also IMO LSA Code)
LV	Low Voltage
MED	Marine Equipment Directive
MHWN	Mean High Water Neap
MHWS	Mean High Water Spring
MLWN	Mean Low Water Neap
MLWS	Mean Low Water Spring
MSL	Mean Sea Level
MV	Medium Voltage
NEN	Dutch Norm
NFPA	National Fire Protection Association
NORSOK	Norwegian Offshore Standard
ODF	Optical Distribution Frame
OSPAR	Oslo-Paris Convention
OSS	Offshore Substation
PA	Public Address
PE	Poly Ethylene
PED	Pressure Equipment Directive
PPE	Personal Protection Equipment
QRA	Quantitative Risk Assessment
RAM	Reliability – Availability - Maintainability
ROG	Ramboll Oil & Gas
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SOLAS	Safety of Life at Sea
T.O.S.	Top of Steel
ULS	Ultimate Limit State
UPS	Uninterrupted power supply
UV	Ultra Violet
VLV	Very Low Voltage
VoIP	Voice over IP (telephone system)
W2W	Walk to Work, heave compensated gangway
WFO	Wind Farm Owner
WPO	Wind Park Owner

## PART 1, BASIS OF DESIGN

### 3. CODES AND STANDARDS

The basic design of the Employer's standard platform is based on the following Laws, codes and standards. The further development of the platform shall comply with the Laws, codes and standards as stated in paragraph 3.2, 3.3, 3.4 and 3.5.

#### 3.1 Order of Precedence

In the event of conflicts among the Laws, rules, regulations, specifications and standards referred to in this Basis Design Report the following order of precedence will be used:

1. International and Dutch Laws and regulations.
2. This Basis Design Report and Employer's Requirements.
3. International codes and standards

All regulations, codes and standards referred to in this Basic Design Report shall apply in the revision in effect at the time of contract signing.

#### 3.2 International regulations

The governing standards to be applied for the design of the platform shall comply with the following.

- IMO (International Maritime Organization)
- SOLAS
- Marpol
- LSA Code (Life Saving Appliances)
- FSS Code (Fire Safety Systems).
- FTP Code (Fire testing procedures)
- CAA (Civil Aviation Authority)
  - CAP 437: Standards for Offshore Helicopter Landing Areas.
- IALA (International Association of Marine Aid to Navigation and Lighthouse Authorities)
  - IALA Recommendation O-139, The Marking of Man-Made Offshore Structures

#### 3.3 Dutch regulations

Statutory regulations to be used are (but not limited to): The latest edition shall be applicable.

- Dutch electricity Act (Elektriciteitswet 1998)
- NEN 1010, Safety requirements for low-voltage installations, Oct 2015
- NPR 5310, Netherlands interpretation guide to NEN 1010
- NEN 3140, Operation of electrical installations – Low voltage
- NEN 3840: Operation of electrical installations – High voltage
- NEN-EN 50110: Operation of electrical installations
- NEN-EN 61936: Power installations exceeding 1 kV
- Mijnbouwwet, Mijnbouwbesluit, Mijnbouwregeling (Dutch Mining Regulation)

Furthermore, Dutch regulation implementing the EU Directives listed in 3.4.

#### 3.4 EU directives/regulations

The following EU Directives and regulations, as implemented in Dutch regulations, shall apply:

- 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora
- OSPAR Recommendation 2001/1 for the Management of Produced Water from Offshore Installations
- 2004/108/EC: Electromagnetic Compatibility
- 2006/42/EC: Machinery Directive

- 2006/95/EC: Low Voltage Directive
- Regulation 305/2011: Construction Product Regulation (CPR) (\*)
- Regulation 1272/2008: CLP Regulations (Chemicals)
- 89/106/EEC: Construction Product Directive (CPD)
- 89/686/EEC: Personnel Protection equipment (PPE)
- 2003/10/EC: Minimum Health and Safety Requirements. Noise
- 90/269/EEC: Health and Safety Requirements for Mechanical Handling of Loads
- 2014/68/EU: Pressure Equipment Directive (PED)
- 2009/105/EC: Simple Pressure Vessel Directive
- 92/58/EEC: Safety and Health Signs
- 96/98/EC: Marine Equipment Directive (MED)
- 2001/95/EC: General Product Safety Directive
- 1999/92/EC, ATEX Worker Protection Directive
- 2014/34/EU: ATEX Equipment Directive

(\*) CPR shall only apply for shelter and for commodity items, i.e. for example fabricated steelwork shall not be CE-marked according to CPR / EN 1090-1.

### 3.5 Codes and standards

Governing standard for the design of the platform shall be:

- DNVGL-ST-145 Offshore Substations

All normative Codes and Standards referred to in the above mentioned governing standard shall be followed. In addition the following Codes and Standards shall be followed:

1. DNVGL-OS-A101, Safety Principles and Arrangements
2. DNVGL-OS-C101, Design of Offshore Steel Structures, General (LRFD Method)
3. DNVGL-RP-0005, Fatigue design of offshore steel structures
4. DNVGL-OS-C401, Fabrication and testing of Offshore Structures
5. DNVGL-OS-D101, Marine and Machinery Systems and Equipment
6. DNVGL-OS-D201, Electrical Installations
7. DNVGL-OS-D202, Automation, Safety and Telecommunication Systems
8. DNVGL-OS-D301, Fire Protection
9. DNVGL-SE-0073 project certification of windfarms according to IEC 61400-22
10. DNV-OS-H101, Marine Operations, General
11. DNV-OS-H102, Marine Operations, Design and Fabrication
12. DNV-OS-H201, Load Transfer Operations
13. DNV-OS-H203, Transit and Positioning of Offshore Units
14. NORSOK C-002, Architectural components and equipment.
15. NORSOK M-501, Surface preparation and protective coating

If any inconsistency is found between the codes and standards, the following hierarchy is valid:

1. DNVGL-ST-145 Offshore Substations
2. DNV-GL
3. Noble Denton Guidelines
4. NORSOK guidelines
5. European standards (EN), International standards ISO and IEC standards, NFPA for firefighting and IP 15 regarding hazardous area classifications.

All EN and EN-ISO standards shall be in the NEN-version. For Euro codes, national NEN annexes shall be applied.

## 4. DESIGN REQUIREMENTS

### 4.1 Operation and Maintenance design requirements

Operation and Maintenance design requirements are

- The platform shall have a design life of 30 years from Taking Over (as defined in the relevant EPC contract).
- All structural and non-structural items (i.e. piping, ducts, welded supports, J-tubes, architectural walls, doors and windows) shall have a design life of 30 years. Other equipment which is replaceable without affecting integrity of the platform or interruption of production shall have a design life of minimal 20 years. Examples of this equipment are pumps, valves, control cabinets, lighting fixtures. In these periods, all structures, systems, equipment and surfaces shall be designed to be able to withstand, with normal maintenance applied, normal wear and tear, aging and corrosion due to intended use and ambient conditions during the entire periods specified without any need for unplanned maintenance or replacement.
- The platform design shall fulfil the requirements for reliability, availability and maintainability as further specified in the RAM requirements; E2.7 – RAM requirements, ONL-TTB-03147.
- The platform will be unmanned. The platform systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local control shall be possible during manned maintenance campaigns.
- The platform and the lifesaving appliances shall be designed to allow 12 persons onto the platform during normal maintenance campaigns.
- The maintenance plan shall be based on execution of planned maintenance in the period April–September with a maximum number of campaigns of four per year.

This chapter shall be read in conjunction with the Operation and Maintenance Requirements; E6 - O&M Requirements, ONL-TTB-03426.

### 4.2 Provisions for subsea cable entries

The platform shall be fitted with:

- 19 J-tubes for pull-in of subsea power cables need to be provided, of which:
  - 2 times 8x for 66 kV cables for the two wind area's to be connected to the substation
  - 1x 66 kV cable to a second substation in the same wind area
  - 2x 220 kV export cables
- A cable deck to allow subsea cable pull-in before (and after) installation of the topside

Subsea cables can only enter the substation in the N, W and S quadrants of the substation site. The E quadrant shall be kept free from subsea cables to allow access to the substation for a jack-up barge.

### 4.3 Temperature requirements

		Tmin/max Unmanned	Tmin/max Manned <sup>1</sup>	Humidity
GIS (66&220)		5/35	5/25	10-70%
Main transformer	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
Shunt reactor	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
Control rooms		5/35	19/24	10-60%
Auxiliary and earthing transformer room	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
LV sub-distribution		5/35	5/25	10-60%
Battery room		15/25	15/25	10-60%
Public room		5/35	19/24	10-60%
Workshop		5/35	16/25	10-60%
Toilet		5/35	16/25	10-60%
Utility machinery rooms		5/35	5/25	10-70%

<sup>1</sup>HVA/C system for manned modes does not have to be redundant.

Figure 4-1: Temperature requirements

Temperature requirements from individual rooms are presented in the Room Book; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105.

### 4.4 Noise and vibration requirements

Requirements to maximum noise level in individual rooms are presented in the Room Book; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105.

### 4.5 Environmental and Geotechnical data

For the basic design, the metocean and geotechnical data for the Borssele Alpha platform location have been used. Relevant data are provided in the individual design reports. The data can be found at the website of the Offshore Wind of the Netherlands Enterprise Agency RVO; <http://offshorewind.rvo.nl>.

Contractor shall tailor the basic design to the specific platform locations and use the applicable site specific site data. Reference is made to E7 – Metocean and Geotechnical Data, ONL-TTB-03428.

### 4.6 Item Designation

Item designation shall be according to E5.19 – Item Designation, ONL-TTB-03424.

## PART 2, PLATFORM CONCEPT

### 5. DESIGN CONCEPT

#### 5.1 Platform design

The main value drivers for this lay-out are:

- arranging all (heavy) HV equipment on the main deck results in a low CoG and optimal HV cable routing.
- making the cable deck part of the jacket allows early subsea cable pull-in, even before installation of the topside.
- this lay-out allows the shunt reactors to be deleted without affecting the remainder of the topside lay-out. Shunt reactors will not be needed for platforms with short export connection to the onshore grid.
- optimized operation and maintenance through selection of low complex systems and solutions.
- placing most of the gangways externally, this minimizes the volume of the topside enclosure. Thereby minimizing weight and cost, while at the same time providing for easy maintenance of the exterior.
- special attention has been paid to provisions for the exchange of heavy components such as the transformers and the reactors. Laydown platforms are foreseen on all levels within reach of the platform crane. Adequate provisions are foreseen for material handling in the broadest sense.
- the lay-out provides effective escape routes as well as comfortable indoor passage between the most visited rooms.
- two muster and life raft stations (one North and one South) are provided to always allow escape on a lee side of the platform.
- boat access is provided by two CTV boat landings and four W2W gangway landing areas, allowing vessels to always approach from the most favourable angle. A helicopter winching area is provided for emergency situations.

The platform lay-out is shown in the 3D model (E3.1.13, ONL-TTB-00003) and the plot plans (E3.1.6, ONL-TTB-00206).

#### 5.2 Structural arrangements

The design shall be based on a steel jacket and topside. Jacket structural designs shall be compliant to the Employer's Requirements:

- E3.4.15 – Specification for structural design and fabrication of topside, jacket and piles, ONL-TTB-00148.

The central part of the (or complete) cable deck shall be included in the jacket structure and arranged for cable pulling before and after installation of the topside. The lay-out and functionality of the cable deck shall be maintained and the J-tube arrangement at the seabed shall be tailored to the field lay-outs. This means that the 220 kV export cables shall be connected on the south side of the HKZ Alpha platform.

The topside structure consists of 5 decks (4 ordinary decks and 1 upper roof deck on top of the shunt reactor rooms).

The topside module has been designed so that the configuration without the two shunt reactors on the north end of the utility deck will not alter the overall structural design.



External walls and roof areas consist of fully welded steel plates with insulation and finishing on the inside. All rooms are accessible from the external walkways. In addition the external walkways and stair towers form the escape routing. For utility and control facility rooms, access via an internal corridor is provided.

The HV grid design may see harmonics. In order to filter the harmonics it could be necessary to place HV filter components on the platform. On the roof deck an area shall be reserved for the possible placement of HV filters as shown on the plot plan roofdeck. For now an overall weight of 60 tonnes shall be assumed.

### **5.3 Field layouts**

In the principle field layout the platform is located such that it is surrounded by the two wind park areas. The array cables enter the platform from three sides (north, west and south). The export cables to shore can optimally be connected to the platform on the north side, but connection on the south side will be kept open (applicable for the HKZ Alpha platform). The east side shall be kept free from cables on the seabed to secure future accessibility for a jack-up-based heavy lifting crane vessel for potential replacement of a main transformer, auxiliary/earthing transformer or shunt reactor.

The principle field layout of Hollandse Kust Zuid is shown in:

E3.1.15 – Field Lay-Out Hollandse Kust Zuid Alpha (1:10) (ONL-TTB-04016)

E3.1.16 – Field Lay-Out Hollandse Kust Zuid Beta (1:10) (ONL-TTB-04017)

E3.1.20 – Field lay-out Hollandse Kust Zuid Alpha (1:20) (ONL-TTB-04018)

E3.1.21 – Field lay-out Hollandse Kust Zuid Beta (1:20) (ONL-TTB-04019)

### **5.4 Platform Operation modes**

In E6 – Operation and Maintenance Requirements, ONL-TTB-03426, the platform operation modes are defined. Separate operation modes are defined for the HV/LV system, Utilities, HVA/C.

### 5.5 RAM

For design of the auxiliary systems, RAM requirements are given in E2.7 – RAM requirements, ONL-TTB-03147.

A very rough assessment of system criticality for the availability of the grid has been made. During detail design, an extended FMECA analysis and a probabilistic risk assessment must be performed to verify that all systems, alone or in combination, will ensure availability of energy supply as specified in the RAM requirements.

Utility system	Critical for availability of energy supply	Mitigation (redundancies/fail mode functions)
HVA/C, fresh air changes	No	2xAHU's total 100% Each AHU 2x100% fan sections
HVA/C, chilled water	Yes	(n+1) condenser sections
		(n+1) cooling units
		2x100% circulation pumps
		1x100% piping system
HVA/C, temperature conditioning	Yes	(n+1) room units
Auxiliary Scada	Yes	Redundant and fail mode operation
Auxiliary power	Yes	2x100%
Fresh Water	No	100%
Drain, sewage treatment	No	100%
Drain, Oil/Water separation	No	100% system 2x100% pumps 100% oil water separator
Fire Alarm System	No	100%
Inert Gas system	No	Nx100% - dedicated capacity for each covered area
Foam system	No	1x100% - stored capacity for 1 of 6 areas.
Diesel generator system (temporary)	No	2x50%
Platform crane	No	1x100%

Figure 5-1: Rough assessment of system criticality for the availability of energy supply

## 5.6 Safety philosophy

Personnel safety is primarily ensured through fast escape and evacuation.

Platform access depends on the workability limits of crew transfer and W2W vessels. This means that the platform can, and will, only be manned in favourable weather conditions. When weather conditions deteriorate, the platform will be abandoned.

A QRA and an EERA have been prepared for the platform. Reference is made to reports ONL-TTB-00026 and ONL-TTB-00027 respectively.

The EERA demonstrates that personnel on the platform have a good prospect of escaping, evacuating and being rescued in case of an incident on the platform.

Asset protection is ensured by an inherently safe design:

- minimizing the number of systems on the platform (e.g. no permanent diesel generator) minimizes the fire risk
- minimizing the fire load and providing passive fire protection minimizes the need for active firefighting
- residual fire risk has been mitigated by providing water based, air propelled foam and inert gas firefighting systems.

Safety to personnel and the asset shall be further enhanced through dedicated operational and safety procedures.

## 5.7 Platform access philosophy

The platform is designed for access in two ways.

For regular inspection and maintenance campaigns of limited scope access by CTV is foreseen. Two traditional leg-supported boat landings with ladder access to the landing deck and further stair access to the cable deck are provided. The ladders shall be fitted with a fall prevention system. Davit cranes are provided next to the boat landings for lifting small loads from the CTV.

For more extended visits, or when less favourable weather conditions need to be overcome, a supply vessel can be used which is fitted with a walk-to-work motion compensated gangway system engaging directly to the cable deck. Larger loads can be lifted off these vessels with the platform crane on the top deck.

The platform shall include a helicopter winching area on the roof deck. In case the necessity for emergency-required quick access arises, personnel, injured persons (on a stretcher) and minor goods can be loaded/unloaded. The winch area shall be designed according to CAP 437 requirements. The winch area shall be suitable to receive a NHI NH90 with a D-value of 20m.

Unwanted access of the platform shall be prevented by fencing off the boat landing access way at the cable deck entry. If circumstances require so, mariners in distress can access the platform via the boat landing up to the fence on the cable deck where a telephone is provided for making a distress call.

## 5.8 Waste handling philosophy

There will be no permanent waste storage facilities on the platform. Bins for dry nontoxic and non-emitting waste shall be provided. Containers for wet, toxic and emitting waste shall be used during special operation and maintenance activities and will be stored in the workshop.

When the platform is left, all waste will be collected and brought to shore for controlled disposal.

### **5.9 Food and drinking water philosophy**

Fresh food, drinking water and beverages shall be brought during manning and removed during demanning.

A dry storage for long time durability goods, emergency rations, will be provided in the in the provision store next to the mess.

### **5.10 Mechanical handling philosophy**

The mechanical handling provisions on the platform shall make handling of goods and materials possible during all operational modes and during maintenance and repair of systems and equipment on the platform.

The platform crane is the central element in the mechanical handling philosophy. The crane shall be operated from a wireless belly control. This in order to give the operator free sight to any mechanical handling operation from all laydown areas and for loading or unloading from a supply ship. This ship will be positioned at the east side of the platform.

The platform crane capacity shall allow for handling of not less than 5.000 kg from all laydown areas on the platform. The platform crane shall be able to lift the containerised generator and fuel tanks to and from supply vessel and planned location on the roof deck. In case of need for handling of items weighing above the platform crane capacity, handling and lifting capacity will be supplied from special vessels.

Roof decks above the main transformer rooms and shunt reactor rooms and all installations underneath shall be prepared for cut-out of the roof deck and free the opening in case replacement of one of these components is required.

Laydown areas shall be located on each deck level. The laydown areas shall be large enough to accommodate a 10 foot standard container without blocking the doors of the container and the transport routes for handling of tools, spares and other materials.

Provisions for mechanical handling of loads above 23 kg from all laydown areas to and from all the rooms shall be arranged. This includes pad eyes for lifting and or dragging slings, mono rail beams and overhead cranes in GIS rooms.

Reference is made to Mechanical handling plan, ONL-TTB-00195.

### **5.11 Cable pulling philosophy**

The platform shall be designed for cable pull-in of array and export cables from the seabed and onto the cable deck. The sea cables shall be routed individually in J-tubes the entire way from the seabed to the cable deck T.O.S. After pull-in of each cable, it shall be fixed in a cable hang-off clamp-on and positioned according to the cable specification.

The platform design shall ensure that all sea cables can be pulled either before or after installation of the topside, without intervening with the pulling methods.

Reference is made to the 3D model for further visual clarification and to drawing no. ONL-TTB-00135 to see the arrangement of the pulling equipment and the combination of which pad eyes to use for pulling of the various sea cables.

Reference is made to the cable pulling methodology, ONL-TTB-00188.

### 5.12 Maintenance and Spare Parts philosophy

It shall be an integral part of the operation and maintenance strategy to keep the maintenance demanding systems and equipment on-board the platform at a minimum and minimize the number of inspections. Equipment selected shall be simple and highly reliable with a minimum of maintenance required.

During the hook-up and pre-commissioning phase as well as during any major maintenance activities, containers and loose portable equipment shall be taken on-board from the support vessel. This includes for example:

- Office container
- Spares container
- Workshop container
- Rigger container (lifting equipment)
- Scaffold container(s)
- Additional power generator container
- Diesel fuel tank container
- Portable air compressor
- Portable HP water cleaner (200 – 250 bar)
- Garbage Containers

The need of scaffolding during maintenance operations shall be minimised.

Storage area of critical spares shall be provided on board of the platform.

Reference is made to E6 – Operation and Maintenance Requirements, ONL-TTB-03426.

## PART 3, FUNCTIONAL DESCRIPTIONS

### 6. OVERALL PLATFORM

#### 6.1 Room book

The allocation of specific equipment and components to each of the rooms in the platform, as well as the requirements which apply to each of the rooms are all given in the room book; ONL-TTB-00105

#### 6.2 Type approvals

All materials, equipment and systems procured or manufactured by contractor shall be type approved by a recognised approval authority for the intended use, in line with applicable Codes and Standards.

Applicable codes and standards include, but are not limited to the following:

- IEC standards
- type approval standards of classification societies for maritime use of equipment in the shipping or offshore industry
- approval standards of notified bodies, where required by national legislation
- type approval standards by recognised authorities, for application to safety related software systems according to IEC 61508 and IEC 61511, and others
- specific product related standards.

Contractor shall not deviate from this requirement without prior approval from Employer and the Certifying Agency.

## 7. STRUCTURAL

### 7.1 Jacket structure

#### 7.1.1 Structural layout

Jacket structure shall have supporting frame for j-tubes and cable deck.

#### 7.1.2 Boat impact

The jacket shall be designed to resist an accidental boat impact according to NORSOK N-004. Boat size of 5.000 ton displacement is to be used for assessment.

Top of piles shall be below EL. -11.300 MSL in order to allow for safe vessel position at the boat landings.

#### 7.1.3 Grouted connection

Skirt piles shall be connected to sleeves through grouted connection.

#### 7.1.4 Material and fabrication

Material selection shall be according to Specification for Specification for Structural Design and Fabrication of Topside, Jacket and Piles, doc. ONL-TTB-00148.

#### 7.1.5 Corrosion protection

Cathodic protection philosophy of jacket shall be implemented in design, according to Specification for Painting and Corrosion Protection, doc. ONL-TTB-00149.

#### 7.1.6 Boat landing

A primary and a secondary boat landing shall permit sea access of personnel.

The bottom part of the bumpers of the boat landing shall be inclined and curved at the end in order to avoid the vessels to be hooked by the structure during presence of low tide water level.

The boat landing design shall follow IMCA M 232; Standardised boat landing research report.

The following forces from ships shall be assumed:

<b>Boat landing</b>	
Horizontal load	700 kN
Vertical load	550 kN

A suitable fall arrest system, presumed to be an self-retracting lifeline, also known as an 'inertia reel' or 'yo-yo', should be provided on the ladder.

#### 7.1.7 Walk to work (W2W)

The cable deck (and/or boatlanding) shall have four landing locations for W2W gangways positioned on such locations that accessibility is maximum in worst possible environmental and sea conditions for various vessel types.

Overhanging decks from the main deck form a hazard for ships. Therefore the W2W access points are extended.

Gates shall be located such that a small platform is available at the outside to safely open and close of the gate without standing on the gangway. This also shall prevent injuries of personnel waiting for transfer whilst connecting the gangway.

The gate shall be wide enough to pass with pallets. The deck around the landing locations shall provide sufficient handling space.

The connection zone shall have a catcher for the nose of the gangway shaped as an open box of 1400 x 300 x 100 (width x height x dept). All sides closed and painted red.

The landing area and the posts of the gate shall absorb a normal load of 10 kN from the gangway and 30 kN for the emergency pushing force.

#### 7.1.8 Cable deck

The cable deck will be the place of cable pull-in operations before (or after) the topside is lifted on top of jacket.

The cable deck structure shall be designed taking into account the requirement for penetrations of grating and local reinforcements to enable the cable pull-in.

This deck supports the muster area's and the sump tank. Walk 2 Work landing area on each side of the cable deck shall be included in the design.

The underside of the cable deck shall be free of the max wave crest of a 10.000 years wave.

#### 7.1.9 Installation

The jacket shall be lifted from a barge to the seabed by an heavy lift vessel.

The relative displacement between pile and sleeves will be limited by pile grippers during the curing of the grout.

#### 7.1.10 Scour protection

Reference is made to the document: E3.4.17 – Scour model tests results, ONL-TTB-ONL-TTB-03397). This document provides details of the set-up and results of scour model and scour protection tests carried out by Deltares for the Borssele Alpha and Beta platforms.

From these tests it can be concluded that scour around the jacket foundation piles may be deeper than anticipated elsewhere in this report and in the Scour Assessments (E3.4.11, ONL-TTB-00196).

Based on the scour model test results for Borssele Alpha and Beta a scour assessment for Hollandse Kust Zuid has been performed by Deltares (E3.4.18, ONL-TTB-03945). Additionally a numerical modelling of the flow amplifications around the platform has been performed by Deltares (E3.4.19, ONL-TTB-03946)

Contractor shall consider these test results in the design of the jacket structure and foundation.

From these test results it can be seen that substantial scour may occur around the platform jacket, lowering the seabed along the routes of the subsea cables entering the jacket J-tubes to such an extent, that the integrity of the cables could be compromised over time.

In order to provide a stable underground for the subsea cables in the vicinity of the platform a pre-installed scour protection shall be placed under and around the platform jacket. All layers of scour protection shall be fully completed prior to Jacket installation and pile driving. This scour protection shall meet the following requirements:

Design life: The scour protection shall be dynamically stable and shall be designed to survive for 30 years without maintenance. The maximum extreme event to be accounted for is the 1/100 yrs wave in combination with the 1/10 yrs tidal current.



**Elevation:** Along the first 5 meter of all the cable routes, measured from the J-tube bell mouths, the top of the scour protection shall be at 2,5m (+/- 0,5m) below the centreline of the J-tube bell mouths. At a larger distance than 5 meters from the J-tube, the elevation of the rock placement is to be determined by Contractor, with a requirement for the tolerance: +/- 0.5m

**Radial extent:** The scour protection shall extend 15m around the jacket base outlines, plus the slopes needed to ensure edge stability.

In addition an unit rate for variation shall be quoted for the scour protection (euro/ton). The unit rate shall be used for a possible extension of the scour protection to prevent global scour (which could form a problem for the HV cables). The unit rates shall be based on another 20m radial extension of the scour protection. See pricing sheet.

**Edge stability:** The scour protection edge slopes shall be designed to avoid progressive collapse of the scour protection edges

The design shall also fulfil scour protection requirements in the way of the legs of jack-ups servicing the platform during testing and commissioning and during future maintenance operations.

The results of the model tests carried out by Deltares can be used by Contractor as input for the design of the scour protection. Depending on Contractor's final jacket and scour protection design, however, additional model testing may be required.

## **7.2 Topside structure**

### **7.2.1 General structural layout**

The topside structure includes 5 decks (4 ordinary decks and 1 upper roof deck on top of the shunt reactor rooms).

Alternative structural concept, e.g. stressed skin, will be accepted. Layout of rooms shall be maintained.

The topside design consists of two configurations:

- With two shunt reactor rooms
- Without the two shunt reactor rooms.

The necessity of having the shunt reactors installed depends on the location of the platform and the associated length of export cables. Where these cables are relatively short and therefore no shunt reactors are required the shunt reactor rooms can be deleted altogether without further changes to the remainder of the topside lay-out.

For more details concerning topside structure see drawings nos. ONL-TTB-00053.

### **7.2.2 Deck levels – short description**

#### **7.2.2.1 Main deck, elevation (+) 6.500 T.O.S.**

This deck supports the two main transformers with external cooler batteries, the two 66 kV GIS'es, the 220 kV GIS and the earthing/auxiliary transformers.

Floor pits in GIS rooms and penetrations are to be provided to enable connection of the subsea cables to the HV equipment, and for running interconnection cables between the individual HV components. Cable pits shall be minimum 1000 mm deep. Bottom of pits shall be made of stiffened steel plate. After cable installation, the top of pits shall be covered with grating. There shall be access to pits through opening in deck beside the GIS.

Drip trays or oil bunts shall be constructed below all oil filled equipment. Drip trays to be located down between the deck beams. No boundary plate or edge above deck level will be accepted.

#### 7.2.2.2 Utility deck, elevation (+) 34.000 T.O.S.

At this level, control and protection rooms for 66 kV GIS, 220 kV GIS, LV, shunt reactors, fresh water tank and public rooms are located.

#### 7.2.2.3 Control deck, elevation (+) 38.000 T.O.S.

At this level, the battery rooms, HVA/C rooms, Shared Service Room, WPO control rooms, chiller room and workshop are located.

#### 7.2.2.4 Roof deck, elevation (+) 42.000 T.O.S / (+) 44.000 T.O.S.

The roof deck provides a laydown area for two 10 feet and two 20 feet standardized containers.

It also provides room for containerised diesel storage tanks and diesel generators for temporary use during platform commissioning and for unforeseen black-outs. The roof deck shall therefore be provided with correct positioned, flush mounted, twist lock foundations for standard ISO containers. For each foundation a twist lock and a lashing eye shall be provided.

On the roof deck an area is reserved for the possible location of HV filters. The HV grid design could cause harmonics which have to be filtered at the offshore platform. The area shall be capable of supporting 60 tonnes in total.

Above the main transformer rooms and shunt reactor rooms soft patches shall be provided to facilitate cut out in case replacement of one of these components should be required. The roof deck in this area shall be strong enough to be used as laydown area. The roof shall be sloped to avoid water accumulation.

The roof shall be with slope towards east and west from grid line B. Gutters and drains along the two sides to be established.

The roof deck shall be extended towards the North and East with dropped object protections above the shunt reactor coolers and main transformer coolers.

#### 7.2.3 Fire rating for deck areas

The rating for passive fire protection on all deck areas is indicated on Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

#### 7.2.4 Structure for major equipment

Generally, below major equipment, I/H-shaped girders are installed as local equipment support and reinforcement of the deck structure. The transformers and the GIS are sensitive to the flexibility of their support structures, and therefore a stiff support structure is required.

#### 7.2.5 Structures for mechanical handling and maintenance

Supports for overhead cranes, run way beams, pad eyes for lifting and pulling slings etc. needed for the mechanical handling shall be attached to structural elements. Reference is made to Mechanical handling plan: doc no. ONL-TTB-00195.

For external maintenance (e.g. painting repair and cleaning) pad eyes for fastening of scaffolding and rappelling slings shall be attached to the wall structure.

#### 7.2.6 External walls

Horizontal area's in the walls shall be minimized where dirt or/and water pools could form.

All walls inside naturally ventilated rooms, the main transformer rooms, earthing/auxiliary rooms and shunt reactors rooms, are to be considered as external walls.

Wall plates shall be fully welded to columns, braces and deck beams. For natural ventilation in main transformer rooms, earthing/auxiliary transformer rooms and shunt reactor rooms air louvres shall be provided in the lower and the upper levels of the external walls. The louver panels shall be constructed to prevent ingress to the rooms of rain water and sea spray.

#### 7.2.7 Naturally ventilated rooms

Naturally ventilated rooms are seen as open deck therefore all equipment inside these rooms shall fulfil the (DNVGL) requirements for open deck. Instruments, enclosures and cable entries in these areas shall at least have IP55 rating.

#### 7.2.8 Removable hatches in external walls

For taking out major equipment from the auxiliary and earthing transformer rooms , soft patches shall be provided to facilitate cut out in case replacement. Each panel shall have two pad eyes for handling.

#### 7.2.9 Internal walls

Walls shall have a design life of 30 years and be designed to fully comply with the system requirements regarding HSE, HVA/C and firefighting systems for at least the following characteristics:

- Thermal insulation
- Sound insulation
- Air tightness
- Water ingress and tightness
- Chemical resistance
- Fire rating
- Blast- and pressure resistance

Internal walls, not in contact with the outside environment, can be made as IMO or SOLAS certified fire panels (G21 fire panel system or similar).

#### 7.2.10 Antenna tower

On the roof deck at the south-west corner, an antenna shall be installed. The antenna shall carry a revolving radar (21"), , instrumentation and communication antennas. The tower is supposed to have a triangular shape with an estimated leg spacing of 3000 mm. Open lattice construction on all three sides. Crow's nests for maintenance on radar beams shall be provided.

An internal ladder with rest platforms and service platforms shall be a part of the tower.

An SRL (self-retractable safety line) shall be installed.

The tower shall be hot dip galvanized before final surface treatment with painting.

It has to be mentioned that the support structure for the antenna tower (at the roof deck) shall be sufficiently rigid to avoid major movements/deflections of the tower. Deflections of the tower shall not disturb antenna signals.

The design of the antenna tower shall be established in close consultation with RWS CIV as defined in the interface description (E2.5, ONL-TTB-03146)

#### 7.2.11 Walkways and stairs

Access walkways and stairs are located outside the topside walls. These areas are designed as open deck structures covered by grating. Laydown areas are integrated into the walkway structure and shall be covered by steel plates to improve the mechanical handling.

#### 7.2.12 Platform crane

The topside will be equipped with a platform crane above the roof deck located in the northeast corner. The crane pedestal shall be designed with tubular-shaped profiles and shall be integrated with the main topside column at the same location. Lifting capacity and range according to crane specification.

#### 7.2.13 Optional Shunt Reactors

The topside module has been designed so that the configuration without the two shunt reactors on the north end of the utility deck will not alter the overall structural design. Only the structures for the shunt reactor rooms will be omitted, and the crane pedestal will be lowered.

#### 7.2.14 Transportation

It is assumed that the platform topside will be transported on a large cargo barge  $L > 76$  m and  $B > 23$  m. Restricted tow shall be taken into account to reduce the calculated inertia loads in the sea transportation analysis.

#### 7.2.15 Installation

The topside lift onto the jacket is assumed to be performed as a 'one hook lift' using a spreader bar.

## 8. ARCHITECTURAL

### 8.1 General

The architectural design and execution shall comply with: NORSOK C-002, Architectural Components and Equipment.

### 8.2 Colours for architectural components and systems

All colours shall be in accordance with the architectural colour schedule(s), sample boards in A3 size shall be provided by the Contractor. Employer's standard colour range should, in general, be used.

### 8.3 Doors

- Doors shall be fire rated according to the wall in which they are located.
- External weather tight doors shall be of the hinged type.
- Doors are to be bolted to the structural wall steel.
- Door coamings as low as possible; ramps to be provided if necessary from transport of heavy equipment on trolleys.
- No less than 3 hangers shall be fitted to each door blade. Hangers shall be stainless steel, attached on the inside, and maintenance free.
- Gutter shall be installed above all external doors. The gutter shall be made of suitable angle bar, welded to wall gutter plate. Slope 1:100 to both sides from middle of gutter.
- All outer doors and doors in escape routes shall be equipped with panic bars.
- Double sealing around door for gastight/spray watertight execution
- Door pump with stainless steel chain with springs or end stops.
- Door leaf both sides 2 mm stainless steel sheets, stainless steel stiffeners inside door leaf 3 mm stainless steel frame, z-profile
- The material shall be stainless steel AISI 316L.

Door sizes shown in layout drawings are clear opening dimensions. Contractor shall detail structural dimensions based on the clear openings.

### 8.4 Lock system

Before handover, all doors shall be fitted with system locks (certified key-based system) prepared for 4 levels of security. Actual security level for each door shall be approved by the Employer.

### 8.5 Windows

Windows in public rooms (three of) shall be 600x800mm with offshore approved roller blinds.

Windows shall be arranged so that access is possible from the outside for cleaning purposes, or they shall be of hinged type opening inwards.

### 8.6 Insulation

The thermal insulation, inclusive the complete construction it is part of, shall provide a U-value (heat transmittance) of 0,5 W/m<sup>2</sup> °C, or better, for all rooms connected to the HVA/C system.

### 8.7 Floors

In general steel decks floors are painted according Specification for Painting and Corrosion Protection, ONL-TTB-00149.

Industrial standard epoxy glued anti-static vinyl sheeting, non-skid type (eg. Bolidt/Solvolan floors) shall be applied in:

- Change room
- Public Room (Mess)
- Store
- Toilet(s)
- Shower
- Corridor(s)
- Control Room(s)

The sheeting shall be applied fully welded and continue 150 mm up on the segregating walls.

Reference is made to ONL-TTB-00203 for specifications for grated and plated decks.

## 8.8 Walls

For all not naturally ventilated closed rooms, walls shall be fully insulated from floor to the deck above.

The insulation to be designed to fully prevent condensation in any part of the construction. The construction, including interfaces to floors, roofs and penetrations, shall provide a vapour diffusion resistance of not less than 50 GPa s m<sup>2</sup>/kg.

Two types of internal room side surface finish shall be applied:

- Type I: Industrial finish; Panel clad on the room side with 1 mm AISI 316L plating (minimal 3 m from floor level).
- Type C: Comfort finish; Panel clad on the room side with galvanized steel covered with PVC decorative foil or coated.

Required wall types are indicated in the Room Book, ONL-TTB-00105.

## 8.9 Inventory Public rooms

Public room areas shall be fitted (in sufficient quantities for 12 POB) with:

- Pantry with:
  - Stainless steel counter with a double sink and drawers for cutlery
  - Stainless steel cupboards
  - Water cooker
  - Microwave
  - Refrigerator/freezer
  - Coffee and tea making facilities
  - Drinking water tank fixture
- Living area with:
  - 2 diner tables for 6 persons each
  - 12 chairs
- Storage room with:
  - Scaffold with 5 shelves along 3 sides
- Locker rooms, Men:
  - 12 steel lockers 300x400x2000 mm
  - 2 500x400 wash basins with fixtures
- Toilet:
  - 1 500x400 wash basin with fixtures
  - 1 Incinerator type toilet
- Shower
  - 1 800x800 shower area with fixtures

The workshop shall be fitted with:

- One workbench with drawers and extraction hood
- Storage cabinets for tools
- One (1) sink with hot/cold water faucet
- One (1) pegboard behind the workbench
- One test board with test sockets for each voltage range (400/230V 50 Hz, 110/48 DC), rotary field meter, constant current source min. 0-20mA, adjustable resistance, adjustable DC voltage source (min. 0-12 V), AC voltage source (0-250 V) and continuity tester with buzzer
- Digital multi meter, suitable for all platform-related testing
- Digital oscilloscope with recording facility (USB), suitable for all platform-related testing
- 6 m<sup>2</sup> rack for small items with fully transparent cover
- Storage cabinets for electrical tools and components
- Standard toolset (screwdrivers, wrenches, drill etc.)
- Storage for:
  - High Pressure water cleaning units.
  - Loose Material handling equipment
  - SF-6 equipment (dilo-car)

#### 8.10 Toilet

The toilet shall be of incinerator type.

#### 8.11 Waste handling equipment

In control rooms, the workshop and public rooms fixtures for collection of waste shall be available. Additionally two mobile fixtures will be placed in the workshop.

The fixtures shall be heavy duty industrial standard fixtures for soft plastic inserts. The fixtures shall provide solid support and protection for all sides of the inserts.

Scope of waste collection fixtures shall be:

- Public rooms and workshop: 60 litres per room
- Control rooms: 1x30 litres per room
- Mobile fixture : 2x60 litres.

#### 8.12 Hazardous Material Storage

Facilities for storage of hazardous materials shall include:

- A bounded area with drain system for storage of 4 x 60 litres oil drums.
- An ATEX cabinet with constant exhaust for storage of chemicals, paint and similar materials.

These storage facilities shall have drip trays connected to the oil drain system.

SF<sub>6</sub> bottles will be stored in the GIS rooms. Provisions to store SF<sub>6</sub> bottles shall be provided.

#### 8.13 Bird fouling prevention

To prevent bird access to areas with sensitive equipment and to prevent excessive fouling of the topside the following areas shall be closed off with bird netting:

- the cable deck area framed by grid lines A, C, 1 and 3
- the cooler batteries for main transformers
- the cooler batteries for shunt reactors (if shunt reactors are installed)

The bird nets shall be made of lightweight vertical GRP grating (max mesh size 25 x 25 mm).

The radiators shall be easily accessible for cleaning, inspections and maintenance. There shall be enough space on the cooler banks to walk on the coolers.

In places where the bird net will be crossing walkways and escape routes, gates with the same construction as the net itself shall be installed.

**8.14 Spare part storage**

Spare part storage will be in the workshop and the spare room/store room at the main deck.

**8.15 Marking system**

Passage ways/routes on open deck or in equipment rooms which will be predominately used shall be marked by boundary stripes.



## 9. SAFETY

### 9.1 Escape, evacuation and rescue equipment

#### 9.1.1 Muster area

Two muster areas shall be arranged on the cable deck. Both muster areas shall be fitted with a safety evacuation system (chute evacuation system) to access the life rafts.

#### 9.1.2 Hospital, first aid equipment

The public room will serve as wait and treatment area until evacuation is possible. First aid equipment including an AED will be stored in the public room.

#### 9.1.3 Life Saving Appliances

Lifesaving equipment shall be provided for maximum POB (12 persons).

The following lifesaving appliances shall be installed:

- Two life rafts at each muster area (i.e. 4 in total) on the cable deck including descent system (chute).
- Semi-automatic life jackets and survival suits are to be stored inside a locker at the muster station(s) next to the life rafts.
- A sufficient number of life-buoys with lights are to be arranged along the outer railings.
- Sufficient manual safety equipment shall be installed according to DNVGL-ST-0145.

Reference is made to the Specification for Life Saving Equipment, ONL-TTB-00028 and the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

#### 9.1.4 Emergency shelter

Provisions for personnel unexpectedly being stranded on the platform and not able to leave shall be provide (E.g. stretchers, sleeping bags).

### 9.2 Fire alarm system

The platform shall be equipped with fire detection alarm system. The fire detection system shall detect fires indoors and outdoors and activate respective alarming, i.e. audible and visual alarms.

The automatic fire detection system cabinets shall be located in the TenneT Control Room. In the fire alarm system cabinet, a status display shall be installed and access to local resetting of the fire alarms shall be established.

The system is to be addressable with a double loop, i.e. every addressable detector communicates with the central from both sides of the loop. If a fire or a short circuit should occur in the cable, all detectors will remain active and an alarm will indicate the error between the detectors concerned.

The fire alarm system logic shall be documented on cause and effect diagrams showing each input and its action on all outputs. Detailed Design Cause & effect diagrams shall be prepared by the Contractor. For Basic Design cause & effect diagrams reference is made to doc. ONL-TTB-00194.

The functional requirements and design philosophy of the fire alarm system are specified in the Specification for Fire Alarm System. Reference is made to ONL-TTB-00108.

### **9.3 Active fire protection**

#### **9.3.1 Foam firefighting system**

Foam systems shall be used for active firefighting in rooms and areas with oil containing equipment (earthing/auxiliary and power transformers, shunt reactors, workshop). Upon fire detection, the foam system will automatically release and totally enclose and extinguish the fire.

#### **9.3.2 Inert gas**

Inert gas firefighting systems shall be used in rooms with electrical and mechanical equipment not containing oil. Upon fire detection, the inert gas will automatically release. The inert gas will extinguish the fire by reducing the oxygen content in the room. Notification to leave the room before release will be given.

#### **9.3.3 Manual fire extinguishing**

CO<sub>2</sub> fire extinguishers for manual fighting of fires will be stationed in rooms and areas as shown in the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212. Powder based manual fire extinguishers will not be allowed on the platform.

### **9.4 Passive fire protection**

Passive fire protection is provided by fire rating requirements to walls, decks and doors as shown in the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

## 10. AUXILIARY POWER

### 10.1 General

This section defines the basic requirements for the electrical LV systems to be designed for the standard 700MW AC offshore substation. The following topics will be described:

- LV power system
- Platform lighting and small power
- Earthing and bonding
- Lightning protection
- Cable types and cable ways.

This section has to be read in conjunction with:

- Specification for Low Voltage Equipment; ONL-TTB-00104
- HV/LV Electrical Block Diagram; ONL-TTB-00137.
- Specification for Earthing, Bonding and Cable Ways; ONL-TTB-00191.

### 10.2 LV power system

The LV power system is obtained from the two 66/20/0.4kV auxiliary transformers, which are supplied by the 66kV transmission system. Power may be fed from the grid or via power link from an adjacent platform (if present). LV power can also be supplied by temporary diesel generators which can be placed on the roof deck.

The platform LV power distribution is divided into two fully separated sections by means of interlock functions, which means that it will not be possible supplying from one site to the other side when both auxiliary transformers are online; only when one auxiliary transformer is offline, it is possible to connect both main switchboards with each other via the tie line.

On the LV single line diagram ONL-TTB-00136, the electrical power distribution system for the platform is shown. In the top of the single line diagram, the auxiliary transformers are shown from where electrical power cables are to be routed to the main switchboards, and from there distributed to UPS systems, HVA/C, diesel generators, minor distribution boards, and various other equipment.

A preliminary load list is shown in ONL-TTB-00134.

### 10.3 Back-up power supply

During normal operation of the platform, there will be no diesel generators present. Hence, if a loss of main power occurs and cannot be re-established within the battery back-up time of the UPS systems, a diesel generator shall be shipped and installed on the platform roof deck in order to perform a black start operation. As in such case no power will be available for the platform crane, the supply vessel shall temporarily supply the dedicated crane switchboard via a cable connected to an outlet near the boat landing area. When the crane is up and running, the crane lifts up the diesel generator located on the supply vessel. After re-establishing the power connection to shore, the generators can be removed from the platform.

During the commissioning phase the diesel generators will be the primary power source as no other cable connection to shore or other platforms will have been established yet. The diesel generators and diesel fuel tanks will be supplied to the Contractor by Employer as Free Issued Material.

#### 10.4 UPS systems

The UPS system consists of two independent 400/230VAC UPS systems and two independent 110VDC UPS with dedicated distribution panels. The UPS systems is configured redundant with 2x100% sides, each with 2x50% battery banks.

The AC UPS system provides power for servers and cabinets located in the control rooms and provide power for emergency lighting and other essential equipment required to be supplied from UPS. The battery back-up time is 10 hours. All consumers from the AC UPS systems shall be redundant supplied with a feeder from each UPS sides. Lighting fixtures however, shall be appropriate divided between the various distribution boards in order to avoid "low lux" areas if a breaker trips.

The 110VDC UPS system provides control voltage for critical GIS protection & control systems on the platform. The DC UPS systems shall account for large motors and trip coils in the GIS equipment. All consumers from the DC UPS systems shall be redundant supplied with a feeder from each UPS system.

This section should be read in conjunction with:  
Specification for 110 VDC & 400/230 VAC UPS; ONL-TTB-00103.

#### 10.5 Platform lighting

The general platform lighting shall only be switched on when the platform is manned during visits. A control box with on/off push-buttons lighting control and indication lamp for switching off the lighting shall be located at the platform access areas. Emergency lighting fed via UPS shall be switched simultaneously with normal lighting, and also only be switched on during manned operation. The lighting system shall be designed in accordance with lux levels provided in Room Matrix; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105. Outdoor lighting shall be controlled by a twilight sensor.

#### 10.6 Emergency lighting

UPS supplied lighting fixtures shall be used for safe evacuation in emergency situations or when normal power supply is down.

#### 10.7 Small power supply

Power outlets shall be applied for various purposes on the platform and shall be of type 3 pol for 1-phase, neutral and earth installations and type 5pol for 3-phase, neutral and earth installations. Power outlet shall be supplied from normal powered switchboards.

Power outlets shall be available in all rooms and on strategic locations outside.

Outdoor socket outlet assemblies shall consist of:

- 1 x CEE outlets 400 VAC/63A
- 1 x CEE outlets 400 VAC/32A
- 2 x CEE outlets 400 VAC/16A
- 4 x outlets 230 VAC/13A.

All power outlets and socket outlet assemblies shall be double isolated. Material shall be industrial strength, UV resistant, plastic.

#### 10.8 Heat tracing

Piping, instrument tubing, vessels and instrument connections, which can potentially be blocked by freezing water, shall be heat traced and insulated. The drain piping system shall be designed with slope, and therefore no heat tracing is required. The heat tracing shall only be powered when required either by location or process conditions. The heat tracing shall be self-regulating.

## 11. UTILITY SYSTEMS

### 11.1 General

The platform shall be provided with the following utility systems:

- Drain systems
- Fresh water and Potable water system
- HVA/C system
- Diesel generator system.

Reference is made to;

- Utility functional P&IDs; ONL-TTB-00218
- HVA/C functional P&IDs; ONL-TTB-00213

### 11.2 Piping

The following systems require piping:

- Hazardous drain systems (O)
- Hazardous drain systems (O/W)
- Drain to sea systems (W)
- Fresh water system
- Fresh water bunker line
- RFU closed cooling circuit
- Chilled water circuit
- Fuel systems
- Firefighting system foam
- Firefighting system gas

Reference is made to Specification for Piping System, ONL-TTB-00029.

### 11.3 Drain systems

Drain systems includes the required installations for:

- Hazardous drains for oil
- Hazardous drains for oil/water
- Drain for clean water

The sump tank shall collect hazardous drains. The sump tank shall have two sections. An oil section and an oil/water section. Oil/water drains shall be connected to the oil/water side. From here the collected fluid shall be pumped to an oil/water separator. Separated oil fractions shall go to the oil section and the clean water fractions shall be discharged to sea. Oil drains, chemically contaminated drains and the work shop wash basins drain shall go directly to the sump tank oil section. Upon high level in the oil side of the sump tank, notification for emptying the tank shall be given. Upon high-high level the supply valve in the oil/water drain system shall be closed and locked until this situation is unlocked by the operator. The sump tank content shall be emptied via a hose connection to bunker vessel and transported to shore for controlled treatment. Operation of oil/water separation and level measurements shall be automatically controlled and monitored by the auxiliary SCADA system.

A separate oil bund is installed directly below the main transformers/shunt reactors to limit the size of the sump tank.

In the exceptional event the complete volume of oil from one of the main transformers is spilled to the the banded area of the main transformer cooler banks, oil is drained to the sump tank until high-high level is reached. The drain line will then be closed. The bund underneath these cooler banks will have an overflow towards the bund underneath its main transformer.

Grey water shall be routed to the oil section of the sump tank.

Clean water drains (rain, HVA/C condensate and cleaning water) shall be collected and discharged directly overboard through a dump caisson.

Reference is made to Specification, Drain systems, ONL-TTB-00037.

#### **11.4 Potable water**

Water for drinking and cooking shall be supplied manually during manning mode. Dispenser to be located in public rooms.

#### **11.5 Freshwater system**

With the freshwater systems, water of non-drinking quality shall be stored and provided for cleaning purposes. Freshwater shall be bunkered from ship via hose connections from the bunker connection station on the main deck and stored in a tank. From here, freshwater is distributed to the tapping points.

For external cleaning, tapping points shall be arranged for reach of all surfaces with mobile high pressure cleaning units.

Warm and cold freshwater tapping points shall be arranged for in the mess, shower, toilet (cold only) and workshop. Warm water shall be generated locally by electrical water heaters.

Tapping points shall display signs "no drinking water".

Reference is made to Specification for Fresh Water System, ONL-TTB-00036.

#### **11.6 HVA/C system**

The HVA/C system shall maintain required conditions for all rooms on the platform.

##### Fresh air supply

One or two central air handling units shall provide fresh air to all closed rooms. Water, salt particles, dust and humidity shall be separated from the ambient air before inlet to the rooms. Furthermore, the inlet air shall be pre-temperature conditioned by heating or cooling.

##### Pressure control

Air outlet from the ventilated rooms shall be controlled by pressure relief dampers keeping the required overpressure in all rooms. Local exhaust fans shall be provided where required to removal of fumes or gasses (battery rooms and workshop) or for purging purposes (GIS rooms).

##### Room temperature control

Heating or cooling capacity for temperature control in rooms shall be provided by local fan coil units. For rooms with no cooling capacity requirement, heating capacity shall be provided by air inlet duct heating elements.

##### Heating

All heating elements in the HVA/C system shall be electrical.

##### Cooling

Cooling for the HVA/C system shall be provided by a central mechanical cooling plant for chilled water production. The central cooling plant shall be modular n+1 configured designed for 'plug and play' exchange of cooling units. The coolant medium shall be approved for use for the lifetime of the platform.

The chilled water shall be mixed in a buffer vessel for good temperature control. The chilled water system shall have 2x100% pumps. All chilled water consumers shall be connected in parallel and include isolation valves.

The cooling units shall be cooled by a separate closed cooling circuit with an external located dry cooler. The dry cooler shall be modular n+1 configured.

Reference is made to Specification for HVA/C System, ONL-TTB-00041.

### **11.7 Diesel generator system**

The diesel generators and diesel fuel tanks will be supplied to the Contractor by Employer as Free Issued Material.

The platform shall have facilities to accommodate two mobile diesel generators and two diesel fuel storage tanks to provide temporary power. In total four fuel tanks will be provided. Two additional fuel storage tanks will be provided to be able to exchange the fuel tanks for onshore refuelling.

The mobile diesel generators and diesel fuel storage tanks will be shared between the offshore substations.

During the commissioning phase the diesel generators will be the primary power source as no other cable connection to shore or other platforms is available.

When the 66kV link cable to the Beta platform is in operation the mobile diesel generators shall be removed from the platform and stored onshore. The 66kV link cable will provide emergency power.

In case of a complete loss of power, no power from shore and no power via the 66kV link cable, the mobile diesel generators shall be shipped and installed on the platform roof deck in order to provide temporary power to the platform and to facilitate a black start operation.

The output of one mobile diesel generator unit shall be sufficient to cover the base load of the platform excluding the crane. The second mobile generator will be standby and shall be capable of supplying the main platform crane.

Generator sets and fuel storage tanks shall be built in a standard container prepared for fastening to container foot framing on the roof deck. All units shall have 'plug and play' connection to the platform power and control systems.

The diesel generators and fuel tank shall be connected to the Auxiliary SCADA system for remote monitoring and control.

Reference is made to Diesel Generator System; ONL-TTB-03947

## 12. MATERIAL HANDLING

The platform shall be provided with the following equipment for material handling.

Reference is made to Specification for Crane, ONL-TTB-00039 and to Specification for Hoists, Lifting Gear and Winch, ONL-TTB-00040.

### 12.1 Platform crane

The platform shall be fitted with a main platform crane, operated with a wireless belly control from any position of the platform.

The crane shall have minimum 5.000 kg lifting capacity from any laydown area (excluding the South laydown area on the main deck) on the platform and from supply ship located on the east side of the platform.

The platform crane capacity shall be able to lift the diesel generator and the fuel storage tank.

### 12.2 Overhead cranes

Three overhead cranes for handling of loads during operation, maintenance and repair shall be applied in the GIS rooms. The crane capacities shall be:

- 66 kV GIS rooms (two): SWL 2000
- 220 kV GIS room: SWL 2500

### 12.3 Davit cranes

Two electric driven davit cranes shall be applied on the main deck for handling of light loads to and from crew transfer vessels, while located at the two boat landings. The davit cranes shall have facilities for manual operation during black start up.

### 12.4 Lifting and hoisting equipment

The material handling philosophy is based on requirements to have facilities, by means of mechanical lifting equipment, to lift and transport equipment/object weighing 23 kg or more.

There shall be enough space for the use of lifting and transportation gear, where lifting or transport of more than 23 kg is required.

Permanent arrangements (e.g. monorails, pad eyes, cranes and temporary lifting arrangements) shall be installed for material handling of equipment/objects > 200 kg and which require regular maintenance, if not reachable by movable lifting appliances.

The minimum requirements for material handling of equipment is given in the table below.

Weight	Maintenance interval		
	Yearly	2-4 years	>4 years
23 - 200 kg	A	B	C
200 kg – 3 tonn	A	B	B
>3 tonn	A	A	A

**Table 1 Requirements for material handling**

- A Permanent installed lifting arrangements, e.g. monorails/padeyes.
- B A documented description (material handling report) for material handling of equipment with use of temporary lifting equipment. The plan shall include documentation of structural capacity of all lifting points of more than 200 kg.
- C No requirements for documentation of material handling.



## 13. INSTRUMENTATION AND COMMUNICATION

### 13.1 Instrumentation

All measuring instruments shall generally be installed as near as possible to the point of measurement. Transmitters and indication gauges shall be installed with isolation valves (block and bleed) for maintenance purposes.

Hardwired signals shall only be used where interface via Ethernet/IP cannot be achieved.

The systems shall be connected via redundant auxiliary SCADA network. Few signals between the systems shall be hardwired. To minimise cabling between the equipment and central control system, RIOs shall be used.

Priority settings for hardwired signals are:

- Indications
  1. Double indications
  2. Fail safe single indications
  3. Single indications
- Commands
  1. Double commands
  2. Single commands
- Signal voltage is given from the system, which acquires the indication. Indications are potential free contacts – either open or closed. Commands are given as pulses via potential-free contacts. Analogue signals may not have common returns.

Instruments and equipment interface with the auxiliary SCADA system shall be configured with the direct interface of fieldbus devices. Only special instruments that cannot be directly connected to the fieldbus can be connected as 4-20 mA DC analogue signals.

Electrical power for instruments shall be supplied from two independent sources to provide the highest possible reliability. The supplies shall be provided from the UPS system. All instruments shall be loop powered.

Electronic transmitters shall have external access for zero and span adjustment. Transmitter accuracy shall be equal or better than  $\pm 0.25\%$ . All transmitters shall be provided with integrated local indication.

The status of all actuated process valves need to be signalled to the auxiliary SCADA system.

Status and control signals shall be digital signals at the same voltage level as the SCADA main supply.

Alarms and other real-time data communicated to the auxiliary SCADA systems shall be done by using a standard IEC protocol in accordance with IEC61784 and IEC61158 or hardwired signals.

#### 13.1.1 Temperature and humidity

Temperature and humidity sensors shall be installed in each room and used for monitoring and HVA/C control.

### 13.2 PA/GA system

The Public Address/General Alarm system shall provide audio coverage for voice and alarm signals on the entire platform. It shall be possible to make announcements locally or from the onshore control room via VoIP.

The loudspeakers have to be distributed on A and B loops, and as a minimum there shall be separate A and B loops for internal areas, and A and B loops for external/outdoor areas.

The main equipment shall be located in a separated A and B cabinets located in the TenneT Control room.

For reference see Specification for PA/GA system; ONL-TTB-00048.

### 13.3 CCTV system

The CCTV installation shall provide visual supervision of all critical and hazardous areas on the platform from remote locations.

The CCTV system shall be based on the network and cabling provided as part of the IP services network, hence the deliverables for the CCTV system on the platform is the IP cameras with needed accessories and patch cables.

On the onshore substation a Server and Network Video recorder shall be installed in a IT cabinet.

The CCTV system will be connected to the Aux SCADA system via IP to enable SCADA operators to survey locations where alarms are activated automatically.

For reference see Specification for CCTV System; ONL-TTB-00047.

### 13.4 Navigation aids / Aviation lights

Navigation aid is required to ensure clear and unambiguous marking of waterways for safe navigation, to protect the platform and to protect the environment.

Aviation obstruction light is required to ensure safe navigation if an helicopter evacuation is required. The aviation obstruction light is high-intensity lighting lamps attached to tall structures such as antenna masts and cranes, and is used as collision avoidance measures.

Navigation aids, aviation lights and platform marking shall be subjected to approval by the relevant authorities.

For reference see Specification for Navigation Aid; ONL-TTB-00049.

### 13.5 FOG Horn

A fog horn shall be installed on the platform, the fog horn shall send out the Morse code "U" and automatic start and stop if the visibility is below 2 Nautical miles. Sound level of the fog horn shall be according to IALA E109. Putting into operation the fog horn shall be preceded by an audible notification throughout the platform.

### 13.6 Telephones (VoIP)

VoIP telephones shall be installed throughout the platform, the telephones shall be used for access control, emergency communication and general communication from all necessary working locations. The VoIP telephones shall be integrated with the employers call manager system located onshore via PoE switches installed as part of the IP Services.

For reference see Specification for IP Services; ONL-TTB-00045.

### **13.7 Third Party Equipment, Shared Services (RWS).**

On the platform various sensing and communication systems will be provided as free issued material. The equipment will be supplied via a third party named RWS. The systems are described in a separate document: Interface description Shared Services RWS; ONL-TTB-03146

These systems include:

- Meteo Measurements System (AWOS)
- LIDAR
- Hydro Measurements System
- AIS Base station
- Maritime Radar
- Bird Radar
- Bat detection
- LoRa Gateway
- NETPOS station
- Communication Base Transceiver Station
- and the associated data gathering and telecommunication systems.

## 14. SCADA AND NETWORKS

### 14.1 Networks

The platform shall be provided with the following networks:

- Power SCADA network
- Auxiliary SCADA network
- IP services network. Including the VoIP and CCTV systems
- Out of Band network
- Internet network, Including WI-FI
- WPO network,
- Shared Service network (RWS)

On the platform there are two separate SCADA systems. The Auxiliary and Power SCADA system. The Auxiliary SCADA system controls and monitors all auxiliary systems (non HVAC systems). Data exchange between the two SCADA systems on the platform need to be avoided.

All communication shall be via single mode fibre optical cables in the HV submarine cable.

The current estimation for the number of cabinets is:

- 2x3 cabinets bayed together for ODF, IT Equipment and CDF
- 2x1 for PA/GA system
- 2x1 for future use.

The scope of the telecommunication networks ends at the cabinets in the land station. Therefore The contractor shall design, supply and deliver cabinets to the onshore substation, the cabinets shall be configured as an A and B side containing a cabinets for the optical distribution frame and a cabinet for IT equipment, the cabinets shall be bayed together to enable direct access between cabinets.

#### 14.1.1 Power SCADA

The power SCADA system controls and monitors the HVAC equipment. Due to the interdependencies between the HV system on the platform and the land station the system will be procured separately and delivered as free issued material to the Contractor. For further information about the Power SCADA see: Interface description Power SCADA; ONL-TTB-03427.

#### 14.1.2 Auxiliary SCADA

The Auxiliary SCADA system controls and monitors all auxiliary systems (non HVAC systems).

Operation and control of the standard platforms will primary be performed onshore; however, a local HMI station offshore is required for use in manned mode. All the statuses, settings and data of the auxiliary systems shall be made available to the HMI onshore and offshore. Local panels and controls shall be kept to a minimum and are only allowed when the complete functionality of is also available to the Auxiliary SCADA.

Local control panels shall have an interface to the Aux SCADA system. Furthermore, they shall be connected via ethernet network to enable remote access for specific maintenance purpose.

The auxiliary SCADA systems need to operate automatically and stand-alone.

The system shall be maintainable and segmented appropriately, allowing a broken element to be quickly identified and repaired while leaving the balance of the system available. This also means the system shall be have flexibility to allow for ongoing modifications without disruptions to operation. It shall be possible to put offline the Aux SCADA system without a complete platform shutdown.

The number of cabinets, for the auxiliary SCADA system located inside the control room, is estimated to three cabinets. This is based on the hardware requirements and a preliminary field I/O estimate based on P&IDs, UFDs and/or the Room book. The number and location of RIOs shall be estimated by the contractor.

The basic design of the control and instrumented systems is shown in

- Auxiliary SCADA Topology Diagram; ONL-TTB-00106.
- Auxiliary SCADA Interface Block Diagram; ONL-TTB-00107

The requirements for the auxiliary SCADA are defined in

- Specification for Auxiliary SCADA System; ONL-TTB-00043

#### 14.1.3 IP services network

The Contractor shall deliver IP services network consisting of the structured copper cabling for all ethernet base connections and dedicated switches for data to the Employers network i.e. VoIP, CCTV and access to web interfaces of PA/GA, CCTV, servers etc.

The structured LAN cabling shall be built on Cat.6A cabling or better. All cables shall be terminated in patch panels inside cabinets and wall outlets in the field.

The number of patch panels and their location shall be chosen so that copper cables do not cross the large transformers, and at the same time reassure redundancy.

The LAN installations shall cover all rooms and areas on the platform. As a minimum, RJ45 outlets shall be installed for the following functions and equipment:

- Voice over IP (VoIP) telephones
- Rectifiers and inverters
- Diesel generator(s)
- HVA/C systems
- CCTV system
- PA/GA system
- Other fixed systems
- NAVAIDS

The RJ45 outlets for fixed equipment shall be located in the panels within shot distance to the equipment. Whenever a piece of equipment is dedicated to a LAN outlet, it shall be stated on the layout drawings.

#### 14.1.4 Out of Band network

The Out of Band network shall be established on the platform as an independent network enabling direct access to all IT equipment via the ILO port, hence enabling IT to provide Out of Band support if main equipment or communication routes fails.

#### 14.1.5 Internet network

The internet network shall be established on the platform covering the complete platform, including outside areas. The network consists of the WI-FI network and dedicated outlets.

The internet access is supplied directly from an internet service provider and shall be routed via dedicated firewall, routers and switches.

For reference see Specification for IP Services; ONL-TTB-00045.

#### 14.1.6 WPO network

Wind Park Owners will establish a separate SCADA and telecommunication network to operate the wind park. Fibre optics, patch panels, and patch cables to be provided as shown in Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046 .

#### 14.1.7 Shared Services network (RWS).

RWS will establish their separate SCADA and telecommunication network to operate the Shared Services. Fibre optics, patch panels, and patch cables to be provided as shown in Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046.

### **14.2 Fibre optical network installation**

The contractor shall deliver the fibre optic cables, splice boxes, patch panels and patch cables for the offshore part of the fibre optical network installation.

For reference regarding scope demarcation ONL-TTB-03148 chapter 2.3

For reference see Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046.

Cables for telephones, cameras, WI-FI and outlets shall be at least CAT 6 cabling.

<b>PROJECT LEADER</b>	Jeroen van Haeren	<b>DATE</b>	June 22, 2018
<b>CLIENT</b>	Licensing team HKN & HKW Alpha	<b>VERSION</b>	0.6
<b>AUTHOR</b>	Peter van Velzen; Jeroen Achterberg	<b>VERSION DATE</b>	June 22, 2018
<b>DEPARTMENT</b>	NLO - Offshore	<b>STATUS</b>	Draft
		<b>PAGE</b>	1 of 59

## Typical Installation Method HKN & HKW Alpha

Overview of the possible installation methods of the HKN & HKW Alpha offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
01	26-07-2017		EMO	-
02	11-08-2017		EMO	FT, MH, GDL, MKR, JEA
03	20-09-2017		EMO	JEA, PVV, FT, MH
04	25-09-2017		EMO	JEA, WSN, PVV
05	22-11-2017		EMO	
06	22-06-2018	Updated for licence purpose	PVV & JEA	WSN, EMO, MH, FT

<b>1. Introduction</b>	<b>5</b>
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method:	7
1.3 Reading guide	7
<b>2. Offshore grid connection overview</b>	<b>8</b>
2.1 Offshore grid connection	8
2.2 Offshore platform (A)	8
2.3 Transition joint (i)	9
2.4 Land station (B)	9
2.5 Onshore 380 kV substation (C)	9
2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)	9
2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)	10
<b>3. Offshore grid components design</b>	<b>11</b>
3.1 HVAC cables	11
3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable	11
3.1.1 HVAC 220 kV land export cable	11
3.1.2 HVAC 380 kV land cable	12
3.2 Platform design	12
3.3 Land station design	13
<b>4. Burial depth at sea</b>	<b>14</b>
4.1 Burial depth requirements	14
4.2 Long term seabed mobility	14
4.3 Short term seabed mobility	15
<b>5. Installation preparations offshore</b>	<b>17</b>
5.1 Initial route survey	17
5.2 UXO and archaeological survey	17
5.3 Route survey	17
5.4 Detailed route engineering	18
5.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	18
5.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	19
5.5.2 Non pre-detected cables	19
5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	20
5.6.1 Minimising dredging by route engineering	20
5.6.2 Pre sweep (dredge) profile design	20
5.6.3 Pre Sweeping mobile seabeds	20
5.7 Pre-trenching run	21
5.8 Pre cutting	21



<b>6. Installation of onshore cables</b>	<b>22</b>
6.1 Onshore cable routeing	22
6.2 Cable trench design	22
6.3 Open trench installation	23
6.4 Transition joint	24
6.5 Cross bonding Land Cable sections	25
6.6 Horizontal directional drilling	27
6.6.1 HDD installation tools	29
<b>6.7 Fibre optic cable</b>	<b>31</b>
<b>7. Installation of cables offshore</b>	<b>32</b>
7.1 Site description	32
7.2 Installation method	32
7.3 Trenching tools	34
7.3.1 Jet sledge	34
7.3.2 ROV jet trencher	35
7.3.3 Chain cutter	36
7.3.4 Cable plough	37
7.3.5 Mass flow excavation	38
7.4 Additional trenching tools	39
7.4.1 Vertical injector	40
7.4.2 Vibration plough	42
7.5 Dredging	42
<b>8. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets</b>	<b>44</b>
8.1 Cable detection survey	44
8.2 In Service assets	44
8.2.1 Crossing structures	44
8.2.2 Outer rock layer	48
<b>9. Post installation activities offshore cables</b>	<b>49</b>
9.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	49
9.2 Post lay protection of cable segments	49
9.3 As built survey	49
<b>10. Operational phase offshore cables</b>	<b>50</b>
<b>11. Decommissioning offshore cables</b>	<b>51</b>
11.1 Cables	51
11.2 Crossing structures	51
<b>12. Offshore platform</b>	<b>52</b>

12.1 Offshore platform design	52
12.1.1 Lay-out	52
12.1.2 Electrical installation	52
12.1.3 Safety and environment	52
12.1.4 Access	52
12.1.5 Approximate dimensions and weight	53
12.2 Installation of the offshore platform	53
12.2.1 Preparations before installation	53
12.2.2 Jacket installation and piling	54
12.2.3 Topside installation	55
12.2.4 Post installation works	56
12.3 Operational phase of the offshore platform	56
12.4 Decommissioning of the offshore platform	56
<b>13. Land station</b>	<b>57</b>
13.1 Design	57
13.1.1 Lay-out	57
13.1.2 Electrical Installation	57
13.1.3 Safety and environment	57
13.1.4 Access	58
13.1.5 Buildings	58
13.2 Construction phase	58
13.3 Operational phase	58
13.4 Decommissioning	59

## 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 three wind farm zones lies offshore from the coast of the province of North-Holland and is referred to as the Hollandse Kust (noord) Wind Farm Site (from here on denoted as HKN). The wind farm site will be connected to the onshore grid either in substation Beverwijk or substation Vijfhuizen. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.



**Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKN windfarm to the onshore grid**

Initially the project only consist of the HKN wind park project as described above and shown in Figure 1 as part of "Routekaart 2023". During the initiation phase of the HKN project, "Routekaart 2030" was launched including wind park Hollandse Kust West (HKW). As optimization (mainly in route of the cables), the northern part of HKW called Hollandse Kust West Alpha (HKW Alpha) will be developed together with the HKN project.

The final route option (VKA = Voorkeursalternatief) and cable route between HKW Alpha and HKN are shown in Figure 2 and consist of the following 5 elements:

1. Two offshore transformer platforms to receive the power generated by the wind turbines;
2. Four cable systems at sea, 2 per offshore platform;
3. Four transition joint constructions at the beach to connect the offshore cable and land cable sections;
4. One transformer station at Tata Steel.
5. Four land cable sections to connect to the high voltage land station Beverwijk;



**Figure 2 "Voorkeursalternatief" and HKW Alpha cable routes**

## 1.2 Purpose of the typical installation method:

The typical installation method outlines the possible installation methods, possible installation tools and possible characteristics focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It shows a bandwidth of options and impacts, and can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment, Appropriate Assessment and permit applications.

For licensing purposes a 'reasonable worst case scenario' is considered with regards to the environmental impact of the installation. This typical installation method does describe some foreseeable installation options for the various sections of the cable. The worst case scenario considered is part of these installation options described. Both the offshore and onshore cable sections, the offshore platforms, the onshore transformer station and landstation are discussed.

## 1.3 Reading guide

This report outlines the typical installation method for the cable installation of the offshore grid connection of HKN and HKW Alpha.

The report is made up from the following chapters:

- Chapter two gives a description of the cable grid connection, its different sections & parts and used definitions;
- Chapter three gives a high-over description on the design of the different cable sections;
- Chapter four elaborates on the burial depth of the offshore cables;
- Chapter five describes the activities that take place prior to the installation of the offshore cables;
- Chapter six describes the onshore cable route and possible installation methods;
- Chapter seven elaborates on the offshore part of the cable route and the possible installation methods;
- Chapter eight describes the offshore crossing of 3<sup>rd</sup> party assets;
- Chapter nine describes the offshore post installation activities;
- Chapter ten elaborates on the operational phase;
- Chapter eleven elaborates on decommissioning;
- Chapter twelve described the offshore platform;
- Chapter thirteen gives an overview of the landstation.

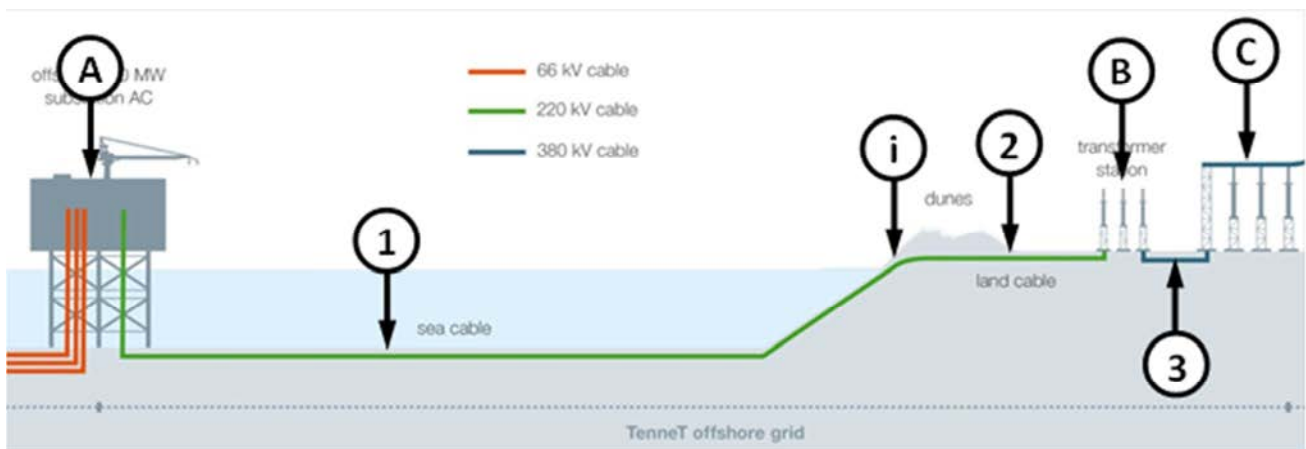
The chapters mentioned above concern only the installation of the 220kV high voltage cables of which the sections are discussed in the next chapter.

## 2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connection and starts with a description of the different parts in paragraph 2.1. The paragraphs after that elaborate on the different cable sections and connection points.

### 2.1 Offshore grid connection

The HKN and HKW Alpha offshore grid connections consist of six main parts as shown in Figure 3. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'i' is the offshore section and from 'i' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the land station and the onshore 380 kV substation.



**Figure 3 Offshore grid connection**

#### Connection points

- A. Offshore platform
- I. Transition joint
- B. Land station
- C. Onshore 380 kV substation

#### Cables

- 1. HVAC 220 kV submarine export cables
- 2. HVAC 220 kV land export cables
- 3. HVAC 380 kV land cable

### 2.2 Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform has a transport capacity of 700 MW plus 8% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

## 2.3 Transition joint (i)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV submarine export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV submarine export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made.

## 2.4 Land station (B)

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

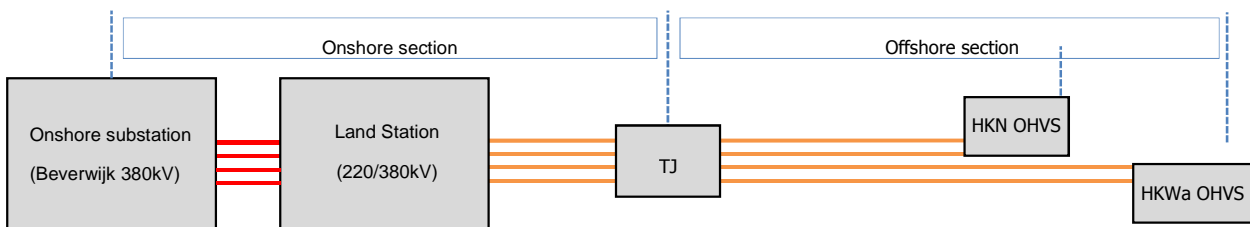
## 2.5 Onshore 380 kV substation (C)

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.

## 2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKN platform to the land station and another two export cable systems are connecting the HKW Alpha platform to the same land station as HKN cable systems. The cable systems of the HKN & HKW Alpha 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: HVAC 220 kV land cables from the HKN & HKW Alpha land station (Beverwijk) up to the transition joint located on or near the beach.
2. Offshore section: HVAC 220 kV submarine cables from the transition joint to respectively the HKN and HKW Alpha platforms.



TJ: Transition Joint (land to sea cable), if applicable

Figure 4 Schematic presentation of the HKN & HKW Alpha export cable systems

## 2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)

The land station will be connected to the 380 kV grid via Beverwijk 380 kV using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and optical fibre).



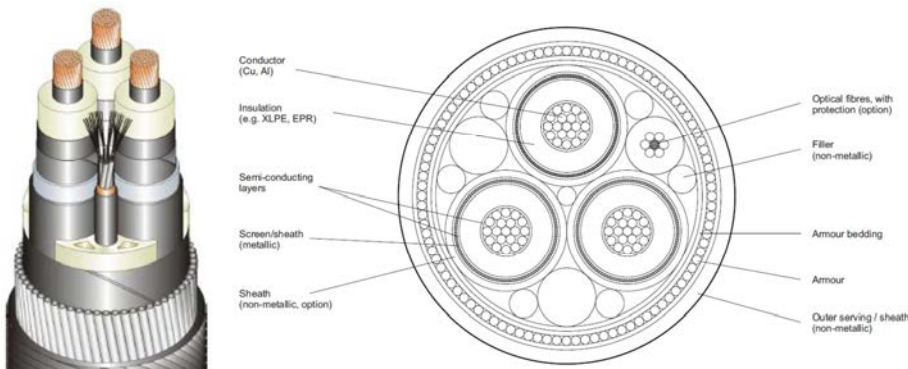
### 3. Offshore grid components design

In this chapter information is provided on the design of the different components / parts of the offshore grid connection.

#### 3.1 HVAC cables

##### 3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable

The HVAC 220 kV submarine export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit. Therefore, both the HKN & HKW Alpha HVAC submarine cable system consists of two 3-core cables. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  is expected to be between 250 and 300 mm. The conductor cross section will approximately be between 800 and 1,600 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper) depending on the local soil conditions. Other important aspects of the cable is a lead screen for each core and spacers between the cores including two or three fibre optical cables and an outer armouring of the three cores consisting of galvanized or stainless steel armouring wires and layer(s) of black polypropylene yarns. A typical cross section of a HVAC 3-core submarine cable is shown in Figure 5.



**Figure 5 Typical 3-core HVAC 220 kV submarine export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)**

##### 3.1.1 HVAC 220 kV land export cable

The HVAC 220 kV land export cable system consist of three single core cables per circuit in a triangular position and thus the HVAC land cable system consists of a total of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  will be between 100 and 150 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 1,600 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a metallic sheath around the core. A typical cross section of a HVAC single core land cable is shown in Figure 6.



Figure 6 Typical HVAC 220 kV land export cable

### 3.1.2 HVAC 380 kV land cable

The HVAC land cable system consist of three single core cables per circuit in flat or a triangular position and a total of two circuits and are operated at 380 kV. The total HVAC land cable system consists thus of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 400 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 420 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  is expected to be between 150 and 200 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 2,500 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a lead screen around the core. A typical construction of a HVAC single core land cable is shown in Figure 7.

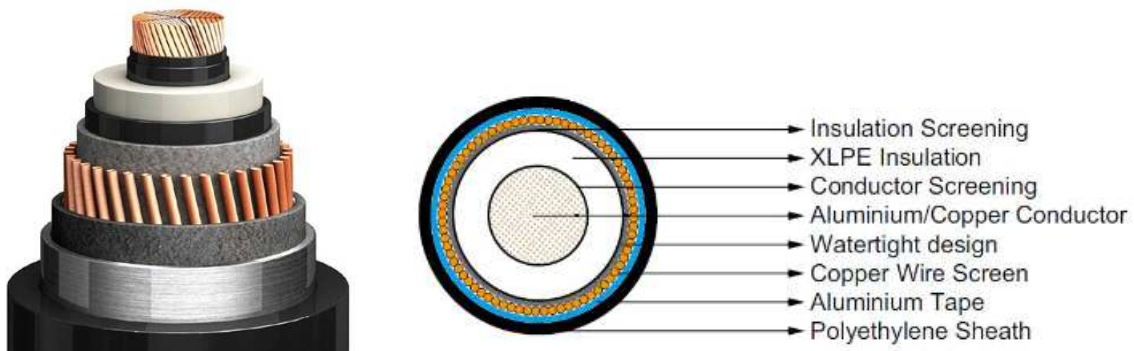
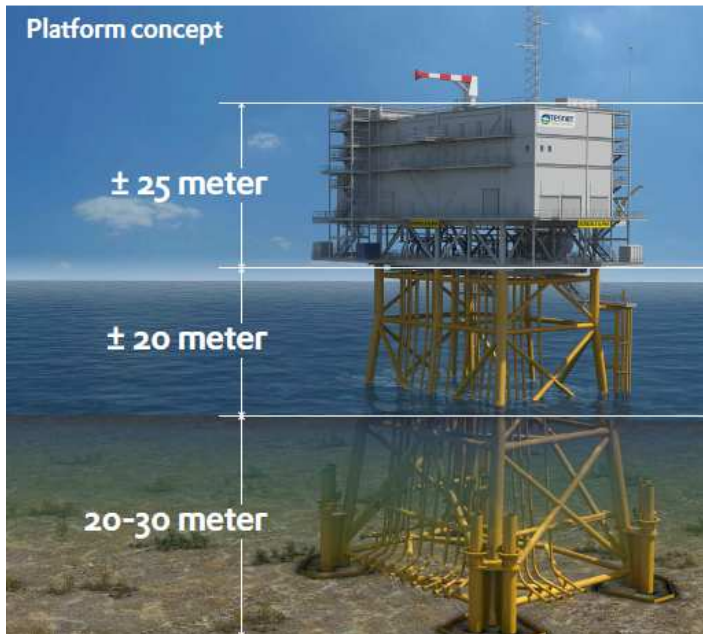


Figure 7 Typical HVAC land cable

## 3.2 Platform design

The offshore platform design is based on a standardized 700 MW AC offshore substation which will be applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) and Hollandse Kust (west) projects. This is described in a basic design which contains the design and functional requirements for the platform as well as the design philosophy. Main topics are: the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies) and no helideck provided. The platform auxiliary systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible

during manned maintenance campaigns. Figure 8 shows the standardized 700 MW AC offshore substation concept. More information on the platform can be found in Chapter 12.



**Figure 8 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)**

Local metocean and soil conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure. A shallower water depth (for example for the Hollandse Kust (zuid) platforms in relation to the Borssele platforms) will result in deviating jacket dimensions. Soil conditions will determine the pile dimensions. Additionally, contractors can propose a different jacket design, for example with six legs instead of four as shown in Figure 8. The expected possible deviations are: 1. number of piles: between four and eight, 2. jacket design based on number of piles and water depth (expected range: 20-40 m), 3. J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out. Deviations to the topside will be limited. The jacket will be placed on a scour protection of placed rock. 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. This scour protection is not depicted in the figure above.

### 3.3 Land station design

The design of the land station will be based on the design of the Borssele land station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements. Further details can be found in Chapter 13.

## 4. Burial depth at sea

### 4.1 Burial depth requirements

The 220 kV subsea cables connecting the HKN & HKW Alpha Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats - in particular fishing, 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 HKN & HKW Alpha 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 is 3m below seabed up to 3 km from the low water line and 1m below seabed beyond that line.
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.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils.
5. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable.

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

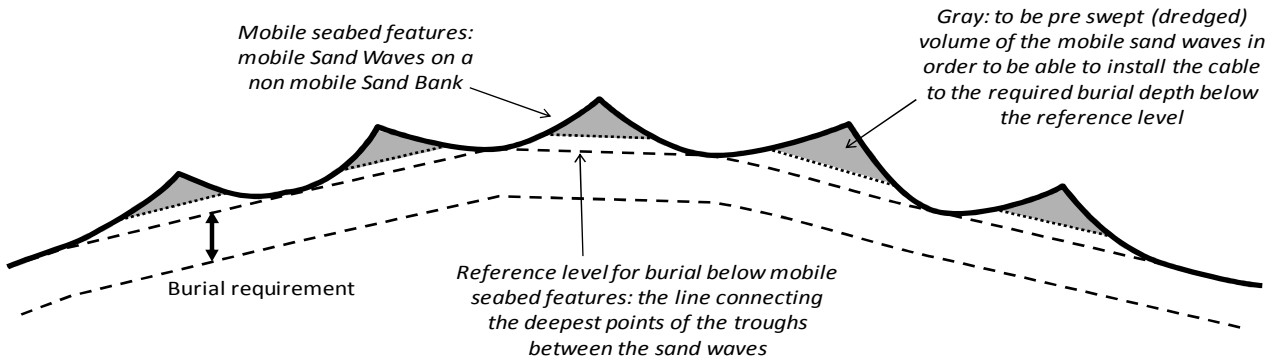
The Depth of Burial will be defined relative to a reference level. This reference level will either be a threat level determined by assessment of slow seabed mobility (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the fast moving seabed features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level).

### 4.2 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. 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 over the cable over its lifetime. Maintenance on the burial depth in the mobile areas cannot be 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.

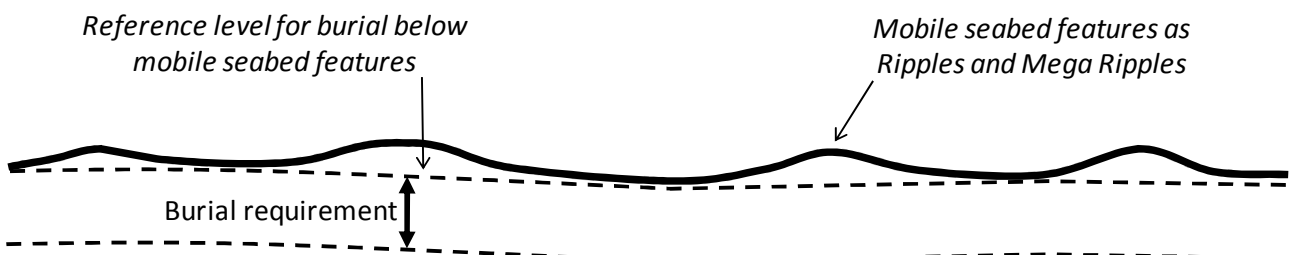


**Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves**

Pre sweeping of a cable installation corridor through areas with mobile sand waves is a proven method to reduce the risk on 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 on 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.

### 4.3 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 HKN cables. To mitigate this threat, the required burial depth of the HKN & HKW Alpha 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 over 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 size in relation to the size of the Mega Ripples.

## 5. Installation preparations offshore

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

### 5.1 Initial route survey

Several route options for the export cables for the HKN & HKW Alpha connections are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected a 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 engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and out-of-service subsea assets. This survey will also be used to identify possible archaeological objects.

### 5.2 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 magneto metric 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 an 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 magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an 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 as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

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

### 5.3 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 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).

## 5.4 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 routeing will be engineered for all cable routes. Objective for the route engineering is to reduce the installation risks as well as risks with regards to future maintenance of the cables by avoiding obstacles as 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 the Chapter 4.

The maximum installation depth will be limited by:

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

## 5.5 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..

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 thread 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 3<sup>rd</sup> 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 obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

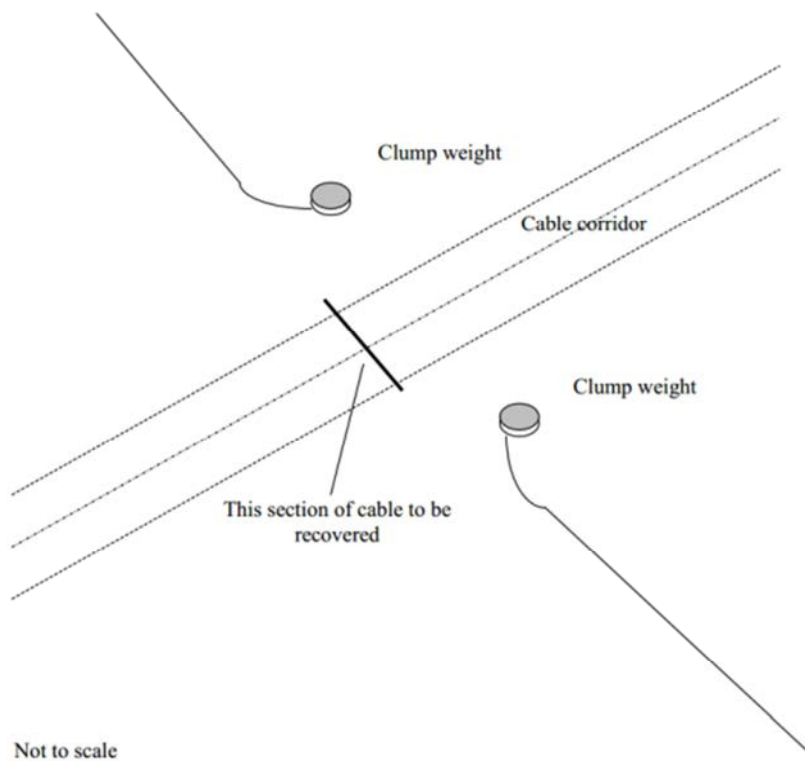
In case unknown wrecks (not present on current sea-charts) are discovered during the survey or other objects



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.

### 5.5.1 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 HKN & HKW Alpha 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**

### 5.5.2 Non pre-detected cables

It cannot be fully excluded that during the installation of the HKN & HKW Alpha cables, unknown and earlier non detected subsea cables/pipelines are encountered during the lay and burial operations. In case such a cable/pipeline would be found, it can be attempted to bury the encountered to a larger depth by jet trenching and to cross with the HKN and/or HKW Alpha cables at the required Depth of Burial. In case this appears not possible, a rock placement will be considered to protect the shallow buried HKN and/or HKW Alpha cables at that location.

## 5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds

### 5.6.1 Minimising dredging by route engineering

As part of the detailed route engineering (see 5.4) the routes for the four individual cables (2 x HKN and 2 x HKW Alpha) will be assessed regarding sand wave mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, 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) 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 pre-sweeping mobile sand waves prior to cable installation with regards minimising maintenance on the Depth of Burial of the cables over their lifetime.

### 5.6.2 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.

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

### 5.6.3 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 besides of 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 back filled 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.

## 5.7 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 on not achieving the required Depth of Burial due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-burial run the same burial tool but without cable will be pulled along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constraints during the pre-burial run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial 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.

## 5.8 Pre cutting

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.

## 6. Installation of onshore cables

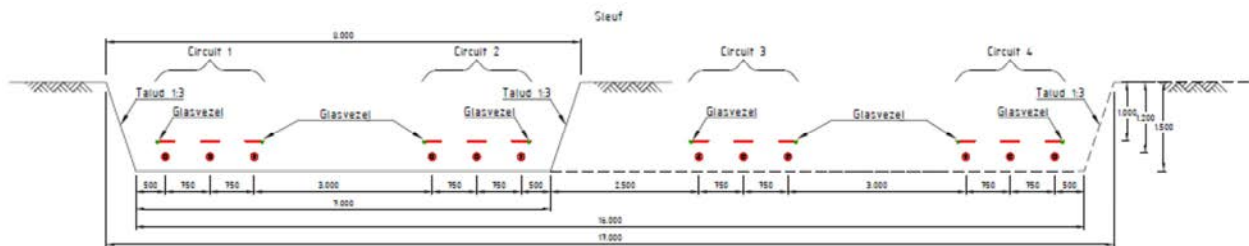
This chapter describes the installation of the 220 and 380 kV onshore cables.

### 6.1 Onshore cable routing

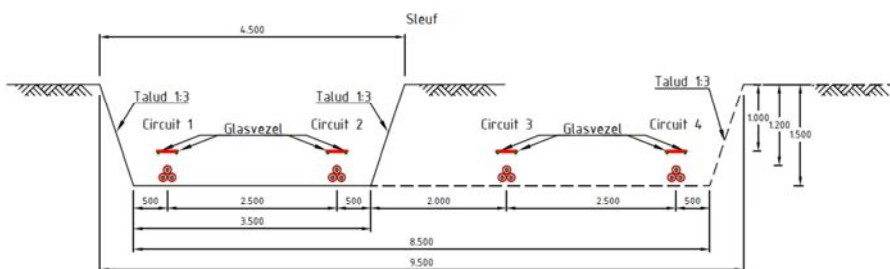
The onshore cable routing starts at the transition joint and ends on the land station for the 220 kV land cables. For the 380 kV land cables the routing starts at the land station and ends on the 380 kV substation Beverwijk. The routing itself can be executed using two installation methods: 1. by digging 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, railroads, bridges, highways, etc.). Open trench is thus always the preferred execution method. The length of individual cables onshore will be 1200 m, connected using joints. Each circuit of 3 phases can have about two fibre optic cables.

### 6.2 Cable trench design

For the open trenching two cable trench configurations are applicable. Figure 12 shows the preferred trench configuration. Figure 13 show the trench configuration which can be applied in case the available space for the cable route doesn't allow for the required space of the preferred trench configuration.



**Figure 12 Preferred trench configuration**



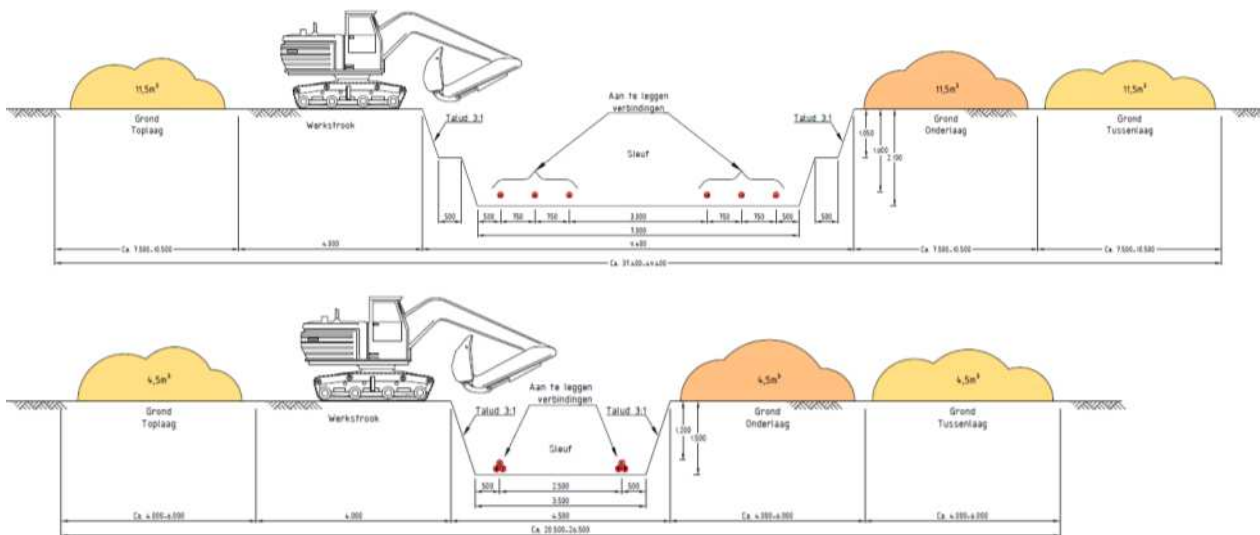
**Figure 13 Trench configuration in case of limited space (triangular configuration)**

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 2.10 m. The width of the trench depends also on the depth of the trench, taking into account a ratio of 1:3 for the sides of the trench.



**Figure 14 Example of a trench using the preferred trench configuration method**

A trench of the required depth and width is dug and if necessary, rainwater and/or groundwater will be pumped out of the trench and discharged on surface water in the direct vicinity in compliance with permit requirements (if applicable). All soil types are stored separately next to the trench. The area on the other side of the trench 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 m (triangular configuration) to 50 m (preferred trench configuration)



**Figure 15 Working area for the two trench types (preferred solution in the upper figure, the triangular configuration in the lower figure).**

### 6.3 Open trench installation

The cables are pulled in using rollers, cable tensioners and winches. The cables will be laid on a bed of stone

free 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. 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 10 weeks per km cable circuit (three single core cables).



Figure 16 Pull in wire and rollers (left), backfilling before cable pull in (middle), typical roller (right)



Figure 17 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)



Figure 18 Open cable trench, after the pull-in of the cables

## 6.4 Transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have 1 transition joint to be made, ie in total 4 transition

joints for the HKN and HKW Alpha 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 10 x 5 m per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the expected seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

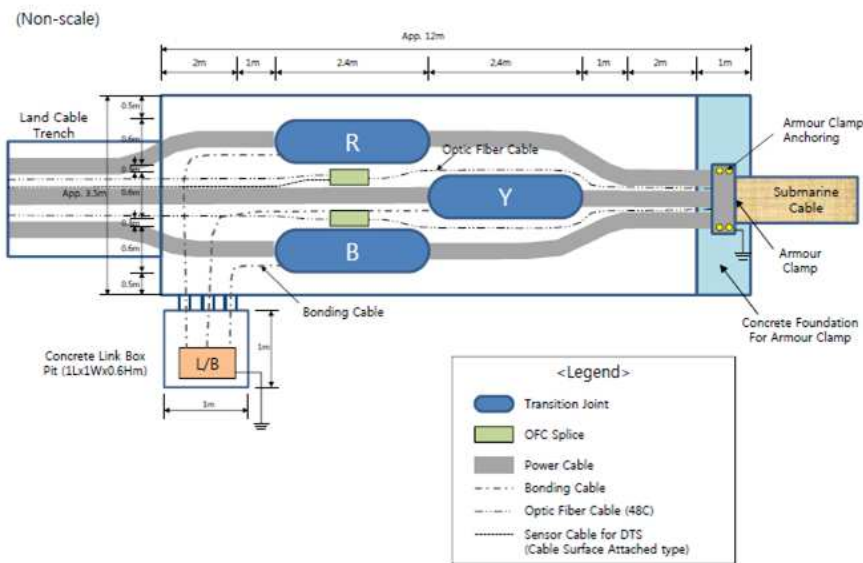


Figure 19 Typical transition joint bay lay-out

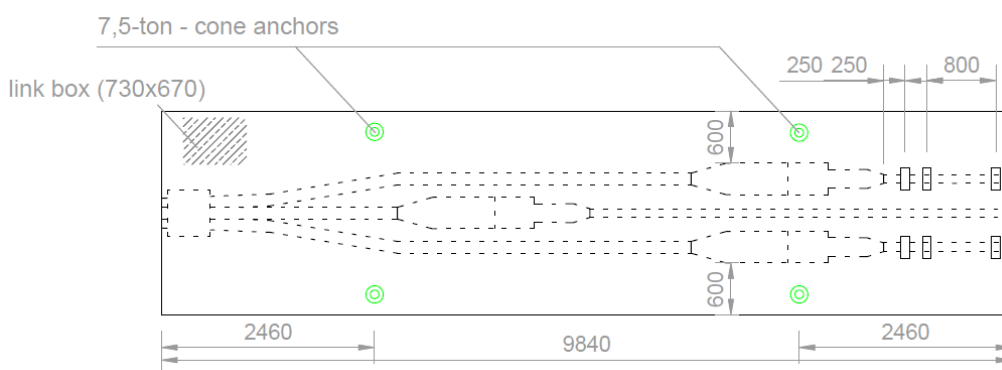


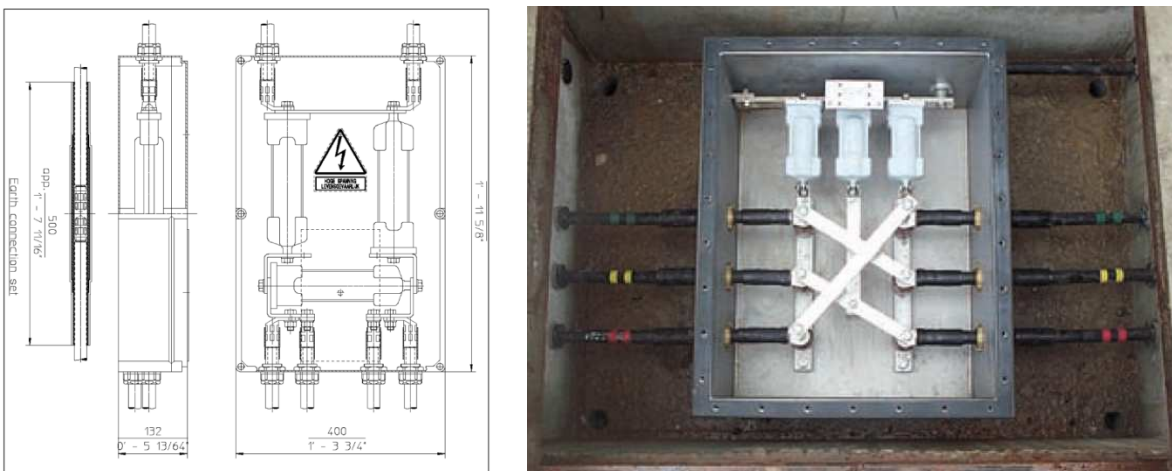
Figure 20 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

## 6.5 Cross bonding Land Cable sections

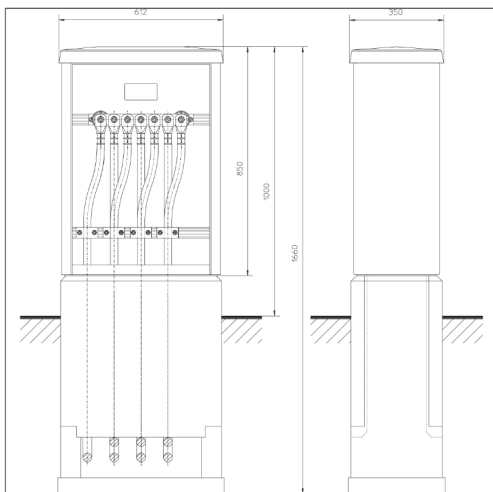
It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum,

the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bond system to function properly, a maximum section length of 2,500 m (defined as 2 cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthsheaths 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 underground cross bonding box can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable 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 (underground)**



**Figure 22 Typical Earthing box**

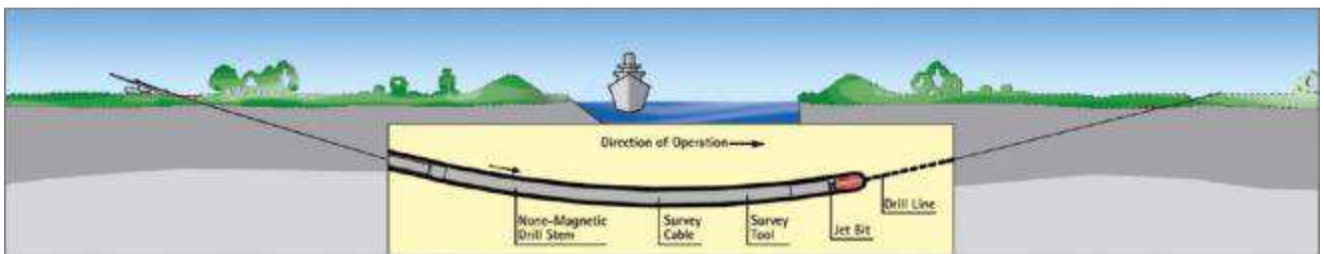


## 6.6 Horizontal directional drilling

*This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods like Direct Pipe<sup>®</sup>, micro tunnelling etc. available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.*

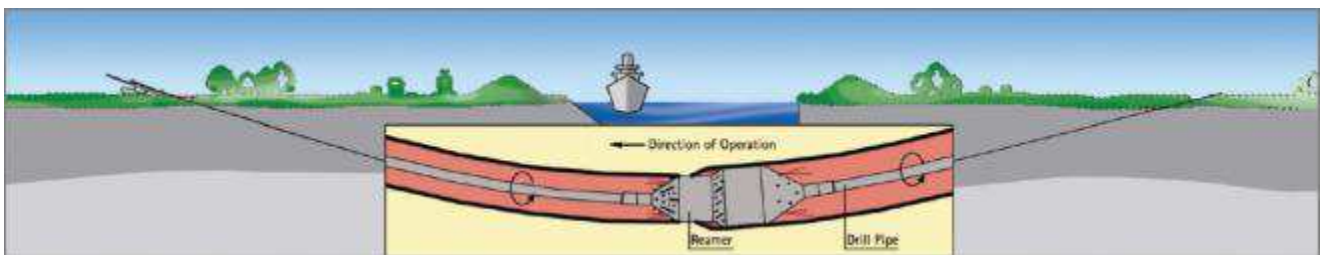
A HDD generally consists of three installation stages:

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.



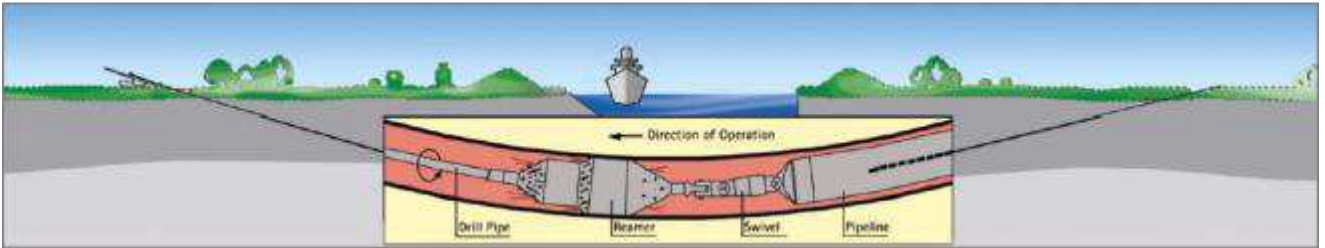
**Figure 23 First stage of a HDD - pilot drill**

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 bore hole 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**

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.



**Figure 25 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline**

*Text and figures in this paragraph are courtesy of wiki.iploca.com*

After the HDD itself is finalized the conduit 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.

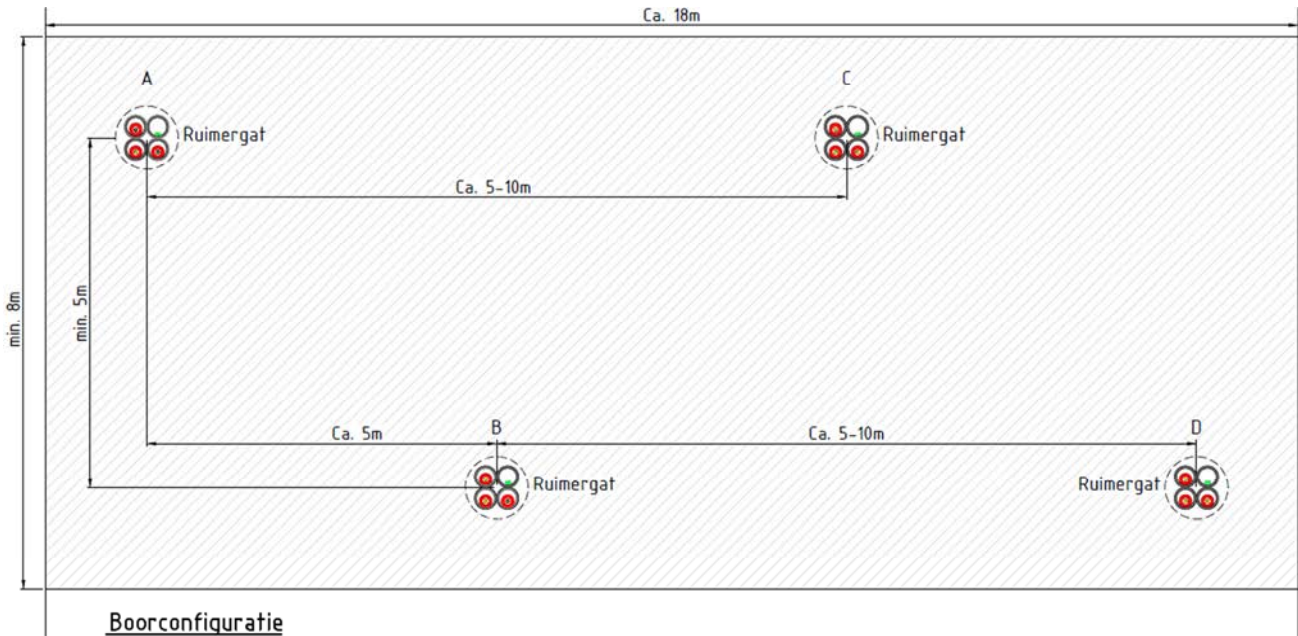


**Figure 26 Example of HDD entry and exit point**



**Figure 27 Welding of HDPE ducts**

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 28



**Figure 28 Standard HDD configuration**

### 6.6.1 HDD installation tools

For the installation of a 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. Depending on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 29. 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.



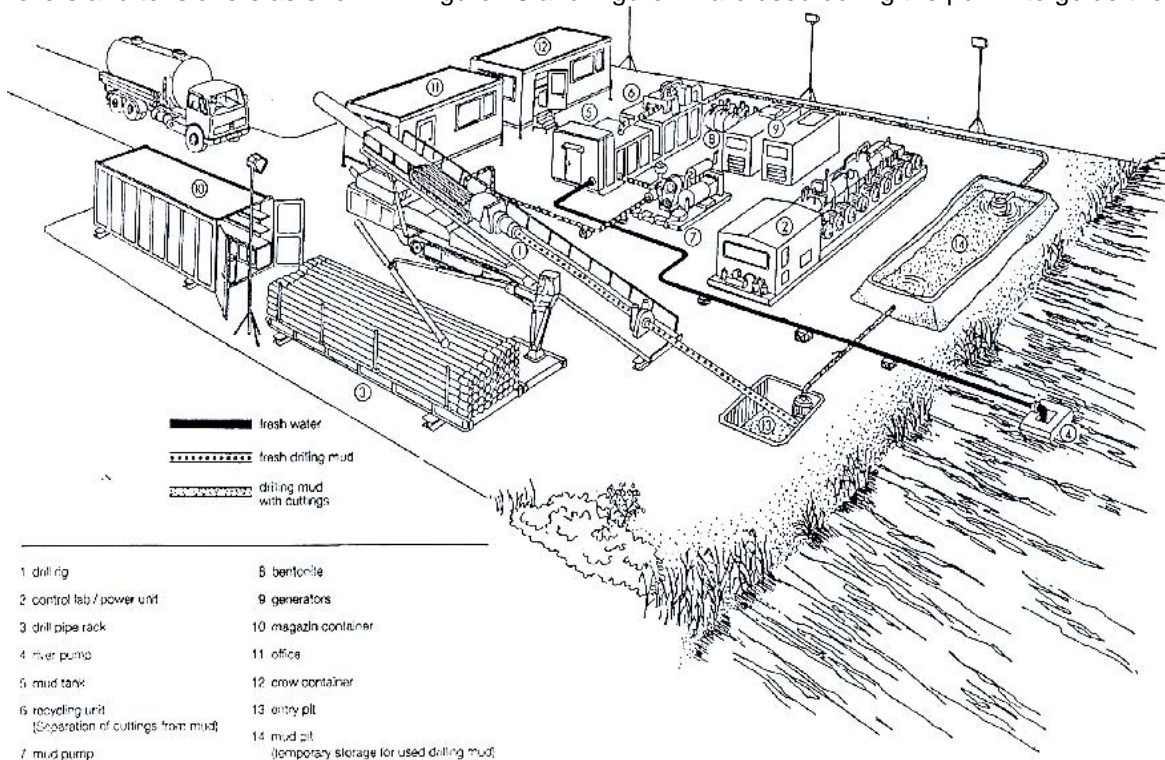
**Figure 29 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig**

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. In general, the size of the required area on the rig side will depend upon the magnitude of the

operation, including length of bore and diameter of pipe to be placed. Typically, a temporary workspace at the entry point of approximately 400 m<sup>2</sup> will be sufficient for a midi (40 tons) rig, while a maxi (100 tons) rig will require approximately 600 m<sup>2</sup>. In the immediate vicinity of the exit point, an area of typically 200 m<sup>2</sup> is required for a midi rig and 225 m<sup>2</sup> for a maxi rig.

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 30, the exit point in Figure 31.

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 16 and Figure 17 are used during the pull-in to guide the cable.



**Figure 30 Example lay-out and equipment of entry point HDD side**

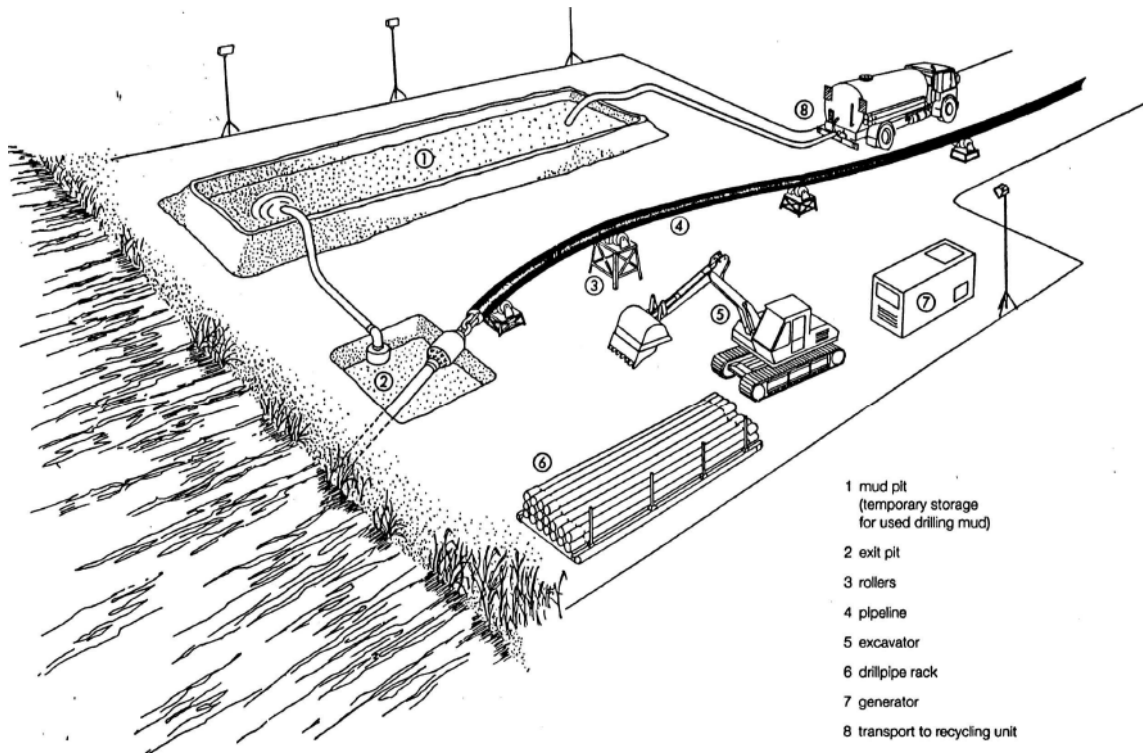


Figure 31 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

## 6.7 Fibre optic cable

The centre cable of each circuit regarding the 220 kV and 380 kV systems, will have a fibre optic cable constructed within a 1-phase cable. This fibre optic cable will be used for wind farm SCADA, communication, protection relays and cable monitoring purposes. Beside these fibre optic cables, two additional glass fibre cable tubes (per cable system) will be installed. The glass fibre cable tubes are meant to be used for safety, platform and wind turbine operations.

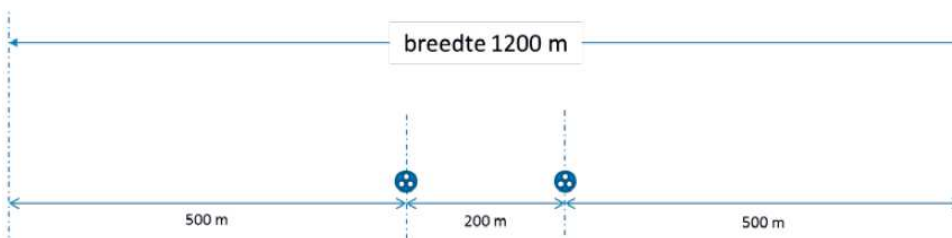
## 7. Installation of cables offshore

This chapter describes the installation of the 220 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 HKN offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods offered by the market which can meet the installation requirements.

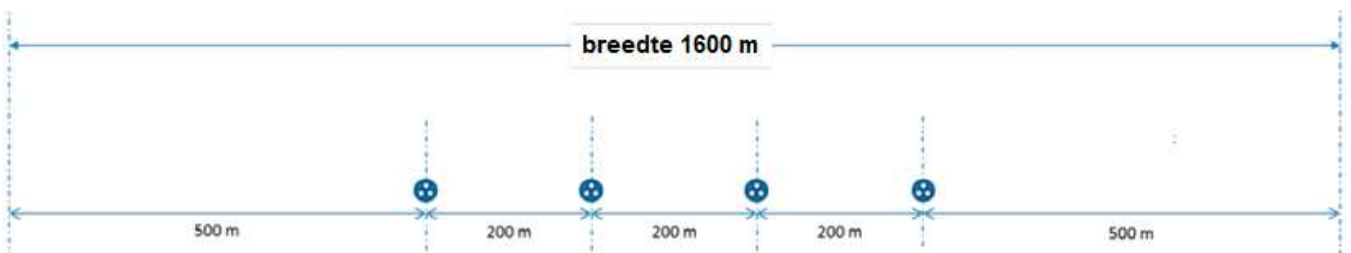
### 7.1 Site description

The offshore section is the part of the cable route from the transition joint to the offshore substations HKN and HKW Alpha.

The individual cable system separation is 200 meter with a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 m (see Figure 32). For 2 cable systems the total corridor width is thus 1200 m and for 4 cable systems the total corridor width is 1600 m. See also the two figures below.



**Figure 32 Cable corridor offshore section – 2 cable systems**



**Figure 33 Cable corridor offshore section - 4 cable systems**

### 7.2 Installation method

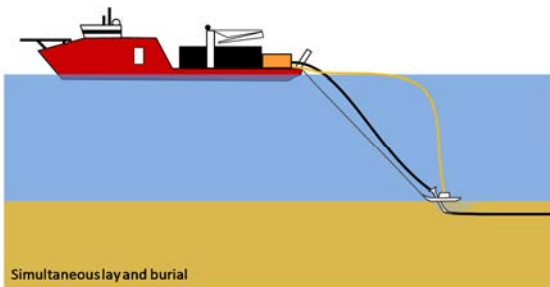
The installation sequence of the 220 kV submarine cables for the offshore route will be either of the following options:

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

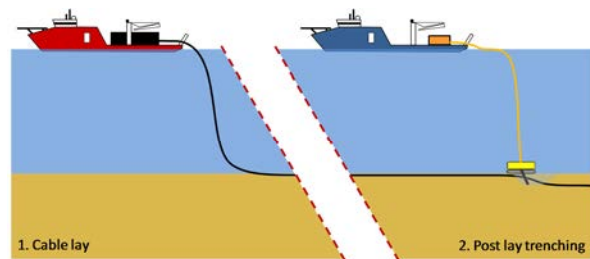
a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

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. 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.



**Figure 34 Simultaneous Lay and Burial (SLB)**



**Figure 35 Post Lay Burial (PLB)**

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





Figure 36 Typical deep water cable installation vessels

### 7.3 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the 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 dependability, risk to the integrity of the cable during trenching, likelihood of achieving the required depth of burial, draught, availability etcetera. A grasp 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 HKN and HKW Alpha cable routes and on the specifics of the burial tool which they could offer.

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:

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

#### 7.3.1 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.





**Figure 37 Typical Jet sledge**

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 37) up to 8m with the BSS2 (see Figure 38).



**Figure 38 BSS2 jet sledge**

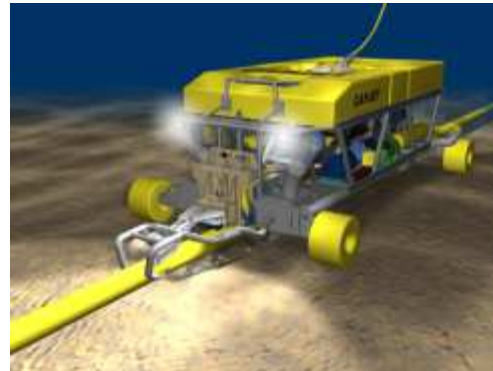
### 7.3.2 ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel. While moving over the before 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, fills the trench with suspended soils. With an open jet sword trencher the lowering of the cable depends on the flexing down (depending 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. 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 39 Typical ROV Jet trencher**

### 7.3.3 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 40 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 41. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of 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 41 TM04 Wheel cutter cable trencher**

#### 7.3.4 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 42 Sea Stallion cable plough**

### 7.3.5 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 tide 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 43 Mass flow excavation**

Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 43, as used on BritNed, or by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger as shown in Figure 44. The latter has been used by TenneT to successfully rebury the NorNed cable in the Wadden Sea recently.



**Figure 44 Mass flow excavation by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger**

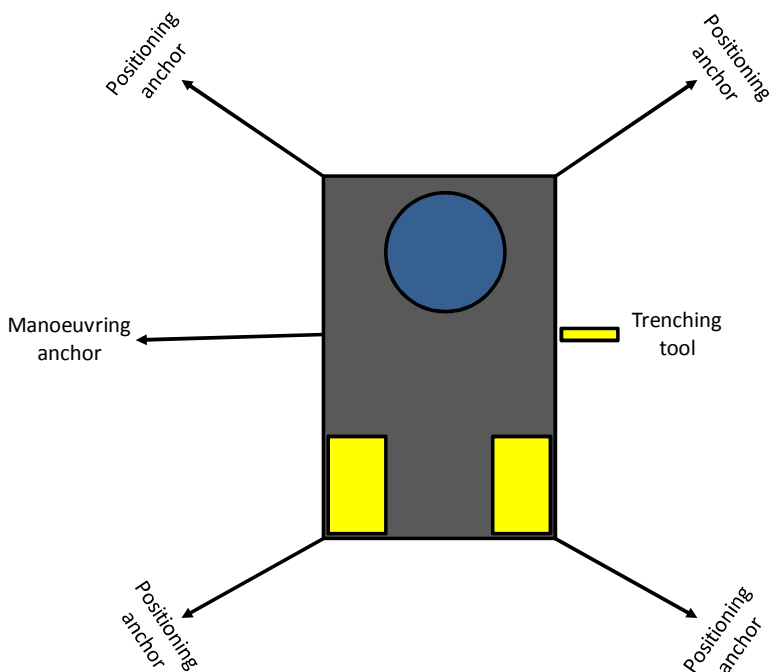
### 7.4 Additional trenching tools

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 45 Typical nearshore cable lay barges**

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 46 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.



**Figure 46 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge**

### 7.4.1 Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through 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 10 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.

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

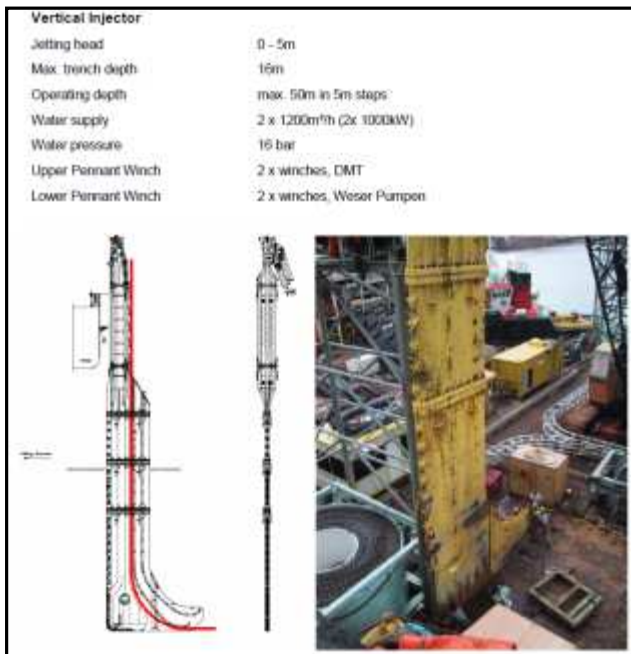


Figure 47 Vertical Injector



Figure 48 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland



Figure 49 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland

#### 7.4.2 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.



**Figure 50** Vibration plough deployed from a barge



**Figure 51** 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.

### 7.5 Dredging

Dredging preceding the installation of the cables might be required along the HKN cable routes with mobile sand waves, to create a non-mobile reference level as depicted in Figure 9 and as described in chapter 0.

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.



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 52 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.

## 8. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets

The 220 kV submarine cable route crosses some in service 3<sup>rd</sup> party subsea assets. This chapter describes the different crossing methods for those in service assets.

### 8.1 Cable 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 will be used for this survey, for instance their last route inspection survey data.

### 8.2 In Service assets

#### 8.2.1 Crossing structures

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

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by concrete block mattresses, outer protection by rock
3. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
4. Separation by lowering the 3<sup>rd</sup> party subsea asset into the soil, outer protection by rock

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

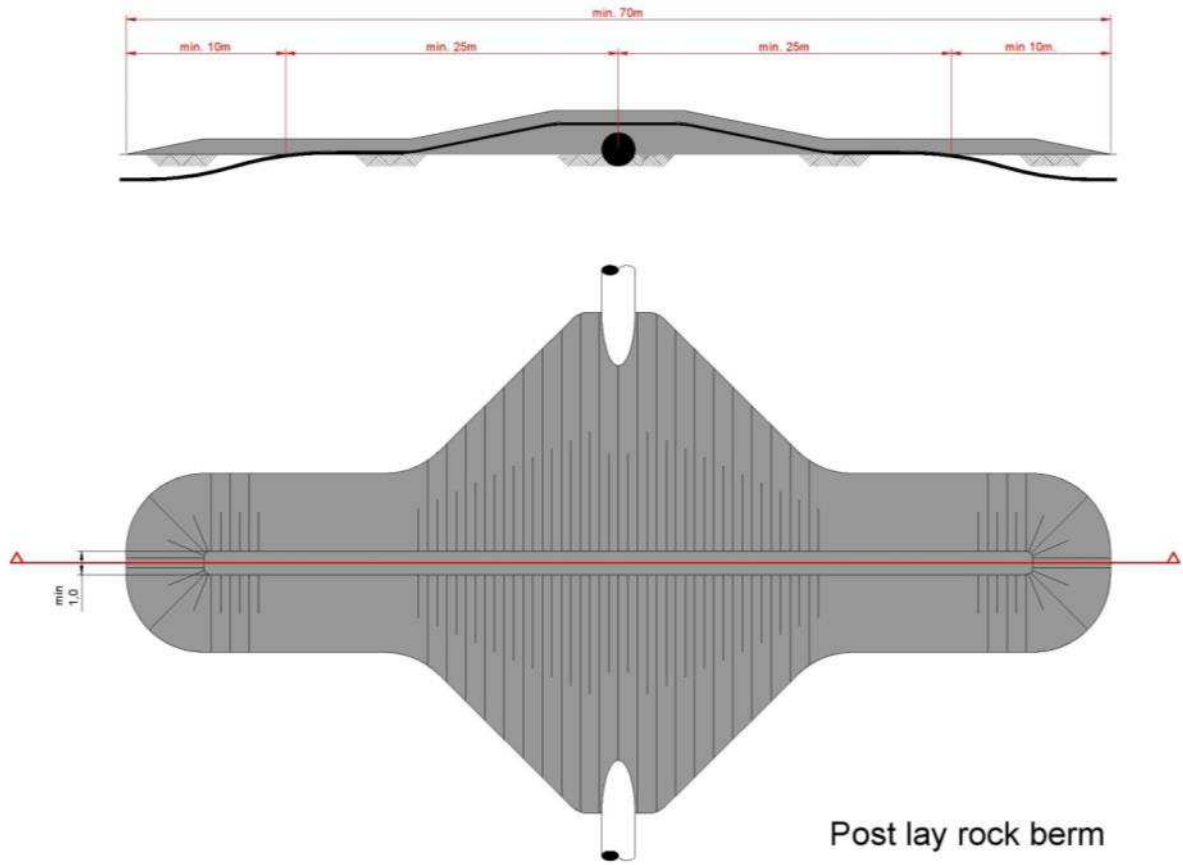


Figure 53 Typical rock - rock crossing structure

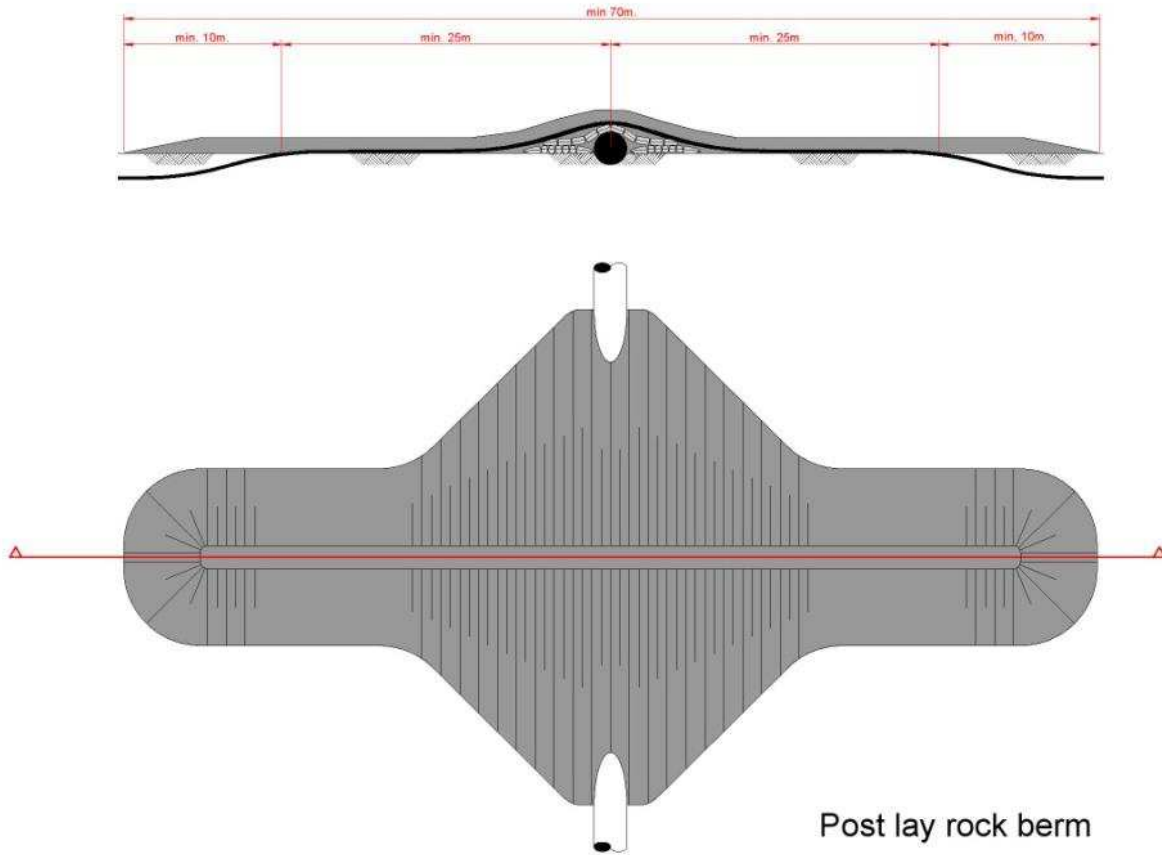


Figure 54 Typical mattress - rock crossing structure

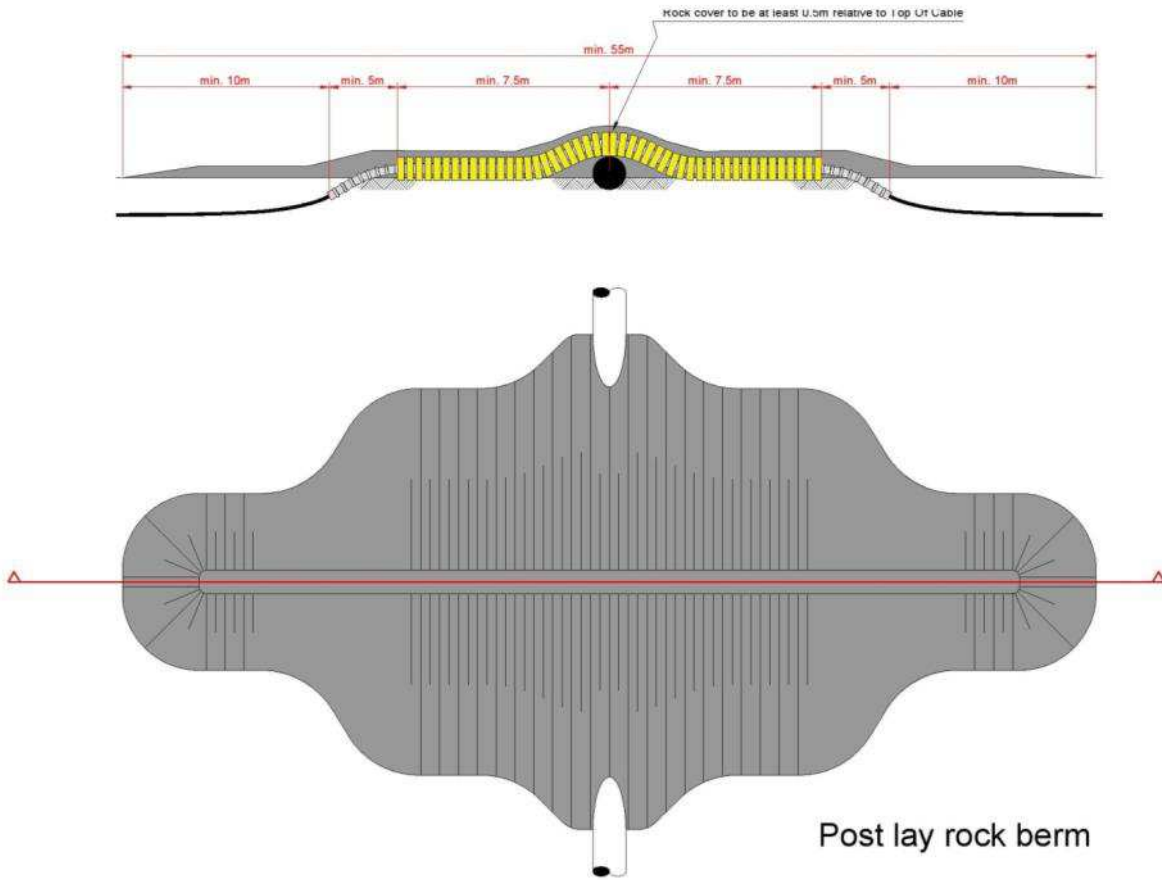
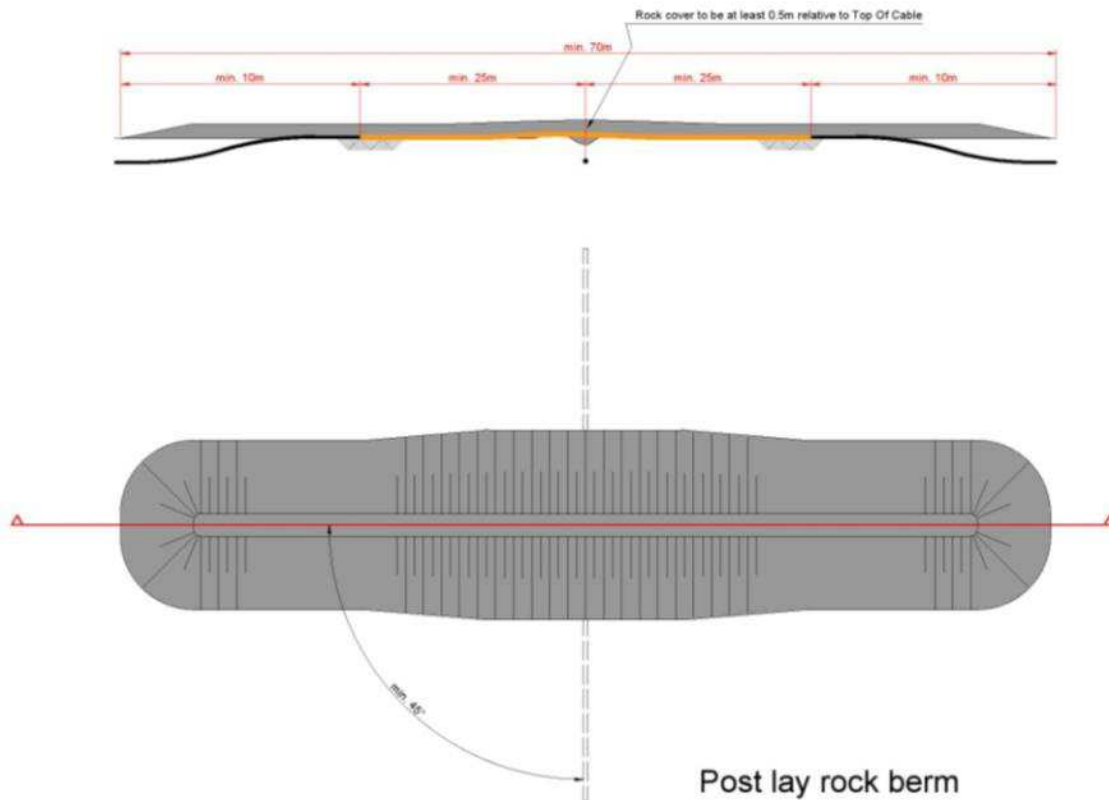


Figure 55 Typical separator - rock crossing structure



**Figure 56 Typical lowering 3<sup>rd</sup> party asset - rock crossing structure**

### 8.2.2 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 will have to be placed of 0.2 m to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen).

## 9. Post installation activities offshore cables

### 9.1 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 a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

### 9.2 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 good 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.

### 9.3 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 relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables 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.

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 in 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.

## **10. Operational phase offshore cables**

During the operational phase of the offshore cable two 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.
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 dumping might be applied.

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.



## **11. Decommissioning offshore cables**

### **11.1 Cables**

At the end of their operational lifetime (20-40 years) the HKN 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.

### **11.2 Crossing structures**

At the locations of the crossings with 3<sup>rd</sup> 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 HKN cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.

## 12. Offshore platform

The HKN export cables will connect the 700 MW offshore platform to the onshore grid. This chapter provides a brief overview of the platform and its installation. The information of the platform in this chapter is based on the basic design that TenneT prepared together with Ramboll Denmark. Site specifics (like water depth and metocean conditions) will cause minor alterations to the design of the platform.

### 12.1 Offshore platform design

The offshore platform has a transport capacity of 700 MW plus 10% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

#### 12.1.1 Lay-out

The platform consists out of three main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the equipment is based. It contains four decks which includes the roof where the platform crane is situated. The cable deck is however situated on the jacket to allow for cable pull-in activities before the topside is installed. All rooms are accessible via outside gangways.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside (in total 21).
3. Foundation piles: the eight skirt piles secure the jacket structure to the seabed.

#### 12.1.2 Electrical installation

The OWF are connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 KV by the two 400 MVA 220/66/66 KV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables. The opportunity will be investigated that no 220kV shunt reactor (to compensate the conductive behaviour of the cables) is used on the platform.

#### 12.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are 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. This gas removes the oxygen from the air 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.

#### 12.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

### 12.1.5 Approximate dimensions and weight

#### Jacket

Height:	50 meter (based on a water depth of 30 meter)
Length:	28 meter
Width:	20 meter
Weight:	2.900 metric tons

#### Topside

Height:	25 meter (including the cable deck)
Length:	45 meter
Width:	20 meter
Weight:	3.350 metric ton

#### Foundation piles

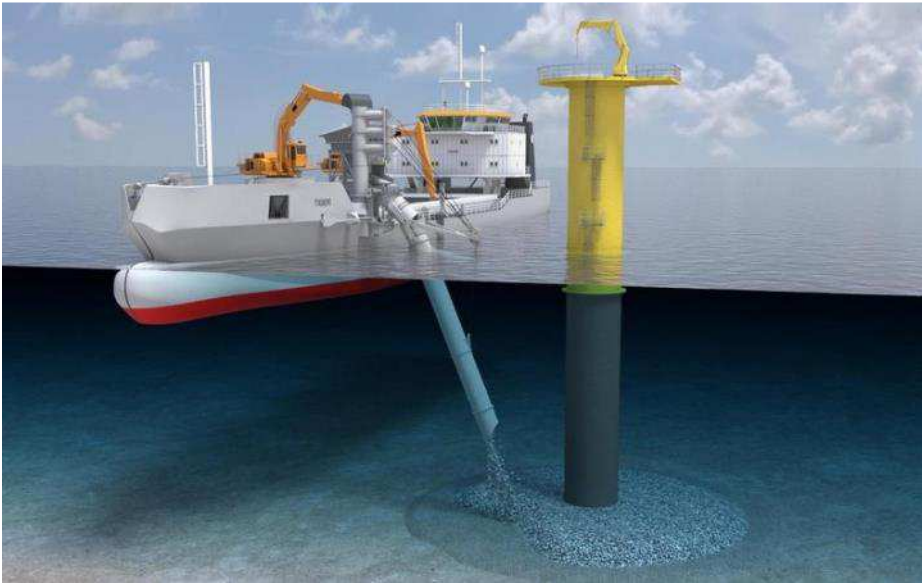
Number:	8
Penetration depth:	55 meter (depending on soil)
Weight :	180 ton per pile

## 12.2 Installation of the offshore platform

### 12.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler, SSS. 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 jacket a geotechnical survey is executed that includes at least one boring to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform. The design of the foundation piles (dimensions and penetration depth) is based on these results. A scour assessment will be performed in order to determine if scour protection is required. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms it is expected that a scour protection around the HKN platform will be required,

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough. After level, the scour protection can be installed (15-20 meters outside of the jacket footprint). The reason for installing scour protection is to prevent sedimentation of the seabed under and around the jacket which would lead to scour holes. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 57. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)



**Figure 57 Rock installation vessel**

### 12.2.2 Jacket installation and piling

The finished jacket will be loaded onto a barge which will be tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket off the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning (Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters) or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per 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.



**Figure 58 Installation of jacket**

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top of the pile, see Figure 59. Driving of a pile can take about a day per pile. 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. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



**Figure 59 Piling of jacket**

### 12.2.3 Topside installation

After the jacket is installed, the installation of the topside can take place. Like the jacket, the topside is loaded onto a barge which is tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and onto the jacket. The heavy lifting vessel operates either via DP or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location



**Figure 60 Installation of topside**

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.

#### 12.2.4 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.

### 12.3 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 depended on the condition of the platform (systems). Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

### 12.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 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, the piles and scour protection will remain on the seabed.

## 13. Land station

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

### 13.1 Design

The design of the land station has briefly been mentioned in paragraph 3.3.

#### 13.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment
- Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
- Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
- Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
- Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

#### 13.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the land station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and/or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

#### 13.1.3 Safety and environment

The land station will be unmanned.

The transformer building are open buildings (no roof, and at one side no wall is present). Fluids as 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 land station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele land station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

#### 13.1.4 Access

The land 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 land station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP 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 land station.

#### 13.1.5 Buildings

At the land station area various buildings will be constructed. Te following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

### 13.2 Construction phase

The land station construction consists out 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. The construction of all building is also executed in the civil part.
2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems.

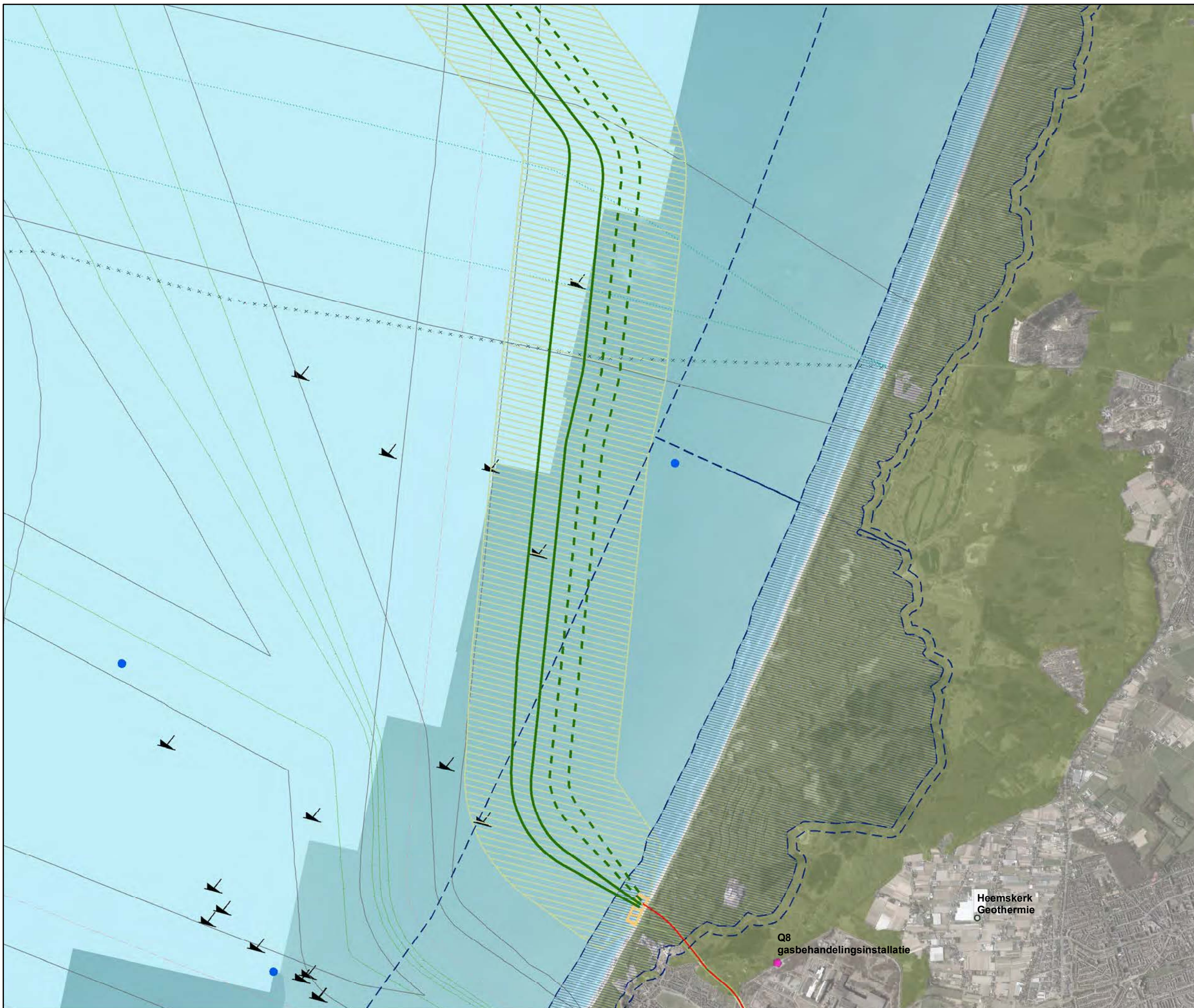
### 13.3 Operational phase

During the operational phase of the land station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of annually three visual inspections of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.



## 13.4 Decommissioning

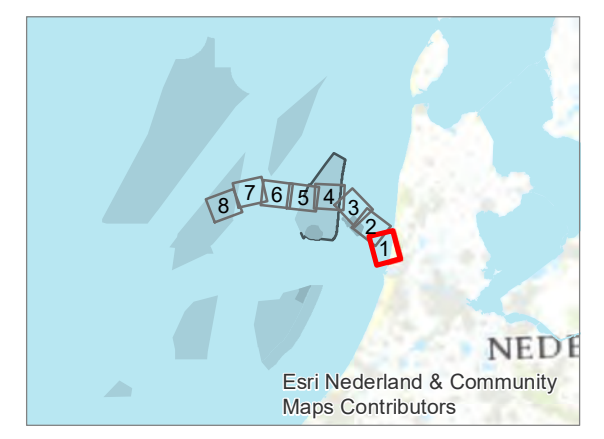
After the life span of 30-50 years of the land station the land station will be demolished if it's not being used for any other function.



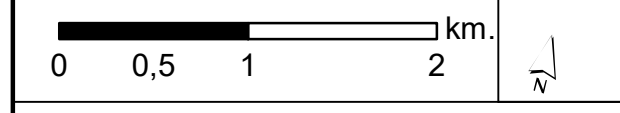
**Legend**

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningaanvraag
- ▨ Zoekgebied platform
- ▨ Zoekgebied werkkerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- ▨ Kavelindeling
- ▨ Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- × × × Kabels
- × × × leidingen
- ▭ Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- ⚓ Offshore Loading Terminal (OLT)
- ◆ Plant
- ⊠ Production location
- ⊠ Production platform
- ⊠ Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- ▲ Subsea completion
- ⚓ Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- ⚓ NCN\_wrakken
- ▨ Waterstaatswerk/kernzone
- ▨ WaterschapsZones
- ▨ Natura 2000
- 12 mijls grens

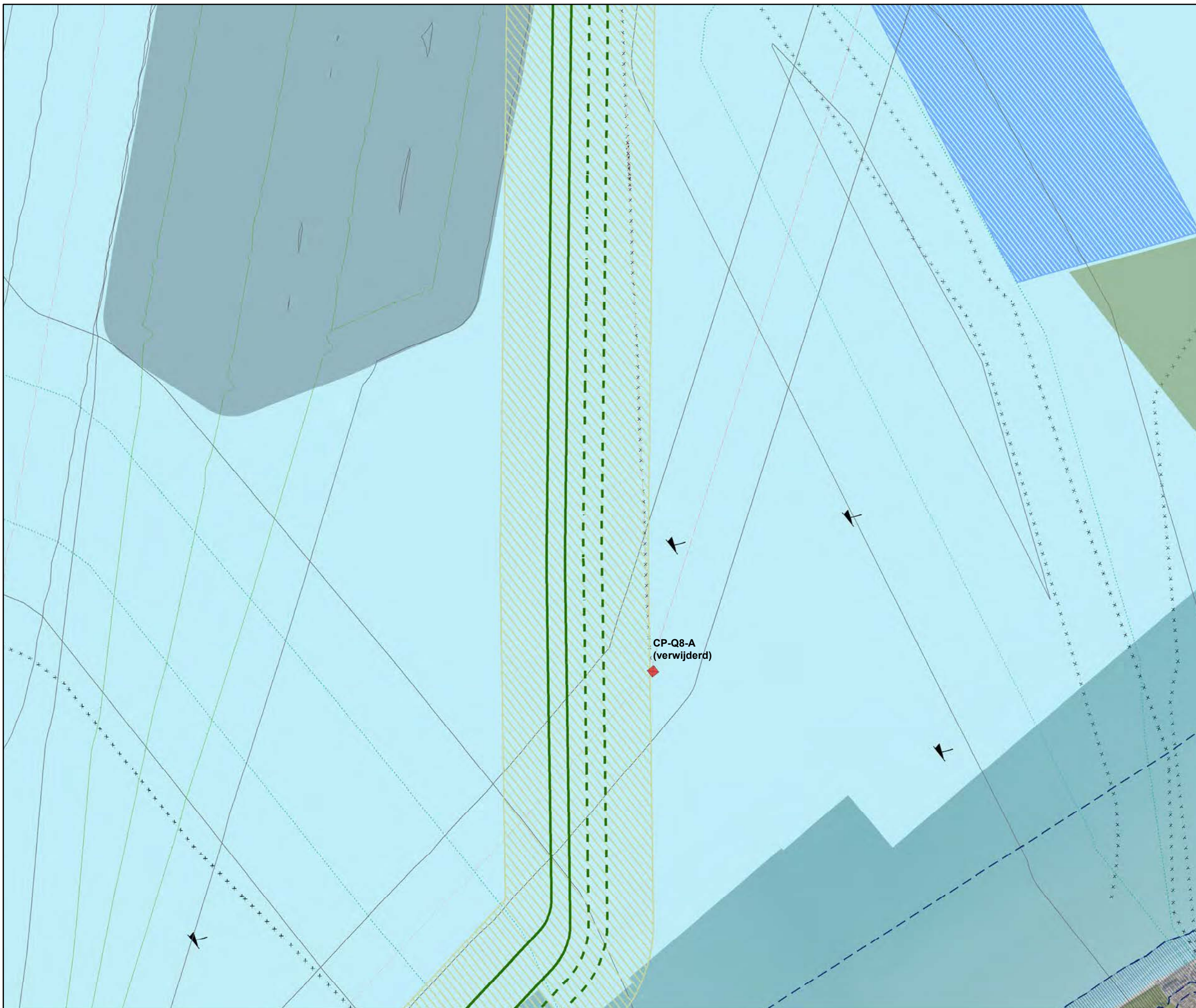
**kaart nummer 1**



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\md\180822hkn_vergunning_waterwet\180823hkn_offshore_trace_A3_mxd		



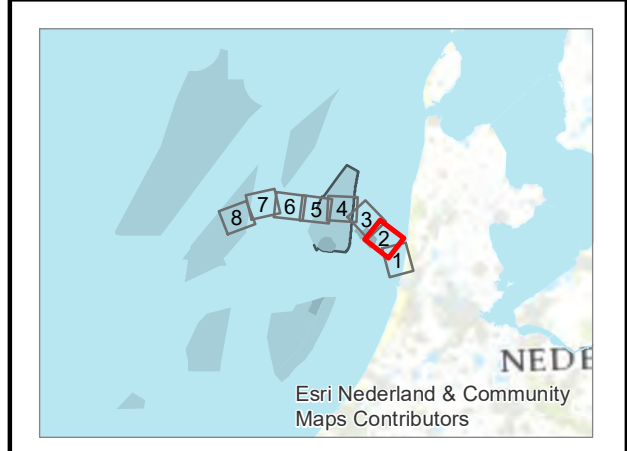
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © Tennet TSO B.V.



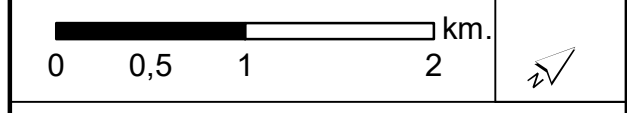
**Legend**

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningsaanvraag
- Zoekgebied platform
- Zoekgebied werkteerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- ▨ Kavelindeling
- ▨ Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- × × × Kabels
- × × × leidingen
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- ⚓ Offshore Loading Terminal (OLT)
- ◆ Plant
- ⊠ Production location
- ⊠ Production platform
- ⊠ Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- ▲ Subsea completion
- ⚓ Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- ⚓ NCN\_wrakken
- ▨ Waterstaatswerk/kernzone
- ▨ WaterschapsZones
- ▨ Natura 2000
- 12 mijls grens

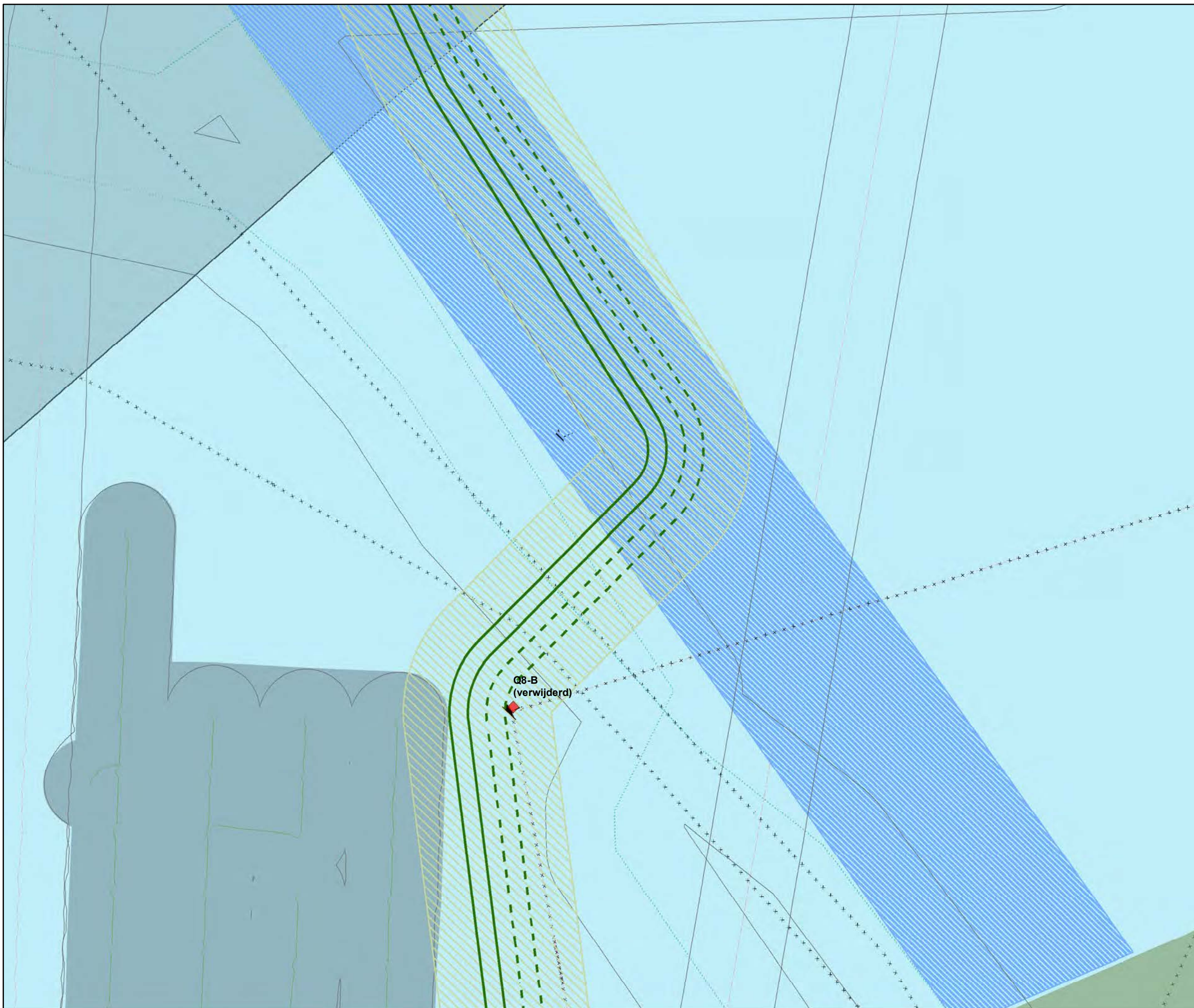
**kaart nummer 2**



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mdd\180822hkn_vergunning_waterwet\180823hkn_offshore_trace_A3_mdd		



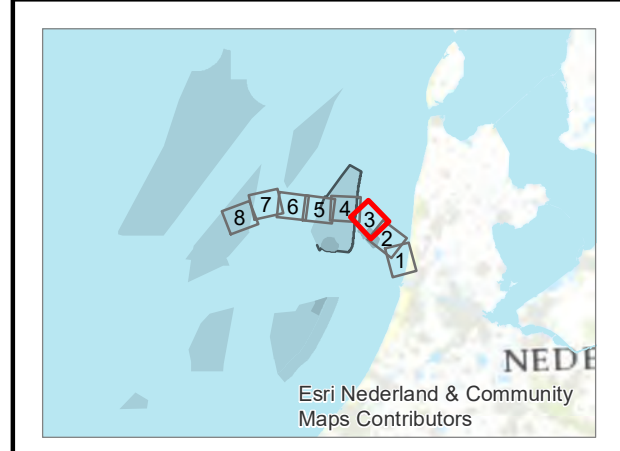
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © Tennet TSO B.V.



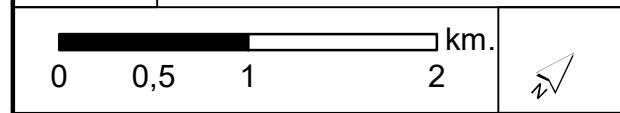
**Legend**

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningsaanvraag
- Zoekgebied platform
- Zoekgebied werkerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- Kavelindeling
- Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- x-x-x Kabels
- x-x-x leidingen
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- Offshore Loading Terminal (OLT)
- Plant
- Production location
- Production platform
- Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- Subsea completion
- Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- NCN\_wrakken
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

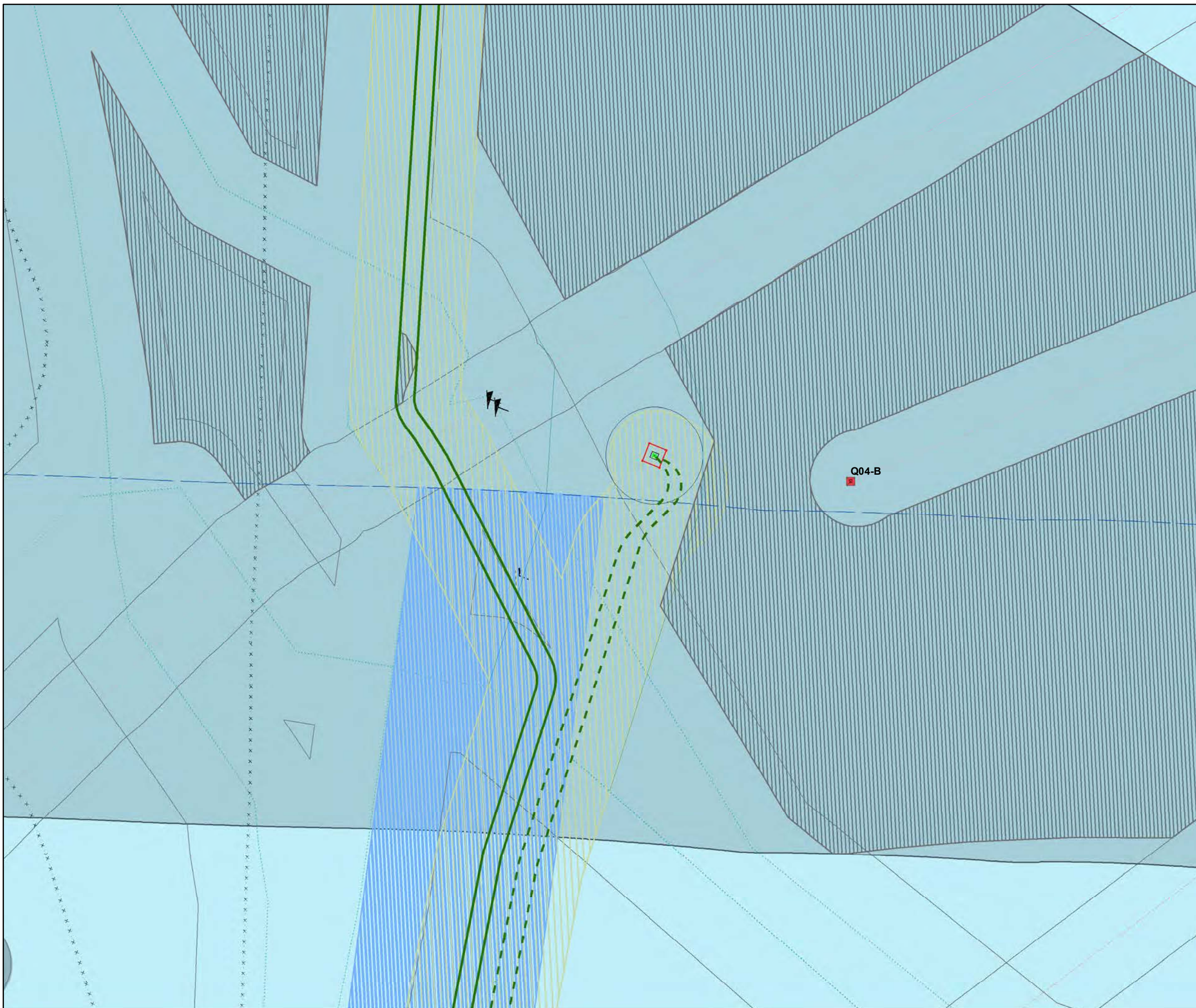
**kaart nummer 3**



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\md\180822hkn_vergunning_waterwet\180822hkn_offshore_tracce_A3_mxd		



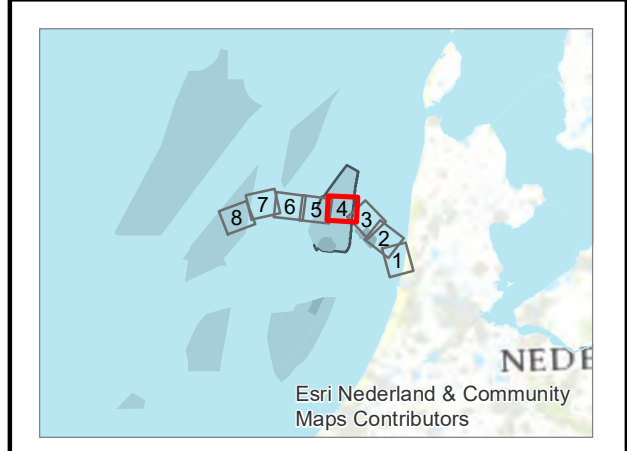
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © Tennet TSO B.V.



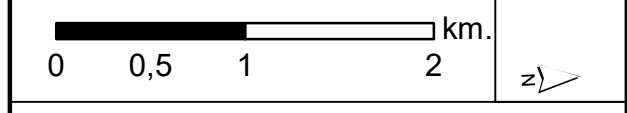
**Legend**

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningsaanvraag
- Zoekgebied platform
- Zoekgebied werkerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- ▨ Kavelindeling
- ▨ Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- ×-×-× Kabels
- ×-×-× leidingen
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- ⚓ Offshore Loading Terminal (OLT)
- ◆ Plant
- ⊠ Production location
- ⊠ Production platform
- ⊠ Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- ▲ Subsea completion
- ⚓ Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- ⚓ NCN\_wrakken
- ▨ Waterstaatswerk/kernzone
- ▨ WaterschapsZones
- ▨ Natura 2000
- 12 mijls grens

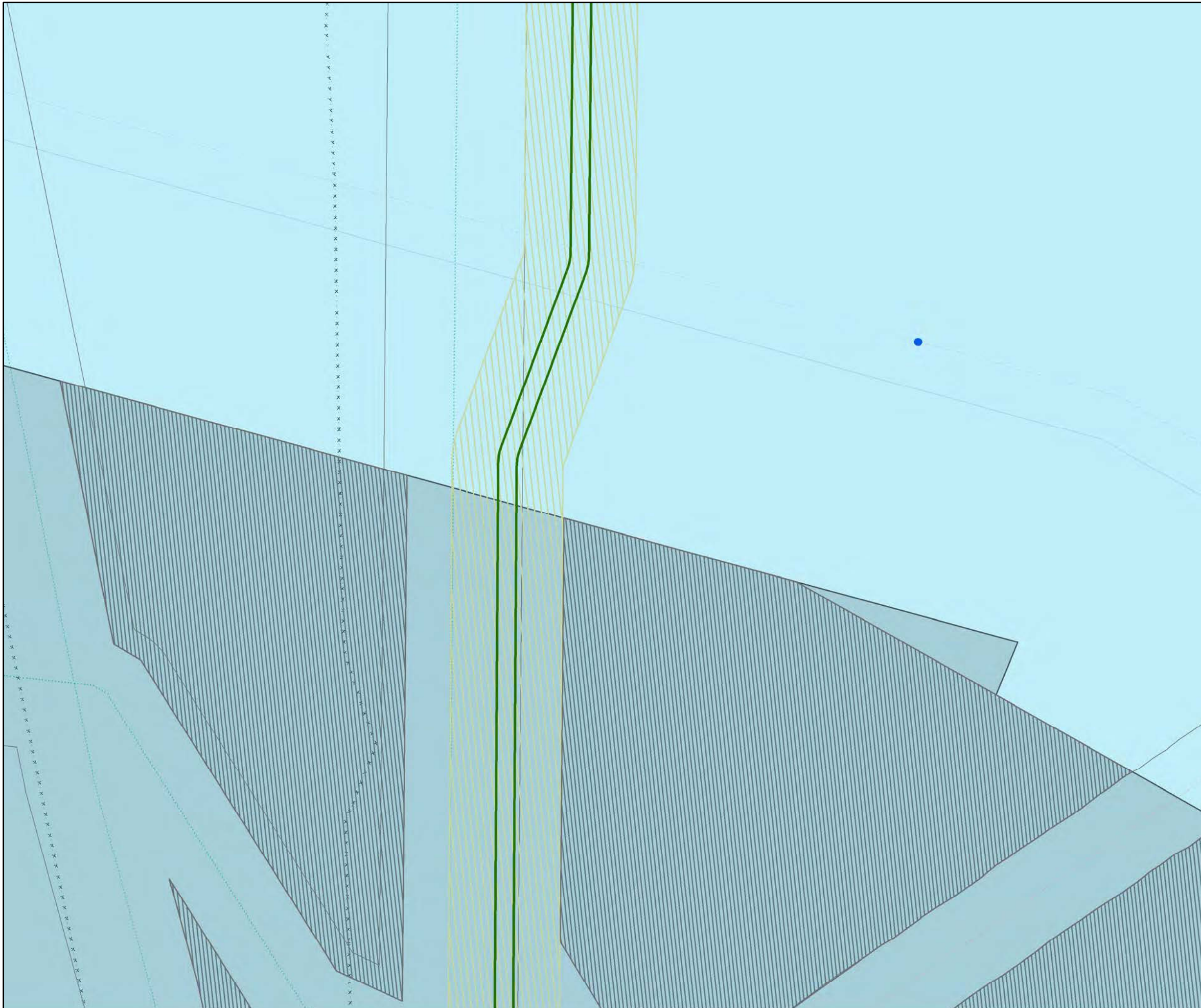
**kaart nummer 4**



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mdd\180823hk_n_vergunning_waterwet\180823hk_n_offshore_trace_A3_mdd		



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

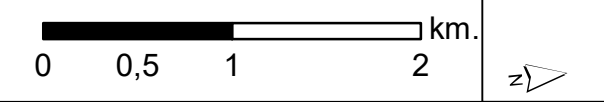


- Legend**
- HKN
  - HKW (noordelijk deel)
  - Open ontgraving
  - Hartlijn zone boringen
  - Zone Vergunningaanvraag
  - Zoekgebied platform
  - Zoekgebied werkkerrein
  - Markering vast
  - Markering drijvend
  - Kavelindeling
  - Corridor kabels en leidingen
  - Bestaande kabels, leidingen en platforms
  - Elektrakabel
  - Telecomkabel
  - leidingen
  - Cancelled/ out of use/ abandoned
  - x-x-x Kabels
  - x-x-x leidingen
  - Onderhoudszone kabels en leidingen
  - Mijnbouwwerken
  - Geothermie installatie
  - Offshore Loading Terminal (OLT)
  - Plant
  - Production location
  - Production platform
  - Production satellite
  - Refinery
  - Sidetap
  - Subsea completion
  - Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
  - NCN\_wrakken
  - Waterstaatswerk/kernzone
  - WaterschapsZones
  - Natura 2000
  - 12 mijls grens

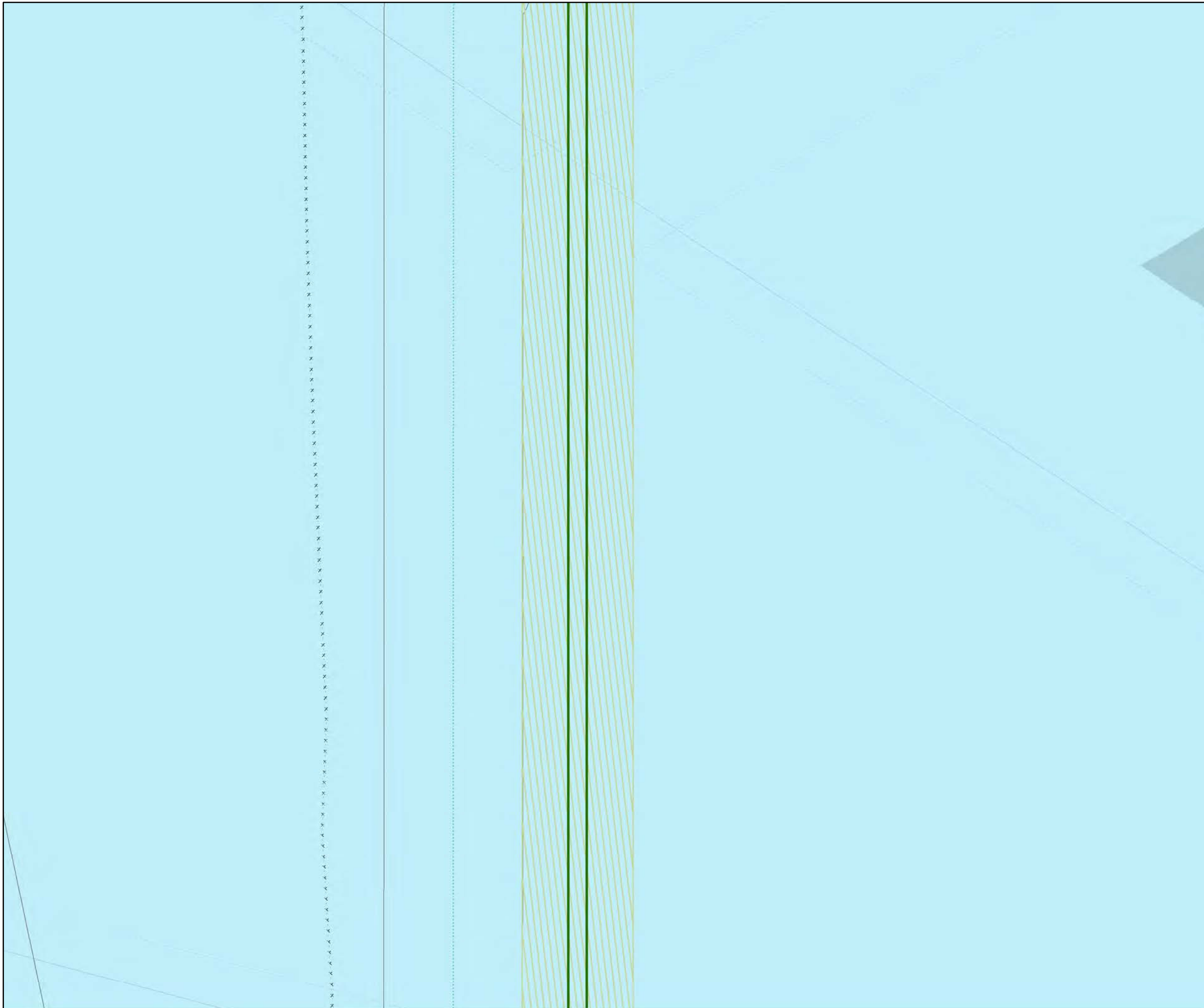
kaart nummer 5



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mdd\180822hkn_vergunning_waterwet\180823hkn_offshore_trace_A3_mdd		



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

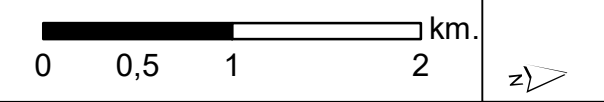


- Legend**
- HKN
  - HKW (noordelijk deel)
  - Open ontgraving
  - Hartlijn zone boringen
  - Zone Vergunningsaanvraag
  - Zoekgebied platform
  - Zoekgebied werkerrein
  - Markering vast
  - Markering drijvend
  - ▨ Kavelindeling
  - ▨ Corridor kabels en leidingen
  - Bestaande kabels, leidingen en platforms
  - Elektrakabel
  - Telecomkabel
  - leidingen
  - Cancelled/ out of use/ abandoned
  - ×-×-× Kabels
  - ×-×-× leidingen
  - ▭ Onderhoudszone kabels en leidingen
  - Mijnbouwwerken
  - Geothermie installatie
  - ⚓ Offshore Loading Terminal (OLT)
  - ◆ Plant
  - ⊠ Production location
  - ⊠ Production platform
  - ⊠ Production satellite
  - Refinery
  - Sidetap
  - ▲ Subsea completion
  - ⚓ Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
  - ⚓ NCN\_wrakken
  - ▨ Waterstaatswerk/kernzone
  - ▨ WaterschapsZones
  - ▨ Natura 2000
  - 12 mijls grens

kaart nummer 6



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mtd\180822hkn_vergunning_waterwet\180823hkn_offshore_tracce_A3_mxd		



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



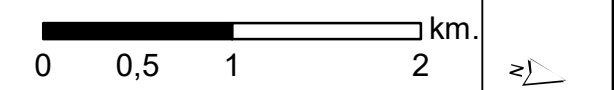
**Legend**

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningaanvraag
- ▨ Zoekgebied platform
- ▨ Zoekgebied werkerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- ▨ Kavelindeling
- ▨ Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- ×-×-× Kabels
- ×-×-× leidingen
- ▭ Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- ⚓ Offshore Loading Terminal (OLT)
- ◆ Plant
- ⊠ Production location
- ⊠ Production platform
- ⊠ Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- ▲ Subsea completion
- ⚓ Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- ⚓ NCN\_wrakken
- ▨ Waterstaatswerk/kernzone
- ▨ WaterschapsZones
- ▨ Natura 2000
- 12 mijls grens

**kaart nummer 7**



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mdd\180822hkn_vergunning_waterwet\180823hkn_offshore_tracce_A3_mdd		



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

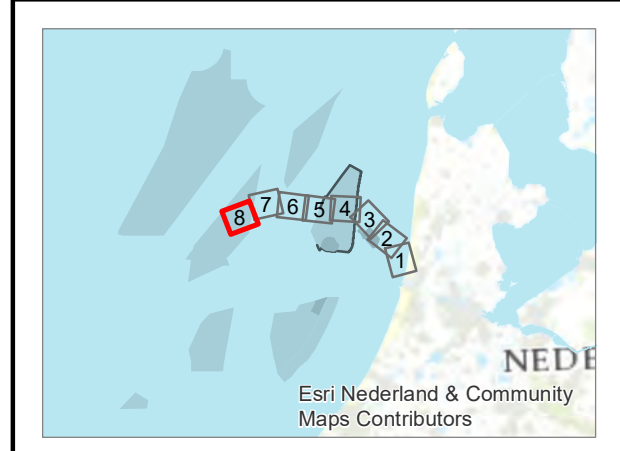




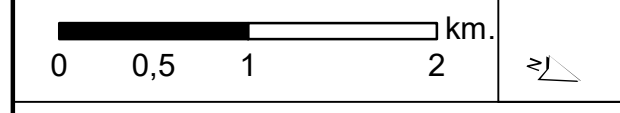
### Legend

- HKN
- HKW (noordelijk deel)
- Open ontgraving
- Hartlijn zone boringen
- Zone Vergunningaanvraag
- Zoekgebied platform
- Zoekgebied werkkerrein
- Markering vast
- Markering drijvend
- Kavelindeling
- Corridor kabels en leidingen
- Bestaande kabels, leidingen en platforms
- Elektrakabel
- Telecomkabel
- leidingen
- Cancelled/ out of use/ abandoned
- x-x-x Kabels
- x-x-x leidingen
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Mijnbouwwerken
- Geothermie installatie
- Offshore Loading Terminal (OLT)
- Plant
- Production location
- Production platform
- Production satellite
- Refinery
- Sidetap
- Subsea completion
- Tanker Mooring and Loading System (TMLS)
- NCN\_wrakken
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

## kaart nummer 8



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_noord\producten\vergunningen\mdd\180822hkn_vergunning_waterwet\180822hkn_offshore_trace_A3_mxd		



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



## OFFSHORE GRID NL

E 3.4.14.

Document Title:

### **Standard Offshore Substation Jacket Structure – structural drawings (21 drawings)**

Rev.	Revision date (DD-MM-YYYY)	Reason for issue	Prepared by	Verified by	Approved by
01	15-01-2016	Issued for ITT	FESA/BBR	STC	MXH
00	15-01-2016	Issued for ITT	FESA/BBR	STC	MXH

Project no.: 1100015665

Site code:

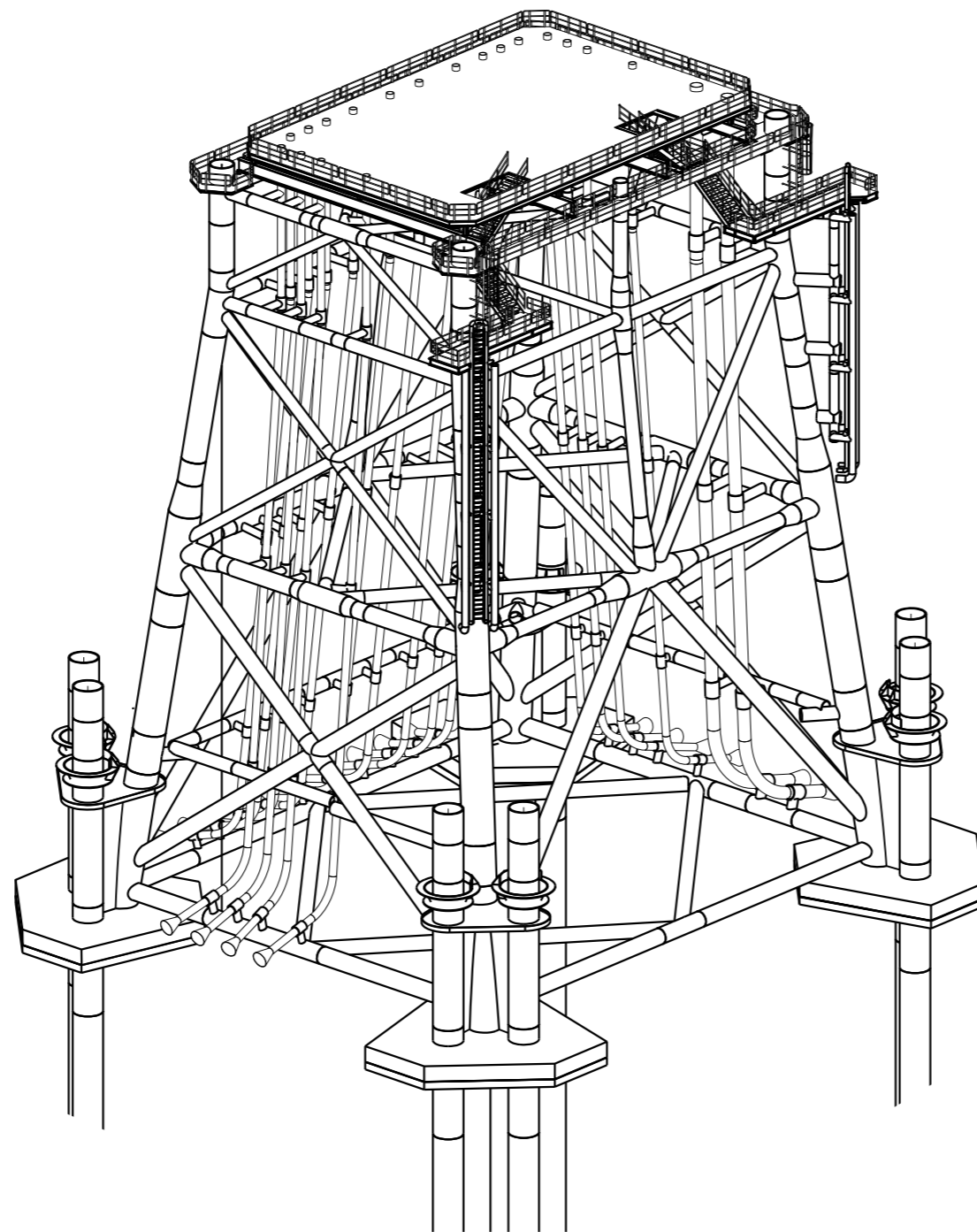
Page: 1 of 22

TenneT Document No.:

**ONL-TTB-00209**



# TENNET STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION JACKET STRUCTURE



PREPARED BY:



Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description	Job no.
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT	1100015665
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS	



**STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION**  
Title  
**OFFSHORE GRID NL**  
JACKET STRUCTURE  
ISOMETRIC VIEW

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NONE	A1	ROGE-N-XG-000007-01	0







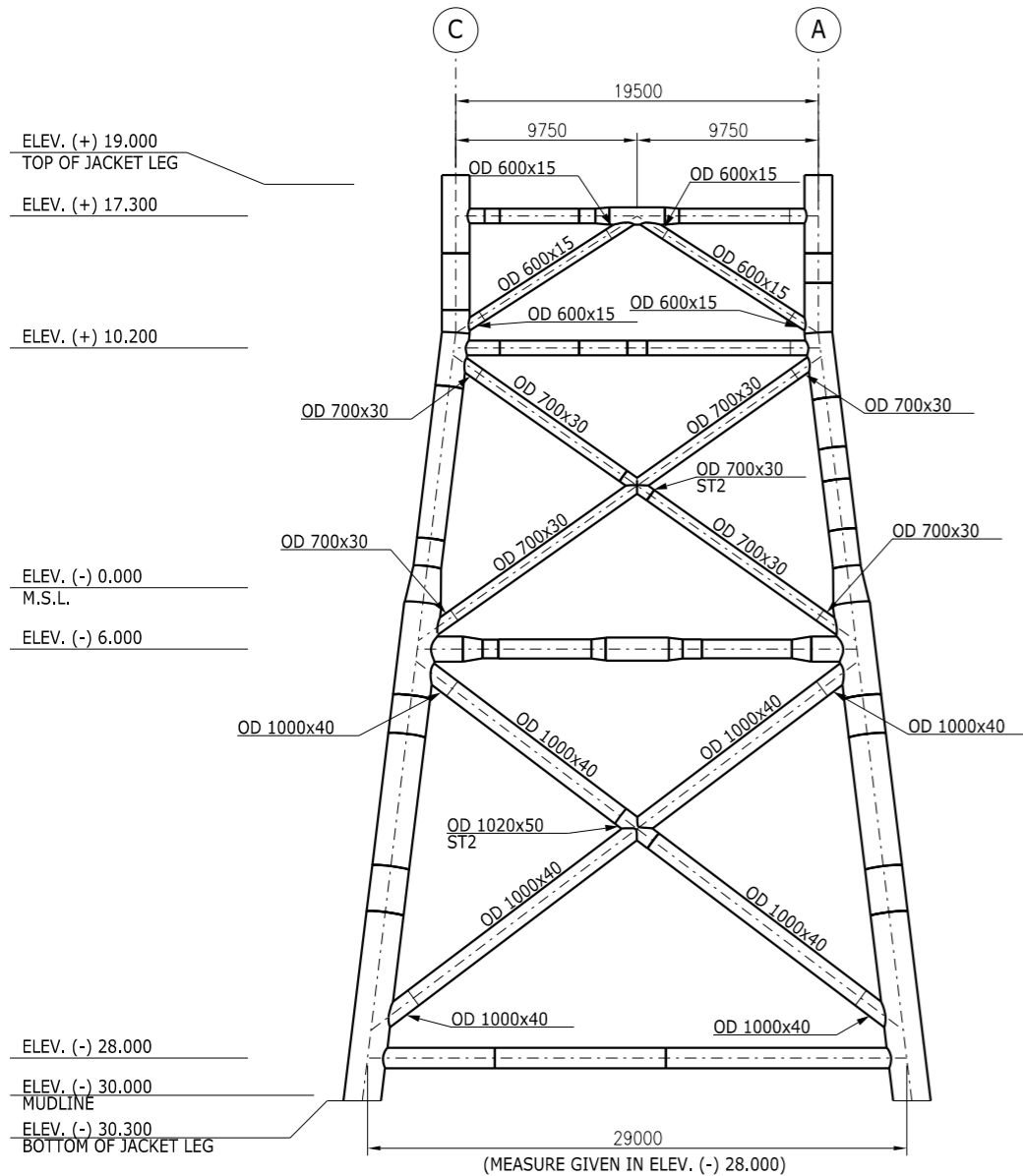




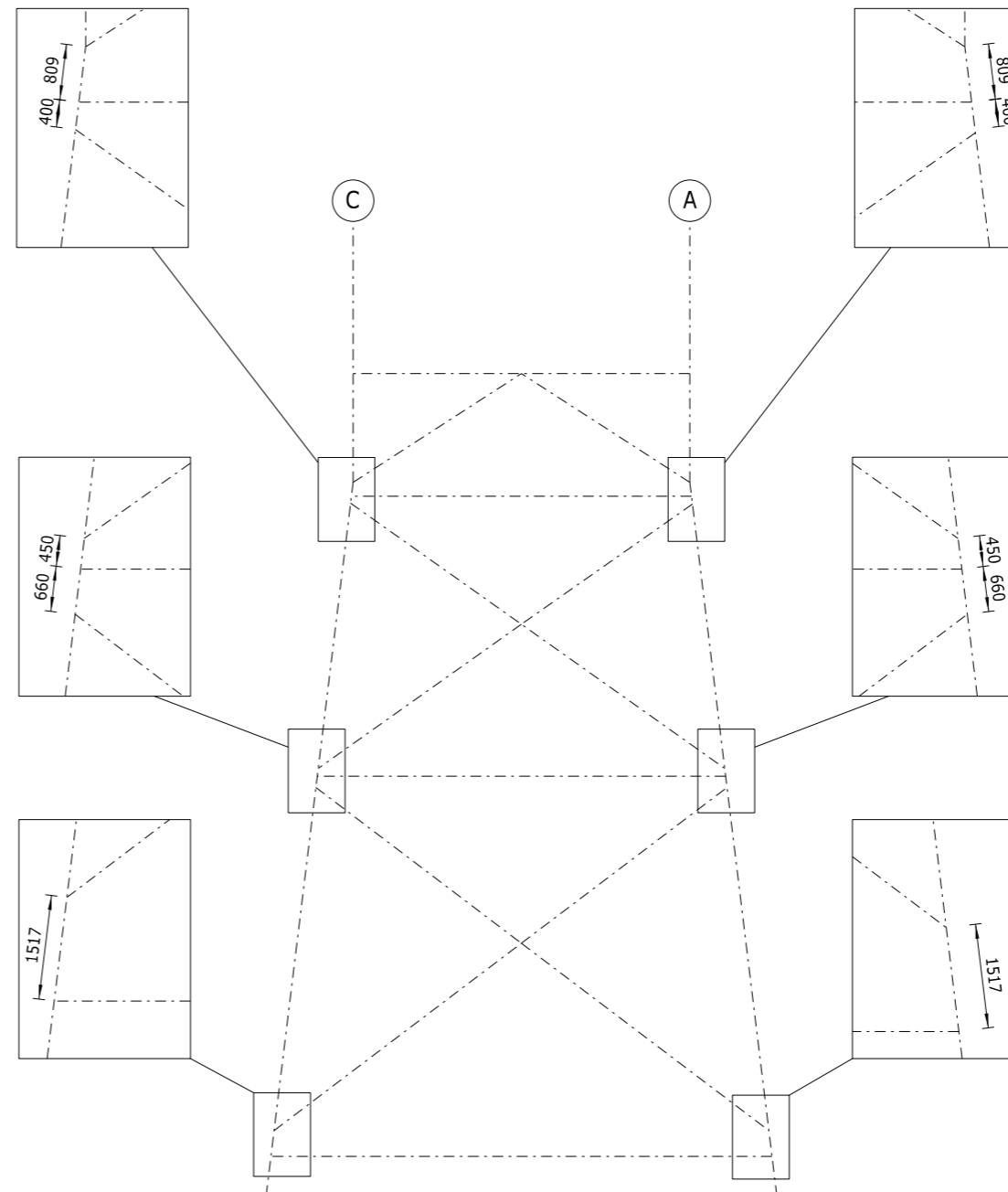


NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
- WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.

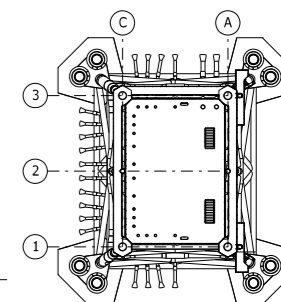


ELEVATION ROW 1  
SCALE 1:200



(ALL OFFSET MEASURES ARE GIVEN IN TRUE LENGTHS)  
ELEVATION ROW 1, CENTERLINE  
SCALE 1:200

KEY PLAN



Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description	Job no.
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT	1100015665
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS	



STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
MAIN FRAME BRACING  
ROW 1

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-04	0

FILENAME: X:\Globe\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Back\_analysis\main\Drawings\ROGE-N-XG-000007-04\ROW1\ROW1.DWG











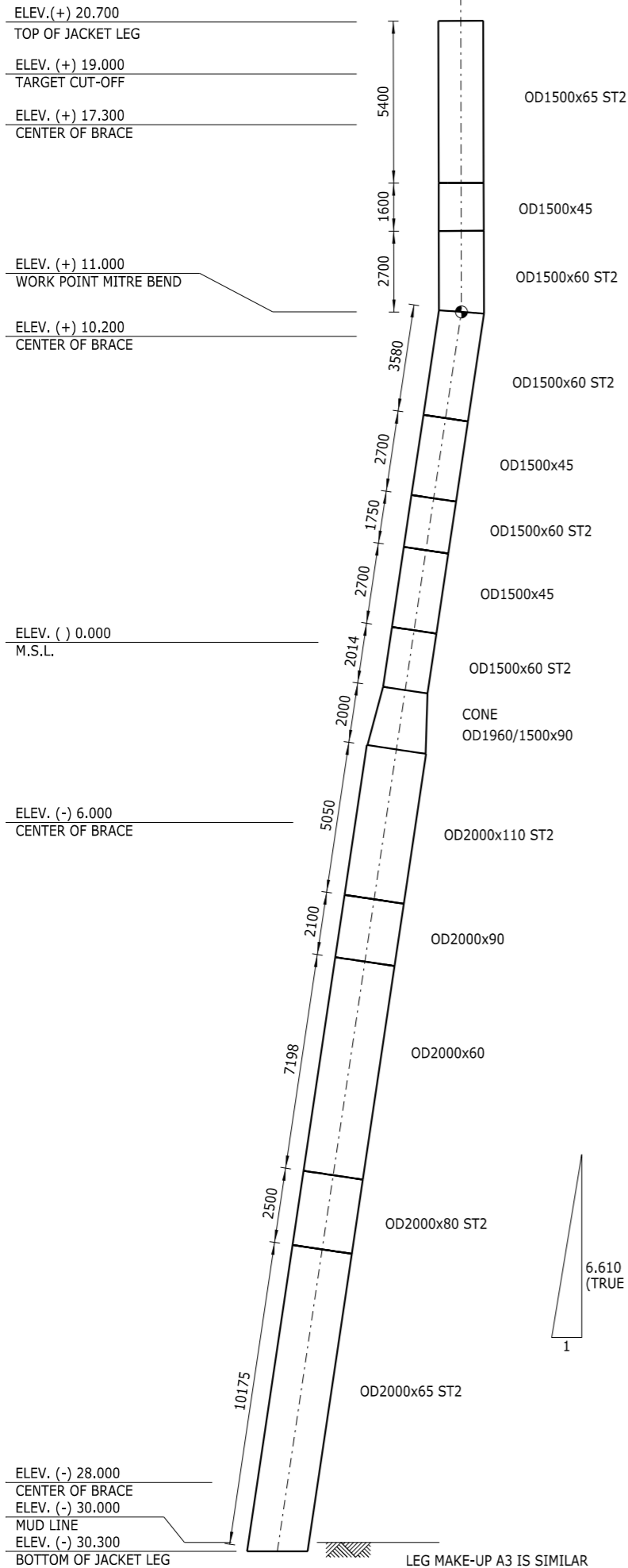




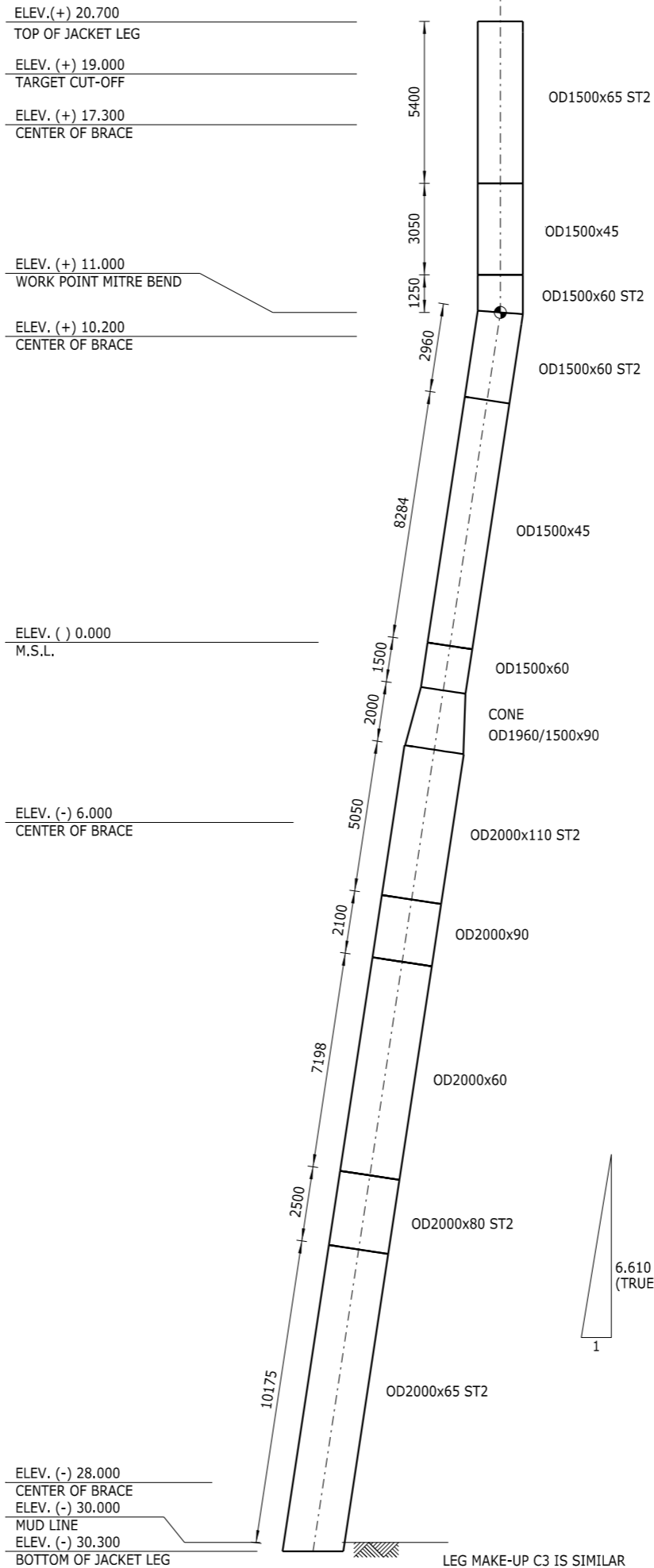








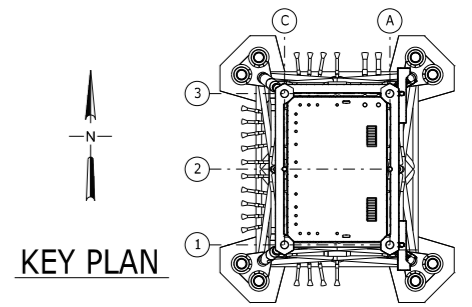
LEG MAKE-UP A3 IS SIMILAR  
LEG MAKE-UP LEG A1  
SCALE 1:100



LEG MAKE-UP C3 IS SIMILAR  
LEG MAKE-UP LEG C1  
SCALE 1:100

NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
- WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



Drawing no.		Reference dwgs.	
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC
Rev	Date	Drawn	Chkd
			Appr
			Job no.
			1100015665



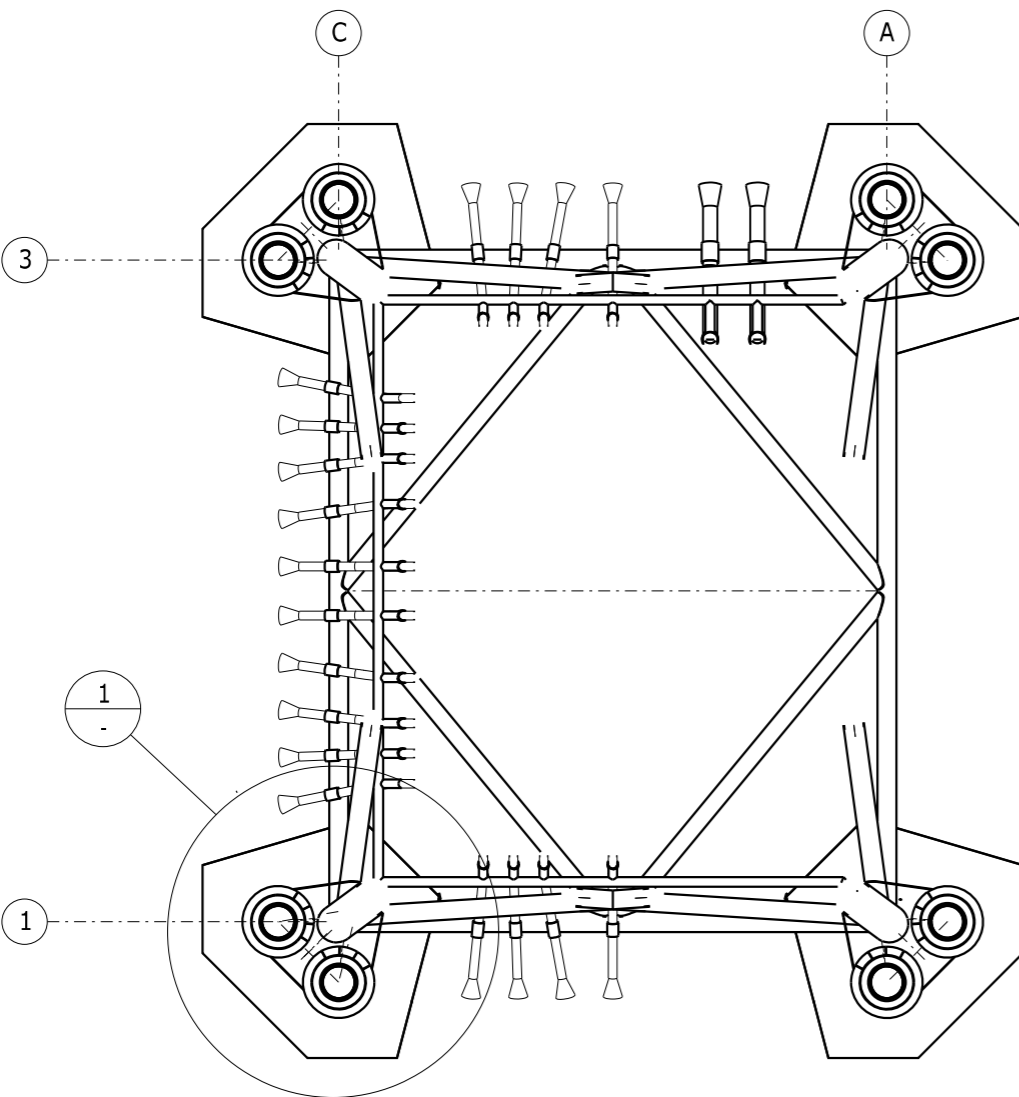
STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
Title OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
LEG MAKE-UP

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-09	0

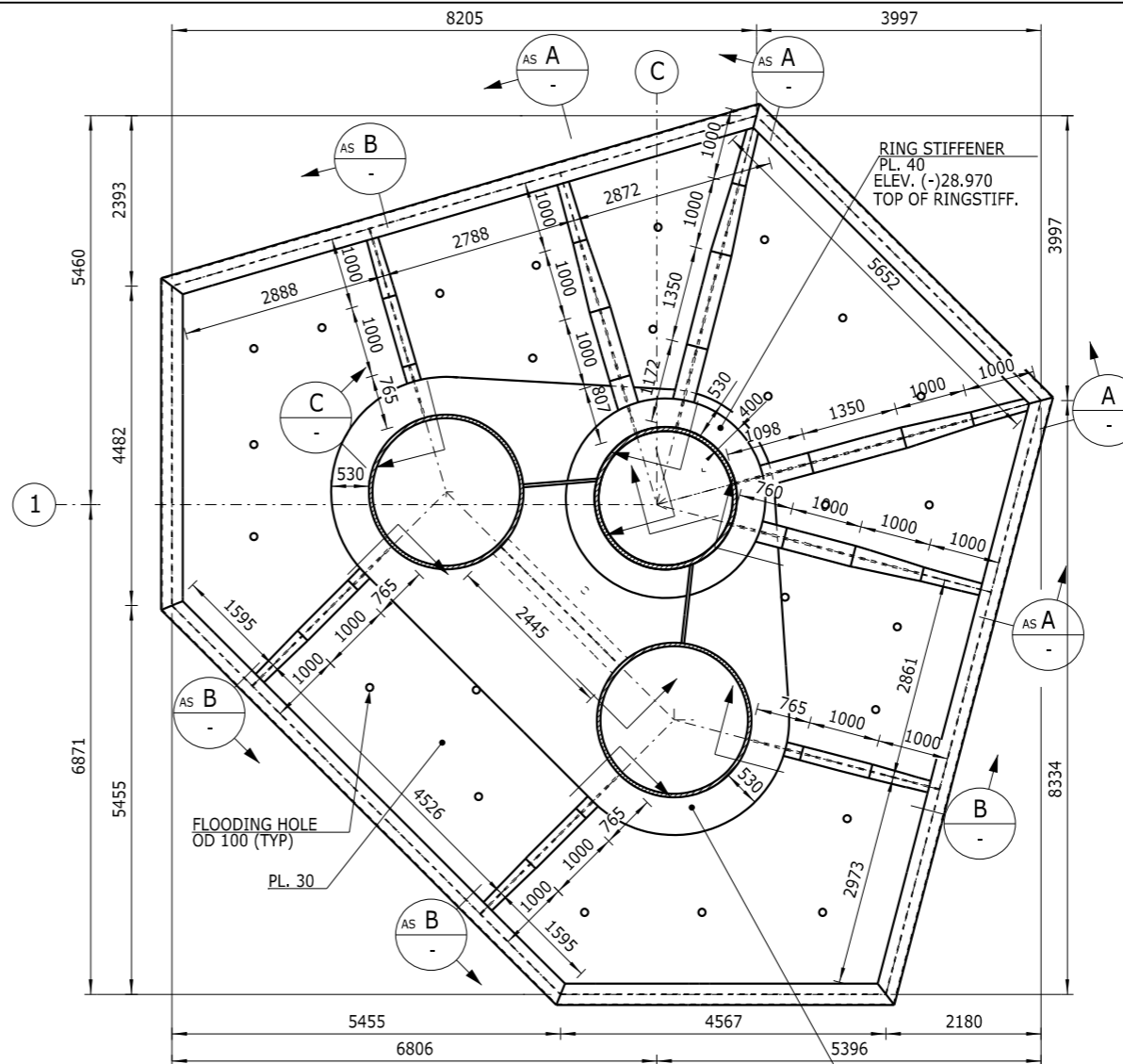




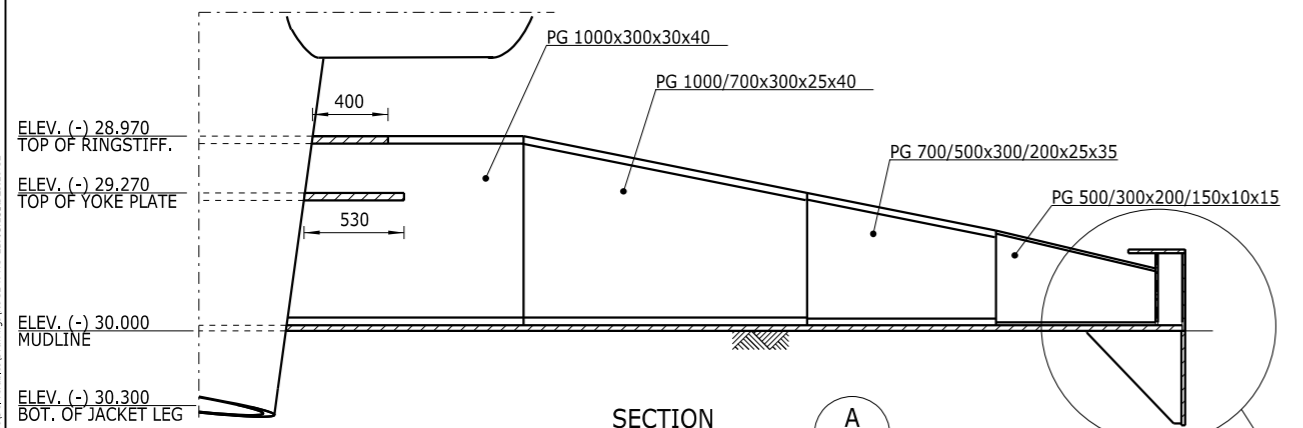




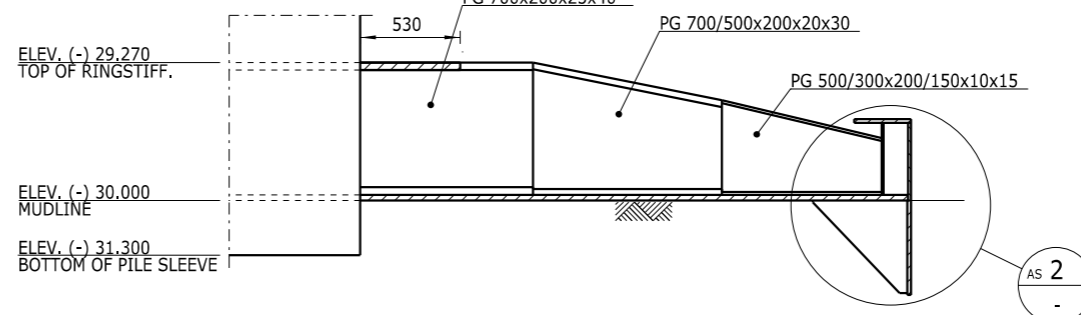
PLAN SKIRT PILE SLEEVES  
SCALE 1:200



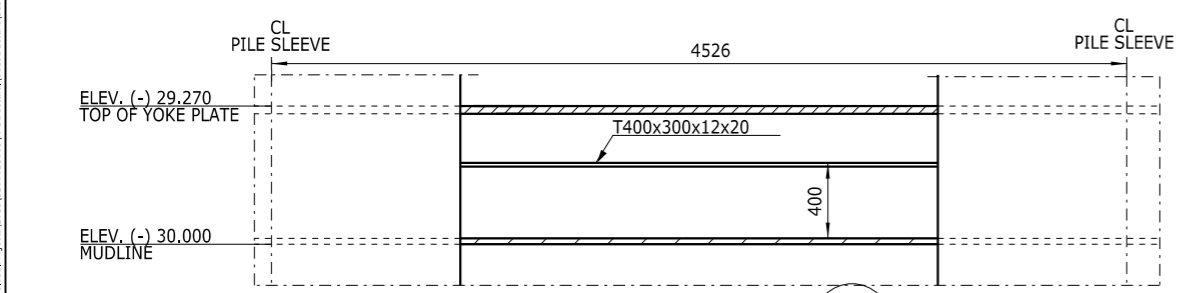
DETAIL (TYP.)  
SCALE 1:50



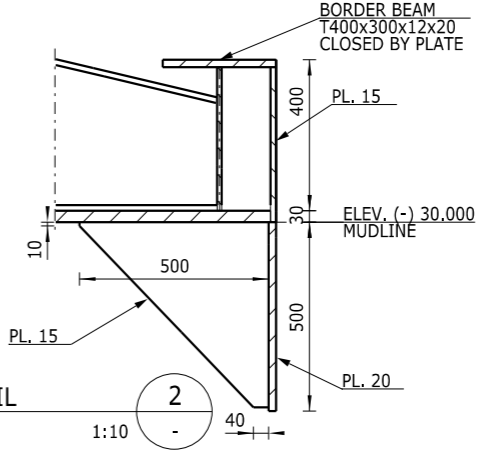
SECTION A  
SCALE 1:20



SECTION B  
SCALE 1:20



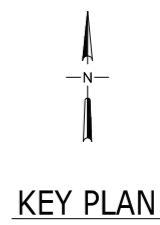
SECTION C  
SCALE 1:20



DETAIL 2  
SCALE 1:10

NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description	Job no.
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT	1100015665
A	04-DEC-2015	FESA/MNI	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS	



STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
MUDMATS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-11	0

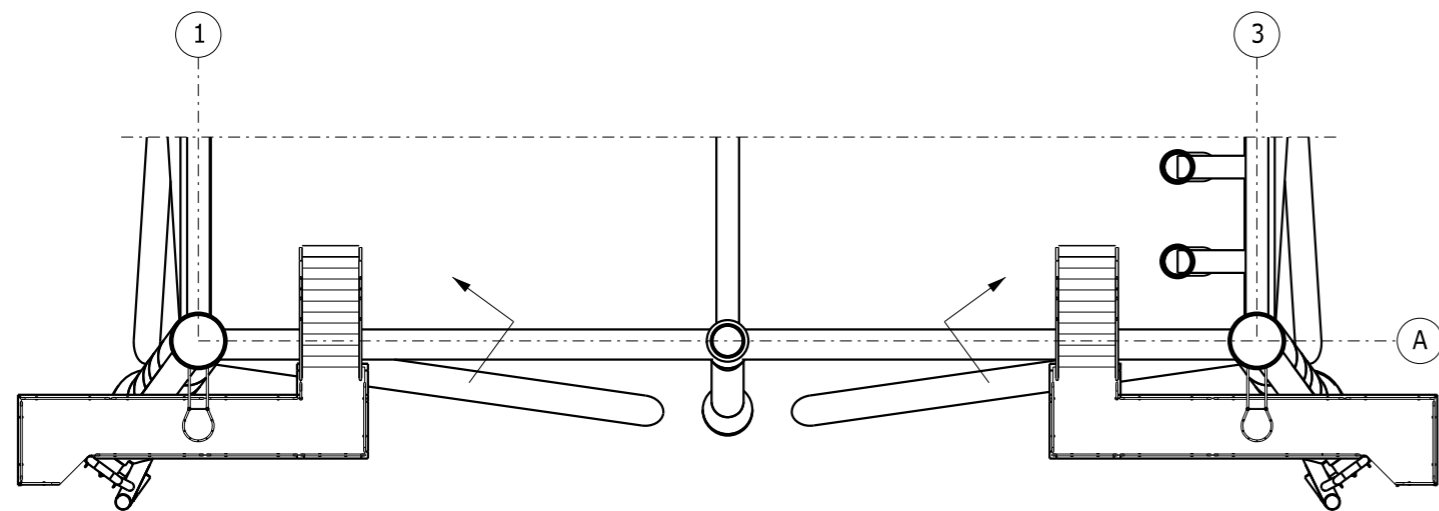
FILENAME: H:\Global\Projects\2015\1100015665\1-Structural\Substructure\Drawings\ROGE-N-XG-000007-11\000007-11.dwg



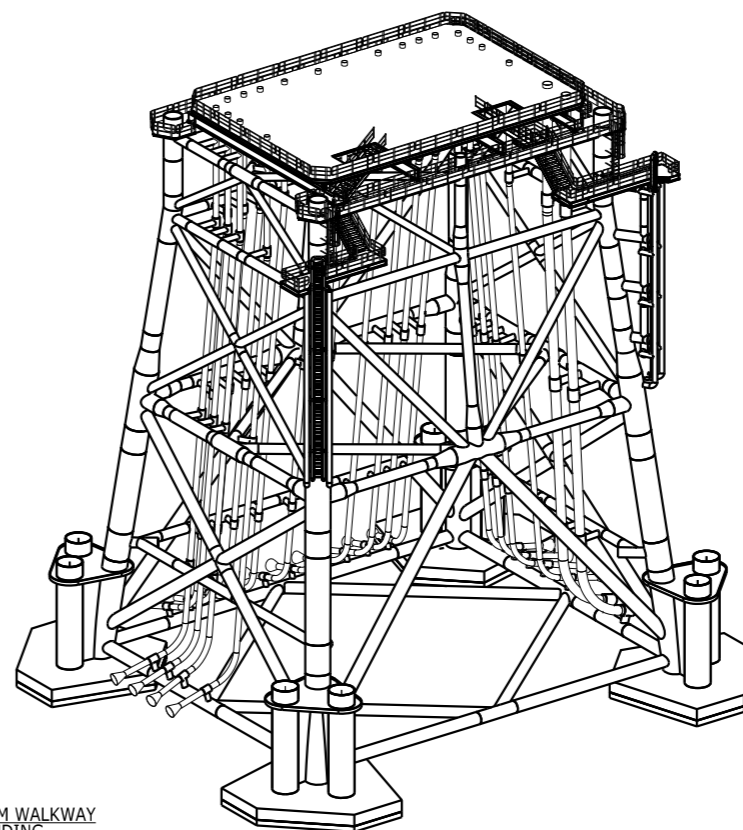


NOTES

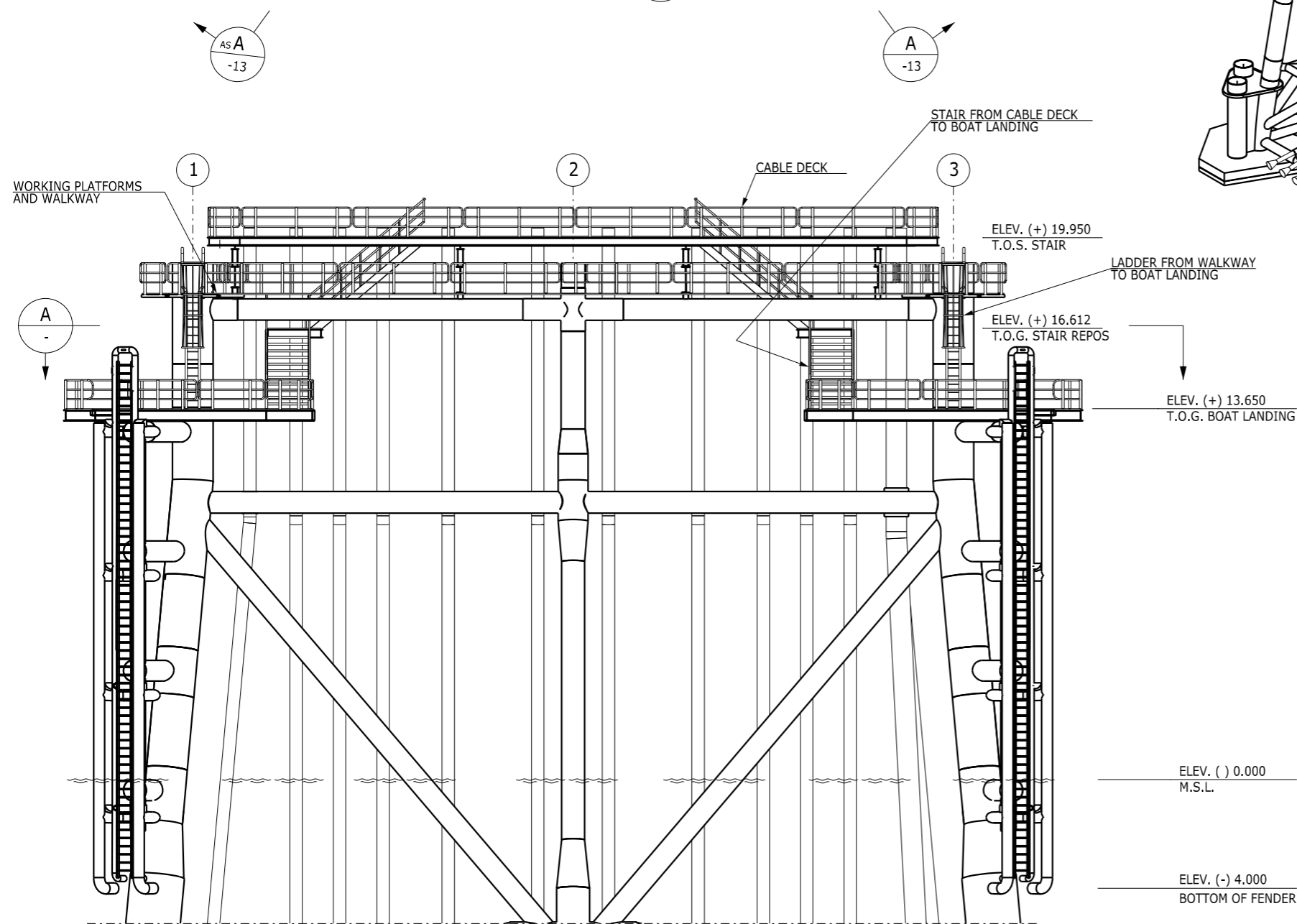
- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.



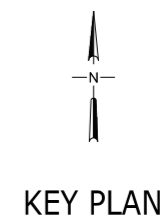
SECTION A  
SCALE 1:100



ISO VIEW BOAT LANDINGS  
SCALE NONE



VIEW BOAT LANDINGS, ROW A  
SCALE 1:100



KEY PLAN

Drawing no.		Reference dwgs.			
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS
Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
					Job no. 1100015665



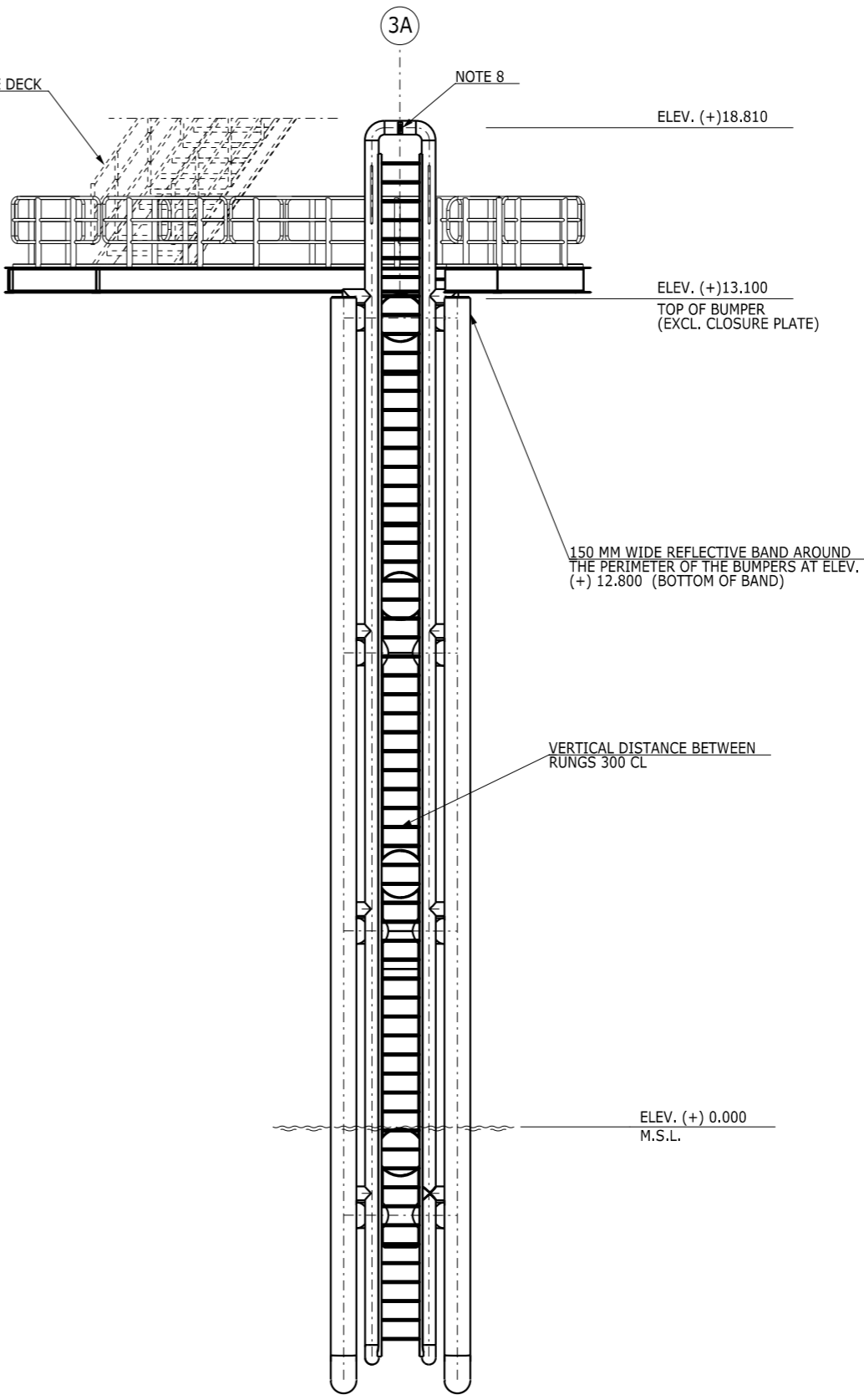
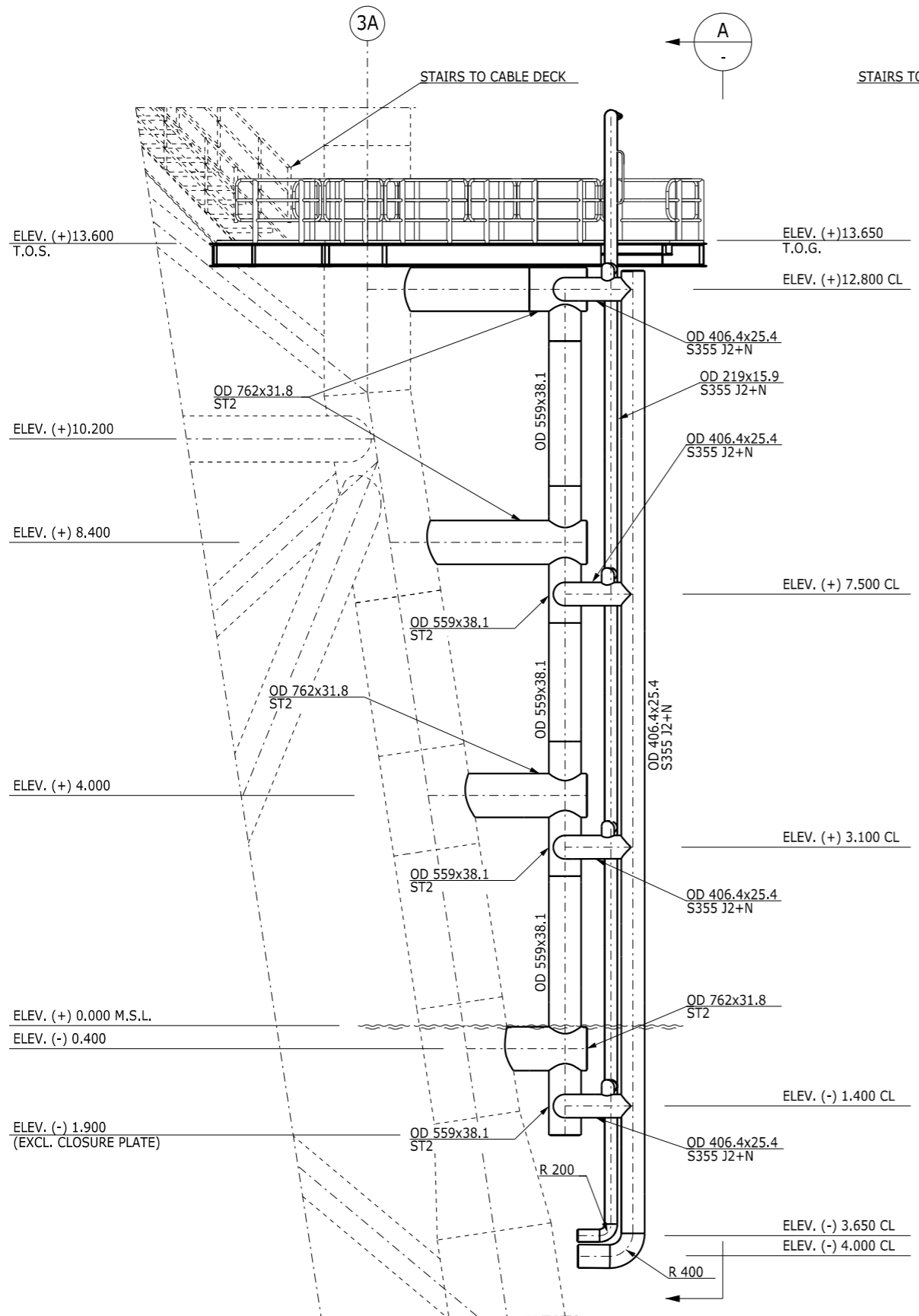
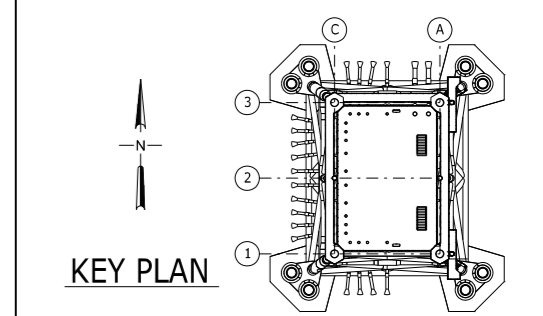
STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
BOAT LANDING AND STAIRS  
PLAN AND ELEVATION

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-12	0



NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL ELEVATIONS ARE WITH RESPECT TO M.S.L.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C401 SECONDARY STRUCTURE CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.1 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
- FOR TUBULAR WELDING DETAILS SEE DRWG. ROGE-N-GN-000012-02.
- ALL WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELDS FOR OD>508 MM. SINGLE SIDED CIRCUMFERENTIAL CLOSURE WELDS ACCEPTED.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY III ACC. TO DNV OS-C101 U.N.O.
- LATCHWAYS MANSAFE SEALED SRL (SELF RETRACTABLE LIFELINE) TO BE INSTALLED.
- WELDS OF SECONDARY STEEL TO PRIMARY STEEL TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101.



FILENAME: X:\Gibson\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Drawings\ROGE-N-GN-000012-01.dwg

Drawing no.		Reference dwgs.	
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC
Rev	Date	Drawn	Chkd
			Appr
			Job no.
			1100015665

**Tennet**  
Taking power further

**STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION**

OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
BOAT LANDING  
SECTIONS AND DETAILS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-X-000007-13	0

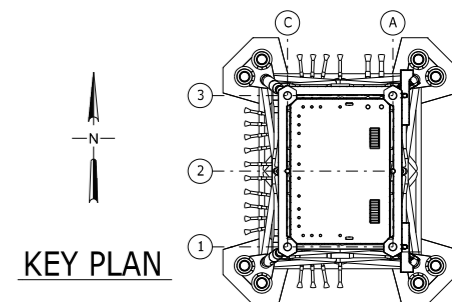
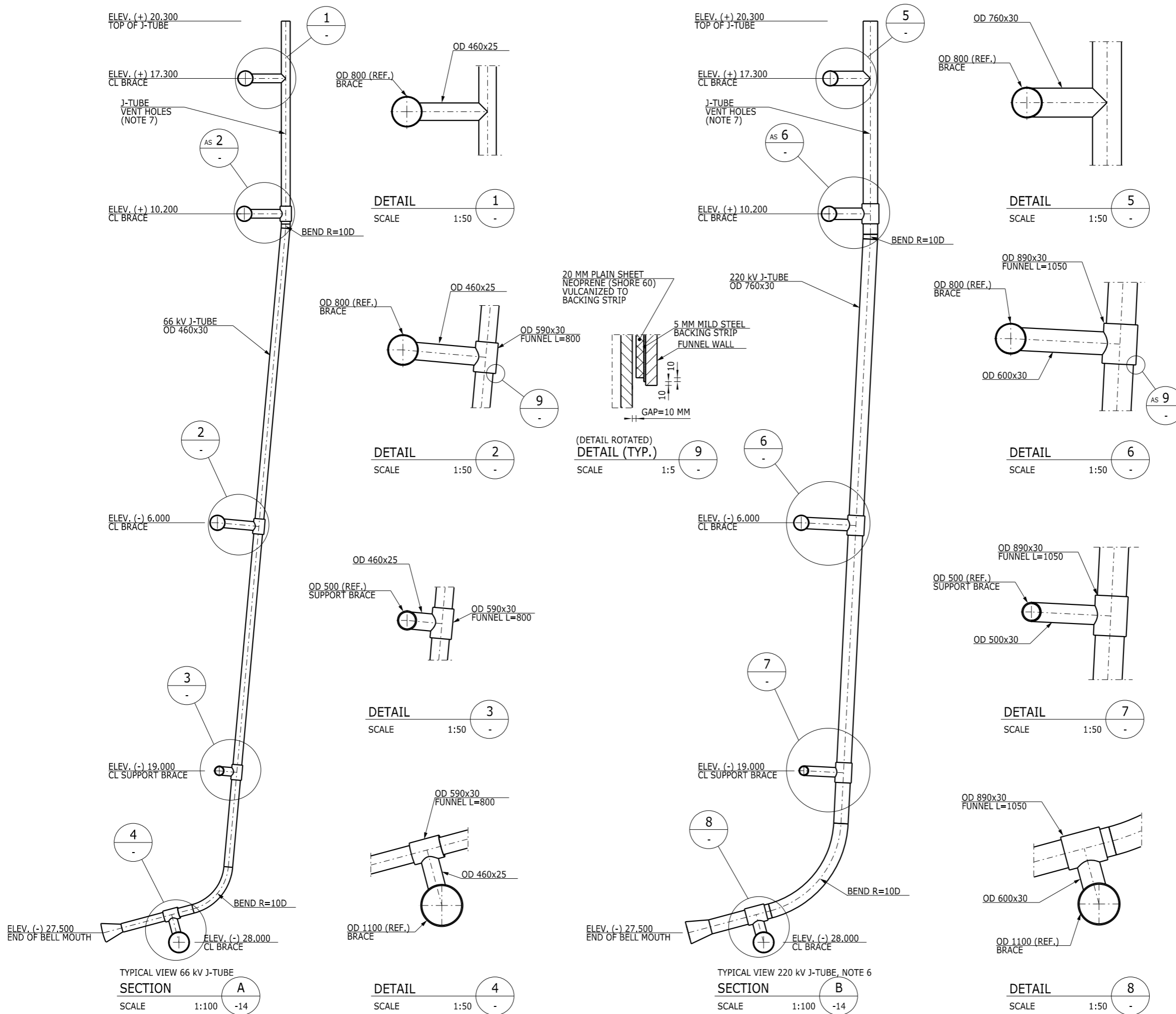






**NOTES**

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
- WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O.
- SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
- VENT HOLES TO BE SIZED BASED ON CABLE SPECIFICATIONS AND HEAT DISSIPATION ESTIMATES.



Drawing no.		Reference dwgs.	
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC
A	04-DEC-2015	FESA/MNI	STC
Rev	Date	Drawn	Chkd
		Appr	
Job no.			1100015665



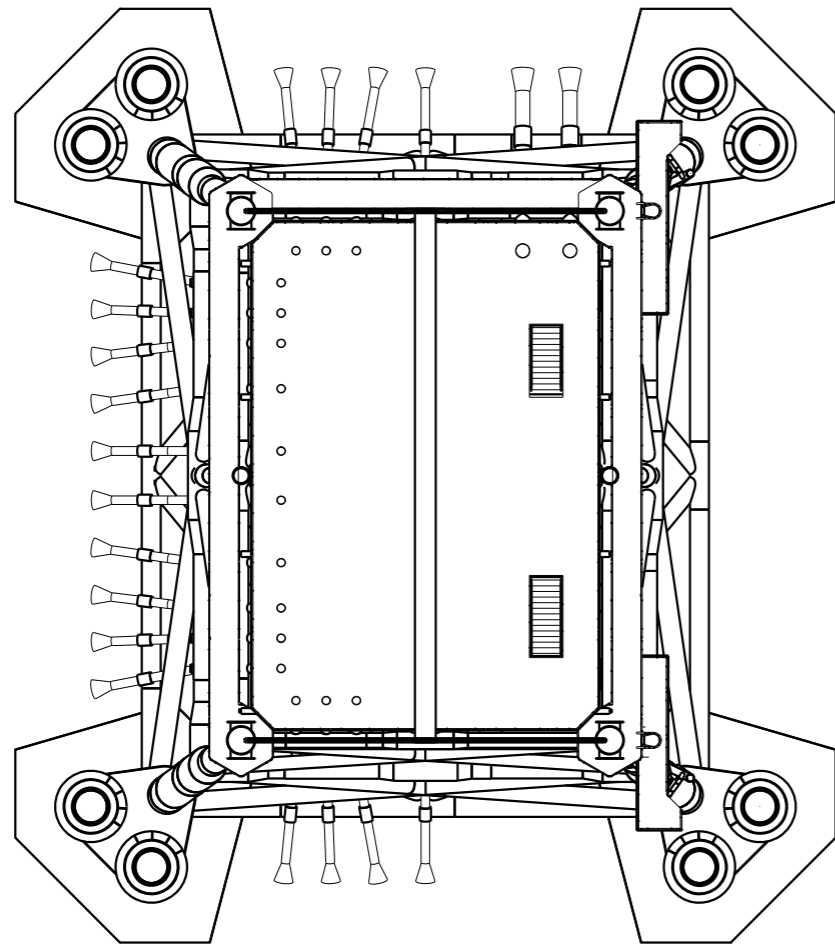
**STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION**  
**OFFSHORE GRID NL**  
 JACKET STRUCTURE  
 J-TUBES  
 TYPICAL MAKE-UP AND SECTIONS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-15	0

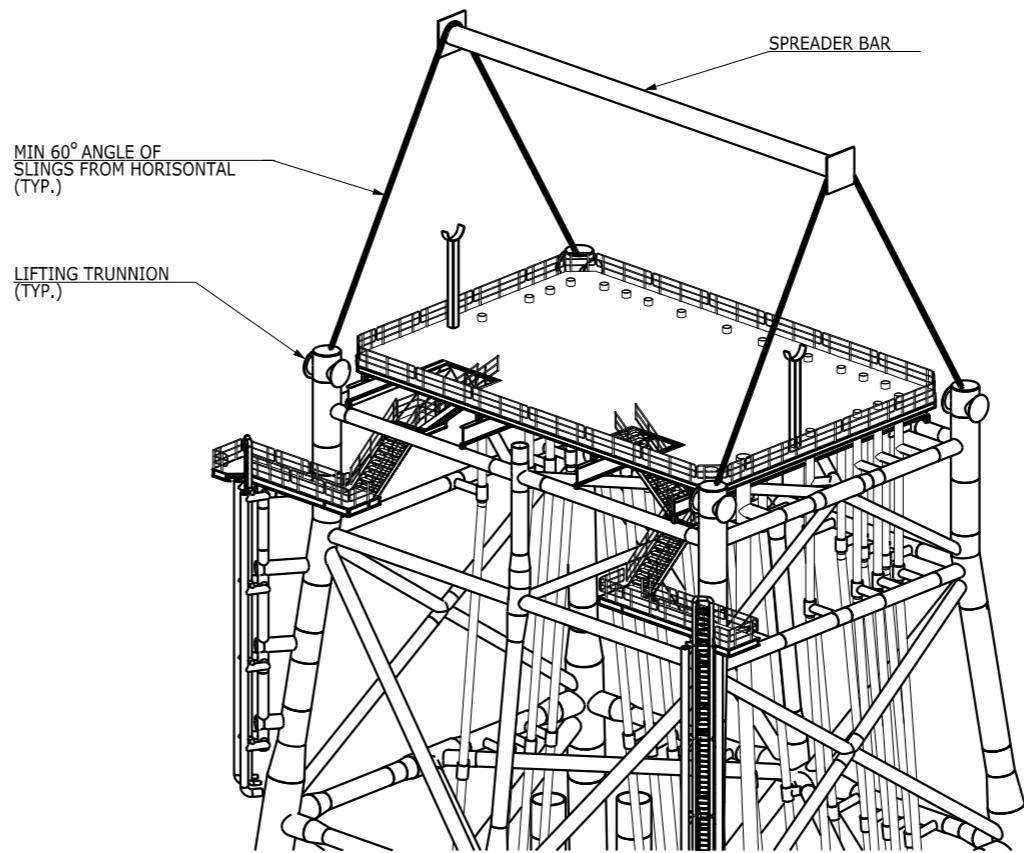
FILENAME: H:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Drawings\ROGE-N-XG-000007-15\000726



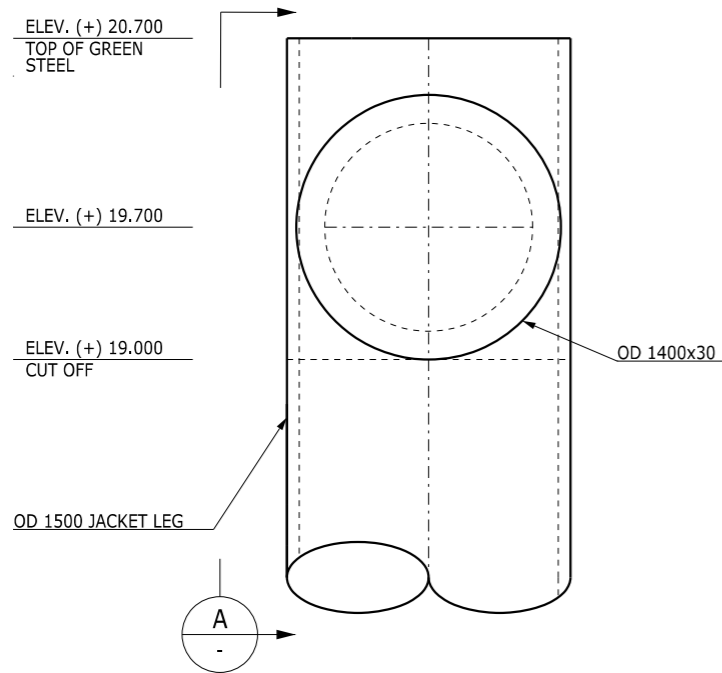




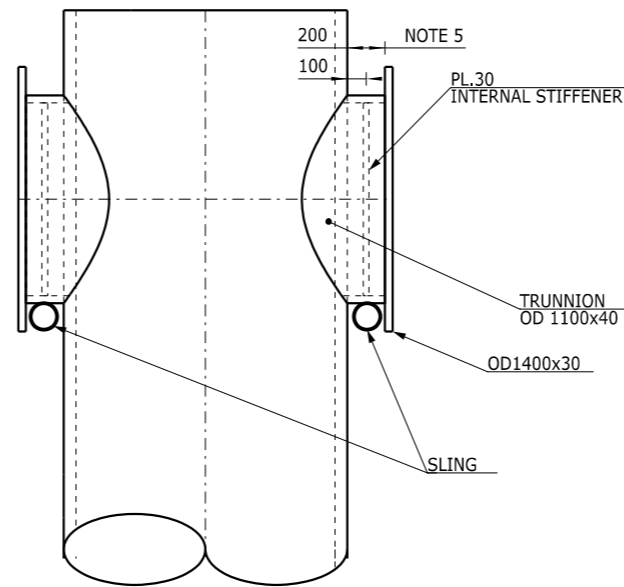
TOP VIEW, LIFTING ARRANGEMENT  
SCALE 1:200



ISO VIEW, LIFTING ARRANGEMENT  
SCALE 1:200



LIFTING TRUNNION EXAMPLE FOR INFO ONLY  
SCALE 1:20



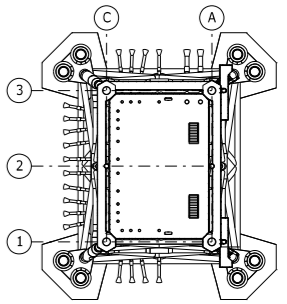
SECTION A  
SCALE 1:20

NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEEL TO BE ST2 U.N.O.
- ALL STEEL WORK ON THIS DRAWING IS IN ACCORDANCE WITH DNV-OS-C401 SPECIAL STRUCTURE CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
- AFTER INSTALLATION TRUNNION AND GREEN STEEL TO BE CUT-OFF, GROUND FLUSH AND TOP OF LEG BEVELLED BEFORE MATING OF TOPSIDES.
- SPACING TO BE CONFIRMED BY INSTALLATION CONTRACTOR IN ACCORDANCE WITH SLING SIZE.
- IN GENERAL ALL LIFTING AND INSTALLATION ARRANGEMENTS ARE SUBJECT TO APPROVAL BY THE RESPECTIVE TRANSPORTATION AND INSTALLATION CONTRACTORS AS WELL AS THE MARINE WARRANTY SURVEYOR PRIOR TO FABRICATION.



KEY PLAN



Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS

Drawing no. Reference dwgs. Job no. 1100015665



STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
LIFTING ARRANGEMENT, LIFT POINTS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-16	0

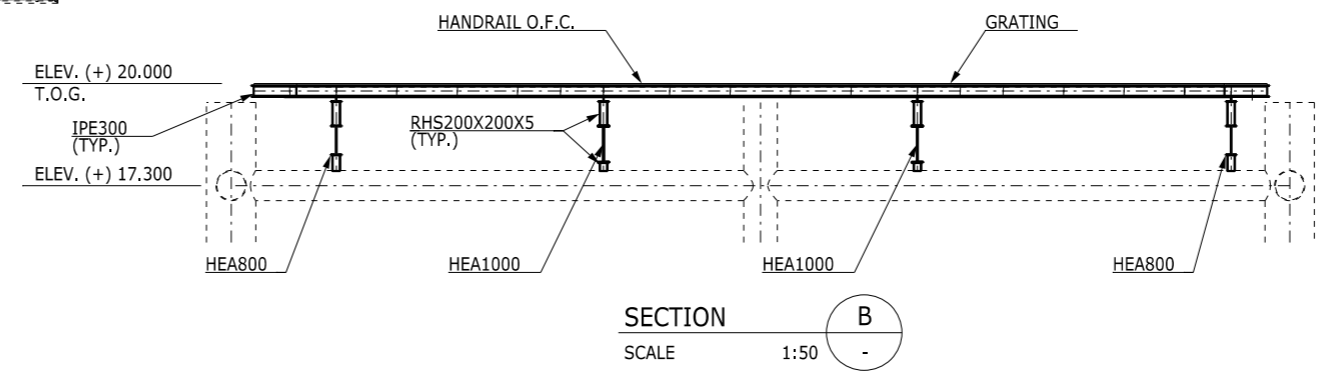
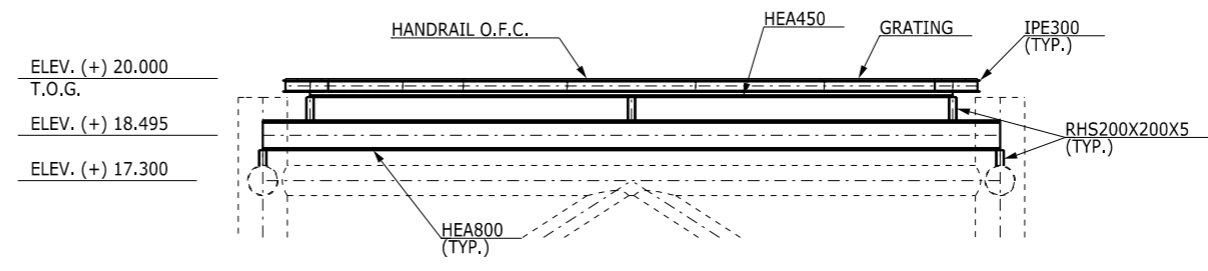
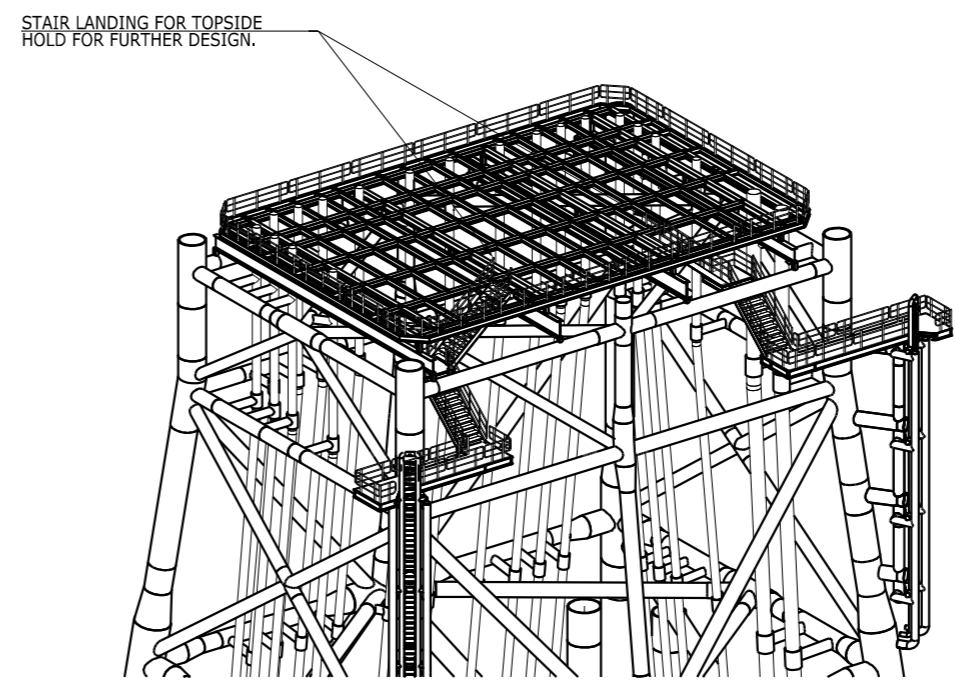
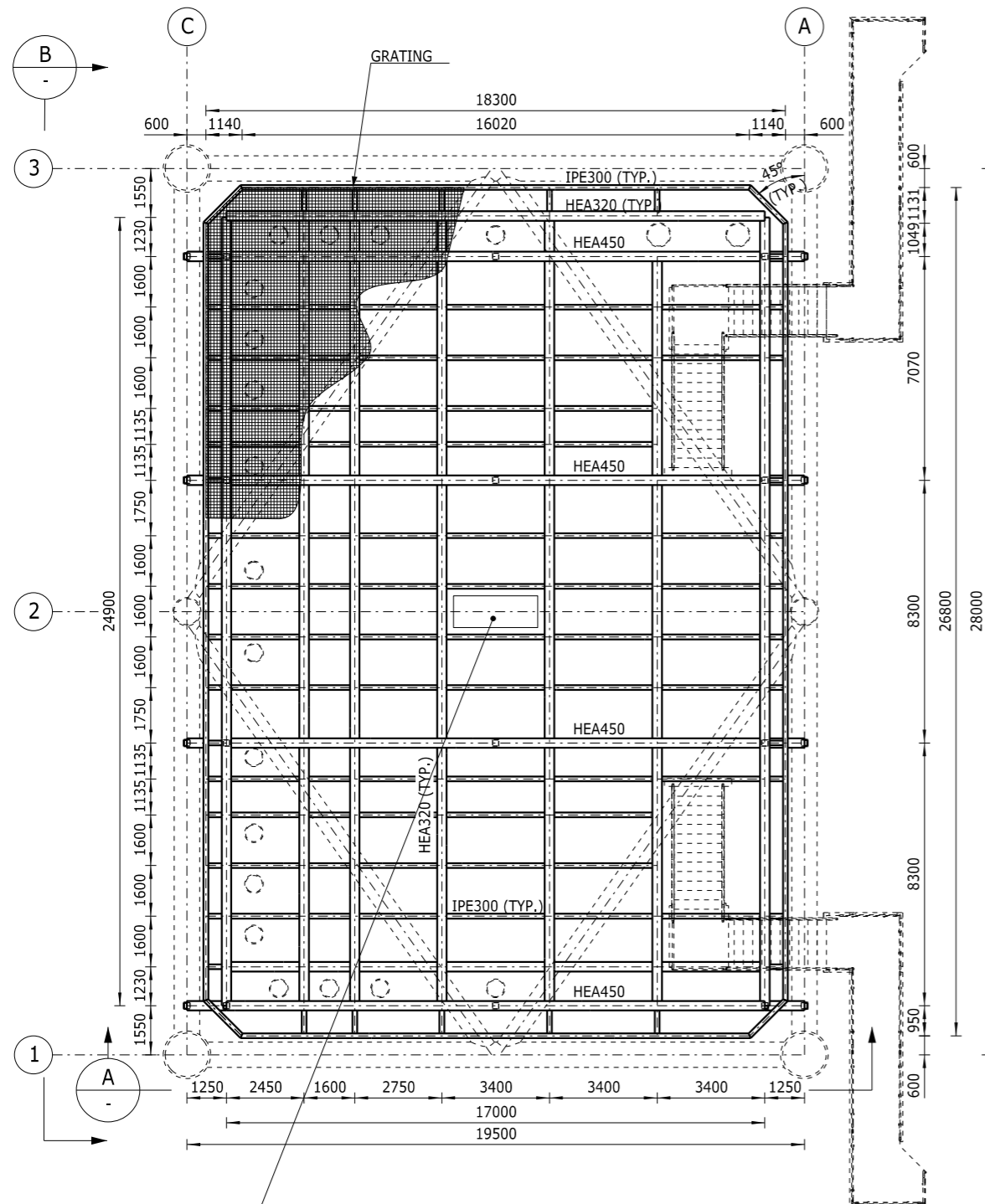




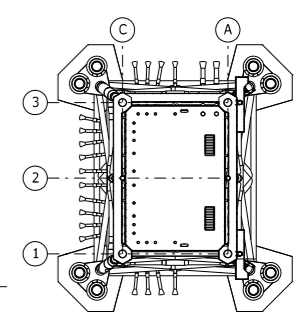


**NOTES**

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



**KEY PLAN**



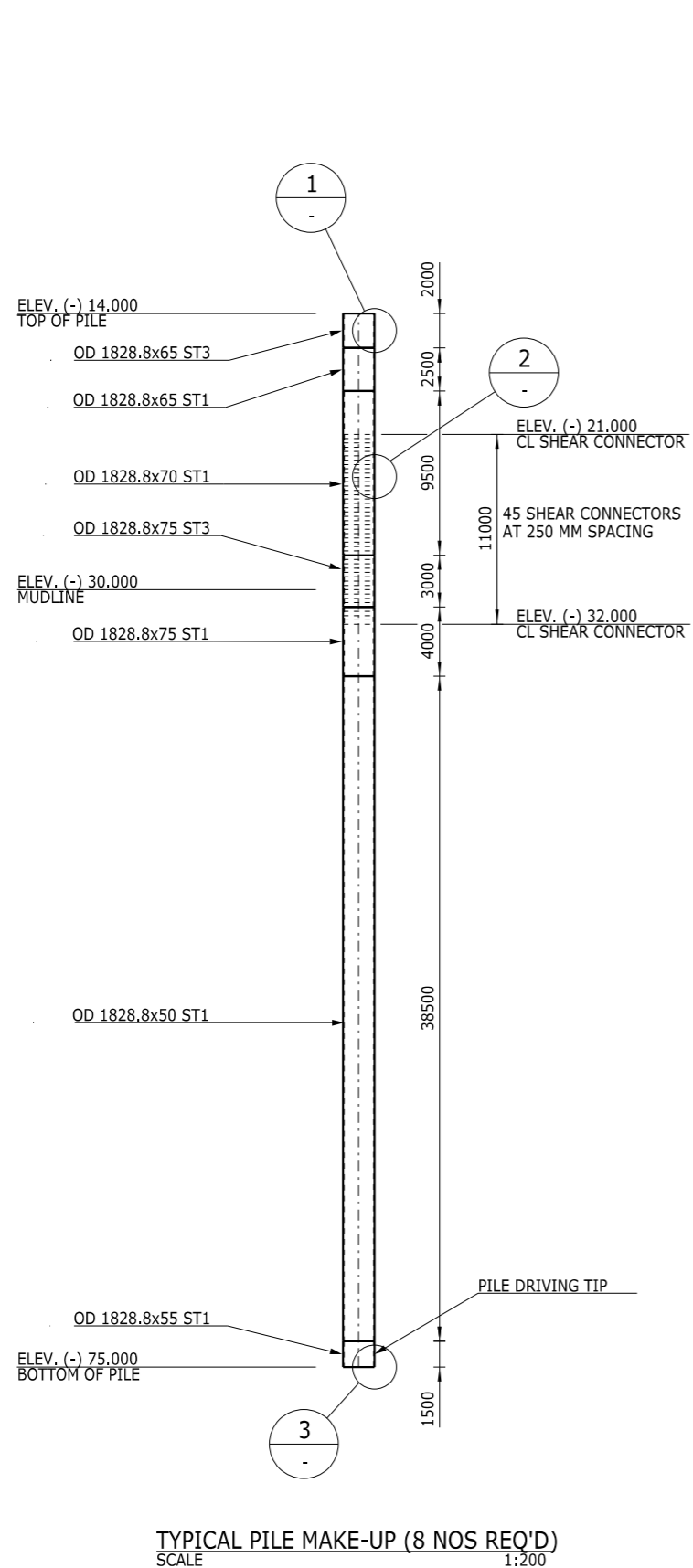
Drawing no.		Reference dwgs.			
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS
Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
					Job no. 1100015665



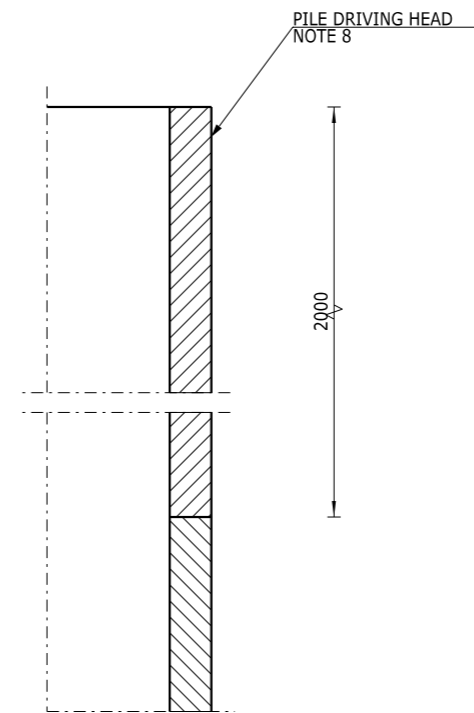
**STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION**  
 OFFSHORE GRID NL  
 JACKET STRUCTURE  
 CABLE DECK, PLAN AND SECTIONS

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\1-Structural\Substructure\Drawings\ROGE-N-XG-000007-18-01.dwg

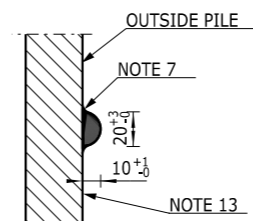




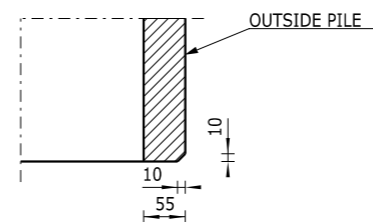
TYPICAL PILE MAKE-UP (8 NOS REQ'D)  
SCALE 1:200



DETAIL 1  
SCALE 1:5



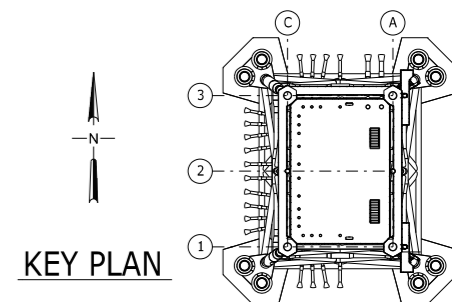
DETAIL 2  
SCALE 1:2



DETAIL 3  
SCALE 1:5

NOTES

- FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
- ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
- WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
- WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
- ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
- SHEAR CONNECTORS TO BE LOCATED MIN. 150 MM FROM CIRCUMFERENTIAL BUTT WELDS.
- SHEAR CONNECTORS TO BE WELDED WITH A SMOOTH TRANSITION TO BASE METAL.
- DIMENSIONAL CONTROL REPORT AND AS BUILT DIM. FOR DRIVING HEAD TO BE SUBMITTED TO EMPLOYER AND INSTALLATION CONTRACTOR FOR APPROVAL ONE MONTH PRIOR TO SAIL AWAY.
- THE HAMMER IHC S900 IS CONSIDERED IN PILE DESIGN OPERATED AT THE STROKE FROM ZERO TO TARGET PENETRATION.
- FABRICATION TOLERANCES FOR MISALIGNED PIPE SURFACE ARE MAX. 4MM.
- NO CIRCUMFERENTIAL WELDS, WALL THICKNESS VARIATIONS OR COATINGS ALLOWED ON INSIDE OF PILE DRIVING HEAD.
- ANY LONGITUDINAL WELDS TO BE GROUND FLUSH. PILE TO BE INSTALLED WITHIN ±250MM FROM THEORETICAL PENETRATION RELATIVE TO PILE SLEEVE.
- PILE FABRICATION REQUIRES TOLERANCE FOR PILE DIM. TO BE IN ACC. WITH NORSOK M-101, REF. SECTION E.5.3 FOR CIRCUMFERENCE AND OUT-OF-ROUNDNESS (QUALITY).
- LEVELLING TOOL TO BE USED AFTER PILE DRIVING IN ORDER TO LEVEL JACKET, HYDRAULIC UNITS CONNECTING A LEVELLING TOOL AND PILE GUIDE WITH A GRIP LOAD.



Drawing no.		Reference dwgs.			
0	15-JAN-2016	FESA/BBR	STC	MXH	ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015	FESA/MNI	STC	MXH	ISSUED FOR COMMENTS
Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description

Job no. 1100015665



STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION  
OFFSHORE GRID NL  
JACKET STRUCTURE  
PILE MAKE-UP

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-19	0

FILENAME: X:\Gibson\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Drawings\ROGE-N-XG-000007-19\150028103













Offshore Grid NL Platforms

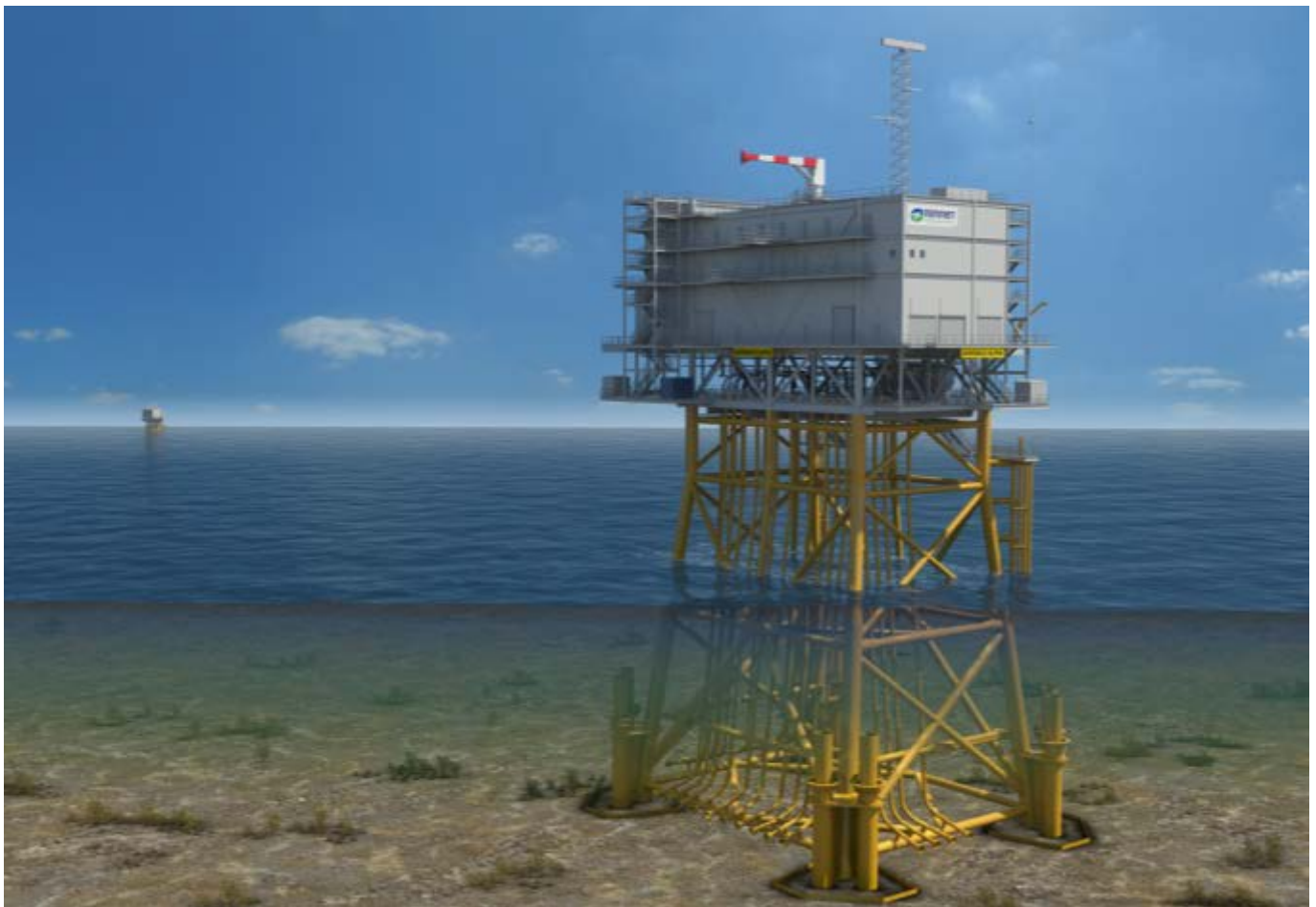
Title: Plotplans

Date: 28-02-2017

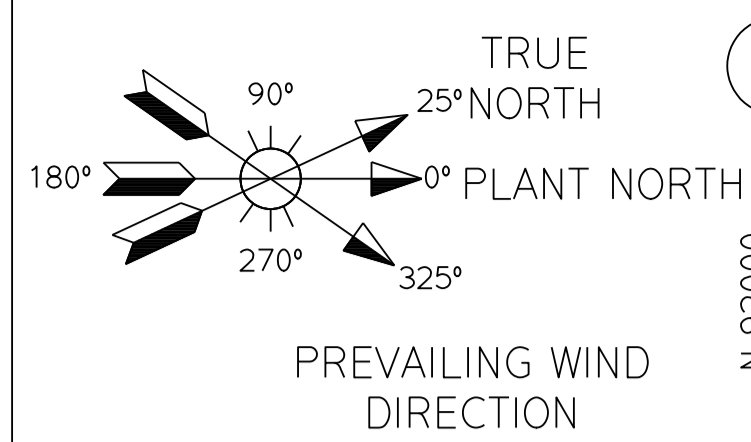
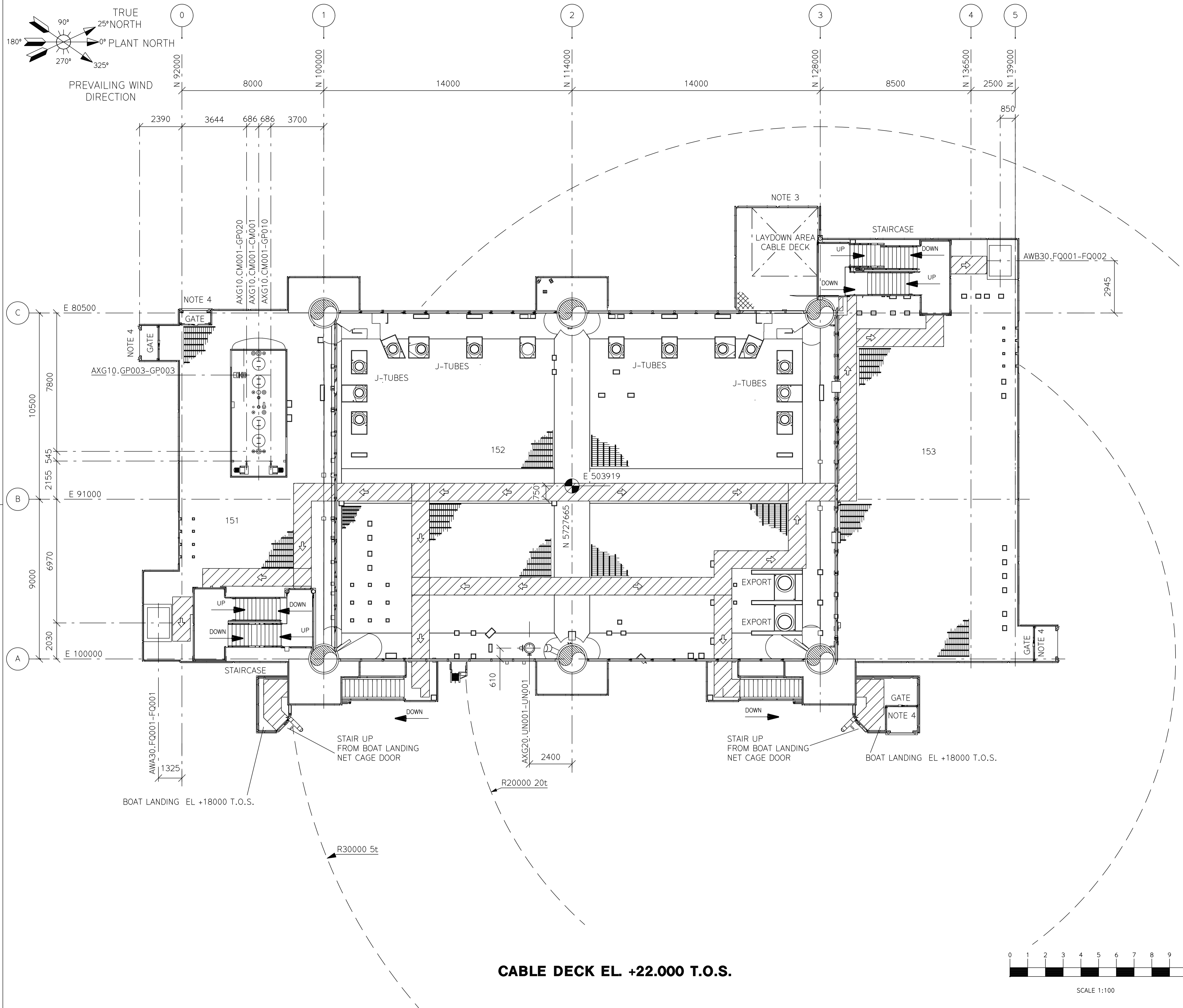
Revision: 08

Offshore Grid NL

Platforms

**Plotplans**

**Change History**

Rev	Date	Change history	Author
04	30-06-2017	For Tender	MRU
05	06-09-2017	Information notice 2	RdW
06	09-10-2017	Information notice 3	RdW
07	21-12-2017	Information notice 5	MRU
08	28-02-2018	Information notice 8	RdW



**NOTES**

- DIMENSIONS IN mm
- LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
- LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW  
HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
- BRIDGE/GANGWAY LOCATION
- ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST	
EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
AWA30.FQ001-FQ001	CHUTE SYTEM
AWB30.FQ002-FQ001	CHUTE SYTEM
AXG20.UND01-UN001	OVERBOARD CAISSON
AXG10.CM001-CM001	SUMP TANK
AXG10.GP003-GP003	TRANSFER BUNKERING PUMP
AXG10.CM001-GP010	DRAIN TRANSFER PUMP
AXG10.CM001-GP020	DRAIN TRANSFER PUMP

ROOM MATRIX	
ROOM	DESCRIPTION
151	SECONDARY MUSTER AREA
152	CABLE PULLING AREA
153	PRIMARY MUSTER AREA

DWG. NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

**LEGEND**

	PLATING		DB	DRAINBOX
	GRATING			PLATFORM ORIGIN
	ESCAPE WAY			PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	BBE	ISSUED FOR HAZID	ABI	WHO
01	2017-06-30	BBE	ISSUED FOR DESIGN	ABI	WHO
02	2017-10-09	BBE	ISSUED FOR DESIGN	ABI	WHO
03	2018-02-14	RWA	ISSUED FOR CONSTRUCTION	ABI	WHO

Reference

Document number ADM 00442.01.04100-001  
 Item designation =BSA1.AZA20  
 Contractors doc-id 170176-41-DR-0001-001  
 Employers doc-id BSA-HSM-04100-001  
 Name of the project BORSELE ALPHA

Company Iv-Oil & Gas  
 Document title PLOTPLAN CABLE DECK EL. +22.000 T.O.S.

Scale 1 : 100  
 Format A1  
 Revision 03

**Tennet** Taking power further  
**HSM** Iv-Oil & Gas

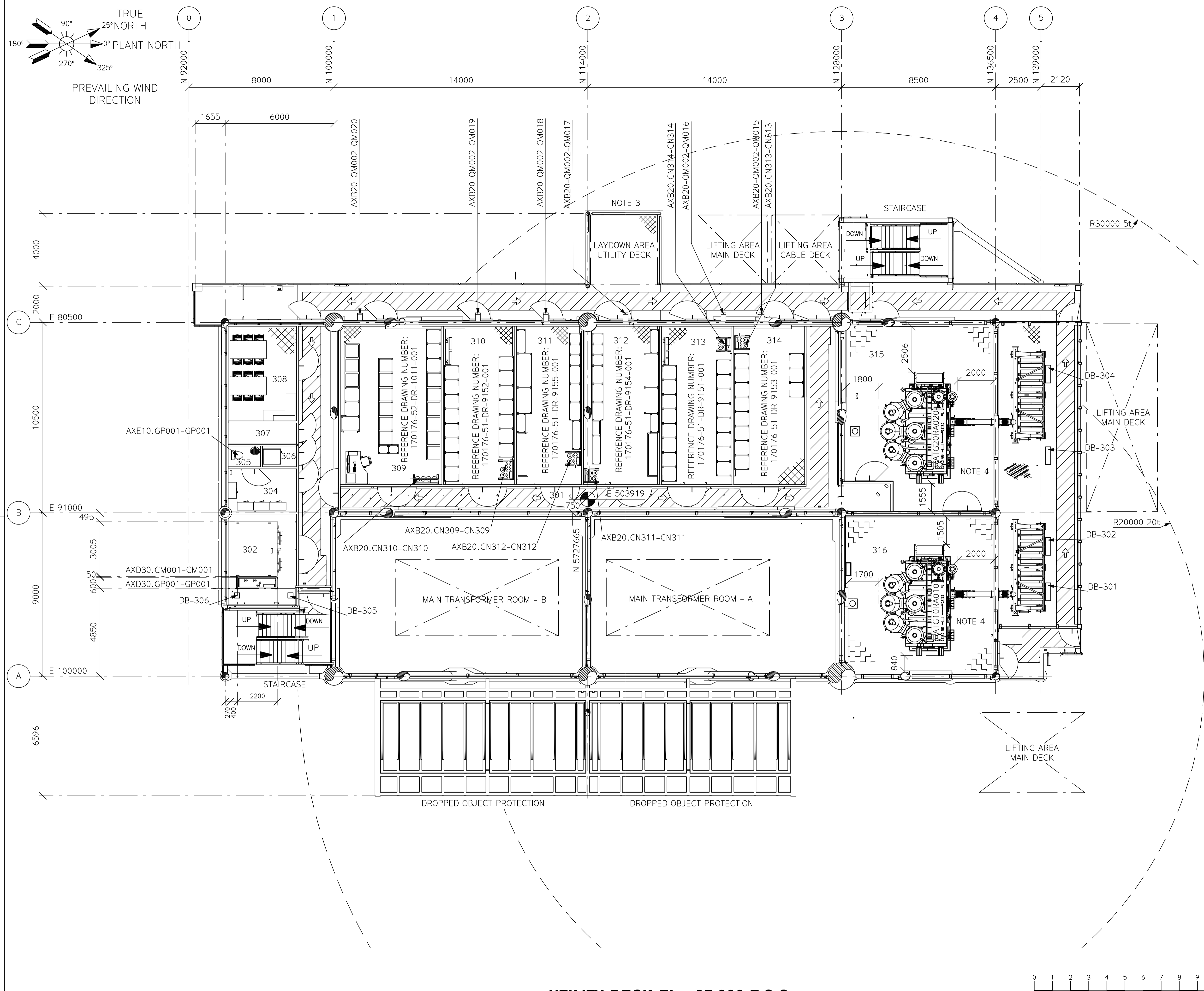
All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.  
 © Iv-Oil & Gas bv, 2017

**CABLE DECK EL. +22.000 T.O.S.**

SCALE 1:100







**UTILITY DECK EL. +37.000 T.O.S.**

SCALE 1:100

**NOTES**

- DIMENSIONS IN mm
- LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
- LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW  
HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
- GRATING AND DRIP TRAY BELOW SHUNT REACTOR
- ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST	
EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
ATG10RA010	220kV SHUNT REACTOR
ATG20RA020	220kV SHUNT REACTOR
AXD30-CM001-CM001	FRESH WATER TANK
AXD30-GP001-GP001	FRESH WATER PACKAGE
AXB20-QM002-QM015	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM016	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM017	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM018	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM019	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM020	PRESSURE RELIEF DAMPER

ROOM MATRIX	
ROOM	DESCRIPTION
301	CORRIDOR
302	FRESH WATER ROOM
304	CHANGE ROOM
305	TOILET
306	SHOWER
307	ACCOMMODATION STORE
308	MESS
309	TENNET CONTROL ROOM
310	66kV CONTROL & PROTECTION ROOM - B
311	LV ROOM B
312	LV ROOM A
313	66kV CONTROL & PROTECTION ROOM - A
314	220kV CONTROL & PROTECTION ROOM
315	SHUNT REACTOR ROOM - A
316	SHUNT REACTOR ROOM - B

REFERENCE DRAWINGS	
DWG. NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL. + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL. + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL. + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL. + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

**HOLDS**

**KEYPLAN**

**LEGEND**

	PLATING		DB DRAINBOX
	GRATING		PLATFORM ORIGIN
	ESCAPE WAY		PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	EBE	FOR INFORMATION	ABI	WHO
01	2017-06-30	EBE	ISSUED FOR DESIGN	ABI	WHO
02	2017-10-09	EBE	ISSUED FOR DESIGN	ABI	WHO
03	2018-02-19	RWA	ISSUED FOR CONSTRUCTION	ABI	WHO

Reference

Document number ADM 00442.01.04102-001  
 Item designation =BSA1.AZA10  
 Contractors doc: 170176-41-DR-0003-001  
 Employers doc: BSA-HSM-04102-001  
 Name of the project: BORSELE ALPHA

Company: Iv-Oil & Gas  
 Document title: PLOTPLAN UTILITY DECK EL. +37.000 T.O.S.

**Tennet** **HSM** **Iv-Oil & Gas**

Scale 1 : 100  
 Format A1  
 Revision 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.  
 © Iv-Oil & Gas bv, 2017



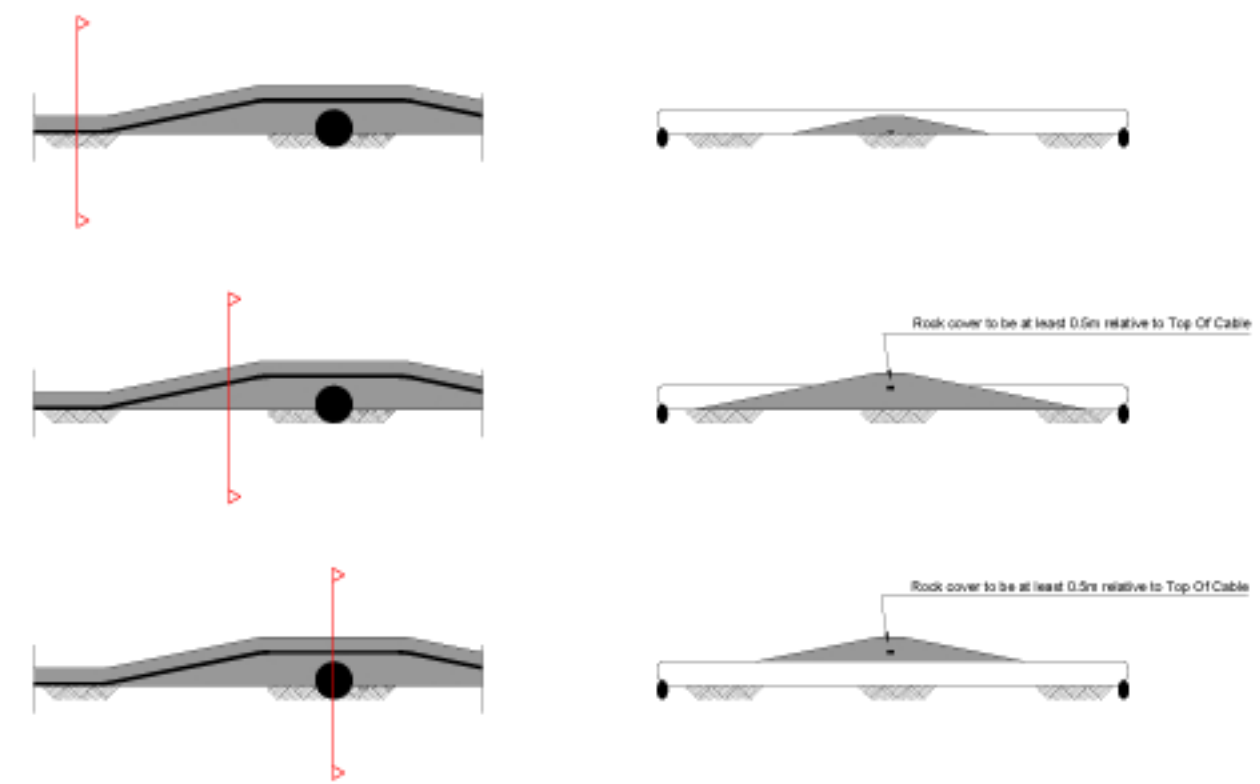
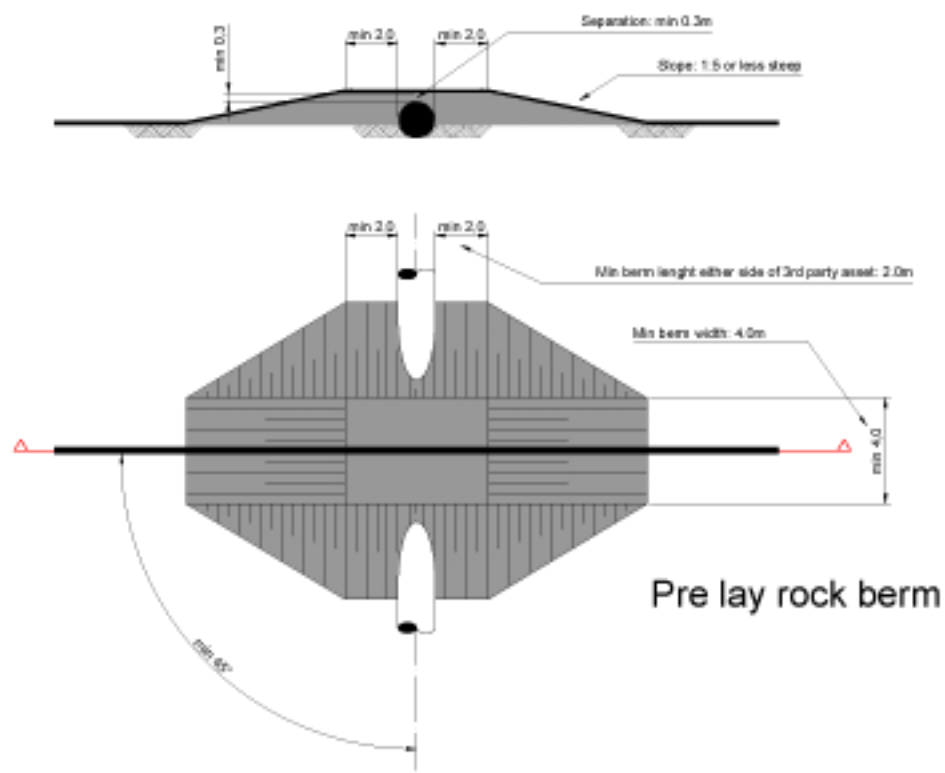








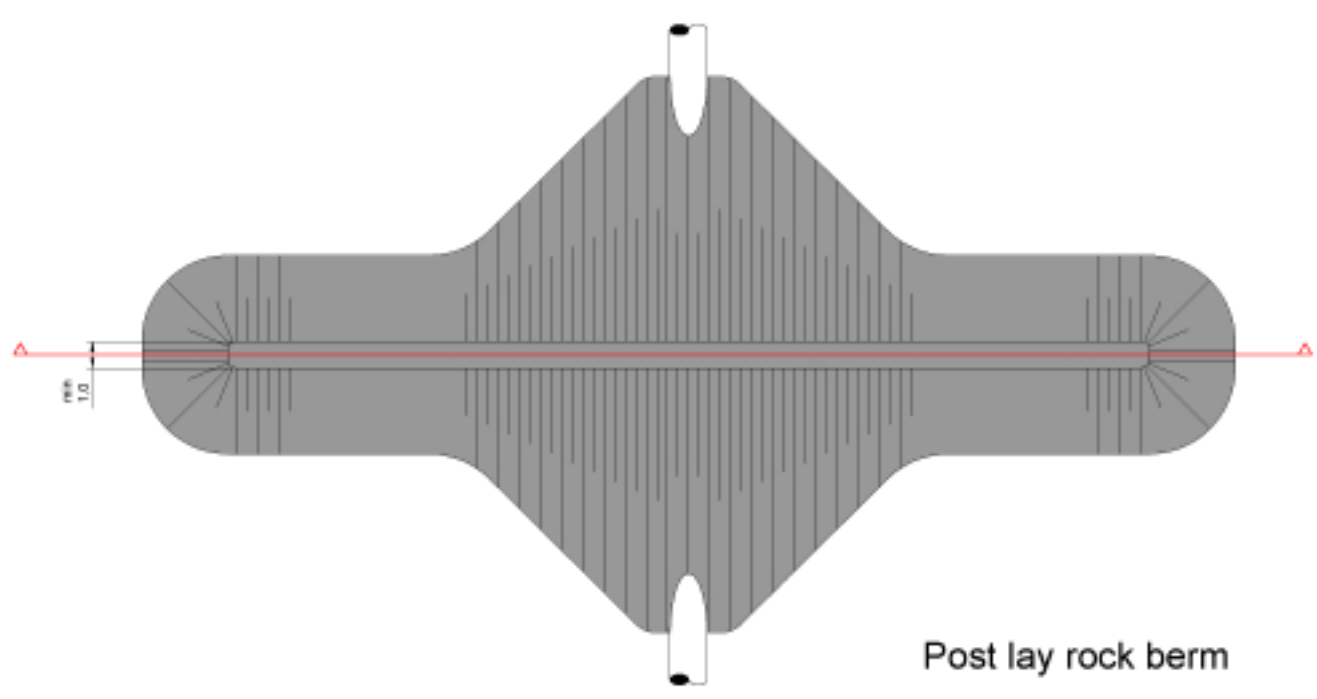
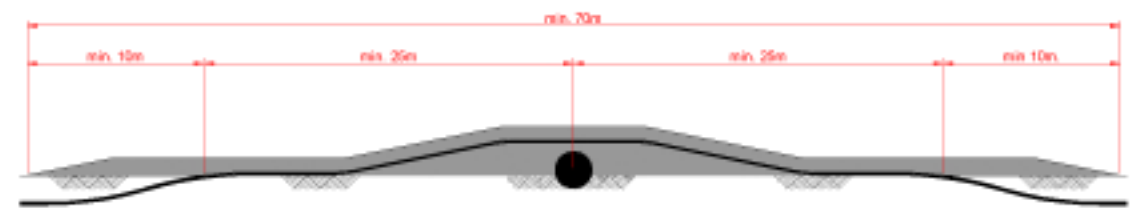




Cross sections

**Notes:**

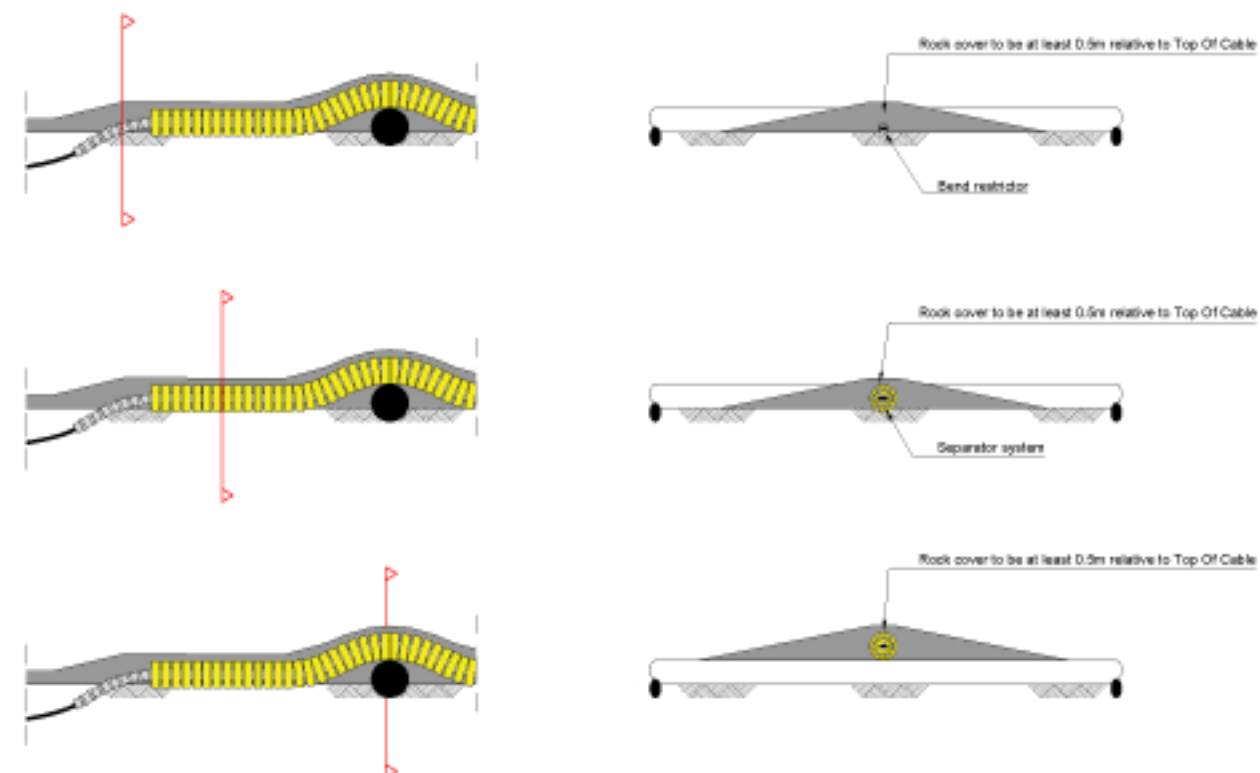
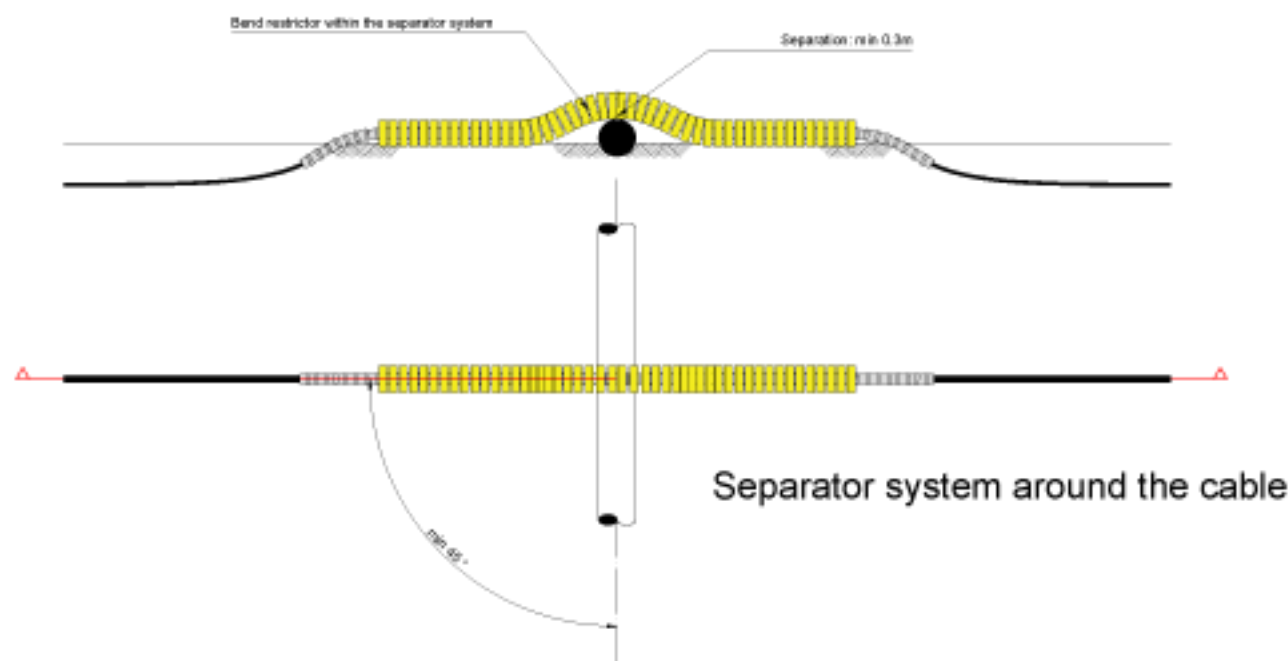
1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. Minimum height of pre lay rock berm is 0.3m; in case the 3<sup>rd</sup> party subsea asset to be crossed is buried, the 0.3m height applies as minimum height;
3. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m relative to Top Of Cable;
4. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
5. Steepness if the side slope of the post lay rock berm can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
6. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
7. Dimensions are subject to change depending on what will be agreed with 3<sup>rd</sup> party subsea asset owner in the applicable crossing agreement.



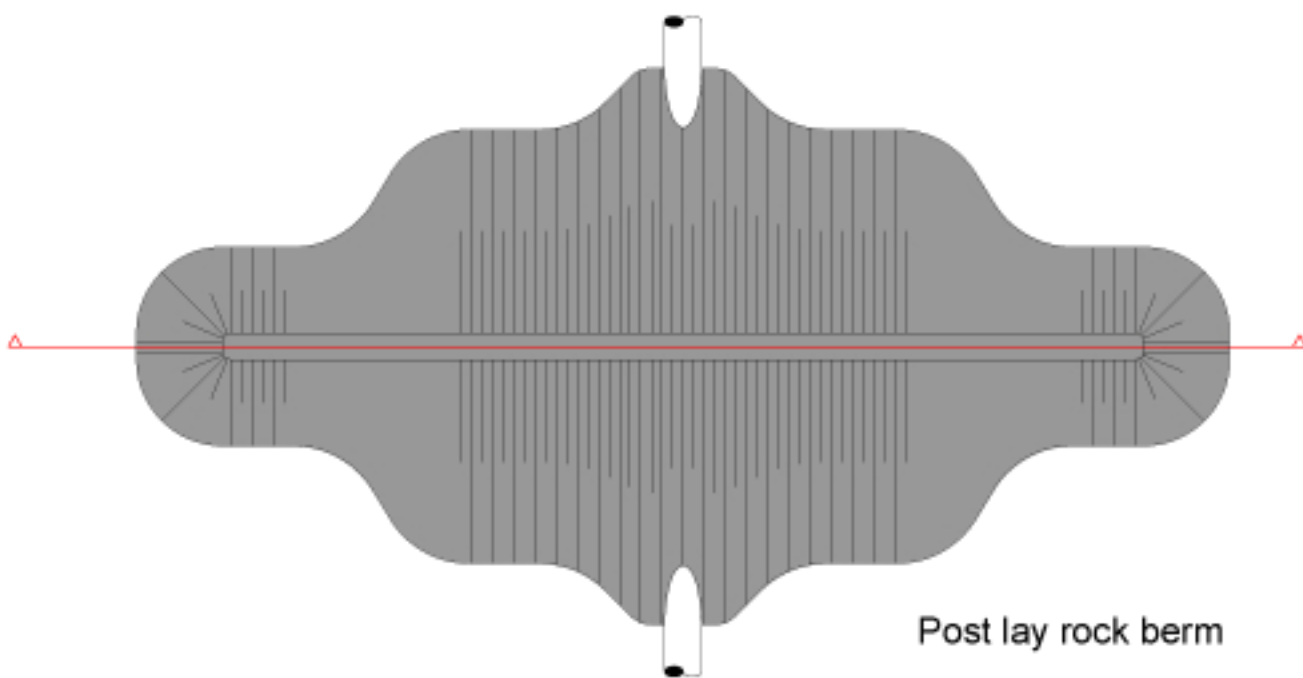
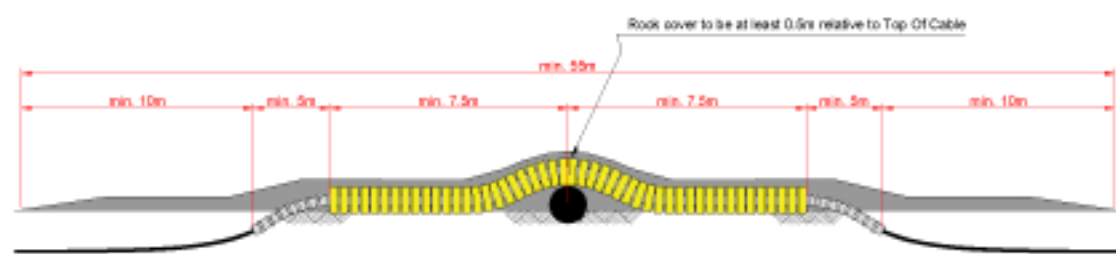
**Crossing design A**

Pre lay rock placement  
 Post lay rock placement  
 NOT TO SCALE





Cross sections



Post lay rock berm

Notes:

1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. Minimum height of pre lay rock berm is 0.3m; in case the 3<sup>rd</sup> party subsea asset to be crossed is buried, the 0.3m height applies as minimum height;
3. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m relative to Top Of Cable;
4. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
5. Steepness of the side slope of the post lay rock berm can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
6. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
7. Dimensions are subject to change depending on what will be agreed with 3<sup>rd</sup> party subsea asset owner in the applicable crossing agreement.

**Crossing design B**  
 Separator around the cable bundle  
 Post lay rock placement  
 NOT TO SCALE

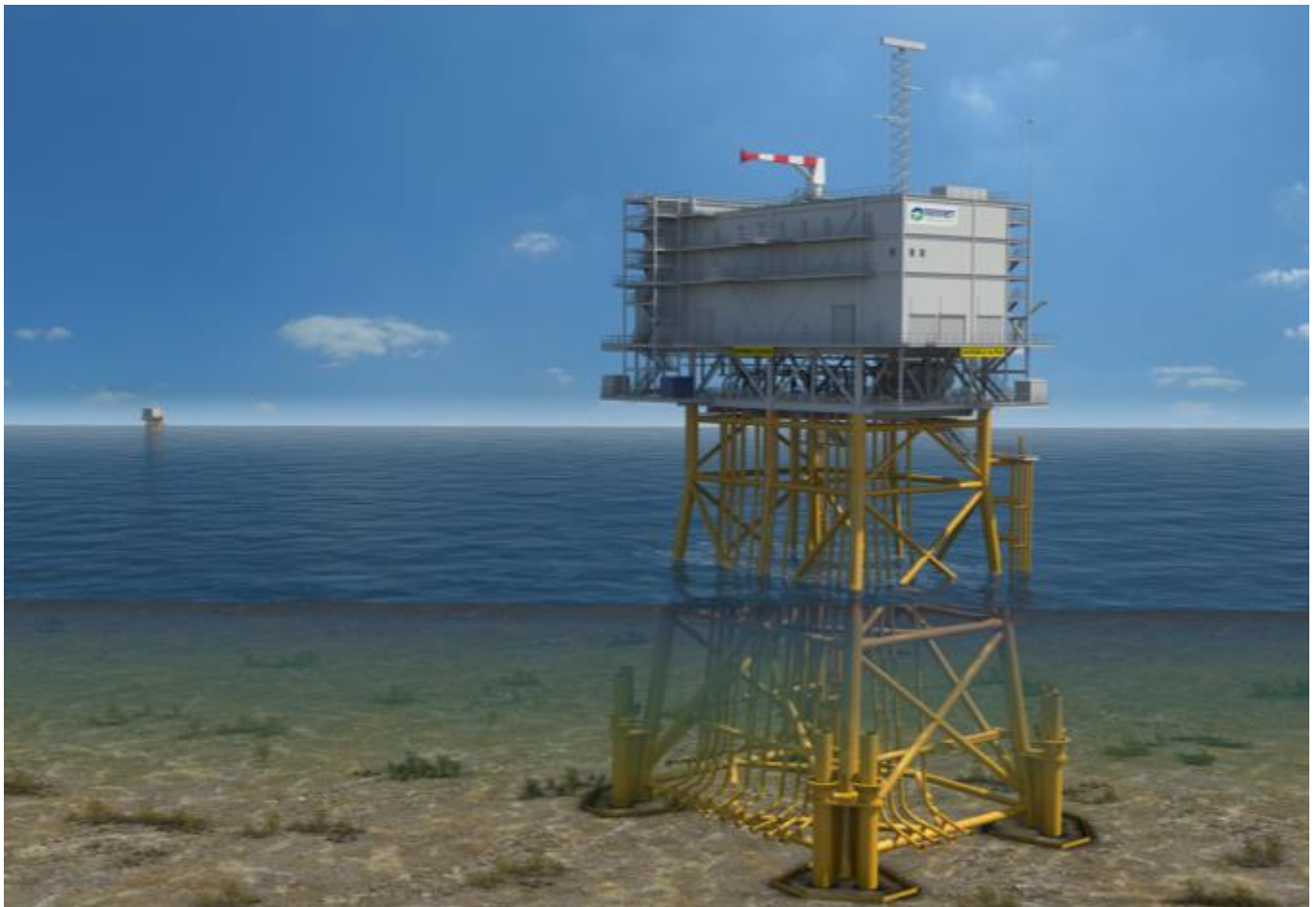
Offshore Grid NL Platforms  
 Title: DNVGL Conformity Statement Basic Design (including open comments)

Date: 30-06-2017  
 Revision: 02

Offshore Grid NL

Platforms

**DNVGL Conformity Statement Basic Design (including open comments)**



Change History

Rev	Date	Change history	Author
02	30-06-2017	For Tender	MRU

# CONFORMITY STATEMENT

Statement No.:

**07843HHO**

Issued:

**2016-01-26**

Issued for:

**BASIC DESIGN****as part of the Invitation to Tender for the EPC-contracts  
of the Wind Op Zee Standard AC Transformer Platform**

Comprising:

**2 x 350 MVA Transformer Power Trains and Auxiliaries  
Specified in Annex 1**

Issued to:

**TenneT TSO B.V.  
Utrechtseweg 310  
6812 AR Arnhem  
The Netherlands**

According to Service Specification:

**DNVGL-SE-0073:2014-12****Project certification of wind farms according to IEC 61400-22**

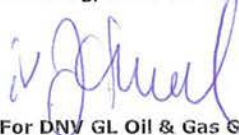
Based on:

**Documentation listed in Annex 2, including open comments**

Conclusion:

**There remain no concerns that the current Basic Design can be  
developed into a Detailed Design which is compliant with our code  
DNV-OS-J201 – Offshore Substations for Wind Farms**

Hamburg, 2016-01-26



For DNV GL Oil & Gas Germany  
Dipl.-Ing. Jochen Künzel  
Head of Department, Offshore Installations

Hamburg, 2016-01-26



For DNV GL Oil & Gas Germany  
Dr.-Ing. Kay Rüssel  
Principal Consultant and Project Manager

CONFORMITY STATEMENT - ANNEX 1

07843HHO

Page 2 of 3

**Substation**

▪ Type	Transformer Platform, Unmanned
▪ Designer	Ramboell Oil and Gas, Esbjerg, Denmark
▪ Rated voltage in/out	66/220 kV
▪ Rated capacity	2 x 350 MVA
▪ Main components	
- Main Transformers	Oil Filled
- Switchgear	Gas Insulated
- Utilities and Auxiliaries	
- Type of Substructure	Jacket
- Type of foundation	Piled Jacket
▪ Places of Design Review	Hamburg, Arnhem, Esbjerg
▪ Period of Design Review	2015-04-01 – 2016-01-26

## CONFORMITY STATEMENT - ANNEX 2

07843HHO

Page 3 of 3

### List of Documents, Reviewed and Commented

## Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

### DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

#### IV.00            General

Doc_No	Revision	Title	Status
GTR		GEOTECHNICAL REPORT: WIND FARM SITE I&II, BORSSELE WIND FARM ZONE	I
MDR		MASTER DOCUMENT LIST FOR CONCEPT & BASIC DESIGN PHASE	I
ONL-TTB-00003-MA-EN	00	3D MODEL	I
ONL-TTB-00044-MA-EN	01	BASIC DESIGN REPORT	A/C
ONL-TTB-00150-MA-EN	00	GEOTECHNICAL DESIGN REPORT	N
ONL-TTB-00166-MA-EN	00	LIST OF MECHANICAL PLOT PLANS	I
ONL-TTB-00173-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST	N
ONL-TTB-00174-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING NORTH	N
ONL-TTB-00175-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00176-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING NORTH (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00178-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING SOUTH	N
ONL-TTB-00179-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST	N
ONL-TTB-00180-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH-EAST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00181-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-WEST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00182-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH-WEST (BACKWARDS)	N
ONL-TTB-00183-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-WEST	N
ONL-TTB-00184-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH - WEST	N
ONL-TTB-00185-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-EAST	N

# Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

## DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

### IV.01            Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
		BASIC DESIGN – JACKET ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS REPORT	N/C
ONL-TTB-00004-MA-EN	00	DESIGN BRIEF TOPSIDES	N/C
ONL-TTB-00005-MA-EN	00	DESIGN BRIEF INPLACE ANALYSIS	N/C
ONL-TTB-00006-MA-EN	00	DESIGN BRIEF – NATURAL FREQUENCY ANALYSIS	N
ONL-TTB-00007-MA-EN	00	DESIGN BRIEF - DETERMINISTIC FATIGUE ANALYSIS	N
ONL-TTB-00008-MA-EN	00	DESIGN BRIEF - INSTALLATION ANALYSIS	N
ONL-TTB-00053-MA-EN	00	LIST FOR TOPSIDE PRIMARY STEEL DRAWINGS	I
ONL-TTB-00054-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR LADDERS 1	A
ONL-TTB-00055-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR LADDERS 2	A
ONL-TTB-00056-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR STAIRS	A
ONL-TTB-00057-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR WALKWAY GRATING AND STAIR TREADS	A
ONL-TTB-00058-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR REMOVABLE HANDRAILS	A
ONL-TTB-00059-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR FIXED HANDRAILS	A
ONL-TTB-00060-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR SELF CLOSING GATE	A
ONL-TTB-00061-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR REMOVABLE HEAVY DUTY HANDRAILS	A
ONL-TTB-00062-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR FIXED HEAVY DUTY HANDRAILS	A
ONL-TTB-00063-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH WEST	A
ONL-TTB-00064-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CABLE DECK EL 20.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00065-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES MAIN DECK EL. 26.500 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00066-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UTILITY DECK EL 34.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00067-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CONTROL DECK EL 38.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A

# Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

## DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

### IV.01 Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00068-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ROOF DECK EL 42.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00069-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UPPER ROOF DECK EL 44.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00070-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 1 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00071-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 2 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00072-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 3 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00073-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 4 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00074-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW A LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00075-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW B LOOKING WEST	A
ONL-TTB-00076-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW C LOOKING WEST	A
ONL-TTB-00077-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ELEVATION AT 6000MM SOUTH OF GRIDLINE 1 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00078-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ELEVATION 7000MM SOUTH AND NORTH OF GRIDLINE LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00082-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CABLE DECK EL 20.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00083-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES MAIN DECK EL 26.500 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00084-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UTILITY DECK EL 34.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00085-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CONTROL DECK EL 38.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00086-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ROOF DECK EL 42.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00109-MA-EN	01	DRAWING LIST FOR JACKET STRUCTURE	I
ONL-TTB-00110-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES I	A/C
ONL-TTB-00111-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES II	A
ONL-TTB-00112-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES III	A



# Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

## DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

### IV.01            Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00113-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL ARRANGEMENT ROW A	A
ONL-TTB-00114-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE ISOMETRIC VIEW	A
ONL-TTB-00115-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW A	A
ONL-TTB-00116-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW C	A
ONL-TTB-00117-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW 1	A
ONL-TTB-00118-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW 3	A
ONL-TTB-00119-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLANS ELEV. (+) 17.300 AND ELEV. (+) 10.200	A
ONL-TTB-00120-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLAN ELEV. (-)6.000	A
ONL-TTB-00121-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLAN ELEV. (-)28.000	A
ONL-TTB-00122-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE LEG MAKE-UP	A
ONL-TTB-00123-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE SKIRT PILE SLEEVES	A
ONL-TTB-00124-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MUDMATS	A
ONL-TTB-00125-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BOAT LANDING AND STAIRS PLAN AND ELEVATION	I
ONL-TTB-00126-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BOAT LANDING SECTIONS AND DETAILS	I
ONL-TTB-00127-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES PLANS AND NUMBERING	A
ONL-TTB-00128-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES TYPICAL MAKE-UP AND SECTIONS	A
ONL-TTB-00129-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE LIFTING ARRANGEMENT, LIFT POINTS	A
ONL-TTB-00130-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BELLMOUTH FOR 66KW J-TUBE AND 220 KW J-TUBE	I
ONL-TTB-00131-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE CABLE DECK - PLAN AND SECTIONS	A
ONL-TTB-00132-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PILE MAKE-UP	A
ONL-TTB-00133-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE ANODES	A
ONL-TTB-00148-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR JACKET AND PILES	A/C
ONL-TTB-00187-MA-EN	00	WEIGHT REPORT FOR TOPSIDES	N/C
ONL-TTB-00188-MA-EN	00	CABLE PULLING REPORT	I
ONL-TTB-00192-MA-EN	00	STRUCTURAL ANALYSES FOR TOPSIDES	N/C

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
 DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

**IV.01 Structure**

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00193-MA-EN	00	BASIC DESIGN FOR JACKET NATURAL FREQUENCY ANALYSIS REPORT	N/C
ONL-TTB-00197-MA-EN	00	JACKET INPLACE ANALYSIS REPORT	A/C
ONL-TTB-00198-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES, HANG OFF SUPPORTS	I

## Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

### DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

#### IV.02      Safety

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00021-MA-EN	01	HAZID REPORT - CHANGED LAYOUT	N
ONL-TTB-00022-MA-EN	00	UTILITY HAZOP REPORT	I
ONL-TTB-00023-MA-EN	00	ELECTRICAL HAZOP REPORT	I
ONL-TTB-00026-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT	A
ONL-TTB-00027-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION ESCAPE, EVACUATION AND RESCUE ANALYSIS (EERA)	A
ONL-TTB-00028-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR LIFE SAVING EQUIPMENT	A
ONL-TTB-00029-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR PIPING SYSTEM	A
ONL-TTB-00030-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION DRAWING LIST FOR FIRE AND SAFETY PLANS	I
ONL-TTB-00031-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CABLE DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00032-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL MAIN DECK FIRE AND SAFETY	A
ONL-TTB-00033-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL UTILITY DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00034-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CONTROL DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00035-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL ROOF DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00189-MA-EN	00	SAFETY STRATEGY	N/C
ONL-TTB-00194-MA-EN	00	CAUSE AND EFFECT DIAGRAM FAS (01 TO 32)	N/C

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

---

**IV.03**      **Fire Fighting**

---

<b>Doc_No</b>	<b>Revision</b>	<b>Title</b>	<b>Status</b>
ONL-TTB-00042-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIRE FIGHTING SYSTEMS	A
ONL-TTB-00108-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIRE ALARM SYSTEM	A
ONL-TTB-00190-MA-EN	00	RISK ASSESSMENT OF ACTIVE FIREFIGHTING EQUIPMENT	N

---

## Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

### DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

#### IV.04 Mechanical

Doc_No	Revision	Title	Status
HVA/C		HVA/C DESIGN BRIEF	N
ONL-TTB-00002-MA-EN	00	ROOM MATRIX, STANDARD OFFSHORE SUBSTATION	N
ONL-TTB-00009-MA-EN	01	DESIGN BRIEF FOR UTILITY SYSTEMS	N
ONL-TTB-00039-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CRANE	A
ONL-TTB-00040-MA-EN	00	HOISTS, LIFTING GEAR AND WINCH	A
ONL-TTB-00041-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR HVAC SYSTEM.	A
ONL-TTB-00142-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM DRAIN SYSTEM	A
ONL-TTB-00143-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM FRESH WATER SYSTEM	A
ONL-TTB-00144-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM AHU - HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00145-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM AHU - HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00146-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM DIESEL STORAGE SYSTEM	A
ONL-TTB-00147-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM SINGLE LINE HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00151-MA-EN	00	LIST OF HVAC/C SYSTEMS FUNCTIONAL P AND IDS	I
ONL-TTB-00152-MA-EN	00	LEGEND FUNCTIONAL PIDS	I
ONL-TTB-00153-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - AHU 1	A
ONL-TTB-00154-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - AHU 2	A
ONL-TTB-00155-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - TYPICAL HOOK UP	A
ONL-TTB-00156-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - CONDENSATOR COOLING CIRCUIT	A
ONL-TTB-00157-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM P AND ID - EXPANSION VESSELS	A
ONL-TTB-00158-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM P AND ID - RFU UNITS (TYP)	A
ONL-TTB-00159-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - BUFFER VESSEL AND CIRCULATION PUMPS	A
ONL-TTB-00161-MA-EN	00	LEGEND FUNCTIONAL P AND IDS 2	I
ONL-TTB-00162-MA-EN	00	HAZARDOUS DRAIN SYSTEMS FUNCTIONAL P AND ID	A
ONL-TTB-00163-MA-EN	00	OIL SEPARATOR FUNCTIONAL P AND ID	A
ONL-TTB-00164-MA-EN	00	FRESH WATER SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID	A

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
 DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

**IV.04 Mechanical**

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00165-MA-EN	00	DIESEL FUEL STORAGE SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID	A
UT		UTILITY FLOW DIAGRAMS	I

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
 DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

**IV.05 Piping**

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00036-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FRESH WATER SYSTEM	A
ONL-TTB-00037-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR DRAIN SYSTEM	A

## Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

### DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

#### IV.07      Electrical

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00038-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR DIESEL GENERATOR SYSTEM	A
ONL-TTB-00043-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR AUXILIARY SCADA SYSTEM	N
ONL-TTB-00045-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR IP SERVICES	I
ONL-TTB-00046-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIBRE OPTICAL NETWORK	I
ONL-TTB-00047-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CCTV SYSTEM	I
ONL-TTB-00048-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR PA/GA SYSTEM	A
ONL-TTB-00049-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR NAVIGATION AID	A
ONL-TTB-00096-MA-EN	00	NAVAID EQ LAYOUT CABLE DECK	N
ONL-TTB-00097-MA-EN	00	BLOCK SCHEMATIC IT SYSTEMS	I
ONL-TTB-00098-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM FIBRE OPTICAL	I
ONL-TTB-00099-MA-EN	00	BLOCK SCHEMATIC PA/GA SYSTEM	A
ONL-TTB-00100-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM CCTV SYSTEM	I
ONL-TTB-00101-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM NAVIGATION AID SYSTEM	N
ONL-TTB-00103-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR 110 VDC - 400-230 VAC UPS	A
ONL-TTB-00104-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR LOW VOLTAGE EQUIPMENT	A
ONL-TTB-00107-MA-EN	00	AUXILIARY SCADA INTERFACE BLOCK DIAGRAM TAG NO. AAF20	N
ONL-TTB-00134-MA-EN	00	ELECTRICAL LOAD LIST	A
ONL-TTB-00135-MA-EN	00	OVERALL 220 66KV CABLEWAY LAYOUT CABLE DECK	N
ONL-TTB-00136-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION LOW VOLTAGE OVERALL SINGLE LINE DIAGRAM	A
ONL-TTB-00137-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION ELECTRICAL BLOCK DIAGRAM	N
ONL-TTB-00138-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION OVERALL EARTHING AND BONDING, PE	A
ONL-TTB-00139-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION TYPICAL BONDING CONNECTIONS	A
ONL-TTB-00140-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION TYPICAL EARTH BOSS AND GLAND CONNECTIONS	A
ONL-TTB-00160-MA-EN	00	LIST OF UTILITY SYSTEMS. FUNCTIONAL P AND IDS	I



**Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification**  
**DNV-GL Project: 4762-15-12713-408**

**IV.07            Electrical**

<b>Doc_No</b>	<b>Revision</b>	<b>Title</b>	<b>Status</b>
ONL-TTB-00167-MA-EN	00	CABLE DECK EL.20.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00168-MA-EN	00	MAIN DECK EL.26.500 T.O.S.	N
ONL-TTB-00170-MA-EN	00	UTILITY DECK EL.34.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00171-MA-EN	00	CONTROL DECK EL.38.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00172-MA-EN	00	ROOF DECK EL.+42.000 - +44.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00191-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR EARTHING, BONDING AND CABLE WAYS	A

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
 DNV-GL Project: 4762-15-12713-408

**IV.08          Material**

<b>Doc_No</b>	<b>Revision</b>	<b>Title</b>	<b>Status</b>
ONL-TTB-00149-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CORROSION PROTECTION	H

Contents Database: TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification  
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

---

**IV.09          Fabrication**

---

<b>Doc_No</b>	<b>Revision</b>	<b>Title</b>	<b>Status</b>
ONL-TTB-00050-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	H
ONL-TTB-00051-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	A
ONL-TTB-00052-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	A

---

**DNV-GL Project: 4762-15-12713-408**

## TenneT\_AC\_OSS\_Design Verification

### Consolidated Comment List

Opinion about Certification (open comments)

Document No.	Revision	Title
		<b>BASIC DESIGN – JACKET ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS REPORT</b>

Reference	DNV-GL-Comment
1 §1.1	The on-bottom stability has been shown for a jacket without any stabbed piles. As this is sufficient for the basic design in the detail design all installation stages shall be shown by the designer. (e.g. 1 pile stabbed to 4 piles stabbed).

Document No.	Revision	Title
<b>ONL-TTB-00004-MA-EN</b>	<b>00</b>	<b>DESIGN BRIEF TOPSIDES</b>

Reference	DNV-GL-Comment
1 §3.3.2	Ice loads shall not be considered in the global Topsides design. If no ice loads shall be considered then a procedure about the removal of ice should be included or a meteorological expertise report should be provided which states that never ice loads are expected on the locations.

Document No.	Revision	Title
<b>ONL-TTB-00005-MA-EN</b>	<b>00</b>	<b>DESIGN BRIEF INPLACE ANALYSIS</b>

Reference	DNV-GL-Comment
1 §4.9.3	Please add global allowable misalignments for the installed jacket.
2 §5.2.4	Please include that also for the 2nd global sway mode the DAF shall be calculated and that for each wave direction the DAF will be calculated with respect to the 1st and 2nd global sway mode.

Document No.	Revision	Title
<b>ONL-TTB-00031-MA-EN</b>	<b>00</b>	<b>STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CABLE DECK FIRE AND SAFETY</b>

Reference	DNV-GL-Comment
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00033-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL UTILITY DECK FIRE AND SAFETY
Reference	DNV-GL-Comment	
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00034-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CONTROL DECK FIRE AND SAFETY
Reference	DNV-GL-Comment	
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00035-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL ROOF DECK FIRE AND SAFETY
Reference	DNV-GL-Comment	
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00044-MA-EN	01	BASIC DESIGN REPORT
Reference	DNV-GL-Comment	
2	Page 21 ch. 7.2.9 penetrations in light fire panels shall have an approval by a notified body.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00050-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION
Reference	DNV-GL-Comment	
1	<p><b>§4.1 Materials:</b> In order to do a complete review of provided Table, please provide the minimum design temperature. In addition, selection of steel materials shall be based on DNV-OS-C101, rev.2014, Ch. 2, Sec.3, Table 3.5 and DNV-OS-B101, rev.2012, Ch.2, Sec. 1, therefore this Table needs to be updated accordingly. Please also specify for each steel material a specific DNV grade.</p> <p><b>Addition, 25.01.2016</b> Comment is partly closed as comparison is given in DNV-OS-J101. But the minimum design temperature is not given as required.</p> <p><b>Addition, 28.01.2016</b> Minimum design temperature has been now provided with but is not stated in the basic design documentation. The met-ocean report was not basis of review.</p>	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00110-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES I
Reference	DNV-GL-Comment	
1	<p><b>§ 3. Materials:</b></p> <p>a) <b>§ 3.2:</b> By referring to DNV-OS-C101, rev.2014, Ch. 2, Sec.3, Table 3.5 and DNV-OS-B101, rev.2012, Ch.2, Sec. 1, please specify for each steel material thickness limit and a specific DNV grade.</p> <p>b) <b>§ 3.3:</b> If all steel materials to be steel type 1 (ST1) why in <b>§ 3.2</b> other steel types are provided. Please amend in next revision.</p> <p>c) <b>§ 3.5:</b> EN 20898-1 and EN 20898-2 are superseed by ISO 898-1 and ISO 898-2 accordingly. Please amend in next revision.</p>	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00148-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR JACKET AND PILES
Reference	DNV·GL-Comment	
2	<p>§ 2.2 'Structural Steel':</p> <p>a) By referring to doc no ROGE-N-GN-000112-01 'Jacket Structure General Notes I', steel grades of EN 10225 have been selected for Special and Primary members. Therefore, this note 'only EN 10025 materials are selected' should be added only for Secondary members. Please amend in next revision.</p>	
3	<p>§ 2.4 'Standard Sections':</p> <p>Written sentence '...type S1 steel for secondary steel type.' is found to be not in line with part 3.2 of doc no ROGE-N-GN-000112-01 'Jacket Structure General Notes I'. Where, steel type ST1 is related to special members. Please amend in next revision.</p>	
4	<p>§ 4.4 'Fabrication assembly tolerances':</p> <p>This section is found to be incomplete. Therefore, please in next revision make a reference to DNV-OS-C401 (2014), Ch.2, Sec.2.</p>	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00149-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CORROSION PROTECTION
Reference	DNV·GL-Comment	
1 2.1	<p>3. Para: Please remove Magnesium, because Magnesium anodes will lead to over-protection, i.e. polarisation more negativ than the acceptable value of -1,15 V (Magnesium anodes will lead to -1,6 V). See DNV-RP-B401 [13], Chapter 5.4.2 and 5.6.</p>	
2 2.1	<p>4. Para/last Point:</p> <p>Please correct "Cathodic protection with aluminium-based anodes"</p>	
3 2.1	<p>Table: Method duplex system</p> <p>Please correct the "Specification" according to EN ISO 12944-5, Table A.7 for corrosion category C5-M and high expected durability H (see System No. A7.13).</p>	
4 2.1	<p>Table: Submerged zone</p> <p>Please correct nominal dry film thickness: min. 450 mm in case of System A6.07.</p>	
5 2.2	<p>Please start this chapter with "surface preparation shall be in accordance to Norsok M-501 [12]". Please correct this reference in Chapter 1.4. "Rev.No.6" not Rev. No.5 (2004).</p>	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00187-MA-EN	00	WEIGHT REPORT FOR TOPSIDES
Reference	DNV·GL-Comment	
1	<p>Figure 3-2 - Topside Views</p> <p>Please add all remaining views (looking North, South and East) in the weight report.</p> <p>Please add below the figures also for the view directions North&amp;South and East&amp;West the respective wind areas for the topsides.</p> <p><b>Addition, 28.01.2016, MHIET</b></p> <p>The remaining views together with respective wind areas shall be included in the respective design documentation. A load management strategy should be included in a report "Load management and weight report" but could be also included in other documents of the design documentation.</p>	
2	<p>Load plans have been included in the weight report. But only for the laydown areas a specified load has been included in the load plan.</p> <p>Please add also for the remaining areas the local and global design loads as they are mentioned in the inplace report. This will help the owner to decide later which loads are possible on each area and to install a load management (e.g. important for treat ment of ice and snow loads as they are not considered currently). Please add for each room/area the respective size in [m<sup>2</sup>].</p> <p>The room size together with local&amp;global loads can be also added to the §5 "Section and Area Definition" of the weight report.</p>	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00189-MA-EN	00	SAFETY STRATEGY
Reference	DNV·GL-Comment	
1	7.4.1 The paint or spray shall be in line with the FTP Code and have a type approval for such application	
2	7.4.3 Outer weak walls shall not impaire escape routes	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00192-MA-EN	00	STRUCTURAL ANALYSES FOR TOPSIDES
Reference	DNV·GL-Comment	
1	Treatment of Ice and Snow loads "Ice and snow loads are not considered in the present analysis." As requested by DNV GL ice and snow loads shall be considered for the design in any case. But the handling of ice and snow loads can be treated as stated hereafter: 1) If from a met-ocean assessor a statement shows, that no ice or snow loads can occurs, then no ice and snow loads can be considered. But until now we have no statement. 2) For the global load transfer to the jacket the ice and snow can be compared with the live loads and this shall be included in a load management strategy. This strategy should consider the live loads which are possible during maintenance and it should be decided, if they can occur during ice and snow loads. In any case it shall be assessed, that no overutilizations exist.	
4	Color Coded 3D-Model Please add to Figure 5-1 the sections of the members to the different colores or add a separete 3D-model.	
5	Information regarding the min/max ambient air temperature shall be included.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00193-MA-EN	00	BASIC DESIGN FOR JACKET NATURAL FREQUENCY ANALYSIS REPORT
Reference	DNV·GL-Comment	
1	Topsides Weight Please include explicit the topsides weight in the report and not only a reference.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00194-MA-EN	00	CAUSE AND EFFECT DIAGRAM FAS (01 TO 32)
Reference	DNV·GL-Comment	
2	Each room with inert gas release should have an additional alarm at each entrance to the room.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00196-MA-EN	00	SCOUR ASSESSMENT AROUND JACKET FOUNDATIONS
Reference	DNV·GL-Comment	
1	Please remove red markers for track changes.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00197-MA-EN	00	JACKET INPLACE ANALYSIS REPORT
Reference	DNV·GL-Comment	
1	Wind Loads Please include the wind loads from the topside explicit in the report.	

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00197-MA-EN	00	JACKET INPLACE ANALYSIS REPORT
Reference	DNV·GL-Comment	
2	Design Temperature We are missing a defined ambient design temperature as required with the design basis. Please include this temperature.	
3	Design Utilizations The design utilizations in figure 8-1 showing overutilizations with 6%. For the basic design stage a utilization of 80-90 % is good engineering praxis. The overutilization shall be in accordance with agreed codes and standards and shall not exceed 100% unless not otherwise noted.	
3	<p>Marine Growth The marine growth thickness ranges from 150mm (-1(?)m to -6m) to 50mm (-6m to -30m).</p> <p>Please check table 4-11 against the DNV-RP-C205 April 2014. The marine growth thickness ranges from 100mm (+2m to -40m) to 50mm (below -40m). Please be aware that these values are given for a location between 56 to 59 °N. this project is proposed to be installed at 51.5 °N. It is advisable to obtain site specific information.</p> <p>As no site specific value has been provided this should be confirmed during the detail design.</p> <p>Addition, 28.01.2016, MHJET As the met-ocean report was not available during the review of the design documentation the comment remain open and shall be followed up during the detail design phase.</p>	

**Documents in this report:**

32



De stukken van het MER kunnen via onderstaande We-Transfer koppelingen worden ingezien:

MER (samenvatting, deel A en deel B):

<https://arcadis.wetransfer.com/downloads/34b89862f1de634260346cb17e4d333b20180903143023/ccf78ae2879bd15436c7d22427bf0f3920180903143023/15f5ea>

Bijlagen deel A:

<https://arcadis.wetransfer.com/downloads/ae72ccb06818a5711e4bbd74ea67198320180902135410/43b168a1557747fd4bb12fbbe3825ce120180902135410/200e84>

Bijlagen Deel B:

B&W zee, land, natuur, Landschap en cultuurhistorie, archeologie:

<https://arcadis.wetransfer.com/downloads/22d3d4afba3d9c4128facd4ed4fd09e320180903091907/fcf6617d73f0662b1987044b146d0a1320180903091907/e1a1f7>

Leefomgeving, ruimtegebruik en gebruiksfuncties:

<https://arcadis.wetransfer.com/downloads/8a51492d78852f4fa4d08060f45e5b7e20180903070328/d4e9b6786abe07216234bdd905ba4b5720180903070328/b1f8c4>

Bijlagen VKA:

<https://arcadis.wetransfer.com/downloads/d58db7418a646390ed9cc3576e5347fe20180903065338/2489ac5c56fded23b8e5ad052154348b20180903065338/98991b>

# RPL-A03-rev01

## HKN1 RPL A03 Revisie 01

### SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS HKN1
DATE:	24-7-2018 9:05:00
BY:	101706



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

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
1	52° 30,107' N	4° 35,277' E	607786,52	5818035,99			0,000		0,000	0	DTS landing	52,501788	4,587943	
					311,6		1,248	0	1,248					
2	52° 30,554' N	4° 34,452' E	606835,11	5818844,18			1,248		1,248			52,509238	4,574192	
					313,6		0,036	0	0,036					
3	52° 30,568' N	4° 34,429' E	606808,81	5818868,19			1,284		1,284			52,509459	4,573812	
					319,1		0,060	0	0,060					
4	52° 30,592' N	4° 34,394' E	606768,58	5818912,65			1,344		1,344			52,509866	4,573234	
					326,0		0,060	0	0,060					
5	52° 30,619' N	4° 34,364' E	606733,96	5818961,62			1,404		1,404			52,510313	4,572740	
					332,9		0,060	0	0,060					
6	52° 30,648' N	4° 34,34' E	606705,46	5819014,37			1,464		1,464			52,510793	4,572337	
					339,7		0,060	0	0,060					
7	52° 30,678' N	4° 34,322' E	606683,47	5819070,16			1,524		1,524			52,511298	4,572031	
					346,0		0,044	0	0,044					
8	52° 30,701' N	4° 34,312' E	606671,84	5819112,88			1,568		1,568			52,511685	4,571873	
					349,4		0,020	0	0,020					
9	52° 30,712' N	4° 34,309' E	606667,75	5819132,31			1,588		1,588			52,511860	4,571819	
					351,6		0,020	0	0,020					
10	52° 30,722' N	4° 34,307' E	606664,44	5819151,89			1,608		1,608			52,512037	4,571777	
					352,8		0,781	0	0,781					
11	52° 31,14' N	4° 34,22' E	606549,58	5819923,97			2,388		2,388			52,518998	4,570332	
					352,8		1,257	0	1,257					
12	52° 31,812' N	4° 34,08' E	606364,59	5821167,34			3,645		3,645	0	DTS 1 mile limit	52,530208	4,568005	
					352,8		1,459	0	1,459					
13	52° 32,593' N	4° 33,918' E	606149,91	5822610,36			5,104		5,104			52,543218	4,565303	
					353,7		0,016	0	0,016					
14	52° 32,601' N	4° 33,917' E	606147,85	5822625,86			5,120		5,120			52,543357	4,565277	
					355,5		0,016	0	0,016					
15	52° 32,61' N	4° 33,916' E	606146,28	5822641,41			5,136		5,136			52,543497	4,565259	
					357,3		0,016	0	0,016					
16	52° 32,618' N	4° 33,915' E	606145,19	5822657,00			5,151		5,151			52,543638	4,565248	
					359,0		0,016	0	0,016					
17	52° 32,627' N	4° 33,915' E	606144,60	5822672,62			5,167		5,167			52,543778	4,565244	
					359,9		0,743	0	0,743					
18	52° 33,028' N	4° 33,914' E	606127,77	5823415,68			5,910		5,910			52,550459	4,565234	
					359,2		0,023	0	0,023					

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
19	52° 33,04' N	4° 33,914' E	606126,98	5823438,17			5,933			5,933			52,550661	4,565229
					357,8	0,023		0	0,023					
20	52° 33,052' N	4° 33,913' E	606125,62	5823460,64			5,955			5,955			52,550864	4,565217
					356,4	0,023		0	0,023					
21	52° 33,064' N	4° 33,912' E	606123,71	5823483,07			5,978			5,978			52,551065	4,565196
					354,9	0,023		0	0,023					
22	52° 33,076' N	4° 33,91' E	606121,24	5823505,44			6,000			6,000			52,551267	4,565166
					353,5	0,023		0	0,023					
23	52° 33,088' N	4° 33,908' E	606118,20	5823527,74			6,023			6,023			52,551468	4,565129
					352,8	0,108		0	0,108					
24	52° 33,146' N	4° 33,896' E	606102,25	5823634,96			6,131			6,131	0	CX KPN optic KB0015 Rembrandt1 in use	52,552435	4,564928
					352,8	0,661		0	0,661					
25	52° 33,5' N	4° 33,822' E	606005,03	5824288,41			6,792			6,792	0	CX KB0074 Att.Crossing1 seg B1 optic in use	52,558326	4,563703
					352,8	0,920		0	0,920					
26	52° 33,992' N	4° 33,72' E	605869,72	5825197,95			7,711			7,711	0	CX KB0026 Att.Crossing1 seg B2 optic in use	52,566526	4,561999
					352,8	0,305		0	0,305					
27	52° 34,155' N	4° 33,686' E	605824,85	5825499,56			8,016			8,016			52,569245	4,561433
					352,0	0,029		0	0,029					
28	52° 34,17' N	4° 33,682' E	605820,18	5825528,29			8,045			8,045			52,569504	4,561373
					350,5	0,029		0	0,029					
29	52° 34,186' N	4° 33,678' E	605814,76	5825556,88			8,074			8,074			52,569763	4,561303
					349,0	0,029		0	0,029					
30	52° 34,201' N	4° 33,673' E	605808,59	5825585,33			8,103			8,103			52,570019	4,561221
					347,5	0,029		0	0,029					
31	52° 34,216' N	4° 33,668' E	605801,66	5825613,60			8,133			8,133			52,570275	4,561127
					346,0	0,029		0	0,029					
32	52° 34,232' N	4° 33,661' E	605793,99	5825641,68			8,162			8,162			52,570529	4,561023
					344,4	0,029		0	0,029					
33	52° 34,247' N	4° 33,654' E	605785,57	5825669,54			8,191			8,191			52,570781	4,560908
					342,9	0,029		0	0,029					
34	52° 34,262' N	4° 33,647' E	605776,42	5825697,17			8,220			8,220			52,571031	4,560782
					341,4	0,029		0	0,029					
35	52° 34,277' N	4° 33,639' E	605766,55	5825724,55			8,249			8,249			52,571279	4,560645
					339,9	0,029		0	0,029					
36	52° 34,291' N	4° 33,63' E	605755,95	5825751,66			8,278			8,278			52,571524	4,560497

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					338,4	0,029		0	0,029					
37	52° 34,306' N	4° 33,62' E	605744,64	5825778,48			8,307		8,307				52,571768	4,560339
					336,9	0,029		0	0,029					
38	52° 34,32' N	4° 33,61' E	605732,63	5825804,99			8,336		8,336				52,572008	4,560170
					335,3	0,029		0	0,029					
39	52° 34,335' N	4° 33,599' E	605719,92	5825831,17			8,365		8,365				52,572246	4,559991
					333,8	0,029		0	0,029					
40	52° 34,349' N	4° 33,588' E	605706,52	5825857,01			8,395		8,395				52,572481	4,559802
					332,3	0,029		0	0,029					
41	52° 34,363' N	4° 33,576' E	605692,44	5825882,49			8,424		8,424				52,572712	4,559602
					330,8	0,029		0	0,029					
42	52° 34,376' N	4° 33,564' E	605677,69	5825907,58			8,453		8,453				52,572941	4,559393
					329,3	0,029		0	0,029					
43	52° 34,39' N	4° 33,55' E	605662,28	5825932,27			8,482		8,482				52,573166	4,559173
					327,8	0,029		0	0,029					
44	52° 34,403' N	4° 33,537' E	605646,22	5825956,55			8,511		8,511				52,573387	4,558944
					326,2	0,029		0	0,029					
45	52° 34,416' N	4° 33,522' E	605629,53	5825980,40			8,540		8,540				52,573605	4,558706
					324,7	0,029		0	0,029					
46	52° 34,429' N	4° 33,507' E	605612,21	5826003,79			8,569		8,569				52,573818	4,558458
					323,2	0,029		0	0,029					
47	52° 34,442' N	4° 33,492' E	605594,28	5826026,72			8,598		8,598				52,574028	4,558200
					321,7	0,029		0	0,029					
48	52° 34,454' N	4° 33,476' E	605575,75	5826049,16			8,627		8,627				52,574233	4,557934
					320,2	0,029		0	0,029					
49	52° 34,466' N	4° 33,46' E	605556,63	5826071,11			8,657		8,657				52,574434	4,557659
					318,7	0,029		0	0,029					
50	52° 34,478' N	4° 33,443' E	605536,94	5826092,54			8,686		8,686				52,574630	4,557376
					317,1	0,029		0	0,029					
51	52° 34,489' N	4° 33,425' E	605516,69	5826113,45			8,715		8,715				52,574822	4,557083
					315,6	0,029		0	0,029					
52	52° 34,501' N	4° 33,407' E	605495,89	5826133,81			8,744		8,744				52,575009	4,556783
					314,1	0,029		0	0,029					
53	52° 34,511' N	4° 33,388' E	605474,56	5826153,62			8,773		8,773				52,575191	4,556475
					312,6	0,029		0	0,029					
54	52° 34,522' N	4° 33,37' E	605452,72	5826172,85			8,802		8,802				52,575368	4,556159

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					311,1	0,029		0	0,029					
55	52° 34,532' N	4° 33,35' E	605430,37	5826191,50			8,831		8,831				52,575540	4,555835
					309,6	0,029		0	0,029					
56	52° 34,542' N	4° 33,33' E	605407,54	5826209,55			8,860		8,860				52,575707	4,555504
					308,8	2,137		0	2,137					
57	52° 35,264' N	4° 31,856' E	603713,89	5827512,45			10,997		10,997	0	PX Q8-A active gas PLU061_PR pipeline		52,587742	4,530928
					308,8	0,244		0	0,244					
58	52° 35,347' N	4° 31,688' E	603520,77	5827661,01			11,241		11,241	0	DTS 3 mile limit		52,589113	4,528125
					308,8	1,531		0	1,531					
59	52° 35,864' N	4° 30,63' E	602306,90	5828594,83			12,772		12,772				52,597735	4,510502
					310,3	7,018		0	7,018					
60	52° 38,311' N	4° 25,885' E	596860,54	5833020,59			19,790		19,790				52,638509	4,431415
					311,4	0,020		0	0,020					
61	52° 38,318' N	4° 25,872' E	596845,53	5833033,30			19,810		19,810				52,638626	4,431197
					313,6	0,020		0	0,020					
62	52° 38,325' N	4° 25,859' E	596831,02	5833046,59			19,829		19,829				52,638748	4,430986
					315,9	0,020		0	0,020					
63	52° 38,332' N	4° 25,847' E	596817,05	5833060,45			19,849		19,849				52,638875	4,430784
					318,1	0,020		0	0,020					
64	52° 38,34' N	4° 25,835' E	596803,63	5833074,84			19,869		19,869				52,639006	4,430590
					320,4	0,020		0	0,020					
65	52° 38,349' N	4° 25,824' E	596790,80	5833089,74			19,888		19,888				52,639143	4,430405
					322,6	0,020		0	0,020					
66	52° 38,357' N	4° 25,814' E	596778,55	5833105,14			19,908		19,908	0	DTS obstruction (well) Atsluiter Q08-4/5 x=95m		52,639283	4,430228
					324,9	0,020		0	0,020					
67	52° 38,366' N	4° 25,804' E	596766,93	5833121,02			19,928		19,928				52,639428	4,430061
					327,2	0,020		0	0,020					
68	52° 38,375' N	4° 25,794' E	596755,93	5833137,33			19,947		19,947				52,639576	4,429904
					329,4	0,020		0	0,020					
69	52° 38,384' N	4° 25,785' E	596745,59	5833154,07			19,967		19,967				52,639729	4,429756
					331,7	0,020		0	0,020					
70	52° 38,393' N	4° 25,777' E	596735,91	5833171,20			19,987		19,987				52,639884	4,429618
					333,9	0,020		0	0,020					
71	52° 38,403' N	4° 25,769' E	596726,92	5833188,69			20,006		20,006				52,640043	4,429490
					336,2	0,020		0	0,020					

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
72	52° 38,412' N	4° 25,762' E	596718,62	5833206,53			20,026			20,026			52,640205	4,429373
					338,4	0,020		0	0,020					
73	52° 38,422' N	4° 25,756' E	596711,02	5833224,68			20,046			20,046			52,640369	4,429266
					340,7	0,020		0	0,020					
74	52° 38,432' N	4° 25,75' E	596704,15	5833243,12			20,066			20,066			52,640536	4,429170
					342,9	0,020		0	0,020					
75	52° 38,442' N	4° 25,745' E	596698,01	5833261,81			20,085			20,085			52,640705	4,429085
					345,2	0,020		0	0,020					
76	52° 38,453' N	4° 25,741' E	596692,61	5833280,72			20,105			20,105			52,640876	4,429010
					347,5	0,020		0	0,020					
77	52° 38,463' N	4° 25,737' E	596687,96	5833299,84			20,125			20,125			52,641049	4,428947
					349,7	0,020		0	0,020					
78	52° 38,473' N	4° 25,734' E	596684,06	5833319,12			20,144			20,144			52,641223	4,428895
					352,0	0,020		0	0,020					
79	52° 38,484' N	4° 25,731' E	596680,92	5833338,55			20,164			20,164			52,641398	4,428855
					354,2	0,020		0	0,020					
80	52° 38,494' N	4° 25,73' E	596678,55	5833358,08			20,184			20,184			52,641574	4,428825
					356,5	0,020		0	0,020					
81	52° 38,505' N	4° 25,728' E	596676,95	5833377,69			20,203			20,203			52,641751	4,428807
					358,7	0,020		0	0,020					
82	52° 38,516' N	4° 25,728' E	596676,13	5833397,34			20,223			20,223			52,641927	4,428801
					1,0	0,020		0	0,020					
83	52° 38,526' N	4° 25,728' E	596676,08	5833417,02			20,243			20,243			52,642104	4,428806
					2,1	0,421		0	0,421					
84	52° 38,753' N	4° 25,742' E	596683,23	5833837,59			20,663			20,663	0	CX KPN glasvezel KB0066 Rioja3 optic abandoned	52,645883	4,429035
					2,1	0,534		0	0,534					
85	52° 39,041' N	4° 25,76' E	596692,32	5834372,00			21,198			21,198	0	CX Alcatel KB0029 PANGEA Seg2 optic in use	52,650684	4,429326
					2,1	0,020		0	0,020					
86	52° 39,052' N	4° 25,76' E	596692,66	5834391,76			21,217			21,217	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned	52,650862	4,429337
					2,1	0,405		0	0,405					
87	52° 39,27' N	4° 25,773' E	596699,53	5834796,32			21,622			21,622	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use	52,654496	4,429557
					2,1	1,024		0	1,024					
88	52° 39,822' N	4° 25,807' E	596716,94	5835820,38			22,646			22,646			52,663696	4,430114
					1,3	0,030		0	0,030					

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
89	52° 39,838' N	4° 25,807' E	596717,05	5835849,94			22,676			22,676			52,663962	4,430125
					359,8	0,030		0	0,030					
90	52° 39,854' N	4° 25,807' E	596716,36	5835879,50			22,705			22,705			52,664228	4,430123
					358,3	0,030		0	0,030					
91	52° 39,87' N	4° 25,807' E	596714,88	5835909,03			22,735			22,735			52,664493	4,430110
					356,7	0,030		0	0,030					
92	52° 39,886' N	4° 25,805' E	596712,60	5835938,51			22,765			22,765			52,664759	4,430085
					355,2	0,030		0	0,030					
93	52° 39,901' N	4° 25,803' E	596709,53	5835967,91			22,794			22,794			52,665024	4,430048
					353,6	0,030		0	0,030					
94	52° 39,917' N	4° 25,8' E	596705,68	5835997,23			22,824			22,824			52,665288	4,430000
					352,1	0,030		0	0,030					
95	52° 39,933' N	4° 25,796' E	596701,03	5836026,43			22,853			22,853			52,665551	4,429940
					350,6	0,030		0	0,030					
96	52° 39,949' N	4° 25,792' E	596695,60	5836055,49			22,883			22,883			52,665813	4,429868
					349,0	0,030		0	0,030					
97	52° 39,964' N	4° 25,787' E	596689,40	5836084,40			22,912			22,912			52,666074	4,429785
					347,5	0,030		0	0,030					
98	52° 39,98' N	4° 25,781' E	596682,42	5836113,13			22,942			22,942			52,666334	4,429690
					345,9	0,030		0	0,030					
99	52° 39,995' N	4° 25,775' E	596674,67	5836141,66			22,972			22,972			52,666591	4,429584
					344,4	0,030		0	0,030					
100	52° 40,011' N	4° 25,768' E	596666,15	5836169,98			23,001			23,001			52,666847	4,429466
					342,9	0,030		0	0,030					
101	52° 40,026' N	4° 25,76' E	596656,88	5836198,05			23,031			23,031			52,667101	4,429337
					341,3	0,030		0	0,030					
102	52° 40,041' N	4° 25,752' E	596646,86	5836225,87			23,060			23,060			52,667353	4,429197
					339,8	0,030		0	0,030					
103	52° 40,056' N	4° 25,743' E	596636,09	5836253,40			23,090			23,090			52,667602	4,429046
					338,2	0,030		0	0,030					
104	52° 40,071' N	4° 25,733' E	596624,59	5836280,64			23,119			23,119			52,667849	4,428884
					336,7	0,030		0	0,030					
105	52° 40,086' N	4° 25,723' E	596612,36	5836307,56			23,149			23,149			52,668093	4,428711
					335,2	0,030		0	0,030					
106	52° 40,1' N	4° 25,712' E	596599,40	5836334,14			23,178			23,178			52,668335	4,428528
					333,6	0,030		0	0,030					



RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
107	52° 40,114' N	4° 25,7' E	596585,74	5836360,36			23,208			23,208			52,668573	4,428333
					332,1	0,030		0	0,030					
108	52° 40,128' N	4° 25,688' E	596571,38	5836386,20			23,238			23,238			52,668807	4,428129
					330,5	0,030		0	0,030					
109	52° 40,142' N	4° 25,675' E	596556,34	5836411,65			23,267			23,267			52,669039	4,427914
					329,0	0,030		0	0,030					
110	52° 40,156' N	4° 25,661' E	596540,61	5836436,69			23,297			23,297			52,669267	4,427688
					327,5	0,030		0	0,030					
111	52° 40,169' N	4° 25,647' E	596524,21	5836461,29			23,326			23,326			52,669491	4,427453
					325,9	0,030		0	0,030					
112	52° 40,183' N	4° 25,632' E	596507,16	5836485,45			23,356			23,356			52,669711	4,427208
					324,4	0,030		0	0,030					
113	52° 40,196' N	4° 25,617' E	596489,47	5836509,14			23,385			23,385			52,669927	4,426954
					322,8	0,030		0	0,030					
114	52° 40,208' N	4° 25,601' E	596471,14	5836532,34			23,415			23,415			52,670139	4,426690
					321,3	0,030		0	0,030					
115	52° 40,221' N	4° 25,585' E	596452,20	5836555,04			23,445			23,445			52,670346	4,426416
					319,8	0,030		0	0,030					
116	52° 40,233' N	4° 25,568' E	596432,66	5836577,23			23,474			23,474			52,670549	4,426134
					318,2	0,030		0	0,030					
117	52° 40,245' N	4° 25,551' E	596412,53	5836598,88			23,504			23,504			52,670747	4,425842
					316,7	0,030		0	0,030					
118	52° 40,256' N	4° 25,533' E	596391,82	5836619,99			23,533			23,533			52,670940	4,425542
					315,1	0,030		0	0,030					
119	52° 40,268' N	4° 25,514' E	596370,55	5836640,53			23,563			23,563			52,671129	4,425234
					313,6	0,030		0	0,030					
120	52° 40,279' N	4° 25,495' E	596348,74	5836660,49			23,592			23,592			52,671312	4,424917
					312,1	0,030		0	0,030					
121	52° 40,289' N	4° 25,476' E	596326,40	5836679,85			23,622			23,622			52,671490	4,424593
					310,5	0,030		0	0,030					
122	52° 40,3' N	4° 25,456' E	596303,55	5836698,61			23,652			23,652			52,671663	4,424260
					309,0	0,030		0	0,030					
123	52° 40,31' N	4° 25,435' E	596280,20	5836716,75			23,681			23,681			52,671830	4,423920
					307,4	0,030		0	0,030					
124	52° 40,319' N	4° 25,414' E	596256,37	5836734,25			23,711			23,711			52,671992	4,423573
					305,9	0,030		0	0,030					

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
125	52° 40,329' N	4° 25,393' E	596232,08	5836751,11			23,740			23,740			52,672147	4,423219
					304,4	0,030		0	0,030					
126	52° 40,338' N	4° 25,371' E	596207,34	5836767,31			23,770			23,770			52,672297	4,422858
					302,8	0,030		0	0,030					
127	52° 40,346' N	4° 25,349' E	596182,18	5836782,84			23,799			23,799			52,672441	4,422491
					301,3	0,030		0	0,030					
128	52° 40,355' N	4° 25,327' E	596156,62	5836797,69			23,829			23,829			52,672579	4,422117
					299,7	0,030		0	0,030					
129	52° 40,363' N	4° 25,304' E	596130,66	5836811,84			23,859			23,859			52,672711	4,421737
					298,2	0,030		0	0,030					
130	52° 40,37' N	4° 25,281' E	596104,33	5836825,29			23,888			23,888			52,672837	4,421352
					296,7	0,030		0	0,030					
131	52° 40,377' N	4° 25,258' E	596077,65	5836838,03			23,918			23,918			52,672956	4,420961
					295,1	0,030		0	0,030					
132	52° 40,384' N	4° 25,234' E	596050,63	5836850,05			23,947			23,947			52,673069	4,420565
					293,6	0,030		0	0,030					
133	52° 40,39' N	4° 25,21' E	596023,30	5836861,33			23,977			23,977			52,673175	4,420165
					292,0	0,030		0	0,030					
134	52° 40,396' N	4° 25,186' E	595995,68	5836871,88			24,006			24,006			52,673275	4,419759
					290,5	0,030		0	0,030					
135	52° 40,402' N	4° 25,161' E	595967,79	5836881,68			24,036			24,036			52,673368	4,419350
					288,9	0,030		0	0,030					
136	52° 40,407' N	4° 25,136' E	595939,64	5836890,73			24,065			24,065			52,673454	4,418936
					287,4	0,030		0	0,030					
137	52° 40,412' N	4° 25,111' E	595911,26	5836899,02			24,095			24,095			52,673533	4,418519
					285,9	0,030		0	0,030					
138	52° 40,416' N	4° 25,086' E	595882,67	5836906,54			24,125			24,125			52,673606	4,418098
					285,1	4,231		0	4,231					
139	52° 41,01' N	4° 21,46' E	591776,56	5837928,06			28,356			28,356			52,683498	4,357673
					292,0	1,224		0	1,224					
140	52° 41,257' N	4° 20,453' E	590632,82	5838364,91			29,580			29,580	0	CX KB0026 Att. Crossing 1 seg B2 optic in use	52,687617	4,340879
					292,0	1,556		0	1,556					
141	52° 41,571' N	4° 19,172' E	589178,88	5838920,25			31,137			31,137	0	CX Deuteri KB0004 TAT14 segJ optic in use	52,692849	4,319525
					291,9	0,807		0	0,807					
142	52° 41,734' N	4° 18,507' E	588424,58	5839208,35			31,944			31,944	0		52,695562	4,308445

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					292,1	0,033		0	0,033					
143	52° 41,74' N	4° 18,48' E	588393,92	5839220,18					31,977		0		52,695673	4,307994
					292,9	0,023		0	0,023					
144	52° 41,745' N	4° 18,461' E	588372,45	5839228,78					32,000		0		52,695754	4,307679
					296,3	0,010		0	0,010					
145	52° 41,748' N	4° 18,452' E	588363,03	5839233,23					32,010		0	DTS Enter zandwinning Q5_CO_ZZ01	52,695796	4,307541
					296,3	0,028		0	0,028					
146	52° 41,754' N	4° 18,43' E	588337,66	5839245,23					32,039		0		52,695908	4,307169
					301,9	0,058		0	0,058					
147	52° 41,771' N	4° 18,387' E	588288,12	5839274,80					32,096		0		52,696181	4,306444
					308,5	0,058		0	0,058					
148	52° 41,79' N	4° 18,347' E	588242,31	5839309,87					32,154		0		52,696504	4,305776
					315,1	0,058		0	0,058					
149	52° 41,812' N	4° 18,31' E	588200,85	5839349,99					32,212		0		52,696871	4,305173
					318,4	0,313		0	0,313					
150	52° 41,938' N	4° 18,126' E	587989,06	5839580,02					32,524		0	DTS Exit zandwinning Q5_CO_ZZ01	52,698973	4,302101
					316,5	0,084		0	0,084					
151	52° 41,971' N	4° 18,074' E	587929,76	5839640,22					32,609		0	DTS 12 mile limit	52,699524	4,301240
					309,6	0,022		0	0,022					
152	52° 41,979' N	4° 18,059' E	587912,40	5839654,08					32,631				52,699651	4,300987
					300,8	0,061		0	0,061					
153	52° 41,996' N	4° 18,013' E	587859,37	5839684,46					32,692				52,699933	4,300211
					290,6	0,046		0	0,046					
154	52° 42,005' N	4° 17,975' E	587816,15	5839699,83					32,738				52,700078	4,299575
					281,8	0,046		0	0,046					
155	52° 42,01' N	4° 17,935' E	587771,09	5839708,44					32,784				52,700163	4,298911
					273,1	0,046		0	0,046					
156	52° 42,011' N	4° 17,894' E	587725,25	5839710,07					32,830				52,700185	4,298233
					264,3	0,046		0	0,046					
157	52° 42,009' N	4° 17,853' E	587679,69	5839704,70					32,876				52,700144	4,297558
					255,5	0,046		0	0,046					
158	52° 42,002' N	4° 17,814' E	587635,49	5839692,44					32,921				52,700041	4,296901
					246,8	0,046		0	0,046					
159	52° 41,993' N	4° 17,777' E	587593,67	5839673,59					32,967				52,699878	4,296277
					238,0	0,046		0	0,046					

RPL-A03-rev01  
HKN1 RPL A02 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
160	52° 41,98' N	4° 17,742' E	587555,22	5839648,58			33,013		33,013				52,699660	4,295701
					229,2	0,046		0	0,046					
161	52° 41,963' N	4° 17,711' E	587521,02	5839618,01			33,059		33,059	0			52,699391	4,295187
					220,5	0,046		0	0,046					
162	52° 41,945' N	4° 17,685' E	587491,89	5839582,57			33,105		33,105	0			52,699077	4,294747
					211,7	0,046		0	0,046					
163	52° 41,924' N	4° 17,663' E	587468,50	5839543,11			33,151		33,151	0			52,698726	4,294390
					207,3	0,100		0	0,100					
164	52° 41,876' N	4° 17,623' E	587424,33	5839453,63			33,251		33,251		DTS Platform HKN		52,697929	4,293713

# RPL-A03-rev01

## HKN2 RPLA03 Revisie 01

### SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS HKN2
DATE:	24-7-2018 9:16:00
BY:	101706



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

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
1	52° 30,09' N	4° 35,269' E	607778,64	5818003,41			0,000		0,000	0	DTS landing	52,501496	4,587817	
					303,6	1,178		0	1,178					
2	52° 30,442' N	4° 34,402' E	606783,98	5818634,07			1,178		1,178			52,507360	4,573371	
					306,0	0,059		0	0,059					
3	52° 30,46' N	4° 34,36' E	606735,86	5818667,48			1,236		1,236			52,507669	4,572673	
					311,7	0,080		0	0,080					
4	52° 30,489' N	4° 34,308' E	606675,01	5818719,35			1,316		1,316			52,508147	4,571794	
					317,8	0,070		0	0,070					
5	52° 30,517' N	4° 34,266' E	606626,92	5818770,18			1,386		1,386			52,508614	4,571102	
					323,6	0,070		0	0,070					
6	52° 30,547' N	4° 34,229' E	606584,15	5818825,55			1,456		1,456			52,509120	4,570490	
					329,3	0,070		0	0,070					
7	52° 30,58' N	4° 34,198' E	606547,11	5818884,92			1,526		1,526			52,509660	4,569963	
					335,0	0,070		0	0,070					
8	52° 30,614' N	4° 34,172' E	606516,19	5818947,69			1,596		1,596			52,510230	4,569528	
					341,2	0,080		0	0,080					
9	52° 30,655' N	4° 34,149' E	606488,73	5819022,78			1,676		1,676			52,510911	4,569147	
					347,3	0,070		0	0,070					
10	52° 30,691' N	4° 34,135' E	606471,87	5819090,69			1,746		1,746			52,511524	4,568921	
					351,9	0,009		0	0,009					
11	52° 30,696' N	4° 34,134' E	606470,41	5819099,56			1,755		1,755			52,511604	4,568902	
					351,8	0,023		0	0,023					
12	52° 30,709' N	4° 34,131' E	606466,62	5819122,46			1,778		1,778			52,511811	4,568854	
					352,8	1,401		0	1,401					
13	52° 31,458' N	4° 33,976' E	606260,39	5820508,64			3,180		3,180	0	DTS 1 mile limit	52,524308	4,566259	
					352,8	2,095		0	2,095					
14	52° 32,579' N	4° 33,743' E	605952,09	5822580,93			5,275		5,275			52,542992	4,562377	
					353,7	0,022		0	0,022					
15	52° 32,591' N	4° 33,741' E	605949,21	5822602,63			5,297		5,297			52,543187	4,562342	
					355,5	0,022		0	0,022					
16	52° 32,603' N	4° 33,739' E	605947,01	5822624,40			5,319		5,319			52,543383	4,562316	
					357,3	0,022		0	0,022					
17	52° 32,615' N	4° 33,738' E	605945,49	5822646,23			5,340		5,340			52,543580	4,562301	
					359,0	0,022		0	0,022					
18	52° 32,627' N	4° 33,738' E	605944,65	5822668,09			5,362		5,362			52,543776	4,562296	
					359,9	0,743		0	0,743					

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
19	52° 33,027' N	4° 33,737' E	605927,82	5823411,15			6,106			6,106			52,550457	4,562285
					359,0	0,022		0	0,022					
20	52° 33,039' N	4° 33,737' E	605926,98	5823433,02			6,127			6,127			52,550654	4,562279
					357,3	0,022		0	0,022					
21	52° 33,051' N	4° 33,736' E	605925,46	5823454,85			6,149			6,149			52,550850	4,562264
					355,5	0,022		0	0,022					
22	52° 33,063' N	4° 33,734' E	605923,26	5823476,62			6,171			6,171			52,551047	4,562238
					353,7	0,022		0	0,022					
23	52° 33,075' N	4° 33,732' E	605920,38	5823498,31			6,193			6,193			52,551242	4,562203
					352,8	0,094		0	0,094					
24	52° 33,125' N	4° 33,722' E	605906,61	5823590,86			6,287			6,287	0	CX KPN optic KB0015 Rembrandt1 in use	52,552076	4,562029
					352,8	0,703		0	0,703					
25	52° 33,501' N	4° 33,644' E	605803,18	5824286,11			6,990			6,990	0	CX KB0074 Att.Crossing1 seg B1 optic in use	52,558345	4,560726
					352,8	0,973		0	0,973					
26	52° 34,021' N	4° 33,535' E	605659,97	5825248,66			7,963			7,963	0	CX KB0026 Att.Crossing1 seg B2 optic in use	52,567023	4,558921
					352,8	0,224		0	0,224					
27	52° 34,141' N	4° 33,51' E	605627,03	5825470,13			8,187			8,187			52,569019	4,558506
					351,9	0,027		0	0,027					
28	52° 34,155' N	4° 33,507' E	605622,73	5825496,34			8,213			8,213			52,569256	4,558451
					350,2	0,027		0	0,027					
29	52° 34,169' N	4° 33,503' E	605617,66	5825522,41			8,240			8,240			52,569491	4,558385
					348,5	0,027		0	0,027					
30	52° 34,184' N	4° 33,498' E	605611,83	5825548,33			8,266			8,266			52,569725	4,558307
					346,9	0,027		0	0,027					
31	52° 34,197' N	4° 33,493' E	605605,23	5825574,06			8,293			8,293			52,569958	4,558218
					345,2	0,027		0	0,027					
32	52° 34,211' N	4° 33,487' E	605597,88	5825599,58			8,319			8,319			52,570188	4,558117
					343,5	0,027		0	0,027					
33	52° 34,225' N	4° 33,48' E	605589,77	5825624,88			8,346			8,346			52,570417	4,558006
					341,8	0,027		0	0,027					
34	52° 34,239' N	4° 33,473' E	605580,93	5825649,92			8,373			8,373			52,570644	4,557883
					340,1	0,027		0	0,027					
35	52° 34,252' N	4° 33,465' E	605571,34	5825674,70			8,399			8,399			52,570869	4,557750
					338,4	0,027		0	0,027					
36	52° 34,265' N	4° 33,456' E	605561,04	5825699,18			8,426			8,426			52,571091	4,557606

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					336,7	0,027		0	0,027					
37	52° 34,279' N	4° 33,447' E	605550,01	5825723,34			8,452		8,452				52,571310	4,557451
					335,0	0,027		0	0,027					
38	52° 34,292' N	4° 33,437' E	605538,27	5825747,17			8,479		8,479				52,571526	4,557285
					333,3	0,027		0	0,027					
39	52° 34,304' N	4° 33,427' E	605525,84	5825770,64			8,505		8,505				52,571740	4,557109
					331,6	0,027		0	0,027					
40	52° 34,317' N	4° 33,415' E	605512,72	5825793,74			8,532		8,532				52,571950	4,556923
					329,9	0,027		0	0,027					
41	52° 34,329' N	4° 33,404' E	605498,93	5825816,44			8,559		8,559				52,572156	4,556727
					328,3	0,027		0	0,027					
42	52° 34,342' N	4° 33,391' E	605484,47	5825838,72			8,585		8,585				52,572359	4,556521
					326,6	0,027		0	0,027					
43	52° 34,354' N	4° 33,378' E	605469,35	5825860,56			8,612		8,612				52,572559	4,556305
					324,9	0,027		0	0,027					
44	52° 34,365' N	4° 33,365' E	605453,61	5825881,95			8,638		8,638				52,572754	4,556079
					323,2	0,027		0	0,027					
45	52° 34,377' N	4° 33,351' E	605437,23	5825902,87			8,665		8,665				52,572945	4,555844
					321,5	0,027		0	0,027					
46	52° 34,388' N	4° 33,336' E	605420,25	5825923,29			8,691		8,691				52,573132	4,555600
					319,8	0,027		0	0,027					
47	52° 34,399' N	4° 33,321' E	605402,67	5825943,20			8,718		8,718				52,573314	4,555347
					318,1	0,027		0	0,027					
48	52° 34,41' N	4° 33,305' E	605384,51	5825962,59			8,744		8,744				52,573492	4,555086
					316,4	0,027		0	0,027					
49	52° 34,42' N	4° 33,289' E	605365,79	5825981,43			8,771		8,771				52,573665	4,554816
					314,7	0,027		0	0,027					
50	52° 34,43' N	4° 33,272' E	605346,52	5825999,71			8,798		8,798				52,573833	4,554537
					313,0	0,027		0	0,027					
51	52° 34,44' N	4° 33,255' E	605326,72	5826017,41			8,824		8,824				52,573996	4,554251
					311,3	0,027		0	0,027					
52	52° 34,449' N	4° 33,237' E	605306,40	5826034,53			8,851		8,851				52,574154	4,553956
					309,7	0,027		0	0,027					
53	52° 34,458' N	4° 33,219' E	605285,59	5826051,03			8,877		8,877				52,574306	4,553655
					308,8	1,912		0	1,912					



RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
54	52° 35,104' N	4° 31,9' E	603770,11	5827216,87			10,789			10,789	0	PX Q8-A active gas PL0061_PR pipeline	52,585074	4,531665
					308,8	0,345		0	0,345					
55	52° 35,221' N	4° 31,662' E	603496,89	5827427,05			11,134			11,134	0	DTS 3 mile limit	52,587015	4,527700
					308,8	1,052		0	1,052					
56	52° 35,576' N	4° 30,936' E	602663,41	5828068,24			12,186			12,186			52,592936	4,515601
					308,8	0,606		0	0,606					
57	52° 35,781' N	4° 30,517' E	602182,85	5828437,93			12,792			12,792			52,596349	4,508623
					310,3	2,311		0	2,311					
58	52° 36,587' N	4° 28,956' E	600389,89	5829895,14			15,102			15,102	0	DTS Enter verlaten suppletiezandwinning Q8-C	52,609779	4,482601
					310,3	0,829		0	0,829					
59	52° 36,876' N	4° 28,396' E	599746,36	5830417,95			15,931			15,931	0	DTS Exit verlaten suppletiezandwinning Q8-C	52,614596	4,473261
					310,3	3,881		0	3,881					
60	52° 38,228' N	4° 25,77' E	596734,54	5832865,51			19,812			19,812			52,637137	4,429508
					311,2	0,023		0	0,023					
61	52° 38,237' N	4° 25,755' E	596716,58	5832880,62			19,836			19,836			52,637276	4,429247
					313,1	0,023		0	0,023					
62	52° 38,245' N	4° 25,74' E	596699,13	5832896,32			19,859			19,859			52,637421	4,428994
					315,0	0,023		0	0,023					
63	52° 38,254' N	4° 25,725' E	596682,22	5832912,60			19,883			19,883			52,637570	4,428749
					317,0	0,023		0	0,023					
64	52° 38,263' N	4° 25,711' E	596665,86	5832929,43			19,906			19,906			52,637724	4,428512
					318,9	0,023		0	0,023					
65	52° 38,273' N	4° 25,697' E	596650,08	5832946,80			19,930			19,930			52,637883	4,428284
					320,8	0,023		0	0,023					
66	52° 38,283' N	4° 25,684' E	596634,88	5832964,70			19,953			19,953			52,638047	4,428065
					322,7	0,023		0	0,023					
67	52° 38,293' N	4° 25,671' E	596620,30	5832983,09			19,977			19,977			52,638214	4,427855
					324,6	0,023		0	0,023					
68	52° 38,303' N	4° 25,659' E	596606,34	5833001,96			20,000			20,000			52,638386	4,427654
					326,6	0,023		0	0,023					
69	52° 38,314' N	4° 25,648' E	596593,02	5833021,29			20,024			20,024			52,638563	4,427463
					328,5	0,023		0	0,023					
70	52° 38,325' N	4° 25,637' E	596580,36	5833041,05			20,047			20,047			52,638742	4,427282
					330,4	0,023		0	0,023					
71	52° 38,336' N	4° 25,627' E	596568,37	5833061,23			20,071			20,071			52,638926	4,427111

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					332,3	0,023		0	0,023					
72	52° 38,347' N	4° 25,617' E	596557,06	5833081,79					20,094				52,639113	4,426949
					334,2	0,023		0	0,023					
73	52° 38,358' N	4° 25,608' E	596546,44	5833102,73					20,118				52,639303	4,426799
					336,2	0,023		0	0,023					
74	52° 38,37' N	4° 25,6' E	596536,54	5833124,01					20,141				52,639496	4,426659
					338,1	0,023		0	0,023					
75	52° 38,381' N	4° 25,592' E	596527,35	5833145,61					20,164				52,639692	4,426529
					340,0	0,023		0	0,023					
76	52° 38,393' N	4° 25,585' E	596518,89	5833167,50					20,188				52,639890	4,426411
					341,9	0,023		0	0,023					
77	52° 38,405' N	4° 25,578' E	596511,17	5833189,67					20,211				52,640090	4,426303
					343,9	0,023		0	0,023					
78	52° 38,418' N	4° 25,572' E	596504,20	5833212,08					20,235				52,640293	4,426207
					345,8	0,023		0	0,023					
79	52° 38,43' N	4° 25,567' E	596497,99	5833234,72					20,258				52,640498	4,426121
					347,7	0,023		0	0,023					
80	52° 38,442' N	4° 25,563' E	596492,53	5833257,55					20,282				52,640704	4,426048
					349,6	0,023		0	0,023					
81	52° 38,455' N	4° 25,559' E	596487,85	5833280,55					20,305				52,640911	4,425985
					351,5	0,023		0	0,023					
82	52° 38,467' N	4° 25,556' E	596483,94	5833303,69					20,329				52,641120	4,425934
					353,5	0,023		0	0,023					
83	52° 38,48' N	4° 25,554' E	596480,80	5833326,95					20,352				52,641330	4,425895
					355,4	0,023		0	0,023					
84	52° 38,492' N	4° 25,552' E	596478,45	5833350,30					20,376				52,641540	4,425867
					357,3	0,023		0	0,023					
85	52° 38,505' N	4° 25,551' E	596476,88	5833373,72					20,399				52,641751	4,425850
					359,2	0,023		0	0,023					
86	52° 38,518' N	4° 25,551' E	596476,10	5833397,18					20,423				52,641962	4,425846
					1,1	0,023		0	0,023					
87	52° 38,53' N	4° 25,551' E	596476,11	5833420,66					20,446				52,642173	4,425853
					2,1	0,420		0	0,420					
88	52° 38,757' N	4° 25,565' E	596483,25	5833840,41					20,866		0	CX KPN glasvezel KB0066 Rioja3 optic abandoned	52,645944	4,426081
					2,1	0,547		0	0,547					

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
89	52° 39,051' N	4° 25,583' E	596492,54	5834386,89			21,413			21,413	0	CX Alcatel KB0029 PANGEA Seg2 optic in use	52,650853	4,426378
					2,1	0,022		0	0,022					
90	52° 39,063' N	4° 25,583' E	596492,91	5834408,97			21,435			21,435	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned	52,651052	4,426390
					2,1	0,438		0	0,438					
91	52° 39,299' N	4° 25,598' E	596500,37	5834847,33			21,873			21,873	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use	52,654990	4,426628
					2,1	0,977		0	0,977					
92	52° 39,826' N	4° 25,63' E	596516,97	5835823,78			22,850			22,850			52,663763	4,427160
					1,3	0,026		0	0,026					
93	52° 39,84' N	4° 25,63' E	596517,04	5835850,07			22,876			22,876			52,663999	4,427168
					359,6	0,026		0	0,026					
94	52° 39,854' N	4° 25,63' E	596516,33	5835876,35			22,902			22,902			52,664235	4,427165
					357,9	0,026		0	0,026					
95	52° 39,868' N	4° 25,629' E	596514,86	5835902,61			22,929			22,929			52,664471	4,427151
					356,3	0,026		0	0,026					
96	52° 39,882' N	4° 25,628' E	596512,62	5835928,81			22,955			22,955			52,664707	4,427126
					354,6	0,026		0	0,026					
97	52° 39,897' N	4° 25,625' E	596509,62	5835954,93			22,981			22,981			52,664943	4,427089
					352,9	0,026		0	0,026					
98	52° 39,911' N	4° 25,622' E	596505,85	5835980,95			23,007			23,007			52,665177	4,427041
					351,2	0,026		0	0,026					
99	52° 39,925' N	4° 25,619' E	596501,33	5836006,85			23,034			23,034			52,665411	4,426982
					349,6	0,026		0	0,026					
100	52° 39,939' N	4° 25,615' E	596496,05	5836032,61			23,060			23,060			52,665643	4,426911
					347,9	0,026		0	0,026					
101	52° 39,952' N	4° 25,61' E	596490,02	5836058,21			23,086			23,086			52,665874	4,426830
					346,2	0,026		0	0,026					
102	52° 39,966' N	4° 25,604' E	596483,25	5836083,61			23,113			23,113			52,666104	4,426737
					344,5	0,026		0	0,026					
103	52° 39,98' N	4° 25,598' E	596475,73	5836108,81			23,139			23,139			52,666332	4,426633
					342,9	0,026		0	0,026					
104	52° 39,993' N	4° 25,591' E	596467,49	5836133,78			23,165			23,165			52,666557	4,426519
					341,2	0,026		0	0,026					
105	52° 40,007' N	4° 25,584' E	596458,51	5836158,49			23,191			23,191			52,666781	4,426393
					339,5	0,026		0	0,026					
106	52° 40,02' N	4° 25,575' E	596448,82	5836182,94			23,218			23,218			52,667003	4,426257

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					337,8	0,026		0	0,026					
107	52° 40,033' N	4° 25,567' E	596438,42	5836207,09						23,244			52,667221	4,426111
					336,2	0,026		0	0,026					
108	52° 40,046' N	4° 25,557' E	596427,32	5836230,92						23,270			52,667438	4,425953
					334,5	0,026		0	0,026					
109	52° 40,059' N	4° 25,547' E	596415,53	5836254,43						23,297			52,667651	4,425786
					332,8	0,026		0	0,026					
110	52° 40,072' N	4° 25,537' E	596403,06	5836277,57						23,323			52,667861	4,425608
					331,1	0,026		0	0,026					
111	52° 40,084' N	4° 25,525' E	596389,91	5836300,34						23,349			52,668068	4,425421
					329,5	0,026		0	0,026					
112	52° 40,096' N	4° 25,513' E	596376,11	5836322,72						23,376			52,668272	4,425223
					327,8	0,026		0	0,026					
113	52° 40,108' N	4° 25,501' E	596361,66	5836344,69						23,402			52,668472	4,425016
					326,1	0,026		0	0,026					
114	52° 40,12' N	4° 25,488' E	596346,57	5836366,22						23,428			52,668668	4,424799
					324,4	0,026		0	0,026					
115	52° 40,132' N	4° 25,474' E	596330,86	5836387,31						23,454			52,668860	4,424573
					322,8	0,026		0	0,026					
116	52° 40,143' N	4° 25,46' E	596314,54	5836407,93						23,481			52,669048	4,424338
					321,1	0,026		0	0,026					
117	52° 40,154' N	4° 25,446' E	596297,62	5836428,06						23,507			52,669232	4,424094
					319,4	0,026		0	0,026					
118	52° 40,165' N	4° 25,43' E	596280,13	5836447,68						23,533			52,669412	4,423841
					317,7	0,026		0	0,026					
119	52° 40,175' N	4° 25,415' E	596262,06	5836466,79						23,560			52,669587	4,423579
					316,1	0,026		0	0,026					
120	52° 40,185' N	4° 25,399' E	596243,45	5836485,37						23,586			52,669757	4,423310
					314,4	0,026		0	0,026					
121	52° 40,195' N	4° 25,382' E	596224,30	5836503,39						23,612			52,669922	4,423032
					312,7	0,026		0	0,026					
122	52° 40,205' N	4° 25,365' E	596204,64	5836520,84						23,638			52,670083	4,422746
					311,0	0,026		0	0,026					
123	52° 40,214' N	4° 25,347' E	596184,47	5836537,71						23,665			52,670238	4,422453
					309,4	0,026		0	0,026					
124	52° 40,223' N	4° 25,329' E	596163,82	5836553,99						23,691			52,670388	4,422152

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					307,7	0,026		0	0,026					
125	52° 40,232' N	4° 25,311' E	596142,70	5836569,66			23,717		23,717				52,670532	4,421845
					306,0	0,026		0	0,026					
126	52° 40,24' N	4° 25,292' E	596121,14	5836584,70			23,744		23,744				52,670671	4,421530
					304,4	0,026		0	0,026					
127	52° 40,248' N	4° 25,273' E	596099,14	5836599,11			23,770		23,770				52,670805	4,421209
					302,7	0,026		0	0,026					
128	52° 40,256' N	4° 25,253' E	596076,73	5836612,86			23,796		23,796				52,670932	4,420882
					301,0	0,026		0	0,026					
129	52° 40,263' N	4° 25,233' E	596053,93	5836625,96			23,823		23,823				52,671054	4,420549
					299,3	0,026		0	0,026					
130	52° 40,27' N	4° 25,213' E	596030,76	5836638,38			23,849		23,849				52,671170	4,420210
					297,7	0,026		0	0,026					
131	52° 40,277' N	4° 25,192' E	596007,23	5836650,13			23,875		23,875				52,671280	4,419865
					296,0	0,026		0	0,026					
132	52° 40,283' N	4° 25,171' E	595983,37	5836661,18			23,901		23,901				52,671383	4,419516
					294,3	0,026		0	0,026					
133	52° 40,289' N	4° 25,15' E	595959,20	5836671,53			23,928		23,928				52,671480	4,419162
					292,6	0,026		0	0,026					
134	52° 40,294' N	4° 25,128' E	595934,74	5836681,16			23,954		23,954				52,671571	4,418803
					291,0	0,026		0	0,026					
135	52° 40,299' N	4° 25,106' E	595910,00	5836690,08			23,980		23,980				52,671656	4,418440
					289,3	0,026		0	0,026					
136	52° 40,304' N	4° 25,084' E	595885,02	5836698,28			24,007		24,007				52,671734	4,418073
					287,6	0,026		0	0,026					
137	52° 40,308' N	4° 25,062' E	595859,80	5836705,74			24,033		24,033				52,671805	4,417702
					285,9	0,026		0	0,026					
138	52° 40,312' N	4° 25,04' E	595834,38	5836712,46			24,059		24,059				52,671870	4,417328
					285,1	4,243		0	4,243					
139	52° 40,907' N	4° 21,404' E	591716,51	5837736,90			28,303		28,303				52,681790	4,356732
					292,0	1,323		0	1,323					
140	52° 41,174' N	4° 20,315' E	590480,81	5838208,87			29,625		29,625	0	CX KB0026 Att.Crossing1 seg B2 optic in use		52,686240	4,338588
					292,0	1,644		0	1,644					
141	52° 41,506' N	4° 18,962' E	588944,80	5838795,56			31,270		31,270	0	CX Deuter KB0004 TAT14 segJ optic in use		52,691767	4,316029
					291,9	0,438		0	0,438					

RPL-A03-rev01  
HKN2 RPLA03 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
142	52° 41,594' N	4° 18,601' E	588535,78	5838951,78			31,707			31,707			52,693238	4,310021
					292,0	0,109		0	0,109					
143	52° 41,616' N	4° 18,511' E	588433,96	5838990,80			31,816			31,816	0		52,693605	4,308525
					296,4	0,077		0	0,077					
144	52° 41,635' N	4° 18,45' E	588364,45	5839023,68			31,893			31,893	0		52,693912	4,307506
					305,2	0,077		0	0,077					
145	52° 41,659' N	4° 18,395' E	588300,80	5839066,82			31,970			31,970	0		52,694310	4,306576
					314,0	0,077		0	0,077					
146	52° 41,687' N	4° 18,345' E	588244,52	5839119,22			32,047			32,047	0		52,694790	4,305757
					318,4	0,043		0	0,043					
147	52° 41,705' N	4° 18,32' E	588215,57	5839150,66			32,090			32,090	0	DTS Enter zandwinning Q5_CO_ZZ01	52,695078	4,305337
					318,4	0,355		0	0,355					
148	52° 41,848' N	4° 18,111' E	587975,05	5839411,90			32,445			32,445	0	DTS Exit zandwinning Q5_CO_ZZ01	52,697465	4,301849
					318,4	0,098		0	0,098					
149	52° 41,887' N	4° 18,053' E	587908,88	5839483,65			32,543			32,543	0	DTS 12 mile limit	52,698120	4,300889
					313,8	0,043		0	0,043					
150	52° 41,903' N	4° 18,026' E	587877,23	5839512,88			32,586			32,586			52,698388	4,300429
					305,1	0,046		0	0,046					
151	52° 41,918' N	4° 17,992' E	587838,94	5839538,81			32,632			32,632			52,698627	4,299869
					296,3	0,046		0	0,046					
152	52° 41,929' N	4° 17,955' E	587797,11	5839558,54			32,678			32,678			52,698811	4,299256
					287,5	0,045		0	0,045					
153	52° 41,936' N	4° 17,917' E	587754,05	5839571,30			32,723			32,723			52,698933	4,298622
					280,3	0,032		0	0,032					
154	52° 41,939' N	4° 17,889' E	587722,28	5839576,47			32,755			32,755			52,698985	4,298154
					272,7	0,046		0	0,046					
155	52° 41,94' N	4° 17,848' E	587676,06	5839577,83			32,801			32,801			52,699004	4,297470
					263,9	0,046		0	0,046					
156	52° 41,938' N	4° 17,807' E	587630,17	5839572,06			32,848			32,848			52,698960	4,296790
					255,0	0,046		0	0,046					
157	52° 41,931' N	4° 17,768' E	587585,71	5839559,31			32,894			32,894			52,698853	4,296129
					246,2	0,046		0	0,046					
158	52° 41,921' N	4° 17,73' E	587543,74	5839539,88			32,940			32,940			52,698685	4,295503
					237,3	0,046		0	0,046					
159	52° 41,908' N	4° 17,696' E	587505,26	5839514,23			32,986			32,986			52,698460	4,294926



# RPL-A04-rev01

## HKWa1 RPLA04 Revisie 01

### SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS HKWa1
DATE:	24-7-2018 9:23:00
BY:	101706



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



Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
1	52° 30,072' N	4° 35,261' E	607770,63	5817970,30			0,000		0,000	0	DTS Landing	52,501200	4,587688	
					292,3		1,030	0	1,030					
2	52° 30,283' N	4° 34,419' E	606809,18	5818339,60			1,030		1,030			52,504708	4,573648	
					297,3		0,080	0	0,080					
3	52° 30,302' N	4° 34,356' E	606737,33	5818374,73			1,110		1,110			52,505038	4,572601	
					302,7		0,090	0	0,090					
4	52° 30,329' N	4° 34,289' E	606660,60	5818421,69			1,200		1,200			52,505475	4,571486	
					308,1		0,080	0	0,080					
5	52° 30,355' N	4° 34,234' E	606596,63	5818469,68			1,280		1,280			52,505919	4,570559	
					313,5		0,090	0	0,090					
6	52° 30,389' N	4° 34,176' E	606530,08	5818530,21			1,370		1,370			52,506476	4,569599	
					318,9		0,080	0	0,080					
7	52° 30,421' N	4° 34,129' E	606476,26	5818589,37			1,450		1,450			52,507018	4,568825	
					324,7		0,100	0	0,100					
8	52° 30,465' N	4° 34,078' E	606416,71	5818669,64			1,550		1,550			52,507751	4,567974	
					330,4		0,080	0	0,080					
9	52° 30,503' N	4° 34,043' E	606375,71	5818738,30			1,630		1,630			52,508376	4,567392	
					336,1		0,100	0	0,100					
10	52° 30,552' N	4° 34,008' E	606333,29	5818828,81			1,730		1,730			52,509198	4,566796	
					341,9		0,080	0	0,080					
11	52° 30,593' N	4° 33,986' E	606306,75	5818904,25			1,810		1,810			52,509881	4,566429	
					347,6		0,100	0	0,100					
12	52° 30,646' N	4° 33,967' E	606283,16	5819001,37			1,910		1,910			52,510758	4,566113	
					351,5		0,031	0	0,031					
13	52° 30,662' N	4° 33,963' E	606277,83	5819032,28			1,941		1,941			52,511037	4,566044	
					352,8		0,692	0	0,692					
14	52° 31,032' N	4° 33,886' E	606176,01	5819716,68			2,633		2,633			52,517208	4,564763	
					352,8		0,174	0	0,174					
15	52° 31,126' N	4° 33,866' E	606150,41	5819888,78			2,807		2,807	0	DTS 1 mile limit	52,518759	4,564441	
					352,8		1,569	0	1,569					
16	52° 31,965' N	4° 33,692' E	605919,47	5821441,04			4,376		4,376	0	WK onb. mog.Lotte Skau x= 158m	52,532754	4,561533	
					352,8		1,123	0	1,123					
17	52° 32,566' N	4° 33,567' E	605754,27	5822551,50			5,499		5,499			52,542766	4,559452	
					353,5		0,023	0	0,023					
18	52° 32,578' N	4° 33,565' E	605751,23	5822573,81			5,521		5,521			52,542967	4,559415	

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					354,9	0,023		0	0,023					
19	52° 32,59' N	4° 33,563' E	605748,76	5822596,18			5,544		5,544				52,543168	4,559385
					356,4	0,023		0	0,023					
20	52° 32,602' N	4° 33,562' E	605746,84	5822618,60			5,566		5,566				52,543370	4,559364
					357,8	0,023		0	0,023					
21	52° 32,614' N	4° 33,561' E	605745,49	5822641,07			5,589		5,589				52,543572	4,559351
					359,2	0,023		0	0,023					
22	52° 32,626' N	4° 33,561' E	605744,70	5822663,56			5,611		5,611				52,543775	4,559347
					359,9	0,743		0	0,743					
23	52° 33,027' N	4° 33,56' E	605727,87	5823406,62			6,355		6,355				52,550456	4,559336
					359,0	0,016		0	0,016					
24	52° 33,036' N	4° 33,56' E	605727,27	5823422,24			6,370		6,370				52,550596	4,559332
					357,3	0,016		0	0,016					
25	52° 33,044' N	4° 33,559' E	605726,19	5823437,84			6,386		6,386				52,550736	4,559321
					355,5	0,016		0	0,016					
26	52° 33,053' N	4° 33,558' E	605724,61	5823453,39			6,402		6,402				52,550876	4,559302
					353,7	0,016		0	0,016					
27	52° 33,061' N	4° 33,557' E	605722,56	5823468,88			6,417		6,417				52,551016	4,559277
					352,8	0,103		0	0,103					
28	52° 33,116' N	4° 33,545' E	605707,34	5823571,13			6,521		6,521	0	CX KPN optic KB0015 Rembrandt1 in use		52,551938	4,559085
					352,8	0,717		0	0,717					
29	52° 33,5' N	4° 33,465' E	605601,85	5824280,23			7,237		7,237	0	CX KB0074 Alt.Crossing1 seg B1 optic in use		52,558331	4,557756
					352,8	0,096		0	0,096					
30	52° 33,551' N	4° 33,455' E	605587,69	5824375,43			7,334		7,334	0	Obs (weil)AISIuiterQ08-Middelle x=150m		52,559189	4,557577
					352,8	0,934		0	0,934					
31	52° 34,051' N	4° 33,351' E	605450,23	5825299,37			8,268		8,268	0	CX KB0026 Alt.Crossing1 seg B2 optic in use		52,567519	4,555844
					352,8	0,143		0	0,143					
32	52° 34,128' N	4° 33,335' E	605429,20	5825440,70			8,411		8,411				52,568793	4,555579
					351,8	0,023		0	0,023					
33	52° 34,14' N	4° 33,332' E	605425,38	5825463,74			8,434		8,434				52,569001	4,555530
					349,9	0,023		0	0,023					
34	52° 34,152' N	4° 33,328' E	605420,79	5825486,63			8,457		8,457				52,569208	4,555470
					348,0	0,023		0	0,023					
35	52° 34,165' N	4° 33,324' E	605415,44	5825509,37			8,481		8,481				52,569413	4,555398

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					346,1	0,023		0	0,023					
36	52° 34,177' N	4° 33,319' E	605409,34	5825531,91				8,504		8,504			52,569617	4,555315
					344,2	0,023		0	0,023					
37	52° 34,189' N	4° 33,313' E	605402,49	5825554,23				8,527		8,527			52,569819	4,555221
					342,3	0,023		0	0,023					
38	52° 34,201' N	4° 33,307' E	605394,89	5825576,32				8,551		8,551			52,570019	4,555116
					340,3	0,023		0	0,023					
39	52° 34,213' N	4° 33,3' E	605386,57	5825598,14				8,574		8,574			52,570216	4,555000
					338,4	0,023		0	0,023					
40	52° 34,225' N	4° 33,292' E	605377,52	5825619,67				8,598		8,598			52,570412	4,554874
					336,5	0,023		0	0,023					
41	52° 34,236' N	4° 33,284' E	605367,75	5825640,88				8,621		8,621			52,570604	4,554736
					334,6	0,023		0	0,023					
42	52° 34,248' N	4° 33,275' E	605357,29	5825661,76				8,644		8,644			52,570794	4,554589
					332,7	0,023		0	0,023					
43	52° 34,259' N	4° 33,266' E	605346,13	5825682,28				8,668		8,668			52,570980	4,554431
					330,8	0,023		0	0,023					
44	52° 34,27' N	4° 33,256' E	605334,30	5825702,41				8,691		8,691			52,571164	4,554262
					328,9	0,023		0	0,023					
45	52° 34,281' N	4° 33,245' E	605321,80	5825722,14				8,714		8,714			52,571343	4,554084
					327,0	0,023		0	0,023					
46	52° 34,291' N	4° 33,234' E	605308,65	5825741,44				8,738		8,738			52,571519	4,553896
					325,1	0,023		0	0,023					
47	52° 34,301' N	4° 33,222' E	605294,86	5825760,29				8,761		8,761			52,571691	4,553699
					323,1	0,023		0	0,023					
48	52° 34,312' N	4° 33,21' E	605280,46	5825778,67				8,784		8,784			52,571859	4,553492
					321,2	0,023		0	0,023					
49	52° 34,321' N	4° 33,197' E	605265,44	5825796,56				8,808		8,808			52,572023	4,553277
					319,3	0,023		0	0,023					
50	52° 34,331' N	4° 33,183' E	605249,84	5825813,94				8,831		8,831			52,572182	4,553052
					317,4	0,023		0	0,023					
51	52° 34,34' N	4° 33,169' E	605233,67	5825830,78				8,854		8,854			52,572337	4,552819
					315,5	0,023		0	0,023					
52	52° 34,349' N	4° 33,155' E	605216,94	5825847,08				8,878		8,878			52,572486	4,552577
					313,6	0,023		0	0,023					
53	52° 34,358' N	4° 33,14' E	605199,69	5825862,82				8,901		8,901			52,572631	4,552328

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]	
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total					
					311,7	0,023		0	0,023						
54	52° 34,366' N	4° 33,124' E	605181,91	5825877,96					8,925		8,925		52,572771	4,552070	
					309,8	0,023		0	0,023						
55	52° 34,374' N	4° 33,108' E	605163,64	5825892,51					8,948		8,948		52,572905	4,551806	
					308,8	1,680		0	1,680						
56	52° 34,942' N	4° 31,949' E	603832,38	5826916,63					10,627		10,627	0	PX Q8-A active gas PL0061_PR pipeline	52,582364	4,532490
					308,8	0,451		0	0,451						
57	52° 35,094' N	4° 31,638' E	603474,56	5827191,90					11,079		11,079	0	DTS 3 mile limit	52,584906	4,527297
					308,8	1,786		0	1,786						
58	52° 35,698' N	4° 30,405' E	602058,89	5828280,95					12,865		12,865		52,594961	4,506745	
					310,7	0,000		0	0,000						
59	52° 35,698' N	4° 30,405' E	602058,74	5828281,08					12,865		12,865		52,594962	4,506743	
					310,3	2,296		0	2,296						
60	52° 36,498' N	4° 28,853' E	600277,25	5829728,81					15,161		15,161	0	DTS Enter verlaten suppletiezandwinning Q8-C	52,608305	4,480890
					310,3	1,004		0	1,004						
61	52° 36,848' N	4° 28,175' E	599498,40	5830361,74					16,164		16,164	0	DTS Exit verlaten suppletiezandwinning Q8-C	52,614136	4,469583
					310,3	3,724		0	3,724						
62	52° 38,146' N	4° 25,656' E	596608,41	5832710,30					19,888		19,888		52,635765	4,427599	
					311,1	0,026		0	0,026						
63	52° 38,155' N	4° 25,638' E	596588,26	5832727,18					19,915		19,915		52,635920	4,427307	
					312,7	0,026		0	0,026						
64	52° 38,165' N	4° 25,621' E	596568,60	5832744,63					19,941		19,941		52,636081	4,427021	
					314,4	0,026		0	0,026						
65	52° 38,175' N	4° 25,605' E	596549,47	5832762,65					19,967		19,967		52,636246	4,426744	
					316,1	0,026		0	0,026						
66	52° 38,185' N	4° 25,588' E	596530,87	5832781,22					19,993		19,993		52,636416	4,426475	
					317,8	0,026		0	0,026						
67	52° 38,195' N	4° 25,573' E	596512,82	5832800,33					20,020		20,020		52,636591	4,426214	
					319,4	0,026		0	0,026						
68	52° 38,206' N	4° 25,558' E	596495,33	5832819,96					20,046		20,046		52,636771	4,425961	
					321,1	0,026		0	0,026						
69	52° 38,217' N	4° 25,543' E	596478,43	5832840,08					20,072		20,072		52,636954	4,425717	
					322,8	0,026		0	0,026						
70	52° 38,229' N	4° 25,529' E	596462,12	5832860,70					20,099		20,099		52,637143	4,425482	
					324,5	0,026		0	0,026						

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
71	52° 38,24' N	4° 25,515' E	596446,42	5832881,78			20,125			20,125			52,637335	4,425257
					326,1	0,026		0	0,026					
72	52° 38,252' N	4° 25,502' E	596431,34	5832903,31			20,151			20,151			52,637531	4,425040
					327,8	0,026		0	0,026					
73	52° 38,264' N	4° 25,49' E	596416,90	5832925,27			20,177			20,177			52,637731	4,424833
					329,5	0,026		0	0,026					
74	52° 38,276' N	4° 25,478' E	596403,11	5832947,64			20,204			20,204			52,637934	4,424636
					331,1	0,026		0	0,026					
75	52° 38,288' N	4° 25,467' E	596389,97	5832970,41			20,230			20,230			52,638141	4,424448
					332,8	0,026		0	0,026					
76	52° 38,301' N	4° 25,456' E	596377,50	5832993,55			20,256			20,256			52,638352	4,424271
					334,5	0,026		0	0,026					
77	52° 38,314' N	4° 25,446' E	596365,72	5833017,05			20,283			20,283			52,638565	4,424104
					336,2	0,026		0	0,026					
78	52° 38,327' N	4° 25,437' E	596354,63	5833040,87			20,309			20,309			52,638781	4,423947
					337,8	0,026		0	0,026					
79	52° 38,34' N	4° 25,428' E	596344,23	5833065,02			20,335			20,335			52,639000	4,423800
					339,5	0,026		0	0,026					
80	52° 38,353' N	4° 25,42' E	596334,55	5833089,45			20,361			20,361			52,639221	4,423665
					341,2	0,026		0	0,026					
81	52° 38,367' N	4° 25,412' E	596325,59	5833114,16			20,388			20,388			52,639445	4,423539
					342,9	0,026		0	0,026					
82	52° 38,38' N	4° 25,405' E	596317,35	5833139,12			20,414			20,414			52,639671	4,423425
					344,5	0,026		0	0,026					
83	52° 38,394' N	4° 25,399' E	596309,84	5833164,31			20,440			20,440			52,639898	4,423321
					346,2	0,026		0	0,026					
84	52° 38,408' N	4° 25,394' E	596303,07	5833189,71			20,467			20,467			52,640128	4,423229
					347,9	0,026		0	0,026					
85	52° 38,422' N	4° 25,389' E	596297,05	5833215,29			20,493			20,493			52,640359	4,423147
					349,6	0,026		0	0,026					
86	52° 38,435' N	4° 25,385' E	596291,77	5833241,04			20,519			20,519			52,640591	4,423077
					351,2	0,026		0	0,026					
87	52° 38,449' N	4° 25,381' E	596287,25	5833266,94			20,545			20,545			52,640825	4,423017
					352,9	0,026		0	0,026					
88	52° 38,464' N	4° 25,378' E	596283,49	5833292,95			20,572			20,572			52,641059	4,422969
					354,6	0,026		0	0,026					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
89	52° 38,478' N	4° 25,376' E	596280,49	5833319,06			20,598			20,598			52,641294	4,422933
					356,2	0,026		0	0,026					
90	52° 38,492' N	4° 25,374' E	596278,25	5833345,25			20,624			20,624			52,641530	4,422907
					357,9	0,026		0	0,026					
91	52° 38,506' N	4° 25,374' E	596276,78	5833371,50			20,651			20,651			52,641766	4,422893
					359,6	0,026		0	0,026					
92	52° 38,52' N	4° 25,373' E	596276,07	5833397,77			20,677			20,677			52,642002	4,422891
					1,3	0,026		0	0,026					
93	52° 38,534' N	4° 25,374' E	596276,14	5833424,06			20,703			20,703			52,642239	4,422899
					2,1	0,419		0	0,419					
94	52° 38,76' N	4° 25,388' E	596283,27	5833843,23			21,122			21,122	0	CX KPN glasvezel KB0066 Rioja3 optic abandoned	52,646005	4,423127
					2,1	0,559		0	0,559					
95	52° 39,061' N	4° 25,406' E	596292,76	5834401,78			21,681			21,681	0	CX Alcatel KB0029 PANGEA Seg2 optic in use	52,651023	4,423430
					2,1	0,024		0	0,024					
96	52° 39,075' N	4° 25,407' E	596293,18	5834426,18			21,705			21,705	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned	52,651242	4,423443
					2,1	0,472		0	0,472					
97	52° 39,329' N	4° 25,422' E	596301,21	5834898,34			22,178			22,178	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use	52,655484	4,423700
					2,1	0,929		0	0,929					
98	52° 39,83' N	4° 25,452' E	596317,00	5835827,18			23,107			23,107			52,663829	4,424205
					1,1	0,024		0	0,024					
99	52° 39,842' N	4° 25,453' E	596317,01	5835850,69			23,130			23,130			52,664040	4,424212
					359,2	0,024		0	0,024					
100	52° 39,855' N	4° 25,452' E	596316,22	5835874,20			23,154			23,154			52,664251	4,424207
					357,3	0,024		0	0,024					
101	52° 39,868' N	4° 25,451' E	596314,65	5835897,67			23,177			23,177			52,664463	4,424190
					355,4	0,024		0	0,024					
102	52° 39,88' N	4° 25,45' E	596312,29	5835921,07			23,201			23,201			52,664673	4,424162
					353,4	0,024		0	0,024					
103	52° 39,893' N	4° 25,447' E	596309,14	5835944,37			23,224			23,224			52,664883	4,424123
					351,5	0,024		0	0,024					
104	52° 39,906' N	4° 25,444' E	596305,21	5835967,56			23,248			23,248			52,665092	4,424071
					349,6	0,024		0	0,024					
105	52° 39,918' N	4° 25,441' E	596300,51	5835990,60			23,271			23,271			52,665300	4,424009
					347,7	0,024		0	0,024					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
106	52° 39,93' N	4° 25,436' E	596295,03	5836013,48			23,295			23,295			52,665507	4,423934
					345,7	0,024		0	0,024					
107	52° 39,943' N	4° 25,431' E	596288,79	5836036,15			23,318			23,318			52,665712	4,423849
					343,8	0,024		0	0,024					
108	52° 39,955' N	4° 25,425' E	596281,79	5836058,60			23,342			23,342			52,665915	4,423752
					341,9	0,024		0	0,024					
109	52° 39,967' N	4° 25,419' E	596274,04	5836080,81			23,365			23,365			52,666116	4,423644
					340,0	0,024		0	0,024					
110	52° 39,979' N	4° 25,411' E	596265,55	5836102,74			23,389			23,389			52,666314	4,423525
					338,0	0,024		0	0,024					
111	52° 39,991' N	4° 25,404' E	596256,33	5836124,37			23,412			23,412			52,666510	4,423395
					336,1	0,024		0	0,024					
112	52° 40,002' N	4° 25,395' E	596246,38	5836145,69			23,436			23,436			52,666704	4,423254
					334,2	0,024		0	0,024					
113	52° 40,014' N	4° 25,386' E	596235,73	5836166,65			23,459			23,459			52,666894	4,423102
					332,3	0,024		0	0,024					
114	52° 40,025' N	4° 25,376' E	596224,37	5836187,25			23,483			23,483			52,667081	4,422941
					330,3	0,024		0	0,024					
115	52° 40,036' N	4° 25,366' E	596212,33	5836207,45			23,506			23,506			52,667265	4,422768
					328,4	0,024		0	0,024					
116	52° 40,047' N	4° 25,355' E	596199,62	5836227,24			23,530			23,530			52,667445	4,422586
					326,5	0,024		0	0,024					
117	52° 40,057' N	4° 25,344' E	596186,26	5836246,59			23,553			23,553			52,667621	4,422394
					324,6	0,024		0	0,024					
118	52° 40,068' N	4° 25,332' E	596172,24	5836265,48			23,577			23,577			52,667793	4,422193
					322,6	0,024		0	0,024					
119	52° 40,078' N	4° 25,319' E	596157,61	5836283,89			23,601			23,601			52,667962	4,421982
					320,7	0,024		0	0,024					
120	52° 40,088' N	4° 25,306' E	596142,36	5836301,79			23,624			23,624			52,668125	4,421762
					318,8	0,024		0	0,024					
121	52° 40,097' N	4° 25,292' E	596126,52	5836319,18			23,648			23,648			52,668284	4,421532
					316,9	0,024		0	0,024					
122	52° 40,106' N	4° 25,278' E	596110,10	5836336,02			23,671			23,671			52,668438	4,421295
					314,9	0,024		0	0,024					
123	52° 40,115' N	4° 25,263' E	596093,13	5836352,30			23,695			23,695			52,668588	4,421049
					313,0	0,024		0	0,024					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
124	52° 40,124' N	4° 25,248' E	596075,62	5836368,00			23,718			23,718			52,668732	4,420794
					311,1	0,024		0	0,024					
125	52° 40,132' N	4° 25,232' E	596057,60	5836383,11			23,742			23,742			52,668871	4,420532
					309,2	0,024		0	0,024					
126	52° 40,14' N	4° 25,216' E	596039,07	5836397,60			23,765			23,765			52,669004	4,420263
					307,2	0,024		0	0,024					
127	52° 40,148' N	4° 25,199' E	596020,07	5836411,46			23,789			23,789			52,669132	4,419986
					305,3	0,024		0	0,024					
128	52° 40,155' N	4° 25,182' E	596000,62	5836424,67			23,812			23,812			52,669255	4,419702
					303,4	0,024		0	0,024					
129	52° 40,162' N	4° 25,165' E	595980,73	5836437,22			23,836			23,836			52,669371	4,419412
					301,5	0,024		0	0,024					
130	52° 40,169' N	4° 25,147' E	595960,43	5836449,10			23,859			23,859			52,669481	4,419115
					299,5	0,024		0	0,024					
131	52° 40,175' N	4° 25,129' E	595939,74	5836460,29			23,883			23,883			52,669585	4,418812
					297,6	0,024		0	0,024					
132	52° 40,181' N	4° 25,111' E	595918,69	5836470,78			23,906			23,906			52,669683	4,418504
					295,7	0,024		0	0,024					
133	52° 40,187' N	4° 25,091' E	595897,30	5836480,55			23,930			23,930			52,669775	4,418191
					293,8	0,024		0	0,024					
134	52° 40,192' N	4° 25,072' E	595875,59	5836489,60			23,953			23,953			52,669860	4,417873
					291,8	0,024		0	0,024					
135	52° 40,196' N	4° 25,053' E	595853,60	5836497,92			23,977			23,977			52,669939	4,417550
					289,9	0,024		0	0,024					
136	52° 40,201' N	4° 25,033' E	595831,33	5836505,49			24,000			24,000			52,670011	4,417223
					288,0	0,024		0	0,024					
137	52° 40,205' N	4° 25,014' E	595808,82	5836512,31			24,024			24,024			52,670076	4,416892
					286,1	0,024		0	0,024					
138	52° 40,208' N	4° 24,993' E	595786,10	5836518,37			24,047			24,047			52,670135	4,416558
					285,1	4,256		0	4,256					
139	52° 40,805' N	4° 21,347' E	591656,47	5837545,74			28,303			28,303			52,680082	4,355791
					292,0	1,180		0	1,180					
140	52° 41,043' N	4° 20,377' E	590554,53	5837966,63			29,482			29,482			52,684050	4,339611
					292,0	0,242		0	0,242					
141	52° 41,092' N	4° 20,178' E	590328,80	5838052,84			29,724			29,724	0	CX KB0026 Att.Crossing1 seg B2 optic in use	52,684863	4,336297



RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					292,0	0,432		0	0,432					
142	52° 41,179' N	4° 19,822' E	589925,21	5838207,08			30,156		30,156	0		52,686316	4,330370	
					287,5	0,078		0	0,078					
143	52° 41,192' N	4° 19,756' E	589850,21	5838229,18			30,234		30,234	0		52,686527	4,329267	
					278,5	0,078		0	0,078					
144	52° 41,198' N	4° 19,687' E	589772,68	5838239,32			30,313		30,313	0		52,686631	4,328123	
					269,5	0,078		0	0,078					
145	52° 41,198' N	4° 19,618' E	589694,52	5838237,25			30,391		30,391	0		52,686625	4,326966	
					260,6	0,078		0	0,078					
146	52° 41,191' N	4° 19,55' E	589617,64	5838223,01			30,469		30,469	0		52,686510	4,325825	
					251,6	0,078		0	0,078					
147	52° 41,177' N	4° 19,484' E	589543,92	5838196,97			30,547		30,547	0		52,686288	4,324728	
					247,1	2,054		0	2,054					
148	52° 40,746' N	4° 17,805' E	587666,92	5837362,77			32,601		32,601	0	DTS 12 mile limit	52,679098	4,296745	
					247,2	0,357		0	0,357					
149	52° 40,671' N	4° 17,513' E	587340,69	5837218,73			32,958		32,958	0		52,677856	4,291883	
					244,5	0,044		0	0,044					
150	52° 40,661' N	4° 17,477' E	587301,02	5837198,97			33,002		33,002	0		52,677685	4,291291	
					242,0	0,258		0	0,258					
151	52° 40,596' N	4° 17,275' E	587075,49	5837073,84			33,260		33,260	0	PX PetrogasE&PLLC act oil pipeline PL0025_PR	52,676596	4,287923	
					242,0	0,093		0	0,093					
152	52° 40,572' N	4° 17,203' E	586994,22	5837028,76			33,353		33,353	0		52,676204	4,286709	
					238,4	0,225		0	0,225					
153	52° 40,509' N	4° 17,032' E	586804,28	5836907,30			33,578		33,578	0		52,675143	4,283869	
					249,4	0,059		0	0,059					
154	52° 40,497' N	4° 16,983' E	586749,25	5836885,46			33,638		33,638	0		52,674956	4,283049	
					260,7	0,059		0	0,059					
155	52° 40,492' N	4° 16,931' E	586690,99	5836874,86			33,697		33,697	0		52,674870	4,282185	
					272,0	0,059		0	0,059					
156	52° 40,493' N	4° 16,879' E	586631,79	5836875,91			33,756		33,756	0		52,674889	4,281310	
					277,7	1,150		0	1,150					
157	52° 40,576' N	4° 15,867' E	585489,60	5837009,60			34,906		34,906	0	CX Deuter KB0004 TAT14 segJ optic in use	52,676272	4,264456	
					277,7	0,965		0	0,965					
158	52° 40,646' N	4° 15,018' E	584530,83	5837122,34			35,871		35,871	0		52,677435	4,250307	
					277,6	2,287		0	2,287					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
159	52° 40,81' N	4° 13,007' E	582259,24	5837387,66			38,158		38,158	0			52,680169	4,216783
					277,6	3,603		0	3,603					
160	52° 41,067' N	4° 9,838' E	578680,83	5837805,63			41,761		41,761	0			52,684458	4,163963
					279,8	0,039		0	0,039					
161	52° 41,071' N	4° 9,804' E	578642,34	5837811,66			41,800		41,800	0			52,684517	4,163395
					284,3	0,039		0	0,039					
162	52° 41,076' N	4° 9,77' E	578604,44	5837820,66			41,839		41,839	0			52,684604	4,162836
					289,9	0,058		0	0,058					
163	52° 41,087' N	4° 9,721' E	578549,18	5837839,62			41,897		41,897	0			52,684782	4,162024
					295,4	0,039		0	0,039					
164	52° 41,096' N	4° 9,69' E	578513,74	5837855,79			41,936		41,936	0			52,684933	4,161503
					297,7	2,053		0	2,053					
165	52° 41,61' N	4° 8,077' E	576680,86	5838779,88			43,989		43,989	0			52,693501	4,134610
					295,4	0,039		0	0,039					
166	52° 41,619' N	4° 8,046' E	576645,60	5838795,98			44,028		44,028	0			52,693651	4,134092
					291,0	0,039		0	0,039					
167	52° 41,627' N	4° 8,013' E	576609,20	5838809,30			44,067		44,067	0			52,693776	4,133556
					285,4	0,058		0	0,058					
168	52° 41,635' N	4° 7,964' E	576552,94	5838823,89			44,125		44,125	0			52,693915	4,132727
					279,9	0,039		0	0,039					
169	52° 41,638' N	4° 7,93' E	576514,65	5838829,94			44,163		44,163	0			52,693975	4,132162
					277,6	0,047		0	0,047					
170	52° 41,642' N	4° 7,888' E	576467,74	5838835,49			44,211		44,211	0	DTS Enter clearway		52,694031	4,131470
					277,6	10,090		0	10,090					
171	52° 42,362' N	3° 59,009' E	566448,39	5840023,73			54,300		54,300	0	DTS Exit clearway		52,706034	3,983482
					277,5	3,191		0	3,191					
172	52° 42,588' N	3° 56,199' E	563279,30	5840399,57			57,492		57,492	0	DTS Enter clearway		52,709792	3,936657
					277,5	1,436		0	1,436					
173	52° 42,689' N	3° 54,935' E	561852,83	5840568,74			58,928		58,928	0			52,711477	3,915577
					279,2	0,041		0	0,041					
174	52° 42,692' N	3° 54,899' E	561812,17	5840574,78			58,969		58,969	0			52,711536	3,914976
					282,5	0,041		0	0,041					
175	52° 42,697' N	3° 54,863' E	561771,94	5840583,19			59,010		59,010	0			52,711616	3,914382
					285,9	0,041		0	0,041					
176	52° 42,703' N	3° 54,828' E	561732,27	5840593,95			59,051		59,051	0			52,711718	3,913797
					287,6	0,685		0	0,685					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
177	52° 42,815' N	3° 54,248' E	561076,83	5840792,56			59,736		59,736	0	DTS Exit clearway	52,713577	3,904133	
					287,6	0,183		0	0,183					
178	52° 42,844' N	3° 54,093' E	560901,56	5840845,67			59,919		59,919	0	PX PetrogasE&PLLC act oil pipeline PL0109_PR	52,714074	3,901549	
					287,6	0,673		0	0,673					
179	52° 42,954' N	3° 53,523' E	560257,24	5841040,91			60,593		60,593	0		52,715902	3,892048	
					285,6	0,047		0	0,047					
180	52° 42,961' N	3° 53,483' E	560211,64	5841053,06			60,640		60,640	0		52,716016	3,891375	
					281,8	0,047		0	0,047					
181	52° 42,966' N	3° 53,441' E	560165,33	5841062,12			60,687		60,687	0		52,716102	3,890691	
					277,9	0,047		0	0,047					
182	52° 42,97' N	3° 53,4' E	560118,52	5841068,03			60,734		60,734	0		52,716161	3,890000	
					274,0	0,047		0	0,047					
183	52° 42,971' N	3° 53,358' E	560071,41	5841070,78			60,781		60,781	0		52,716191	3,889303	
					270,2	0,047		0	0,047					
184	52° 42,972' N	3° 53,316' E	560024,22	5841070,35			60,829		60,829	0		52,716192	3,888604	
					266,3	0,047		0	0,047					
185	52° 42,97' N	3° 53,274' E	559977,17	5841066,73			60,876		60,876	0		52,716165	3,887907	
					262,5	0,047		0	0,047					
186	52° 42,967' N	3° 53,233' E	559930,47	5841059,96			60,923		60,923	0		52,716109	3,887215	
					258,6	0,047		0	0,047					
187	52° 42,962' N	3° 53,192' E	559884,33	5841050,06			60,970		60,970	0		52,716025	3,886530	
					254,7	0,047		0	0,047					
188	52° 42,955' N	3° 53,151' E	559838,97	5841037,07			61,017		61,017	0		52,715913	3,885856	
					250,9	0,047		0	0,047					
189	52° 42,946' N	3° 53,112' E	559794,58	5841021,05			61,064		61,064	0		52,715774	3,885196	
					247,0	0,047		0	0,047					
190	52° 42,937' N	3° 53,073' E	559751,38	5841002,08			61,112		61,112	0		52,715609	3,884553	
					243,1	0,047		0	0,047					
191	52° 42,925' N	3° 53,036' E	559709,55	5840980,24			61,159		61,159	0		52,715417	3,883930	
					239,3	0,047		0	0,047					
192	52° 42,912' N	3° 53' E	559669,28	5840955,63			61,206		61,206	0		52,715200	3,883329	
					235,4	0,047		0	0,047					
193	52° 42,898' N	3° 52,965' E	559630,77	5840928,37			61,253		61,253	0		52,714959	3,882754	
					231,5	0,047		0	0,047					
194	52° 42,882' N	3° 52,932' E	559594,18	5840898,57			61,300		61,300	0		52,714696	3,882207	

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					227,7	0,047		0	0,047					
195	52° 42,865' N	3° 52,901' E	559559,68	5840866,37			61,348		61,348	0			52,714410	3,881691
					223,8	0,047		0	0,047					
196	52° 42,846' N	3° 52,872' E	559527,43	5840831,93			61,395		61,395	0			52,714104	3,881207
					220,0	0,047		0	0,047					
197	52° 42,827' N	3° 52,846' E	559497,57	5840795,39			61,442		61,442	0			52,713779	3,880759
					216,1	0,047		0	0,047					
198	52° 42,806' N	3° 52,821' E	559470,24	5840756,92			61,489		61,489	0			52,713436	3,880347
					212,2	0,047		0	0,047					
199	52° 42,785' N	3° 52,798' E	559445,57	5840716,69			61,536		61,536	0			52,713077	3,879975
					210,3	1,059		0	1,059					
200	52° 42,291' N	3° 52,324' E	558922,46	5839795,66			62,596		62,596	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use		52,704855	3,872067
					210,3	2,344		0	2,344					
201	52° 41,2' N	3° 51,275' E	557764,88	5837757,50			64,940		64,940	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned		52,686659	3,854579
					210,3	0,715		0	0,715					
202	52° 40,867' N	3° 50,955' E	557411,95	5837136,11			65,654		65,654	0			52,681111	3,849250
					212,2	0,047		0	0,047					
203	52° 40,845' N	3° 50,933' E	557387,41	5837096,08			65,701		65,701	0			52,680754	3,848880
					216,0	0,047		0	0,047					
204	52° 40,825' N	3° 50,908' E	557360,24	5837057,80			65,748		65,748	0			52,680413	3,848471
					219,9	0,047		0	0,047					
205	52° 40,805' N	3° 50,882' E	557330,57	5837021,42			65,795		65,795	0			52,680089	3,848026
					223,7	0,047		0	0,047					
206	52° 40,787' N	3° 50,853' E	557298,52	5836987,11			65,842		65,842	0			52,679784	3,847546
					227,6	0,047		0	0,047					
207	52° 40,77' N	3° 50,822' E	557264,25	5836955,03			65,889		65,889	0			52,679499	3,847034
					231,4	0,047		0	0,047					
208	52° 40,754' N	3° 50,789' E	557227,90	5836925,31			65,936		65,936	0			52,679236	3,846491
					235,2	0,047		0	0,047					
209	52° 40,74' N	3° 50,755' E	557189,65	5836898,10			65,983		65,983	0			52,678995	3,845921
					239,1	0,047		0	0,047					
210	52° 40,727' N	3° 50,719' E	557149,65	5836873,52			66,030		66,030	0			52,678778	3,845325
					242,9	0,047		0	0,047					
211	52° 40,715' N	3° 50,682' E	557108,10	5836851,67			66,077		66,077	0			52,678586	3,844706
					246,8	0,047		0	0,047					

RPL-A04-rev01  
HKWa1 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
212	52° 40,705' N	3° 50,644' E	557065,18	5836832,65			66,124		66,124	0			52,678420	3,844068
					250,6	0,047		0	0,047					
213	52° 40,697' N	3° 50,605' E	557021,07	5836816,56			66,171		66,171	0			52,678280	3,843413
					254,5	0,047		0	0,047					
214	52° 40,69' N	3° 50,565' E	556975,99	5836803,45			66,218		66,218	0			52,678167	3,842744
					258,3	0,047		0	0,047					
215	52° 40,685' N	3° 50,524' E	556930,14	5836793,40			66,264		66,264	0			52,678081	3,842064
					262,2	0,047		0	0,047					
216	52° 40,681' N	3° 50,483' E	556883,71	5836786,45			66,311		66,311	0			52,678024	3,841377
					266,0	0,047		0	0,047					
217	52° 40,68' N	3° 50,441' E	556836,92	5836782,62			66,358		66,358	0			52,677994	3,840684
					269,8	0,047		0	0,047					
218	52° 40,68' N	3° 50,399' E	556789,97	5836781,94			66,405		66,405	0			52,677993	3,839989
					273,7	0,047		0	0,047					
219	52° 40,681' N	3° 50,358' E	556743,09	5836784,40			66,452		66,452	0			52,678020	3,839297
					275,6	1,013		0	1,013					
220	52° 40,734' N	3° 49,463' E	555733,95	5836871,48			67,465		67,465	0			52,678908	3,824387
					275,5	2,711		0	2,711					
221	52° 40,874' N	3° 47,068' E	553032,89	5837099,45			70,176		70,176		Platform HKW		52,681228	3,784475

# RPL-A04-rev01

## HKWa2 RPLA04 Revisie 01

### SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS HKWa2
DATE:	24-7-2018 9:29:00
BY:	101706



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

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
1	52° 30,054' N	4° 35,254' E	607762,64	5817937,27			0,000		0,000	0	DTS Landing	52,500905	4,587559	
					285,7		0,932	0	0,932					
2	52° 30,191' N	4° 34,46' E	606859,76	5818170,33			0,932		0,932			52,503177	4,574339	
					287,9		0,083	0	0,083					
3	52° 30,204' N	4° 34,39' E	606779,78	5818194,24			1,016		1,016	0		52,503408	4,573168	
					292,2		0,086	0	0,086					
4	52° 30,222' N	4° 34,319' E	606699,14	5818225,08			1,102		1,102			52,503701	4,571991	
					296,9		0,089	0	0,089					
5	52° 30,244' N	4° 34,25' E	606619,23	5818263,41			1,191		1,191			52,504061	4,570826	
					301,8		0,095	0	0,095					
6	52° 30,271' N	4° 34,178' E	606537,42	5818311,69			1,286		1,286			52,504511	4,569637	
					306,5		0,090	0	0,090					
7	52° 30,299' N	4° 34,114' E	606463,93	5818363,60			1,376		1,376			52,504992	4,568571	
					311,2		0,090	0	0,090					
8	52° 30,331' N	4° 34,054' E	606394,92	5818421,33			1,466		1,466			52,505524	4,567573	
					315,8		0,090	0	0,090					
9	52° 30,366' N	4° 33,999' E	606330,86	5818484,52			1,556		1,556			52,506104	4,566650	
					320,5		0,090	0	0,090					
10	52° 30,404' N	4° 33,948' E	606272,18	5818552,72			1,646		1,646			52,506729	4,565808	
					325,2		0,090	0	0,090					
11	52° 30,444' N	4° 33,903' E	606219,27	5818625,50			1,736		1,736			52,507393	4,565052	
					329,9		0,090	0	0,090					
12	52° 30,486' N	4° 33,863' E	606172,49	5818702,35			1,826		1,826			52,508093	4,564387	
					334,8		0,103	0	0,103					
13	52° 30,536' N	4° 33,824' E	606126,46	5818795,04			1,929		1,929			52,508935	4,563739	
					340,0		0,089	0	0,089					
14	52° 30,581' N	4° 33,797' E	606094,30	5818877,62			2,018		2,018			52,509683	4,563291	
					345,2		0,108	0	0,108					
15	52° 30,637' N	4° 33,773' E	606064,46	5818981,23			2,126		2,126			52,510620	4,562885	
					348,7		0,040	0	0,040					
16	52° 30,658' N	4° 33,766' E	606055,78	5819020,13			2,166		2,166			52,510971	4,562769	
					350,0		0,237	0	0,237					
17	52° 30,784' N	4° 33,73' E	606009,41	5819252,69			2,403		2,403	0	DTS 1 mile limit	52,513070	4,562161	
					350,0		0,919	0	0,919					
18	52° 31,272' N	4° 33,588' E	605829,73	5820153,79			3,322		3,322			52,521203	4,559801	
					350,7		0,012	0	0,012					

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
19	52° 31,279' N	4° 33,586' E	605827,47	5820165,87			3,334			3,334			52,521312	4,559771
					352,1	0,012		0	0,012					
20	52° 31,285' N	4° 33,585' E	605825,52	5820177,99			3,346			3,346			52,521421	4,559746
					352,8	1,233		0	1,233					
21	52° 31,945' N	4° 33,448' E	605644,07	5821397,61			4,579			4,579	0	WK onb. mog.Lotte Skau x= -120m	52,532417	4,557461
					352,8	2,163		0	2,163					
22	52° 33,102' N	4° 33,207' E	605325,84	5823536,68			6,742			6,742	0	CX KPN optic KB0015 Rembrandt1 in use	52,551702	4,553450
					352,8	0,740		0	0,740					
23	52° 33,498' N	4° 33,125' E	605216,89	5824268,99			7,482			7,482	0	CX KB0074 Att.Crossing1 seg B1 optic in use	52,558304	4,552076
					352,8	0,057		0	0,057					
24	52° 33,529' N	4° 33,118' E	605208,47	5824325,58			7,539			7,539	0	Obs (weir)AISIuiterQ08-Middelle x= -232m	52,558815	4,551970
					352,8	1,083		0	1,083					
25	52° 34,108' N	4° 32,998' E	605049,17	5825396,33			8,622			8,622	0	CX KB0026 Att.Crossing1 seg B2 optic in use	52,568468	4,549960
					352,8	0,177		0	0,177					
26	52° 34,203' N	4° 32,978' E	605023,11	5825571,49			8,799			8,799			52,570047	4,549631
					351,7	0,019		0	0,019					
27	52° 34,213' N	4° 32,975' E	605019,92	5825590,40			8,818			8,818			52,570218	4,549590
					349,5	0,019		0	0,019					
28	52° 34,223' N	4° 32,972' E	605016,01	5825609,18			8,837			8,837			52,570387	4,549538
					347,3	0,019		0	0,019					
29	52° 34,233' N	4° 32,969' E	605011,39	5825627,80			8,856			8,856			52,570556	4,549476
					345,1	0,019		0	0,019					
30	52° 34,243' N	4° 32,964' E	605006,05	5825646,23			8,876			8,876			52,570722	4,549403
					342,9	0,019		0	0,019					
31	52° 34,253' N	4° 32,959' E	605000,01	5825664,43			8,895			8,895			52,570887	4,549320
					340,7	0,019		0	0,019					
32	52° 34,263' N	4° 32,954' E	604993,27	5825682,39			8,914			8,914			52,571050	4,549226
					338,5	0,019		0	0,019					
33	52° 34,273' N	4° 32,947' E	604985,85	5825700,09			8,933			8,933			52,571210	4,549122
					336,3	0,019		0	0,019					
34	52° 34,282' N	4° 32,941' E	604977,76	5825717,48			8,952			8,952			52,571368	4,549008
					334,1	0,019		0	0,019					
35	52° 34,291' N	4° 32,933' E	604969,01	5825734,55			8,972			8,972			52,571523	4,548885
					331,9	0,019		0	0,019					



RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
36	52° 34,301' N	4° 32,925' E	604959,61	5825751,27			8,991			8,991			52,571675	4,548751
					329,7	0,019		0	0,019					
37	52° 34,309' N	4° 32,917' E	604949,57	5825767,62			9,010			9,010			52,571824	4,548608
					327,5	0,019		0	0,019					
38	52° 34,318' N	4° 32,907' E	604938,91	5825783,57			9,029			9,029			52,571969	4,548456
					325,3	0,019		0	0,019					
39	52° 34,327' N	4° 32,898' E	604927,66	5825799,10			9,048			9,048			52,572111	4,548295
					323,1	0,019		0	0,019					
40	52° 34,335' N	4° 32,888' E	604915,81	5825814,19			9,068			9,068			52,572249	4,548125
					320,9	0,019		0	0,019					
41	52° 34,343' N	4° 32,877' E	604903,39	5825828,81			9,087			9,087			52,572383	4,547947
					318,7	0,019		0	0,019					
42	52° 34,351' N	4° 32,866' E	604890,42	5825842,95			9,106			9,106			52,572512	4,547760
					316,5	0,019		0	0,019					
43	52° 34,358' N	4° 32,854' E	604876,92	5825856,57			9,125			9,125			52,572637	4,547565
					314,3	0,019		0	0,019					
44	52° 34,365' N	4° 32,842' E	604862,91	5825869,67			9,144			9,144			52,572758	4,547362
					312,1	0,019		0	0,019					
45	52° 34,372' N	4° 32,829' E	604848,40	5825882,22			9,163			9,163			52,572873	4,547152
					309,9	0,019		0	0,019					
46	52° 34,379' N	4° 32,816' E	604833,42	5825894,21			9,183			9,183			52,572984	4,546935
					308,8	1,188		0	1,188					
47	52° 34,78' N	4° 31,997' E	603892,10	5826618,36			10,370			10,370	0	PX Q8-A active gas PL0061_PR pipeline	52,579672	4,533278
					308,8	0,557		0	0,557					
48	52° 34,968' N	4° 31,612' E	603450,76	5826957,88			10,927			10,927	0	DTS 3 mile limit	52,582808	4,526873
					308,8	1,914		0	1,914					
49	52° 35,615' N	4° 30,291' E	601934,10	5828124,62			12,841			12,841			52,593580	4,504855
					310,8	0,003		0	0,003					
50	52° 35,616' N	4° 30,289' E	601931,66	5828126,64			12,844			12,844			52,593598	4,504820
					310,3	2,277		0	2,277					
51	52° 36,41' N	4° 28,751' E	600164,80	5829562,48			15,120			15,120	0	DTS Enter verlaten suppletiezandwinning Q8-C	52,606831	4,479180
					310,3	1,004		0	1,004					
52	52° 36,76' N	4° 28,072' E	599385,45	5830195,82			16,125			16,125	0	DTS Exit verlaten suppletiezandwinning Q	52,612666	4,467865
					310,2	3,741		0	3,741					
53	52° 38,064' N	4° 25,541' E	596482,28	5832555,09			19,866			19,866			52,634392	4,425691

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					311,0	0,029		0	0,029					
54	52° 38,074' N	4° 25,522' E	596459,79	5832573,87						19,895			52,634565	4,425364
					312,5	0,029		0	0,029					
55	52° 38,085' N	4° 25,503' E	596437,82	5832593,23						19,924			52,634743	4,425045
					314,0	0,029		0	0,029					
56	52° 38,096' N	4° 25,484' E	596416,37	5832613,18						19,954			52,634926	4,424734
					315,6	0,029		0	0,029					
57	52° 38,107' N	4° 25,466' E	596395,45	5832633,68						19,983			52,635114	4,424431
					317,1	0,029		0	0,029					
58	52° 38,118' N	4° 25,448' E	596375,09	5832654,74						20,012			52,635307	4,424137
					318,6	0,029		0	0,029					
59	52° 38,13' N	4° 25,431' E	596355,30	5832676,34						20,041			52,635505	4,423850
					320,1	0,029		0	0,029					
60	52° 38,142' N	4° 25,414' E	596336,09	5832698,45						20,071			52,635707	4,423573
					321,7	0,029		0	0,029					
61	52° 38,155' N	4° 25,398' E	596317,47	5832721,06						20,100			52,635913	4,423305
					323,2	0,029		0	0,029					
62	52° 38,167' N	4° 25,383' E	596299,47	5832744,17						20,129			52,636124	4,423045
					324,7	0,029		0	0,029					
63	52° 38,18' N	4° 25,368' E	596282,08	5832767,74						20,159			52,636339	4,422796
					326,3	0,029		0	0,029					
64	52° 38,193' N	4° 25,353' E	596265,33	5832791,77						20,188			52,636558	4,422555
					327,8	0,029		0	0,029					
65	52° 38,207' N	4° 25,339' E	596249,23	5832816,24						20,217			52,636781	4,422324
					329,3	0,029		0	0,029					
66	52° 38,22' N	4° 25,326' E	596233,78	5832841,12						20,246			52,637007	4,422103
					330,8	0,029		0	0,029					
67	52° 38,234' N	4° 25,314' E	596219,00	5832866,41						20,276			52,637237	4,421892
					332,4	0,029		0	0,029					
68	52° 38,248' N	4° 25,301' E	596204,90	5832892,08						20,305			52,637470	4,421692
					333,9	0,029		0	0,029					
69	52° 38,262' N	4° 25,29' E	596191,49	5832918,12						20,334			52,637707	4,421501
					335,4	0,029		0	0,029					
70	52° 38,277' N	4° 25,279' E	596178,77	5832944,51						20,364			52,637946	4,421321
					336,9	0,029		0	0,029					
71	52° 38,291' N	4° 25,269' E	596166,76	5832971,23						20,393			52,638188	4,421151

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					338,5	0,029		0	0,029					
72	52° 38,306' N	4° 25,26' E	596155,47	5832998,26			20,422		20,422				52,638433	4,420992
					340,0	0,029		0	0,029					
73	52° 38,321' N	4° 25,251' E	596144,90	5833025,57			20,451		20,451				52,638681	4,420844
					341,5	0,029		0	0,029					
74	52° 38,336' N	4° 25,242' E	596135,07	5833053,16			20,481		20,481				52,638930	4,420707
					343,0	0,029		0	0,029					
75	52° 38,351' N	4° 25,235' E	596125,97	5833081,01			20,510		20,510				52,639182	4,420581
					344,6	0,029		0	0,029					
76	52° 38,366' N	4° 25,228' E	596117,61	5833109,08			20,539		20,539				52,639436	4,420465
					346,1	0,029		0	0,029					
77	52° 38,381' N	4° 25,222' E	596110,01	5833137,37			20,569		20,569				52,639692	4,420361
					347,6	0,029		0	0,029					
78	52° 38,397' N	4° 25,216' E	596103,16	5833165,85			20,598		20,598				52,639949	4,420268
					349,1	0,029		0	0,029					
79	52° 38,412' N	4° 25,211' E	596097,07	5833194,50			20,627		20,627				52,640207	4,420187
					350,7	0,029		0	0,029					
80	52° 38,428' N	4° 25,207' E	596091,75	5833223,30			20,657		20,657				52,640467	4,420117
					352,2	0,029		0	0,029					
81	52° 38,444' N	4° 25,203' E	596087,20	5833252,24			20,686		20,686				52,640728	4,420058
					353,7	0,029		0	0,029					
82	52° 38,459' N	4° 25,201' E	596083,42	5833281,28			20,715		20,715				52,640990	4,420010
					355,2	0,029		0	0,029					
83	52° 38,475' N	4° 25,198' E	596080,41	5833310,42			20,744		20,744				52,641252	4,419974
					356,8	0,029		0	0,029					
84	52° 38,491' N	4° 25,197' E	596078,18	5833339,63			20,774		20,774				52,641515	4,419950
					358,3	0,029		0	0,029					
85	52° 38,507' N	4° 25,196' E	596076,73	5833368,88			20,803		20,803				52,641778	4,419937
					359,8	0,029		0	0,029					
86	52° 38,522' N	4° 25,196' E	596076,06	5833398,17			20,832		20,832				52,642041	4,419936
					1,3	0,029		0	0,029					
87	52° 38,538' N	4° 25,197' E	596076,17	5833427,46			20,862		20,862				52,642305	4,419946
					2,1	0,381		0	0,381					
88	52° 38,744' N	4° 25,209' E	596082,65	5833808,67			21,243		21,243	0	CX KPN glasvezel KB0066 Rioja3 optic abandoned		52,645730	4,420152
					2,1	0,608		0	0,608					

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
89	52° 39,072' N	4° 25,229' E	596092,99	5834416,67			21,851			21,851	0	CX Alcatel KB0029 PANGEA Seg2 optic in use	52,651192	4,420482
					2,1	0,027		0	0,027					
90	52° 39,086' N	4° 25,23' E	596093,44	5834443,38			21,878			21,878	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned	52,651432	4,420497
					2,1	0,506		0	0,506					
91	52° 39,359' N	4° 25,246' E	596102,05	5834949,36			22,384			22,384	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use	52,655978	4,420771
					2,1	0,881		0	0,881					
92	52° 39,834' N	4° 25,275' E	596117,03	5835830,58			23,265			23,265			52,663895	4,421250
					1,0	0,020		0	0,020					
93	52° 39,844' N	4° 25,275' E	596116,98	5835850,34			23,285			23,285			52,664072	4,421255
					358,7	0,020		0	0,020					
94	52° 39,855' N	4° 25,275' E	596116,14	5835870,09			23,305			23,305			52,664250	4,421248
					356,4	0,020		0	0,020					
95	52° 39,866' N	4° 25,274' E	596114,53	5835889,78			23,324			23,324			52,664427	4,421230
					354,2	0,020		0	0,020					
96	52° 39,876' N	4° 25,272' E	596112,13	5835909,40			23,344			23,344			52,664604	4,421200
					351,9	0,020		0	0,020					
97	52° 39,887' N	4° 25,27' E	596108,97	5835928,91			23,364			23,364			52,664780	4,421159
					349,6	0,020		0	0,020					
98	52° 39,897' N	4° 25,266' E	596105,03	5835948,28			23,384			23,384			52,664955	4,421107
					347,4	0,020		0	0,020					
99	52° 39,908' N	4° 25,263' E	596100,34	5835967,47			23,403			23,403			52,665128	4,421043
					345,1	0,020		0	0,020					
100	52° 39,918' N	4° 25,258' E	596094,89	5835986,47			23,423			23,423			52,665300	4,420968
					342,9	0,020		0	0,020					
101	52° 39,928' N	4° 25,253' E	596088,69	5836005,23			23,443			23,443			52,665469	4,420882
					340,6	0,020		0	0,020					
102	52° 39,938' N	4° 25,247' E	596081,75	5836023,74			23,463			23,463			52,665637	4,420785
					338,3	0,020		0	0,020					
103	52° 39,948' N	4° 25,241' E	596074,09	5836041,96			23,482			23,482			52,665802	4,420677
					336,1	0,020		0	0,020					
104	52° 39,958' N	4° 25,233' E	596065,72	5836059,86			23,502			23,502			52,665964	4,420558
					333,8	0,020		0	0,020					
105	52° 39,967' N	4° 25,226' E	596056,64	5836077,42			23,522			23,522			52,666124	4,420429
					331,5	0,020		0	0,020					
106	52° 39,977' N	4° 25,217' E	596046,88	5836094,60			23,542			23,542			52,666280	4,420290

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					329,3	0,020		0	0,020					
107	52° 39,986' N	4° 25,208' E	596036,45	5836111,38			23,561		23,561				52,666433	4,420140
					327,0	0,020		0	0,020					
108	52° 39,995' N	4° 25,199' E	596025,36	5836127,74			23,581		23,581				52,666582	4,419981
					324,7	0,020		0	0,020					
109	52° 40,004' N	4° 25,189' E	596013,63	5836143,65			23,601		23,601				52,666727	4,419813
					322,5	0,020		0	0,020					
110	52° 40,012' N	4° 25,178' E	596001,29	5836159,08			23,621		23,621				52,666868	4,419634
					320,2	0,020		0	0,020					
111	52° 40,02' N	4° 25,167' E	595988,34	5836174,02			23,641		23,641				52,667004	4,419447
					317,9	0,020		0	0,020					
112	52° 40,028' N	4° 25,155' E	595974,81	5836188,42			23,660		23,660				52,667136	4,419252
					315,7	0,020		0	0,020					
113	52° 40,036' N	4° 25,143' E	595960,73	5836202,29			23,680		23,680				52,667263	4,419048
					313,4	0,020		0	0,020					
114	52° 40,043' N	4° 25,13' E	595946,11	5836215,58			23,700		23,700				52,667385	4,418835
					311,1	0,020		0	0,020					
115	52° 40,05' N	4° 25,117' E	595930,97	5836228,29			23,720		23,720				52,667502	4,418615
					308,9	0,020		0	0,020					
116	52° 40,057' N	4° 25,103' E	595915,35	5836240,39			23,739		23,739				52,667614	4,418388
					306,6	0,020		0	0,020					
117	52° 40,063' N	4° 25,089' E	595899,25	5836251,86			23,759		23,759				52,667719	4,418153
					304,3	0,020		0	0,020					
118	52° 40,069' N	4° 25,075' E	595882,72	5836262,69			23,779		23,779				52,667820	4,417912
					302,1	0,020		0	0,020					
119	52° 40,075' N	4° 25,06' E	595865,77	5836272,86			23,799		23,799				52,667914	4,417664
					299,8	0,020		0	0,020					
120	52° 40,08' N	4° 25,045' E	595848,44	5836282,34			23,818		23,818				52,668002	4,417411
					297,6	0,020		0	0,020					
121	52° 40,085' N	4° 25,029' E	595830,74	5836291,14			23,838		23,838				52,668085	4,417152
					295,3	0,020		0	0,020					
122	52° 40,09' N	4° 25,013' E	595812,71	5836299,23			23,858		23,858				52,668160	4,416888
					293,0	0,020		0	0,020					
123	52° 40,094' N	4° 24,997' E	595794,37	5836306,60			23,878		23,878				52,668230	4,416619
					290,8	0,020		0	0,020					
124	52° 40,098' N	4° 24,981' E	595775,76	5836313,24			23,897		23,897				52,668293	4,416345

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					288,5	0,020		0	0,020					
125	52° 40,101' N	4° 24,964' E	595756,89	5836319,14					23,917				52,668349	4,416068
					286,2	0,020		0	0,020					
126	52° 40,104' N	4° 24,947' E	595737,81	5836324,29					23,937				52,668399	4,415788
					285,1	4,268		0	4,268					
127	52° 40,702' N	4° 21,291' E	591596,43	5837354,58					28,205				52,678374	4,354850
					292,0	1,520		0	1,520					
128	52° 41,009' N	4° 20,04' E	590176,80	5837896,81					29,724		0	CX KB0026 Att. Crossing1 seg B2 optic in use	52,683486	4,334006
					292,0	0,346		0	0,346					
129	52° 41,079' N	4° 19,756' E	589853,85	5838020,24					30,070		0		52,684649	4,329264
					286,4	0,059		0	0,059					
130	52° 41,088' N	4° 19,706' E	589797,32	5838035,71					30,129		0		52,684797	4,328432
					275,1	0,059		0	0,059					
131	52° 41,091' N	4° 19,654' E	589738,86	5838039,88					30,187				52,684844	4,327568
					263,9	0,059		0	0,059					
132	52° 41,087' N	4° 19,602' E	589680,71	5838032,61					30,246		0		52,684788	4,326706
					252,7	0,059		0	0,059					
133	52° 41,078' N	4° 19,553' E	589625,08	5838014,18					30,304		0		52,684632	4,325878
					247,1	2,166		0	2,166					
134	52° 40,623' N	4° 17,782' E	587645,21	5837135,11					32,471		0	DTS 12 mile limit	52,677055	4,296363
					247,1	0,244		0	0,244					
135	52° 40,572' N	4° 17,582' E	587421,85	5837035,94					32,715		0		52,676200	4,293034
					242,2	0,277		0	0,277					
136	52° 40,502' N	4° 17,365' E	587179,51	5836902,49					32,992		0	PX PetrogasE&PLLC act oil pipeline PL0025_PR	52,675040	4,289415
					242,2	0,094		0	0,094					
137	52° 40,479' N	4° 17,291' E	587097,27	5836857,21					33,086		0		52,674646	4,288188
					238,1	0,189		0	0,189					
138	52° 40,425' N	4° 17,149' E	586938,76	5836754,39					33,275		0		52,673747	4,285817
					240,3	0,038		0	0,038					
139	52° 40,415' N	4° 17,119' E	586905,74	5836734,73					33,313		0		52,673576	4,285323
					246,9	0,077		0	0,077					
140	52° 40,398' N	4° 17,057' E	586835,66	5836703,30					33,390		0		52,673305	4,284279
					255,7	0,077		0	0,077					
141	52° 40,388' N	4° 16,991' E	586761,59	5836682,97					33,467		0		52,673134	4,283178
					264,5	0,077		0	0,077					

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
142	52° 40,384' N	4° 16,923' E	586685,28	5836674,22			33,543			33,543	0		52,673067	4,282048
					273,3	0,077		0	0,077					
143	52° 40,386' N	4° 16,855' E	586608,54	5836677,26			33,620			33,620	0		52,673107	4,280914
					277,7	1,233		0	1,233					
144	52° 40,475' N	4° 15,77' E	585383,43	5836820,66			34,854			34,854	0		52,674590	4,262837
					277,7	0,882		0	0,882					
145	52° 40,539' N	4° 14,995' E	584507,62	5836923,69			35,735			35,735	0		52,675653	4,249913
					277,6	5,925		0	5,925					
146	52° 40,963' N	4° 9,783' E	578622,43	5837611,09			41,661			41,661	0		52,682718	4,163052
					279,8	0,039		0	0,039					
147	52° 40,967' N	4° 9,749' E	578583,94	5837617,12			41,700			41,700	0		52,682777	4,162485
					284,3	0,039		0	0,039					
148	52° 40,972' N	4° 9,716' E	578546,04	5837626,12			41,739			41,739	0		52,682864	4,161926
					288,7	0,039		0	0,039					
149	52° 40,979' N	4° 9,683' E	578508,95	5837638,05			41,778			41,778	0		52,682976	4,161381
					294,3	0,058		0	0,058					
150	52° 40,992' N	4° 9,636' E	578455,34	5837661,25			41,836			41,836	0		52,683193	4,160593
					297,7	2,058		0	2,058					
151	52° 41,507' N	4° 8,018' E	576617,44	5838587,88			43,894			43,894	0		52,691784	4,133627
					295,4	0,039		0	0,039					
152	52° 41,516' N	4° 7,987' E	576582,16	5838603,98			43,933			43,933	0		52,691934	4,133108
					291,0	0,039		0	0,039					
153	52° 41,524' N	4° 7,954' E	576545,75	5838617,30			43,972			43,972	0		52,692059	4,132573
					286,5	0,039		0	0,039					
154	52° 41,529' N	4° 7,921' E	576508,41	5838627,76			44,011			44,011	0		52,692158	4,132023
					282,1	0,039		0	0,039					
155	52° 41,534' N	4° 7,888' E	576470,37	5838635,29			44,049			44,049	0		52,692231	4,131462
					276,6	0,079		0	0,079					
156	52° 41,539' N	4° 7,818' E	576391,81	5838643,09			44,128			44,128	0	DTS Enter clearway	52,692312	4,130302
					277,6	9,917		0	9,917					
157	52° 42,247' N	3° 59,091' E	566543,80	5839811,02			54,045			54,045	0	DTS Exit clearway	52,704110	3,984851
					277,5	3,325		0	3,325					
158	52° 42,482' N	3° 56,164' E	563241,70	5840202,63			57,371			57,371	0	DTS Enter clearway	52,708026	3,936062
					277,5	1,502		0	1,502					
159	52° 42,587' N	3° 54,841' E	561750,34	5840379,50			58,872			58,872	0		52,709788	3,914024
					287,6	0,742		0	0,742					

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
160	52° 42,708' N	3° 54,213' E	561040,19	5840594,68			59,614		59,614	0	DTS Exit clearway	52,711803	3,903554	
					287,6	0,251		0	0,251					
161	52° 42,749' N	3° 54' E	560799,55	5840667,60			59,866		59,866	0	PX PetrogasE&PLLC act oil pipeline PL0109_PR	52,712485	3,900006	
					287,6	0,627		0	0,627					
162	52° 42,851' N	3° 53,469' E	560199,24	5840849,51			60,493		60,493	0		52,714188	3,891154	
					285,3	0,040		0	0,040					
163	52° 42,857' N	3° 53,435' E	560160,87	5840859,49			60,533		60,533	0		52,714282	3,890588	
					280,7	0,040		0	0,040					
164	52° 42,861' N	3° 53,401' E	560121,82	5840866,40			60,572		60,572	0		52,714348	3,890012	
					276,2	0,040		0	0,040					
165	52° 42,863' N	3° 53,366' E	560082,35	5840870,20			60,612		60,612	0		52,714387	3,889428	
					271,7	0,040		0	0,040					
166	52° 42,864' N	3° 53,33' E	560042,71	5840870,86			60,652		60,652	0		52,714397	3,888841	
					267,1	0,040		0	0,040					
167	52° 42,863' N	3° 53,295' E	560003,14	5840868,37			60,691		60,691	0		52,714379	3,888255	
					262,6	0,040		0	0,040					
168	52° 42,86' N	3° 53,26' E	559963,88	5840862,76			60,731		60,731	0		52,714333	3,887673	
					258,0	0,040		0	0,040					
169	52° 42,856' N	3° 53,226' E	559925,20	5840854,05			60,771		60,771	0		52,714259	3,887099	
					253,5	0,040		0	0,040					
170	52° 42,849' N	3° 53,192' E	559887,33	5840842,31			60,810		60,810	0		52,714157	3,886536	
					248,9	0,040		0	0,040					
171	52° 42,842' N	3° 53,159' E	559850,51	5840827,60			60,850		60,850	0		52,714029	3,885989	
					244,4	0,040		0	0,040					
172	52° 42,833' N	3° 53,128' E	559814,97	5840810,02			60,890		60,890	0		52,713875	3,885459	
					239,8	0,040		0	0,040					
173	52° 42,822' N	3° 53,097' E	559780,93	5840789,68			60,929		60,929	0		52,713696	3,884952	
					235,3	0,040		0	0,040					
174	52° 42,81' N	3° 53,068' E	559748,61	5840766,70			60,969		60,969	0		52,713493	3,884469	
					230,7	0,040		0	0,040					
175	52° 42,796' N	3° 53,041' E	559718,22	5840741,24			61,009		61,009	0		52,713268	3,884015	
					226,2	0,040		0	0,040					
176	52° 42,781' N	3° 53,015' E	559689,93	5840713,45			61,048		61,048	0		52,713021	3,883591	
					221,7	0,040		0	0,040					
177	52° 42,765' N	3° 52,992' E	559663,94	5840683,51			61,088		61,088	0		52,712755	3,883201	



RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
					217,1	0,040		0	0,040					
178	52° 42,748' N	3° 52,971' E	559640,41	5840651,60			61,128		61,128	0		52,712470	3,882847	
					212,6	0,040		0	0,040					
179	52° 42,73' N	3° 52,952' E	559619,47	5840617,92			61,167		61,167	0		52,712170	3,882531	
					210,3	0,960		0	0,960					
180	52° 42,283' N	3° 52,522' E	559145,30	5839783,05			62,127		62,127	0	CX KB0067 UK-NL14 telecom optic in use	52,704718	3,875363	
					210,3	2,351		0	2,351					
181	52° 41,188' N	3° 51,469' E	557984,11	5837738,54			64,479		64,479	0	CX KB0065 Coax telecom UK-NL10 abandoned	52,686465	3,857818	
					210,3	0,808		0	0,808					
182	52° 40,811' N	3° 51,107' E	557584,97	5837035,78			65,287		65,287	0		52,680191	3,851791	
					211,9	0,052		0	0,052					
183	52° 40,787' N	3° 51,083' E	557557,75	5836990,94			65,339		65,339	0		52,679791	3,851381	
					215,3	0,052		0	0,052					
184	52° 40,764' N	3° 51,056' E	557527,96	5836947,76			65,392		65,392	0		52,679406	3,850933	
					218,6	0,052		0	0,052					
185	52° 40,742' N	3° 51,027' E	557495,70	5836906,39			65,444		65,444	0		52,679037	3,850448	
					222,0	0,052		0	0,052					
186	52° 40,721' N	3° 50,996' E	557461,09	5836866,98			65,497		65,497	0		52,678687	3,849930	
					225,3	0,052		0	0,052					
187	52° 40,701' N	3° 50,963' E	557424,24	5836829,64			65,549		65,549	0		52,678355	3,849378	
					228,6	0,052		0	0,052					
188	52° 40,683' N	3° 50,928' E	557385,28	5836794,52			65,602		65,602	0		52,678043	3,848796	
					232,0	0,052		0	0,052					
189	52° 40,665' N	3° 50,891' E	557344,34	5836761,72			65,654		65,654	0		52,677753	3,848185	
					235,3	0,052		0	0,052					
190	52° 40,649' N	3° 50,853' E	557301,56	5836731,37			65,706		65,706	0		52,677485	3,847547	
					238,7	0,052		0	0,052					
191	52° 40,634' N	3° 50,813' E	557257,08	5836703,56			65,759		65,759	0		52,677239	3,846884	
					242,0	0,052		0	0,052					
192	52° 40,621' N	3° 50,772' E	557211,06	5836678,39			65,811		65,811	0		52,677018	3,846199	
					245,3	0,052		0	0,052					
193	52° 40,609' N	3° 50,73' E	557163,65	5836655,94			65,864		65,864	0		52,676821	3,845494	
					248,7	0,052		0	0,052					
194	52° 40,599' N	3° 50,686' E	557115,01	5836636,29			65,916		65,916	0		52,676650	3,844771	
					252,0	0,052		0	0,052					

RPL-A04-rev01  
HKWa2 RPLA04 Revisie 01

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments	Latitude [DD]	Longitude [DD]
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total				
195	52° 40,59' N	3° 50,642' E	557065,31	5836619,51			65,969		65,969	0			52,676504	3,844033
					255,4	0,052		0	0,052					
196	52° 40,583' N	3° 50,597' E	557014,72	5836605,66			66,021		66,021	0			52,676385	3,843283
					258,7	0,052		0	0,052					
197	52° 40,578' N	3° 50,551' E	556963,40	5836594,77			66,074		66,074	0			52,676292	3,842522
					262,0	0,052		0	0,052					
198	52° 40,574' N	3° 50,505' E	556911,54	5836586,89			66,126		66,126	0			52,676227	3,841754
					265,4	0,052		0	0,052					
199	52° 40,571' N	3° 50,459' E	556859,31	5836582,05			66,179		66,179	0			52,676189	3,840980
					268,7	0,052		0	0,052					
200	52° 40,571' N	3° 50,412' E	556806,88	5836580,26			66,231		66,231	0			52,676178	3,840205
					272,9	0,079		0	0,079					
201	52° 40,573' N	3° 50,343' E	556728,27	5836583,31			66,310		66,310	0			52,676214	3,839043
					275,4	1,764		0	1,764					
202	52° 40,662' N	3° 48,784' E	554970,45	5836728,56			68,073		68,073	0			52,677701	3,813071
					275,4	1,400		0	1,400					
203	52° 40,733' N	3° 47,548' E	553575,62	5836843,81			69,473		69,473	0			52,678877	3,792461
					277,6	0,039		0	0,039					
204	52° 40,735' N	3° 47,514' E	553537,16	5836848,50			69,512		69,512	0			52,678922	3,791893
					282,0	0,039		0	0,039					
205	52° 40,74' N	3° 47,48' E	553499,18	5836856,14			69,551		69,551	0			52,678995	3,791332
					286,5	0,039		0	0,039					
206	52° 40,746' N	3° 47,447' E	553461,90	5836866,71			69,589		69,589	0			52,679094	3,790782
					290,9	0,039		0	0,039					
207	52° 40,753' N	3° 47,415' E	553425,56	5836880,13			69,628		69,628	0			52,679218	3,790247
					295,3	0,028		0	0,028					
208	52° 40,76' N	3° 47,392' E	553399,76	5836892,00			69,656		69,656	0			52,679327	3,789868
					297,5	0,030		0	0,030					
209	52° 40,767' N	3° 47,369' E	553373,26	5836905,43			69,686		69,686	0			52,679450	3,789478
					299,8	0,390		0	0,390					
210	52° 40,872' N	3° 47,068' E	553032,50	5837095,47			70,076		70,076		Platform HKW		52,681192	3,784469



## OFFSHORE GRID NL

### E3.3.5

Document Title:  
**Standard Offshore Substation  
Fire and Safety Plans  
(1 list & 5 drawings)**

Rev.	Revision date (DD-MM-YYYY)	Reason for issue	Prepared by	Verified by	MVJ by
02	05-09-2016	Issued for ITT, Information Notice 9	TenneT	TenneT	TenneT
01	15-01-2016	Issued for ITT	LENN	TXR	KAR

Project no.: 1100015665

Site code:

Page: 1 of 7

TenneT Document No.:

**ONL-TTB-00212**





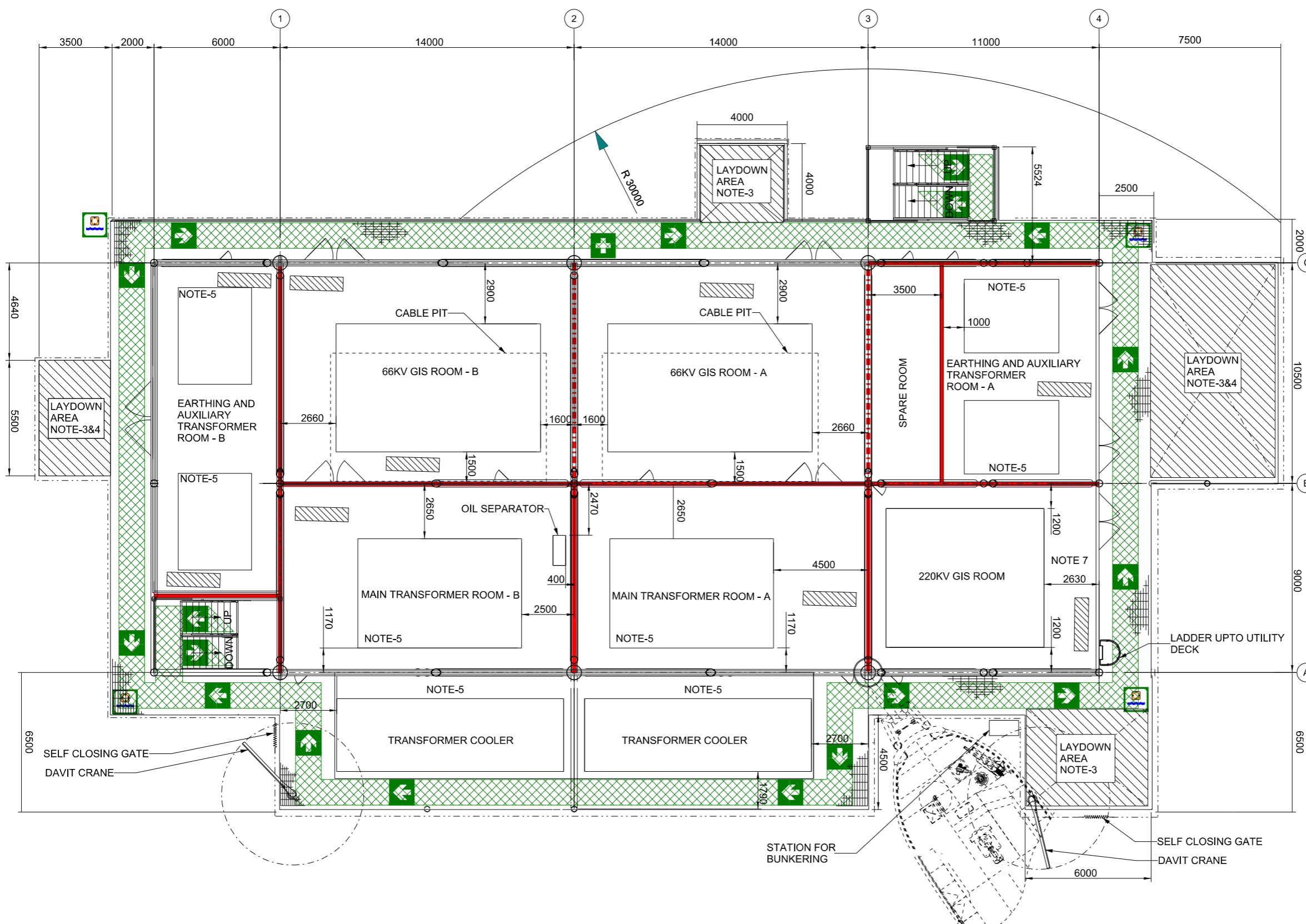








FILENAME: X:\GLOBALPROJECTS\20151100015665S-HEALTH\_SAFETY\_ENVIRONMENT\_HSE\_DRAWINGS\TT-C-09-001-01.dgn  
 INT: ELO TIME: 05/SEP/2016 09:16

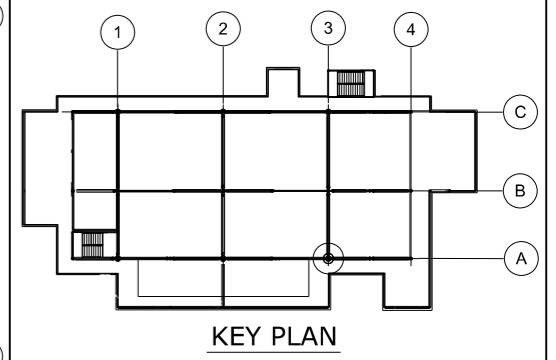
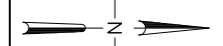


MAIN DECK - EL.+26.500 T.O.S (NOTE-6)  
 SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description	Job no.
1	31-AUG-2016	LENN/ELO	HSL	MVJ	REISSUED FOR ITC	1100015665
0	22-JAN-2016	LENN/RDJ	TXR	MVJ	ISSUED FOR ITC	
A	27-NOV-2015	LENN/RDJ	HSL	MVJ	ISSUED FOR COMMENTS	



STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title: MAIN DECK  
 FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-C-09-001-01	1











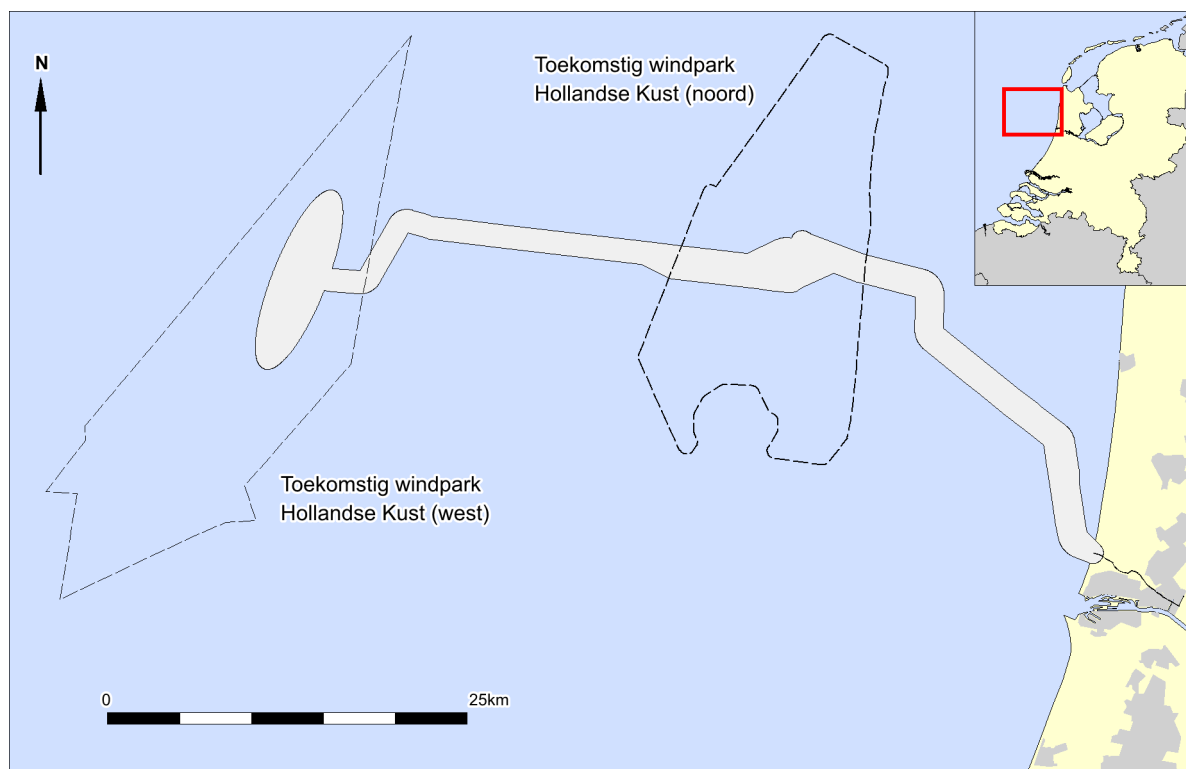






**Bureauonderzoek**

**Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)  
Offshore export kabeltracé**



Periplus Archeomare rapport 18A013-01

**Auteurs:**

R. van Lil en S. van den Brenk

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	5.0 (definitief)
Datum	03-08-2018
Periplus Archeomare referentie	18A013-01
Klant (project) referentie	Exportkabels HK (noord) en (west Alpha)

---

## Colofon

Periplus Archeomare Rapport 18A013-01

Bureauonderzoek  
Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)  
Offshore export kabeltracés

Auteurs: R. van Lil en S. van den Brenk

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.  
Contactpersoon: E. Goossens

© Periplus Archeomare – juli 2018  
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
5.0	Definitief RPL3	RvL/SvdB	BvM	BvM	03-08-2018
4.0	Definitief RPL2	RvL/SvdB	BvM	BvM	15-06-2018
3.0	3 <sup>de</sup> concept	RvL/SvdB	BvM	BvM	20-04-2018
2.0	2 <sup>de</sup> concept	RvL/SvdB	BvM	BvM	09-04-2018
1.0	Concept	RvL/SvdB	BvM	BvM	30-03-2018



Autorisatie:  
B.E.J.M. van Mierlo



**Periplus Archeomare BV**  
Kraanspoor 14  
1033 SE – Amsterdam  
Tel: 020-6367891  
Email: [info@periplus.nl](mailto:info@periplus.nl)  
Website: [www.periplus.nl](http://www.periplus.nl)

---

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>5</b>
1.1. Aanleiding.....	5
1.2. Doelstelling.....	6
1.3. Onderzoeksvragen.....	7
<b>2. Resultaten</b> .....	<b>9</b>
2.1. Bronnen.....	9
2.2. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb).....	10
2.3. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb) .....	13
2.4. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb) .....	17
2.5. Geologische gegevens (LS04wb) .....	23
2.6. Archeologische waarden (LS04wb) .....	35
2.7. Gespecificeerde verwachting (LS05wb) .....	44
<b>3. Beantwoording onderzoeksvragen</b> .....	<b>48</b>
<b>4. Conclusies en advies</b> .....	<b>50</b>
<b>Lijst met afbeeldingen</b> .....	<b>52</b>
<b>Lijst met tabellen</b> .....	<b>53</b>
<b>Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen</b> .....	<b>54</b>
<b>Referenties</b> .....	<b>56</b>
<b>Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal</b> .....	<b>58</b>
<b>Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems</b> .....	<b>59</b>

<i>Provincie:</i>	N.v.t.	
<i>Gemeente:</i>	N.v.t.	
<i>Plaats:</i>	Noordzee	
<i>Toponiem:</i>	Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)	
<i>Kadastrale gegevens:</i>	N.v.t.	
<i>Kaartblad:</i>	Hydrografie 1801-9	
<i>Route versie</i>	3 (180228)	
<i>Coördinaten (ETRS89 UTM31N)</i>	Centrum:	E 599973 N 5830105
	West	E 549713 N 5831872
	Oost	E 608497 N 5817827
<i>Route definitie</i>	Offshore	HKWa 1&2, RPL A03
	Nearshore	HKN1&2, RPL A02 rev02
<i>Oppervlakte onderzoeksgebied</i>	178 km <sup>2</sup>	
<i>Huidig watergebruik</i>	Open vaarwater	
<i>Waterstaatkundige gegevens</i>	Open zee, zout water, getijdenstroming	
<i>Beheerder gebied:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
<i>Contactpersoon namens bevoegd gezag:</i>	Dhr. R. Duijts	
<i>Adviesorgaan namens bevoegd gezag:</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	
<i>Deskundige namens de bevoegd gezag:</i>	Mw. M. Snoek	
<i>ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):</i>	4572915100	
<i>Periplus-projectcode:</i>	18A013-01	
<i>Periode van uitvoering:</i>	Maart - juni 2018	
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare BV, Amsterdam	

*Tabel 1. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied*

## Samenvatting

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het exportkabeltracé van de toekomstige windmolenparken Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied van de toekomstig platforms en de *offshore* en *nearshore* delen van de exportkabels naar de kust.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat langs het hele beoogde kabeltracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van negen scheepswrakken bekend waarvan de archeologische waarde nog niet is vastgesteld. De verwachting is dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

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

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
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

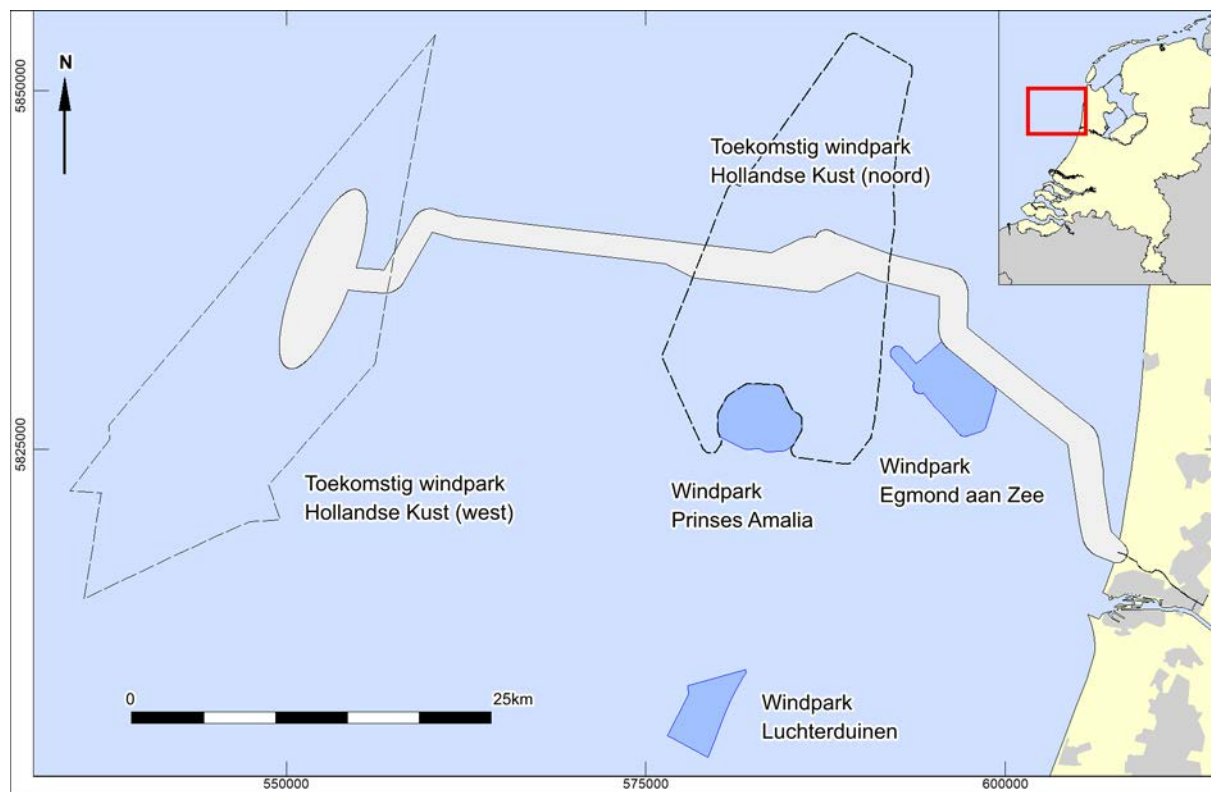
Wanneer de onderzoeksmethoden als in de tabel beschreven worden toegepast tijdens de route survey en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabel route worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.

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. 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 KNA-prospecteur WB worden onderzocht.

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrukken

## 1. Inleiding

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het export kabeltracé van de toekomstige windmolenparken Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied van de toekomstig platforms en de *offshore* en *nearshore* delen van de exportkabels naar de kust.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

### 1.1. Aanleiding

In de Wet windenergie op zee heeft TenneT de wettelijke taak gekregen om voorbereidende handelingen te treffen voor de aanleg van het net op zee. Dit zijn de verbindingen voor het transport van elektriciteit die wordt opgewekt in de toekomstige windenergiegebieden. Het gaat daarbij onder meer om het voorbereiden van planologische besluiten en vergunningaanvragen. Het net op zee zorgt ervoor dat de elektriciteit van de windturbines in de kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord en west) naar het hoogspanningsnet op land kan worden getransporteerd.

Het net op zee Hollandse Kust (noord en west)<sup>1</sup> bestaat uit:

- Twee platforms op zee;
- twee elektriciteitskabels per platform, van het platform naar de kust door de zeebodem en ondergronds vanaf de kust naar een nieuw te bouwen transformatorstation;
- een transformatorstation nabij een bestaand hoogspanningsstation (te Beverwijk of te Vijfhuizen);
- een (ondergrondse) aansluiting op het hoogspanningsnet.

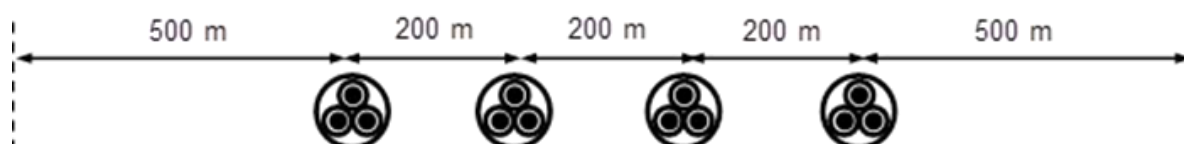
<sup>1</sup> <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/noz-hollandse-kust-noord>

Binnen het toekomstige windpark Hollandse Kust (west) zal een platform (Alpha) worden geïnstalleerd. Vanaf platform HKW Alpha worden twee kabels gelegd langs het windpark Hollandse Kust (noord) naar de kust. Vanaf het platform Hollandse Kust (noord) worden eveneens twee kabels naar kust gelegd. Deze zeekabels transporteren wisselstroom met een spanningsniveau van 220 kV. Iedere zeekabel bevat drie fasen per kabel, een zogenaamde 3-fasenkabel.<sup>2</sup>

De benodigde breedte voor het tracé van de 220 kV-kabels is opgebouwd uit:

- De onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

Voor vier kabels is de totale strookbreedte van de kabels op zee is daarmee 1.600 meter (3 x 200 meter + 2 x 500 meter).



Afbeelding 2. Tracébreedte kabelsystemen op zee

Hiermee wordt het plangebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1600 meter, plus de aangeleverde definitie van het zoekgebied voor het platform west (5600x3800m). Voor het onderhavige bureauonderzoek is nog 200 meter extra aan weerszijden toegevoegd waarmee het onderzoeksgebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 2000 meter.

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.

## 1.2. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied.

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.

<sup>2</sup> Informatie / technisch uitgangspunt aangeleverd door TenneT



### 1.3. 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 exportkabels 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 en S. van den Brenk (beiden Senior Prospector Specialisme Waterbodems).

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrukken

## 2. Resultaten

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

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 een onderzoekscorridor van 2000 meter);
- 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 LS05wb). 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. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 4.

### 2.1. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

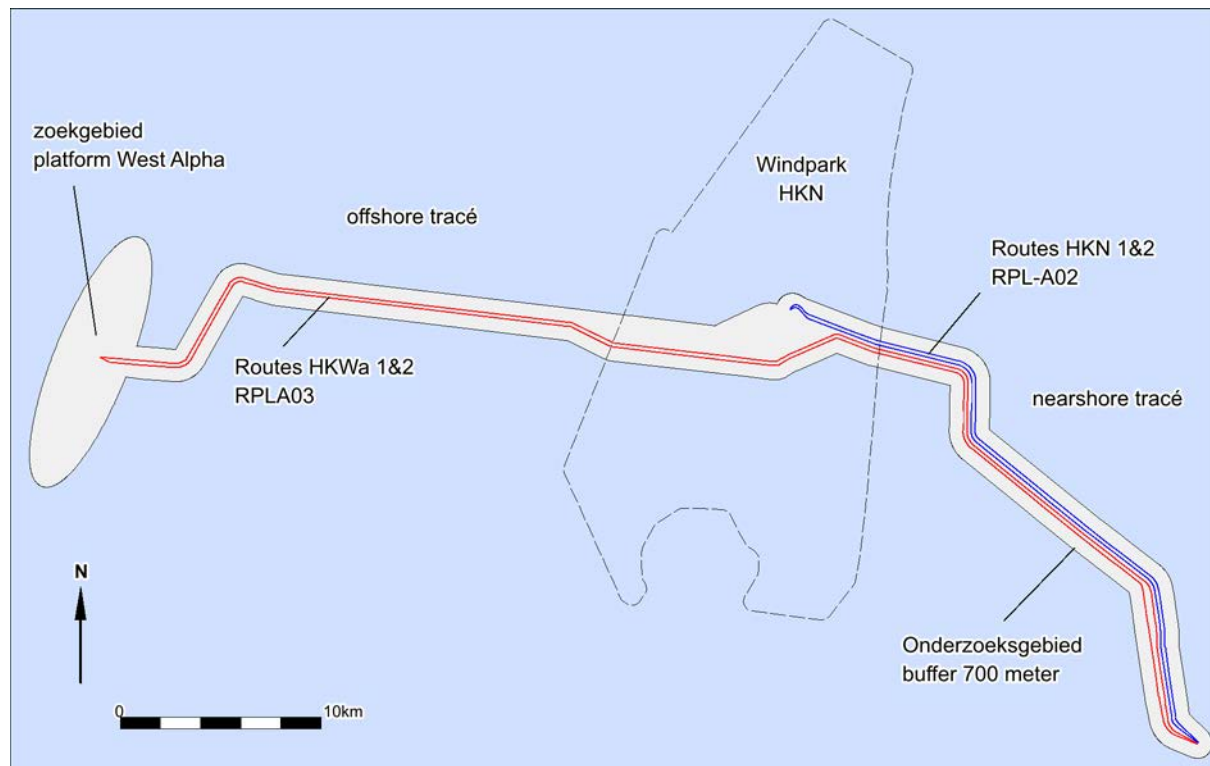
- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- Deltares model geologie Noordzee
- GeoTOP model geologie land
- Rijkswaterstaat Noordzee
- TNO-NITG ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse 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 56.

*Schuingedrukte* woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 54.

## 2.2. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

TenneT heeft onderzoek uitgevoerd om vast te stellen wat de beste manier is om het platform op zee van Hollandse Kust (noord en west) aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Hiervoor is een *offshore* en *nearshore* tracé opgesteld. In het tracé zullen maximaal vier kabels gelegd worden met een onderlinge afstand van 200 meter. De totale strookbreedte wordt dan maximaal  $3 \times 200 + 2 \times 500\text{m}$  onderhoudszone = 1600 meter.



Afbeelding 3. Definitie van het onderzoeksgebied

Daarnaast komt er een platform Hollandse kust (west) Apha. Het uitgangspunt voor de totale strookbreedte ten behoeve van het archeologisch onderzoek voor dit deel van het tracé is 1200 meter (twee kabels met tussenafstand 200 meter plus  $2 \times 500\text{m}$  onderhoudszone). Voor het onderhavige bureauonderzoek is naast de 500 meter onderhoudszone nog een extra zone van 200 meter meegenomen.

De kabels zullen op een variërende diepte onder de zeebodem worden gelegd. De benodigde diepte 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.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in “*simultaneous lay and burial*” begraven en “*post lay burial*” begraven.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Schriftelijke mededeling W. Snip.

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.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

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 drie meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van één meter onder het zeebed.

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 de kabelroutes voor de kabels 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.

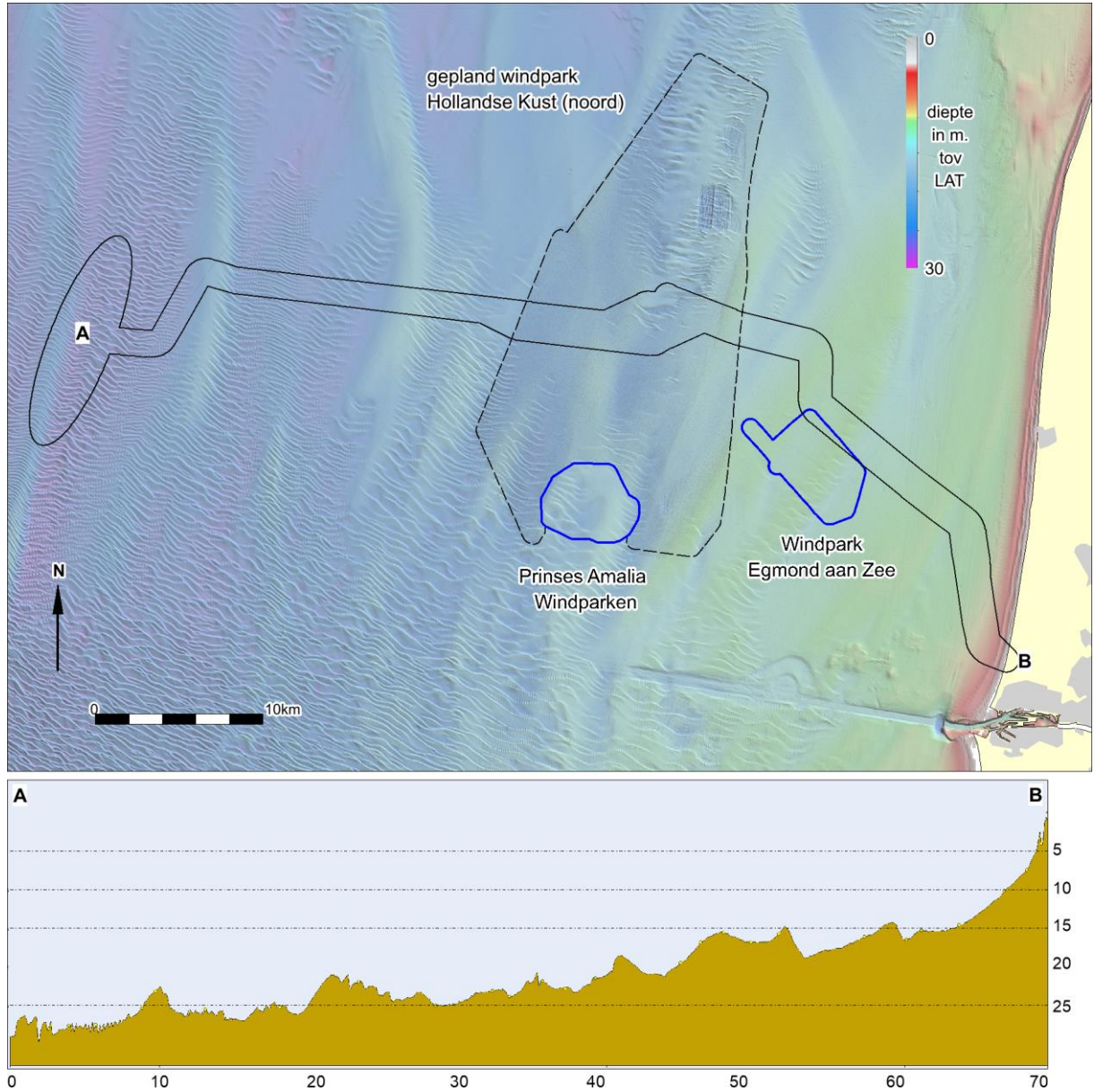
Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van de kabelroute.

Op de aanlanding van de HKN & HKW Alpha kabels op het strand en in de zone voor het strand kan de begraafdiepte bij installatie naar verwachting tot 8 meter onder het bodemniveau zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar zal de begraafdiepte minimaal één meter onder een niet mobiel referentievlak onder de zandgolven zijn. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn.

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.

### 2.3. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

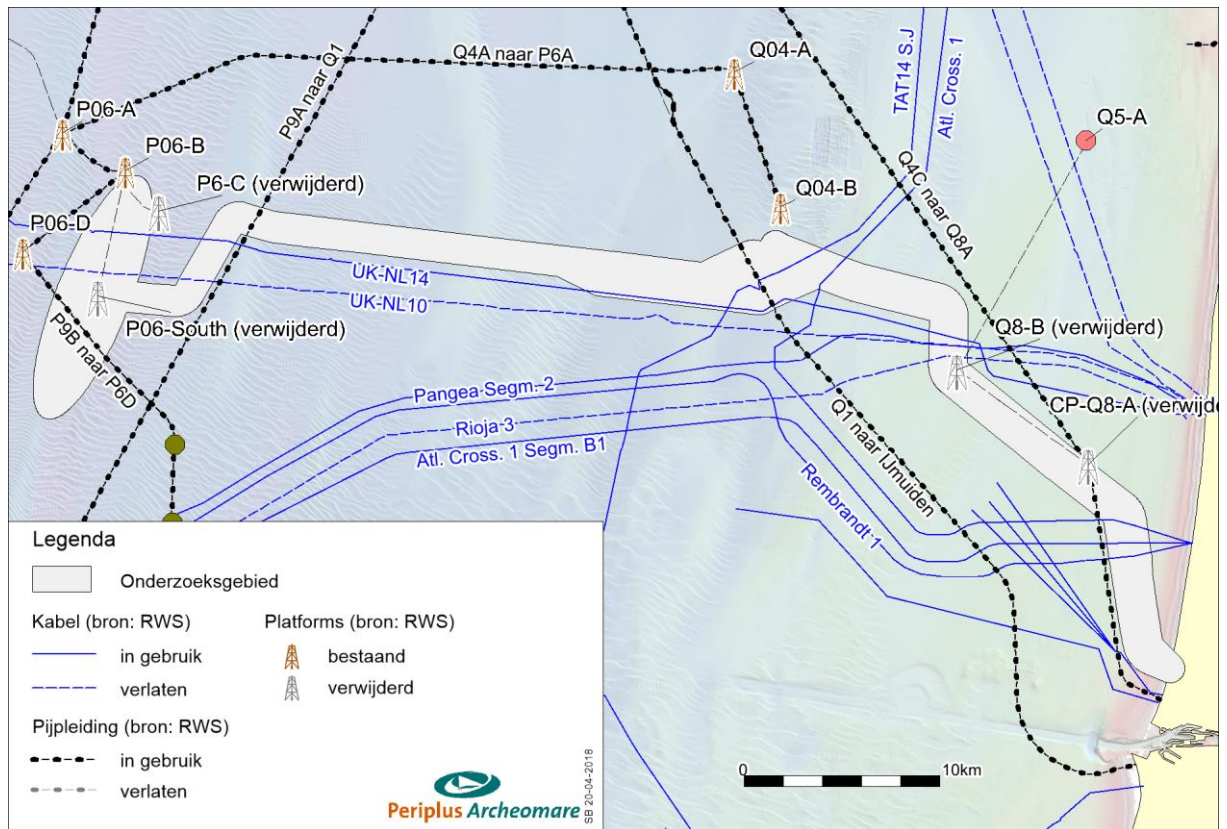
De onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied op een generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Rijkswaterstaat en de *multibeam*opnamen van Hollandse Kust (noord) van Fugro (2017). De diepte langs de verschillende tracé alternatieven varieert van 0 tot 30 meter ten opzichte van LAT.



Afbeelding 4. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT

Het tracé wordt gekruist door verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. 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 (november 2017). *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.<sup>4</sup> Deze kabels worden tijdens de route survey met een of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.



Afbeelding 5. Het tracé in relatie met de bestaande en geplande infrastructuur

Naam	Type	Methode	Van	Naar	Status
TAT14 Segment J	Glasvezel	Geploegd	Katwijk (NL)	Norden (D)	In gebruik
Atlantic Crossing 1 Segment B2*	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Sylt (DK)	In gebruik
UK - NL 14	Glasvezel	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	In gebruik
PANGEA Segment 2	Glasvezel	Geploegd	Lowestoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
UK - NL 10	Coaxiaal	Surface Laid	Egmond (NL)	Lowestoft (GB)	Verlaten
Rioja 3	Glasvezel	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
Atlantic Crossing 1 Segment B2*	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Sylt (DK)	In gebruik
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
Rembrandt 1	Glasvezel	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowestoft (GB)	In gebruik

Tabel 2. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels

\*Deze kabel wordt twee maal gekruist.

<sup>4</sup> Bron: TenneT.

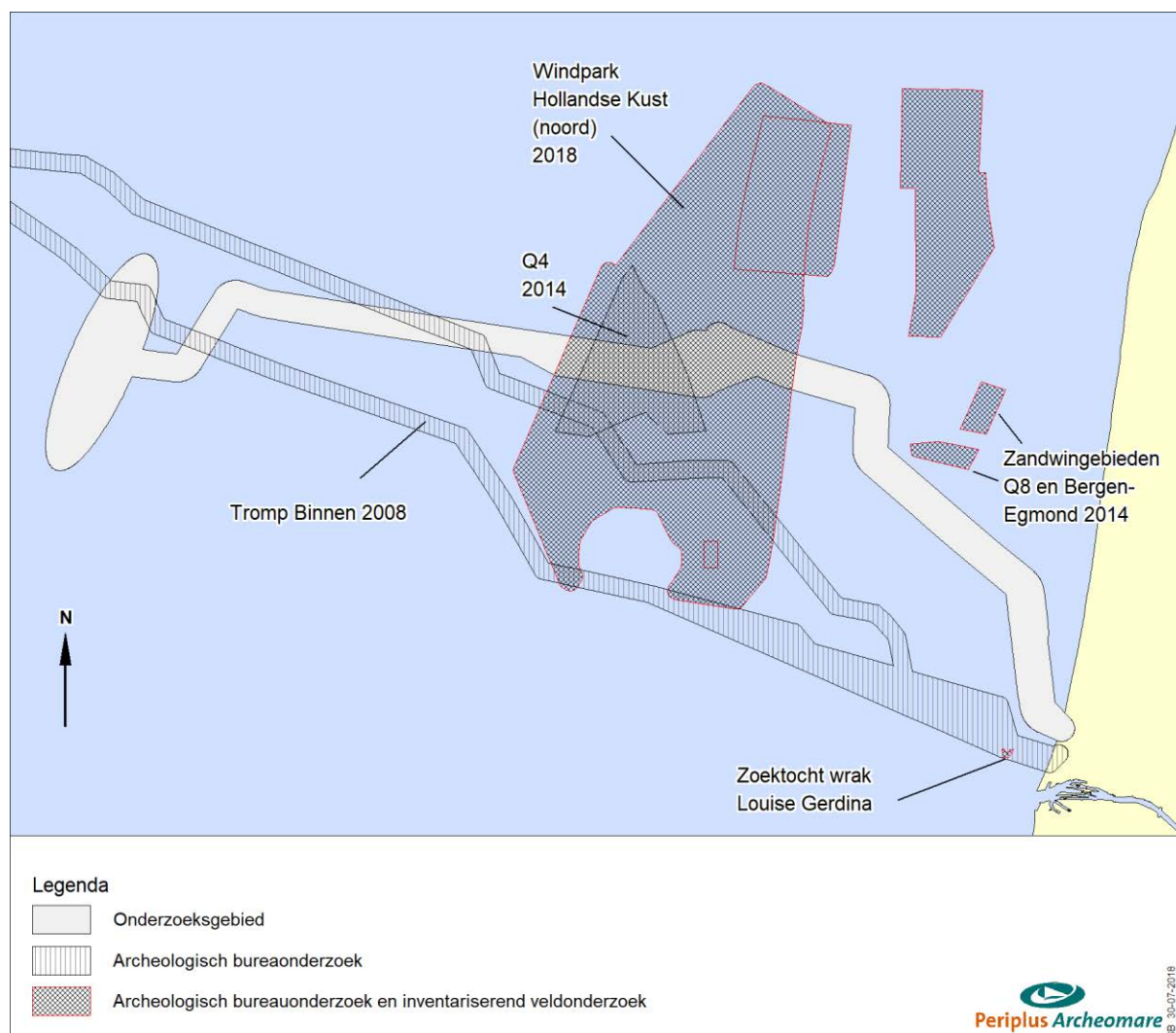


Operator	Van	Naar	Status	Stof	Diameter
Petrogas E&P LLC	Q1-Helm-AP	IJmuiden	Actief	Olie	20-inch
Petrogas E&P LLC	P9-Horizon-A	Q1-Helder AW	Actief	Olie	10 inch
Wintershall Noordzee B.V.	Q8-a	Wijk aan zee	Actief	Gas	10.7-inch
Wintershall Noordzee B.V.	Q5-A/Q8-B	Q8-A	Verlaten	Gas	3/8-inch
Wintershall Noordzee B.V.	P9-B	P6-D	Actief	Gas	2/8-inch
Wintershall Noordzee B.V.	P6-S	P6-B	Verlaten	Gas	6 inch
Wintershall Noordzee B.V.	P6-C	P6-B	Verlaten	Gas	3/12 inch

Tabel 3. Overzicht van kruisende pijpleidingen

### Eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde (archeologische) onderzoeken in het gebied is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.5. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 56.

Gebied	Type onderzoek	Jaar	Rapport
Windpark Hollandse Kust (noord)	BO / IVO	2018	PPA 17A007-02
Windturbinepark Q4	Bureauonderzoek	2014	PPA 14A021-01
Windturbinepark Tromp-Binnen	Bureauonderzoek	2008	PPA 08A014
Zandwingebied Bergen – Egmond A	BO / IVO	2014	PPA 14A014-02
Zandwingebied Q8J	BO / IVO	2014	PPA 14A040-02
Zoektocht wrak Louise Gerdina	IVO	2012	PPA 12A001

*Tabel 4. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied*

## 2.4. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

### 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.<sup>5</sup>

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 opgevist. Echter ook dichterbij de kabelroute zijn artefacten van been en gewei opgevist.<sup>6</sup> In het gebied 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 7. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken

De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recentelijk is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Gaffney e.a. 2005.

<sup>6</sup> Louwe Kooijmans 1970.

<sup>7</sup> Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.



Afbeelding 8. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (afb. uit: Kooijmans 1970)

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum* en *Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.<sup>8</sup>

### 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 Volle 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.<sup>9</sup> Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.<sup>10</sup> Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.<sup>11</sup> Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden echter nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone.

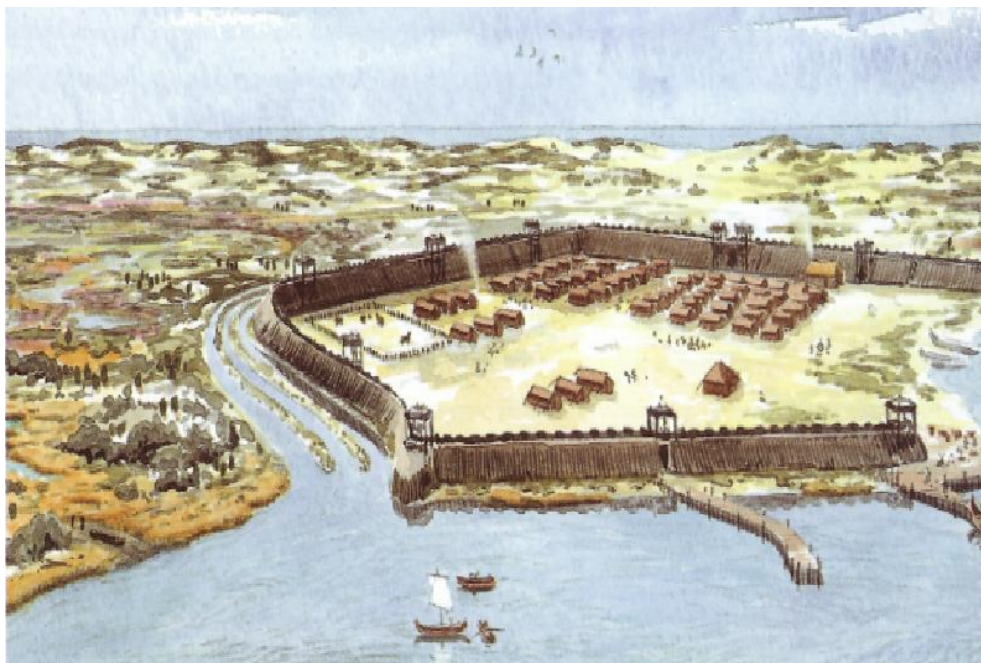
<sup>8</sup> Verhart 2005 159.

<sup>9</sup> Hessing 1995, 98.

<sup>10</sup> Dijkstra en Ketelaar 1965.

<sup>11</sup> Waasdorp 1999.

Het Romeinse fort en haven Velsen I is het noordelijkste Romeinse fort op het Europese vasteland en lag aan het Oer-IJ.<sup>12</sup> De Archeologische Werkgroep Haarlem meldt hiervoor het volgende: *‘De versterking is bijzonder omdat zij zo ver van het Romeinse centrum lag, en omdat het fort een unieke asymmetrische vorm had. Bovendien is de haven met steigers en boothuizen aangelegd naar mediterrane voorbeeld. Het geheel is in de jaren ’70 opgegraven en al meermaals het onderwerp geweest van artikelen en proefschriften, maar nog lang niet alle gegevens waren in beeld gebracht.’*



Afbeelding 9. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen)

Jasper de Bruin, archeoloog verbonden aan de Universiteit van Amsterdam, refereert in een interview met het NRC aan de Romeinse geschiedschrijver Tacitus.<sup>13</sup> *‘Volgens Tacitus was in het Romeinse fort Velsen een ruitery van de Cananefaten gelegerd, als hulp troepen van het Romeinse leger. Bij een opstand van de Friezen in 28 zou die Cananefaats ruitery zware verliezen hebben geleden.’*

### Scheepvaart

De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.<sup>14</sup> Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden. Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl gesteld worden dat ze Brits zijn en per schip overgebracht naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd 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 verbingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege en volle Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.<sup>15</sup> 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

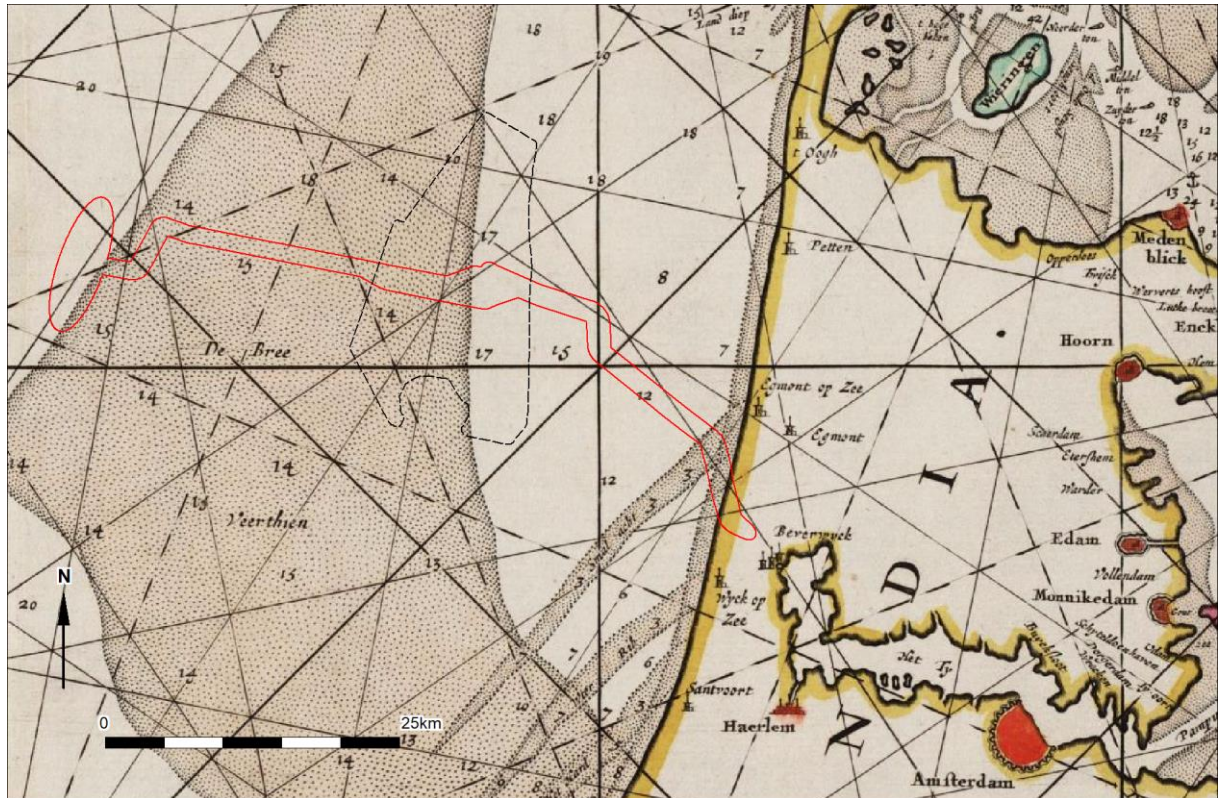
<sup>12</sup> Bron: Archeologische Werkgroep Haarlem (<https://archeologischewerkgroephaarlem.nl>).

<sup>13</sup> NRC, Theo Toebosch, 15-01-2018: *De Cananefaten stammen uit Velsen*.

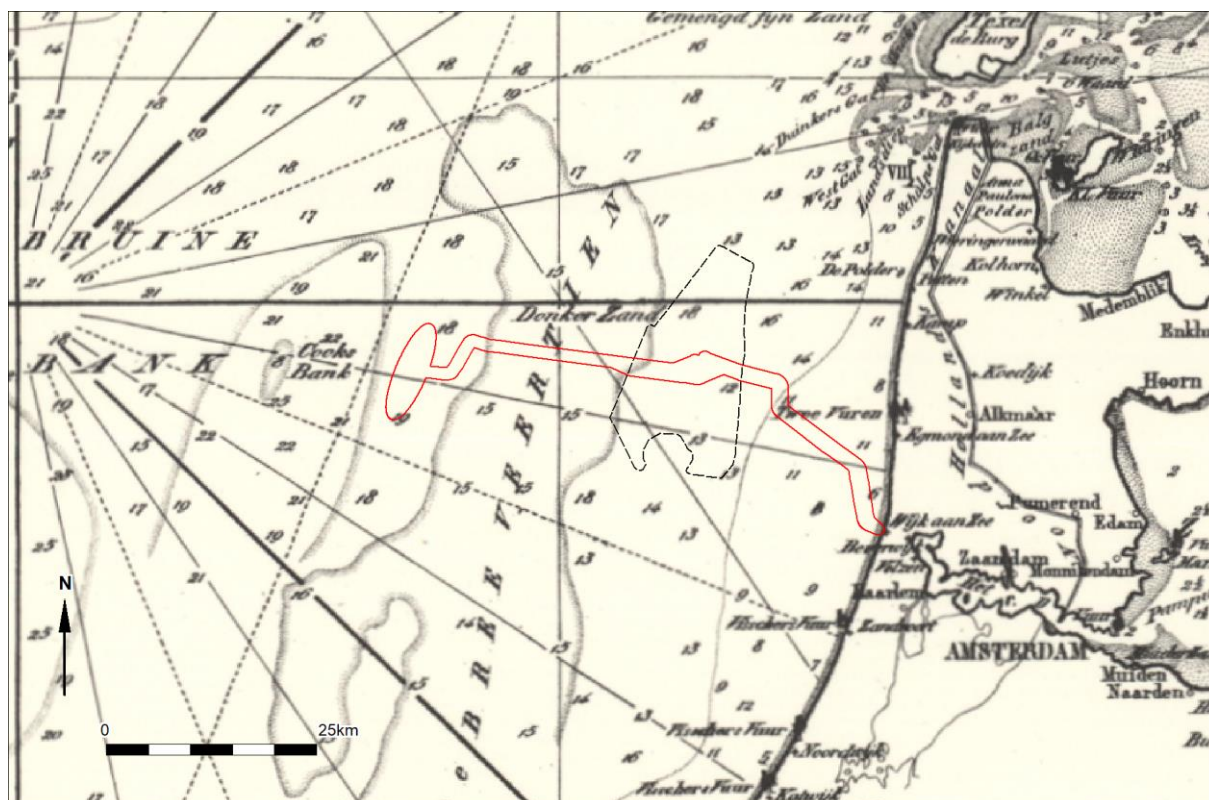
<sup>14</sup> Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.

<sup>15</sup> Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.

vormde voor wereldwijde vaarroutes. De scheepvaartgeschiedenis in hoofdlijnen is 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 10. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit



Afbeelding 11. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart)

### **Vliegtuigwrakken**

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>16</sup> Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.<sup>17</sup>

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

### **Bekende verstoringen in het plangebied**

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

---

<sup>16</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

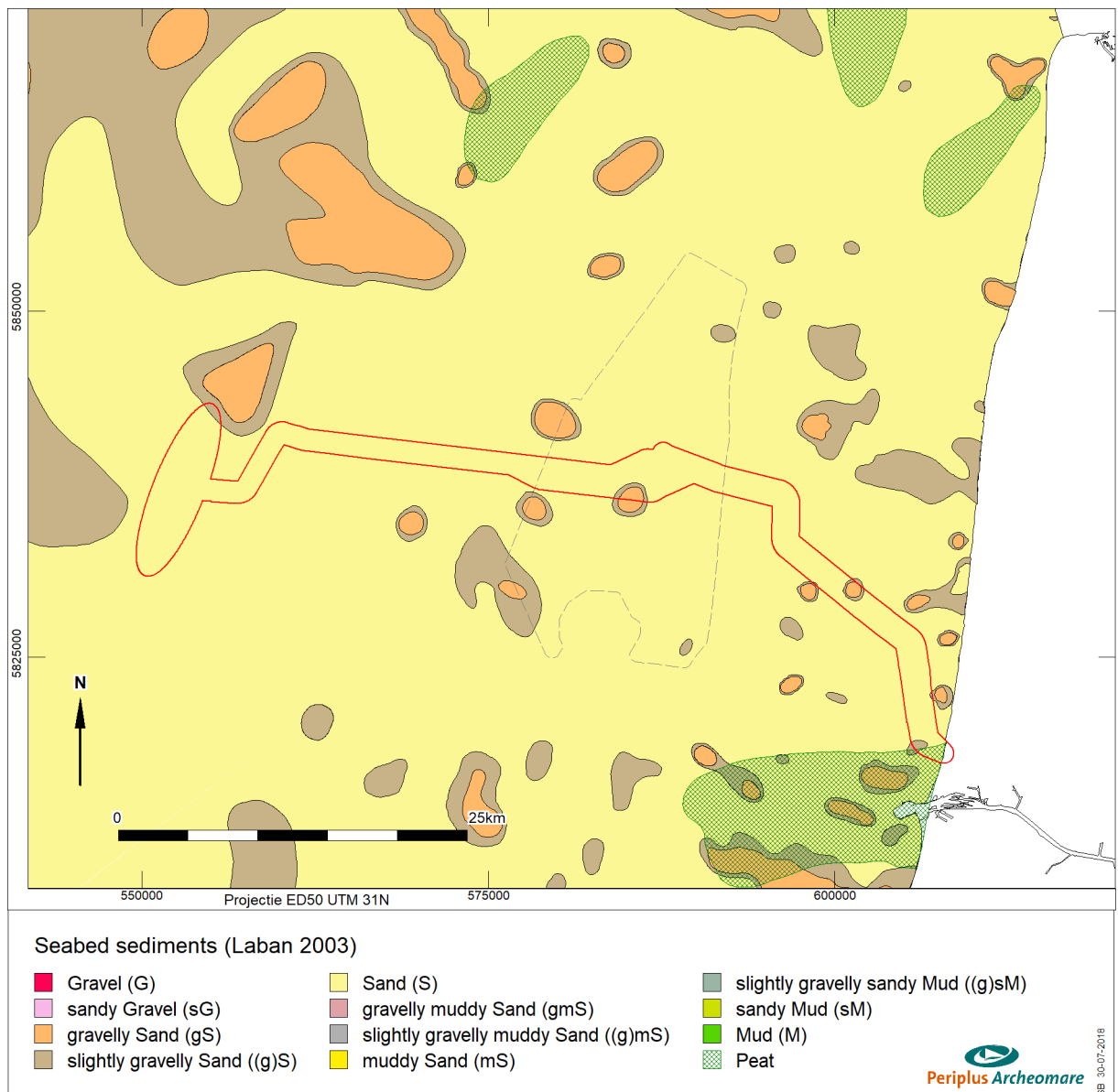
<sup>17</sup> Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.



## 2.5. Geologische gegevens (LS04wb)

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 vs non-erosief) en indicatie 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 plangebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat langs de kabelroutes uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie onderstaande afbeelding). 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.



Afbeelding 12. Oppervlakte sedimenten

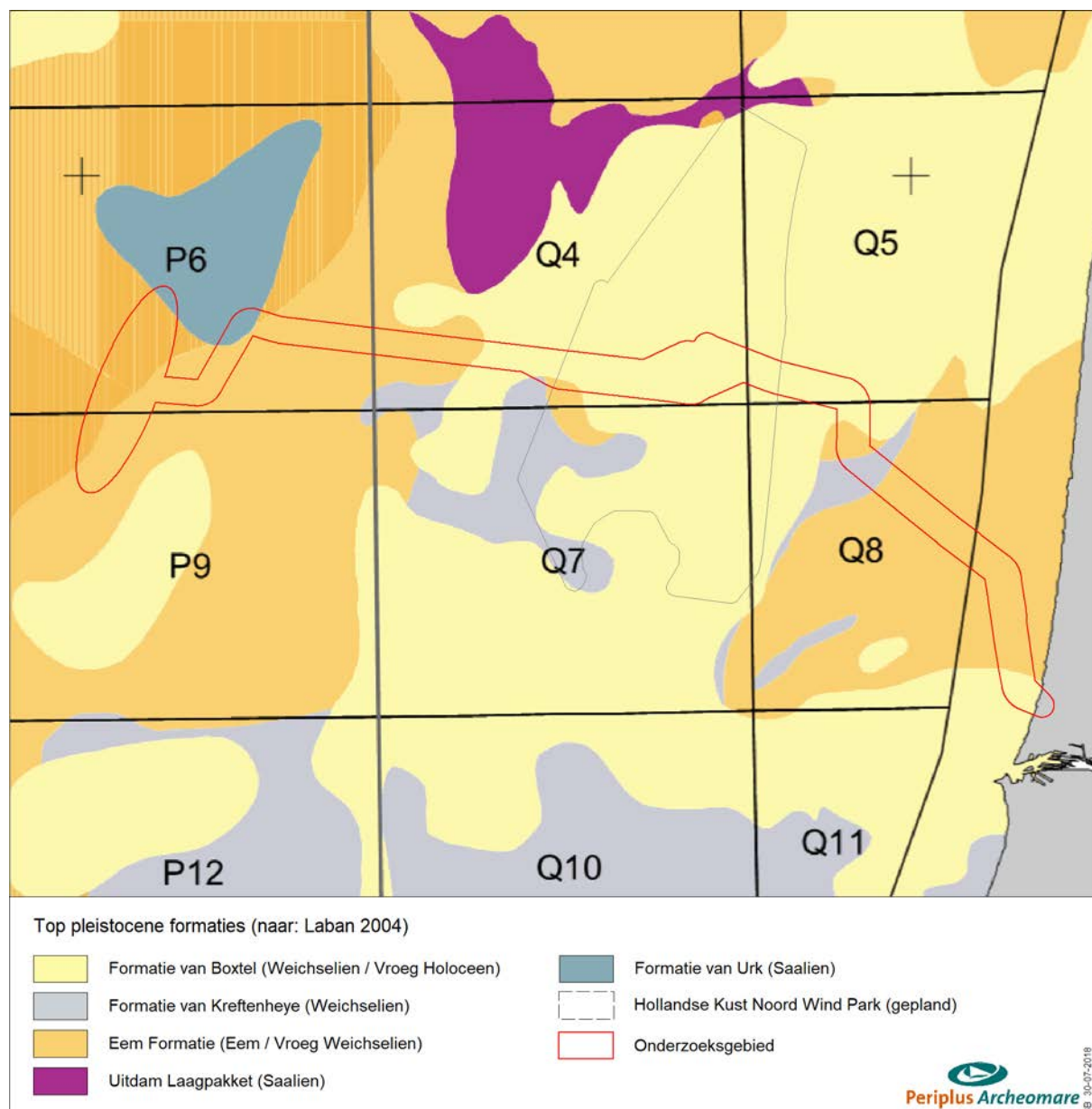
De dikte van de Holocene afzettingen bestaande uit het Bligh Bank Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk varieert langs de route van 1.5 tot 10 meter.

Aan de kust gaat het Bligh Bank Laagpakket over in strandafzettingen van het Zandvoort Laagpakket. De dikte van het Bligh Bank Laagpakket / Zandvoort Laagpakket ten oosten van HKN varieert van 0 tot 15 meter.

Basis Holoceen	diepte in m onder zeebodem		
	minimum	maximum	gemiddeld
HKW - HKN	1.5	10.0	4.3
HKN - Kust	0	23.0	3.8

Tabel 5. Basis Holoceen (=dikte Bligh Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk)

Op basis van de dikte van het Bligh Bank Laagpakket en de *trench*-diepte van de kabels (naar verwachting maximaal 8 meter nabij het aanlandingspunt) is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder het Bligh Bank Laagpakket bevinden. In onderstaande afbeelding zijn de pleistocene formaties weergegeven die onder een dek van holocene afzettingen voorkomen.

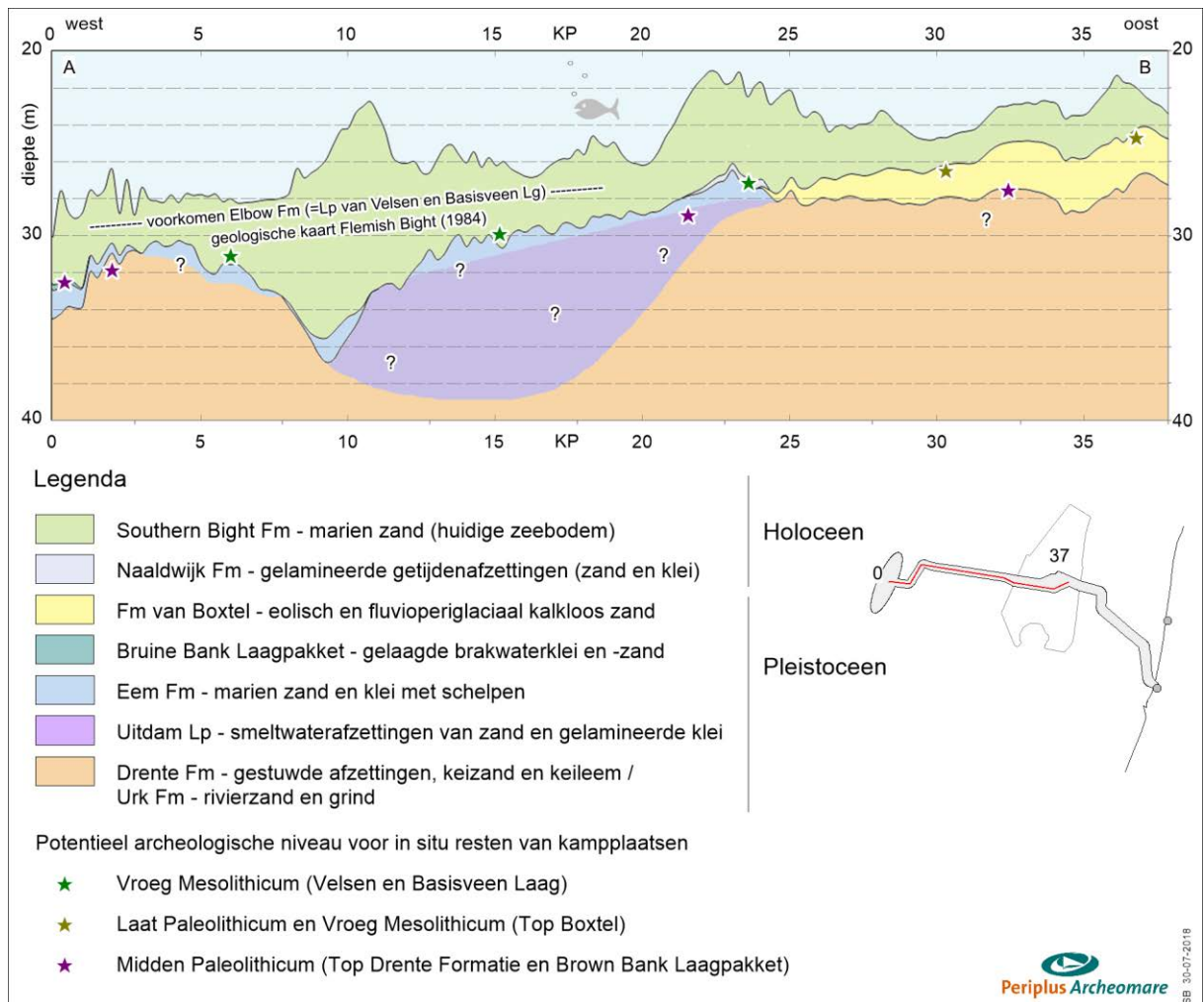


Afbeelding 13. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004)

Deltares heeft modellen over de geologie van de windparken Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (zuid) gepubliceerd.<sup>18</sup> Op verzoek heeft Deltares aan Periplus grids (MSL) beschikbaar gesteld van a) de gemodelleerde diepteligging van de bases van formaties in het Noordzeegebied en b) de diktes van deze eenheden. De grids omvatten de pleistocene Eem Formatie, de Formatie van Kreftenheye en de Formatie van Boxtel en de holocene Formatie van Naaldwijk en het Bligh Bank Laagpakket. Periplus beschikt niet over grids van de Drente Formatie en de Drachten Formatie. De Deltares grids zijn gebruikt om geologische profielen langs de kabelroute te genereren (zie afbeelding 14 en afbeelding 16). De kleuren van de pleistocene eenheden sluiten aan bij de Top Pleistoceen kaart. TenneT heeft aangegeven dat de KP's bij de aanleg van de kabels in tegenovergestelde richting zullen worden aangehouden, dus van land (KP0) naar respectievelijk HKN (2 kabels) en van land (KP0) langs HKN naar HKW (2 kabels).

<sup>18</sup> Forzoni et al. 2017.

**Profiel van HKW naar HKN**



Afbeelding 14. Geologisch profiel van HKW Alpha naar HKN (data: Deltares grids)

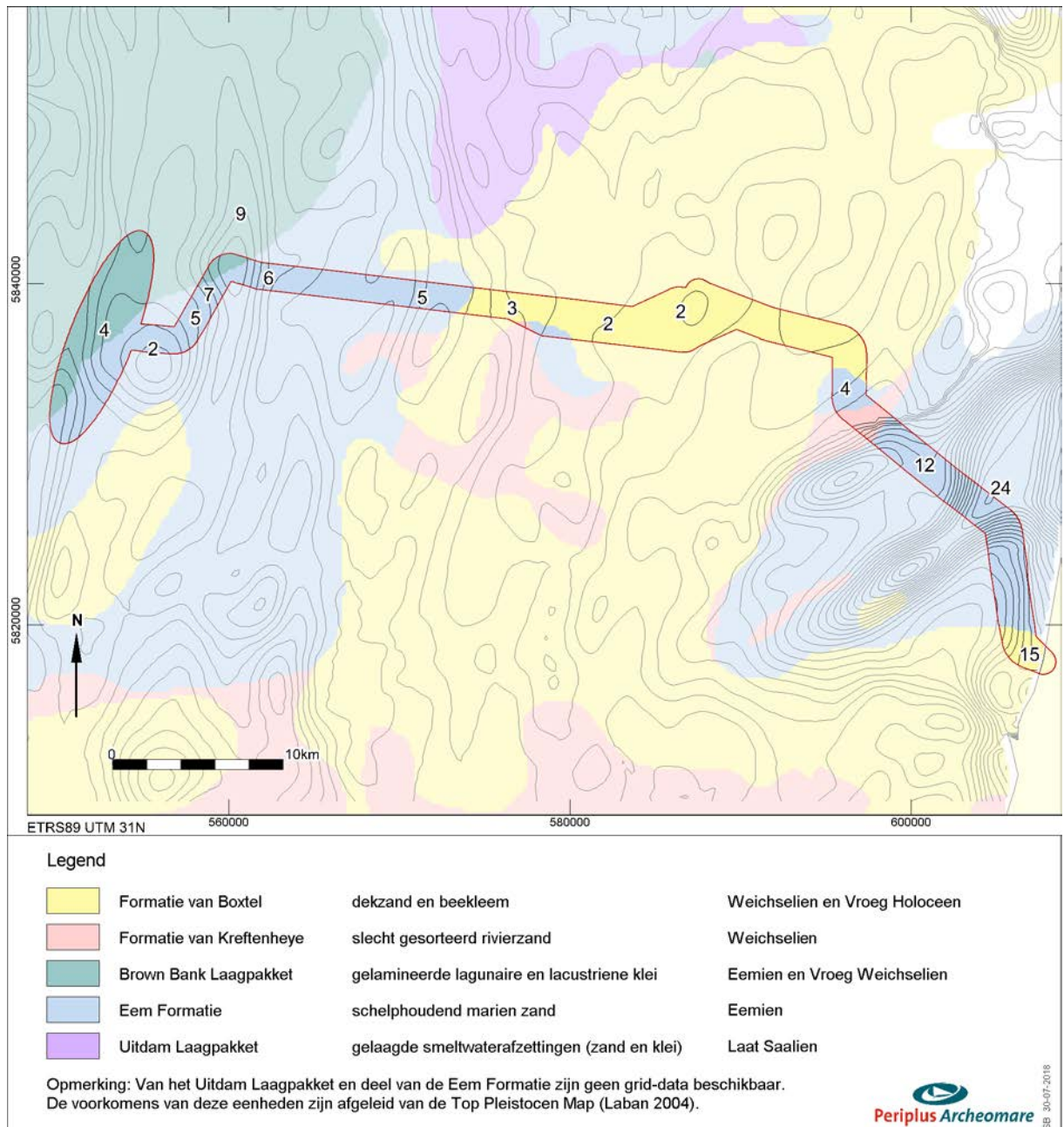
Volgens geologische kaarten van de Flemish Bight, die in 1984 door de British Geological Survey en de Rijks Geologische Dienst zijn gepubliceerd komt in het westelijke deel van de kabelroute de 'Elbow Formatie' voor.<sup>19</sup> De Elbow Formatie bestaat uit veen dat volgens de huidige naamgeving tot de Basisveen Laag wordt gerekend en 'fijn tot zeer fijn, blauwgrijs, slibhoudend zand' dat nu tot het Laagpakket van de Wormer binnen de Formatie van Naaldwijk wordt gerekend. De Formatie van Naaldwijk komt volgens de Deltares grid-modellen niet in dit deel van de kabelroute voor. De dikte van deze afzettingen bedraagt volgens de Flemish Bight kaarten in het onderzoeksgebied circa 5 meter.

Uit de subcropkaart van de top van het pleistoceen (afbeelding 14) en het profiel (afbeelding 14) blijkt dat de sedimenten die onder het Blich Bank Laagpakket schuil gaan in het westen van de route bestaan uit pleistocene afzettingen van het Brown Bank Laagpakket. Het Brown Bank Laagpakket is opgebouwd uit een afwisseling van fijn gelamineerde klei en zand die de top van de Eem Formatie vormt. De Eem Formatie komt volgens de Top Pleistocene Map in het centrale deel van de kabelroute voor.<sup>20</sup> De Eem Formatie is hoofdzakelijk opgebouwd uit marien zand met schelpen, dat in het Eemien interglaciaal is afgezet. Opvallend is dat de Eem Formatie in het centrale deel van de kabelroute ontbreekt in de grid

<sup>19</sup> Brown en Hageman 1984.

<sup>20</sup> Laban 2004.

data. De oorzaak van de discrepantie tussen de Top Pleistocene Map en de Deltares grids is niet bekend. De diepteligging van de top van de Eem Formatie varieert van minder dan 2m tot meer dan 9m, ervan uitgaande dat de Eem Formatie direct onder het Bligh Bank Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk ligt; de top van het Brown Bank Laagpakket ligt naar verwachting op 3.5 tot meer dan 9m onder de zeebodem.



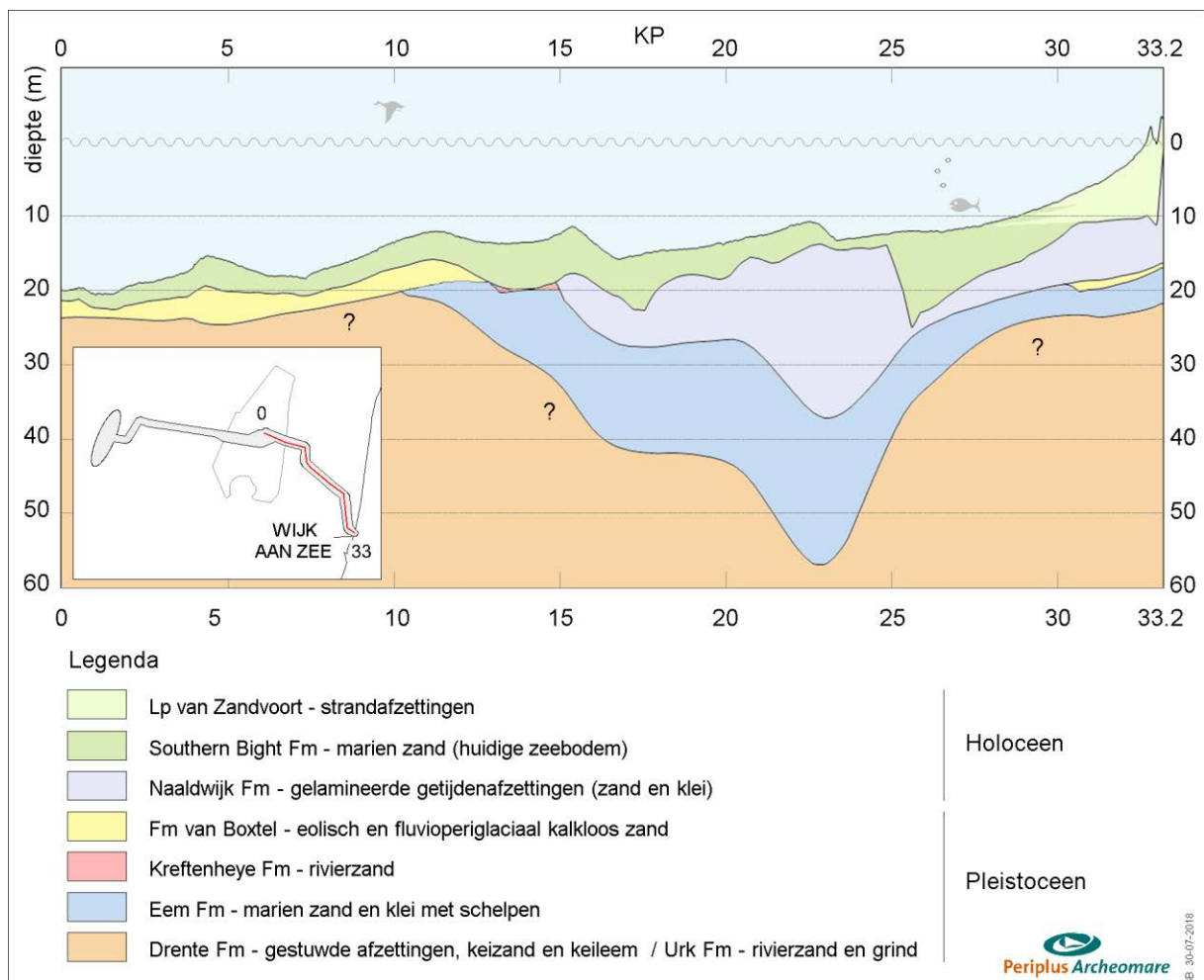
Afbeelding 15. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van Deltares model aangevuld met data Laban 2004)

In het oostelijke deel van de kabelroute ten westen van HKN wordt de top van de pleistocene afzettingen gevormd door de Formatie van Boxtel. De Formatie van Boxtel is hier waarschijnlijk opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het Laagpakket van Wierden en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het Laagpakket van Singraven. De top van de Formatie van Boxtel loop naar het oosten geleidelijk op van 5m naar 2m onder de zeebodem.

In het profiel (afbeelding 14) is te zien dat Eem Formatie, het Uitdam Laagpakket en de Formatie van Bortel in het centrale en noordelijke deel van het onderzoeksgebied zijn afgedekt door de Formatie van Naaldwijk. De vroeg-holocene klastische getijdenafzettingen van de Formatie van Naaldwijk bestaan uit (zeer) fijn marien zand en gelamineerde klei van het Laagpakket van Wormer. Volgens de beschikbare modellen is het Laagpakket van Wormer in het onderzoeksgebied tot 0 tot 2m dik.

De vraagtekens in het profiel betekenen dat de afzettingen die op betreffende niveaus voorkomen onzeker zijn. Zoals in de legenda is aangegeven komen onder de Eem Formatie en de Formatie van Bortel naar verwachting rivierzanden van de Urk Formatie en gestuwde afzettingen in de vorm van keizand en keileem van de Formatie van Drente voor. Op basis van paleogeografische kaarten van het Laat Saalien is het zeer aannemelijk dat het glaciale dal in het centrale deel van de route is opgevuld met een afwisseling van zandige en kleiige smeltwaterafzettingen van het Laagpakket van Uitdam. Het voorkomen en de diepteligging van deze eenheid is niet bekend. Het Laagpakket van Uitdam is weergegeven in afbeelding 16. Deze kartering mag als 'best guess' worden beschouwd, en niet meer dan dat.

### Profiel HKN – kust



Afbeelding 16. Geologisch profiel van HKN naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids)

Uit het profiel van HKN naar de kust blijkt dat de sedimenten die onder het Blich Bank Laagpakket schuil gaan in ten oosten van de HKN bestaan uit pleistocene afzettingen van de Formatie van Bortel. De Formatie van Bortel is hier waarschijnlijk opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het

Laagpakket van Wierden en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het Laagpakket van Singraven.

In het zuidoostelijke deel van de route komen onder het Bligh Bank Laagpakket getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) voor. Het Laagpakket van Wormer bestaat vaak uit een afwisseling van fijn gelamineerde klei en zand. Bij Egmond komen binnen het Laagpakket van Wormer zandige geulopvullingen die gerelateerd zijn aan het Zeegat van Bergen. Deze afzettingen zijn apart geïdentificeerd als de Laag van Bergen.

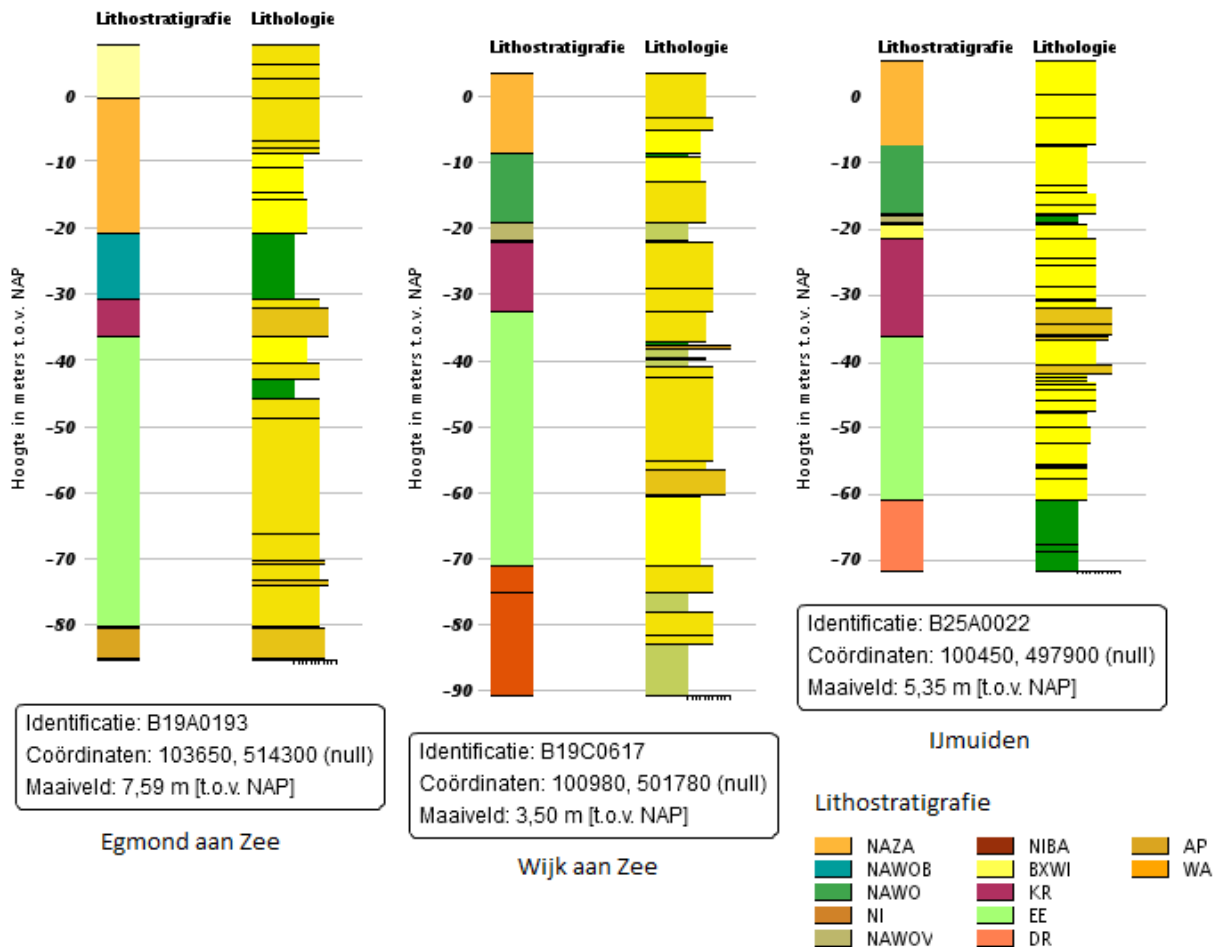
Van KP13 tot KP15 bevindt zich onder het Bligh Bank Laagpakket een interval met pleistocene rivierzanden van de Formatie van Kreftenheye. Op deze locatie komen op relatief geringe diepte mariene zanden van de Eem Formatie voor.

In het profiel zijn naast Deltares' geologische modellen van het Noordzeegebied de grids van het GeoTOP model gebruikt. Het GeoTOP is model samengesteld op basis van boringen op land. De boordichtheid op land is veel hoger dan op de Noordzee. De kwaliteit van dit model is goed en betrouwbaar. Volgens het GeoTOP model komen langs kust tussen Petten en IJmuiden rivierafzettingen van de Formatie van Kreftenheye voor. De formatie is bij IJmuiden aanwezig op een diepte van 20 tot 35 mLAT (dikte = 15m), bij Wijk aan Zee van 23 tot 33 mLAT (dikte = 10m) en bij Egmond aan Zee van 30 tot 35 mLAT (dikte = 5m). Volgens de Deltares grids komen deze rivierafzettingen langs de kabelroutes slechts zeer beperkt voor. Uitgezonderd een stukje van de route tussen KP13 en KP15 ontbreekt de Kreftenheye Formatie zelfs geheel.

Langs de kust komen onder de Formatie van Kreftenheye mariene zanden en kleien van de Eem Formatie voor. De basis ligt op -79 mLAT bij IJmuiden en loopt richting Egmond aan Zee op naar -60 mLAT. In het geologische profiel van de kabelroute is te zien dat de basis van de Eem Formatie bij Wijk aan Zee op -25 mMSL en bij Egmond op -37 mMSL ligt. Ook hier zijn de verschillen tussen de Deltares grids en het GeoTOP model groot. Deze verschillen kunnen vooralsnog niet verklaard worden.

Het Laagpakket van Wierden is afgedekt de Basisveen Laag en door humeuze klei van de Laag van Velsen. De Laag van Velsen is ook in Wijk aan Zee afgezet.

### Boomonsterprofiel



Afbeelding 17. DINO-boringen

Bij Egmond aan Zee hebben getijdengeulen zich ingesneden in het pleistocene landschap. Het Laagpakket van Wierden, de Basisveen Laag en de Laag van Velsen ontbreken hier. Zandige geulafzettingen rusten hier discordant op de Formatie van Kreftenheye.

De vraagtekens in het profiel betekenen dat de afzettingen die op betreffende niveaus voorkomen onzeker zijn. Zoals in de legenda is aangegeven komen onder de Formatie van Boxtel en de Eem Formatie naar verwachting rivierzanden van de Urk Formatie en gestuwde afzettingen, keizand en keileem van de formatie van Drente voor.

In de winter van 2016 belandden tonnen aan stenen op het stranden van Egmond en Bergen aan Zee. Deze stenen zijn waarschijnlijk afkomstig van winning uit het nabij gelegen zandwingebied Q8H. Dit wordt ondersteund door DINO-boring BQ080477 waarbij op 9 tot 12 meter onder de zeebodem grind is aangetroffen. Vermoedelijk gaat het om glaciële afzettingen van de Formatie van Drente. De geplande kabelroute loopt op 1,5 km ten zuiden van dit wingebied.

Ook binnen het onderzoeksgebied kan de Formatie van Drente op geringe diepte onder de zeebodem voorkomen. De grote stenen die in deze afzettingen voor kunnen komen zijn waarschijnlijk afgedekt door zand. Tijdens de route survey zullen de stenen daarom (vermoedelijk) niet zichtbaar zijn op de side scan sonar beelden. In de ruwe *ongestackte subbottom profiler* data zullen de stenen als duidelijke hyperbolen in de seismische profielen te herkennen zijn.





*Afbeelding 18. Stenen op het strand van Egmond aan Zee (bron; NOS 03-02-2016)*

De modellen van de Noordzee sluiten niet goed aan op het Geotop model van TNO dat voor het land is ontwikkeld. De oorzaak hiervan is (nog) niet bekend.

#### Drente Formation

De Formatie van Drente bestaat uit glaciale afzettingen uit het Saalien.<sup>21</sup> Binnen de Formatie van Drente het Laagpakket van Gieten, het Laagpakket van Schaarsbergen en het Laagpakket van Uitdam onderscheiden.

Het Laagpakket van Gieten bestaat uit grondmorene in de vorm van sterk zandige tot uiterst siltige grindhoudende, grijsblauwe tot bruin-grijze klei en leem ('keileem') met stenen, keien en blokken. Binnen het Laagpakket van Gieten wordt de Laag van Gasselte ('keizand') onderscheiden. Deze laag bestaat uit grof zand met een overeenkomstige grofklastische bijmenging als keileem, die is gevormd door uitspoeling van de fijne fractie.

Het Laagpakket van Schaarsbergen bestaat uit glaciofluviale afzettingen die voor en naast het ijs zijn afgezet in de vorm van sandrs en kameterrassen en deels ook onder en in het ijs in de vorm van kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen. De afzettingen bestaan uit grof, grindhoudend kalkloos tot kalkhoudend zand met een kenmerkende horizontale gelaagdheid. Bovenin komen soms ondiepe geulinsnijdingen voor.

Het Laagpakket van Uitdam omvat lacustroglaciale bekken-opvullingen in de vorm van uiterst fijn tot uiterst grof, soms grindhoudend, grijs tot bruin zand en zwak tot matig siltige, kalkrijke, (donker)grijze tot (donker)bruine, vrij stevige, veelal sterk gelaagde klei (cm-mm), soms met kalkrijke zandlaagjes en lokaal glauconiet en schelpresten. De Laag van Oosterdok is een warvenafzetting van klei waarin lokaal 'dropstones' voor kunnen komen. De afzettingen van deze drie laagpakketten komen naast en boven elkaar voor.

#### Eem Formatie

De Eem Formatie bestaat hoofdzakelijk uit schelpenhoudende mariene zanden die tijdens het Eemien interglaciaal zijn afgezet.<sup>22</sup> Op de overgang van het Eemien naar het Weichselien zijn brak- en

---

<sup>21</sup> Saalian: glacial period which ended 130.000 years ago.

<sup>22</sup> Eemien: interglacial period between 130.000 and 115.000 years ago.

zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achterbleven in de glaciële bekkens tijdens de regressie van de Eem zee. Deze meer- en lagunaire afzettingen zijn apart geïnclassificeerd als het Brown Bank Laagpakket binnen de Eem Formatie.

#### Formatie van Kreftenheye

De Formatie van Kreftenheye is opgebouwd uit fluviatiele afzettingen van de Rijn uit het Weichselien.<sup>23</sup> In de zomerperioden traden pieken op in de afvoer van smeltwater. Grote hoeveelheden zand en grind werden in deze perioden naar het Noordzeegebied gevoerd. De Rijn had een vlechtend karakter en de afzettingen waren slecht gesorteerd. De rivier stroomde door een droog periglaciaal landschap.

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.

#### Formatie van Boxtel

De Formatie van Boxtel is vermoedelijk opgebouwd uit eolische afzettingen van het Laagpakket van Wierden (dekzand) en beekafzettingen in de vorm van klei, leem en fijn zand van het Laagpakket van Singraven. De afzettingen dateren uit het Weichselien (115.000 tot 12.000 jaar geleden) en het Vroeg Holoceen (12.000 tot heden). De top van de Formatie van Boxtel kan tijdens afzetting van onder meer het Blich 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.

#### Naaldwijk Formation

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 genoemde Laag van Velsen. De Laag van Velsen bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen. Evenals de Basisveen Laag kunnen de stratigrafische eenheden onder de Laag van Velsen goed bewaard zijn gebleven. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geïnclassificeerd als de Laag van Zandvoort (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren). Het Laagpakket van Zandvoort wigt naar het westen uit en gaat, zo wordt verondersteld, over in het Blich Bank Laagpakket.

#### Blich Bank Laagpakket

Het Blich Bank Laagpakket bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilagen. Aan de basis kan het Blich Bank Laagpakket grindig zijn.

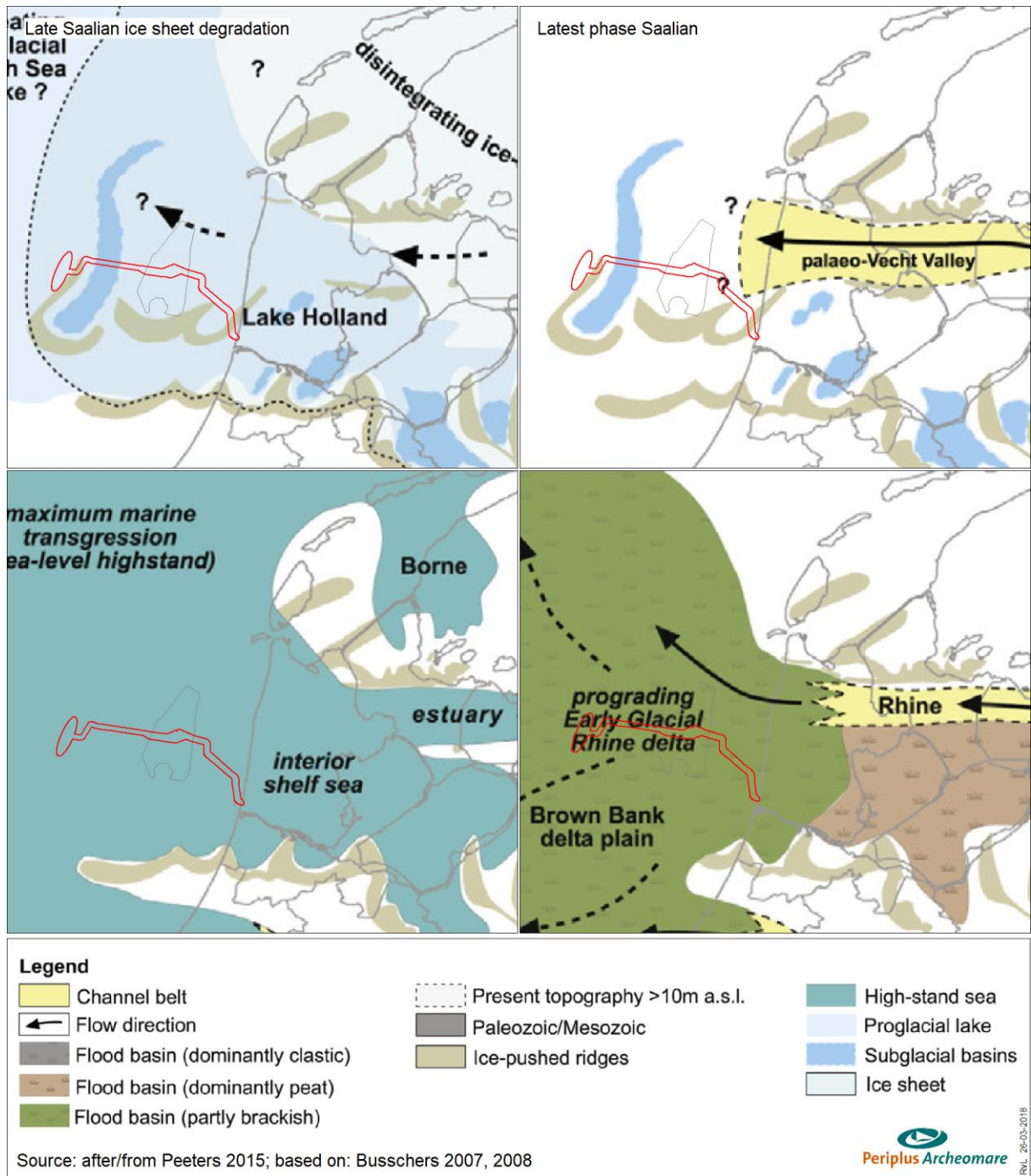
Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die in de ondergrond van de kabelroute voorkomen.

---

<sup>23</sup> Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh bank	Zand	Holoceen	open marien	mobile laag
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	Holoceen	marien	strand
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	aanwezigheid onzeker
Nieuwkoop	Basisveen	Veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviaal	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviaal	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	-	zand en klei	Eem tot Vroeg Weichselien	marien	schelpenhoudend
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	glaciolacustrien	gelamineerde afzettingen, soms warvengelaagdheid
	Schaarsbergen	zand		fluvioglaciaal	sands, kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		Glaciaal	keileem en keizand

Tabel 6. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied

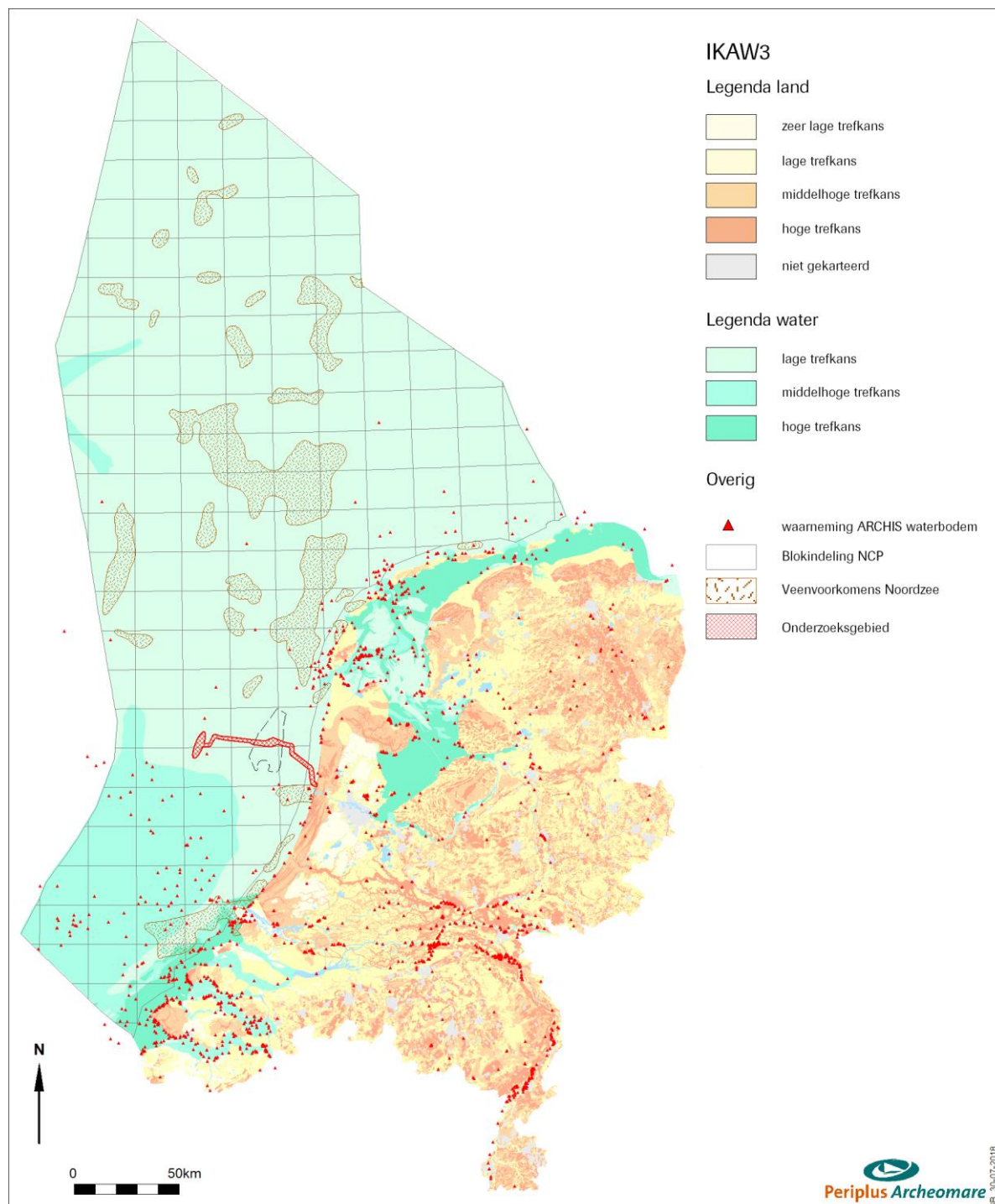


Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien

## 2.6. Archeologische waarden (LS04wb)

### 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 20).<sup>24</sup>



Afbeelding 20. Overzichtskarta archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

<sup>24</sup> IKAW 3<sup>e</sup> generatie, RCE 2008.

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. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast hangt de mate van conservering 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.

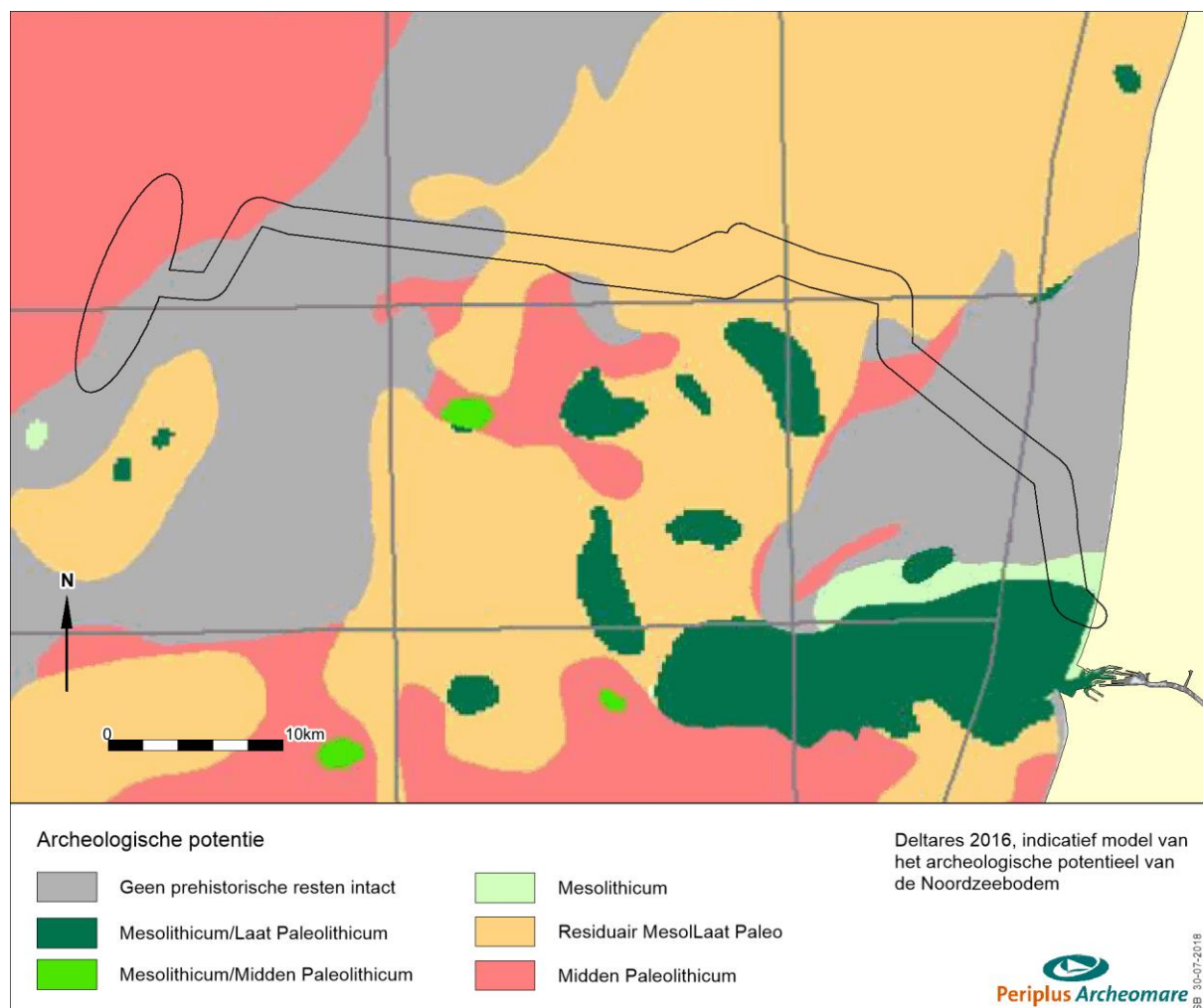
Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten 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.<sup>25</sup> De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste verwachtingskaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> Zie het project 'North Sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters e.a. 2009).

<sup>26</sup> Vonhögen et al. 2016



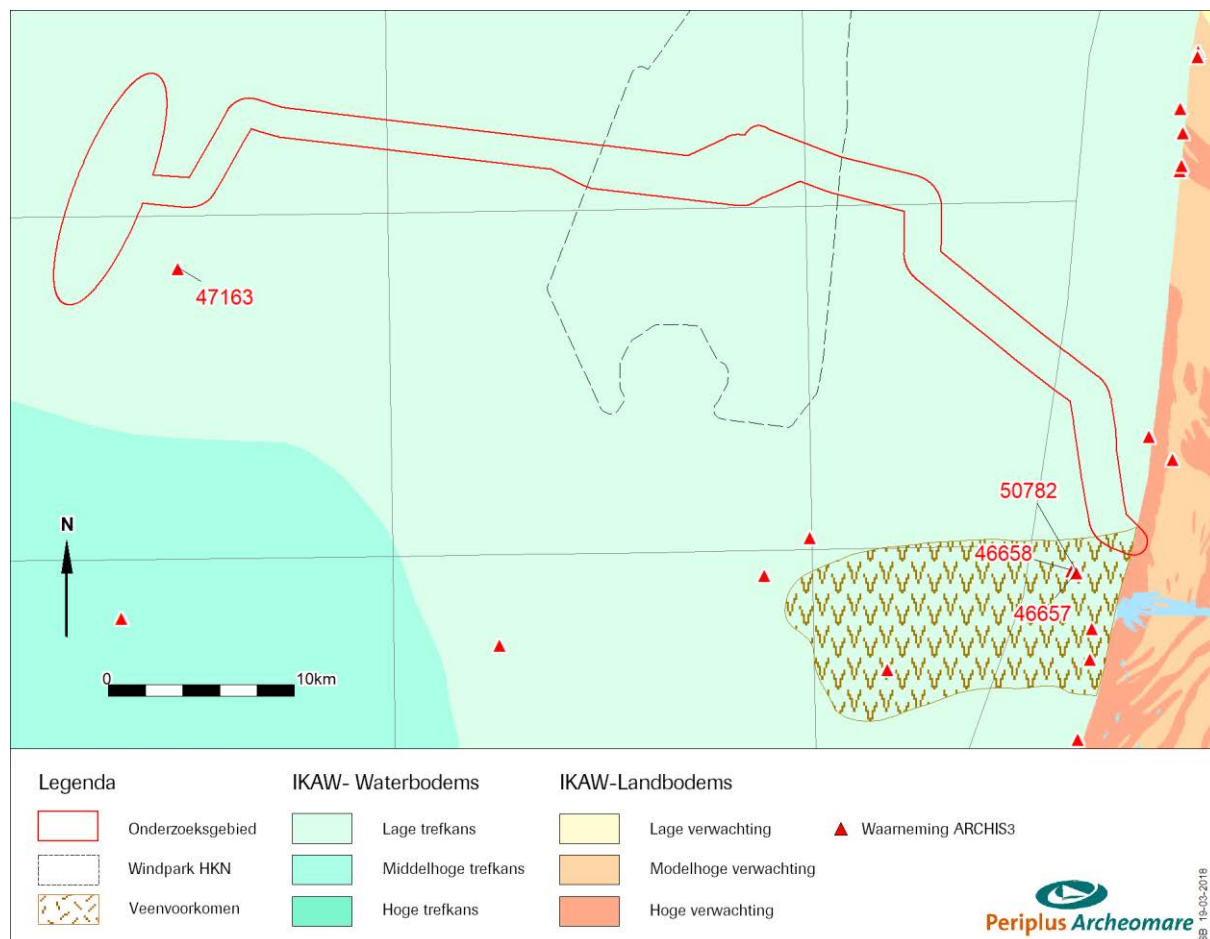
Afbeelding 21. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten

Volgens dit model zijn in het westelijk en oostelijk deel van het onderzoeksgebied (grijs in bovenstaande afbeelding) geen prehistorische resten meer intact te verwachten.

### Omgeving plangebied

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.

Afbeelding 22 geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3. Binnen het onderzoeksgebied zijn geen waarnemingen bekend.



Afbeelding 22. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied

In de omgeving van het plangebied zijn vier archeologische waarnemingen bekend:

NCN	ARCHIS	ETRS89 UTM31N		Beschrijving
		Easting	Northing	
270	46657	604654	5816167	Noordzee Ncp Blok Q11 1. Wrak van de Louise Gerдина, vergaan of gemeld in 1879. Destijds stak de mast boven water uit.
269	46658	604424	5816318	Wrak; hiermee wordt waarschijnlijk het wrak van de Baloeran mee bedoeld
9226	47163	556203	5832620	Houten scheepsresten en staand want, toponiem NCP Blok P9, onderzoek RWS in 2002 met ROV. SR 1042
9359	50782	604480	5816380	Bijl met afgebroken steel, afm. 52 x 28 cm. Bijl is opgebaggerd ongeveer 3 km ten NW van de pier van IJmuiden, ter hoogte van de Baloeran boei begin jaren '90 door baggerschip "Zaandam"

Tabel 7. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied



## Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

### Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

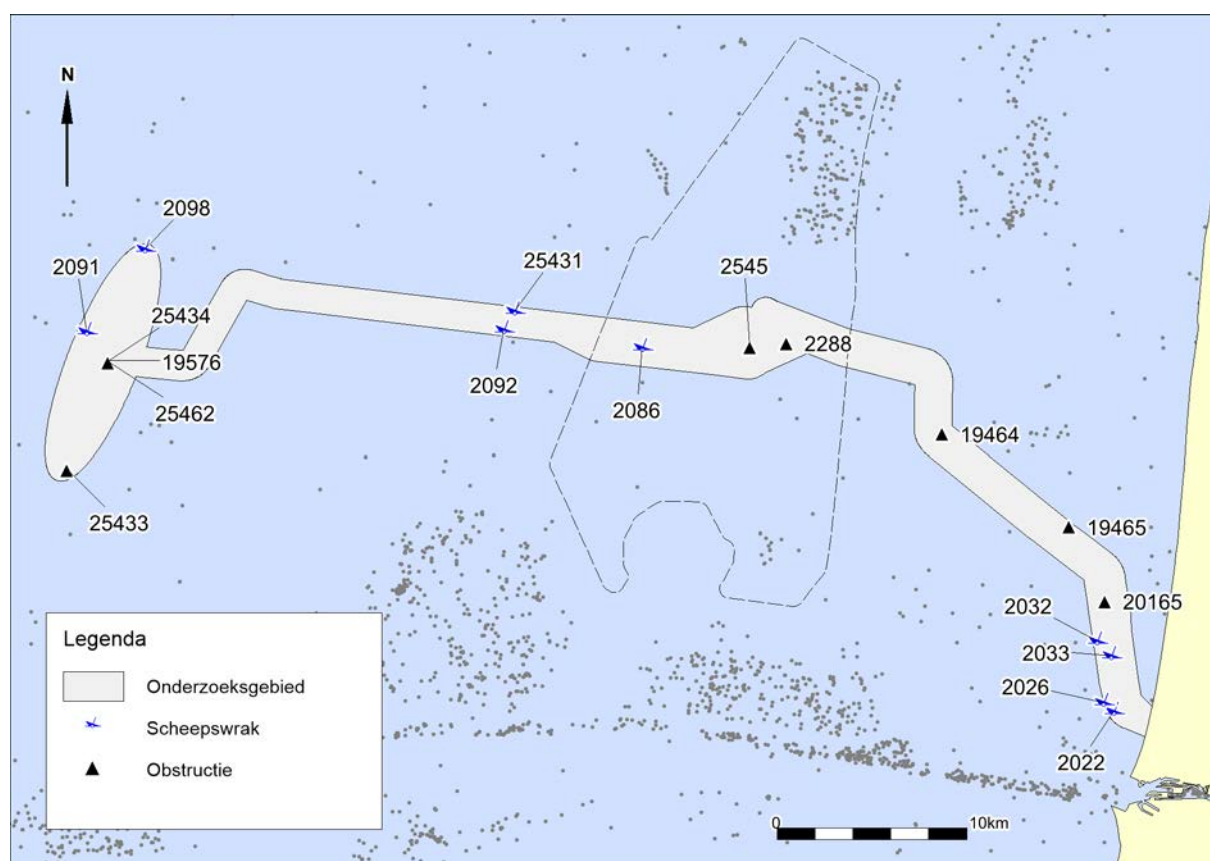
De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van- en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta<sup>27</sup>.

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 bekende waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeeldingen en tabellen op de volgende bladzijde.



Afbeelding 23. Bekende waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied

<sup>27</sup> P. de Boer, gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail

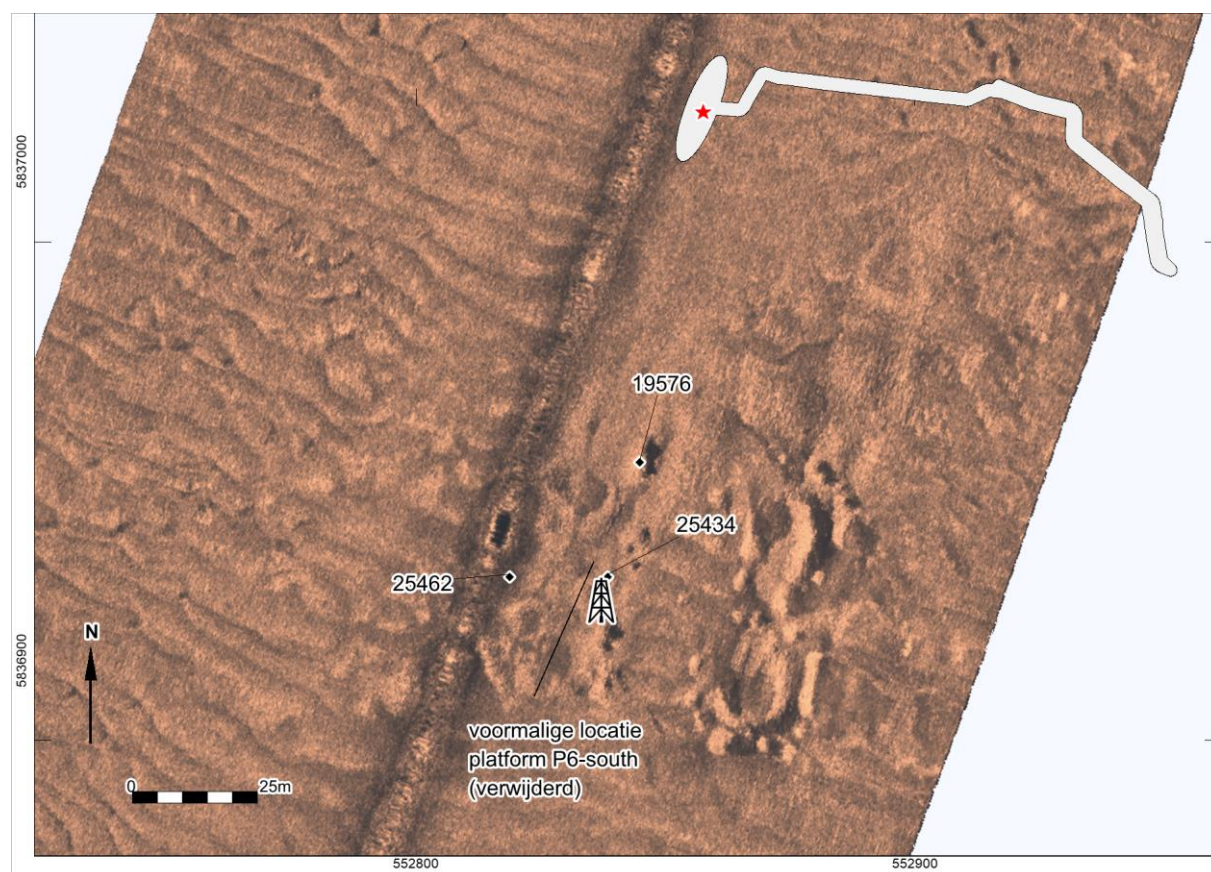
De bekende waarnemingen bestaan uit negen wrakken en negen obstructies. Een lijst met beschrijvingen is opgenomen in de volgende tabel.

NCN	ETRS89 UTM31N		Type	Bron	R95	Beschrijving
	E	N				
2022	605902	5818451	Wrak	DHY wreck	1000	DHY 2204, onbekend wrak, niet teruggevonden
2026	605364	5818934	Wrak	DHY wreck	1000	DHY 2209, onbekend wrak, niet teruggevonden
2032	605033	5822179	Wrak	DHY wreck	1	DHY 2218, onbekend wrak 75x10m
2033	605763	5821415	Wrak	DHY wreck	1	DHY 2219, onbekend wrak, mogelijk Lotte Skau, met lading kolen in 1948 bij stormweer gezonken. Rederij Ove Skou, Kopenhagen
2086	581029	5837632	Wrak	DHY wreck	1000	DHY 2279, onbekend wrak, niet teruggevonden
2091	551692	5838481	Wrak	DHY wreck	1	DHY 2284, onbekend wrak lengte 33 m. Afb. beschikbaar
2092	573710	5838580	Wrak	DHY wreck	5	DHY 2285 - Distributed remains of wreck, surveyed 20-12-2008
2098	554776	5842849	Wrak	DHY wreck	1	DHY 2292, onbekend wrak. Aanvullende informatie duikteam Zeester: 'Boezemwrak' bij platform. Lengte 36m
2288	588628	5837944	Obstructie	DHY wreck	5	DHY 2520, obstructie 13x12m Totale oppervlakte met wrakresten ca. 300 x 100 mtr.
2545	586708	5837737	Obstructie	DHY Obs.	4	DHY 2990. kruising tussen twee pijpleidingen. Totale oppervlakte met resten/rommel 20 x 50 mtr.
19464	596855	5833162	Obstructie	DHY Obs.	0	Afsluiter Q08-4/5
19465	603557	5828289	Obstructie	DHY Obs.	1	DHY 100468 - pipeline obstruction found by multibeam 25-09-2014
19576	552845	5836956	Obstructie	DHY Obs.	1	Afsluiter P6-S. Afb. Beschikbaar
20165	605439	5824351	Obstructie	DHY Obs.	1	Afsluiter Q08-Middelie, enkel gevonden met Magnetometer
25431	574302	5839548	Wrak	DHY wreck	1	DHY 3034, onbekend wrak
25433	550669	5831259	Obstructie	DHY Obs.	1	Afsluiter P09-7
25434	552838	5836933	Obstructie	DHY Obs.	1	Is ontmanteld platform P06-S1. Dient als Foul ground in de kaart gezet te worden. Verschillende objecten gemeld door Clyde Petroleum Exploratie B.V.
25462	552819	5836933	Obstructie	DHY Obs.	1	Is ontmanteld platform P06-S1. Dient als Foul ground in de kaart gezet te worden. Verschillende objecten gemeld door Clyde Petroleum Exploratie B.V.

Tabel 8. Lijst van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied

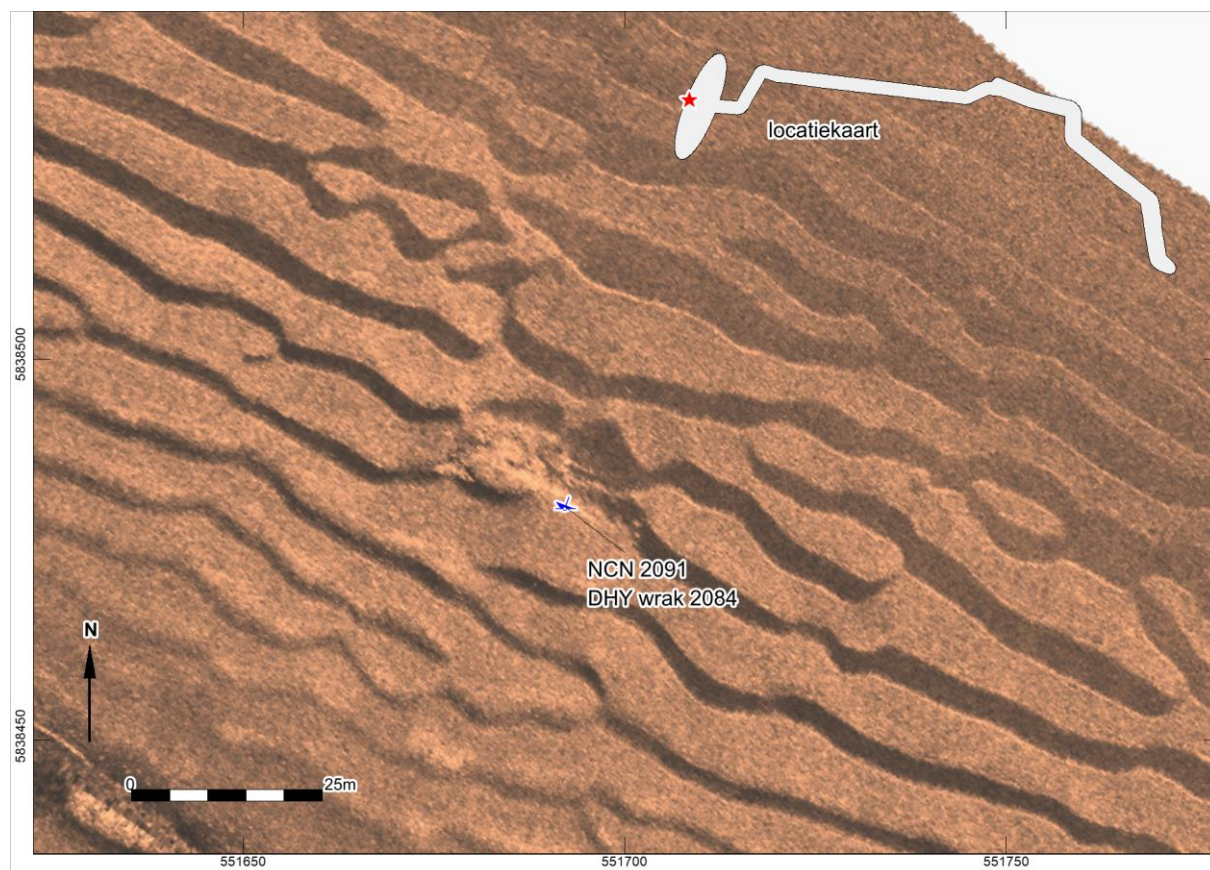
Een aantal van de gekarteerde constructies betreffen afsluiters (*wellheads*) van boorgaten uit de olie en gasindustrie. Hierbij zijn de boorgaten afgesloten met cement.

In het zoekgebied voor het platform west stond het platform P06-South dat ontmanteld en verwijderd is. Op de locatie bevinden zich nog verschillende objecten waaronder afsluiters van boorgaten. De volgende afbeelding toont het side scan sonar beeld van de locatie met de verschillende waargenomen contacten (bron: Dienst der Hydrografie).



Afbeelding 24. Side scan sonarbeeld van contacten binnen het zoekgebied voor het platform west

Aan de westelijke rand van het zoekgebied voor het platform west ligt een onbekend wrak met een lengte van 33 meter. Dit wrak is in kaart gebracht door de Dienst der Hydrografie en geregistreerd onder nummer DHY 2284 (NCN 2091). Nadere informatie over dit wrak is niet bekend.



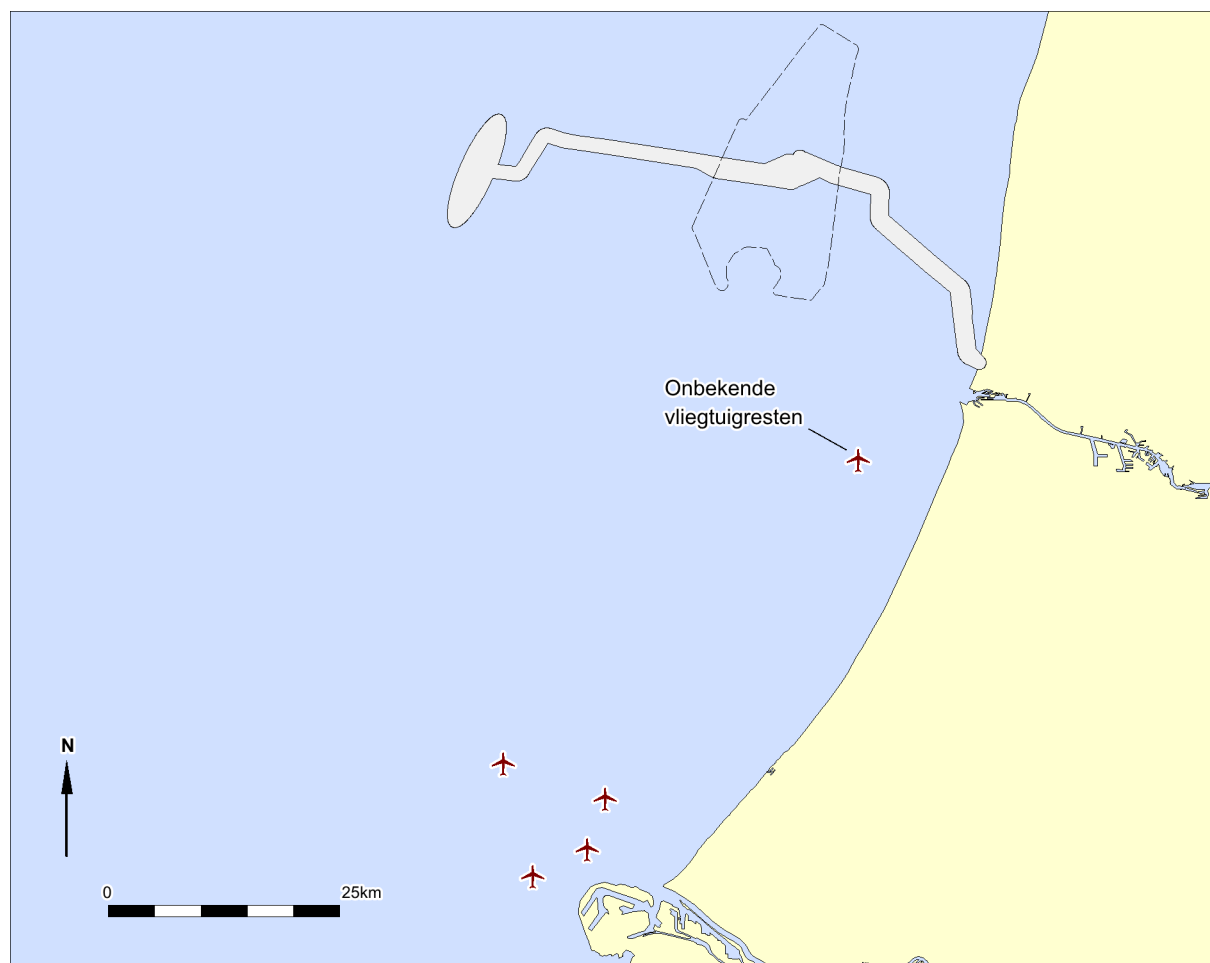
*Afbeelding 25. Side scan sonarbeeld van NCN 2091, een onbekend wrak*

Van de overige bekende wrakken binnen het onderzoeksgebied is geen nadere informatie bekend. De eventuele archeologische waarde moet nog vastgesteld worden.

## Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>28</sup> 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.<sup>29</sup>

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet<sup>30</sup>. Onderstaande afbeelding toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit diverse bronnen.



Afbeelding 26. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving

Ten zuidwesten van IJmuiden ligt een locatie met (mogelijke) vliegtuigresten (NCN 9520, aangetroffen door Rijkswaterstaat in 2013). Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving. In de buitenhaven van IJmuiden zouden zich ook nog resten van een vliegtuigwrak bevinden.<sup>31</sup>

<sup>28</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

<sup>29</sup> Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

<sup>30</sup> Persoonlijk commentaar Majoor A. Kappert, voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht

<sup>31</sup> [http://haagsebunkerploeg.com/Forteneiland\\_IJmuiden/Wrakopruijing](http://haagsebunkerploeg.com/Forteneiland_IJmuiden/Wrakopruijing)

## 2.7. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

### Vroege prehistorie

In de ondergrond van de optionele kabelroutes kunnen bewoningsresten uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum* voorkomen. De top van de *pleistocene* afzettingen vormt het archeologische niveau voor laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen en begravingsresten. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de holocene afzettingen voorkomen. Op een dieper niveau kunnen in de top van de Formatie van Drente kampplaatsen van Neanderthalers 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	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I	ME – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II	VMESO
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II	VMESO
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eem tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eem	IV	MPALEO
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	II en III	MPALEO
	Schaarsbergen	zand		II	MPALEO
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		III	MPALEO

Tabel 9. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

\*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
III	Kampplaatsen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 9 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 de kabelroutes voorkomen is niet bekend.

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 de optionele kabelroutes 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 de kabelroutes 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.*<sup>32</sup>

### **Historische scheepswrakken**

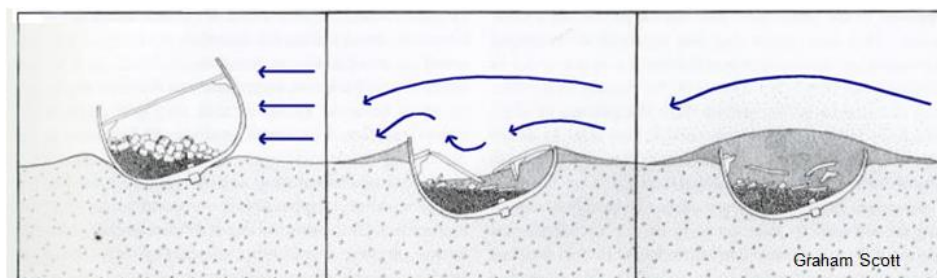
Binnen het onderzoeksgebied zijn 9 scheepswrakken bekend. Van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Ze kunnen dus een archeologische waarde hebben. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

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.

---

<sup>32</sup> Nationale onderzoeksagenda 2006, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Vooral 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 27. 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

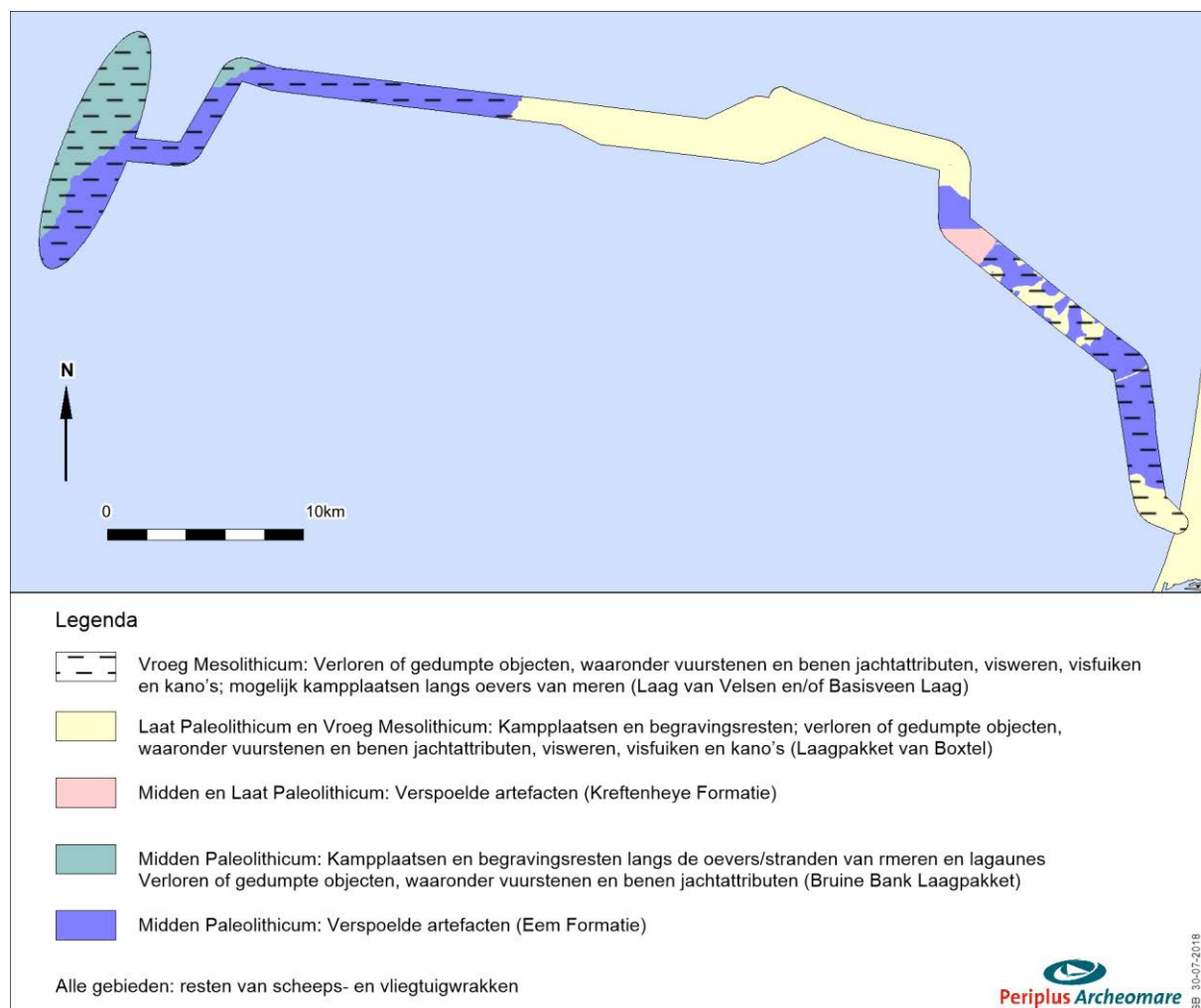
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>33</sup> Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied is één melding van een vliegtuigwrak bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

De gecombineerde archeologische verwachting wordt samengevat in de afbeelding op de volgende bladzijde.

---

<sup>33</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.





Afbeelding 28. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting

De modellen waarop deze afbeelding is gebaseerd zijn onzeker en moeten getoetst worden.

### 3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis 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 plangebied plus 200 meter rondom zijn geen archeologische waarnemingen bekend binnen ARCHIS. Wel zijn negen scheepswrakken bekend waarvan de archeologische waarde nog niet is vastgesteld.

*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?*

In het onderzoeksgebied kunnen onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

#### a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd. 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 verwacht. De dikte van deze laag varieert langs de kabelroutes van 0 tot 10 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 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 dekzandafzettingen van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 mLAT. Langs de Hollandse kust kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen. Vooral offshore vormt de Formatie van Drente de context voor kampplaatsen van Neanderthalers. Indien het pleistocene landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit en grote informatiewaarde verwacht.

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, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de Eem Formatie, de Formatie van Naaldwijk en het Bligh Bank Laagpakket kunnen verspoelde artefacten bevatten. Deze verwachting geldt ook voor de Formatie van Kreftenheye.

*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?*

De aanleg van kabelsleuven 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 uitsluitsel 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 ploegdiepte en 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 behulp van deze technieken kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kan de route van de kabels worden aangepast binnen de grenzen van de vergunde corridor. 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 de kabelroutes, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

## 4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat langs het hele beoogde kabeltracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van negen scheepswrakken bekend waarvan de archeologische waarde nog niet is vastgesteld. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.<sup>34</sup> 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 tabel 10).

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
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 10. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden als in de tabel beschreven worden toegepast tijdens de route survey en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabel route worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.<sup>35</sup>

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. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van

<sup>34</sup> conform KNA waterbodems protocol 4103.

<sup>35</sup> conform KNA waterbodems protocol 4001.

belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een KNA-prospecteur WB worden onderzocht.

## Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	5
Afbeelding 2. Tracébreedte kabelsystemen op zee .....	6
Afbeelding 3. Definitie van het onderzoeksgebied .....	10
Afbeelding 4. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.....	13
Afbeelding 5. Het tracé in relatie met de bestaande en geplande infrastructuur .....	14
Afbeelding 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied .....	15
Afbeelding 7. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.....	17
Afbeelding 8. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (afb. uit: Kooijmans 1970).....	18
Afbeelding 9. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen).....	19
Afbeelding 10. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit.....	20
Afbeelding 11. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart) .....	21
Afbeelding 12. Oppervlakte sedimenten .....	23
Afbeelding 13. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004).....	25
Afbeelding 14. Geologisch profiel van HKW Alpha naar HKN (data: Deltares grids) .....	26
Afbeelding 15. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van Deltares model aangevuld met data Laban 2004) .....	27
Afbeelding 16. Geologisch profiel van HKN naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids) .....	28
Afbeelding 17. DINO-boringen .....	30
Afbeelding 18. Stenen op het strand van Egmond aan Zee (bron; NOS 03-02-2016).....	31
Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien .....	34
Afbeelding 20. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	35
Afbeelding 21. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten.....	37
Afbeelding 22. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied.....	38
Afbeelding 23. Bekende waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied.....	39
Afbeelding 24. Side scan sonarbeeld van contacten binnen het zoekgebied voor het platform west.....	41
Afbeelding 25. Side scan sonarbeeld van NCN 2091, een onbekend wrak.....	42
Afbeelding 26. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving .....	43
Afbeelding 27. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	46
Afbeelding 28. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting .....	47

## Lijst met tabellen

Tabel 1. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied .....	2
Tabel 2. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels.....	14
Tabel 3. Overzicht van kruisende pijpleidingen .....	15
Tabel 4. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied.....	16
Tabel 5. Basis Holoceen (=dikte Blich Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk) .....	24
Tabel 6. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied .....	33
Tabel 7. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied .....	38
Tabel 8. Lijst van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied .....	40
Tabel 9. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie .....	44
Tabel 10. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.....	50

## Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

<b>Term</b>	<b>Omschrijving</b>
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød</i>	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>interstadiaal</i>	
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>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>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>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.
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert.



---

<i>Stratigrafie</i>	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 De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langstromend 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
<i>Vicus</i>	Nederzetting in de Romeinse tijd bij een Romeins <i>castellum</i> (legerplaats)

## Referenties

### Literatuur

- 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.
- Dijkstra, H. en Ketelaar, F.C.J., 1965. Brittenburg: raadsels rond een verdronken ruïne.
- Forzoni, A., T. Vermaas, C. Mesdag, M. Hijma, G. de Lange en M. de Kleine, 2017. Geological study Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone. Deltares project 11200513-002 reference 11200513-002-BGS-0001.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- 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.
- 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.
- Muis, L.A. en S. van den Brenk, 2013. Historische scheepswrakken – systematische opnamen en monitoring. Periplus Archeomare briefrapport 12A001
- Reikwijdte en Detailniveau Transmissiesysteem wind op zee Hollandse Kust (zuid), 2015
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Winsturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- 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 Lil, R. en L.A. Muis, 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Noordzee – Zandwingebied Bergen – Egmond A. Periplus Archeomare rapport 14A014-02

- 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., 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Zandwingebied Q&J. Periplus Archeomare rapport 14A040-02
- 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
- 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.

#### 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](http://www.hydro.nl))
- Dinoloket ([www.dinoloket.tno.nl](http://www.dinoloket.tno.nl))
- Noordzeeloket ([www.noordzeeloket.nl](http://www.noordzeeloket.nl))
- Olie en Gasportaal ([www.nlog.nl](http://www.nlog.nl))
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie ([www.nfla.nl](http://www.nfla.nl))
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)
- Wrakopruiming in de havenmond van IJmuiden, (<http://haagsebunkerploeg.com>)

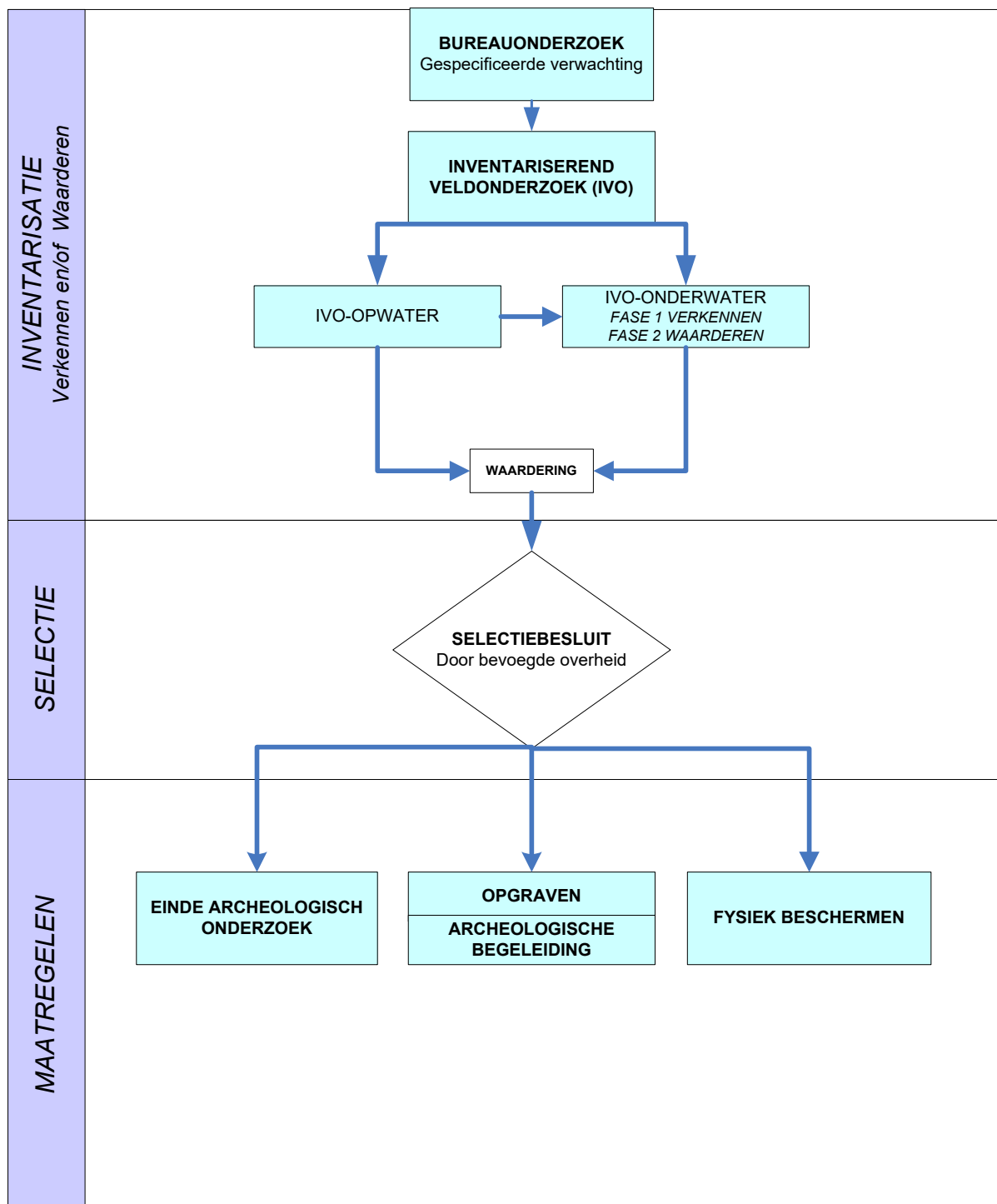
#### Overige bronnen

- 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.						
Atlanticum	3700	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250						
				Midden	500						
				Vroeg	800						
			Bronstijd	Laat	1100						
				Midden	1800						
				Vroeg	2000						
Boreaal	7300	Neolithicum	Laat	2850							
			Midden	4200							
			Vroeg	4900/5300							
Preboreaal	9700	Mesolithicum	Laat	6450							
			Midden	8640							
			Vroeg	9700							
Pleistoceen	Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000	Prehistorie	Paleolithicum	Midden	250.000				
		Allerød	12.000								
		Oude Dryas	12.100								
		Bølling	13.000								
			17.000								
	Midden Glaciaal	Late Glacial Max	20.000	Steentijd	Paleolithicum	Midden	250.000				
			31.500								
		Denekamp	34.000								
			40.000								
			41.500								
	Vroeg Glaciaal	Hengelo	41.500	Prehistorie	Paleolithicum	Midden	250.000				
			45.000								
		Moershoofd	50.000								
			71.000								
			74.000								
	Weichselien	Vroeg Glaciaal	Odderade	74.000	Steentijd	Paleolithicum	Midden	250.000			
			Brørup								
			Amersfoort								
Midden Glaciaal			114.000	Prehistorie					Paleolithicum	Midden	250.000
Eemien		126.000	Steentijd	Paleolithicum	Midden	250.000					
	Saalien	236.000									
	Oostmeer	241.000									
	onbenoemd	322.000									
	Belvédère	336.000									
	onbenoemd	384.000									
	Holsteinien	416.000									
	Elsterien	463.000									

## Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



# NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STERKTEBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring onder waterstaatswerken  
(Zeekering) HDD 1

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018

A large orange triangle graphic is positioned in the bottom right corner of the page. It is oriented with its hypotenuse from the bottom-left towards the top-right. A thin white horizontal line crosses the triangle, and a thin white diagonal line runs parallel to the hypotenuse.

## Contactpersoon

**LINDA BOUWMAN**

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 56825  
1040 AV Amsterdam  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN</b>	<b>6</b>
2.1	Diameter en SDR klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
<b>3</b>	<b>ONTWERP VAN DE KRUISING</b>	<b>8</b>
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	8
3.3	In- en uittredepunt	9
3.4	Kabels en leidingen	9
<b>4</b>	<b>LEIDINGBEREKENING</b>	<b>10</b>
4.1	Algemeen	10
4.2	Sterkteberekening	10
<b>5</b>	<b>GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES</b>	<b>11</b>
5.1	Boorspoeldrukken	11
5.2	Kwelsituatie	11
5.3	Kwel uit het watervoerende pakket	11
5.4	Kwel van polder naar polder	11
<b>6</b>	<b>UITVOERINGSASPECTEN</b>	<b>12</b>
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	12
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	12
6.3	Keuring en inspectie	12
6.4	Uitvoeringseisen	12

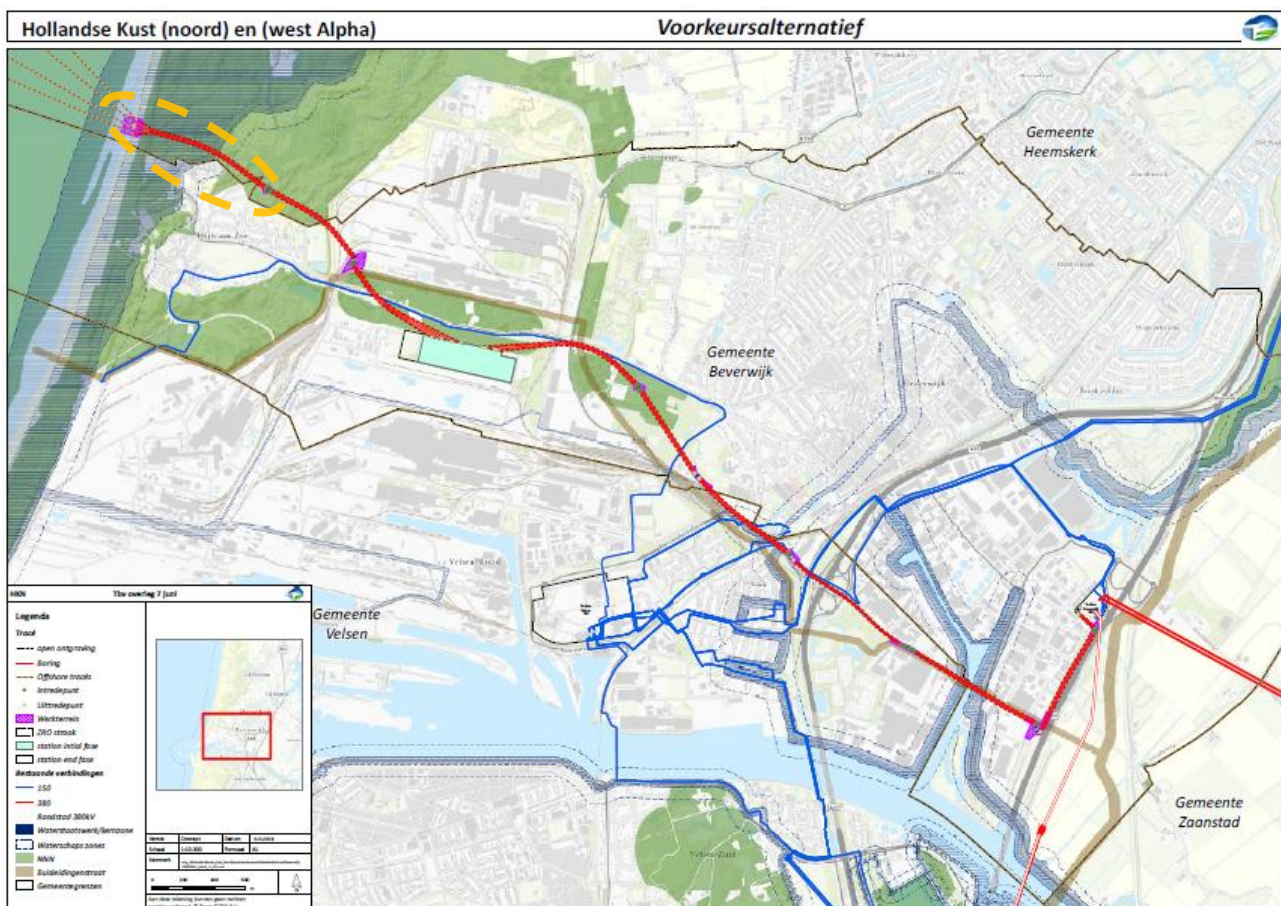


<b>7 CONCLUSIE EN ADVIES</b>	<b>13</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>14</b>
Bijlage 1: Tekening vergunning-101-A-B-C-D	14
Bijlage 2: Sonderingen	14
Bijlage 3: Gegevens grondwater	14
Bijlage 4: Veiligheidszone duin (westkant)	14
Bijlage 5: Veiligheidszone duin (oostkant)	14
Bijlage 6: Sterkteberekening HDD 1	14
<b>COLOFON</b>	<b>15</b>

## 1 INLEIDING

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) worden horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren van de kruisingen op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, waterstaatswerken, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor HDD's. Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de specifieke kruisingen een sterkte- en muddrukberkening en kwelwegberkeningen gemaakt. Tevens wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt voor de (vergunning)berkeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

Ten behoeve van vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties is van de maatgevende gestuurde boring een berekening volgens NEN 3650/3651:2012 gemaakt met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grond mechanische gegevens en berekeningsresultaten van de kruising met de waterstaatswerken (Zeekering). In onderstaande figuur is de locatie van HDD 1 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD 1 (omcirkeld in oranje)

Principe, langspiegelen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en NPR 3659:1996/A1:2003 (leidingen);
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, geotechniek);
- NEN-EN 1991-2 (Eurocode 1, belastingen op constructies);
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2004;
- Standaard RAW 2015 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

## 2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

### 2.1 Diameter en SDR klasse algemeen

Volgens opgaaf van TenneT worden hoofdzakelijk 2500 Cu-kabels toegepast<sup>1</sup>. De diameter van deze kabels inclusief isolatie en mantel zal tussen de 130 mm en 160 mm liggen. De afmeting van de trekkop om de kabel te trekken is circa 10 % van de kabeldiameter. Dit is voldoende om de kabel door de aangegeven mantelbuis (zie Tabel 1) te trekken.

Naast de diameter van de kabels wordt ook rekening gehouden met de ingebruikname van de kabels, waarin de temperatuur van de omgeving (inclusief de mantelbuis) ongeveer 20°C kan worden. Dit is de standaard temperatuur van de mantelbuis. Bij inbedrijfsname kan, afhankelijk van de g-waarde van de omgeving en de belastbaarheid van de kabel, de mantelbuis opwarmen tot 50° C of zelfs lokaal (daar waar de kabel de mantelbuis raakt) tot 70° C. Ten behoeve van de sterkteberekening wordt een temperatuur van 20° C gehanteerd<sup>1</sup>.

Uit het ontwerp van de mantelbuizen blijkt dat maximale dekking op de leidingen circa 37 m bedraagt. Dit kan betekenen dat een standaard SDR 11, PE 100 mantelbuis niet voldoet. Hiervoor wordt in de berekening uitgegaan van een PE 100 mantelbuis met een hogere buistype. Uit de berekeningen zal blijken of er een SDR 9 dan wel SDR 7 moet worden toegepast.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter (SDR 9) Diameter (SDR 7)	Ø 250 mm (inw. 194,44 mm) Ø 250 mm (inw. 178,6 mm)
Materiaal	PE 100 SDR 9 of SDR 7
Inwendige druk	0 N/mm <sup>2</sup>
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

### 2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) voor HDD 1. Het betreffen hier drukloze leidingen.

### 2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen waterstaatswerk, kabels en leidingen en obstakels<sup>1</sup>. Het lengteprofiel over het tracé is ter beschikking gesteld door TenneT<sup>1</sup>.

### 2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruising, zijn herleid uit het geotechnische gegevens verkregen uit bureauonderzoek van TenneT. Het betreffen gegevens uit het DINOloket en uit een hotspot onderzoek. De grondgegevens van HDD 1 zijn ingeschat aan de hand van de sondering 206 (hotspot onderzoek) en de sonderingen CPT000000043187A (DINOloket) en Eurocode 7 (voorheen NEN 6740, geotechniek). De sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-2 m: zwak, zand siltig;
- 2-3 m: klei, zandig tot zandig kleiig (gelaagd);
- 4-7 m: matig, zand;
- 7-26 m: matig tot vast zand;

<sup>1</sup> Zie Uitgangspuntdocument, Referentie 079895494 B, 9 juli 2018.

- 26-29 m: klei/leem (afsluitende laag);
- 29-42 m: vast zand.

Voor de berekening op leidingniveau zijn de volgende gegevens aangehouden:

- $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$ ;
- $\phi = 32,5^\circ$ ;
- $c = 0 \text{ kN/m}^2$ .

De mantelbuizen zijn gesitueerd in het vaste zand, hierdoor is er tevens gerekend met horizontale steundruk.

*Omdat er grondmechanische gegevens zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.*

## 2.5 Grondwaterstanden

Voor het geohydrologischsysteem kunnen bovengenoemde lagen worden getypeerd als een matig doorlatend holoceen pakket tot N.A.P. -19,00 m, een afsluitende laag tussen N.A.P. -19,00 m en N.A.P. -22,00 m en vervolgens een goed doorlatende zandlaag tot de verkende diepte.

De waterstanden die uit het bureauonderzoek en van het DINOloket naar voren komen zijn:

- Waterstanden gemeten ter plaatse van peilbuis B19C1169001 ligt tussen N.A.P. +5,00 m en N.A.P. +6,00 m;
- Voor een grondwaterstand ter plaatse van het strand is een waarde van N.A.P. 0,00 m aangehouden;
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket in het gebied tussen N.A.P. 0,00 m en N.A.P. +1,00 m.

Tevens is er volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG brak tot zout grondwater aanwezig. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

De peilbuisgegevens is opgenomen in Bijlage 2. De legger informatie en tekeningen van TNO/NITG zijn opgenomen in Bijlage 3.

*Omdat er (grond)waterstanden zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart te worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.*

### 3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

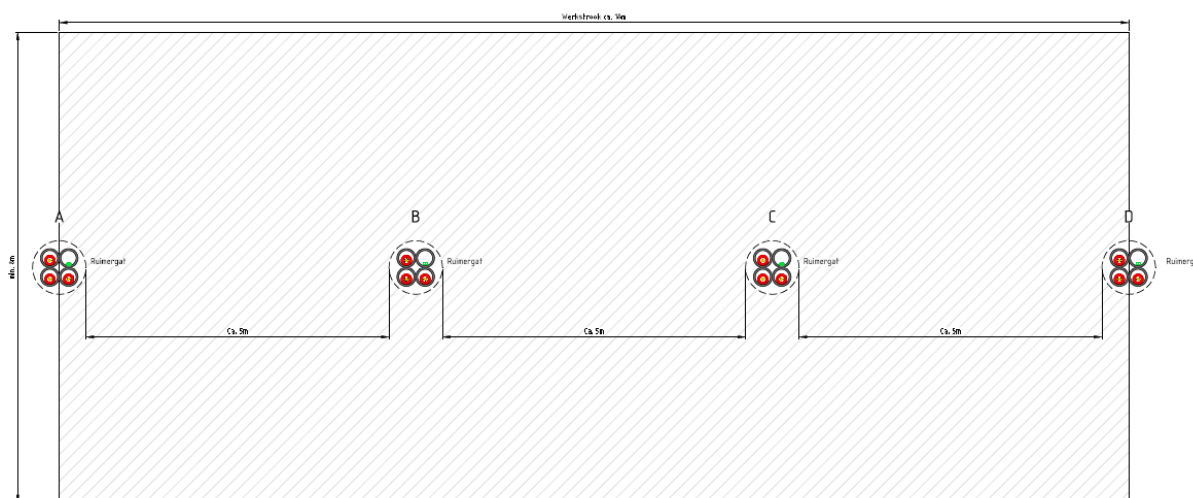
Om het tracé te kunnen realiseren is er voor gekozen de waterstaatswerken (de duinen) middels een HDD te kruisen. In de Legger van de Primaire Waterkeringen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) zijn de kernzones en beschermingszones weergegeven en zijn op de tekening verwerkt (zie Bijlage 1).

#### 3.1 Configuratie van de kruisingen

Het betreft hier een kruising van 4 parallelle circuits met 1 kabel per fase. De kruising wordt uitgevoerd als 4 bundels van elk 4 mantelbuizen met h.o.h. circa 6,00 m.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
<b>Diameter</b>	Ø 250 x 35,7 mm
<b>Materiaal</b>	PE 100, SDR 7 <sup>2</sup>
<b>Inwendige druk</b>	0 N/mm <sup>2</sup>
<b>Medium</b>	HS-kabel

Tabel 2: Gegevens HDD 1 mantelbuis



Figuur 2: Boorconfiguratie 4 bundels

#### 3.2 Tracé en diepteligging

De intredepunten zijn aan de oostzijde en de uitredepunten zijn aan de westzijde van de duinen geprojecteerd. Hiervoor is gekozen, in verband met de beschikbare ruimte, voor een uitlegtracé in de richting van de zee.

Er is gekozen voor een intredehoek van 16° en een uitredehoek van 14°. De minimale diepte van de as van het boortracé, onder de duinen is circa N.A.P. -12,98 m, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 32,00 m onder de duin en 5,80 m onder de teen van de duin. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens NEN 3651:2012 (minimaal 10 m onder de bodem van de watergang en de kruin van de waterkering).

*Gezien de aangeleverde ontwerptekeningen, waarbij er onderlinge afstand van h.o.h. 6,00 m is aangehouden, is het advies om de aanlegdiepte van de HDD's op gelijke hoogte te brengen. Dit om het risico te vermijden om door de afsluitende laag te doorkruisen, zie ook paragraaf 5.3. Daarnaast komt een*

<sup>2</sup> Zie hoofdstuk 4.2.

*hogere ligging ten gunste van de optredende spanningen in de mantelbuizen. In deze rapportage en de berekening is deze aanpassing meegenomen.*

### **3.3 In- en uittredepunt**

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat kan worden voldaan aan de diepte eis t.a.v. de te kruisen duinen en leidingen. De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van de in- en uittredepunten werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,00 x 3,00 x 1,50 m, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen. De ontgravingen t.b.v. de moflocaties aan weerszijde van de HDD zijn in deze rapportage niet meegenomen.

De veiligheidszones van de duinen zijn opgenomen in Bijlage 4 en Bijlage 5.

### **3.4 Kabels en leidingen**

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatie tekening aangegeven. Vlak voor uitvoering dient een KLIC-melding te worden gedaan en moet ter plaatse van de in- en uittredepunten een proefsleuf te worden gegraven.

## 4 LEIDINGBEREKENING

### 4.1 Algemeen

De sterkteberekeningen van de maatgevende bundel in de kruising en de veiligheidszones zijn uitgevoerd met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 6 opgenomen en hieronder kort samengevat. De berekeningen van de veiligheidszone van de duinen zijn in Bijlage 4 en Bijlage 5 opgenomen.

De berekende veiligheidszone van de leiding bedraagt:

- Westzijde, uit de teen van de duin: circa 80,60 m.
- Oostzijde, uit de teen van de duin: circa 32,80 m.

De intredepunten (oostkant) van de gestuurde boringen liggen ruim buiten de berekende veiligheidszones. Deze liggen ook buiten de door HHNK aangegeven beschermingszones. Uit de Legger van de Primaire Waterkeringen van HHNK blijkt dat aan de westkant van de HDD's zijn de uitredepunten binnen de beschermingszone gesitueerd.

*In overleg met de beheerder van de waterkering en de vergunningverlener dient te worden gekeken of het acceptabel is dat de uitredepunten binnen de beschermingszone zijn gesitueerd. De intredepunten aan de oostkant van de HDD's zijn ruim buiten de beschermingszone gesitueerd.*

### 4.2 Sterkteberekening

In de sterkteberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de importantiefactor (*voorheen schadefactor S*) is volgens artikel 6.5 en bijlage B van NEN 3651:2012 een waarde van 1 aangehouden;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is gekozen voor verticale bochtstralen van 400 m, een intredehoek van 16° en een uitredehoek van 14°;
- In de kruisingen is een horizontale bochtstraal van 1000 m toegepast;
- Tijdens het intrekken moeten de leidingen 100 % worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

Uit een eerste berekening is gebleken dat de optredende spanningen van de mantelbuizen uitgevoerd in PE100, SDR 9 hoger zijn dan de toelaatbare spanningen van het materiaal. Hiervoor is er gekozen om voor de mantelbuizen SDR 7 toe te passen.

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen:

- Kruising HDD 1, Ø 250 mm, PE 100, SDR 7, wanddikte = 35,7 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>1 Tijdens de trekoperatie</b>		
• leiding 100 % gevuld	$\sigma_x = 5,16$	10
<b>2 Gebruiksfase</b>	$\sigma_x = 0,31$ $\sigma_y = 7,26$	8

Tabel 3: Spanning in de leidingen

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis (<8 % x  $D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 5,84 mm < 17,14 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 116 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien meer dan 128,42 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van 1,00 m minus maaiveld is er maximaal circa 34 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De HDD mantelbuizen voldoen, indien 100 % gevuld, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE 100, Ø 250 mm, SDR 7 toegepast.

## 5 GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES

### 5.1 Boorspoeldrukken

Om bij het uitvoeren van de gestuurde boringen uitbraak van de boorvloeistof te voorkomen, mag de boorspoeldruk niet boven circa 90 % van de maximale druk c.q. limietdruk uitkomen. In de sterkteberekeningen (zie Bijlage 6), is voor een aantal punten in het boortracé de maximaal toelaatbare en minimaal benodigde muddruk bepaald tijdens het boorproces. Uit de grafische weergave van de berekening blijkt dat er risico op muduitbraak is nabij de in- en uittredepunten van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hierop te worden aangepast.

### 5.2 Kwelsituatie

Bij een HDD moet volgens NEN 3651:2012 onderzoek worden gedaan naar langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn onder een waterkering.

In hoofdstuk 2.5 zijn de volgende (grond)waterstanden geïnventariseerd:

- De minimaal aangehouden(freatische) grondwaterstand van circa N.A.P. 0,00 m aan de westzijden.
- De minimaal aangehouden(freatische) grondwaterstand van circa N.A.P. +6,00 m aan de oostzijden.
- De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket varieert tussen circa N.A.P. 0,00 á N.A.P. +1,00 m.

Er kunnen verschillende kwelsituaties voorkomen voordoen, die hierna zijn beschreven.

### 5.3 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de boring ligt op circa N.A.P. -12,98 m. Uit de gegevens van het DINOloket en het hotspot onderzoek blijkt dat de afsluitende zich bevindt tussen N.A.P. -19,00 m en N.A.P. -22,00 m. Uit deze gegevens blijkt dat de boring zich circa 5,75 m boven de afsluitende laag is gesitueerd. Daarnaast zijn de waterpeilen gelijk en/of hoger gelegen als de stijghoogte uit van het eerste watervoerende pakket.

Hier uit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van kwel vanuit het eerste watervoerende pakket.

### 5.4 Kwel van polder naar polder

Ten gevolge van een peilverschil aan weerszijden van de duinen kan kwel langs de leiding ontstaan.

Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):  $\sum L_v + \sum \alpha \cdot L_h \geq Cl \cdot h$  (absolute toetsing), waarin:

$Cl = 7$  (fijn zand);

$h =$  hier  $6,00 - 0,00 = 6,00$  m (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunten);

$\sum L_v = 0$  (totaal van de verticale kwelwegen);

$\alpha =$  (weegfactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang), voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van  $\alpha = 0,1$  aan;

$\sum L_h =$  lengte horizontale kwelweg = 988 m (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 988 \geq 7 \times 6 \rightarrow 98,8 \geq 42$  waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.



## **6 UITVOERINGSASPECTEN**

### **6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water**

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de bentoniet tijdens de uitvoering en op de langere termijn.

### **6.2 Controle en registratie tijdens de uitvoering**

Tijdens de uitvoering wordt steeds per boorstang-lengte de boorkop gecontroleerd en indien nodig bijgestuurd. De toegepaste methode voor controle van richting en diepte wordt door de booraannemer bepaald en dient de goedkeuring van de directie te hebben. Hoofdmeetsysteem dient te bestaan uit een optische gyrotol. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de aard van de te kruisen objecten en de diepte van de boringen heeft een geavanceerd systeem hier de voorkeur.

Voor de maximale afwijkingen zijn we uit gegaan van:

- In het boortracé +0,5 m en -0,5 m horizontaal en verticaal;
- Bij de uittredepunten +1,0 m en -1,0 m in de lengterichting van de boring.

De registratie van meetgegevens tijdens de uitvoering dient te geschieden volgens artikel 9.2 (keuring en inspectie) en 10.2 (revisietekening) van NEN 3651:2012. Daarnaast dient door de booraannemer een monitoringsplan te worden opgesteld conform eisen van HHNK. Na gereedkomen van de boring moeten de revisiegegevens worden verwerkt en aan de vergunningverleners en opdrachtgever worden aangeleverd.

### **6.3 Keuring en inspectie**

Voor het intrekken van de leidingen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de directie goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de leidingen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2012.

De sterktebeproevingdruk bedraagt 0,4 MPa, of volgens de eisen die TenneT aan de beproeving van de leidingen stelt, een en ander in overleg met TenneT.

### **6.4 Uitvoeringseisen**

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standaards van TenneT.

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de booraannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2012 en Richtlijnen boortechnieken (januari 2004 van Rijkswaterstaat).

Voor de materiaal en uitvoeringseisen, aanvullingen en -verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2015) van toepassing dient te worden verklaard.

## 7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt voor HDD 1 de leidingen in de kruising uit te voeren in PE 100, SDR 7.

Gezien de aangeleverde ontwerptekeningen, waarbij er onderlinge afstand van h.o.h. 6,00 m is aangehouden, is het advies om de aanlegdiepte van de HDD's op gelijke hoogte te brengen. Dit om het risico te vermijden om door de afsluitende laag te doorkruisen, zie ook paragraaf 5.3. Daarnaast komt een hogere ligging ten gunste van de optredende spanningen in de mantelbuizen. In deze rapportage en de berekening is deze aanpassing meegenomen.

In overleg met de beheerder van de waterkering en de vergunningverlener dient te worden gekeken of het acceptabel is dat de uittredepunten binnen de beschermingszone zijn gesitueerd. De intredepunten aan de oostkant van de HDD's zijn ruim buiten de beschermingszone gesitueerd.

Voor de backfill moeten de aanbevelingen uit het g-waarden onderzoek worden overgenomen, de verdichtingsgraad van de backfill dient hetzelfde te zijn als de omringend grondslag.

De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de mantelbuizen lucht en waterdicht te worden afgesloten. Dit ter voorkoming van kwelwater door de mantelbuizen. Aan beide zijden van de boringen dient volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012 een kleikist met kwelscherm aan te worden gebracht. Ten behoeve van de op te vullen ruimte buiten de mantelbuizen dient de booraannemer gebruik te maken van door de opdrachtgever goed te keuren medium.

## **BIJLAGEN**

**Bijlage 1: Tekening vergunning-101-A-B-C-D**

**Bijlage 2: Sonderingen**

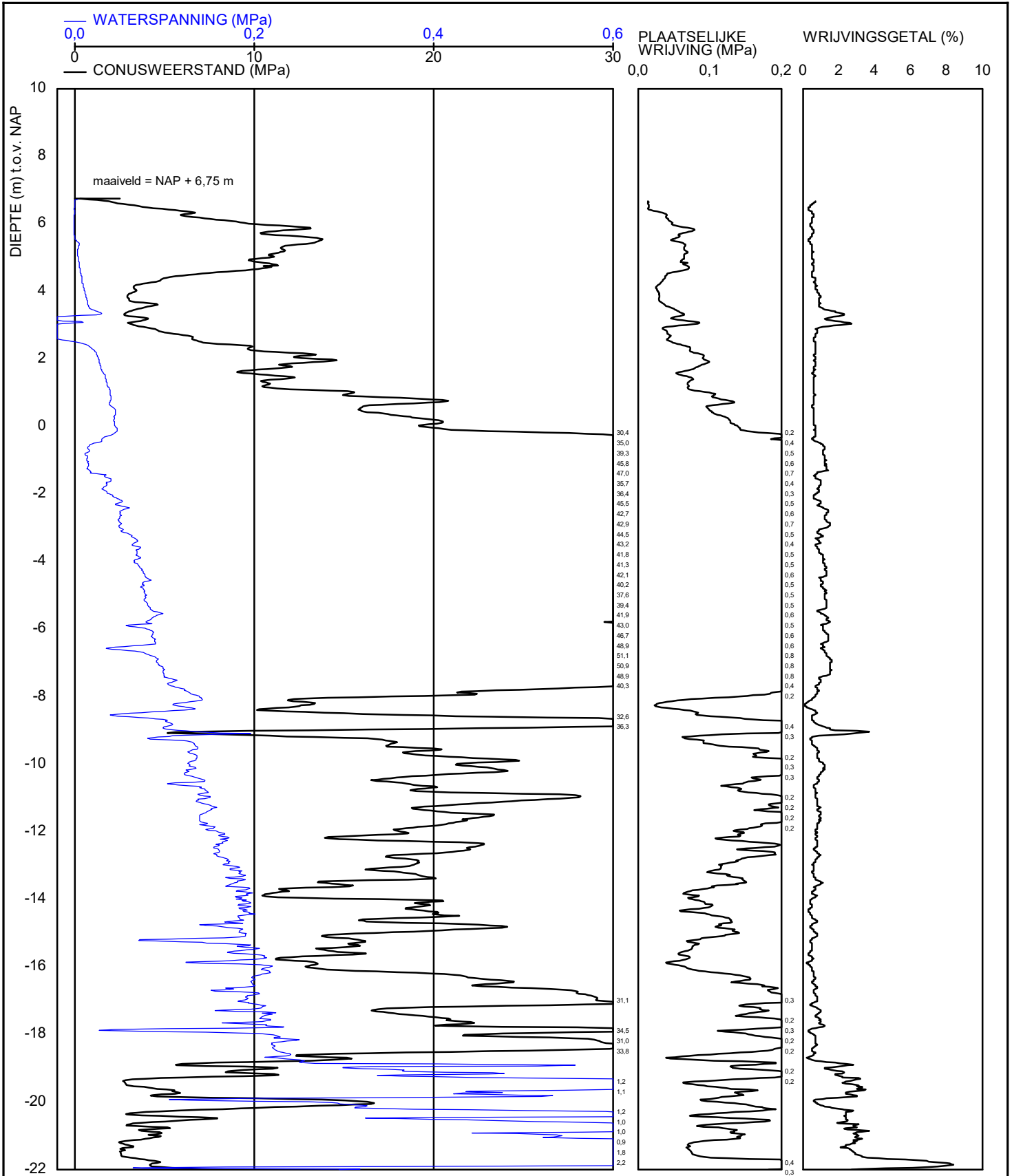
**Bijlage 3: Gegevens grondwater**

**Bijlage 4: Veiligheidszone duin (westkant)**

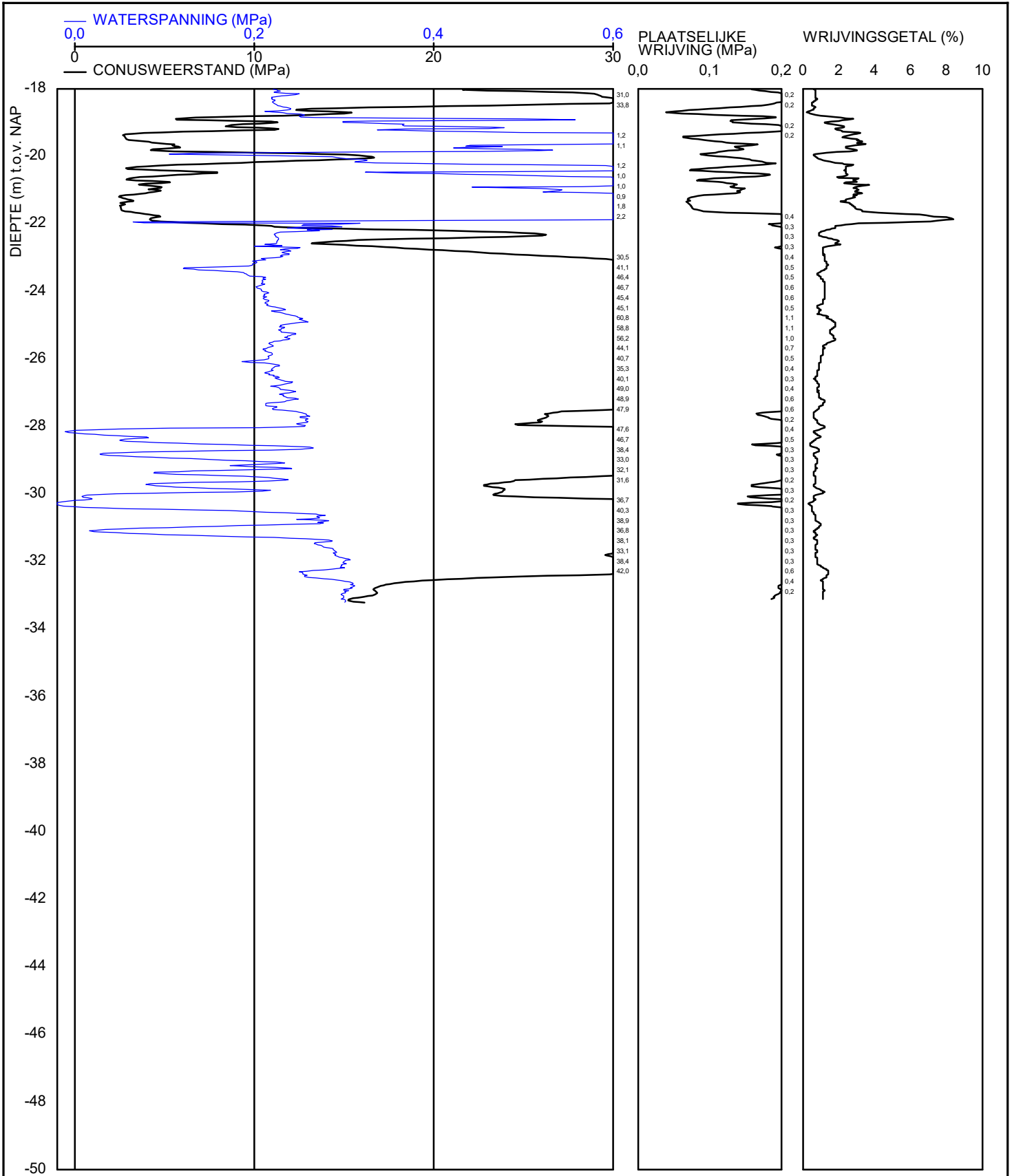
**Bijlage 5: Veiligheidszone duin (oostkant)**

**Bijlage 6: Sterkteberekening HDD 1**





<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum 2008-09-18	get. -
-	-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4

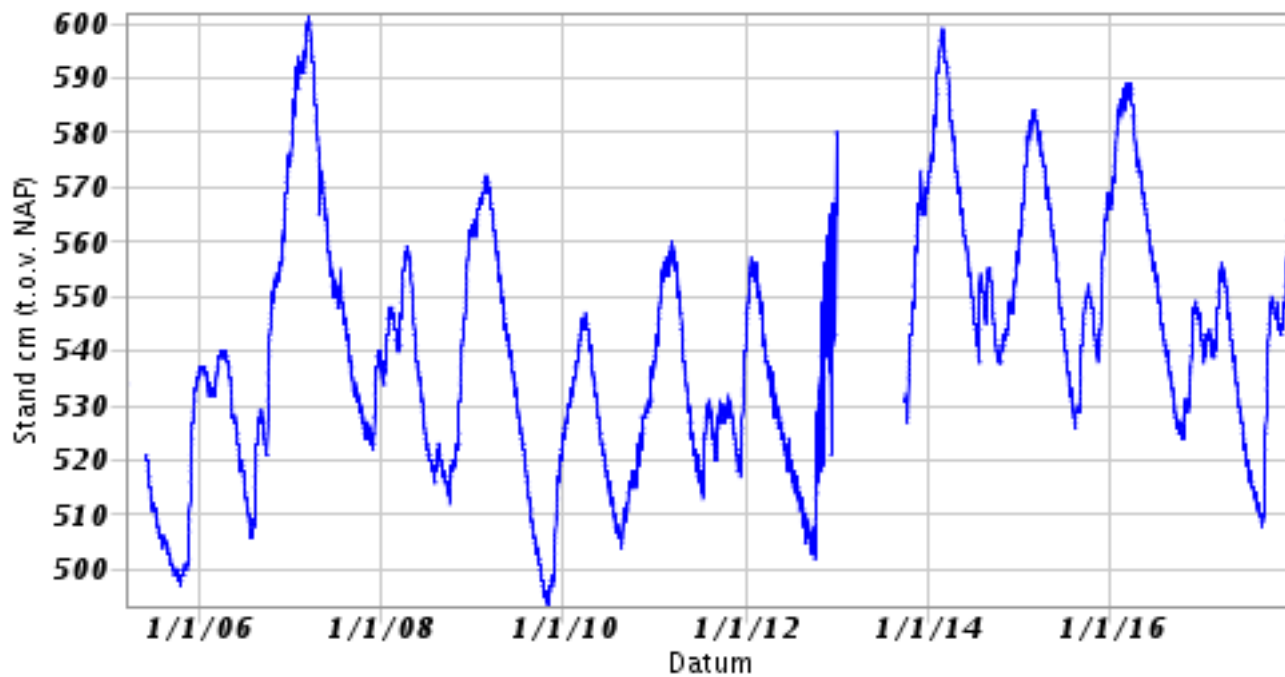


<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 2008-09-18	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4

## DINO/BRO-put met onderzoeksgegevens

Identificatie: B19C1169

Coördinaten: 101592, 501253





parkeerplaats Oldenborghweg

Heemskerkerrelweg

Meeuweweg

Stetweg

209



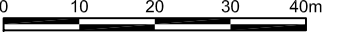

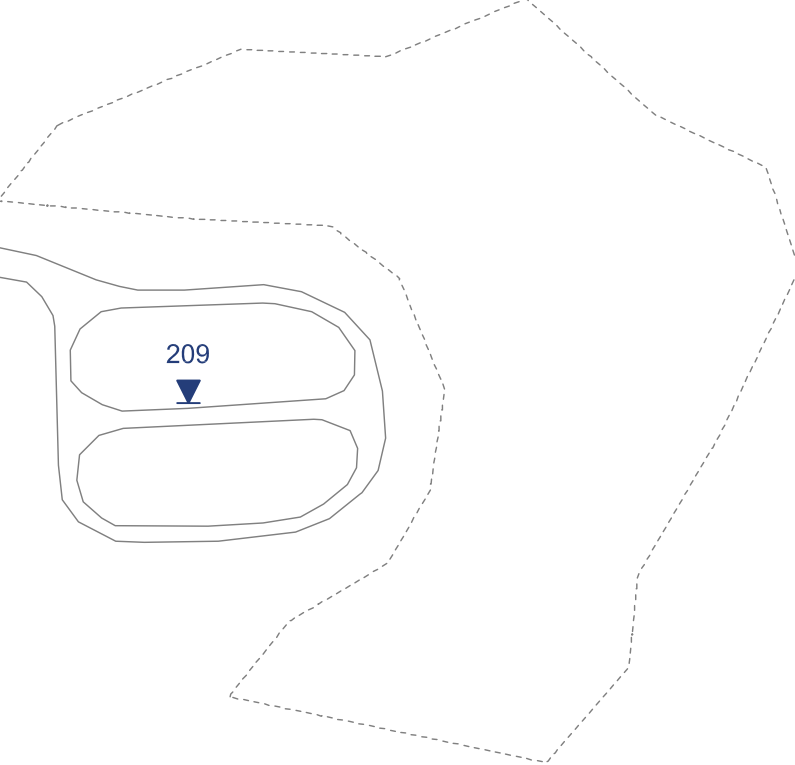
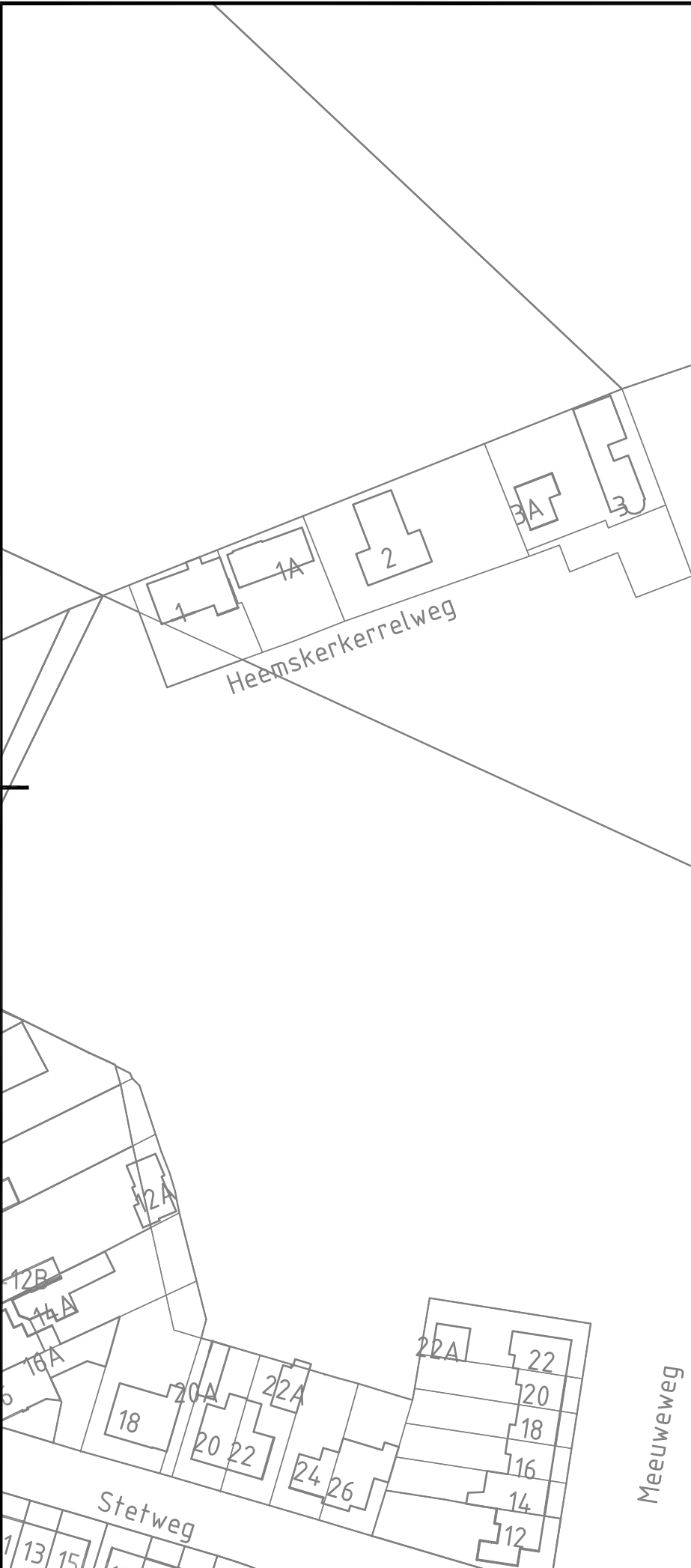
LEGENDA

▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving

Getekend door MBK	Schaal 1 : 1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 16.05.18 MBK
Projectnr. 2018-0455	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 09.05.18	-		

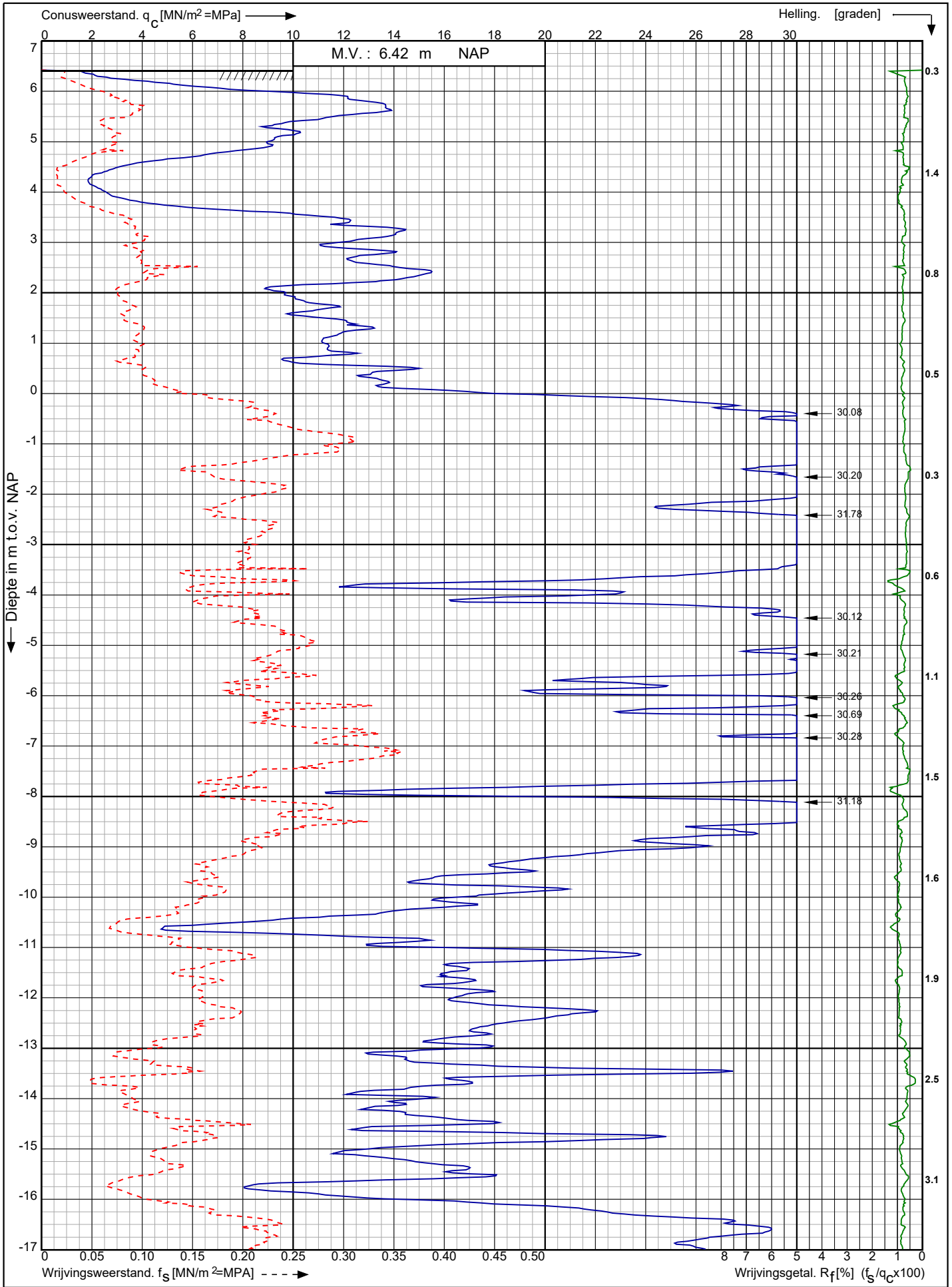
Project  
Tennet tracé Hollandse Kust Noord

parkeerplaats Oldenborghweg



Conusserienummer: 001692  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Sondring volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455  
 Datum uitv. : 15-5-2018  
 Sond. nr. : 209

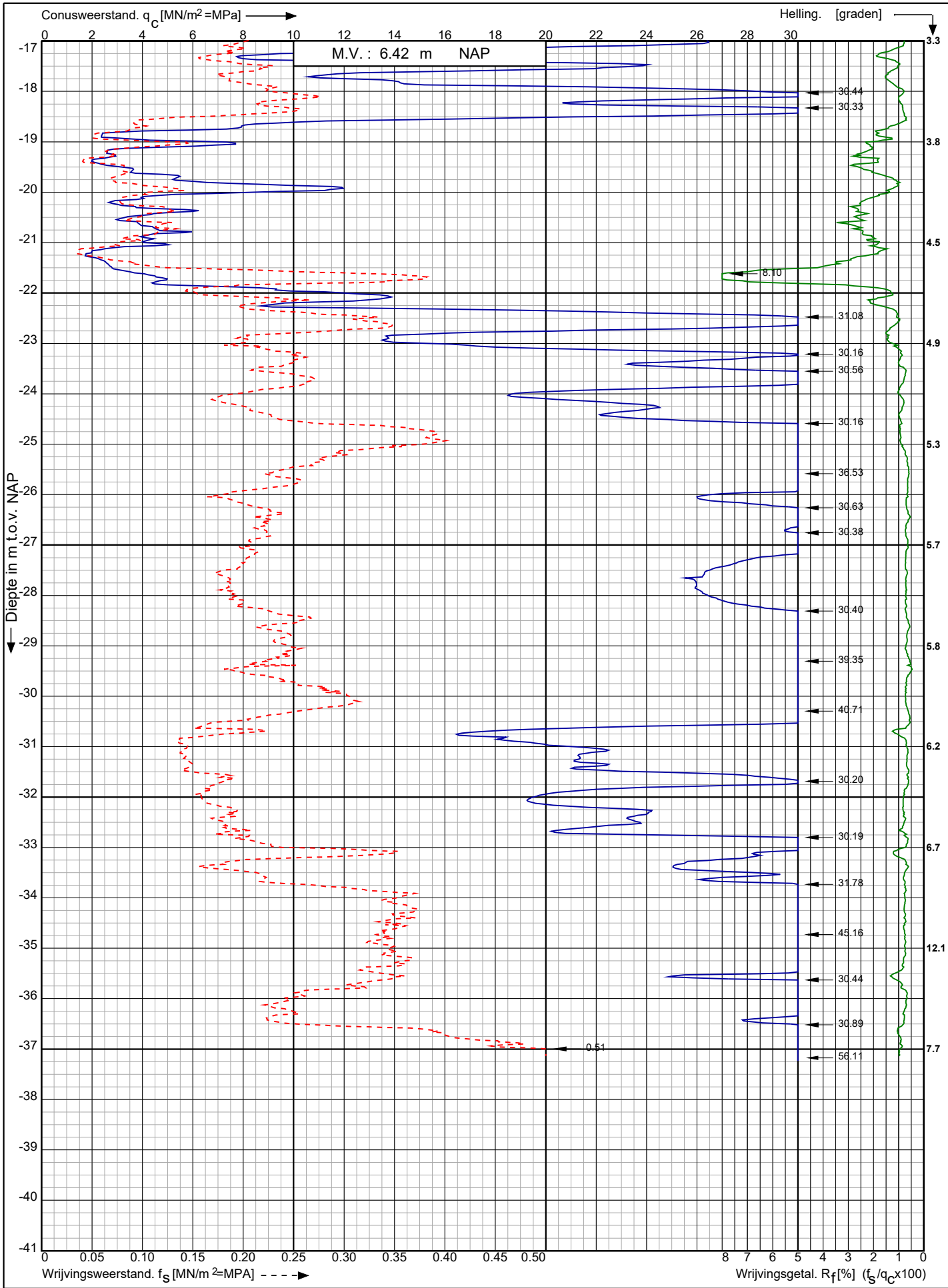


RD-coördinaten : X = 101563.96 Y = 501269.95

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet trace Hollandse Kust Noord

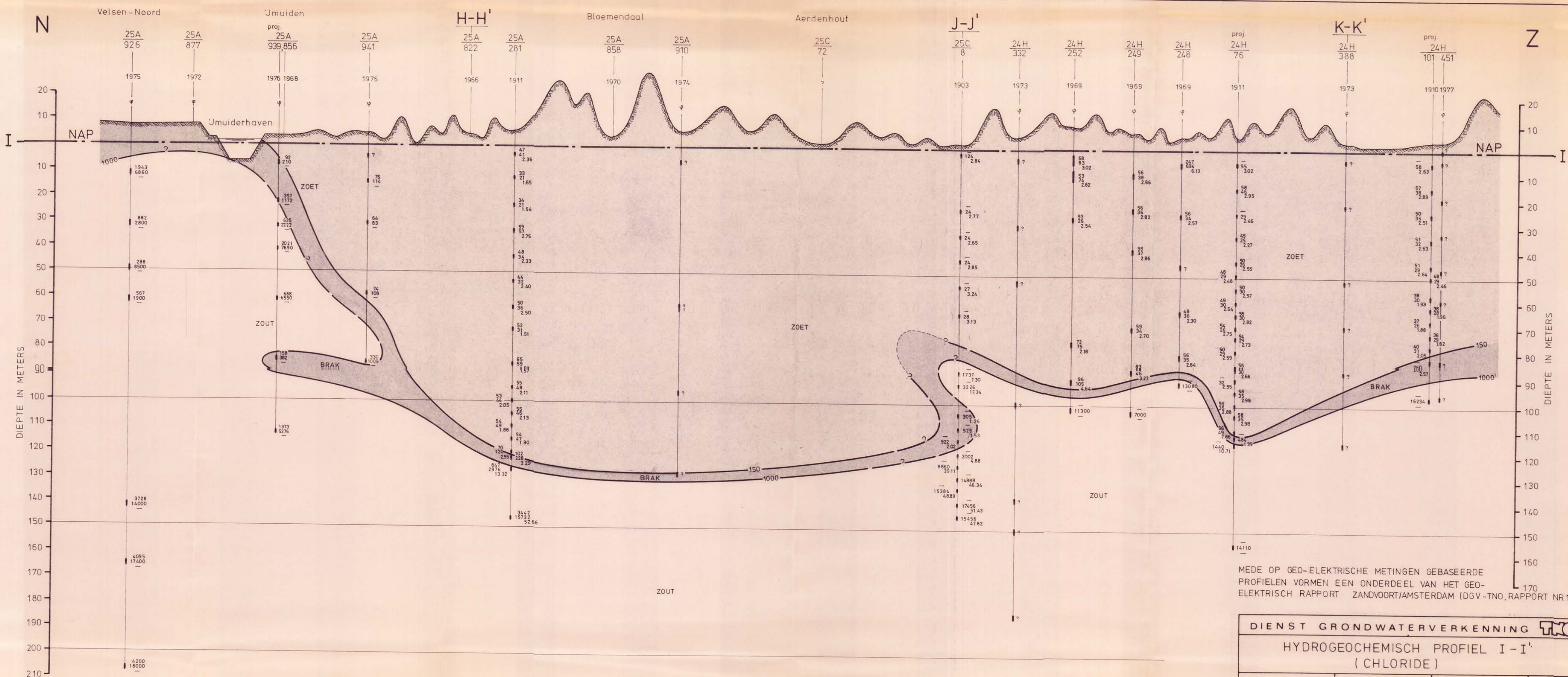
Opdr. nr. : 2018-0455

Datum uitv. : 15-5-2018

Sond. nr. : 209

RD-coördinaten : X = 101563.96 Y = 501269.95

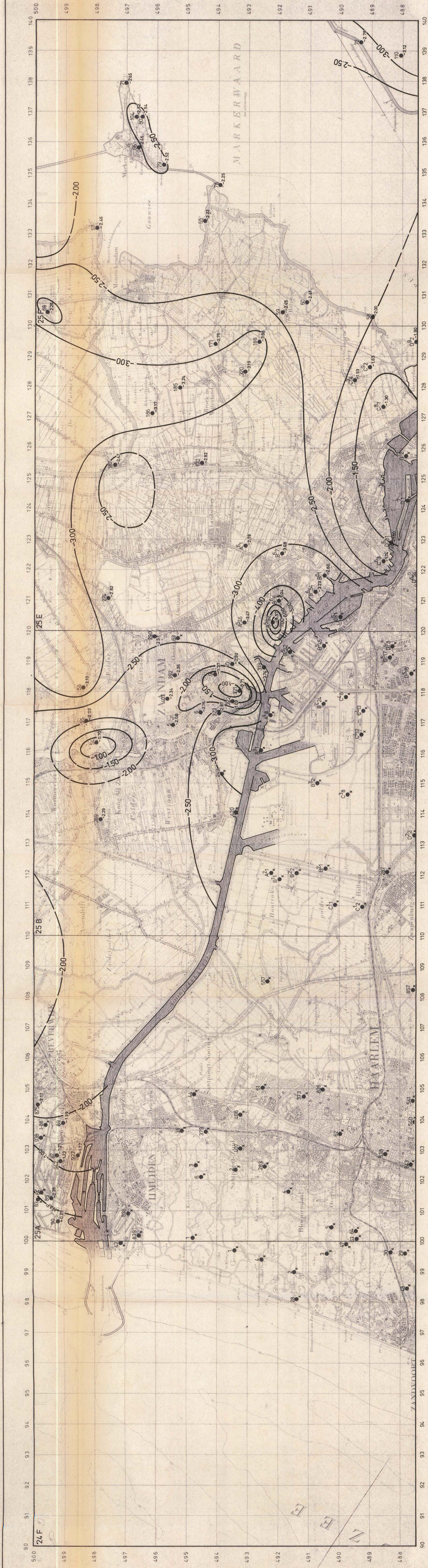




MEDE OP GEO-ELEKTRISCHE METINGEN GEBASEERDE  
 PROFIËN VORMEN EEN ONDERDEEL VAN HET GEO-  
 ELEKTRISCH RAPPORT ZANDVOORT/AMSTERDAM (DGV-TNO, RAPPORT NR 119)

DIENST GRONDWATERVERKENNING <b>TNO</b>			
HYDROGEOCHEMISCH PROFIEL I-I'			
(CHLORIDE)			
1979	SCHAAL	KAARTBLAD	BULAGE
	H 1: 50000 - V 1: 1000	24 oost, 25 west / oost	24

VOOR LEGENDA ZIE BIJLAGE 20



DIENST GRONDWATERVERKENNING  
 ISCHYPSEN VAN HET GRONDWATER IN HET EERSTE WATERVOEREND  
 PAKKET TEN NOORDEN VAN HET NOORDEKANAAL IN METERS  
 T.O.V. NAP OMSTREEKS 14 NOVEMBER 1977

1979	SCHAAL	1 : 50 000
	KAARTBLAD	24 oost, 1,25 west/oost
	BULAGE	17

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

LEGENDA:  
 56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO  
 A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam  
 -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP  
 (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m<sup>3</sup>)  
 — Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 1, veiligheidszone PE100 SDR7 Ø250 mm, westkant		
<b>Gegevens van de leiding</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 250	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35,7	mm
Inwendige middellijn	D <sub>i</sub>	= 178,6	mm
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	= 20,15		m
<b>Berekening van de halve breedte van de erosiekrater</b>			
Breedte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de halve lengte van de erosiekrater</b>			
Lengte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de veiligheidszone</b>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 20,15 = 80,60$ m			
		25-07-2018 10:07:48	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project : net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)			
Projectonderdeel : HDD 1, veiligheidszone PE100 SDR7 Ø250 mm, oostkant			
<b>Gegevens van de leiding</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 250,0	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35,7	mm
Inwendige middellijn	D <sub>i</sub>	= 178,6	mm
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 8,2	m
<b>Berekening van de halve breedte van de erosiekrater</b>			
Breedte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de halve lengte van de erosiekrater</b>			
Lengte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de veiligheidszone</b>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 8,20 = 32,80$ m			
		25-07-2018 10:03:57	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 1, PE100 SDR7 Ø250 mm, ondiepe boring		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 250,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35,7	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitreidehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,254	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,254	N/mm <sup>1</sup>
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D <sub>g</sub>	= 750	mm
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Totale lengte	L	= 983,45	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 14,15	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 111,70	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 752,70	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 97,74	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 7,16	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 400,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 400,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 400,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 14,00 / 24,93	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 180	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	= 0,00005	N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	= 0,2	
		25-07-2018 10:28:46	

## Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
2 rechte deel bocht	14,15	4,10	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
opgaande bocht	125,85	20,48	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
3e duin 4	144,77	19,70	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
3e duin 3	185,83	30,00	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
3e duin 2	207,27	26,10	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
3e duin 1	243,37	19,10	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
2e duin d4	520,77	19,21	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
2e duin d3	538,27	25,75	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
2e duin d2	552,27	25,00	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
2e duin d1	597,57	17,22	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e duin 4	817,17	21,53	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e duin 3	849,38	38,90	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e duin 2	866,68	33,65	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Neergaande bocht	878,55	32,07	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e duin 1	918,40	17,60	4,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e rechte deel	976,29	2,10	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>2</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
2 rechte deel bocht	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
opgaande bocht	Geen	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3e duin 4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3e duin 3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3e duin 2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3e duin 1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
2e duin d4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
2e duin d3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
2e duin d2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
2e duin d1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e duin 4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e duin 3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e duin 2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e duin 1	Geen	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II



\* Niet op schaal

**2. Eigenschappen van de leiding**

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 178,60	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 214,30	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 89,30	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 107,15	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 141.802.173,04	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.134.417,38	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.791,61	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 212,42	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 24.034,79	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2295	N/mm <sup>1</sup>

**3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding**

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,2295 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,2295 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,254 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,254 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,4835 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,4835 \text{ N/mm}^1$

**4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds****4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld**

Trekkraft $T_1$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_1$ [N]
Starten met trekken	983,45	<b>85.595</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	976,29	<b>84.972</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	878,55	<b>76.465</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	125,85	<b>10.953</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	14,15	<b>1.232</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,4835 \cdot 0,1$$

**4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld**

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	85.595	<b>3,56</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	84.972	<b>3,54</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	76.465	<b>3,18</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	10.953	<b>0,46</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	1.232	<b>0,05</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{24.034,79}$$

*4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld*

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{141.802.173}{400.000} = 380.207,08 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{380.207,08}{1.134.417} = \mathbf{0,34 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	3,56	<b>3,78</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	3,54	<b>3,75</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	3,18	<b>3,40</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	0,46	<b>0,67</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	0,05	<b>0,27</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,34 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning:  $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

**5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat****5.1 Berekening van de vereiste trekkracht  $T_2$  en  $T_{3a}$  in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand**

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt:  $D_{e,omtrek} = 785,40 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,484 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,565 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0810 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	7,16	<b>715</b>	-
2 <sup>e</sup> deel intrekken	104,90	-	<b>10.473</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	857,60	<b>85.619</b>	-
4 <sup>e</sup> deel intrekken	969,30	-	<b>96.771</b>
Geheel ingetrokken	983,45	<b>98.184</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,0810 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,0810 \cdot 0,2)$

**5.3 Berekening van de vereiste trekkracht  $T_{3b}$  in verband met wrijving door grondreactie in de bochten**

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
opgaande bocht	0,0022	400	0,0023	<b>607</b>
Neergaande bocht	0,0022	400,0	0,0023	<b>607</b>
1e duin 1	0,0022	400,0	0,0023	<b>607</b>

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Berekening van de wrijving door bochtcracht  $T_{3c}$ 

Trekkraft $T_{\text{bocht}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{\text{bocht}}$ [N]
Neergaande bocht	76.465	10.473	607	-	<b>87.545</b>
Opgaande bocht	1.232	96.771	607	607	<b>99.216</b>

Neergaande bocht:  $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$

Opgaande bocht:  $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{\text{bocht}}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	8,00	87.545	<b>8.772</b>
Opgaande bocht	7,00	99.216	<b>9.942</b>

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

## 5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft $T_{\text{tot}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{\text{tot}}$ [N]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	84.972	715	-	-	-	-	<b>85.687</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	76.465	10.473	607	8.772	-	-	<b>96.317</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	10.953	85.619	607	8.772	-	-	<b>105.952</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	1.232	96.771	607	8.772	607	9.942	<b>116.695</b>
Geheel intrekken	0	98.184	607	8.772	607	9.942	<b>116.876</b>

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b,neer,max} + T_{3c,neer} + T_{3b,op,max} + T_{3c,op}$$

## 5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten in fase II

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{\text{tot}}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1 <sup>e</sup> deel intrekken	85.687	<b>3,57</b>
2 <sup>e</sup> deel intrekken	96.317	<b>4,01</b>
3 <sup>e</sup> deel intrekken	105.952	<b>4,41</b>
4 <sup>e</sup> deel intrekken	116.695	<b>4,86</b>
Geheel intrekken	116.876	<b>4,86</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{24.034,79}$$

**5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat****5.7.1 Neergaande bocht**

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{141.802.173,04}{0,9 \cdot 400.000} = 537.666,57 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{537.666,57}{1.134.417,38} = \mathbf{0,47 \text{ N/mm}^2}$$

**5.7.2 Opgaande bocht**

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{141.802.173,04}{0,9 \cdot 400.000} = 537.666,57 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{537.666,57}{1.134.417,38} = \mathbf{0,47 \text{ N/mm}^2}$$

**5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie**

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	85.687	3,57	-	<b>3,57</b>
Na 1 <sup>e</sup> deel intrekken	96.317	4,01	0,47	<b>4,32</b>
Na 2 <sup>e</sup> deel intrekken	105.952	4,41	-	<b>4,41</b>
Na 3 <sup>e</sup> deel intrekken	116.695	4,86	0,47	<b>5,16</b>
Na 4 <sup>e</sup> deel intrekken	116.876	4,86	-	<b>4,86</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{24.034,79} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase***6.1 Berekening van de spanningen  $s_p$  en  $s_{pl}$  t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

*6.2 Berekening reroundingfactor  $f_{rr}$* 

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

*6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting  $Q_n$* 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	$Q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
2 rechte deel ..	4,10	1,50	Zand	29,70	57,20	86,90	15,23
opgaande bocht	20,48	4,00	Zand	79,20	362,56	441,76	69,24
3e duin 4	19,70	4,00	Zand	79,20	345,40	424,60	66,90
3e duin 3	30,00	4,00	Zand	79,20	572,00	651,20	97,80
3e duin 2	26,10	4,00	Zand	79,20	486,20	565,40	86,10
3e duin 1	19,10	4,00	Zand	79,20	332,20	411,40	65,10
2e duin d4	19,21	4,00	Zand	79,20	334,62	413,82	65,43
2e duin d3	25,75	4,00	Zand	79,20	478,50	557,70	85,05
2e duin d2	25,00	4,00	Zand	79,20	462,00	541,20	82,80
2e duin d1	17,22	4,00	Zand	79,20	290,84	370,04	59,46
1e duin 4	21,53	4,00	Zand	79,20	385,66	464,86	72,39
1e duin 3	38,90	4,00	Zand	79,20	767,80	847,00	124,50
1e duin 2	33,65	4,00	Zand	79,20	652,30	731,50	108,75
Neergaande bocht	32,07	4,00	Zand	79,20	617,54	696,74	104,01
1e duin 1	17,60	4,00	Zand	79,20	299,20	378,40	60,60
1e rechte deel	2,10	1,50	Zand	29,70	13,20	42,90	9,23

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
2 rechte deel ..	4,10	Grafiek ½ x II	2,56	0,64
opgaande bocht	20,48	Grafiek ½ x II	0,27	0,07
3e duin 4	19,70	Grafiek ½ x II	0,29	0,07
3e duin 3	30,00	Grafiek ½ x II	0,14	0,03
3e duin 2	26,10	Grafiek ½ x II	0,18	0,04
3e duin 1	19,10	Grafiek ½ x II	0,31	0,08
2e duin d4	19,21	Grafiek ½ x II	0,31	0,08
2e duin d3	25,75	Grafiek ½ x II	0,18	0,05
2e duin d2	25,00	Grafiek ½ x II	0,19	0,05
2e duin d1	17,22	Grafiek ½ x II	0,37	0,09
1e duin 4	21,53	Grafiek ½ x II	0,25	0,06
1e duin 3	38,90	Grafiek ½ x II	0,08	0,02
1e duin 2	33,65	Grafiek ½ x II	0,11	0,03
Neergaande bocht	32,07	Grafiek ½ x II	0,12	0,03
1e duin 1	17,60	Grafiek ½ x II	0,36	0,09
1e rechte deel	2,10	Grafiek ½ x II	6,11	1,53

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
2 rechte deel ..	✓	15,23	0,64	15,87	302,10 <sup>(1)</sup>	<b>1,42</b>
opgaande bocht	✓	69,24	0,07	69,31	1.319,66 <sup>(1)</sup>	<b>6,21</b>
3e duin 4	✓	66,90	0,07	66,97	1.275,20 <sup>(1)</sup>	<b>6,00</b>
3e duin 3	✓	97,80	0,03	97,83	1.862,81 <sup>(1)</sup>	<b>8,77</b>
3e duin 2	✓	86,10	0,04	86,14	1.640,23 <sup>(1)</sup>	<b>7,72</b>
3e duin 1	✓	65,10	0,08	65,18	1.241,00 <sup>(1)</sup>	<b>5,84</b>
2e duin d4	✓	65,43	0,08	65,51	1.247,27 <sup>(1)</sup>	<b>5,87</b>
2e duin d3	✓	85,05	0,05	85,10	1.620,25 <sup>(1)</sup>	<b>7,63</b>
2e duin d2	✓	82,80	0,05	82,85	1.577,46 <sup>(1)</sup>	<b>7,43</b>
2e duin d1	✓	59,46	0,09	59,55	1.133,89 <sup>(1)</sup>	<b>5,34</b>
1e duin 4	✓	72,39	0,06	72,45	1.379,53 <sup>(1)</sup>	<b>6,49</b>
1e duin 3	✓	124,50	0,02	124,52	2.370,93 <sup>(1)</sup>	<b>11,16</b>
1e duin 2	✓	108,75	0,03	108,78	2.071,17 <sup>(1)</sup>	<b>9,75</b>
Neergaande bocht	✓	104,01	0,03	104,04	1.980,97 <sup>(1)</sup>	<b>9,33</b>
1e duin 1	✓	60,60	0,09	60,69	1.155,54 <sup>(1)</sup>	<b>5,44</b>
1e rechte deel	✓	9,23	1,53	10,75	204,74 <sup>(1)</sup>	<b>0,96</b>

Indien horizontale steundruk:  $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$  (1)

$$M_q = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 107,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 107,15$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{212,42}$$



**6.6 Optredende spanning  $s_{qr}$  tgv. grondreactie in de bochten**

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
opgaande bocht	400	0,0023	0,061
Neergaande bocht	400,0	0,0023	0,061
1e duin 1	400,0	0,0023	0,061

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{212,42}$$

**6.7 Berekening van de spanning  $s_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil**

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

**7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$** 

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{3.791,61}{214,3^3} = 0,376 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{375,63 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m<sup>2</sup>****8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**Veiligheidsfactor  $\gamma$  voor langdurige onderdruk:  $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor  $\gamma$  voor kortdurende onderdruk:  $\gamma = 1,5$ 

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 3.791,61}{214,30^3} = 7,15 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 3.791,61}{214,30^3} = 1,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **128,42 m** grondwater boven de leiding

**9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen***9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
2 rechte deel ..	1,42	-	0,65	<b>0,92</b>
opgaande bocht	6,21	0,061	0,65	<b>4,08</b>
3e duin 4	6,00	-	0,65	<b>3,90</b>
3e duin 3	8,77	-	0,65	<b>5,70</b>
3e duin 2	7,72	-	0,65	<b>5,02</b>
3e duin 1	5,84	-	0,65	<b>3,80</b>
2e duin d4	5,87	-	0,65	<b>3,82</b>
2e duin d3	7,63	-	0,65	<b>4,96</b>
2e duin d2	7,43	-	0,65	<b>4,83</b>
2e duin d1	5,34	-	0,65	<b>3,47</b>
1e duin 4	6,49	-	0,65	<b>4,22</b>
1e duin 3	11,16	-	0,65	<b>7,26</b>
1e duin 2	9,75	-	0,65	<b>6,34</b>
Neergaande bocht	9,33	0,061	0,65	<b>6,10</b>
1e duin 1	5,44	0,061	0,65	<b>3,58</b>
1e rechte deel	0,96	-	0,65	<b>0,63</b>

Rechte delen:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
2 rechte deel ..	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
opgaande bocht	0,00	0,00	0,47	0,65	<b>0,31</b>
3e duin 4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
3e duin 3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
3e duin 2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
3e duin 1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
2e duin d4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
2e duin d3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
2e duin d2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
2e duin d1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
1e duin 4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
1e duin 3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
1e duin 2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,47	0,65	<b>0,31</b>
1e duin 1	0,00	0,00	0,47	0,65	<b>0,31</b>
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>y</sub> [mm]	δ <sub>y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
2 rechte deel ..	15,23	0,64	-	<b>0,74</b>	0,35
opgaande bocht	69,24	0,07	0,0023	<b>3,25</b>	1,52
3e duin 4	66,90	0,07	-	<b>3,14</b>	1,47
3e duin 3	97,80	0,03	-	<b>4,59</b>	2,14
3e duin 2	86,10	0,04	-	<b>4,04</b>	1,89
3e duin 1	65,10	0,08	-	<b>3,06</b>	1,43
2e duin d4	65,43	0,08	-	<b>3,07</b>	1,43
2e duin d3	85,05	0,05	-	<b>3,99</b>	1,86
2e duin d2	82,80	0,05	-	<b>3,89</b>	1,81
2e duin d1	59,46	0,09	-	<b>2,79</b>	1,30
1e duin 4	72,39	0,06	-	<b>3,40</b>	1,59
1e duin 3	124,50	0,02	-	<b>5,84</b>	2,73
1e duin 2	108,75	0,03	-	<b>5,10</b>	2,38
Neergaande bocht	104,01	0,03	0,0023	<b>4,88</b>	2,28
1e duin 1	60,60	0,09	0,0023	<b>2,85</b>	1,33
1e rechte deel	9,23	1,53	-	<b>0,50</b>	0,24

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 107,15^3}{350 \cdot 3.791,61}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 214,30 = **17,14 mm**

**11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [MN/m <sup>2</sup> ]
2 rechte deel ..	4,10	45,82	21,20	33,51	51,51	28,85
opgaande bocht	20,48	200,29	92,67	146,48	225,19	28,85
3e duin 4	19,70	193,91	89,72	141,82	218,01	28,85
3e duin 3	30,00	278,18	128,71	203,45	312,76	28,85
3e duin 2	26,10	246,27	113,95	180,11	276,89	28,85
3e duin 1	19,10	189,00	87,45	138,23	212,49	28,85
2e duin d4	19,21	189,90	87,87	138,88	213,51	28,85
2e duin d3	25,75	243,41	112,63	178,02	273,67	28,85
2e duin d2	25,00	237,27	109,79	173,53	266,77	28,85
2e duin d1	17,22	173,62	80,33	126,98	195,20	28,85
1e duin 4	21,53	208,88	96,65	152,77	234,85	28,85
1e duin 3	38,90	351,00	162,41	256,70	394,63	28,85
1e duin 2	33,65	308,05	142,53	225,29	346,34	28,85
Neergaande bocht	32,07	295,12	136,55	215,83	331,80	28,85
1e duin 1	17,60	176,73	81,77	129,25	198,70	28,85
1e rechte deel	2,10	29,45	13,63	21,54	33,12	28,85

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	R <sub>p,max</sub> [m]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>st</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Δ <sub>p</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
2 rechte deel ..	0,00062	2,05	0,0260	0,02933	0,00	0,71
opgaande bocht	0,0027	2,27	0,1648	0,1859	0,01	1,94
3e duin 4	0,0026	2,31	0,1570	0,1771	0,01	1,89
3e duin 3	0,0038	1,93	0,2600	0,2933	0,02	2,46
3e duin 2	0,0034	2,05	0,2210	0,2493	0,02	2,25
3e duin 1	0,0026	2,34	0,1510	0,1704	0,02	1,86
2e duin d4	0,0026	2,33	0,1521	0,1716	0,05	1,86
2e duin d3	0,0033	2,06	0,2175	0,2454	0,05	2,23
2e duin d2	0,0032	2,09	0,2100	0,2369	0,05	2,19
2e duin d1	0,0024	2,44	0,1322	0,1491	0,06	1,75
1e duin 4	0,0028	2,22	0,1753	0,1978	0,08	2,00
1e duin 3	0,0048	1,71	0,3490	0,3937	0,08	2,90
1e duin 2	0,0042	1,83	0,2965	0,3345	0,08	2,64
Neergaande bocht	0,0040	1,87	0,2807	0,3167	0,08	2,56
1e duin 1	0,0024	2,42	0,1360	0,1534	0,09	1,77
1e rechte deel	0,00040	1,05	0,0060	0,006769	0,09	0,52

$$Q = \frac{\sigma'_o \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

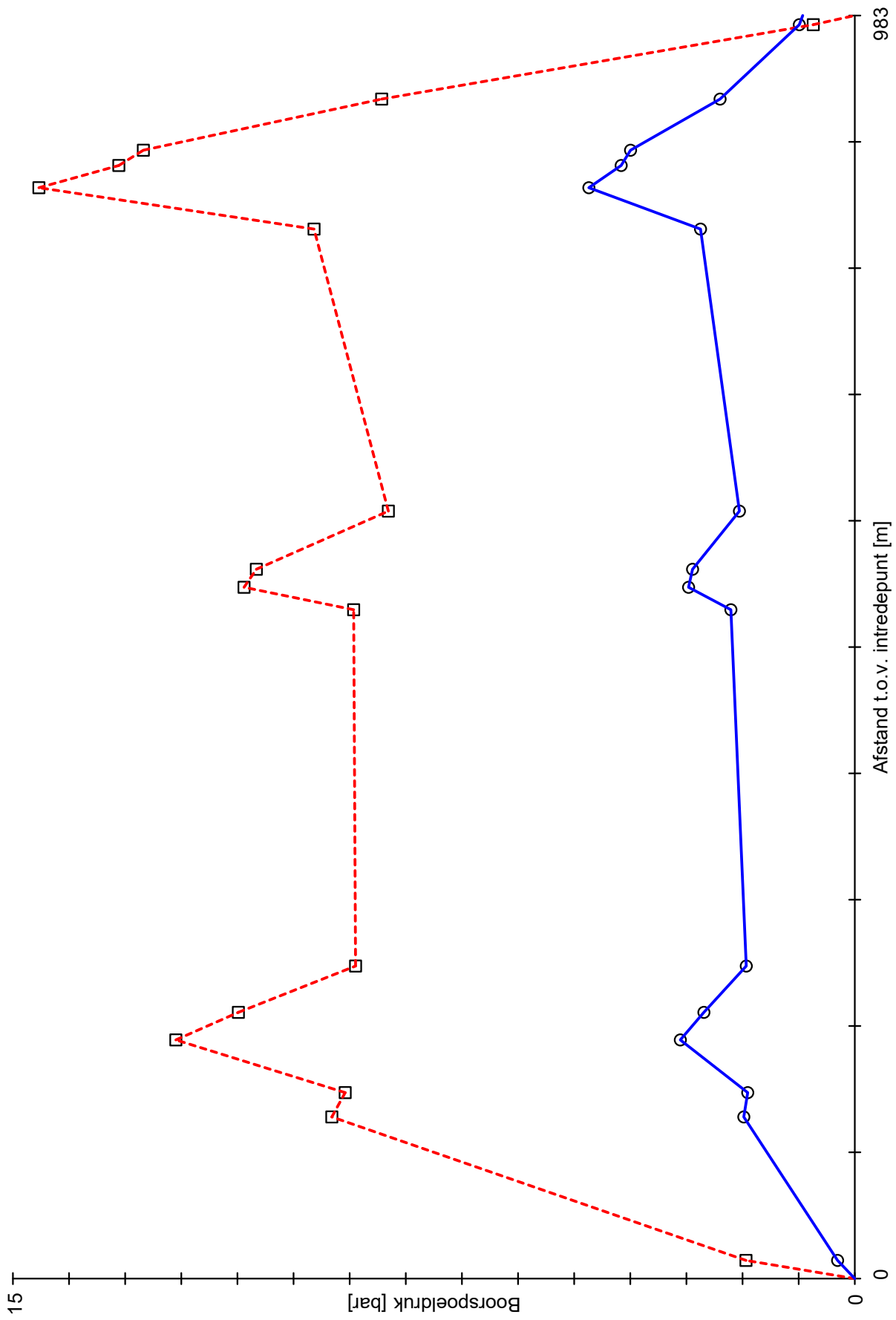
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	$p_{\max}$ [kPa]	90% $p_{\text{lim}}$ [kPa]	$p_{\min}$ [kPa]	$p_{\max}$ [bar]	90% $p_{\text{lim}}$ [bar]	$p_{\min}$ [bar]
2 rechte deel ..	<b>193,80</b>	634,68	<b>30,67</b>	<b>1,94</b>	6,35	<b>0,31</b>
opgaande bocht	<b>931,70</b>	1.744,04	<b>197,79</b>	<b>9,32</b>	17,44	<b>1,98</b>
3e duin 4	<b>907,92</b>	1.703,76	<b>190,78</b>	<b>9,08</b>	17,04	<b>1,91</b>
3e duin 3	<b>1.209,61</b>	2.209,88	<b>310,85</b>	<b>12,10</b>	22,10	<b>3,11</b>
3e duin 2	<b>1.098,25</b>	2.024,23	<b>268,87</b>	<b>10,98</b>	20,24	<b>2,69</b>
3e duin 1	<b>889,49</b>	1.672,52	<b>193,31</b>	<b>8,89</b>	16,73	<b>1,93</b>
2e duin d4	<b>892,88</b>	1.678,26	<b>220,72</b>	<b>8,93</b>	16,78	<b>2,21</b>
2e duin d3	<b>1.088,10</b>	2.007,25	<b>296,15</b>	<b>10,88</b>	20,07	<b>2,96</b>
2e duin d2	<b>1.066,26</b>	1.970,66	<b>289,01</b>	<b>10,66</b>	19,71	<b>2,89</b>
2e duin d1	<b>831,02</b>	1.573,05	<b>205,52</b>	<b>8,31</b>	15,73	<b>2,06</b>
1e duin 4	<b>963,44</b>	1.797,69	<b>274,86</b>	<b>9,63</b>	17,98	<b>2,75</b>
1e duin 3	<b>1.453,66</b>	2.612,61	<b>473,85</b>	<b>14,54</b>	26,13	<b>4,74</b>
1e duin 2	<b>1.311,23</b>	2.378,24	<b>416,26</b>	<b>13,11</b>	23,78	<b>4,16</b>
Neergaande bocht	<b>1.267,52</b>	2.305,96	<b>399,55</b>	<b>12,68</b>	23,06	<b>4,00</b>
1e duin 1	<b>842,94</b>	1.593,35	<b>240,07</b>	<b>8,43</b>	15,93	<b>2,40</b>
1e rechte deel	<b>73,94</b>	463,98	<b>98,87</b>	<b>0,74</b>	4,64	<b>0,99</b>

$$p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o}{R_{p,\max}} \right)^2 + Q \cdot \frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk  
Minimaal benodigde boorspoeldruk

1.5.0.0/07-2018/10-10243297

25-07-2018 10:28:47

## COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-  
STERKTEBEREKENING  
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING ONDER WATERSTAATSWERKEN (ZEEKERING) HDD 1

### KLANT

TenneT TSO B.V.

### AUTEUR

Linda Bouwman

### ONZE REFERENTIE

079938955 D

### DATUM

31 augustus 2018

### STATUS

Definitief

### GECONTROLEERD DOOR

Ben van Assema & Prerna van de Vall  
Specialist

### VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg  
Senior Projectleider

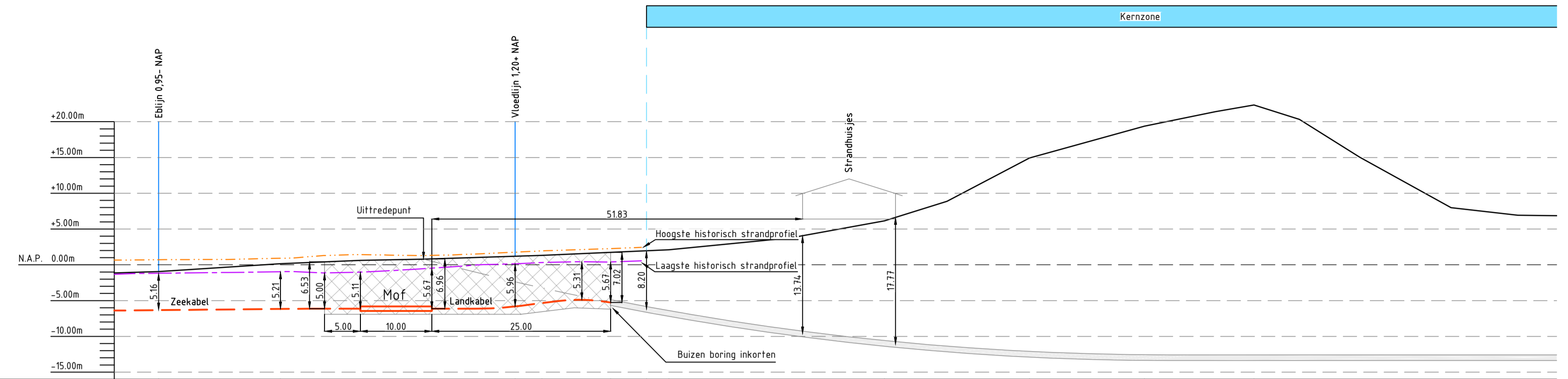
### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825  
1040 AV Amsterdam  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

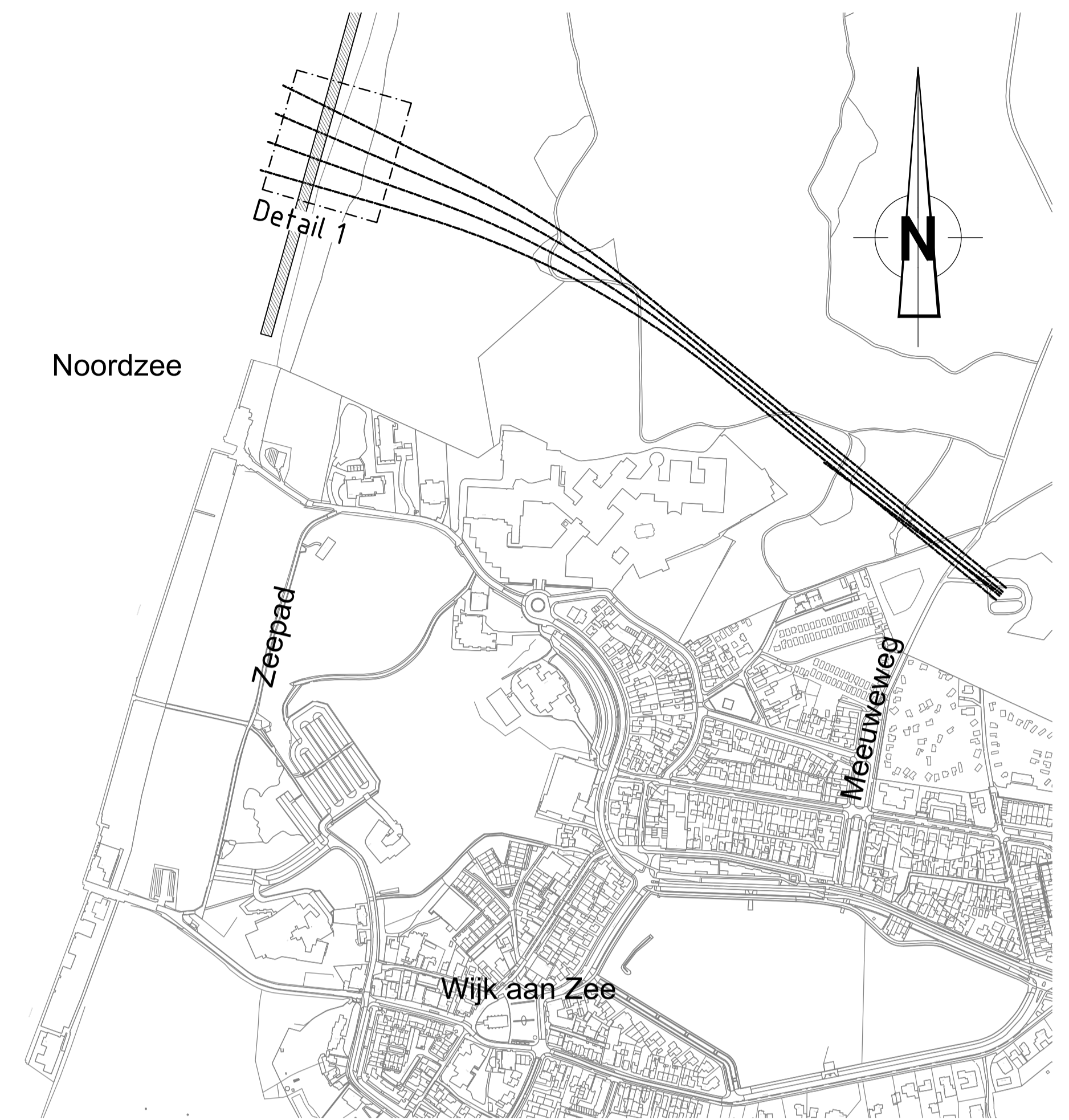


Alle opgegeven diepten zeewaarts vanaf de voet van de duinen zijn indicatief en zullen worden aangepast naar aanleiding van de mobiliteitsanalyse van het strand. Kabels en moffen zullen worden geïnstalleerd t.o.v. het laagste bekende historische strandprofiel.

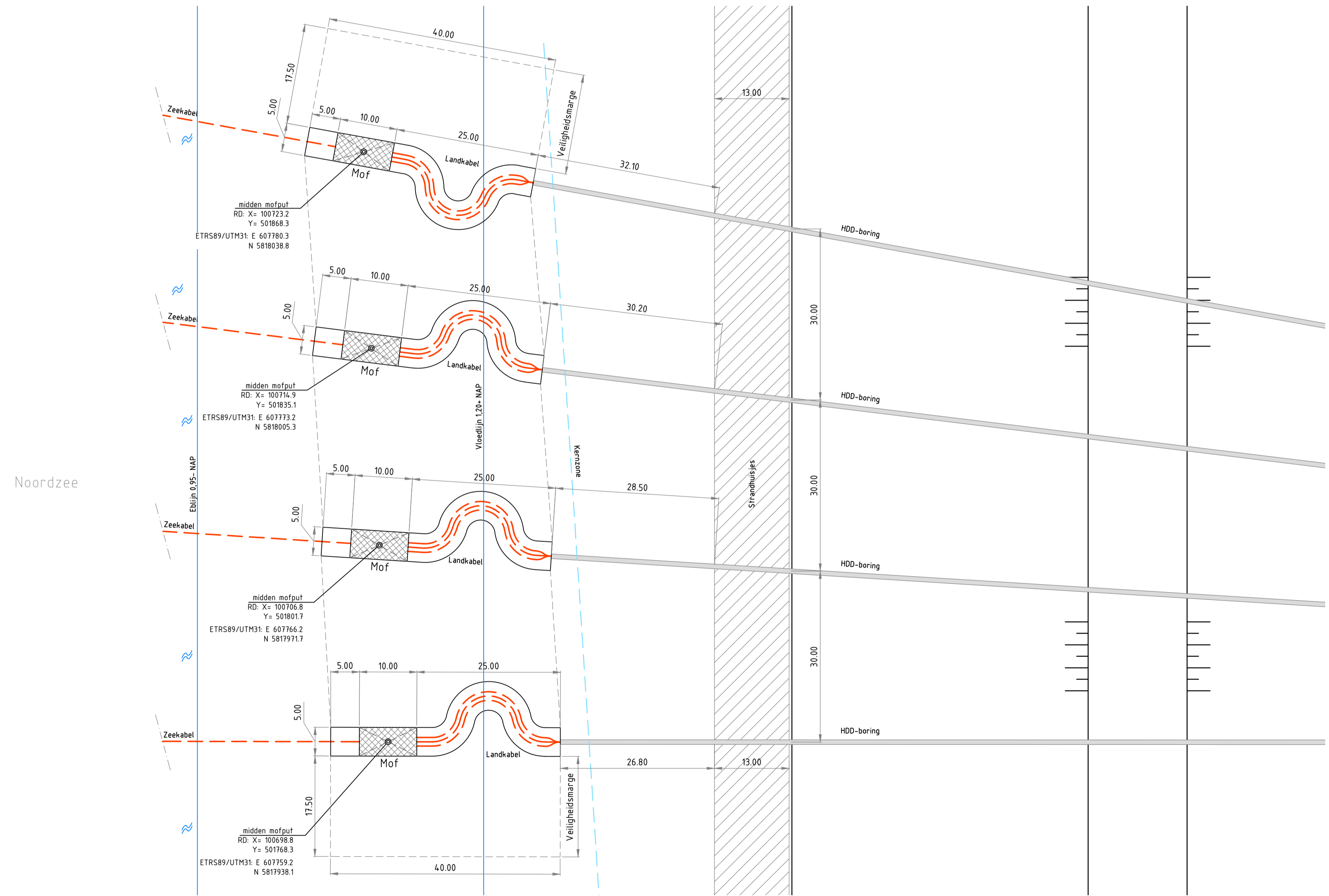


HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	-0.95	-0.15	+1.20	+1.32	+1.15	-2.11	-6.15	-11.93	+19.38	-22.34
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	0.00	17.04	49.86	53.59	63.21	68.21	71.34	101.50	121.76	137.84
HOOGTE HARTLIJN KABEL T.O.V. NAP	-6.33	-6.13	-6.13	-6.13	-5.27	-5.27	-5.27	-5.27	-5.27	-5.27
AFSTAND KABEL IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	0.00	28.21	38.21	63.21	63.21	63.21	63.21	63.21	63.21	63.21
DIAMETER EN MATERIAAL KABEL										
OPMERKINGEN	Zeekabel	Mof	Landkabel	HDD-boring						

**Lengte profiel**  
schaal 1:500



**Overzicht**  
schaal 1:5000

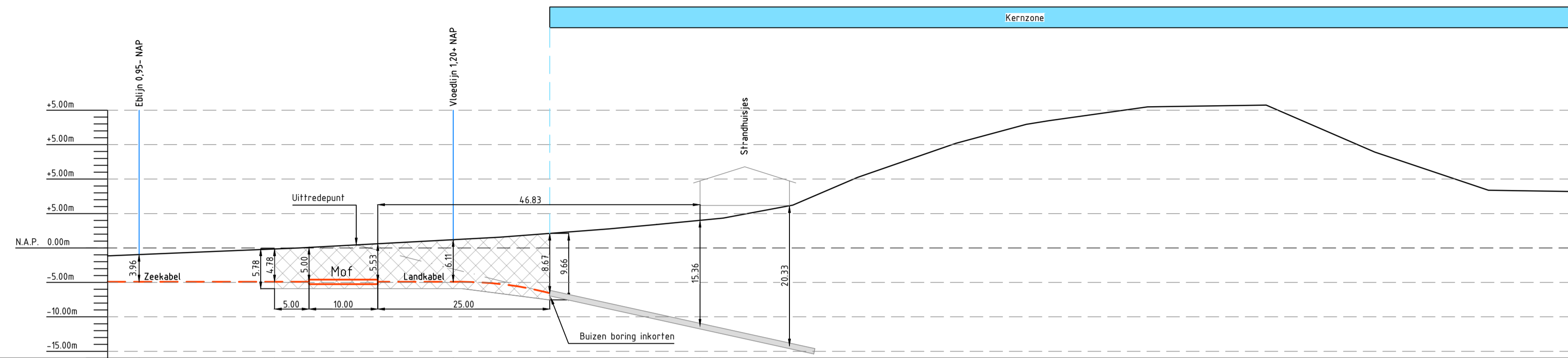


**Detail 1 moflocaties**  
schaal 1:500

4	31-08-2018	AL	RB	Opmerkingen verwerkt
3	31-08-2018	AL	RB	Op- en aanmerkingen verwerkt
2	28-08-2018	AL	RB	Uitredpunten HDD boringen gewijzigd
1	30-05-2018	JS	RB	Opmerkingen verwerkt
0	30-05-2018	JS	RB	Voor vergunningaanvraag
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING

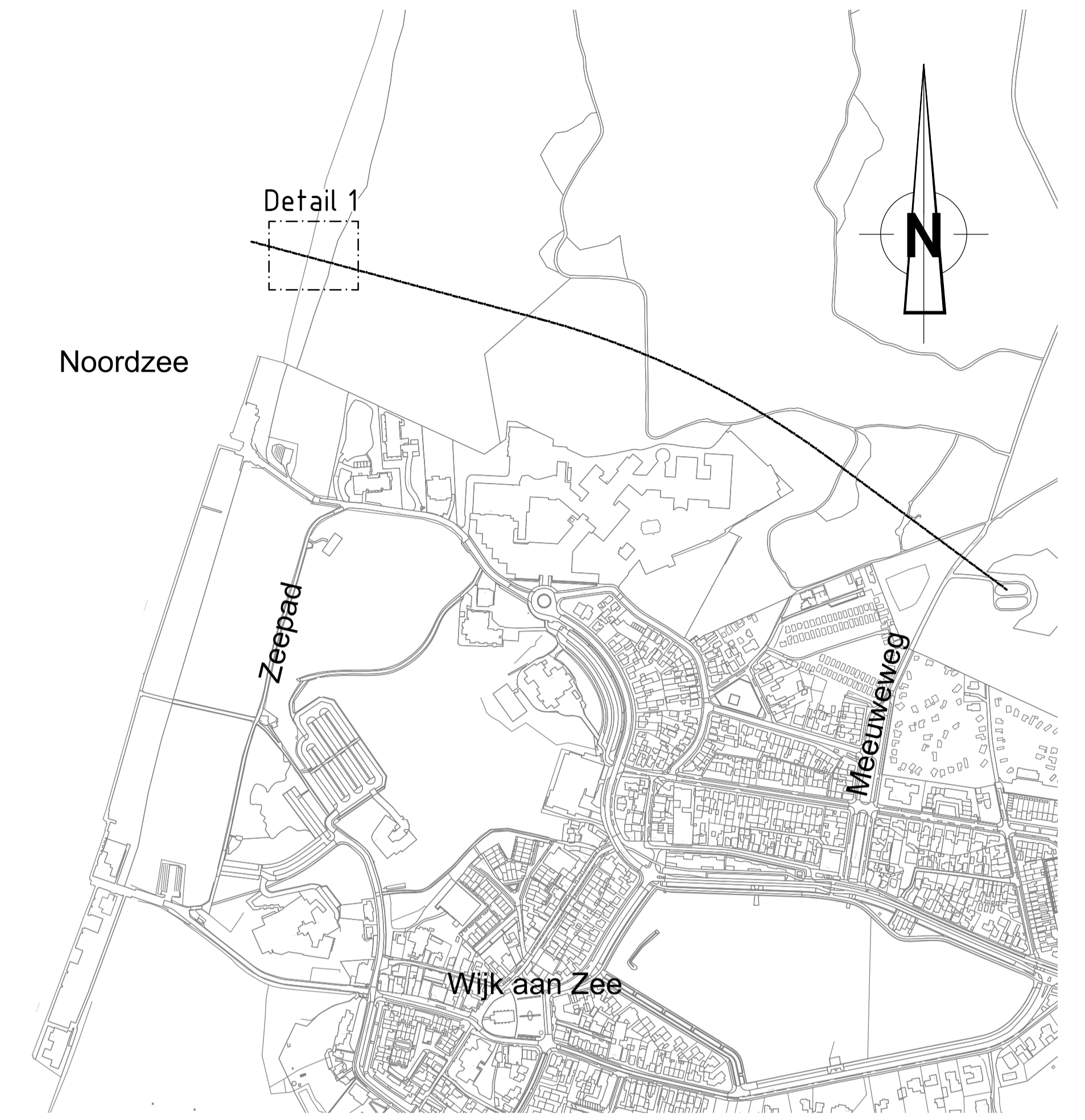
OPRACHTGEVER : Joulz Energy Solutions BV  
 ONTWERP : R. Berger  
 GETEKEND : J. Soeters  
 PROJECT : Windpark Hollandse Kust Noorden West (Alpha)  
 Wijk aan Zee / Beverwijk  
 TEKENING NR. : 482.18.1.006-500

Deze tekening is eigendom van Joulz B.V. Zonder haar toestemming mag niets uit deze tekening worden gebruikt, gekopieerd of aan derden ter beschikking worden gesteld.

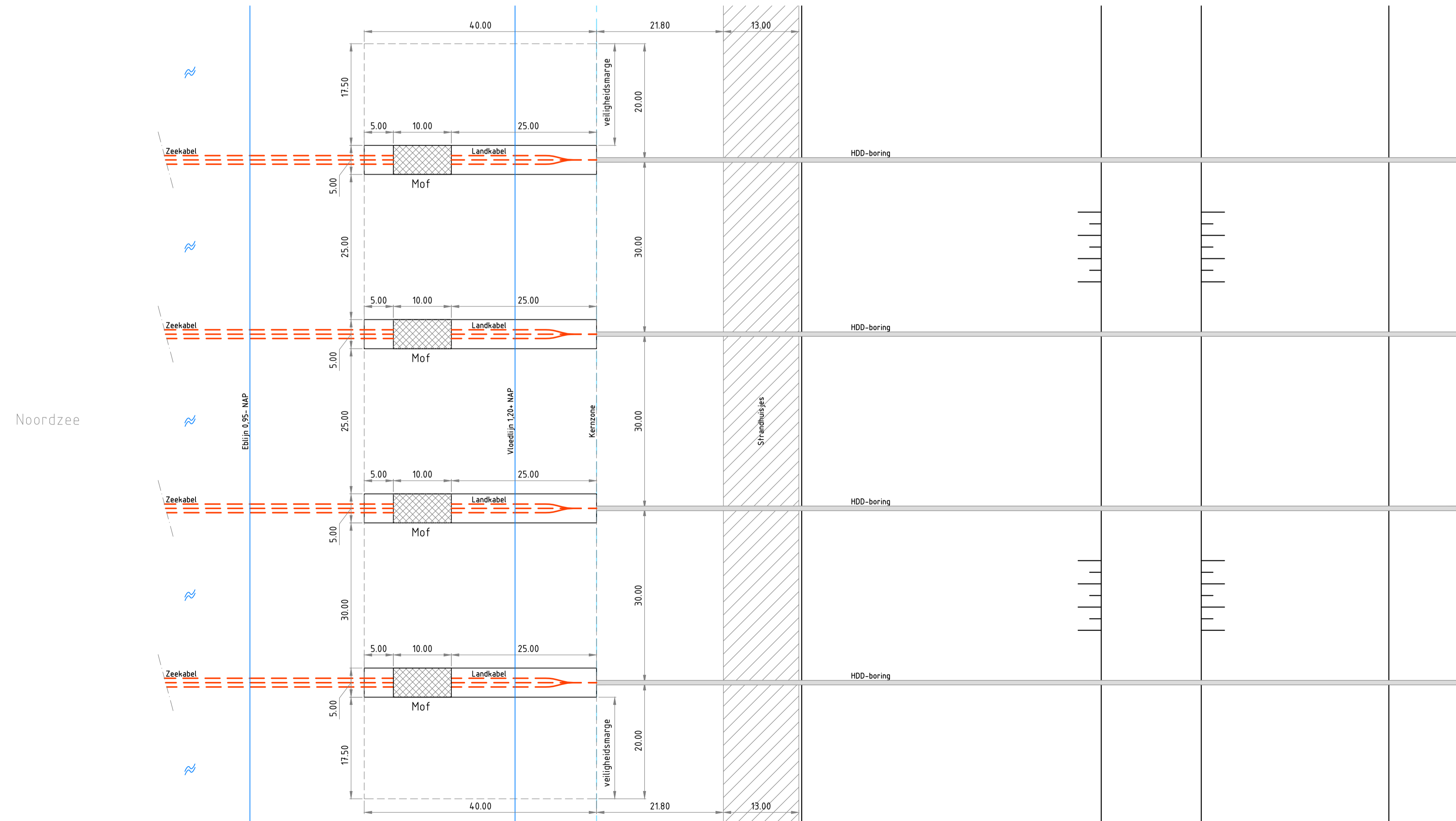


HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	-10.95	-10.14	1.20	2.11	4.01	6.12
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	0.00	19.70	45.65	59.70	81.53	94.53
HOOGTE HARTLIJN LEIDING T.O.V. NAP	-4.91	-4.91	-4.91	-6.56		
AFSTAND LEIDING IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	0.00	24.70	34.70	59.70		
DIAMETER EN MATERIAAL LEIDING						
OPMERKINGEN	Zeekabel		Mof	Landkabel	HDD-boring	

**Lengte profiel**  
schaal 1:250



**Overzicht**  
schaal 1:5000



**Detail 1 moflocaties**  
schaal 1:500

1	30-05-2018	JS	RB	Opmerkingen verwerkt
0	30-05-2018	JS	RB	Voor vergunningaanvraag
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING
OPDRACHTGEVER :		GETEKEND : J. Soeters		
ONTWERP : R. Berger	DAUM : 30-05-2018	Joulz Energy Solutions BV		
PROJ.NR. : 482.18.1.006	SCHAAL : 1:5000/1:500	POSTBUS : 19520	3001 BE Rotterdam	
<b>Windpark Hollandse Kust Noorden West (Alpha)</b> <b>Wijk aan Zee/ Beverwijk</b>				
ONDERWERP :			TEKENING NR. :	
Moflocatie strand verbinding zeekabel / landkabel			482.18.1.006-500	

Deze tekening is eigendom van Joulz B.V. Zonder haar toestemming mag niets uit deze tekening worden gebruikt, gekopieerd of aan derden ter beschikking worden gesteld.

# WATERTOETSEN KRM, KRW EN BPRW

Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west  
Alpha)

1 AUGUSTUS 2018





## Contactpersoon

**BELINDA J. KATER**  
Marien ecooloog

M +31 6 46129879  
E [belinda.kater@arcadis.com](mailto:belinda.kater@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

**SARINA VERSTEEG**  
Aquatisch ecooloog

M +3161114 2216  
E [sarina.versteeg@arcadis.com](mailto:sarina.versteeg@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

**LOUISE LYSEN**  
Aquatisch ecooloog

M +3161123 0720  
E [louise.lysen@arcadis.com](mailto:louise.lysen@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>8</b>
1.1	Aanleiding: Duurzame energie	8
1.1.1	Redenen	8
1.1.2	Routekaart 2023	8
1.1.3	Routekaart 2030	8
1.2	Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)	10
1.3	Leeswijzer	11
<b>2</b>	<b>ACTIVITEITBESCHRIJVING</b>	<b>12</b>
2.1	Overzicht	12
2.2	Platforms	13
2.2.1	Ligging van de platforms	13
2.2.2	Ontwerp	13
2.2.3	Aanleg	14
2.2.4	Gebruik en onderhoud	15
2.2.5	Verlichtingsplan	15
2.2.6	Veiligheidsplan	16
2.3	Kabels op zee	16
2.3.1	Route kabels	16
2.3.2	Aanleg kabels	17
2.3.2.1	Wijze van aanleg	17
2.3.2.2	Kruising met overige kabels en leidingen	20
2.3.3	Gebruik	21
2.4	Mofputten	21
2.5	Kabels op land	22
2.5.1	Route kabel	22
2.5.2	Aanleg	23
2.5.2.1	Horizontale boring	23
2.5.3	Gebruik	24
2.6	Transformatorstation	24
2.6.1	Locatie	24
2.6.2	Ontwerp	24
2.6.3	Aanleg	24
2.6.4	Gebruik	24

2.7	Planning	25
<b>3</b>	<b>KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE</b>	<b>26</b>
3.1	Kader richtlijn mariene strategie	26
3.1.1	Biologische diversiteit	26
3.1.2	Exoten	27
3.1.3	Populaties commerciële vis	27
3.1.4	Voedselketens	28
3.1.5	Eutrofiëring	28
3.1.6	Integriteit van de zeebodem	28
3.1.7	Hydrografische eigenschappen	29
3.1.8	Vervuilende stoffen	29
3.1.9	Vervuilende stoffen in visproducten	29
3.1.10	Zwerfvuil	30
3.1.11	Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	30
3.2	Effectbeschrijving	31
3.2.1	Vertroebeling	31
3.2.1.1	Reikwijdte vertroebeling	31
3.2.1.2	Effecten vertroebeling op primaire productie	31
3.2.1.3	Effecten vertroebeling op trekvissen	32
3.2.1.4	Effecten vertroebeling op stressrespons vissen	35
3.2.1.5	Effecten vertroebeling op zichtjagende vogels	36
3.2.1.6	Effecten vertroebeling op filterfeeders	39
3.2.2	Sedimentatie	40
3.2.3	Verontreiniging	40
3.2.4	Continu onderwatergeluid	42
3.2.5	Impuls onderwatergeluid	43
3.2.5.1	Reikwijdte impuls geluid	43
3.2.5.2	Effecten impuls geluid op zeezoogdieren	44
3.2.5.3	Effecten impuls geluid op trekvissen	49
3.2.5.4	Mitigerende maatregelen rondom impuls geluid	49
3.2.6	Habitataantasting en verandering	50
3.2.7	Verzuring en vermesting	50
3.2.8	Elektromagnetische velden	50
3.2.8.1	Elektromagnetische velden	50
3.2.8.2	Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren	51
3.2.8.3	Effecten elektromagnetische velden op trekvissen	52
3.3	Toetsing	53
3.3.1	Biologische diversiteit	53
3.3.2	Exoten	54

3.3.3	Populaties commerciële vis	54
3.3.4	Voedselketens	54
3.3.5	Eutrofiëring	54
3.3.6	Integriteit van de zeebodem	55
3.3.7	Hydrografische eigenschappen	55
3.3.8	Vervuilende stoffen	55
3.3.9	Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie.	55
3.3.10	Zwerfvuil	55
3.3.11	Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	56
<b>3.4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>56</b>
<b>4</b>	<b>KADER RICHTLIJN WATER</b>	<b>57</b>
4.1	Kader richtlijn water	57
4.1.1	Chemische kwaliteit	58
4.1.2	Ecologische kwaliteit	58
4.1.2.1	Biologie	59
4.1.2.2	Fysisch-chemisch	60
4.1.2.3	Overige relevante chemische stoffen	60
4.1.2.4	Hydromorfologie	60
4.2	Activiteiten en KRW	61
4.2.1	KRW-gebieden	61
4.2.2	KRW-doelstellingen	62
4.3	Effectbeschrijving	64
4.4	Toetsing	64
4.4.1	Effectbeoordeling chemische kwaliteit	64
4.4.2	Effectbeoordeling ecologische kwaliteit	65
4.4.2.1	Hollandse Kust (NL95_3A)	66
4.5	Conclusie	67
<b>5</b>	<b>BEHEER- EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN</b>	<b>68</b>
5.1	Beheerplan Rijkswateren	68
5.2	Effectbeschrijving	68
5.2.1	Verdroging	68
5.3	Toetsing	69
5.3.1	Voorkomingen waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste	69
5.3.2	Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.	69
5.4	Conclusie	70
<b>6</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>71</b>



<b>BIJLAGES</b>	<b>75</b>
<b>COLOFON</b>	<b>191</b>

# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding: Duurzame energie

### 1.1.1 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 CO<sub>2</sub>. Te veel CO<sub>2</sub> 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. Begin 2016 werd ongeveer 6% van de energie duurzaam opgewekt (Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare Energie in Nederland in 2015, september 2016). 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 CO<sub>2</sub>-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 (Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202), de daaropvolgende Energiedialoog (Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016) en de Energieagenda (Energieagenda "Naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening", 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord hierop voort.

### 1.1.2 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, 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 middels tenders de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I en II.

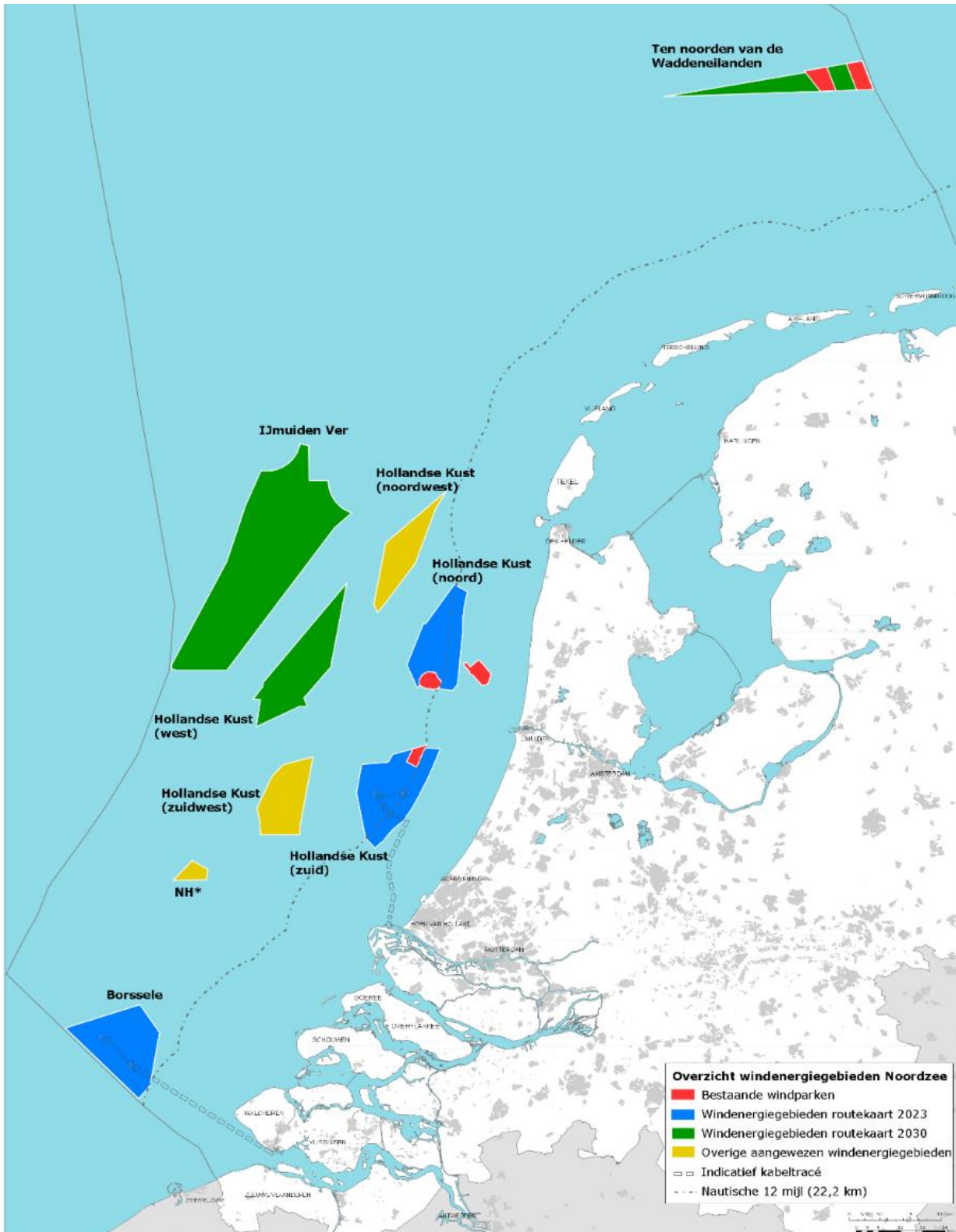
### 1.1.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe routekaart windenergie op zee (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 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van circa 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (circa 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. De reden om nu een routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen is tweeledig:

1. 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 2020 dan wel 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 zijn ze op kaart weergegeven.



*Figuur 1: Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel). \*NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Ministerie EZK).*

## 1.2 Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)

In volgorde van de Routekaart 2023 is Hollandse Kust (noord) het laatste windenergiegebied, naast Borssele en Hollandse Kust (zuid), waarvoor het net op zee planologisch vastgelegd wordt. In voorbereiding op de Routekaart 2030 is eind 2017 besloten het net op zee Hollandse Kust (noord) uit te breiden met het aansluiten van 700 MW in het noordelijk deel van Hollandse Kust (west). Redenen om twee windparken in één keer aan te sluiten zijn het behalen van synergievoordelen en het concentreren en beperken van hinder voor de omgeving.

In deze paragraaf is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerking van de voorgenomen activiteit kan nog aan veranderingen onderhevig zijn, maar er is in deze activiteitenbeschrijving een zo nauwkeurig mogelijk worst-case scenario van de activiteiten beschreven. De activiteiten rondom windmolenparken Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) bestaan uit de volgende vijf onderdelen (Figuur 2):

1. Twee platforms op zee voor de aansluiting van de windturbines (Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)).
2. Vier kabelsystemen op zee, twee per platform, voor de aanlanding op het landnetwerk (2 kabels van platform Hollandse Kust (west) tot aan platform Hollandse Kust (noord) en vier gebundelde kabels tussen Hollandse Kust (noord) tot aan de kust);
3. Vier mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels.
4. Vier kabelsystemen op land voor de aansluiting op hoogspanningsstation Beverwijk (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation, 380 kV tot aan Beverwijk).
5. De aanleg van een transformatorstation op het terrein van Tata Steel.

Voor de drie verschillende toetsingen in dit rapport zijn verschillende onderdelen relevant. Onderdeel 1 en 2 zullen aan de KRM getoetst worden, 2 en 4 aan de KRW en 2, 3 en 4 aan het BPRW.



Figuur 2: Overzichtskartaal kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).

### 1.3 Leeswijzer

Dit document is een combinatie van de verschillende watertoetsen die gedaan zijn voor het Net op Zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse kust (west Alpha). Voor al deze watertoetsen geldt dezelfde activiteitbeschrijving. Daarnaast zijn veel effecten gelijk voor alle drie de toetsen. Door het combineren van de toetsing Kaderrichtlijn mariene strategie, de toetsing Kaderrichtlijn water en de toetsing Beheer- en ontwikkelplan rijkswateren in één document kan daarom erg veel dubbeling in tekst voorkomen worden.

Hoofdstuk twee van dit document behandelt de activiteiten beschrijving die van belang is voor alle drie de toetsen. In Hoofdstuk drie wordt de Kaderrichtlijn mariene strategie behandeld. Dit is de meest uitgebreide toets waarin de effecten op het mariene ecosysteem worden beschreven. Hoofdstuk 4 omhelst de Kaderrichtlijn water en hoofdstuk 5 het beheer- en ontwikkelplan rijkswateren. Elk van deze drie hoofdstukken bevat een omschrijving van de toetsing, een beoordeling en een conclusie.

Dit document bevat 4 bijlage (A t/m D). De bijlages starten op pagina 74.

## 2 ACTIVITEITBESCHRIJVING

### 2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen nog aan veranderingen onderhevig zijn, maar er is in deze activiteitenbeschrijving een zo nauwkeurig mogelijk worst-case scenario van de activiteiten beschreven. Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) bestaat uit de volgende vijf onderdelen:

1. Twee platforms op zee voor de aansluiting van de windturbines.
2. Vier kabelsystemen op zee, twee per platform, voor de aanlanding op het landnetwerk (2 kabels van platform Hollandse Kust (west) tot aan platform Hollandse Kust (noord) en vier gebundelde kabels tussen Hollandse Kust (noord) tot aan de kust);
3. Vier mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels.
4. Vier kabelsystemen op land voor de aansluiting op hoogspanningsstation Beverwijk (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation, 380 kV tot aan Beverwijk).
5. De aanleg van een transformatorstation op het terrein van Tata Steel.

Hoewel er naast de aanlegfase ook sprake is van een gebruiks- en verwijderingsfase wordt in de activiteit beschrijving en de verdere toetsing vooral ingegaan op de aanleg van de verschillende onderdelen. De effecten als gevolg van de aanleg zijn het grootst. Omdat de toetsing uitgaat van een worst case scenario wordt daarom uitgegaan van de effecten als gevolg van de aanlegfase.

Wanneer er in deze Watertoetsen gesproken wordt over de voorgenomen activiteit op Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha), dan omvat dit de bovenstaande vijf onderdelen. De windturbines en de parkbekabeling van de windturbines naar de platforms van TenneT maken geen onderdeel uit van deze toets, hiervoor wordt een aparte procedure doorlopen. Figuur 3 geeft een beeld van het platform Hollandse Kust (noord), het zoekgebied voor Hollandse Kust (west Alpha), de ligging van de kabeltracés en het transformatorstation.



Figuur 3: Overzichtskartaal kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).

Voor een uitgebreide omschrijving van de technieken die gebruikt kunnen worden bij aanleg van de alle betrokken onderdelen word verwezen naar de “Typical Method Installation Statement HKN”, te vinden in 0.

## 2.2 Platforms

Er worden twee platforms geplaatst, te weten platform Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) (zie Figuur 3). In dit hoofdstuk worden de te realiseren platforms verder toegelicht. Het doel van de twee platforms is het bundelen van transportsystemen voor de elektriciteit die door de windturbines wordt opgewekt. De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) worden aangesloten op platforms van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het transmissiesysteem van TenneT.

### 2.2.1 Ligging van de platforms

Beide platforms zijn vrijwel identiek in functie, ontwerp en uitvoering, behalve kleine verschillen ten gevolge van bijvoorbeeld een andere waterdiepte ter plaatse. Voor Hollandse Kust (noord) is een exacte plaatsingspositie bepaald, op ongeveer 22 kilometer van de kust. De locatie voor Hollandse Kust (west Alpha) wordt later bepaald, maar komt binnen het zoekgebied in Figuur 3 te liggen, op ongeveer 57 kilometer van de kust.

### 2.2.2 Ontwerp

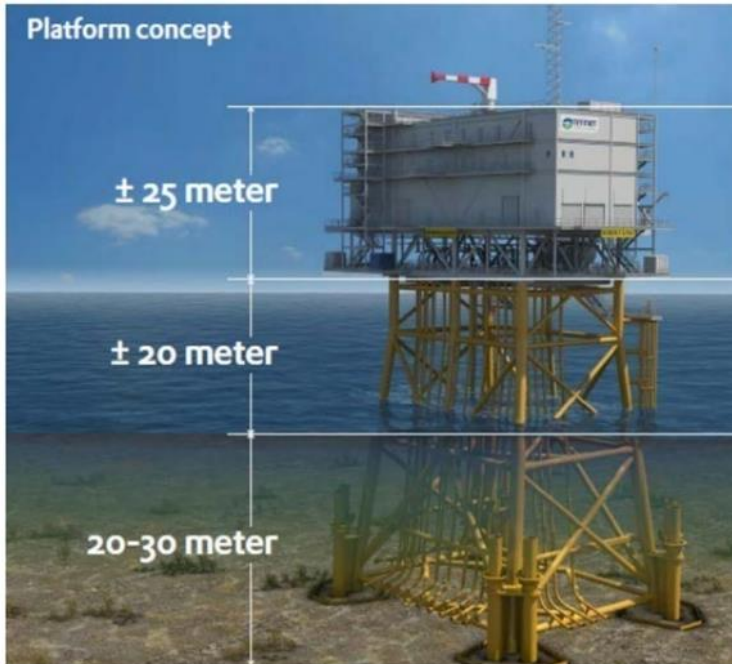
De twee platforms bestaan uit ieder uit drie verschillende onderdelen. Een eerste specificatie van de maten en het gewicht van de jacket en de topside is in Tabel 1 weergegeven. Afhankelijk van de waterdiepte kunnen de definitieve afmetingen hier nog van afwijken. De drie onderdelen zijn:

- Acht heipalen die 50 - 80 m (afhankelijk van de lokale bodem condities) in de zeebodem komen te staan;
- De stalen draagconstructie, ofwel het jacket;
- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.

Tabel 1: Specificatie platforms.

	Jacket	Topside
<b>Lengte (m)</b>	28	45
<b>Breedte (m)</b>	20	20
<b>Hoogte (m)</b>	50	25
<b>Gewicht (ton)</b>	2.900	3.350

In de topside wordt het merendeel van de installatie geplaatst, in de topside bevinden zich vier dekken inclusief het dakdek waar de platform kraan op staat. Het kabeldek bevindt zich bovenop de jacket onder de topside, waardoor kabels ingetrokken kunnen worden voordat de topside wordt geplaatst. Ook nadat de topside op de jacket is geplaatst kunnen kabels naar het kabeldek getrokken worden. Aan de zijkanten van de jacket zijn ca 21 zogenaamde J-tubes bevestigd waardoor de kabels van de zeebodem naar het kabeldek worden geleid. Alle kamers op het platform zijn van buitenaf toegankelijk. De lay-out van het platform zal eruitzien als de tekening in Figuur 4, maar met de dimensies uit Tabel 1.



Figuur 4: Algemeen platform ontwerp

Het platform heeft twee landingsplekken voor schepen. Voor het laden van goederen is een kraan aanwezig. Het platform heeft geen helideck, maar in geval van noodgevallen is een 'winch gebied' aanwezig om een helikopter boven het platform stil te laten hangen om mensen en spullen op te pikken en neer te zetten. Permanente accommodatie is niet aanwezig op de platforms.

Het ontwerp voorziet nu dat de kabels van de windparken het platform benaderen vanaf de noord-, west- en zuidzijde (Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)).

Op de platforms wordt het spanningsniveau van de parkbekabeling door middel van transformatoren omgezet naar het spanningsniveau van de transportkabels. De parkbekabeling heeft een spanningsniveau van 66 kV. De transportkabels vanaf het platform naar land hebben een spanningsniveau van 220 kV. Er zijn ook hulptransformatoren aanwezig die het spanningsniveau kunnen omzetten naar 0,4 kV. De twee aan te leggen platforms worden gerealiseerd met elk een vermogen van 700 MW.

Om te voorkomen dat de jacket en het platform instabiel worden door erosie en om te voorkomen dat de kabels naar het platform door erosie worden bedreigd, wordt de zeebodem onder en rondom de jacket beschermd door middel van een steenbestorting (scour protection). Deze steenbestorting zal zich uitstrekken tot ca 20 meter rondom het platform en mogelijk tot ca 100 m vanuit het platform langs de kabel routes. De kabels naar het platform zullen over deze steenberm gelegd worden waarna ze beschermd worden met een steenberm over de kabel of met netten met stenen die op de kabels worden geplaatst.

### 2.2.3 Aanleg

Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren. Daarna wordt de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond het jacket moet voorkomen. De jacket wordt vervolgens op een ponton naar site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. De palen worden daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. Indien nodig wordt na het plaatsen van de jacket extra steen gestort rond het platform. De installatie van de funderingen voor een platform duurt ongeveer een week.





*Figuur 5: Impressie van het plaatsen van het jacket.*

Als volgende stap in de aanleg van de platforms wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van de platforms vindt plaats op land. De topsides worden door middel van een transportbak naar hun uiteindelijke locatie op zee gevaren. Op locatie zal een kraanschip het van de transportbak tillen en op het jacket plaatsen. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week. Zodra de topside op het jacket is gelast, kunnen de elektriciteitskabels in de topside worden aangesloten en kan het platform in bedrijf worden gesteld.



*Figuur 6: Impressie van het plaatsen van de topside.*

## 2.2.4 Gebruik en onderhoud

Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt van de status van het platform en de aanwezige systemen af. De systemen worden vanaf het land gemonitord. Er zullen jaarlijks minstens drie inspecties ter plaatse plaatsvinden waarvan er één gecombineerd wordt met het jaarlijkse onderhoudsbezoek. Iedere drie jaar is er een uitgebreidere onderhoudscampagne.

Voor het onderhoud van de platforms wordt een specifiek onderhoudsplan ontwikkeld, dit plan wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het ministerie van LNV.

## 2.2.5 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. Daarom zal een verlichtingsplan worden opgesteld, dit plan wordt ter goedkeuring aan het ministerie van LNV voorgelegd. Dit plan wordt bij de mitigerende maatregelen opgenomen en dient in een navolgend ecologisch werkprotocol verder uitgewerkt

te worden en valt niet onder de scope van deze toetsing. Het effect van de platforms op vogels en vleermuizen zal hiermee wegvallen.

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 ILenT. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en middels 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.

## 2.2.6 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, teneinde snel en efficiënt te kunnen reageren 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 UPS-systemen met accu het benodigde vermogen zodat de veiligheid alsmede het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd, zodat dit niet kan leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

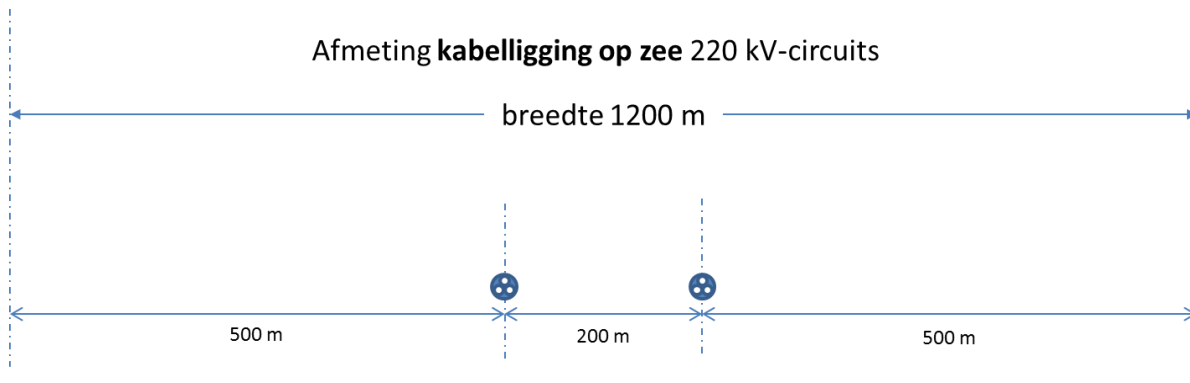
Daarnaast kunnen tijdelijke diesel generatoren op het platform geplaatst worden voor het opstarten van de installaties en in het geval dat de netaansluiting verloren is. De dieselgenerator en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om oliekkage naar zee te voorkomen. De opvangbak wordt ontworpen met een capaciteit overeenkomende met de vloeistofcapaciteit van een transformator plus extra capaciteit voor het mogelijk aanwezige regenwater. Het afvoersysteem wordt zo ontworpen dat de inhoud van een hoofdtransformator kan worden verzameld en afgevoerd.

De platforms zijn uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijderd 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.

## 2.3 Kabels op zee

### 2.3.1 Route kabels

De twee 220 kV-exportkabels lopen van het platform Hollandse Kust (west Alpha) langs de locatie van het Hollandse Kust (noord) platform naar de kust. De kabels van het Hollandse Kust (west Alpha) platform worden niet verbonden met het Hollandse Kust (noord) platform. Vanaf het platform van Hollandse Kust (noord) lopen er nog twee kabels naar het aanlandingspunt op het strand boven Wijk aan Zee, zie Figuur 3.



*Figuur 7: Corridorbreedte zeekabels*

Voor alle kabels op zee geldt dat er initieel 200 meter afstand tussen de kabelroutes aangehouden wordt. Daarnaast wordt aan weerszijden van de buitenste kabelsystemen 500 meter gereserveerd voor onderhoud en reparaties aan de kabels. De zones van 500 meter (zie Figuur 7) worden na het uitvoeren van een gedetailleerd onderzoek van de zeebodem langs de kabelroute, bij het in detail uitwerken van de installatie van de kabels, ook gebruikt voor het aanpassen van de kabelroutes. De kabelroutes worden aangepast om het baggeren van zandgolven voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te kunnen beperken, om de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een praktisch minimum te beperken en om obstakels (niet gesprongen explosieven, wrakken, debris etc.) te vermijden. De corridor voor de installatie van de kabels is 1.200 meter breed tussen het Hollandse Kust (west Alpha) en het Hollandse Kust (noord) platform. Vanaf het platform Hollandse Kust (noord) tot nabij het aanlandingspunt op de kust is de corridor 1.600 meter breed. Vlakbij het aanlandingspunt zullen de kabels dicht bij elkaar gelegd worden zodat ze op de aanlandingslocatie ook dicht bij elkaar liggen.

## 2.3.2 Aanleg kabels

### 2.3.2.1 Wijze van aanleg

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, wordt de kabel ingegraven. De zeebodem langs de kabelroutes is in beweging. Zandgolven en mega ripples verplaatsen zich over de zeebodem en als gevolg daarvan verandert de ligging van de zeebodem voortdurend. Bij de aanleg van de kabels wordt met de zeebodembewegingen rekening gehouden. Waar nodig worden zandgolven voorafgaande aan de installatie van de kabels weggebaggerd, waarna de kabels in de bodem van het gebaggerde profiel worden ingegraven. Daarmee wordt beoogd om het onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over hun levensduur tot een praktisch minimum te beperken en om de minimaal vereiste gronddekking over de levensduur van de kabels te behouden. Op bepaalde plekken, zoals onder scheepvaartroutes, worden de kabels nog dieper aangelegd. Dit om schade aan de kabels en beperkingen voor de omgeving te voorkomen.

De ingraafdiepte wordt bereikt door een combinatie van baggeren en trenchen. Waar de ingraafdiepte de 2 meter niet overschrijdt volstaat trenchen. Waar de ingraafdiepte dieper is dan 2 meter is voorbereidend baggeren nodig.

Tot drie kilometer uit de kust schrijft de vergunning een minimale gronddekking voor van 3 meter. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter voorgeschreven. Om die minimale gronddekkingen over de levensduur van de kabel te kunnen behouden zullen de kabels bij de aanleg dieper worden geïnstalleerd daar waar verlaging van de zeebodem wordt verwacht. De installatiediepte van de kabels wordt afgestemd op de te verwachten lokale zeebodemdaling over de levensduur van de kabels. Daarmee wordt onderhoud op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur tot een praktisch minimum beperkt en wordt het risico op schade aan de kabels door externe bedreigingen over langere duur beperkt. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën:

#### ‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van

deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt. Hierbij volgen een kabellegschip en een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel elkaar op korte afstand. Afhankelijk van het type installatie is mogelijk slechts één schip nodig. Het nadeel is dat de snelheid van het leggen en ingraven wordt bepaald door het langzaamste schip.

### **‘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.

Het leggen van kabels kan ongeveer twee keer zo snel gaan als het begraven van kabels. 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.

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, zeebodemgolven, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. Om geen voorkeur vast te leggen voor een bepaalde fabrikant, wordt een vergunning aangevraagd voor alle reëel denkbare aanlegmethoden, zoals opgenomen in Tabel 2. In een werkplan wordt later gespecificeerd welke methode en techniek waar wordt toegepast per tracédeel.

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats. Dit zal een multibeam of sonar survey zijn, geen seismisch onderzoek. Dit zeebodemonderzoek brengt in beeld wat voor grondsoorten langs de kabelroute te verwachten zijn, wat de vorm van de zeebodem is (morfologie), waar obstakels liggen (niet gesprongen explosieven, wrakken, debris, al dan niet in gebruik zijnde kabels en leidingen etc.) en wat de mogelijkheden zijn om daar bij het uitdetailleren van de kabelroute rekening mee te houden. Deze informatie wordt gebruikt voor het kiezen van de aanlegmethode en eventueel beperkt aanpassen van het tracé. De eerste bureaustudies hiervoor hebben reeds plaatsgevonden, de planning van de veldonderzoeken is nog niet bekend.

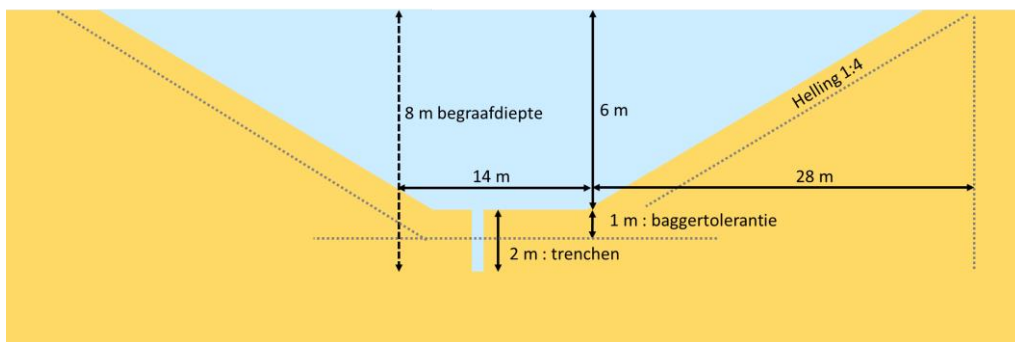
Daarna kunnen de volgende stappen plaats vinden:

1. Uitvlakken zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfo-dynamische 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 ribbels voorafgaand aan het leggen en begraven van de kabel afgevlakt.
2. Baggeren met sleepkop hopperzuiger (hopper): om de kabel op de juiste diepte te kunnen begraven, rekening houdend met de grootschalige mobiliteit van de zeebodem, moet er voorafgaande aan het leggen en begraven van de kabel langs delen van de kabelroute eerst gebaggerd worden. Waar de waterdiepte te gering is, gebeurt het baggeren tijdens hoog water met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang. Er is een sedimentatiestudie uitgevoerd om de verspreiding van het bodemmateriaal na baggeren te onderzoeken.
3. Grapnel: een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
4. Kabel ingraven: het daadwerkelijk ingraven van de kabel gebeurt met jet trenchers en waar nodig in verband met de grondomstandigheden met een mechanische trencher als een kettingfrees. De verschillende ingraaftechnieken worden hieronder in Tabel 2 samengevat.
5. Omdat de kabel in de bodem van de gebaggerde profielen wordt ingegraven, is het voor het beschermen van de kabel niet nodig om de gebaggerde profielen weer aan te vullen met zand, behalve daar waar de

genodigde begraafdiepte niet bereikt kan worden. Op die plekken kan het gebaggerde profiel opgevuld worden. Dat kan het geval zijn waar de begraafdiepte bij installatie groter moet zijn dan met het begraafapparaat bereikt kan worden. Het gebaggerde bodemmateriaal wordt in de directe nabijheid van de gebaggerde profielen verspreid, zodat het bodem materiaal onderdeel kan blijven van het lokale morfologisch dynamische systeem.

## Baggeren

Voor het baggeren wordt uitgegaan van twee, op het eerste deel van het tracé, en vier, vanaf platform Hollandse Kust (noord) sleuven. De sleufbreedte voor het baggeren is ongeveer 14 meter per kabel. Voor de taluds aan weerszijden wordt uitgegaan van een verhouding 1:4. De breedte bovenin de sleuven hangt zodoende van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af. In Tabel 2 worden de technieken voor het ingraven van de kabel samengevat.



Figuur 8: Voorbeeld van een dwarsprofiel van een kabelgeul bij een ingraafdiepte van 8m.

Tabel 2: Mogelijke ingraaftechnieken.

Kabel begraven op zee	
<b>Ploegen (cable plough)</b>	<p>Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de 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 3 meter begraven worden (SLB-methode).</p> <p><i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.</p>
<b>Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)</b>	<p>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 m gefluïdiseerd. 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).</p>
<b>mass flow excavation</b>	<p>Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemmateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation 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 bodem materiaal als zand.</p>
<b>Vibratie ploeg (vibration plough)</b>	<p>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)</p>
<b>Frezen (chain cutter)</b>	<p>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. De breedte van de</p>

kabelsleuf bij frezen is maximaal 70 cm en heeft een ingraafdiepte van tussen de 1 en 8 m. 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).

#### Air lift

Een air lift is een methode waarmee bodemmateriaal wordt weggezogen uit de omgeving van de kabel zodat deze dieper in de zeebodem kan komen te liggen. Dat wegzuigen wordt mogelijk gemaakt door lucht in een verticale pijp te brengen waardoor een waterstroom op gang komt. Air lifts zijn er in verschillende vormen en maten en kunnen gecombineerd worden met waterjets. Deze methode wordt voor net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) enkel voor kleinere afstanden gebruikt als andere methoden niet effectief genoeg zijn.

#### Baggeren

Een baggerschip diept hierbij een sleuf uit, waarna de kabel erin gelegd en begraven kan worden. Waar de kabel gebieden met hoge mate aan zeebed mobiliteit passeert, kan baggeren, voorafgaand aan het leggen en begraven van de kabel, ervoor zorgen dat de kabel minder snel aan de oppervlakte zal komen en dus dat er minder onderhoud op de begraafdiepte van de kabel nodig zal zijn (PLB-methode).

### 2.3.2.2 Kruisings met overige kabels en leidingen

Kabels en leidingen die in gebruik zijn worden gekruist. Verlaten telecomkabels worden na overeenstemming met de eigenaar geknipt en verwijderd. Tabel 3 bevat een overzicht van de te kruisen kabels en leidingen.

*Tabel 3: Kruisings met andere kabels en leidingen. De leidingen met een \* worden slechts door de twee kabels tussen de platforms doorkruist.*

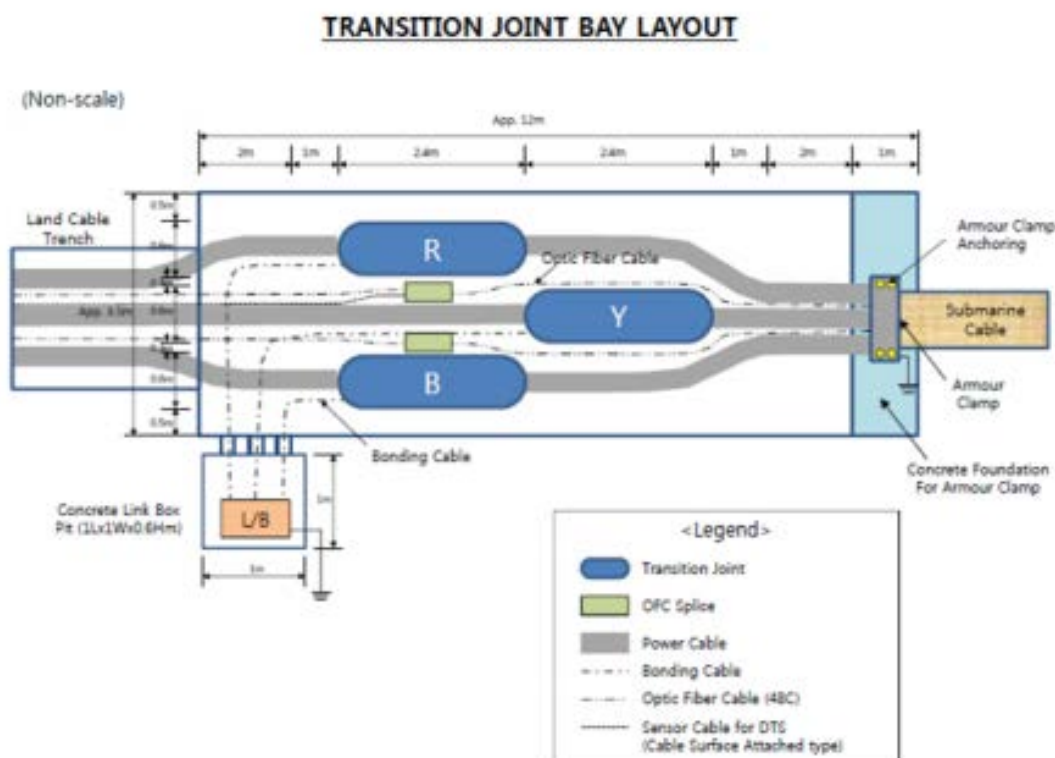
Naam	Type	Status
UK-NL 10*	Telecom	Buiten gebruik
UK-NL 14*	Telecom	In gebruik
P9-Horizon-A – Q1-Helder-Aw*	Oil pipe	In gebruik
Petrogas vanaf Platform Q1-Helm-AP*	Oil pipe	In gebruik
TAT14 Segment J	Telecom	In gebruik
Atlantic Crossing 1 Segment B2	Telecom	In gebruik
UK NL-14, Pangea Segment 2)	Telecom	In gebruik
UK-NL 10	Telecom	Buiten gebruik
Rioja 3	Telecom	Buiten gebruik
Q8a-Wijk aan Zee	Gas pipe	In gebruik
Q5A/Q8B – Q8A	Gas pipe	Buiten gebruik
P9B – P6D	Gas pipe	In gebruik
P6S – P6B	Gas pipe	Buiten gebruik
P6C – P6B	Gas pipe	Buiten gebruik
Atlantic Crossing 1, B1	Telecom	In gebruik
Atlantic Crossing 1, B2	Telecom	In gebruik

### 2.3.3 Gebruik

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Bij schade wordt de kabel gerepareerd en herbegraven. Wanneer dat nodig blijkt in verband met veranderingen van de ligging van de zeebodem, worden de kabels in de zeebodem herbegraven. De steenstoringen op de kabelroute worden wanneer dat nodig blijkt met steen aangevuld, bijvoorbeeld in geval van schade na een hevige storm of na schade ontstaan door gesleepte visnetten.

## 2.4 Mofputten

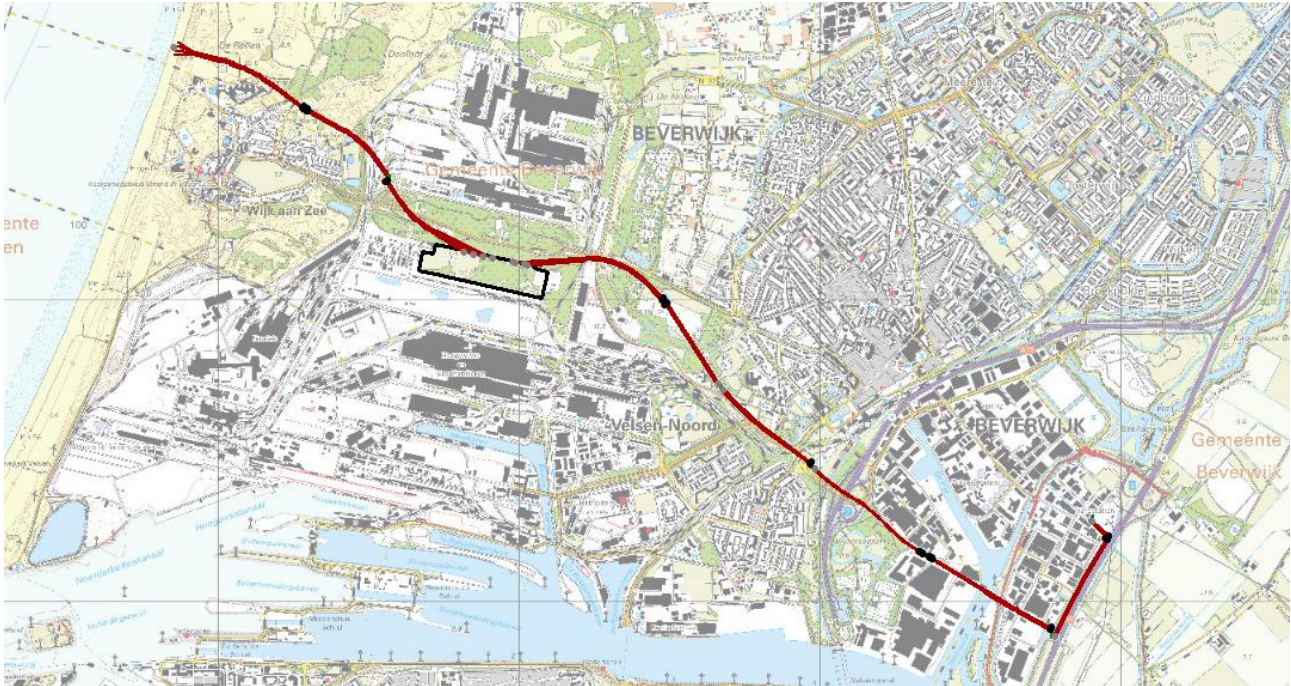
Afhankelijk van de erosieomstandigheden op het aanlegpunt wordt een ingraafdiepte bepaald. Voor de aanleg wordt dus eerst een sleuf gegraven en vervolgens wordt de mofput (10\*5 meter) aangelegd. De mofputten komen op 30 meter van elkaar te liggen. Het ontwerp van een mofput is te zien in Figuur 9, de ligging ten op zichte van de kust is te zien in Figuur 10 (dit is een voorlopige tekening waarvan kleine details nog kunnen wijzigen). Omdat de mofputten begraven worden, wordt er in principe geen onderhoud aan gepleegd.



Figuur 9: Layout van een mofput.





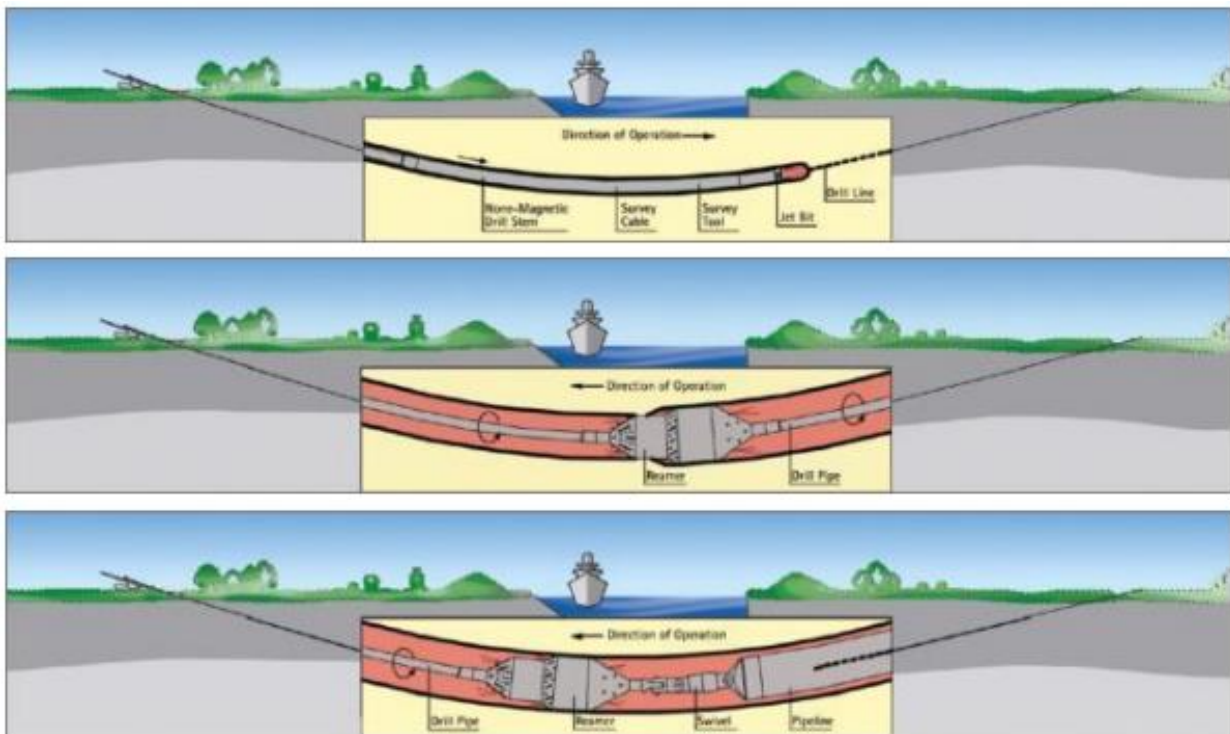


Figuur 11: Route van de kabels op het land (rode lijn) en het transformatorstation tata Steel (zwarte lijn).

## 2.5.2 Aanleg

### 2.5.2.1 Horizontale boring

Een horizontale boring gebeurt in drie stappen. In de eerste stap wordt er van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door er één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een pijp door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de pijp in het gat getrokken. Als de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken.



Figuur 12: De drie stappen van een horizontale boring.

### 2.5.3 Gebruik

De kabels op land worden niet geïnspecteerd. Wanneer reparatie van een kabel nodig is, kan dit alleen wanneer deze dicht aan het oppervlak ligt. Omdat het hele tracé middels een boring wordt aangelegd, is dit niet aan de orde. Vanwege de diepte kan een geboorde kabel niet meer opgegraven worden. Indien deze beschadigd is wordt allereerst geprobeerd om de kabel uit de mantelbuis te trekken en om de kabel te vervangen door een nieuwe kabel. Als dat niet mogelijk blijkt dan zal een nieuwe boring moeten worden uitgevoerd waarna het nieuwe stuk kabel door de nieuwe boring zal worden getrokken. Een kabelreparatie op land kan enkele weken tot maanden duren, afhankelijk van de schade, de omstandigheden, het materieel en het weer.

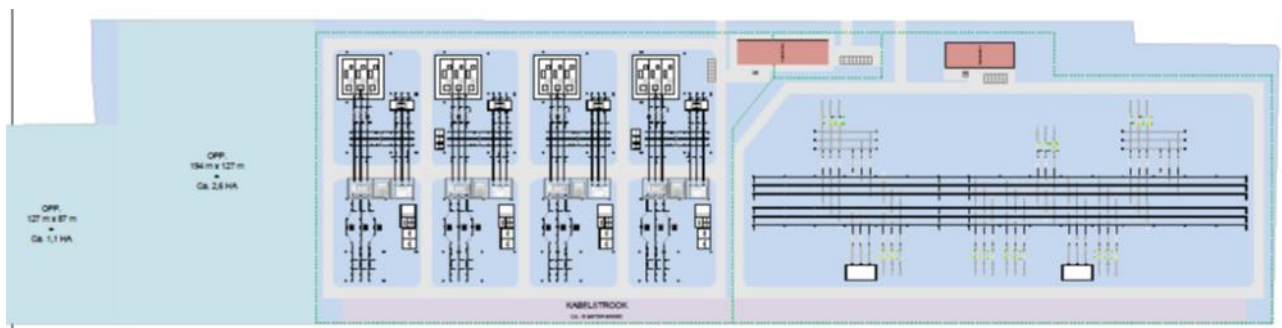
## 2.6 Transformatorstation

### 2.6.1 Locatie

De locatie voor het transformatorstation ligt op het terrein van Tata Steel (Figuur 11). De locatie is nu door Tata Steel deels in gebruik voor onder meer de opslag van gladheids-bestrijdingsmiddelen. De locatie ligt weliswaar in een groenstrook, maar buiten de groene bufferzone die de terreinen van Tata Steel afschermt vanaf de openbare weg.

### 2.6.2 Ontwerp

Omdat in de toekomst mogelijk nog meer windparken aangesloten worden, wordt rekening gehouden met een totaaloppervlak van circa 15 hectare dat ingericht wordt. Dit wordt bebouwd met hoogspanningsapparatuur, transformatoren en gebouwen met daarin monitorings-systemen en apparatuur. De lay-out van het station is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13: Lay out van het transformatorstation.

### 2.6.3 Aanleg

De aanleg bestaat uit twee fases. In de eerste fase wordt de vegetatie verwijderd, het terrein geëgaliseerd en worden de funderingen gegoten. In de tweede fase worden de gebouwen en de apparatuur geplaatst.

### 2.6.4 Gebruik

Jaarlijks wordt het transformatorstation drie keer geïnspecteerd, waarbij één inspectie gecombineerd wordt met een onderhoudscampagne. Periodiek wordt er groot onderhoud uitgevoerd, afhankelijk van de betreffende component.

## 2.7 Planning

Op dit moment is de verwachting dat de werkzaamheden tussen 2019 en 2024 worden uitgevoerd. Op land worden alle kabels gelijktijdig geïnstalleerd, binnen één of twee jaar. De aansluitingen en mofputten op het strand worden waarschijnlijk binnen twee jaargangen buiten de stormseizoenen aangelegd. Op zee verwacht men ook binnen twee jaren de aanleg te kunnen doen. Het platform Hollandse Kust (noord) is operationeel in 2023, Hollandse Kust (west Alpha) in 2024.

## 3 KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE

### 3.1 Kader richtlijn mariene strategie

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf descriptors.

1. Biodiversiteit
2. Exoten
3. Populaties commerciële vis
4. Voedselketens
5. Eutrofiëring
6. Integriteit van de zeebodem
7. Hydrografische eigenschappen
8. Vervuilende stoffen
9. Vervuilende stoffen in visproducten
10. Zwerfvuil
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

De KRM kent (nog) geen toetsingskaders, maar in de volgende paragraaf wordt per descriptor de goede milieutoestand, indicatoren en criteria samengevat. Deze worden vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

#### 3.1.1 Biologische diversiteit

##### De goede milieutoestand

De biologische diversiteit wordt behouden. Het voorkomen en de kwaliteit van habitats, de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

##### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

1. Spreiding van de soorten;
2. Omvang van de populatie;
3. Kenmerken van de populatie;
4. Spreiding van de habitat;
5. Omvang van de habitat;
6. Kenmerken van de habitat;
7. Structuur van het ecosysteem.

##### Indicatoren

###### Soorten, Benthos

- Geaggregeerde indicatoren voor verspreiding, voorkomen en conditie van representanten van langlevende en voor bodemberoering gevoelige benthosoorten en biogene structuren. **Indicator nog te ontwikkelen.**

###### Soorten, Vissen, sommigen hiervan overlappen met de indicatoren van 2.3

- Grootteverdeling van visbestanden, zowel van commerciële als van kwetsbare soorten. Per soort de 95% percentiel van de vislengtedistributie waargenomen in onderzoeken van researchschepen. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Geaggregeerde indicatoren voor populatieomvang, verspreiding en conditie van haaien en roggen, vissoorten met een langdurige negatieve trend. **Indicator nog te ontwikkelen.**

###### Soorten, Vogels

- Verspreiding, omvang, conditie en toekomstperspectief van populaties kwetsbare vogelsoorten en de kwaliteit van het leefgebied. **Indicator nog te ontwikkelen.**

#### *Soorten, Zeezoogdieren*

- Verspreiding, omvang en conditie en toekomstperspectief van populaties zeezoogdieren en de kwaliteit van het leefgebied. Bestaande indicatoren. Gerelateerde bestaande OSPAR-indicatoren: EcoQO populatietrends van gewone en grijze zeehond (geen afname van de populatieomvang van > 10 procent over een vijf jaar lopend gemiddelde); EcoQO pupproductie grijze zeehond (geen afname van >10 procent van de pupproductie over een vijf jaar lopend gemiddelde); EcoQO bijvangst bruinvis (<1,7 procent van de populatie). **Nog te ontwikkelen indicator. De indicatoren voor bruinvis moeten nog worden ontwikkeld in de context van het Bruinvisbeschermingsplan.**

#### *Habitats*

- Verspreiding en omvang van algemeen voorkomende habitats (EUNIS-niveau 3) en habitats onder de Habitatrichtlijn. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Zeebodemareaal dat niet wordt verstoord. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Indices voor de samenstelling van bodemleefgemeenschappen, bijvoorbeeld de KRW-indicator BEQI-2208. Er bestaat geen overeenkomende OSPAR-indicator. Het OSPAR/COBAM-advies noemt een vergelijkbare indicator: 'Multimetrische indices om de relatieve omvang van bentische soorten of soortgroepen te kwantificeren'. Er is in OSPAR een grote mate van overeenstemming over zo'n indicator.
- Indicatoren voor de kwaliteit van de verschillende habitats op EUNIS-niveau 3. **Indicator nog te ontwikkelen.**

### 3.1.2 Exoten

#### **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**

- Dichtheid en karakterisering van de toestand van niet-inheemse soorten, in het bijzonder invasieve soorten.
- Milieueffecten van invasieve niet-inheemse soorten.

#### **Indicatoren**

- Het aantal aanwezige invasieve exoten soorten. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Het aantal nieuwe invasieve exoten soorten per jaar. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- De ratio tussen a) dichtheden of biomassa van invasieve exotensoorten en b) dichtheden of biomassa van inheemse soorten voor een selectie van specifieke soortengroepen (fytoplankton, macrobenthos, vis) in Natura 2000-gebieden. **Indicator nog te ontwikkelen.**

### 3.1.3 Populaties commerciële vis

#### **De goede milieutoestand**

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd een omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

#### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

1. Niveau van belasting van de visserijactiviteit;
2. Voortplantingsvermogen van het bestand;
3. Leeftijd en omvang van de populatie.

#### **Indicatoren**

- De primaire indicator voor de visserijdruk op commerciële visbestanden is de vissterfte van commercieel gevangen vis (=F). Waar waarden voor F niet beschikbaar zijn, kan de (verandering in) vangst per visserij-inspanningseenheid worden genomen (Catch Per Unit of Effort). Dit zijn bestaande ICES-indicatoren.

- De biomassa van de paaibestanden (SSB van commercieel gevangen vis). Dit is een bestaande ICES-indicator, een hierop gebaseerde OSPAR-indicator is beschikbaar. Namelijk de OSPAR EcoQO commerciële vis: aantal bestanden SSB > Bpa.
- Grootteverdeling van visbestanden, zowel van commerciële als van kwetsbare soorten. Per soort de 95% percentiel van de vislengtedistributie waargenomen in onderzoeken van researchschepen. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Geaggregeerde indicatoren voor populatieomvang, verspreiding en conditie van haaien en roggen, vissoorten met een langdurige negatieve trend. **Indicator nog te ontwikkelen.**
- Discards bij visserij. **Indicator nog te ontwikkelen.**

### 3.1.4 Voedselketens

#### De goede milieutoestand

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 de lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

1. Productiviteit (productie per eenheid biomassa) van essentiële soorten of trofische groepen;
2. Aandeel van geselecteerde soorten in de top van voedselketens;
3. Dichtheid/spreiding van essentiële trofische groepen/soorten.

#### Indicatoren

- Aandeel grote vissen in vangsten van bodemsoorten (IBTS): lengte-frequentieverdeling. Er is een vergelijkbare OSPAR-indicator beschikbaar: EcoQO grotevis-indicator (gewichtsperscentage van gevangen vis met een lengte van > 40 cm).
- Indicatoren voor zeevogels, zeezoogdieren en haaien en roggen als toppredatoren. Hiervoor kunnen de onder 'soorten' genoemde indicatoren worden gebruikt.
- Voedselrelatie van sleutelsoorten. **Indicator nog te ontwikkelen.**

### 3.1.5 Eutrofiëring

#### De goede milieutoestand

Door menselijke activiteiten teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, vooral de schadelijke effecten ervan, zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Nutriëtniveaus;
- Directe effecten van verrijking met voedingsstoffen;
- Indirecte effecten van verrijking met voedingsstoffen.

#### Indicatoren

- Nutriëtniveaus: gebiedsspecifieke gemiddelde winterconcentraties (december–februari) van nutriënten; dissolved inorganic nitrogen (DIN, een optelsom van nitraat, ammonium en nitriet) respectievelijk fosfor (DIP) zijn niet hoger dan 50 procent boven achtergrondwaarden (OSPAR). Uit deze concentraties kan de verhouding stikstof-fosfor worden afgeleid. Dat is van belang voor het inzicht in de groei van giftige algen.
- Directe effecten: concentratie van chlorofyl-a gedurende het groeiseizoen van fytoplankton (maart–september).
- Indirecte effecten: lokaal zuurstoftekort in sedimentatiegebieden en onder massale groei van plaagalgen.

### 3.1.6 Integriteit van de zeebodem

#### De goede milieutoestand

De integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral bentische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

1. Fysieke schade met betrekking tot substraatkenmerken;
2. Toestand van de benthische levensgemeenschap.

#### **Indicatoren**

- Zie de benthos indicator onder 2.1.

## **3.1.7 Hydrografische eigenschappen**

### **De goede milieutoestand**

Permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen berokkent de mariene ecosystemen geen schade.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- Bepaling van de ruimtelijke kenmerken van permanente wijzigingen;
- Effecten van permanente hydrografische wijzigingen.

#### **Indicatoren**

- De omvang van het beïnvloede (zeebodem) areaal;
- De omvang van permanent veranderde habitattypen;
- Veranderde functies van habitats (voor paaien/voortplanten, rusten, foerageren en migreren van soorten).

## **3.1.8 Vervuilende stoffen**

### **De goede milieutoestand**

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- Concentraties van vervuilende stoffen;
- Effecten van vervuilende stoffen.

#### **Indicatoren**

- Concentraties van vervuilende stoffen. In de zone vanaf de basislijn tot aan 12 zeemijl uit de basislijn wordt de meetmethode in totaalwater conform de KRW toegepast. Daarnaast wordt de meetmethode conform OSPAR's *Coordinated Environmental Monitoring Programme* toegepast.
- Effecten van TBT en olie. De mate van vóórkomen van imposex bij zeeslakken (gastropoden) ten gevolge van TBT (OSPAR-EcoQO). Het percentage met olie besmeurde aangespoelde vogels (OSPAR-EcoQO). Voor olieverontreiniging is de beoordelingswaarde dat minder dan 20% van de in 2020 aangespoelde zeekoeten met olie is besmeurd.

## **3.1.9 Vervuilende stoffen in visproducten**

### **De goede milieutoestand**

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door communautaire wetgeving of andere relevante normen zijn vastgesteld.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- Niveaus, aantal en frequentie van vervuilende stoffen.

#### **Indicatoren**

- De frequentie van overschrijding van de geldende limieten;
- De werkelijke gehalten zijn gemeten;
- Het aantal vervuilende stoffen waarvoor overschrijdingen tegelijk zijn gemeten;
- De bron van de vervuiling (geologisch versus antropogeen, lokaal versus lange afstand).

### 3.1.10 Zwerfvuil

#### De goede milieutoestand

De eigenschappen van en de hoeveelheden zwerfvuil op zee, met inbegrip van afbraakproducten zoals kleine plastic deeltjes en micro-plastic deeltjes, veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu, en de hoeveelheid neemt in de loop van de tijd af.

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Kenmerken van afval in het mariene en kustmilieu;
- Invloed van afval op het mariene leven.

#### Indicatoren

- Trends in de hoeveelheden, samenstelling, verspreiding en bronnen van zwerfvuil aangetroffen op stranden. Voor de methodiek wordt het OSPAR Beach Litter Monitoring-programma gebruikt, waarbij de gemiddelde hoeveelheid zwerfvuil wordt gemeten op vier referentiestranden (bijvoorbeeld op basis van een voortschrijdend vijfjarig gemiddelde).
- Trends in de hoeveelheid en samenstelling van plastics, aangetroffen in de magen van mariene organismen. Als indicator wordt de OSPAR-EcoQO 'hoeveelheid plastic in de maag van Noordse stormvogels' gebruikt. Deze EcoQo is indicatief voor de hoeveelheid zwerfvuil aangetroffen in mariene organismen in het Nederlandse deel van de Noordzee, maar geeft ook informatie over de hoeveelheid drijvend plastic op zee.

### 3.1.11 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

#### De goede milieutoestand

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent. Luide impulsgeluiden met een lage en middenfrequentie en ononderbroken geluid met een lage frequentie geïntroduceerd in het mariene milieu als gevolg van menselijke activiteiten hebben geen nadelige invloed op ecosystemen.

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Spreiding in tijd en plaats van luide impulsgeluiden met een lage (< 1 kHz) of middenfrequentie (1-10 kHz);
- Ononderbroken geluid met een lage frequentie (< 1 kHz).

#### Indicatoren

- Spreiding in tijd en plaats van luide impulsgeluiden met een lage of middenfrequentie. Deze indicator is gericht op het verkrijgen van een totaalbeeld van het vóórkomen van luid impulsgeluid en – voor het eerst – van inzicht in mogelijke cumulatieve effecten van verschillende geluidbronnen, vooral het mogelijk verlies van habitat door impulsgeluid. Het gaat in eerste instantie om de bekende luide geluidbronnen, zoals bouwactiviteiten (heien), seismisch onderzoek, sonarsystemen en explosieven. Voor het verzamelen van de gegevens zijn waarschijnlijk veelal bestaande data te gebruiken.
- Ononderbroken geluid met een lage frequentie. Deze indicator is gericht op het krijgen van inzicht in de mogelijke (cumulatieve) effecten van verhoging van het geluidniveau door menselijke activiteiten, met name de commerciële scheepvaart. Voor het kosteneffectief verzamelen van de benodigde gegevens moet een monitoringstrategie worden ontwikkeld. Voor de monitoring van deze indicator zullen waarschijnlijk bestaande gegevens, aanvullende mede metingen en nog te ontwikkelen modellen worden gebruikt.



## 3.2 Effectbeschrijving

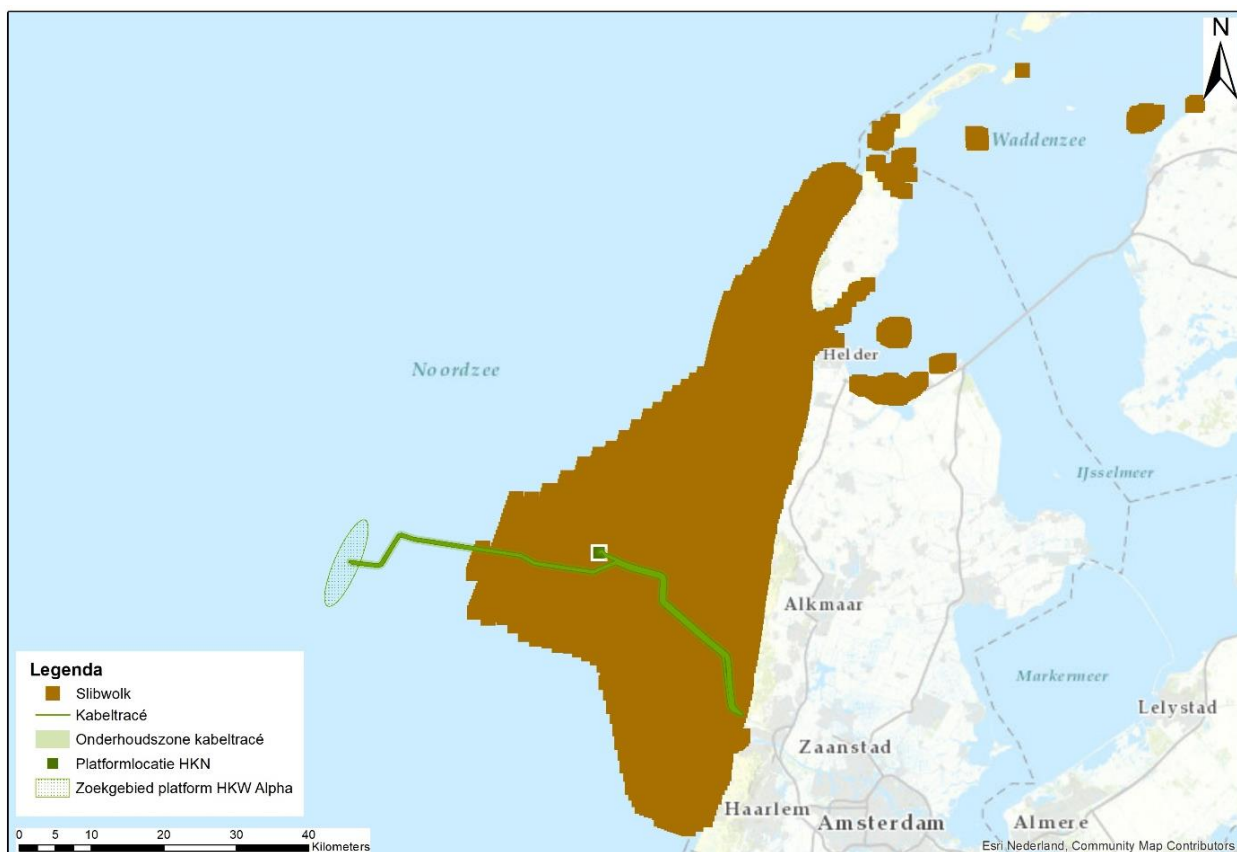
### 3.2.1 vertroebeling

#### 3.2.1.1 Reikwijdte vertroebeling

Bij de aanleg van de zeekabels en de platforms wordt gebaggerd en getrenched materiaal in de waterkolom verspreid. Afhankelijk van de sediment samenstelling (met name het slibgehalte) kan dit vertroebeling opleveren.

Bij de aanleg van de zeekabels wordt dit veroorzaakt door het vrijkomend materiaal bij het baggeren en trenchen. Bij de aanleg van de platforms treedt de vertroebeling op door vrijkomend materiaal bij het baggeren. vertroebeling leidt tot minder doorzicht in de waterkolom waardoor primaire productie (als basis van de voedselketen) kan worden geremd, het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed, trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang in het estuarium belemmerd en filterfeeders in hun voedselopname kunnen worden geremd.

De mate waarin het water vertroebelt, is in een modelstudie onderzocht. Bijlage B zet het gebruikte model kort uiteen. Figuur 14 laat zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de slibconcentratie wordt voorspeld. De slibwolk komt in jaar één circa 25 km ver van de kust komt en in jaar twee circa 40 km ver. Daarnaast komt in beide jaren de slibwolk in het Balgzand terecht en spreidt de slibwolk zich in jaar twee verder uit tot ten westen en noorden van Texel.



Figuur 14: Gebied tot waar de slibwolk ( $\geq 2$  mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden reikt.

#### 3.2.1.2 Effecten vertroebeling op primaire productie

Een toename van de vertroebeling heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. De primaire productie in de Noordzee is in de afgelopen 25 jaar afgenomen, waarschijnlijk ten gevolge van minder input van nutriënten vanuit de rivieren en opwarming van het water (Capuzzo et al. 2018).

De primaire productie hangt af van de beschikbaarheid van nutriënten (de belangrijkste zijn N, P en Si) en zonlicht. Als de gehalten aan opgeloste nutriënten (zeer) laag zijn, dan is er waarschijnlijk sprake van een nutriënten limitatie. Lichtlimitatie treedt op als de hoeveelheid energie die beschikbaar is voor groei (primaire productie) juist genoeg is om de verliestermen (respiratie, sterfte, sedimentatie) te compenseren. Anders dan voor nutriënten geldt voor licht dat de beschikbaarheid sterk varieert over de diepte (de lichtsterkte dooft exponentieel uit) en in de tijd (dag - nacht cyclus). De waarde van de lichtuitdovingscoëfficiënt wordt bepaald door de eigenschappen van het water zelf en de daarin opgeloste stoffen met name anorganisch zwevend stof, levend en dood fytoplankton (organische stof) en humuszuren. In de Noordzee bestaan er duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. In de Noordzeekustzone treedt regelmatig nutriëntlimitatie op. Op dat moment heeft een toevoeging van slib aan de waterkolom geen effect op de primaire productie. Op basis van het achtergrondrapport bij de MER zandwinning (Deltares 2012) kan worden gesteld dat in sommige gebieden groot deel van het voorjaar de productie nutriëntgelimiteerd is. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat 50% van de tijd de productie lichtgelimiteerd zal zijn en slibtoevoeging een effect zal hebben.

Voor een schatting van het effect op de primaire productie wordt de methode ontwikkeld door Consulmij (Consulmij 2007) gebruikt. Hierin wordt het effect van vertroebeling op de primaire productie berekend op basis van de aanname dat er 'een directe lineaire relatie is tussen de relatieve toename van de concentratie en de afname van de primaire productie (uitgedrukt in %) in de betreffende oppervlakte'.

De afname in primaire productie wordt dus bepaald door de toename in slibconcentratie ten opzichte van de achtergrondwaarde (Tabel 4 geeft de gehanteerde achtergrondwaarde).

Tabel 4: Achtergrondwaardes slibconcentratie in de diverse seizoenen in de Noordzee.

Gebied	Lente/zomer	Herfst/winter
Noordzee	15 mg/l	60 mg/l
Waddenzee	15 mg/l	60 mg/l

Om een schatting te geven van de afname van de primaire productie is dus gekeken naar het totale areaal van de slibwolk in het Noordzeegebied en het deel wat de slibwolk uitmaakt van het totale gebied (op basis van de worst-case situatie, dus die dag dat de slibwolk het grootste is).

Op basis van deze informatie kan worden uitgerekend wat de totale productie in het primaire productieseizoen is. Vervolgens wordt gekeken welk deel van het seizoen en welk oppervlakte wordt geremd, en welke niet, en een schatting van de gereduceerde productie gemaakt. Het procentuele verschil hiertussen is de afname in productie. Uitgegaan is van een primair productieseizoen van zes maanden. In dit seizoen wordt de productie constant gehouden. Verondersteld wordt dat drie van deze zes maanden de productie nutriënt gelimiteerd is. In de winterperiode wordt uitgegaan van 100% lichtlimitatie. Zoals te zien is in Tabel 5, is de impact van de activiteiten op remming van de primaire productie <0,1%. Deze remming is klein en zal niet doorwerken in het ecosysteem. Daarmee komt de huidige milieutoestand niet in gevaar.

Tabel 5: Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzee

Lente/zomer Jaar 1	Herfst/winter Jaar 1	Lente/zomer Jaar 2	Herfst/winter Jaar 2
<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%

### 3.2.1.3 Effecten vertroebeling op trekvissen

De vertroebeling die ontstaat bij de geplande activiteiten kan een barrière vormen voor trekvissen. De trekvissen zijn allen anadrome trekvissen, dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval het Noorzeekanaal en via het Marsdiep en de Waddenzee het noordelijk binnenland) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De

vertroebeling voor de kust heeft potentieel effect op de barrièrewerking van migratie van trekvis in het Schelde-estuarium. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvis.

*Houting en steur*

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden (demersale) soort steur is verwaarloosbaar klein. Deze bentische soort is al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al. 2011). Parsley et al. (Parsley et al. 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen.

Uit vismonitoring van Wageningen Marine Research (Bos, et al., 2018) blijkt dat houting slechts zeer sporadisch in het studiegebied voorkomt. Houting lijkt voornamelijk voor te komen in het Marsdiep wat door de soort gebruikt wordt als toegang naar het IJsselmeer. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is zeer marginaal, rond de 2 mg/l verhoging van de slibconcentratie, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. De soort is dus reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling.

Barrière werking door vertroebeling op houting en steur als gevolg van vertroebeling is daarom niet aan de orde en significante effecten worden uitgesloten.

*Zeeprik, rivierprik en fint*

De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Maitland 1980; Bjerselius et al. 2000) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na circa vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly and King 2001).

Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland and Hatton-Ellis 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (Jak et al. 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Maes et al. 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine and Van Thuyne 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Maitland and Hatton-Ellis 2003; Breine and Van Thuyne 2014).

Tabel 6 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperiodes is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie en dus gevoelige periode van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

*Tabel 6: Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen.*

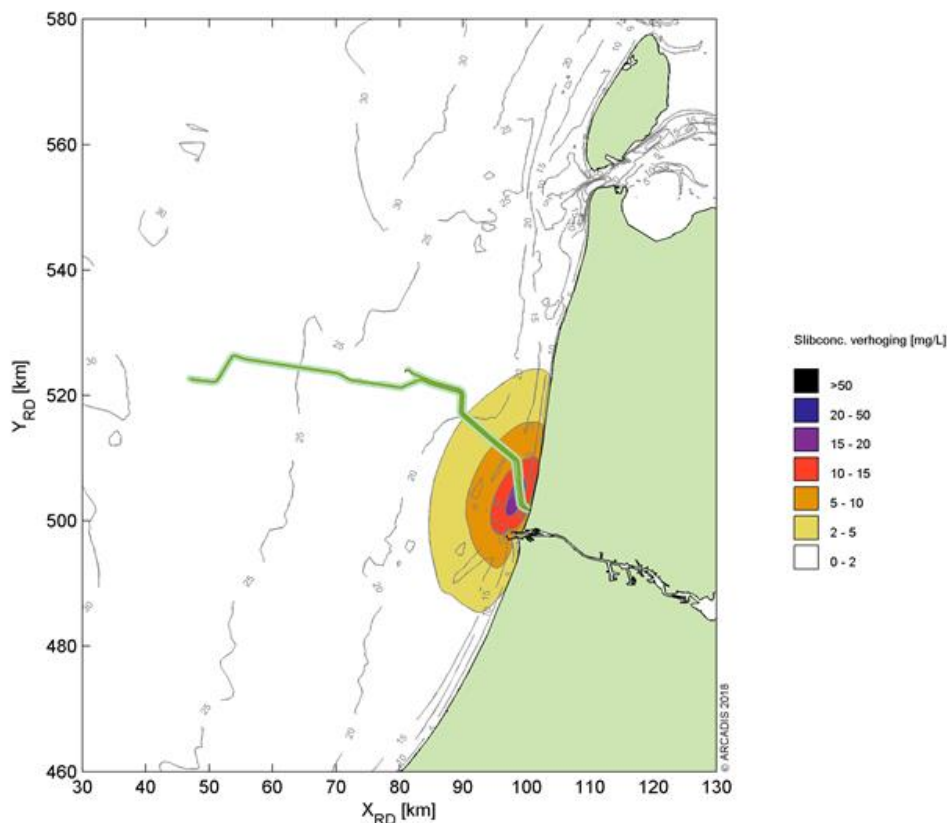
Soort	JAN	FEB	MAA	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
<b>Zeeprik</b>												
<b>Rivierprik</b>												
<b>Fint</b>												

### Grootste vertroebeling

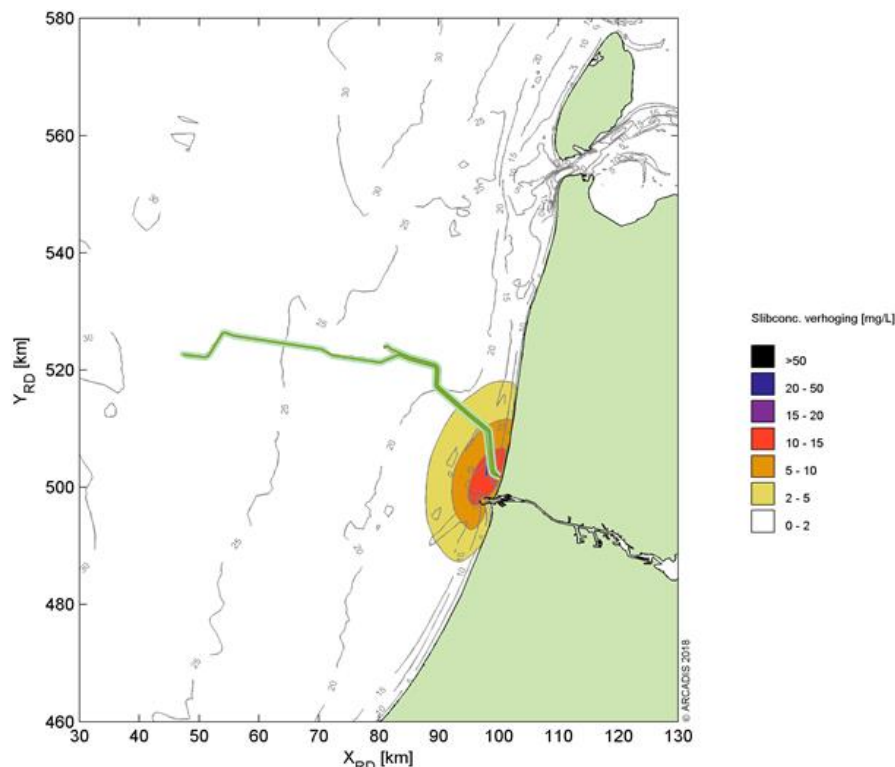
In Figuur 15 is de situatie te zien op dag 70 in jaar één. Dit is de dag in het eerste jaar dat de vertroebeling het grootst is. Figuur 15 laat zien dat er sprake is van vertroebeling voor een deel van de kust en in de monding van het Noordzeekanaal.

In Figuur 16 is de situatie te zien op dag 53 in jaar twee. Dit is de dag dat de vertroebeling het grootste is in jaar 2. Figuur 16 laat zien dat er sprake is van vertroebeling voor een deel van de kust en in de monding van het Noordzeekanaal.

Hoewel de vertroebeling tot aan het Marsdiep reikt is er op geen enkel moment sprake van een 'blokkade' waarbij de wolk het gehele Marsdiep afsluit voor trekvisser. Trekvisser kunnen dus op elk moment via het Marsdiep naar de Waddenzee trekken.



Figuur 15: vertroebeling van dieptegemiddelde dag 70, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in jaar één.



Figuur 16: Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 53, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in jaar twee.

### 3.2.1.4 Effecten vertroebeling op stressrespons vissen

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Wilber and Clarke 2001; Kjelland et al. 2015). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspenderd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al. 2015). Hierbij is wel gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspenderd sediment bestand zijn. Wilber & Clarke (Wilber and Clarke 2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspenderd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l gebruiken met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissen 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. (Maes et al. 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprout) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten steur, rivierprik en zeeprik is verwaarloosbaar klein. Deze benthische soorten zijn al hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al. 2011) en rivierprik (Maes and Ollevier 2005). Parsley et al. (Parsley et al. 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten

vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (Maes and Ollevier 2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde maar een verwaarloosbaar klein effect kan hebben op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal het effect op deze soort ook vergelijkbaar klein zijn.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Maitland and Hatton-Ellis 2003; Kottelat and Freyhof 2007; Skóra et al. 2012).

Echter, alle soorten trekvissen die door het Noordzeekanaal of via Marsdiep en de Waddenzee trekken zijn vertrouwd met vertroebeling. De mate van vertroebeling door verhoogde slibconcentraties door verspreidingswerkzaamheden (zie Figuur 15 en Figuur 16 voor de maximale concentraties slib tijdens het verspreiden) zal daarmee een verwaarloosbare barrièrewerking teweegbrengen voor vissen. Dit effect is nog meer verwaarloosbaar wanneer wordt meegenomen dat deze trekvissen maar een fractie van de termijn in aanraking zouden komen met de relatief lichte slibwolk. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Dodson and Leggett 1974; Bjerselius et al. 2000; Maes et al. 2007, 2008).

Barrière-werking door vertroebeling op deze trekvissen als gevolg van de werkzaamheden is daarom niet aan de orde en significante effecten zijn uit te sluiten.

### 3.2.1.5 Effecten vertroebeling op zichtjagende vogels

Er zijn enkele soorten broedvogels die hinder zouden kunnen ondervinden van zichtvermindering door vertroebeling. Broedkolonies van de dwergstern, noordse stern en grote stern liggen op Texel. De visdief broedt ook op Texel en verder aan de oostkant van Noord-Holland. De dwergmeeuw broedt alleen aan de oostkant van Noord-Holland. De slibwolk bereikt het foerageergebied van diverse beschermde broedende sterns (grote stern, noordse stern, visdief, dwergstern) en broedende dwergmeeuwen. De dwergmeeuwen en visdieven die niet op Texel broeden ondervinden geen effect van de slibwolk.

De slibwolk bereikt in tweede jaar het foerageergebied van de vogels die op Texel broeden. De slibwolk komt op dag 111 na start van de activiteit binnen een radius van 10 km van Texel, en is op dag 120 na start van de activiteit weer verdwenen. De verhoging ligt tussen de 2 en 5 mg/l. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 7.

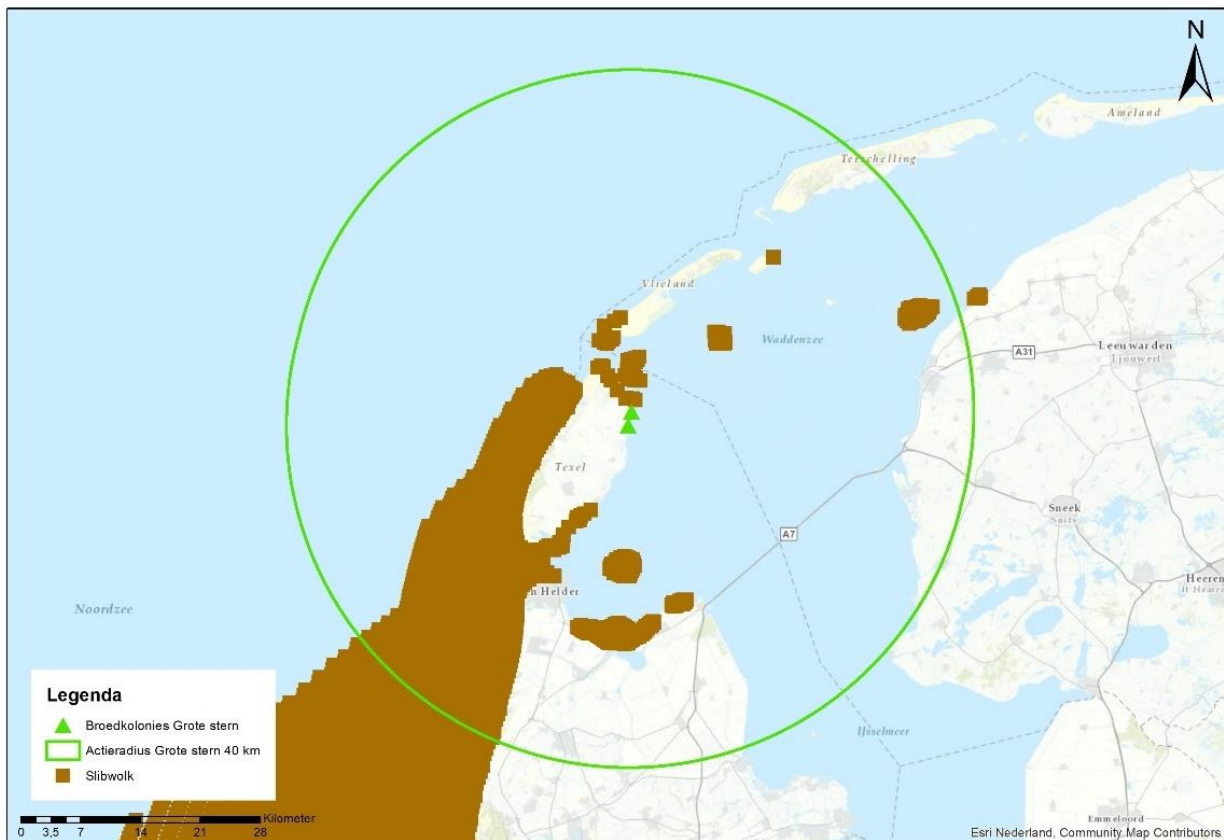
Tabel 7: Actieradius stern.

Soort	Actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo et al. 1996)
Visdief	10 km	(Stienen and Brenninkmeijer 1992; Becker and Ludwigs 2004)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer and Stienen 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015 uit Fijn et al, 2016)

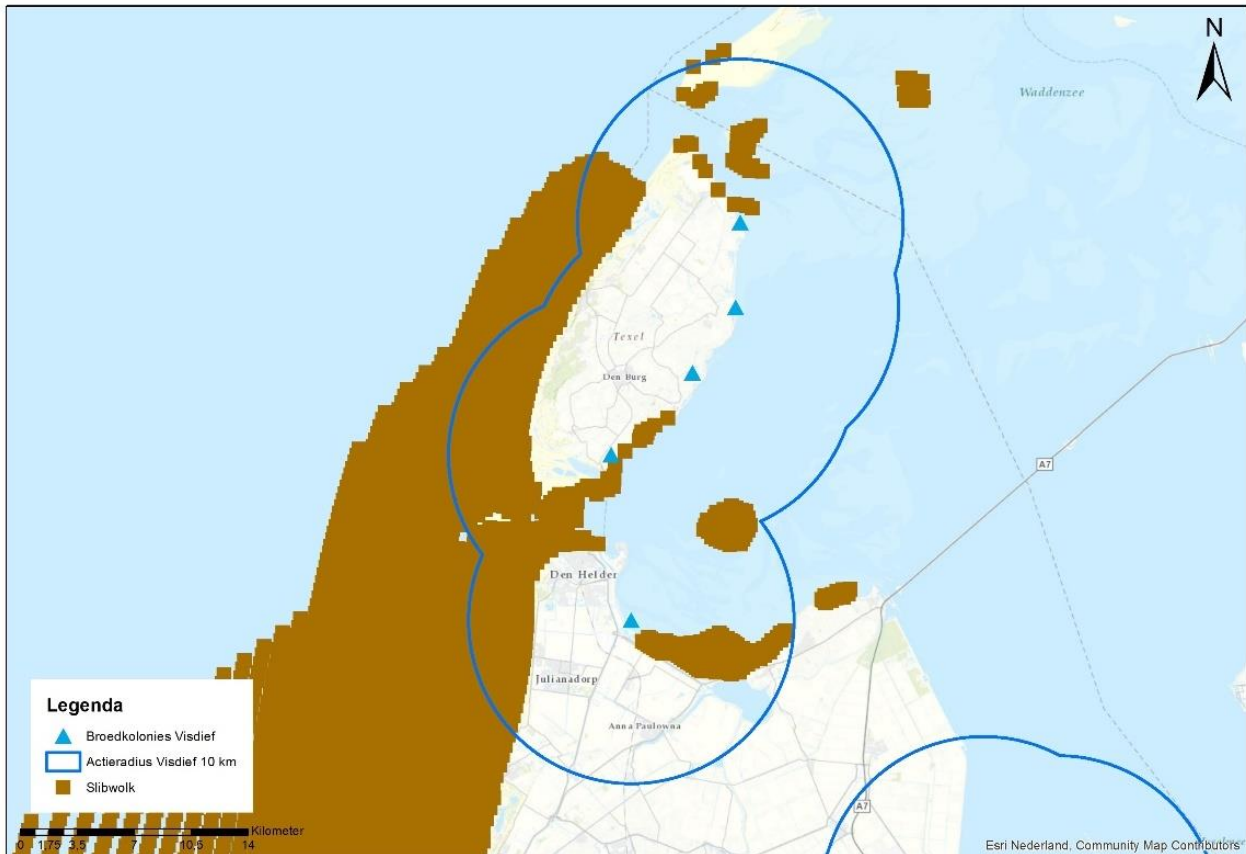
De actieradius van de grote stern is dusdanig groot dat deze soort op geen enkele wijze effect zal ondervinden van de beperkte slibtoevoeging rondom Texel. De periode van toevoeging van slib is relatief kort (10 dagen) en er blijven voldoende plekken over om te foerageren (zie Figuur 17). Zo is er een tijdelijke toename van een marginale slibconcentratie in circa 10% van de waterlichamen binnen de actieradius van Grote stern. De beperkte slibtoevoer zal nauwelijks effect hebben op het vangstsucces.

Dit geldt ook voor visdief en noordse stern. De periode van toevoeging van slib is relatief kort (10 dagen) en er blijven voldoende plekken over om te foerageren (respectievelijk Figuur 18 en Figuur 19). Zo is er een tijdelijke toename van een marginale slibconcentratie in circa 30% van de waterlichamen binnen de actieradius van visdief. Voor Noordse stern is dit circa 20%.

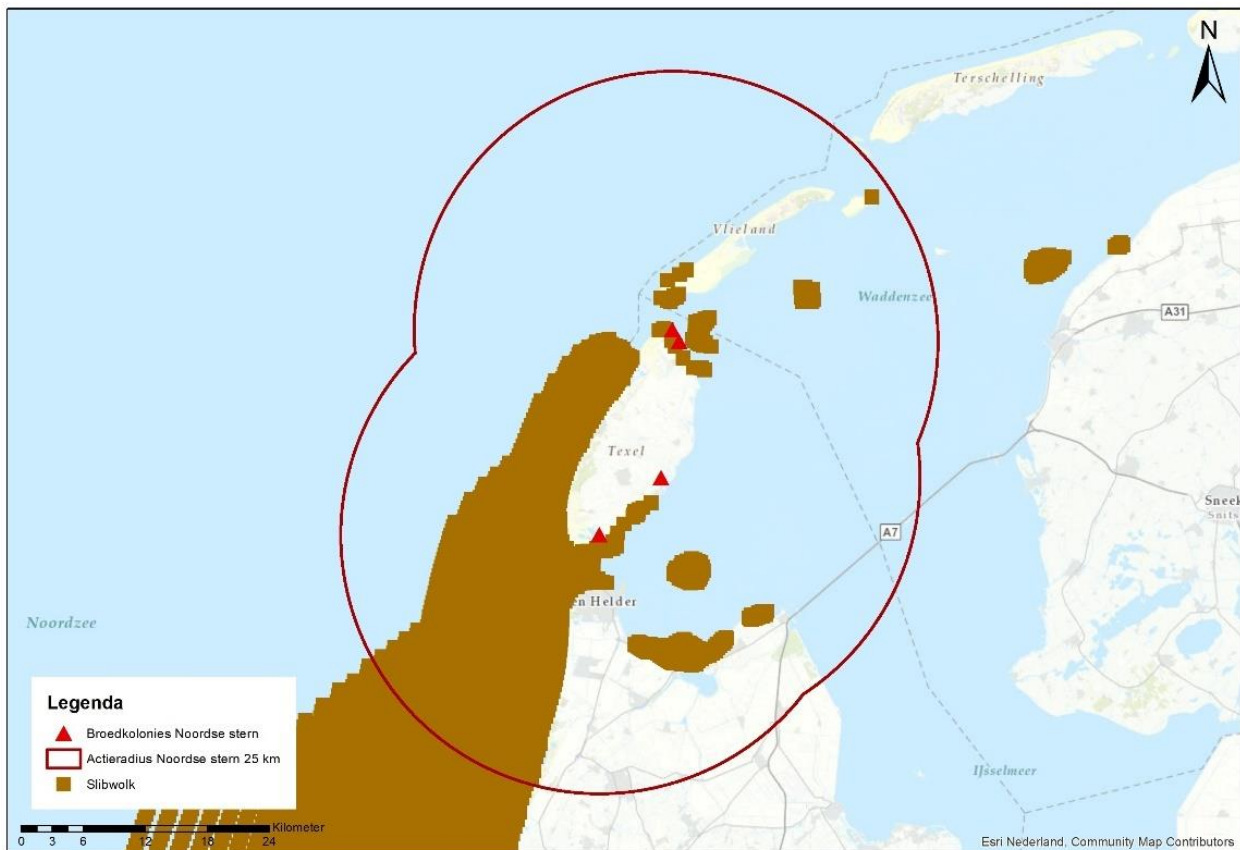
De dwergstern heeft een beperkte actieradius (zie Figuur 20). De slibwolk bereikt de zuidpunt van Texel, waar deze soort broedt op dag 112 en is weer verdwenen op dag 118. Dit betekent dat er totaal gedurende zes dagen een verhoging is van 2 mg/L tot maximaal 5 mg/l (zie ook Bijlage B). De kolonie op de zuidelijke punt van Texel heeft relatief gezien de grootste effecten van deze slibwolk. Hier is voor een beperkte tijd sprake van een marginale verhoging van de concentratie slib in circa 35% van de waterlichamen binnen de actieradius van de kolonie. Voor de noordelijke kolonie ligt dit percentage op circa 10%. Met het oog dat de populatie dwergstern hier reeds gewend is aan de hogere achtergrondwaarde in het gebied (het gebied is reeds een vertroebeld milieu) en dwergstern van nature een soort is die in dynamische en troebele gebieden foerageert (Beijersbergen 2016), zijn effecten uit te sluiten. Daarnaast geeft de figuur de slibwolk als statisch en in zijn totaliteit (worst-case) weer. In de praktijk zal deze per dag variëren van locatie en niet in het gehele weergegeven gebied een maximale sterkte hebben, waardoor er meer foerageergebied beschikbaar blijft.



*Figuur 17: Actieradius van grote stern rondom de bekende broedkolonies.*

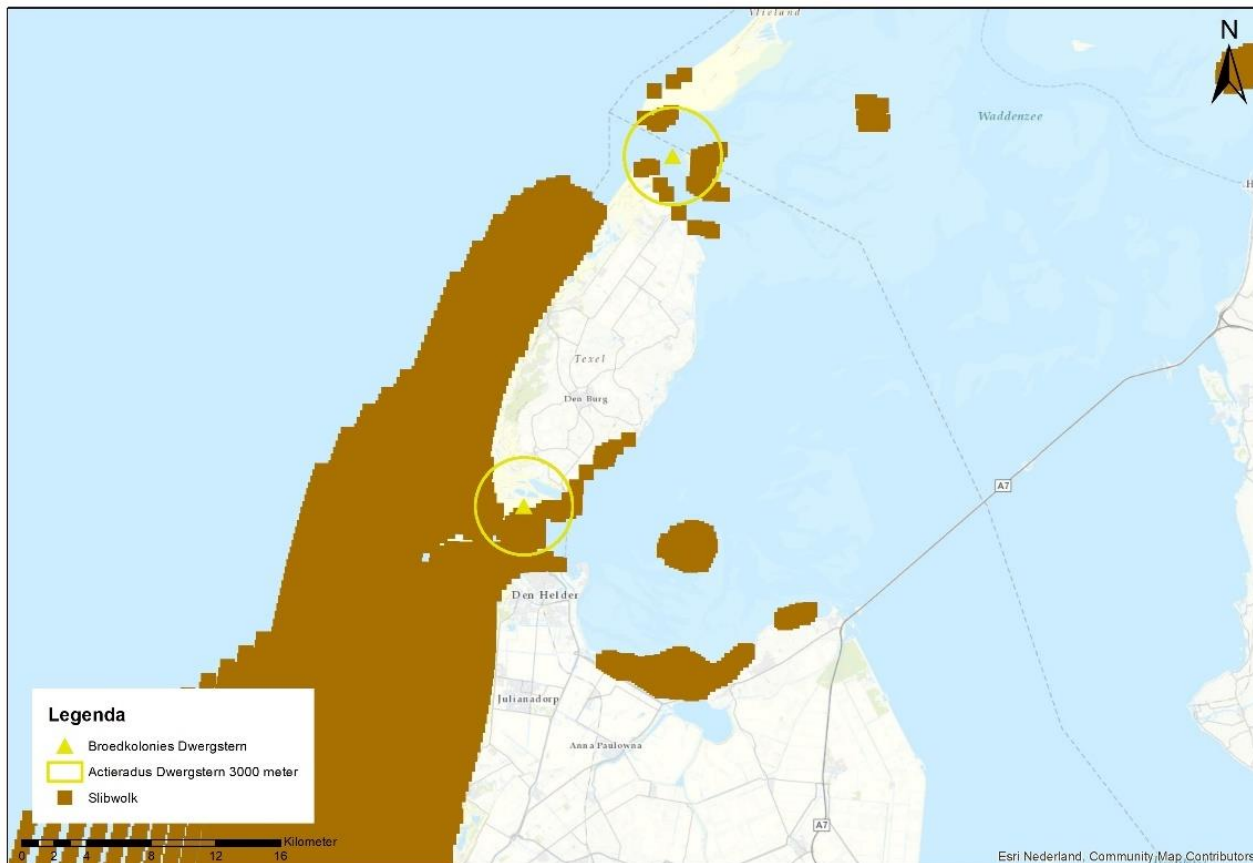


Figuur 18: Actieradius van visdief rondom de bekende broedlocaties.



Figuur 19: Actieradius van noordse stern rondom de bekende broedlocaties.





*Figuur 20: Actieradius van dwergsterm rondom de bekende broedlocaties.*

Conclusie is dat er geen significante effecten op de instandhouding van de sternsoorten en dwergmeeuw optreden.

### 3.2.1.6 Effecten vertroebeling op filterfeeders

Filterfeeders voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. De fysiologische en morfologische adaptaties maken het mogelijk om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opname snelheid 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).

Een recent overzicht van oorzaken van massa mortaliteit onder kokkels wijst niet een verhoogde slibconcentratie als belangrijk oorzaak aan (Burdon et al. 2014). De conclusie is wel dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkel populatie.

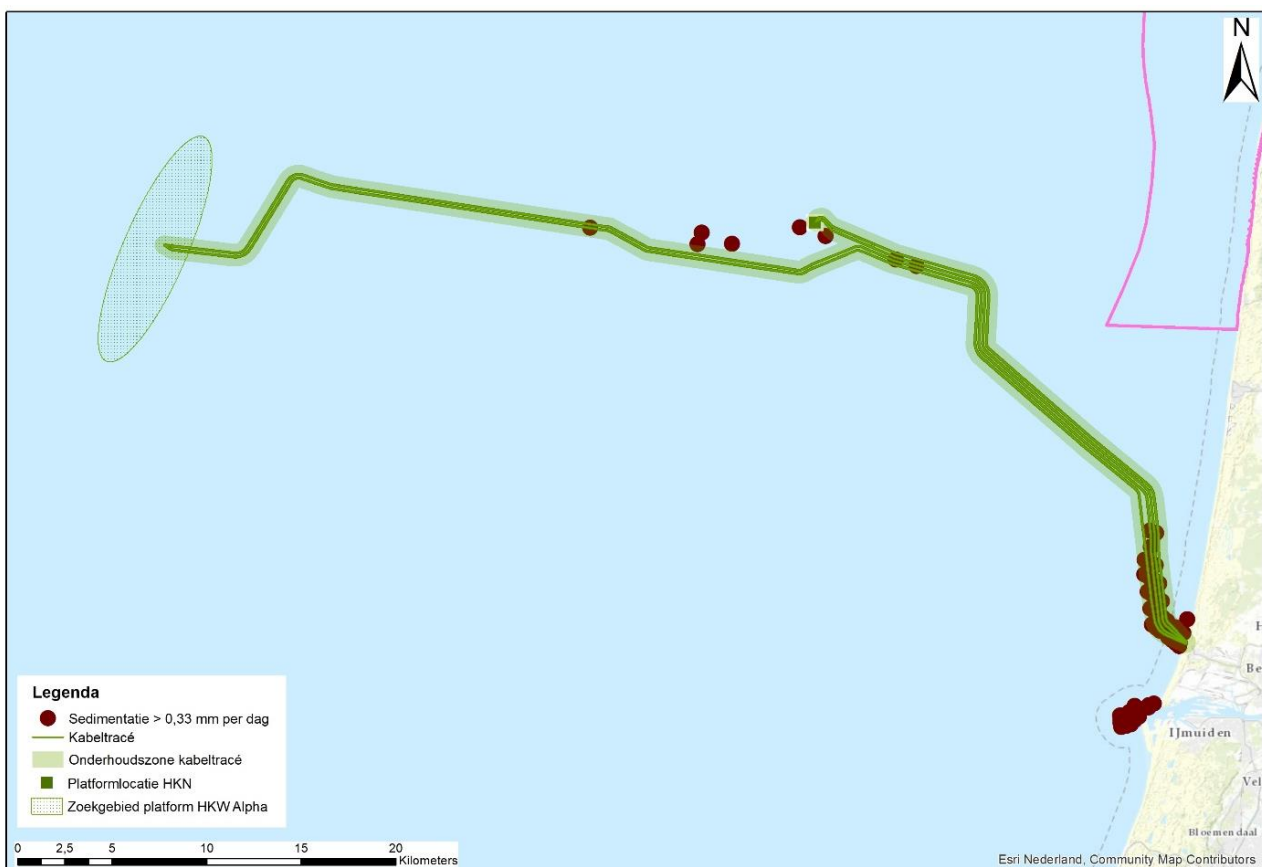
Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom and Rotmensen 1998).

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen. Significante effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

### 3.2.2 Sedimentatie

Het sediment wat vrijkomt bij de aanleg van de zeekabels bezinkt en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan tot effect hebben op de bodemdierensamenstelling in zijn algemeenheid, en op de voedselvoorraad voor op droogvallende platen foeragerende vogels en voor vissen.

De maximale slibdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (Van der Baan and Van Til 2018). Figuur 21 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 0,33 mm optreedt na de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort van *Mya arenaria* nog tolereert (Bijkerk 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding bij IJmuiden. Het totale oppervlak waar mogelijk verstikking door sediment optreedt, is verwaarloosbaar ten aanzien van het oppervlak van het NCP.



Figuur 21: Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm uitkomt.

### 3.2.3 Verontreiniging

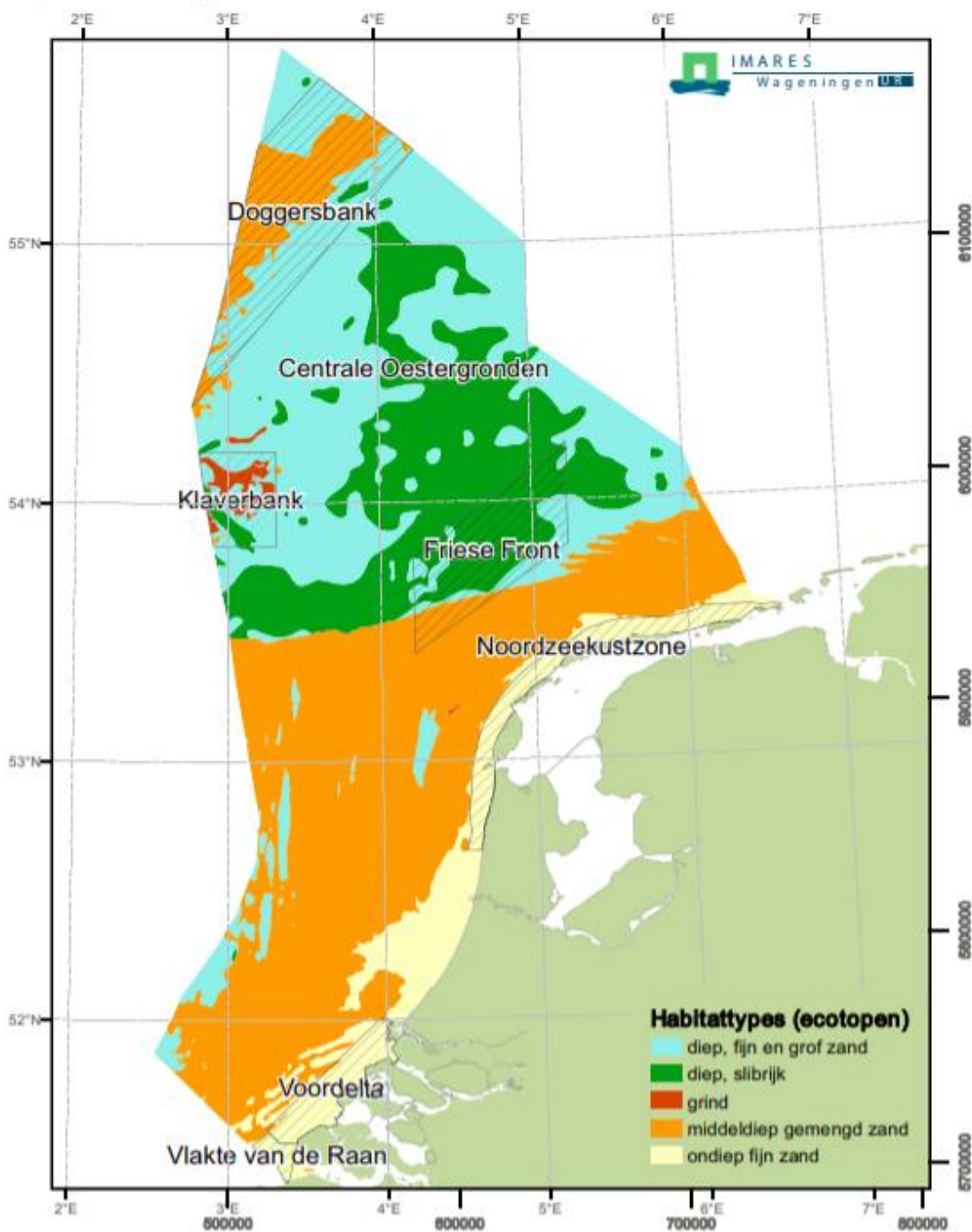
Door het baggeren en trenchen in het plangebied zouden met het opwervend slib en zand ook verontreinigende stoffen kunnen worden geïntroduceerd in het mariene milieu. Bij de kust bestaat de bodem van het plangebied uit ondiep, fijn zand en verderop uit middeldiep gemengd zand (Ministerie van Infrastructuur en Milieu and Ministerie van Economische Zaken 2012). Dit is van nature een zeer dynamisch gebied. Dit betekent dat de bovenste zandlagen met regelmaat verschuiven. De eerste 3 kilometer buiten de kust worden de kabels tot 3 meter diep ingegraven. Dit stuk bestaat bevindt zich geheel nog in het ondiepe fijne zand (Figuur 22). Meer dan 3 kilometer uit de kust worden de kabels 1 meter ingegraven, een deel van dit tracé bevindt zich in middeldiep gemengd zand, waarin iets meer slib voorkomt (Figuur 22 en Figuur 3).

Uit de factsheets rondom de concentraties vervuulende stoffen in het sediment van de Noordzee (Rijksoverheid 2018) blijkt dat de concentraties zware metalen in het doelgebied afnemen, maar nog hoger zijn dan de normale achtergrondconcentraties. Zware metalen worden vooral opgeslagen in diepere

sedimentlagen. Ook de concentraties organotin dalen, deze zijn op sommige plekken al niet nauwkeurig meer meetbaar. De concentratie PAK's zijn in de zuidelijke Noordzee onder een schadelijk niveau en de laatste jaren onveranderd gebleven. Voor PBDE's geldt ook dat deze onder een schadelijk niveau zitten en zelfs zo weinig voorkomen dat er geen nauwkeurige meetwaarden te verkrijgen zijn. De concentratie PCB's in het sediment van de Nederlandse Noordzee daalt ook, en voor zes van de zeven gemeten stoffen ligt de concentratie momenteel onder het EAC (Environmental Assessment Criteria).

Van de hierboven genoemde stoffen zijn alleen zware metalen op dit moment in een te hoge concentratie aanwezig in het sediment van de Nederlandse Noordzee. Deze worden vooral opgeslagen in diepere sedimentlagen, hier wordt niet in gebaggerd of getrenched met de voorgenomen activiteiten.

PCB's komen nog wel in aanzienlijke concentraties voor, hoewel de concentraties hiervan al onder het Environmental Assessment Criteria liggen. PCB's binden aan organische koolstof (Werner et al. 2010), dat meer aanwezig is in slib dan in zand. In een groot deel van het voorgenomen tracé is de slibconcentratie relatief laag, in de diepere delen kan dit op sommige plekken iets hoger zijn maar ook deze bodem wordt niet als slibrijk beschouwd. In deze dieper delen wordt slechts in de bovenste meter van het sediment gewerkt. In dit van nature dynamische milieu is dit een laag die ook door natuurlijke omstandigheden zoals golfslag en stormen wordt omgewoeld. Vrijkomende PCB's zullen door hun hydrofobe karakter waarschijnlijk aan het slib gebonden blijven en als sediment weer neerslaan waardoor deze niet in het watermilieu terechtkomen. Hierdoor wordt er ook wat PCB's betreft geen effect op de huidige milieutoestand en de dalende trend van PCB-concentraties verwacht.

**Figuur 2. Habitattypen in het Nederlandse deel van de Noordzee.**


<sup>bron</sup> H.J. Lindeboom et al., *Ecologische atlas Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming* (Wageningen, 2008) 55.

Figuur 22: Habitattypen in het Nederlandse deel van de Noordzee. Bron: H.J. Lindeboom et al., via Kaderrichtlijn Mariene Strategie deel 1.

### 3.2.4 Continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwater geluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die op de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit onderwater geluid is continu.

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 komt hij uit op maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen. Onderwatergeluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De verstoringsafstand van 5 kilometer is daarom worst-case.

In Figuur 23 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zee kabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.



*Figuur 23: Reikwijdte onderwater verstoring ten gevolge van continu geluid*

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij 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.

### 3.2.5 Impuls onderwatergeluid

#### 3.2.5.1 Reikwijdte impuls geluid

Naast continu onderwater geluid treedt er ook impuls geluid op bij de aanleg van de platforms. Onderwater geluid in de vorm van impuls geluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en in het water zwemmende zeezoogdieren. Impuls geluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress en/of vluchtgedrag en tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. Met name vissen en zeezoogdieren zijn gevoelig voor een toename van onderwater geluid. De verstoring is van tijdelijke aard.

Uit onderzoek van TNO blijkt dat de maximale vermijdingsafstand van dit impuls geluid 41,6 kilometer voor Hollandse Kust (west Alpha) en 33,5 kilometer voor Hollandse Kust (noord) is (De Jong and Binnerts 2018). Dit onderzoek is opgenomen in Bijlage C. Figuur 24 geeft de reikwijdte van deze verstoring weer.



Figuur 24: Reikwijdte van onderwater verstooring als gevolg van impulsgeluid

### 3.2.5.2 Effecten impuls geluid op zeezoogdieren

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls geluid en de mate waarin TTS en PTS kunnen optreden is door TNO een berekening met AQUARIUS 1.0. De berekening van de geluidverspreiding heeft hierbij als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Hiertoe zijn twee locaties geselecteerd. Een van de onderzoekslocaties is bepaald aan de hand van de reeds bekende locatie van platform Hollandse Kust (noord). Omdat de locatie van Hollandse Kust (west Alpha) nog niet exact bekend is, is gekozen voor het diepste punt (29 meter) binnen het zoekgebied, zodat er een worst-case scenario wordt aangehouden (zie Figuur 25).



*Figuur 25: Locaties gebruikt ten behoeve van onderzoek onderwatergeluid.*

Voor de berekening is verder uitgegaan van een maximale hei-energie van 1600 kJ. Voor jacket-palen is de maximale hei-energie meestal lager dan deze waarde ( $\pm 900$  kJ), waardoor de gehanteerde hei-energie als "worst-case" kan worden beschouwd. Daarnaast zijn de berekeningen uitgevoerd gebruik makende van twee windsnelheden (0 m/s en 8,6 m/s). Hierbij is een windsnelheid van 0 m/s 'worst-case'. Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Een windsnelheid van 8,6 m/s benadert de gemiddelde windsnelheid.

### Vermijdingsafstanden voor zeehonden en bruinvissen

Uit de modelberekeningen is het totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit areaal is bij windstil weer het grootste. Zoals Tabel 8 laat zien is dat bij Hollandse Kust (noord) is dat voor zeehonden 1246 km<sup>2</sup> en voor bruinvissen 2585 km<sup>2</sup>. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 1719 km<sup>2</sup> en voor bruinvissen 3674 km<sup>2</sup>.

De maximale vermijdingsafstand (afstand waarop gevlucht wordt voor het heigeluid) op 1 meter boven de zeebodem is hier bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 22,5 km en voor bruinvissen 33,5 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 27,4 km en voor bruinvissen 41,6 km. De maximale vermijdingsafstand op 1 meter onder het zeeoppervlak is bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 7,8 km en voor bruinvissen 12,1 km. Voor Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 8,1 km en voor bruinvis 12,9 km.

Bij een windsnelheid van 8,6 m/s is dit oppervlak bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 370 km<sup>2</sup> en voor bruinvissen 621 km<sup>2</sup>. De maximale vermijdingsafstand op 1 meter boven de zeebodem is hier bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 12,3 km en voor bruinvissen 16,8 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 16,4 km en voor bruinvissen 23,4 km. De maximale vermijdingsafstand op 1 meter onder het zeeoppervlak is bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 4,0 km en voor bruinvissen 6,1 km. Voor Hollandse Kust (west Alpha) Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 4,2 km en voor bruinvissen 6,9 km.

De afstand waarop bij bruinvissen TTS-onset kan optreden bedraagt bij windstil weer bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 16,9 km en voor bruinvissen 28,3 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 17,9 km en voor bruinvissen 30,9 km. De PTS-onset afstanden zijn bij windstil bij Hollandse Kust (noord) voor zeehond 0,3 km en voor bruinvis 1,7 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehond ook 0,3 km en voor bruinvis 1,8 km.

De afstand waarop bij bruinvissen TTS-onset kan optreden bedraagt bij een windsnelheid van 8,6 m/s bij Hollandse Kust (noord) voor zeehonden 7,7 km en voor bruinvissen 12,4 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 8,9 km en voor bruinvissen 15,2 km. De PTS-onset afstanden zijn bij een windsnelheid van 8,6 m/s bij Hollandse Kust (noord) voor zeehond 0,2 km en voor bruinvis 0,8 km. Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehond ook 0,2 km en voor bruinvis 0,8 km.

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, voor zeehonden is dat 4,9 m/s (De Jong and Binnerts 2018).

**Tabel 8: Berekende vermijdingsoppervlak en effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen (De Jong and Binnerts 2018).**

Windpark	Hollandse Kust (Noord)				Hollandse Kust (West Alpha)			
	Zeehond		Bruinvis		Zeehond		Bruinvis	
Dier								
Windsnelheid [m/s]	0	8,6	0	8,6	0	8,6	0	8,6
Vermijdingsoppervlakte [km <sup>2</sup> ]	1246	370	2585	621	1719	596	3674	1067
Vermijdingsafstand 1 m boven zeebodem [km]	22,5	12,3	33,5	16,8	27,4	16,4	41,6	23,4
Vermijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak [km]	7,8	4,0	12,1	6,1	8,1	4,2	12,9	6,9
Afstand TTS-onset [km]	16,9	7,7	28,3	12,4	17,9	8,9	30,9	15,2
Afstand PTS-onset [km]	0,3	0,2	1,7	0,8	0,3	0,2	1,8	0,8

De vermijdingsafstand van zeehonden die vlak boven de zeebodem zwemmen is maximaal 22,5 km voor Hollandse Kust (noord). Voor zeehonden die onder het zeeoppervlak zwemmen is dit maximaal 7,8 km voor Hollandse Kust (noord). Doordat het Hollandse Kust (noord) platform op circa 22 km vanaf de kust geplaatst wordt, betekent dit dat er op de zeebodem een barrière werking is maar dat dieren hier wel overheen kunnen zwemmen doordat er nabij het zeeoppervlak een zone van circa 15 km is waar dieren ongehinderd kunnen zwemmen.

De vermijdingsafstand van zeehonden die vlak boven de zeebodem zwemmen is maximaal 27,4 km voor Hollandse Kust (west Alpha). Voor zeehonden die onder het zeeoppervlak zwemmen is dit maximaal 8,1 km voor Hollandse Kust (west Alpha). Platform Hollandse Kust (west Alpha) platform komt op circa 50 km vanaf de kust. Tussen het platform en de kust is nabij het wateroppervlak een zone van circa 40 km waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen, en nabij de bodem een zone van ongeveer 20 km.

### Effecten van impulsgeluid op zeehonden

Zoals hiervoor genoemd, zal er tijdens het heien tussen het platform en de kust nabij het wateroppervlak een zone van circa 40 km waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen, en nabij de bodem een zone van ongeveer 20 km. Dit betekent dat tijdens de werkzaamheden aan beide platforms de uitwisselingen van populaties zeehonden in noord-zuid richting niet wordt verstoord. Bij deze beoordeling is uitgegaan van een worstcasescenario met de grootst mogelijke vermijdingsafstanden. Daarnaast worden er vanuit bruinvis verplicht mitigerende maatregelen gesteld (vanuit het KEC), zoals omschreven in paragraaf 3.2.5.4, waardoor het te verstoren gebied in de praktijk nog kleiner zijn.



Kijkend naar de daadwerkelijke populatie reductie van zeehond kan gebruik worden gemaakt van een rapportage naar de effecten op zeezoogdieren van het heien van het Borssele windpark (Heinis 2015). De hierin berekende populatiereductie is gebaseerd op hetzelfde gebied als waarin Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) in vallen, namelijk 'deelgebied D, bruine bank'. De conclusie luidt dat maximaal zes zeehonden tijdens het heien het beïnvloedingsgebied zullen mijden (0,08% van de totale Nederlandse populatie). De effecten op grijze zeehonden worden alsnog lager ingeschat vanwege de kleinere populatie. Hieruit blijkt dat de kans dat zeehonden PTS oplopen te verwaarlozen is. In het geval van het heien van de platforms is dit nog een zeer conservatieve inschatting omdat de hei-energie gegarandeerd lager zal zijn dan 3.000 kJ (maximaal 1.600 kJ), er minder palen geslagen hoeven te worden en de verstoring dus minder ver zal reiken zowel in ruimte als tijd en er bovendien mitigerende maatregelen getroffen zullen worden.

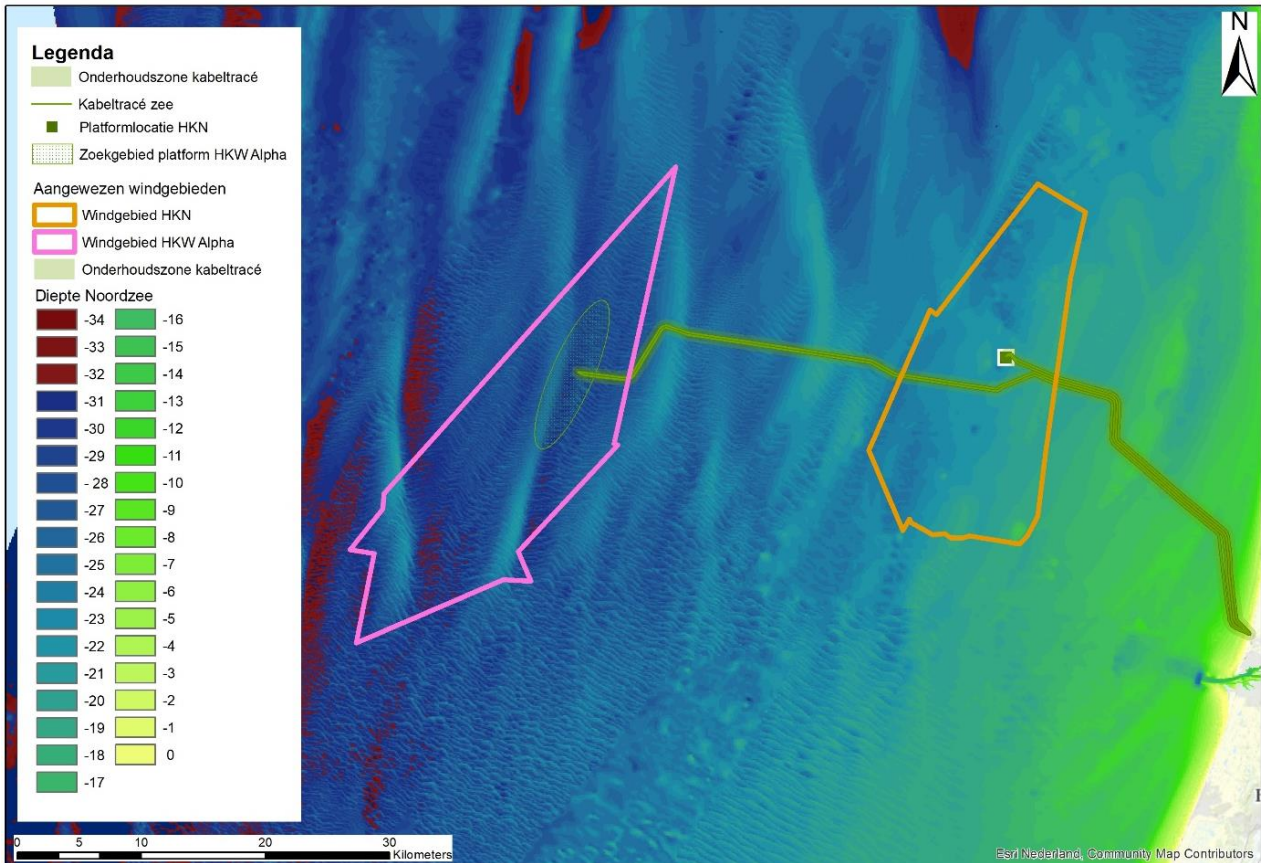
### Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

Voor het toetsen van de geluidsbelasting op bruinvis wordt gebruik gemaakt van de maximale geluidsbelasting zoals bepaald is voor Hollandse Kust (noord) (zie Figuur 26).

	Geluidsnorm		
	(dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL}_1$ op 750 meter van de geluidsbron)		
	Periode		
Aantal op te richten windturbines	Januari tot en met mei	Juni tot en met augustus	September tot en met december
77-95	165	169	172
76 of minder	166	170	174

Figuur 26: Maximale geluidsbelasting voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat).

Omdat voor Hollandse Kust (west) nog geen kavelbesluit is genomen, wordt in deze beoordeling ook hierbij uitgegaan van dezelfde tabel als voor Hollandse Kust (noord). De geluidberekeningen laten zien dat, hoewel de diepte verschilt (zie Figuur 27), er nauwelijks verschil zit in de berekende geluidbelasting tussen Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). Wanneer het nieuwe Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) voor Hollandse Kust (west) beschikbaar is (verwacht is september 2018) moet hieraan worden getoetst voor dit platform.



Figuur 27: Dieptekaart van de Noordzee met de aangewezen windgebieden Hollandse Kust (west) (paarse contour) en, Hollandse Kust (noord) (oranje contour).

De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal acht palen voor ieder platform, de maximale geluidsnorm bij dit aantal palen wordt gebruikt. Het minimaal aantal palen in de norm is '76 of minder', dus deze norm wordt gebruikt voor het heien van de platforms voor Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand van de geluidsbron ligt in een worst-case situatie bij windstil weer voor Hollandse Kust (noord) op een SEL van 169 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 1 meter onder het wateroppervlakte en op 178 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 1 meter boven de bodem. Bij een windsnelheid van 8,6 m/s is dit respectievelijk 165 en 177 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ .

Het geluidsniveau op 750 meter afstand van de geluidsbron ligt in een worst-case situatie bij windstil weer voor Hollandse Kust (west Alpha) op een SEL van 169 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 1 meter onder het wateroppervlakte en op 178 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 1 meter boven de bodem. Bij een windsnelheid van 8,6 m/s is dit respectievelijk 164 en 177 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ .

Wat betreft populatie reductie van bruinvis kan, net als met zeehonden, gebruik worden gemaakt van de rapportage rondom effecten op zeezoogdieren van het heien van het Borssele windpark (Heinis 2015). Ook hier is gebruik gemaakt van hetzelfde gebied wat betreft populatie gegevens en heeft het heien een vergelijkbare vermijdingsafstand had (39 km ten opzichte van 41,6 km en 33,5 km voor Hollandse Kust (noord) en (west Alpha). Uit de berekening volgt, afhankelijk van de periode van het jaar, een reductie van 6 tot 21 individuen (zie Tabel 9).

In het SER-akkoord is bepaald dat significante effecten niet zijn uit te sluiten als er een afname van meer dan 5% van de populatie (255 dieren per park) op het NCP optreedt. De maximaal toelaatbare populatie reductie op het NCP wordt hiermee niet overschreden.

Tabel 9: Populatiereductie bruinvissen ten gevolge van heien (Arcadis 2016).

Parameter	Jan-mei	Jun-aug	Sep-dec
Areaal verstoord gebied (km <sup>2</sup> )	2507	2507	2507
Aantal bruinvissen	3560	1203	961
verstoringdagen	7121	2406	1923
Populatie reductie (#)	21	7	6

### 3.2.5.3 Effecten impuls geluid op trekvissen

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 Duin et al. 2015b, van den Akker & van der Veen, 2013). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen.

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 (Hawkings & Popper, 2014, Hawkings et al. 2015) 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% op 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 beschermde soorten aangetast worden in de instandhoudingsdoelstellingen is hiermee verwaarloosbaar klein.

### 3.2.5.4 Mitigerende maatregelen rondom impuls geluid

Met het oog op effecten op door onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidbelasting van Hollandse Kust (noord). Wanneer er niet aan deze norm wordt voldaan zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen, waardoor de optimale set van maatregelen waar mee het geluid wel onder maximale geluidsnorm blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.

### 3.2.6 Habitataantasting en verandering

Door het graven van de sleuven en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal sprake zijn van tijdelijke habitataantasting, en ook komt er door het uitgraven van de zeebodem zand en slib vrij in de waterkolom. Dit zal echter weer bezinken en de sleuf zal (deels) weer dichtraken. Hierdoor zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemdierfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn als 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 voor (bodem)fauna zijn. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolke en Noordzeekrab (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; Van der Stap, et al., 2016).

### 3.2.7 Verzuring en vermisting

Verzuring van bodem of water is een gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door bijvoorbeeld industrie en verkeer. De uitstoot bevat onder andere stikstofdioxide ( $\text{NO}_x$ ). Deze stoffen komen via lucht of water in de grond terecht en leiden tot het zuurder worden van het biotische milieu. Vermisting is de letterlijke verrijking van ecosystemen met name met stikstof en fosfaat. Het kan gaan om aanvoer door de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofdioxiden) of nitraat- en fosfaataanvoer door het oppervlakte- of grondwater. De effecten van beide zijn niet altijd te scheiden, omdat een deel van de verzurende stoffen ook vermestend werkt (aanvoer van stikstof). Vermisting en verzuring kan zowel effect hebben op habitattypen als op leefgebied van habitatrictlijnsoorten.

Emissies zijn alleen aan de orde gedurende de aanlegfase, tijdens het gebruik is geen sprake van relevante emissies en depositie.

Voor het onderdeel vermisting en verzuring als gevolg van stikstofdepositie, is de depositie als gevolg van de alternatieven onderzocht door de stikstofemissies te berekenen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het hiervoor ontwikkelde model AERIUS als onderdeel van de PAS (Programmatische Aanpak Stikstof). Uit de AERIUS-berekeningen blijkt dat dit project een significante stikstofemissie veroorzaakt, die mogelijk impact kan hebben op het milieu. Hierom is voor dit project ruimte aangevraagd binnen het PAS. De hoeveelheid aan stikstofdepositie (de benodigde ontwikkelingsruimte) past binnen de voor de projecten gereserveerde ontwikkelingsruimte. Deze ontwikkelingsruimte wordt in het PAS eenmalig toegedeeld. Het Programma Aanpak Stikstof is op generiek niveau passend beoordeeld (Doekes et al., 2015).

Hiermee is onderbouwd dat, tegen de achtergrond van de ontwikkeling van de stikstofdepositie, de effecten van de generieke brongerichte maatregelen en de gebiedsspecifieke herstelmaatregelen, het gebruik van de in dit programma opgenomen depositie- en ontwikkelingsruimte niet leidt tot verslechtering of aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Noordzeemilieu.

### 3.2.8 Elektromagnetische velden

#### 3.2.8.1 Elektromagnetische velden

De kabelsystemen op zee die verbonden zijn met het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) transporteren een wisselstroom naar een platform waarna deze wisselstroom een spanningsniveau van 220 kV bereikt. Rondom deze kabels bevindt zich een elektromagnetisch veld, de sterkte en reikwijdte van dit veld hangt af van het spanningsniveau. De kabel zal zodanig begraven worden dat de kabel na de aanleg op minimaal een diepte van 1 meter onder de zeebodem zal liggen in de zone verder dan 3 km uit de kust. Tussen de kust en 3 km vanaf de kust wordt de kabel zodanig ingegraven dat de kabel na installatie een diepte heeft van minimaal 3 meter. Dat is de vereiste begraafdiepte zoals die volgt uit de vergunning. Bij het begraven van de kabel zal ook rekening gehouden worden met de mobiliteit van de zeebodem over de levensduur van de kabel en met het beperken van onderhoud op de begraafdiepte van de kabel. Daarom zal de kabel lokaal initieel dieper begraven kunnen worden op stukken van de route waar erosie van de zeebodem wordt verwacht over de levensduur van de kabel. Met name op

de aanlanding van de kabel op het strand, in de vooroever en in gebieden met zandgolven kan de kabel, in verband met zeebodemdynamiek, initieel dieper begraven worden. Het elektromagnetische veld rondom de kabel bestaat uit een elektrisch en een magnetisch veld.

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet en ontstaat er rond de kabel een elektromagnetisch veld. De kabels transporteren wisselstroom met een spanningsniveau van 220 kV. De reikwijdte van het elektromagnetisch veld in de waterkolom is afhankelijk van de diepte waarop de kabel is ingegraven en het spanningsniveau. De reikwijdte is maximaal enkele tientallen meters.

### 3.2.8.2 Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren

Tot nu toe is er nog geen informatie beschikbaar over de effecten van elektromagnetische velden op de gewone en grijze zeehond (Tricas, 2012; Bray et al., 2016). Er is geen bewijs voor de aanwezigheid van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden elektromagnetische velden kunnen waarnemen.

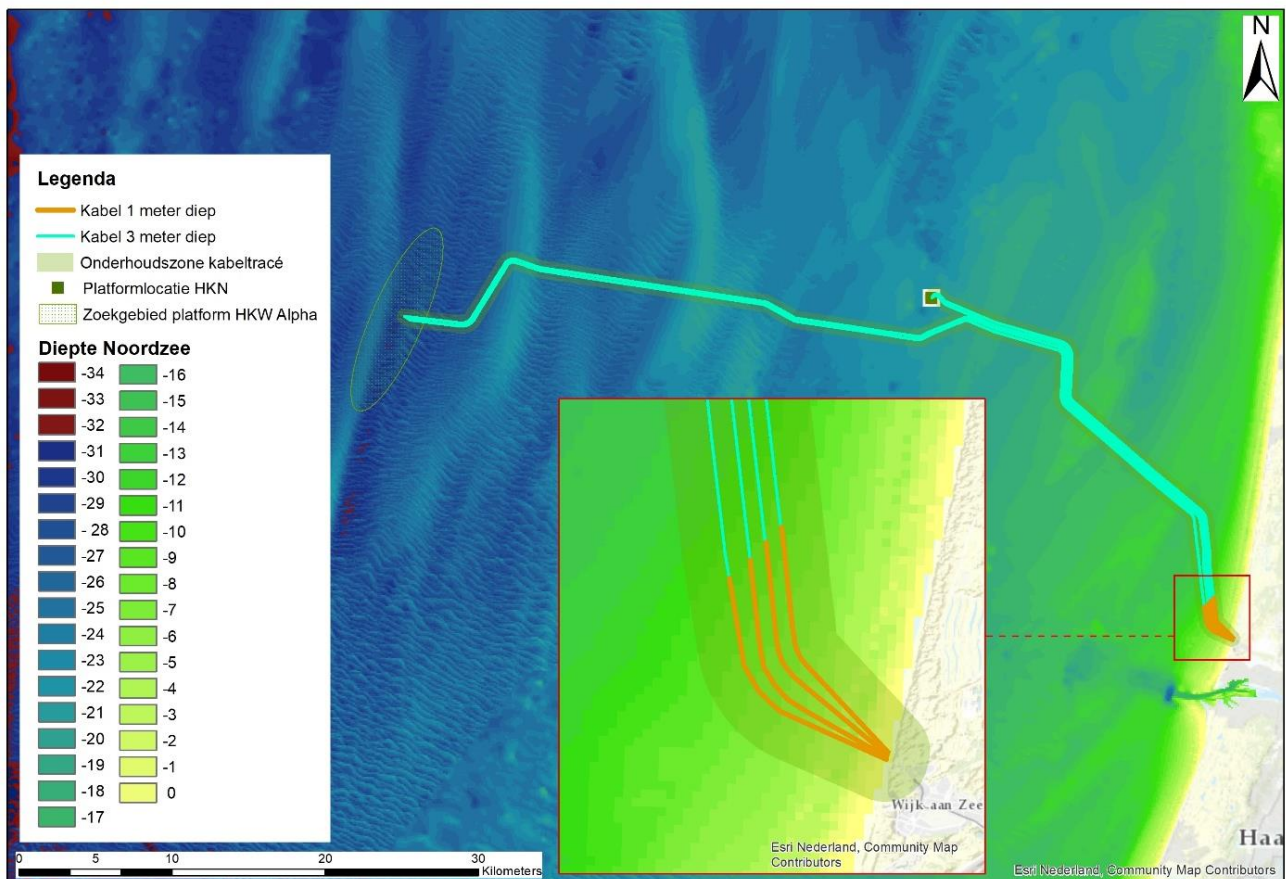
De bruinvis (s een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en dus ook kabels liggen. Al betekent dit niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis. Wel is bekend dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 $\mu$ T (Tricas, 2012).

r is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug, gewone dolfin en de tuimelaar hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink, *et al.*, 1986; Tricas, 2012; Zoeger *et al.*, 1981). Dit mineraal werd door Zoeger *et al.* (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfin, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De witsnuitdolfijn is gevoelig voor magnetische velden, maar er wordt verder niet gemeld bij welke radius dit is (Gill *et al.*, (2005). Naast dit rapport is er op het moment niets bekend over de gevoeligheid van de witsnuitdolfijn voor elektromagnetische velden, maar van de witflankdolfijn, van hetzelfde geslacht als de witsnuitdolfijn is bekend dat ze eerder stranden wanneer het magnetisch veld van de aarde meer varieert dan 0.05 $\mu$ T. Dit geldt ook voor de gewone dolfin, de tuimelaar en de griend (Fisher & Slater, 2010; Kirschvink *et al.*, 1986).

Hoewel het begraven van de kabelsystemen het elektromagnetisch veld niet vermindert, vergroot het wel de afstand tussen de kabelsystemen en het organisme. Dit zorgt ervoor dat de organismen niet bij het sterkste gedeelte van het veld kunnen komen. Een 220 kV-kabelstelsel dat wisselstroom transporteert en begraven is op 1 meter diepte, heeft recht boven de kabel op de zeebodem een magnetisch veld van 24.5  $\mu$ T (ofwel micro Tesla, een maat voor magnetische fluxdichtheid) en op een afstand van 20 meter 0.05  $\mu$ T (Gill et al., 2005, 2009; Tricas, 2012).

Met name dolfinen en walvissen zijn gevoelig voor de magnetische velden en nemen veranderingen van 0.05 $\mu$ T waar. Deze sterkte is waarneembaar tot een afstand van 20 meter, wanneer de kabel 1 meter is ingegraven. In Figuur 28 is het deel van de kabel met een begraafdiepte van 1 meter (geel) en 3 meter (blauw) weergegeven. Bij een begraafdiepte van 3 meter ligt de kabel dusdanig diep dat er geen effect is van het elektromagnetische veld. Dat betekent dat alleen een strook van 2.2 km vanaf de kust door het elektromagnetische veld voor walvissen en dolfinen wordt geblokkeerd. Dit heeft geen effect op de noord-zuid migratie van walvissen en dolfinen.



Figuur 28: Begraafdiepte kabel in relatie tot bathymetrie.

### 3.2.8.3 Effecten elektromagnetische velden op trekvissen

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de Atlantische steur en de houting. Over de houting is op het moment niets bekend qua gevoeligheid voor elektromagnetische velden. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Verdere informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur zijn tot op heden nog niet gevonden.

Roggen en haaien hebben beide ampullen van Lorenzini. Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde 'frequency range' hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en longen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van  $0.01\mu\text{V}/\text{cm}$  (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd. Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektromagnetische velden op deze soorten. Het is mogelijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektromagnetische velden, al is er te weinig onderzoek gedaan om dit te onderbouwen.

### 3.3 Toetsing

#### 3.3.1 Biologische diversiteit

In hoofdstuk 0 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen in 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 10. De categorieën zijn als volgt: groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Tabel 10. : Effecten op de biologische diversiteit. \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Verwaarloosbare (<0.1%) verlaging van de primaire productie.	
Vertroebeling	(Trek)vissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, trekvissen	Na mitigerende maatregelen bestaat er nog een verwaarloosbaar kleine kans dat zeezoogdieren of trekvissen schade oplopen. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben.	
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, trekvissen	Zeezoogdieren ondervinden zeer lokaal barrières door elektromagnetische velden, dit heeft geen invloed op de populatie of de noord-zuid migratie. Over de effecten van elektromagnetische straling op trekvissen is weinig bekend maar hier worden geen negatieve effecten verwacht.	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
Habitatverandering	Bodemdieren, vissen	Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	

Uit Tabel 10 blijkt dat er één positief effect optreedt, een paar effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foeragegedrag en gebied van deze zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton gedurende de twee aanlegjaren niet aanzienlijk worden verlaagd. Bodemdieren zullen lokaal met habitatverlies of verstikking door sedimentatie te maken krijgen. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook zullen er extra kansen worden gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichte van het gehele Noordzeegebied.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

### 3.3.2 Exoten

#### Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase zullen geen exoten worden geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg zullen schepen met anti-exootsystemen gebruikt worden die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation 2018).

#### Impact activiteiten

De geplande activiteiten zullen een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem veroorzaken. Hierdoor ontstaan er kansen voor leven om zich te vestigen, maar dus ook kansen voor exoten. Ook wordt met de aanleg van het platform 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) waardoor. Hierdoor wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

### 3.3.3 Populaties commerciële vis

De geplande activiteiten zullen geen impact hebben op visserijactiviteiten in het gebied en geen directe invloed hebben op vispopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen zullen de vissen in het gebied ook geen hinder ondervinden van geluid door hei-werkzaamheden. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

### 3.3.4 Voedselketens

De remming in primaire productie die wordt veroorzaakt door de geplande activiteiten valt binnen de natuurlijke variatie in het gebied en zal geen effect hebben op de voedselketens. 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 organismen 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.

### 3.3.5 Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd zullen deze geen nutriënten toevoegen aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Wel is het zo dat Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vetmestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem



kunnen hebben. Om deze effecten in kaart te brengen zijn AERIUS-berekeningen gemaakt. Omdat er mogelijk effecten zijn wordt er ruimte voor de activiteiten aangevraagd binnen het Programma Aanpak Stikstof. Binnen dit programma berekend hoeveel stikstof er in het Nederlandse (mariene) systeem geïntroduceerd kan worden zonder dat dit negatieve gevolgen heeft. Daardoor zullen de voorgenomen activiteiten geen invloed hebben op de goede milieutoestand.

### **3.3.6 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 zullen de activiteiten het bentische ecosysteem niet onevenredig aantasten. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers bentisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

### **3.3.7 Hydrografische eigenschappen**

Doordat de gegraven geul weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanenten 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 ongeveer 0,002 vierkante kilometer, een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (41.500 vierkante kilometer). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

### **3.3.8 Vervuilende stoffen**

Als alle veiligheidsmaatregelen bij de aanleg van de platforms en voor het functioneren van de platforms worden nageleefd, worden er geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Om dit te waarborgen wordt een ecologisch werkprotocol gehanteerd. Bij het baggeren en trenchen zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden. Door de locatie van de werkzaamheden, de geringe diepte en vanwege een lage aanwezigheid van vervuilende stoffen in dit sediment ontstaat er hierdoor geen negatieve impact op de huidige milieutoestand.

Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

### **3.3.9 Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie.**

Zoals hierboven vermeld, geldt ook voor deze descriptor dat er bij de werkzaamheden geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

### **3.3.10 Zwerfvuil**

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

### 3.3.11 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Deze zullen mogelijk een barrière voor zeezoogdieren veroorzaken naast de kust, deze is echter niet groot genoeg om tot verstoring van migratiepatronen of tot populatie vermindering te leiden. Over de effecten van elektrische velden op vissen is weinig bekend, mogelijk voelen zij de velden. Indien ze deze voelen zouden ze hier zowel door afgestoten als tot aangetrokken kunnen worden. Aangezien de elektromagnetische velden een klein areaal van de Noordzee beslaan zal het effect hiervan verwaarloosbaar zijn. Hierdoor kan effect op de goede milieutoestand worden uitgesloten.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke (dagen tot weken) verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders zullen gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen zullen worden genomen, zie paragraaf 4.5.3, zal ook het impuls geluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

## 3.4 Conclusie

In Tabel 11 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 11: Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand.

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
<b>Biologische diversiteit</b>	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
<b>Exoten</b>	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
<b>Populaties commerciële vis</b>	Geen
<b>Voedselketens</b>	Geen
<b>Eutrofiëring</b>	Geen
<b>Integriteit van de zeebodem</b>	Geen
<b>Hydrografische eigenschappen</b>	Geen
<b>Vervuilende stoffen</b>	Geen
<b>Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie.</b>	Geen
<b>Zwerfvuil</b>	Geen
<b>Toevoer van energie</b>	Geen

Uit Tabel 11 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.

## 4 KADER RICHTLIJN WATER

### 4.1 Kader richtlijn water

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming 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 chemische stoffen, en een ecologische kwaliteit. Deze ecologische kwaliteit bestaat uit fysisch-chemische parameters en het voorkomen van soorten van vier biologische groepen, geloosde verontreinigde stoffen en hydromorfologie (STOWA 2012; Compendium voor de Leefomgeving 2014). Dit is gevisualiseerd in Figuur 29.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: als één stof of één biologische maatlat niet voldoet, dan is het oordeel voor de gehele maatlat onvoldoende. Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse kwaliteit.

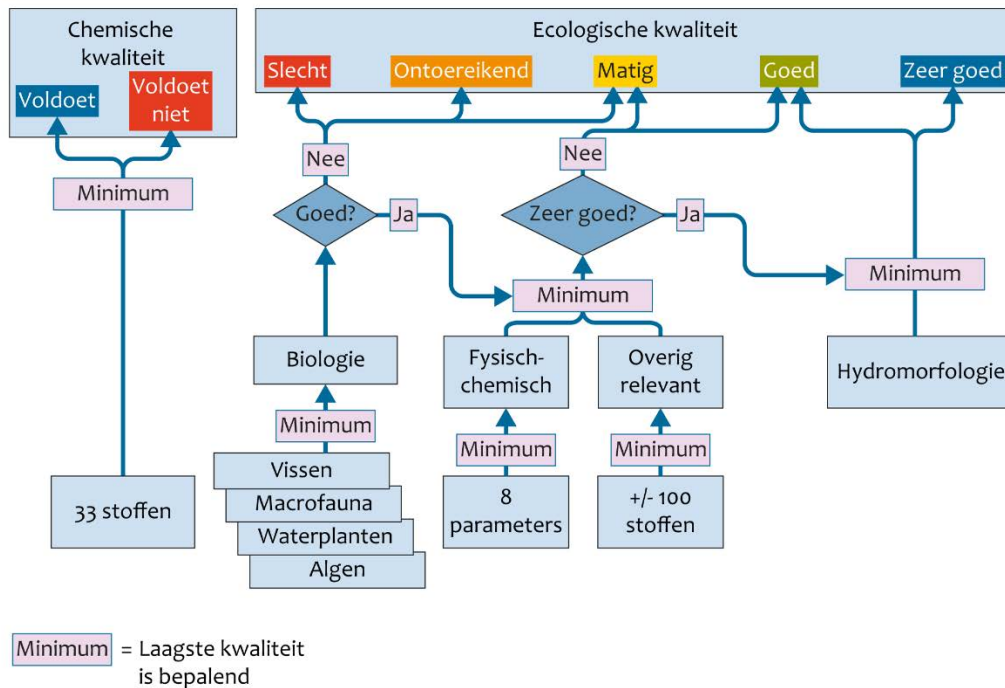
Doelen voor de kwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. Voor natuurlijke wateren is dit een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie. Deze komen in Nederland nauwelijks voor, naast een klein aantal binnenwateren valt vooral de kustlijn hieronder (STOWA 2012; Compendium voor de Leefomgeving 2014). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl uit de kust voor de chemische doelen. (RWS 2016).

Voor sterk veranderende 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 vastgesteld. Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (STOWA 2012; Compendium voor de Leefomgeving 2014). De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders

Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klasse: 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/mrt14  
www.clo.nl/nl141204

Figuur 29: Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water.

### 4.1.1 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire stoffen. 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. Deze lijst is bijgevoegd in Bijlage D.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM 2017);

- Emissies van Prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen;
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

### 4.1.2 Ecologische kwaliteit

De 'Ecologische Toestand' is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en 'Hydromorfologie'. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving 2014).

#### 4.1.2.1 Biologie

De biologische kwaliteit van water wordt bepaald door het meten van vier maatlaten: vis, waterplanten, macrofauna en fytoplankton.

##### **Fytoplankton**

Fytoplankton (algen) wordt alleen beschreven voor meren, overgangs- en kustwateren. Hier wordt een combinatie gebruikt van abundantie en soortensamenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soortensamenstelling is een referentielijst, vooral gebaseerd op de bloei van ongewenste soorten. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlaten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

##### **Waterflora**

De maatlat overige waterflora bestaat in meren en rivieren uit abundantie, soortensamenstelling en fyto-benthos. De relatie tussen waterkwaliteit en waterplanten is afhankelijk van de groeivorm van planten. Daarom is het voorkomen van verschillende groeivormen gebruikt als maat voor abundantie en is uitgedrukt in bedekkingspercentage van het begroeibare areaal. Dit ligt bij submerse groeivormen op 3 meter diepte en voor drijfblad begroeiing op de 1 meter dieptegrens. Als dieptebereik niet kan worden vastgesteld, geldt er 10 meter uit de oever. Daarnaast geldt voor kroos, draadwieren en flab de aanvullende bepaling dat afwezigheid beide kan leiden tot een goede ecologische toestand, of een zodanig slechte toestand dat er niks meer groeit. De deelmaatlaten worden gewogen gemiddeld. Soortensamenstelling wordt gebruikt voor planten. En bestaat uit een lijst referentiesoorten per watertype die in de klasse schaars, frequent of dominant kunnen voorkomen. De deelmaatlat fyto-benthos wordt gebruikt als indicator van de trofische toestand en verzuringstoestand. Indicatoren hebben afhankelijk van de score klasse waarden. Het gemiddelde van de drie wordt berekend om een waarde te krijgen die bijdraagt aan de maatlat biologie.

In overgangs- en kustwateren (en brakke meren) Bestaan de deelmaatlaten uit abundantie en soortensamenstelling van schorren/kwelders en zeegras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van kwaliteit. Voor zeegras geldt dat de abundantie wordt gemeten door het percentage begroeibaar areaal waar zeegras te vinden is. Een zeegrasveld is pas een zeegrasveld als minimaal 5% van een gebied bedekt is.

##### **Macrofauna**

Ook voor macrofauna geldt een andere beoordeling van meren en rivieren ten opzichte van overgangs- en kustwateren. De ecologische toestand wordt beschreven door middel van indicatorsoorten die staan voor positief of negatief in een watersysteem. Ook hierbij geldt dat naar soortensamenstelling en abundantie wordt gekeken.

In zoete kustwateren bleek bovenstaande methode niet onderscheidend genoeg was. De maatlat gebruikt geen soorten maar genera als diversiteitsmaatlat, waarop ook exoten meetellen. Daarnaast worden niet alle monsters samengenomen, maar wordt er onderscheid gemaakt tussen hoofdstroom, zijstromen, oppervlakte en diepe monsters. Potentieel moet een zoet en zout deel worden gecombineerd voor deze wateren.

In overgangs- en kustwater is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. Het is noemenswaardig dat er voor het meten van deze maatlaten grote verschillen zijn tussen alle Europese lidstaten en dat de methode nog wel eens aangepast wil worden. Momenteel wordt er binnen de geschikte habitats gekeken naar soortenrijkdom, Shannon-index en AMBI-index.

##### **Vis**

De maatlat voor vis maakt gebruik van referentiesoorten die de visstand kunnen beoordelen en gekoppeld zijn aan monsteringsmethodes. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap en niet op individuele (zeldzame) soorten. Ook hier speelt dus de soortensamenstelling en de abundantie van soorten in deze samenstelling een grote rol, maar ook de leeftijdsopbouw van vissen in een populatie is van belang voor de deelmaatlatscore.

#### 4.1.2.2 Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor alle klasse uitgewerkt in de maatlatten. Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. De metingen hebben pas impact bij een klasse matig of hoger. In het kader van achteruitgang voorkomen staan echter toch alle parameters beschreven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Kwaliteitselement	Indicatoren	Eenheid	Meetperiode
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°Celsius	21 juni tot en met 20 september
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	1 april tot en met 30 september
Zoutgehalte*	chloriniteit	g Cl/l	1 april tot en met 30 september
Verzuringgraad*	pH	-	1 april tot en met 30 september
Nutriënten	totaal-P	mg P/l	1 april tot en met 30 september***
	totaal-N	mg N/l	1 april tot en met 30 september***
	DIN	µmol N/l	1 december tot en met 28 februari****
Doorzicht**	SD (Secchi schijf)	m	1 april tot en met 30 september

\* niet voor overgangs- en kustwateren

\*\* niet voor rivieren

\*\*\* meren en rivieren zonder M32

\*\*\*\* overgangs- en kustwateren en M32 (voor deze zoute wateren is alleen een norm voor stikstof (DIN) afgeleid omdat geen ecologische relatie voor fosfor (DIP) is gevonden).

*Figuur 30: Verplichte algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen uit de KRW-bijlage v.1.1 en daarbij gekozen indicatoren en eenheden (naar Heins et al., 2004).*

#### 4.1.2.3 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 behoren ondanks hun fysisch-chemische natuur thuis in de maatlat ecologische kwaliteit.

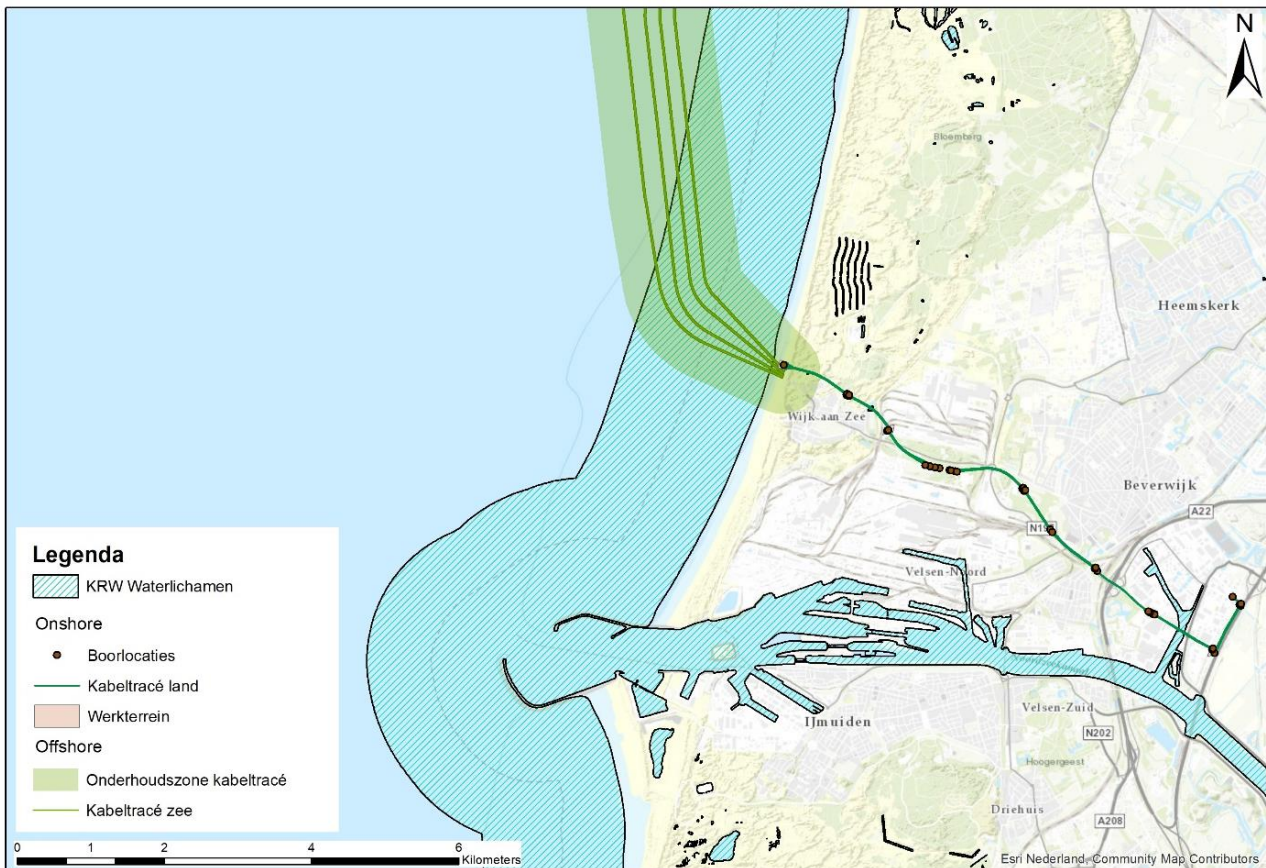
#### 4.1.2.4 Hydromorfologie

Binnen Ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. Hij wordt daarom ook alleen beschreven voor de hogere klasse. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de Hydromorfologische toestand zelfs geen invloed op de uitkomst van de maatlat omdat de hoogst mogelijke score GEP of hoger is (STOWA 2012).

## 4.2 Activiteiten en KRW

### 4.2.1 KRW-gebieden

Het kabeltracé komt op vier locaties in contact of in de buurt van KRW-waterlichamen. Het eerste waterlichaam is de kustzone (NL95\_3A Hollandse kust). De Chemische KRW-doelen gelden tot 12 mijl uit de kust en de Ecologische KRW-doelen gelden tot 1 mijl uit de kust. In de duinen bij Wijk aan zee kruist het tracé de volgende twee waterlichamen: NL12\_810 waterdelen Westerduinen / PWN en NL12\_820 waterdelen duingebied Zuid NHN. Daarnaast loopt het tracé door een zijtak van het Noordzeekanaal (NL87\_1) (Figuur 31).



Figuur 31: KRW-waterlichamen in de buurt van het kabeltracé.

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 12). De vier KRW-gebieden waar het kabeltracé mee in aanraking komt, hebben allemaal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 13.

Tabel 12: Beschermingsstatus van de KRW-gebieden die in aanraking komen met het kabeltracé.

KRW-gebied	Beschermde gebieden
Hollandse Kust (NL95_3A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noordzeekustzone NL_HAB_7), Waddenzee (NL_HAB_1)</li> <li>Vogelrichtlijn (Noordzeekustzone NL_HAB_7), Waddenzee (NL_HAB_1)</li> <li>Zwemwater</li> </ul>
Noordzeekanaal (NL87_1)	Geen beschermde gebieden.
Waterdelen Westerduinen/PWN (NL12_810)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitatrichtlijn (Noordhollands Duinreservaat (NL_HAB-87)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natura-2000 Gebied</li> </ul>
<b>Waterdelen Duingebied Zuid NHN (NL12_820)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitatrichtlijn (Noordhollands Duinreservaat (NL_HAB-87))</li> <li>Natura2000-gebied</li> </ul>

Tabel 13: Het type en de status van KRW-waterlichamen op het kabeltracé.

KRW-gebied	Water type	Status
Hollandse Kust (NL95_3A)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Noorseekanaal (NL87_1)	Zwakke Brakke wateren (M30)*	Kunstmatig
Waterdelen Westerduinen/PWN (NL12_810)	Grote ondiepe gebufferde plassen (M14)	Kunstmatig
Waterdelen Duingebied Zuid NHN (NL12_820)	Grote ondiepe gebufferde plassen (M14)	Sterk veranderd

Uit de activiteiten beschrijving (hoofdstuk 2) komt naar voren dat het tracé voor het grootste deel door middel van boringen onder de grond gelegd wordt. De in- en uitgang van de boringen zijn weergegeven als zwarte punten in Figuur 11. De in- en uitredepunten van alle boringen liggen buiten de KRW-waterlichamen. Dit geeft op de in- en uitredepunten verstoring, maar deze liggen buiten de KRW-waterlichamen. Voor deze waterlichamen zelf geldt daarom dat er niet direct in het waterlichaam een activiteit plaats vindt. Er is dus geen significant effect op de ecologische kwaliteit van de KRW-waterlichamen.

De boringen gaan ook onder de watergangen door, hierdoor worden de waterlichamen zelf niet gestoord. Dit betekent dat er alleen in het waterlichaam Hollandse kust (NL95\_3A) sprake is van mogelijke verstoring voor KRW-doelstellingen

## 4.2.2 KRW-doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd op de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. Ook is de huidige chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en de prognose voor 2021 en 2027 beschikbaar. Deze gegevens zijn voor de Hollandse kust weergegeven in Tabel 14 en Tabel 15.

Regels met NVT (niet van toepassing) geven aan welke parameters niet toepasbaar zijn voor dat watertype. Deze informatie is afkomstig uit factsheets, beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat. Dit betekent echter dat voor de Hollandse kust alleen de fysisch-chemische parameters; DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang zijn. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de deelmaatlaten fytoplankton en vis van belang.



Tabel 14: Laatste bekende toestand van de fysisch-chemische parameters en de prognose voor 2021 en 2027.

Fysisch-chemische parameters	Hollandse kust (NL95_3A)		
	2015	Prognose 2021	Prognose 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Ontoereikend	Ontoereikend	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 15: Laatste bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten en de prognose voor 2021 en 2027.

Ecologisch Kwaliteitselement	Hollandse kust (NL95_3A)		
	2015	Prognose 2021	Prognose 2027
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Waterflora	NVT	NVT	NVT
Macrofauna	Matig	Matig	Matig
Vis	NVT	NVT	NVT

## 4.3 Effectbeschrijving

Van de activiteiten genoemd in hoofdstuk 2 heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op KRW-maatlaten in het gebied Hollandse Kust (NL95\_3A). Hieronder worden de effecten beschreven ten gevolge van de activiteiten die mogelijk invloed hebben op de KRW-score. Dit zijn, zoals weergegeven in hoofdstuk 4.2.2, voor de chemische maatlat (DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging) en de ecologische maatlat (fytoplankton en Macrofauna).

Voor het bepalen van de effecten van slib is middels het numerieke rekenmodel Delft3D de slibverspreiding bij de bagger- en graafwerkzaamheden voor een aantal scenario's gesimuleerd. De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen (van der Baan; van Til, 2018). Deze beschouwing is echter zeer uitgebreid gedaan voor de KRM en terug te vinden onder hoofdstukken 3.2.1 en 3.2.2. In dit hoofdstuk, specifiek in 3.2.1.2, zijn ook de effecten van vertroebeling op primaire productie omschreven.

Ook geluid als verstoring kan een significant effect hebben op de KRW maatlaten. Deze effecten zijn ook uitvoerig beschreven in de KRM en terug te vinden in paragraaf 3.2.4 en 3.2.5.

## 4.4 Toetsing

### 4.4.1 Effectbeoordeling chemische kwaliteit

Binnen het KRW-lichaam Hollandse Kust (NL95\_3A) vinden wel activiteiten plaats, het gaat hier met name om het ingraven van kabels. Hierbij vindt er geen emissies van schadelijke stoffen naar het water plaats. Door de ingraafwerkzaamheden wordt de bodem beroerd, eventuele opgeslagen schadelijke stoffen kunnen hierbij wel vrijkomen. In de ondiepe zone van de kust ligt alleen fijn zand. De Noordzee is echter een dynamisch gebied waarin erosie en sedimentatie van de bovenste zandlagen continue plaatsvindt. De uitwisselingen van stoffen met de waterkolom gebeurt daarom ook onder natuurlijke omstandigheden. Het

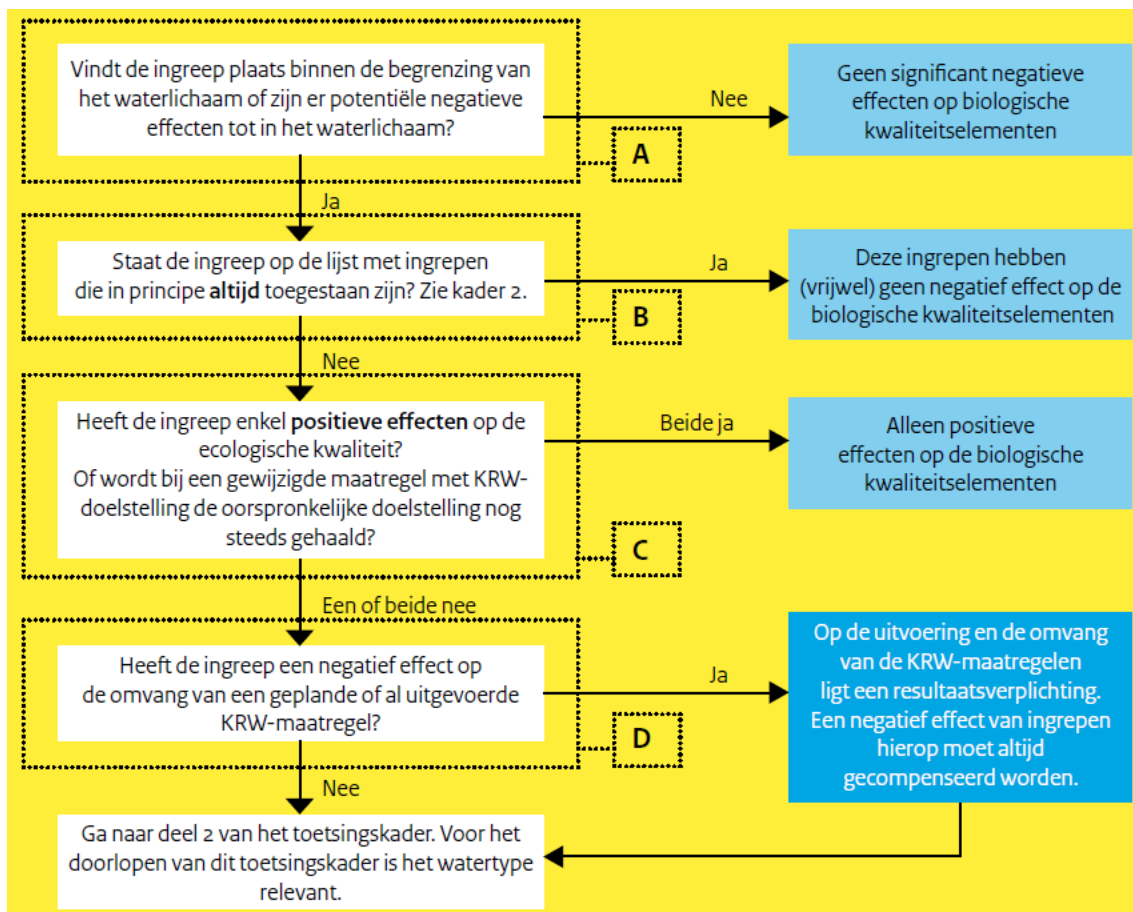
aanleggen van de kabels zou daarom hooguit kunnen leiden tot een tijdelijke en beperkte toename van emissies. Dit zal naar verwachting niet leiden tot een nadelig effect voor de chemische toestand van het waterlichaam.

Bij de aanleg van de zeekabels komt materiaal vrij bij het baggeren en trenchen. vertroebeling leidt tot minder doorzicht in de waterkolom waardoor primaire productie, (verminderde fytoplankton productie) optreedt. Dit heeft ook een verminderde zuurstofhuishouding (zuurstofverzadiging) tot gevolg. Naar verwachting treedt dit effect zeer plaatselijk en lokaal op en zal het na afloop van de werkzaamheden geen nadelig effect hebben op de chemische waterkwaliteit.

De werkzaamheden zullen geen effect hebben op de watertemperatuur en DIN van de Hollandse kust.

#### 4.4.2 Effectbeoordeling ecologische kwaliteit

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden op de doelstellingen voor de biologische waterkwaliteit wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. Deze bestaat uit een algemeen en een watertype-specifiek deel. Het algemene deel van het toetsingskader bestaat uit een beslisschema (Figuur 32).

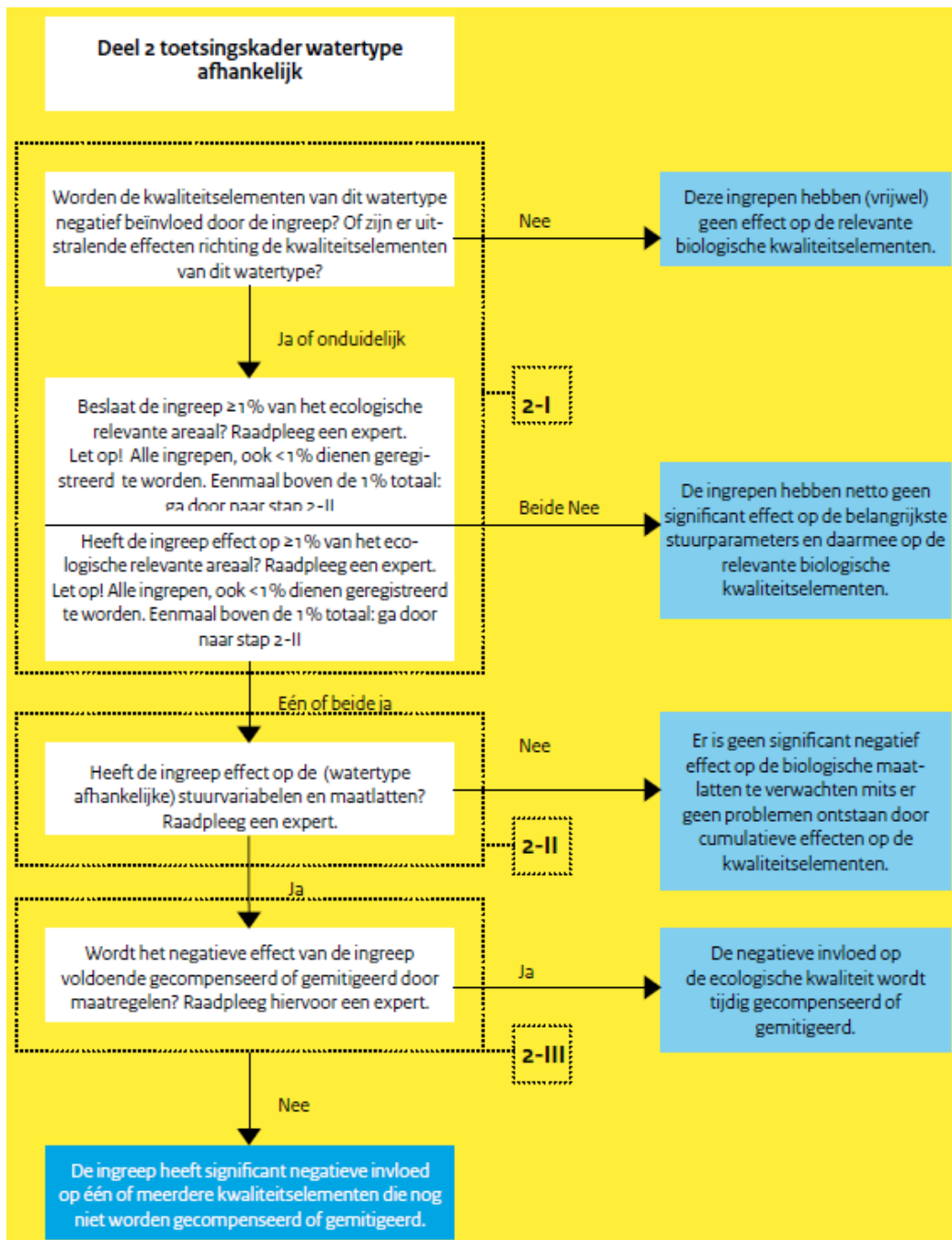


Figuur 32: Beslisschema ecologie (algemeen) uit het Toetsingskader waterkwaliteit.

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 32) wordt doorlopen voor Hollandse Kust blijkt:

- Dat de ingrepen plaatsvinden binnen de waterlichamen Hollandse kust.
- Het leggen van kabels en leidingen waarbij primaire wateringen worden gekruist (Hollandse kust I) geen vergunningsvrije activiteiten voor ondergeschikt ecologisch belang zijn.
- De ingreep niet uitsluitend positief is voor de waterkwaliteit.
- Het aanleggen van kabels en leidingen heeft geen negatief effect op de geplande of reeds uitgevoerde KRW-maatregelen, gebaseerd op de Factsheets NL95\_3A (2016-2021).

Hieruit blijkt dat er wel mogelijke negatieve effecten zijn op de ecologische doelstellingen van het waterlichaam. Daarom moet er ook naar de specifieke effecten worden gekeken. Deze beoordeling is deel 2 van het toetsingskader waterkwaliteit (Figuur 33) en wordt per waterlichaam doorlopen.



Figuur 33: Beslisschema ecologie (watertype-specifiek) uit het Toetsingskader waterkwaliteit

#### 4.4.2.1 Hollandse Kust (NL95\_3A)

Op basis van deel 1 van het beslisschema blijkt 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 kwaliteitselementen 'Fytoplankton' en 'Macrofauna' op basis van de Passende Beoordeling en de Potentieel Areaal kaarten van RWS.

- Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is beperkt. Hierdoor zijn de effecten beperkt worden en zal er geen significant effect zijn die de ecologische KRW-maatlat beïnvloedt.

- Op basis van de potentiaal areaal kaart voor macrofauna van RWS geconcludeerd dat het onbekend is of deze locatie potentieel areaal is voor macrofauna.
- In overgangs- en kustwater is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. Omdat er geen permanente schade optreedt aan habitat en er dus geen verlies van habitat is voor macrofauna t.o.v. de huidige situatie heeft de aanleg van de kabels in de Hollandse Kust (NL95-3A) geen effect top de KRW deelmaatlat macrofauna.
- Significante effecten van continu onderwatergeluid op (trek-)vissen zijn niet te verwachten.

## 4.5 Conclusie

Met betrekking tot de KRW-gebieden Wijk aan zee (NL12\_810 waterdelen Westerduinen / PWN en NL12\_820 waterdelen duingebied Zuid NHN) en het Noordzeekanaal (NL87\_1) zijn er geen nadelige effecten gevonden doordat de boringen onder de KRW-gebieden door lopen.

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Hollandse Kust (NL95\_3A) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de chemische kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit kan er beperkte invloed zijn op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Met betrekking tot fytoplankton en macrofauna zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Effecten die potentieel optreden zijn van tijdelijke aard en zullen ook om die reden geen nadelig effect hebben op de hoeveelheid potentieel areaal voor fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de ecologische KRW-maatlat van het waterlichaam.

## 5 BEHEER- EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN

### 5.1 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 en;
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functie vervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 4) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

### 5.2 Effectbeschrijving

Van de vijf onderdelen genoemd in hoofdstuk 2 heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW. De aanleg van kabels zal met name effect hebben op de primaire productie en op trekvisserij. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door geluid en verdroging. Omdat het effect op primaire productie al wordt behandeld in de KRM (Paragraaf 3.2.1.2) en het effect van vertroebeling op trekvisserij en de hinder van geluid als zijn besproken in de toetsing KRM (Hoofdstuk 3, Paragraaf 3.2.1, 3.2.5.3), wordt hier alleen het effect van verdroging nog behandeld.

#### 5.2.1 Verdroging

##### Omschrijving

Verdroging kan optreden wanneer voor de boringen bronbemaling toegepast wordt. Daarnaast kan de aanwezigheid van objecten onder de grond van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging tevens tot vermisting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al. 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Verdroging treedt alleen op in de aanlegfase wanneer bij boorlocaties en aansluitpunten bronbemaling noodzakelijk is. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige versturende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

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/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

### **Reikwijdte**

Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door de bronbemaling (Arcadis 2018). 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 van tien dagen bemalen, wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal circa 175 meter van de bemalingslocatie.

### **Geen effecten**

Uit de modelberekeningen blijkt dat in en rondom de Rijkswateren nergens bemaling noodzakelijk is, die leidt tot een grondwaterstanddaling in het Natura 2000-gebied. In de duinen bevindt het grondwater (de GHG of Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) zich dieper onder het maaiveld dan de benodigde drooglegging. Bemaling is mogelijk alleen noodzakelijk bij het aansluitpunt op het strand. Omdat de mofput hier onder de vloedlijn ligt, heeft de zee een zeer grote invloed. Bij vloed staat de mofput onder water (en is bemaling niet mogelijk). Alleen bij eb kan bemalen worden. De mofput kan tijdelijk drooggelegd worden, maar door de grote invloed van de zee is geen sprake van een noemenswaardige grondwaterstanddaling in de omgeving.

## **5.3 Toetsing**

### **5.3.1 Voorkomingen waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste**

Het voornemen 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 verdroging leidt.

### **5.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.**

Het Nationaal Waterplan kent verschillende gebruiksfuncties aan de Rijkswateren toe 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).

Voor het de Noordzee gelden de volgende functies:

- Natuur
- Olie en gaswinning
- Windenergie
- Winning bouwgrondstoffen
- Visserij
- Recreatie (duikers, sportvissers en andere watersporten)
- Militair oefengebied

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

## **5.4 Conclusie**

Met betrekking tot de rijstwateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

## 6 REFERENTIES

- Arcadis (2016) Passende Beoordeling Net op Zee Borssele. C05058.000050. Zwolle
- Arcadis (2018) Indicatief bemalingsadvies Net op Zee, Hollandse kust (noord) en (Noordwest/west) Achtergronddocument voor grondwatereffecten kabelaanleg en transformatorstation op land.
- Becker PH, Ludwigs J-D (2004) Sterna hirundo Common Tern. BWP Updat 6:91–137.
- Beijersbergen R (2016) Reizen langs de waterkant.
- Bijkerk R (1988) Ontsnappen of begraven blijven. Groningen
- Bjerselius R, Li W, Teeter JH, Seelye JG, Johnsen PB, Maniak PJ, Grant GC, Polkinghorne CN, Sorensen PW (2000) Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey ( *Petromyzon marinus* ) function as a migratory pheromone. Can J Fish Aquat Sci 57:557–569. doi: 10.1139/f99-290
- Bos OG, Griffioen AB, van Keeken OA, Winter H V, Gerla DJ (2018) Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016. Wageningen Marine Research
- 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. J Mar Sci Eng 4:18. doi: 10.3390/jmse4010018
- Breine J, Van Thuyne G (2014) Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014.
- Brennkmeijer A, Stienen EWM (1992) Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*).
- 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. Wageningen
- 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.). Estuar Coast Shelf Sci 150:271–280.
- Capuzzo E, Lynam CP, Barry J, Stephens D, Forster RM, Greenwood N, McQuatters-Gollop A, Silva T, Leeuwen SM, Engelhard GH (2018) A decline in primary production in the North Sea over 25 years, associated with reductions in zooplankton abundance and fish stock recruitment.
- Cattrijsse A (1997) Vissen in troebel water. Gent
- Compendium voor de Leefomgeving (2014) Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving.
- Consulmij (2007) Ecologische effectenstudie. Deelrapport 2. Ten behoeve van de MER's en de PB's voor de verdieping en uitbreiding van de Eemshaven en de verruiming van de vaarweg Eemshaven - Noordzee.
- Coolen JWP, Lengkeek W, Lewis G, Bos OG, 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. Mar Biodivers Rec 8:e140. doi: DOI: 10.1017/S1755267215001165
- de Groot SJ (1979) An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. Ocean Manag 5:211–232.
- De Jong C, Binnerts B (2018) Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115).



- De Robertis A, Ryer CH, Veloza A, Brodeur RD (2003) Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Can J Fish Aquat Sci* 60:1517–1526. doi: 10.1139/f03-123
- Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J (1996) Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona
- Deltares (2012) Modelberekeningen slib en primaire productie Achtergrondrapport MER winning suppletiezand Noordzee 2013 t/m 2017.
- Dodson JJ, Leggett WC (1974) Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad ( *Alosa sapidissima* ) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *J Fish Res Board Canada* 31:1607–1619.
- 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. Haren
- Fijn, R.C., F.A. Arts, B.W.R. Engels, J.W. de Jong, M.P. Collier, A. Gyimesi, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly PAW (2016) Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016.
- Fisher C, Slater M (2010) Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.
- Gill AB, Gloyne-Philips I, Neal KJ, Kimber JA (2005) COWRIE 1.5 The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review.
- Gill AB, 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.
- Heinis F (2015) Offshore windenergiegebied Borssele Effecten van aanleg van kavel III en IV op zeezoogdieren.
- Hoogeboom BP, Rotmensen GJ (1998) De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RAapport IRKZ-98.013. Middelburg
- International Maritime Organisation (2018) Anti-fouling systems. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx>. Accessed 1 May 2018
- Jak RG, Tamis JE, van Bemmelen RSA, van Duin WE, Geelhoed SC V (2011) Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone: van doelen naar opgaven voor natuurbescherming. IMARES
- Jørgensen JM (1980) The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zool* 61:87–92.
- Kelly FL, King JJ (2001) A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): a context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. In: *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*. JSTOR, pp 165–185
- Kiorboe T, Mohlenberg F, Nohr O (1981) Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Mar Biol Ecol* 61:283–286.
- Kirschvink JL, Dizon AE, Westphal JA (1986) Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *J Exp Biol* 120:1–24.

- Kjelland ME, Woodley CM, Swannack TM, Smith DL (2015) A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environ Syst Decis* 35:334–350. doi: 10.1007/s10669-015-9557-2
- Kottelat M, Freyhof J (2007) Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat
- Maes J, Ollevier FP (2005) Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik.
- Maes J, Taillieu A, Van Damme PA, Cottenie K, Ollevier F (1998) Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuar Coast Shelf Sci* 47:143–151.
- 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. *Estuar Coast Shelf Sci* 75:151–162. doi: 10.1016/j.ecss.2007.03.036
- Maes J, Stevens M, Breine J (2008) Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia* 602:129–143.
- Maitland PS (1980) Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Can J Fish Aquat Sci* 37:1944–1952.
- Maitland PS, Hatton-Ellis TW (2003) Ecology of the Allis and Twaite Shad. *Conserving Natura*. 2000.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken (2012) Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat R (2015) Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saefinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021.
- Parsley MJ, Popoff ND, Romine JG (2011) Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North Am J Fish Manag* 31:1–11.
- Rijksoverheid (2018) Actualisatie Mariene Strategie deel 1. <http://platformparticipatie.nl/projecten/alle-projecten/projectenlijst/actualisatie-mariene-strategie-deel-1/ontwerp-deel-1/documenten/index.aspx>. Accessed 17 May 2018
- Rijkswaterstaat Ontwerpkavelbesluit V windenergiegebied Hollandse Kust (noord)e.
- RIVM (2013) RICHTLIJN 2000/60/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD| Bijlage X.
- RIVM (2017) Risico's van stoffen| KRW.
- RWS (2016) Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021.
- Skóra M, Sapota M, Skóra K, Pawelec A (2012) Diet of the twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanol Hydrobiol Stud* 41:24–32.
- Stienen EWM, Brenninkmeijer A (1992) Ecologisch profiel van de visdief (*Sterna hirundo*). Arnhem
- STOWA (2012) REFERENTIES EN MAATLATTEN VOOR NATUURLIJKE WATERTYPEN VOOR DE KADERRICHTLIJN WATER 2015-2021.
- Teilmann J, Carstensen J, Skov H (2002) Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs ( porpoise detectors ) Technical report.
- Tricas T (2012) Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranch and other marine species.

- van der Baan, Jos; van Til S (2018) NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN (WEST ALPHA)|Slibmodelleerstudie.
- Van der Baan J, Van Til S (2018) NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN (WEST ALPHA) Slibmodelleerstudie (project nummer C0505.000084).
- Van der Stap T, Coolen JWP, Lindeboom HJ (2016) Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity.
- Werner D, Hale SE, Ghosh U, Luthy RG (2010) Polychlorinated Biphenyl Sorption and Availability in Field-Contaminated Sediments. *Environ Sci Technol* 44:2809–2815.
- Wilber DH, Clarke DG (2001) Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North Am J Fish Manag* 21:855–875. doi: 10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2
- Zoeger T, Dunn JR, Fuller M (1981) Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science* (80- ) 213:892–894.

## BIJLAGES

## BIJLAGE A TYPICAL INSTALLATION METHODS HOLLANDSE KUST (NOORD) EN HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA)

<b>PROJECT LEADER</b>	Jeroen van Haeren	<b>DATE</b>	June 22, 2018
<b>CLIENT</b>	Licensing team HKN & HKW Alpha	<b>VERSION</b>	0.6
<b>AUTHOR</b>	Peter van Velzen; Jeroen Achterberg	<b>VERSION DATE</b>	June 22, 2018
<b>DEPARTMENT</b>	NLO - Offshore	<b>STATUS</b>	Draft
	<b>PAGE</b>		1 of 59

## Typical Installation Method HKN & HKW Alpha

Overview of the possible installation methods of the HKN & HKW Alpha offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
01	26-07-2017		EMO	-
02	11-08-2017		EMO	FT, MH, GDL, MKR, JEA
03	20-09-2017		EMO	JEA, PVV, FT, MH
04	25-09-2017		EMO	JEA, WSN, PVV
05	22-11-2017		EMO	
06	22-06-2018	Updated for licence purpose	PVV & JEA	WSN, EMO, MH, FT

<b>1. Introduction</b>	<b>5</b>
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method:	7
1.3 Reading guide	7
<b>2. Offshore grid connection overview</b>	<b>8</b>
2.1 Offshore grid connection	8
2.2 Offshore platform (A)	8
2.3 Transition joint (i)	9
2.4 Land station (B)	9
2.5 Onshore 380 kV substation (C)	9
2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)	9
2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)	10
<b>3. Offshore grid components design</b>	<b>11</b>
3.1 HVAC cables	11
3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable	11
3.1.1 HVAC 220 kV land export cable	11
3.1.2 HVAC 380 kV land cable	12
3.2 Platform design	12
3.3 Land station design	13
<b>4. Burial depth at sea</b>	<b>14</b>
4.1 Burial depth requirements	14
4.2 Long term seabed mobility	14
4.3 Short term seabed mobility	15
<b>5. Installation preparations offshore</b>	<b>17</b>
5.1 Initial route survey	17
5.2 UXO and archaeological survey	17
5.3 Route survey	17
5.4 Detailed route engineering	18
5.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	18
5.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	19
5.5.2 Non pre-detected cables	19
5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	20
5.6.1 Minimising dredging by route engineering	20
5.6.2 Pre sweep (dredge) profile design	20
5.6.3 Pre Sweeping mobile seabeds	20
5.7 Pre-trenching run	21
5.8 Pre cutting	21

<b>6. Installation of onshore cables</b>	<b>22</b>
6.1 Onshore cable routeing	22
6.2 Cable trench design	22
6.3 Open trench installation	23
6.4 Transition joint	24
6.5 Cross bonding Land Cable sections	25
6.6 Horizontal directional drilling	27
6.6.1 HDD installation tools	29
<b>6.7 Fibre optic cable</b>	<b>31</b>
<b>7. Installation of cables offshore</b>	<b>32</b>
7.1 Site description	32
7.2 Installation method	32
7.3 Trenching tools	34
7.3.1 Jet sledge	34
7.3.2 ROV jet trencher	35
7.3.3 Chain cutter	36
7.3.4 Cable plough	37
7.3.5 Mass flow excavation	38
7.4 Additional trenching tools	39
7.4.1 Vertical injector	40
7.4.2 Vibration plough	42
7.5 Dredging	42
<b>8. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets</b>	<b>44</b>
8.1 Cable detection survey	44
8.2 In Service assets	44
8.2.1 Crossing structures	44
8.2.2 Outer rock layer	48
<b>9. Post installation activities offshore cables</b>	<b>49</b>
9.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	49
9.2 Post lay protection of cable segments	49
9.3 As built survey	49
<b>10. Operational phase offshore cables</b>	<b>50</b>
<b>11. Decommissioning offshore cables</b>	<b>51</b>
11.1 Cables	51
11.2 Crossing structures	51
<b>12. Offshore platform</b>	<b>52</b>



12.1	Offshore platform design	52
12.1.1	<i>Lay-out</i>	52
12.1.2	<i>Electrical installation</i>	52
12.1.3	<i>Safety and environment</i>	52
12.1.4	<i>Access</i>	52
12.1.5	<i>Approximate dimensions and weight</i>	53
12.2	Installation of the offshore platform	53
12.2.1	<i>Preparations before installation</i>	53
12.2.2	<i>Jacket installation and piling</i>	54
12.2.3	<i>Topside installation</i>	55
12.2.4	<i>Post installation works</i>	56
12.3	Operational phase of the offshore platform	56
12.4	Decommissioning of the offshore platform	56
<b>13.</b>	<b>Land station</b>	<b>57</b>
13.1	Design	57
13.1.1	<i>Lay-out</i>	57
13.1.2	<i>Electrical Installation</i>	57
13.1.3	<i>Safety and environment</i>	57
13.1.4	<i>Access</i>	58
13.1.5	<i>Buildings</i>	58
13.2	Construction phase	58
13.3	Operational phase	58
13.4	Decommissioning	59

# 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 three wind farm zones lies offshore from the coast of the province of North-Holland and is referred to as the Hollandse Kust (noord) Wind Farm Site (from here on denoted as HKN). The wind farm site will be connected to the onshore grid either in substation Beverwijk or substation Vijfhuizen. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.



Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKN windfarm to the onshore grid

Initially the project only consist of the HKN wind park project as described above and shown in Figure 1 as part of "Routekaart 2023". During the initiation phase of the HKN project, "Routekaart 2030" was launched including wind park Hollandse Kust West (HKW). As optimization (mainly in route of the cables), the northern part of HKW called Hollandse Kust West Alpha (HKW Alpha) will be developed together with the HKN project.

The final route option (VKA = Voorkeursalternatief) and cable route between HKW Alpha and HKN are shown in Figure 2 and consist of the following 5 elements:

- Two offshore transformer platforms to receive the power generated by the wind turbines;
- Four cable systems at sea, 2 per offshore platform;
- Four transition joint constructions at the beach to connect the offshore cable and land cable sections;
- One transformer station at Tata Steel.
- Four land cable sections to connect to the high voltage land station Beverwijk;

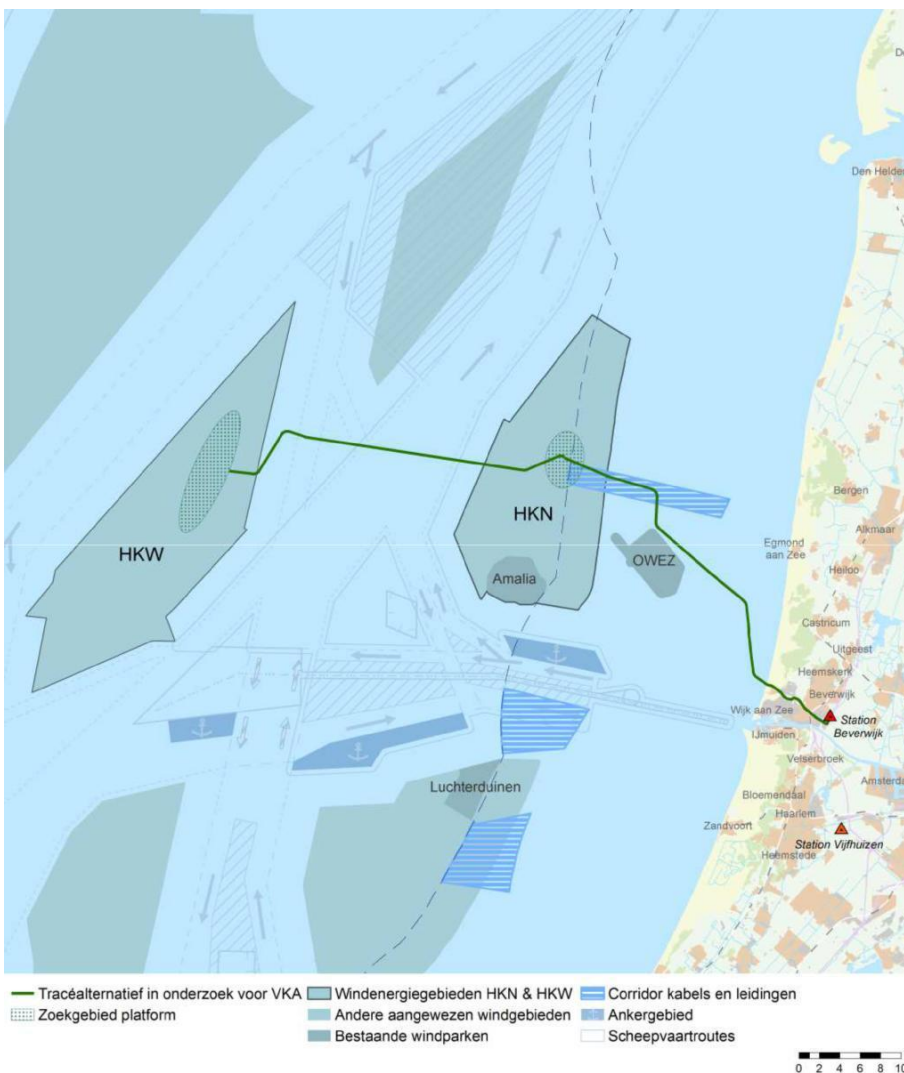


Figure 2 "Voorkeursalternatief" and HKW Alpha cable routes

## 1.2 Purpose of the typical installation method:

The typical installation method outlines the possible installation methods, possible installation tools and possible characteristics focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It shows a bandwidth of options and impacts, and can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment, Appropriate Assessment and permit applications.

For licensing purposes a 'reasonable worst case scenario' is considered with regards to the environmental impact of the installation. This typical installation method does describe some foreseeable installation options for the various sections of the cable. The worst case scenario considered is part of these installation options described. Both the offshore and onshore cable sections, the offshore platforms, the onshore transformer station and landstation are discussed.

## 1.3 Reading guide

This report outlines the typical installation method for the cable installation of the offshore grid connection of HKN and HKW Alpha.

The report is made up from the following chapters:

- I. Chapter two gives a description of the cable grid connection, its different sections & parts and used definitions;
- 9. Chapter three gives a high-over description on the design of the different cable sections;
- K. Chapter four elaborates on the burial depth of the offshore cables;
- Λ. Chapter five describes the activities that take place prior to the installation of the offshore cables;
- M. Chapter six describes the onshore cable route and possible installation methods;
- N. Chapter seven elaborates on the offshore part of the cable route and the possible installation methods;
- O. Chapter eight describes the offshore crossing of 3<sup>rd</sup> party assets;
- Π. Chapter nine describes the offshore post installation activities;
- Θ. Chapter ten elaborates on the operational phase;
- P. Chapter eleven elaborates on decommissioning;
- Σ. Chapter twelve described the offshore platform;
- T. Chapter thirteen gives an overview of the landstation.

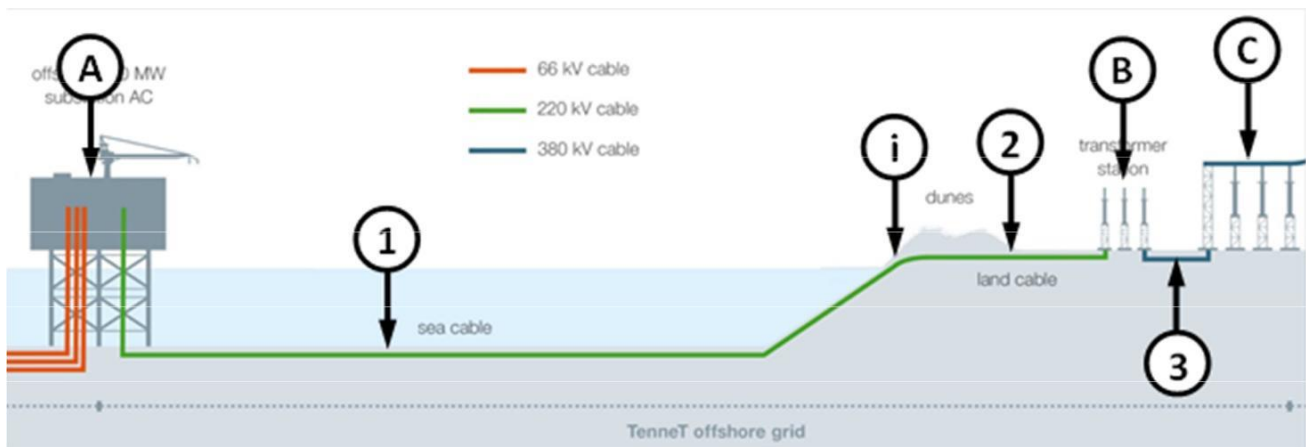
The chapters mentioned above concern only the installation of the 220kV high voltage cables of which the sections are discussed in the next chapter.

## 2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connection and starts with a description of the different parts in paragraph 2.1. The paragraphs after that elaborate on the different cable sections and connection points.

### 2.1 Offshore grid connection

The HKN and HKW Alpha offshore grid connections consists of six main parts as shown in Figure 3. The items 'A' to 'C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'i' is the offshore section and from 'i' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the land station and the onshore 380 kV substation.



**Figure 3 Offshore grid connection**

#### Connection points

- A. Offshore platform
- i. Transition joint
- 2. Land station
- 3. Onshore 380 kV substation

#### Cables

- 1. HVAC 220 kV submarine export cables
- 2. HVAC 220 kV land export cables
- 3. HVAC 380 kV land cable

### 2.2 Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform has a transport capacity of 700 MW plus 8% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

## 2.3 Transition joint (i)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV submarine export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV submarine export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made.

## 2.4 Land station (B)

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

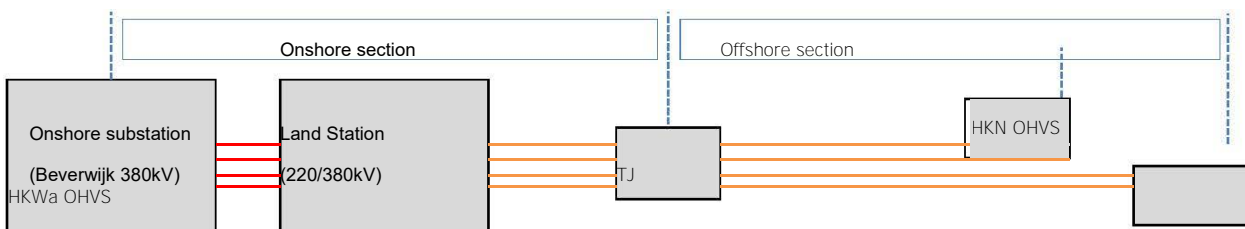
## 2.5 Onshore 380 kV substation (C)

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.

## 2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKN platform to the land station and another two export cable systems are connecting the HKW Alpha platform to the same land station as HKN cable systems. The cable systems of the HKN & HKW Alpha 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: HVAC 220 kV land cables from the HKN & HKW Alpha land station (Beverwijk) up to the transition joint located on or near the beach.
2. Offshore section: HVAC 220 kV submarine cables from the transition joint to respectively the HKN and HKW Alpha platforms.



TJ: Transition Joint (land to sea cable), if applicable

Figure 4 Schematic presentation of the HKN & HKW Alpha export cable systems

## 2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)

The land station will be connected to the 380 kV grid via Beverwijk 380 kV using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and optical fibre).

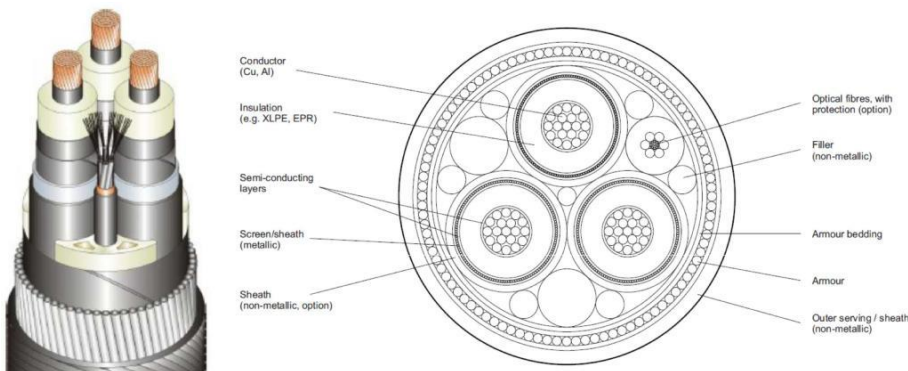
### 3. Offshore grid components design

In this chapter information is provided on the design of the different components / parts of the offshore grid connection.

#### 3.1 HVAC cables

##### 3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable

The HVAC 220 kV submarine export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit. Therefore, both the HKN & HKW Alpha HVAC submarine cable system consists of two 3-core cables. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  is expected to be between 250 and 300 mm. The conductor cross section will approximately be between 800 and 1,600 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper) depending on the local soil conditions. Other important aspects of the cable is a lead screen for each core and spacers between the cores including two or three fibre optical cables and an outer armoring of the three cores consisting of galvanized or stainless steel armoring wires and layer(s) of black polypropylene yarns. A typical cross section of a HVAC 3-core submarine cable is shown in Figure 5.



**Figure 5 Typical 3-core HVAC 220 kV submarine export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)**

##### 3.1.1 HVAC 220 kV land export cable

The HVAC 220 kV land export cable system consist of three single core cables per circuit in a triangular position and thus the HVAC land cable system consists of a total of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  will be between 100 and 150 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 1,600 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a metallic sheath around the core. A typical cross section of a HVAC single core land cable is shown in Figure 6.

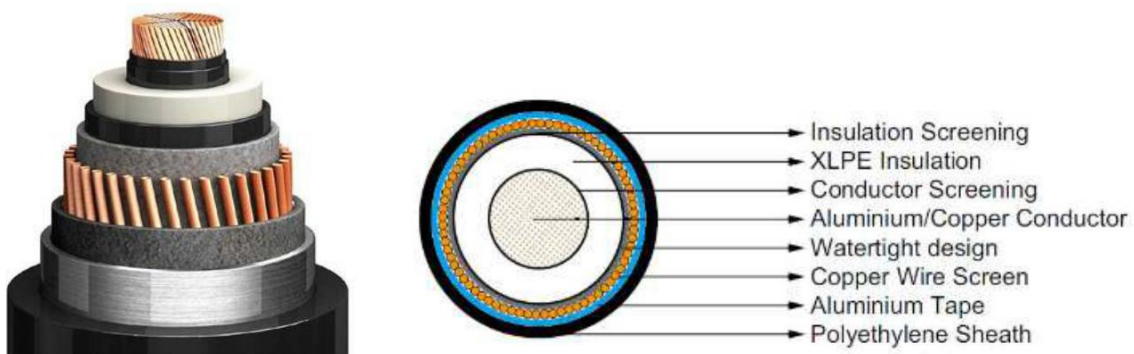




**Figure 6 Typical HVAC 220 kV land export cable**

### 3.1.2 HVAC 380 kV land cable

The HVAC land cable system consist of three single core cables per circuit in flat or a triangular position and a total of two circuits and are operated at 380 kV. The total HVAC land cable system consists thus of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 400 kV (highest voltage for equipment  $U_m$  is 420 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter  $D_o$  is expected to be between 150 and 200 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 2,500 mm<sup>2</sup> and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a lead screen around the core. A typical construction of a HVAC single core land cable is shown in Figure 7.

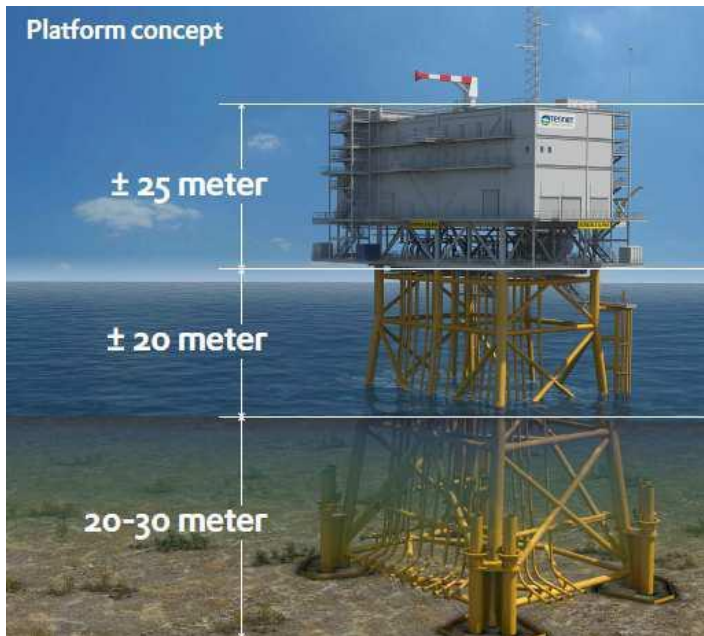


**Figure 7 Typical HVAC land cable**

### 3.2 Platform design

The offshore platform design is based on a standardized 700 MW AC offshore substation which will be applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) and Hollandse Kust (west) projects. This is described in a basic design which contains the design and functional requirements for the platform as well as the design philosophy. Main topics are: the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies) and no helideck provided. The platform auxiliary systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible

during manned maintenance campaigns. Figure 8 shows the standardized 700 MW AC offshore substation concept. More information on the platform can be found in Chapter 12.



**Figure 8 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)**

Local metocean and soil conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure. A shallower water depth (for example for the Hollandse Kust (zuid) platforms in relation to the Borssele platforms) will result in deviating jacket dimensions. Soil conditions will determine the pile dimensions. Additionally, contractors can propose a different jacket design, for example with six legs instead of four as shown in Figure 8. The expected possible deviations are: 1. number of piles: between four and eight, 2. jacket design based on number of piles and water depth (expected range: 20-40 m), 3. J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out. Deviations to the topside will be limited. The jacket will be placed on a scour protection of placed rock. 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. This scour protection is not depicted in the figure above.

### 3.3 Land station design

The design of the land station will be based on the design of the Borssele land station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements. Further details can be found in Chapter 13.

## 4. Burial depth at sea

### 4.1 Burial depth requirements

The 220 kV subsea cables connecting the HKN & HKW Alpha Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats - in particular fishing, 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 HKN & HKW Alpha 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 is 3m below seabed up to 3 km from the low water line and 1m below seabed beyond that line.
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.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils.
5. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable.

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

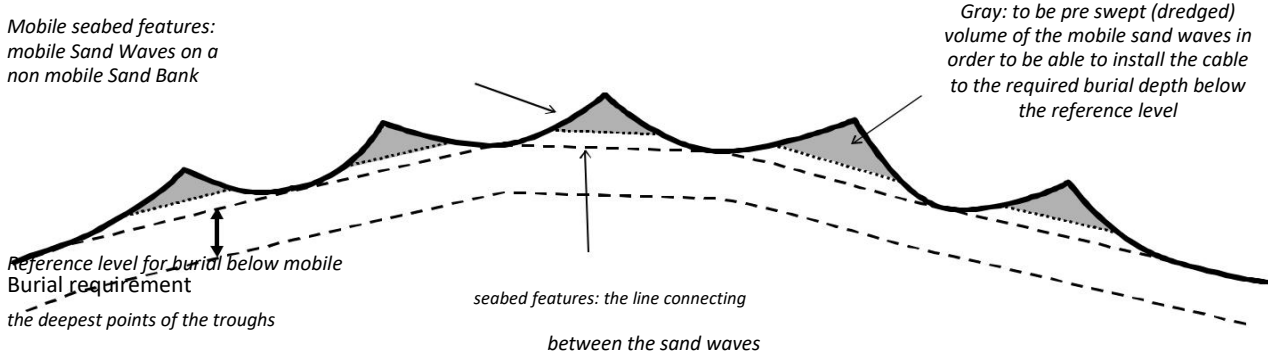
The Depth of Burial will be defined relative to a reference level. This reference level will either be a threat level determined by assessment of slow seabed mobility (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the fast moving seabed features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level).

### 4.2 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. 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 over the cable over its lifetime. Maintenance on the burial depth in the mobile areas cannot be 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.

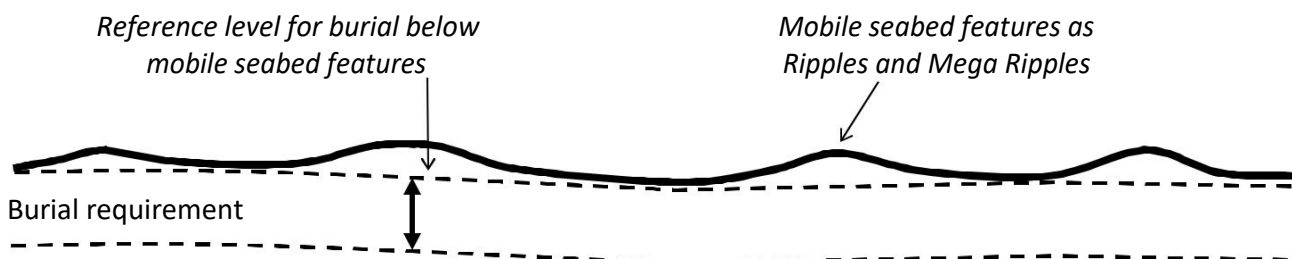


**Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves**

Pre sweeping of a cable installation corridor through areas with mobile sand waves is a proven method to reduce the risk on 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 on 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.

### 4.3 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 HKN cables. To mitigate this threat, the required burial depth of the HKN & HKW Alpha 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 over 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 size in relation to the size of the Mega Ripples.

## 5. Installation preparations offshore

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

### 5.1 Initial route survey

Several route options for the export cables for the HKN & HKW Alpha connections are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected a 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 engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and out-of-service subsea assets. This survey will also be used to identify possible archaeological objects.

### 5.2 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 magneto metric 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 an 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 magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an 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 as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

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

### 5.3 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 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).

## 5.4 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 routeing will be engineered for all cable routes. Objective for the route engineering is to reduce the installation risks as well as risks with regards to future maintenance of the cables by avoiding obstacles as 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 the Chapter 4.

The maximum installation depth will be limited by:

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

## 5.5 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..

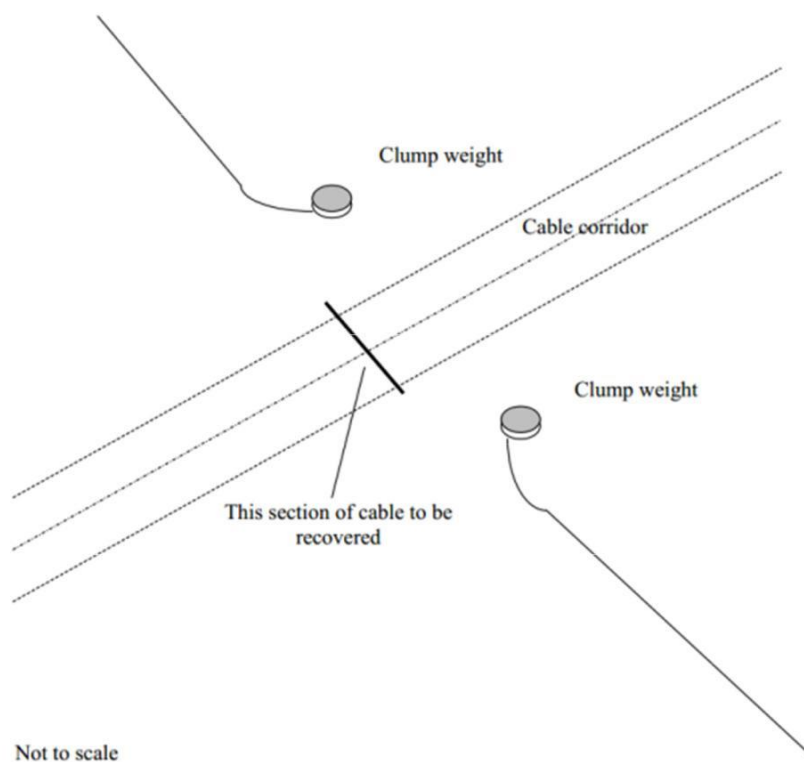
Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a thread for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train 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 3<sup>rd</sup> 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 obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

In case unknown wrecks (not present on current sea-charts) 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.

#### 5.5.1 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 HKN & HKW Alpha 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**

#### 5.5.2 Non pre-detected cables

It cannot be fully excluded that during the installation of the HKN & HKW Alpha cables, unknown and earlier non detected subsea cables/pipelines are encountered during the lay and burial operations. In case such a cable/pipeline would be found, it can be attempted to bury the encountered to a larger depth by jet trenching and to cross with the HKN and/or HKW Alpha cables at the required Depth of Burial. In case this appears not possible, a rock placement will be considered to protect the shallow buried HKN and/or HKW Alpha cables at that location.



## 5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds

### 5.6.1 Minimising dredging by route engineering

As part of the detailed route engineering (see 5.4) the routes for the four individual cables (2 x HKN and 2 x HKW Alpha) will be assessed regarding sand wave mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, 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) 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 pre-sweeping mobile sand waves prior to cable installation with regards minimising maintenance on the Depth of Burial of the cables over their lifetime.

### 5.6.2 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.

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

### 5.6.3 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 besides of 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 back filled 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.

## 5.7 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 on not achieving the required Depth of Burial due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-burial run the same burial tool but without cable will be pulled along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constraints during the pre-burial run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial 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.

## 5.8 Pre cutting

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.

## 6. Installation of onshore cables

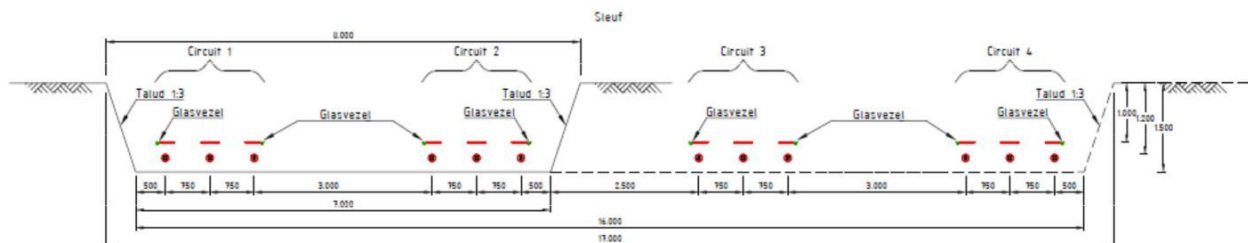
This chapter describes the installation of the 220 and 380 kV onshore cables.

### 6.1 Onshore cable routing

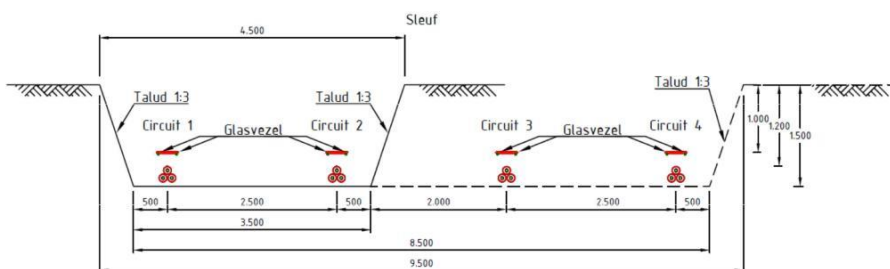
The onshore cable routing starts at the transition joint and ends on the land station for the 220 kV land cables. For the 380 kV land cables the routing starts at the land station and ends on the 380 kV substation Beverwijk. The routing itself can be executed using two installation methods: 1. by digging 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, railroads, bridges, highways, etc.). Open trench is thus always the preferred execution method. The length of individual cables onshore will be 1200 m, connected using joints. Each circuit of 3 phases can have about two fibre optic cables.

### 6.2 Cable trench design

For the open trenching two cable trench configurations are applicable. Figure 12 shows the preferred trench configuration. Figure 13 show the trench configuration which can be applied in case the available space for the cable route doesn't allow for the required space of the preferred trench configuration.



**Figure 12 Preferred trench configuration**



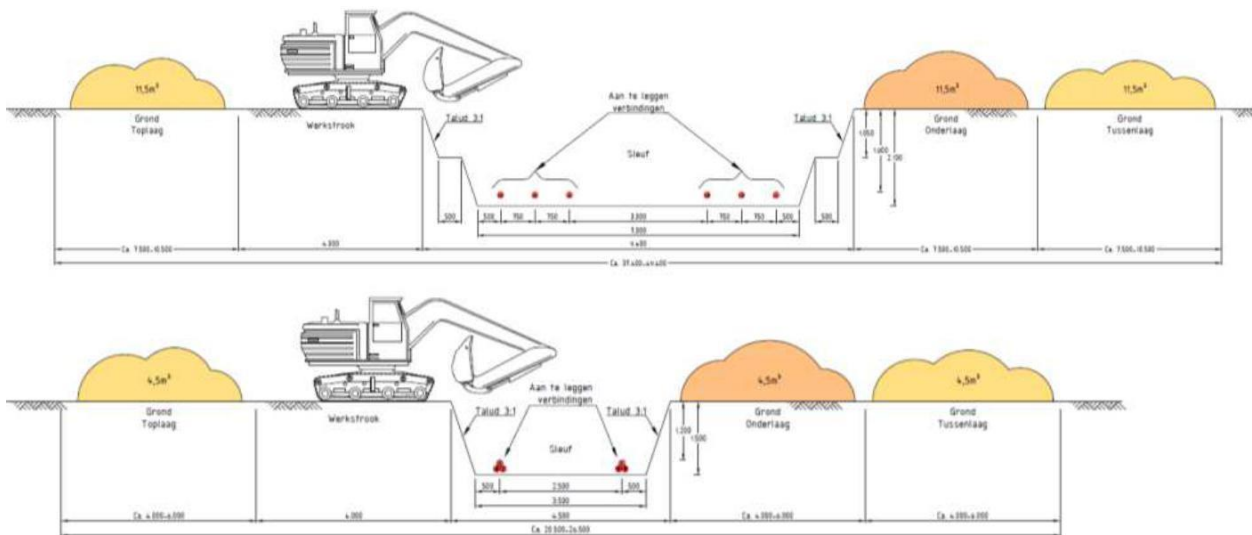
**Figure 13 Trench configuration in case of limited space (triangular configuration)**

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 2.10 m. The width of the trench depends also on the depth of the trench, taking into account a ratio of 1:3 for the sides of the trench.



**Figure 14 Example of a trench using the preferred trench configuration method**

A trench of the required depth and width is dug and if necessary, rainwater and/or groundwater will be pumped out of the trench and discharged on surface water in the direct vicinity in compliance with permit requirements (if applicable). All soil types are stored separately next to the trench. The area on the other side of the trench 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 m (triangular configuration) to 50 m (preferred trench configuration)



**Figure 15 Working area for the two trench types (preferred solution in the upper figure, the triangular configuration in the lower figure).**

### 6.3 Open trench installation

The cables are pulled in using rollers, cable tensioners and winches. The cables will be laid on a bed of stone

free 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. 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 10 weeks per km cable circuit (three single core cables).



Figure 16 Pull in wire and rollers (left), backfilling before cable pull in (middle), typical roller (right)



Figure 17 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)



Figure 18 Open cable trench, after the pull-in of the cables

## 6.4 Transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have 1 transition joint to be made, ie in total 4 transition

joints for the HKN and HKW Alpha 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 10 x 5 m per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the expected seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

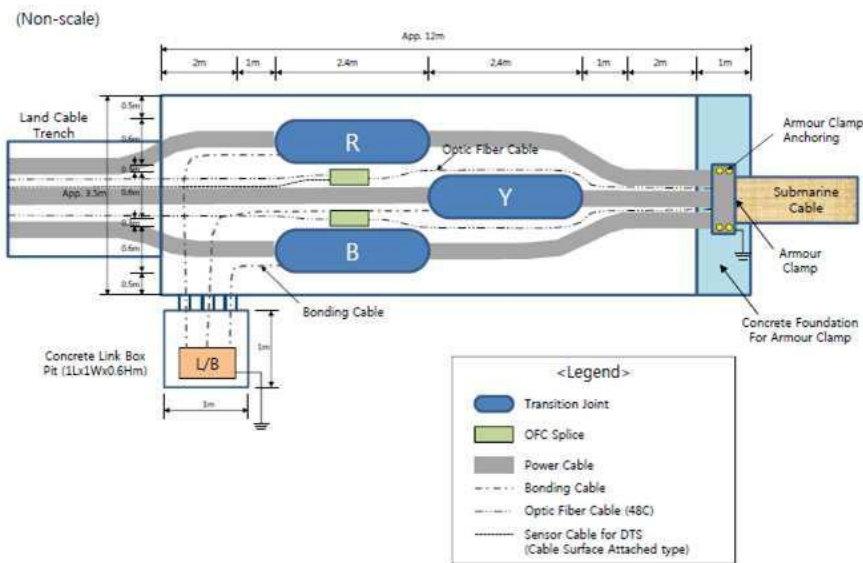


Figure 19 Typical transition joint bay lay-out

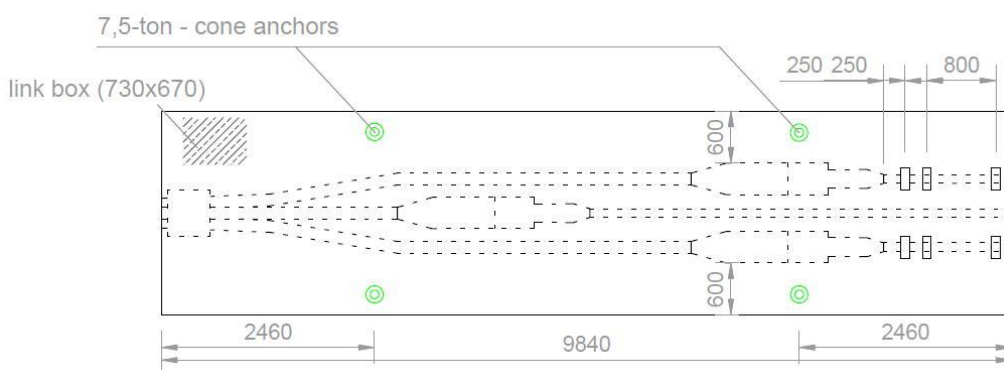


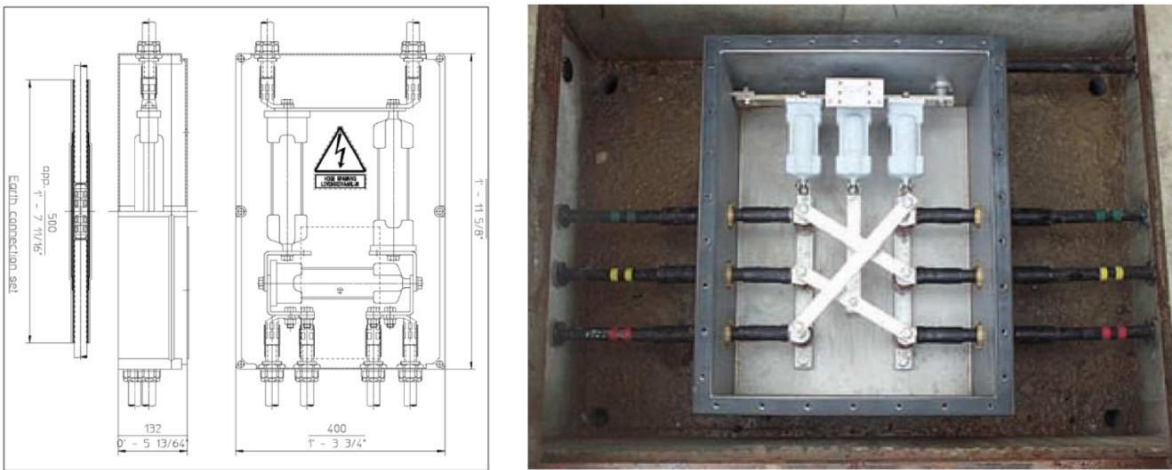
Figure 20 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

## 6.5 Cross bonding Land Cable sections

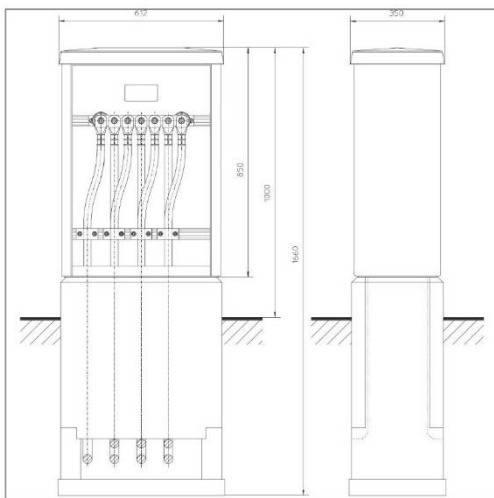
It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum,

the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bond system to function properly, a maximum section length of 2,500 m (defined as 2 cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthsheaths 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 underground cross bonding box can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable 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 (underground)**



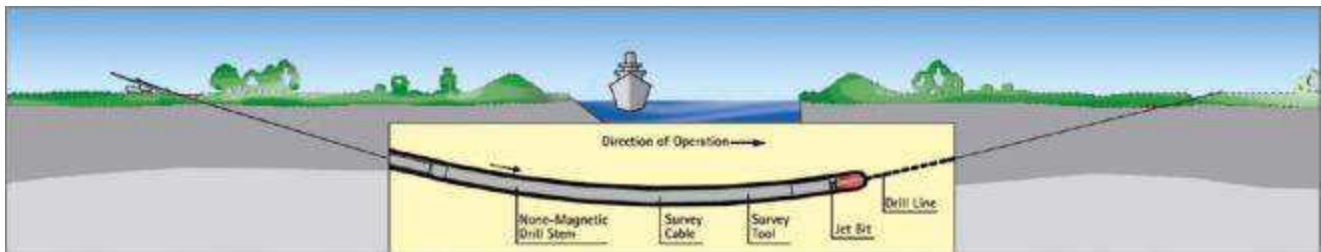
**Figure 22 Typical Earthing box**

## 6.6 Horizontal directional drilling

*This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods like Direct Pipe<sup>®</sup>, micro tunnelling etc. available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.*

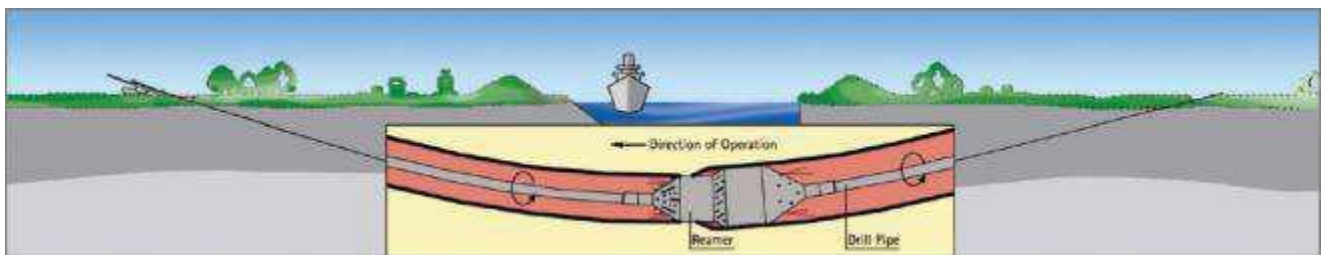
A HDD generally consists of three installation stages:

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.



**Figure 23 First stage of a HDD - pilot drill**

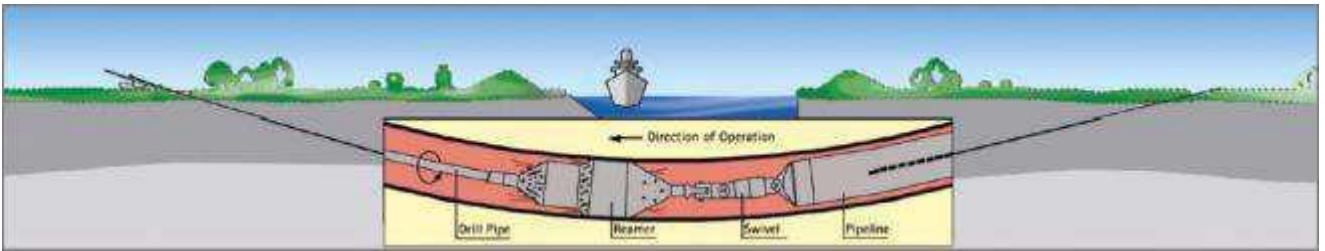
2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter. For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is 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 bore hole 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**

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.





**Figure 25** Third stage of a HDD – pulling of the pip eline

*Text and figures in this paragraph are courtesy of wiki.iploca.com*

After the HDD itself is finalized the conduit 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.

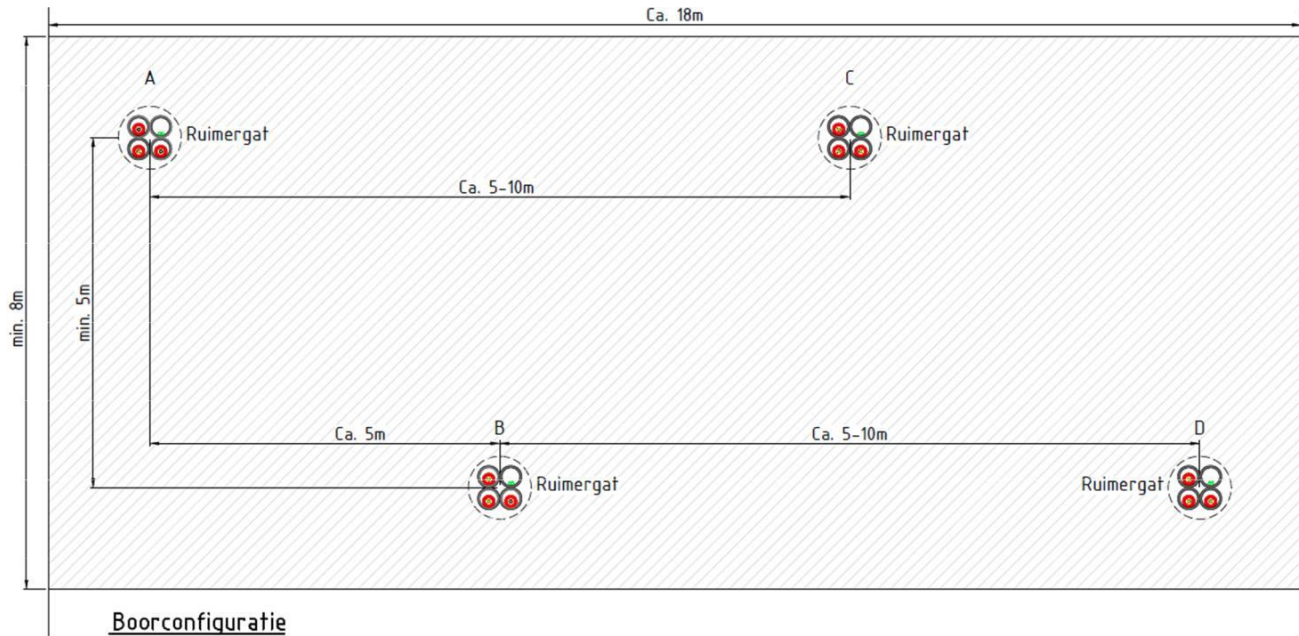


**Figure 26** Example of HDD entry and exit point



**Figure 27** Welding of HDPE ducts

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 28



**Figure 28 Standard HDD configuration**

### 6.6.1 HDD installation tools

For the installation of a 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. Depended on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 29. 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.



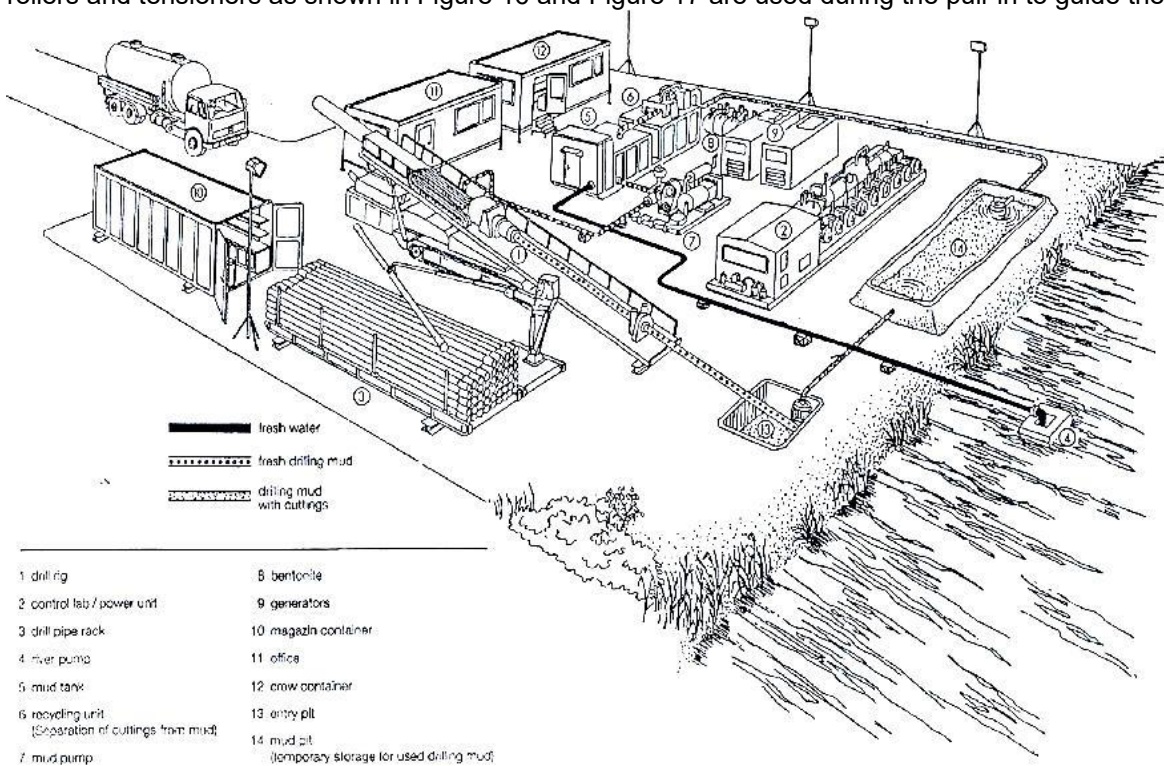
**Figure 29 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig**

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. In general, the size of the required area on the rig side will depend upon the magnitude of the

operation, including length of bore and diameter of pipe to be placed. Typically, a temporary workspace at the entry point of approximately 400 m<sup>2</sup> will be sufficient for a midi (40 tons) rig, while a maxi (100 tons) rig will require approximately 600 m<sup>2</sup>. In the immediate vicinity of the exit point, an area of typically 200 m<sup>2</sup> is required for a midi rig and 225 m<sup>2</sup> for a maxi rig.

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 30, the exit point in Figure 31.

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 16 and Figure 17 are used during the pull-in to guide the cable.



**Figure 30 Example lay-out and equipment of entry point HDD side**

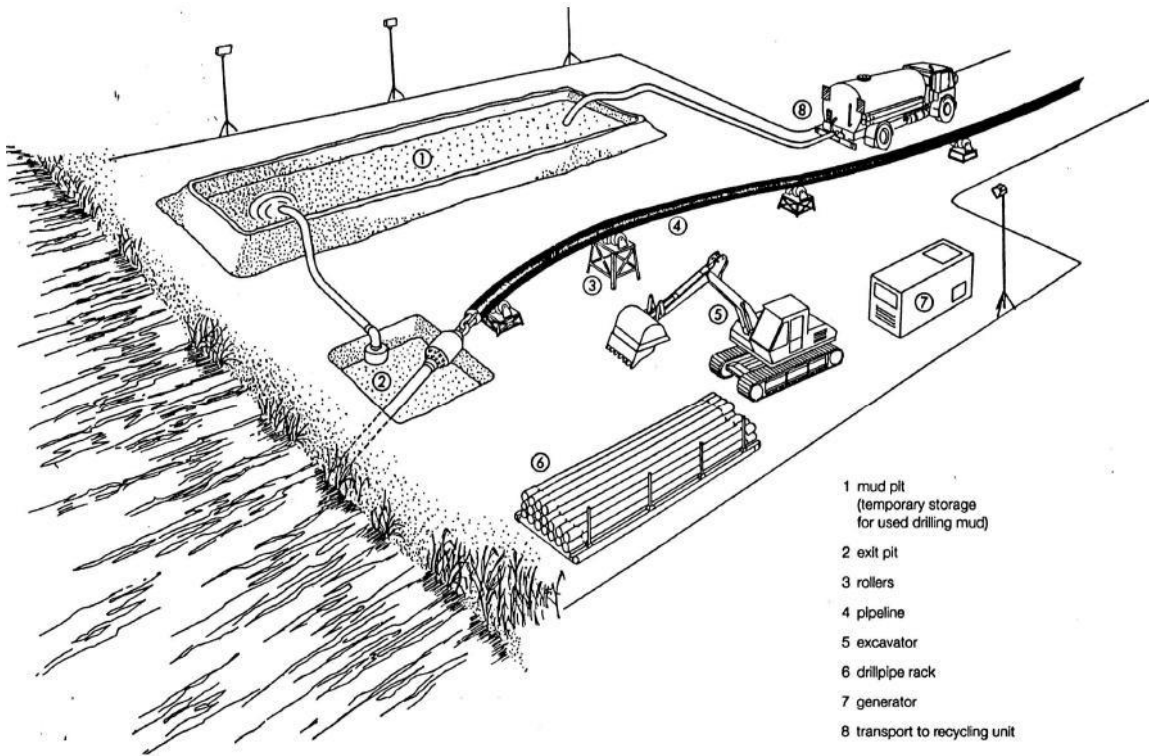


Figure 31 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

## 6.7 Fibre optic cable

The centre cable of each circuit regarding the 220 kV and 380 kV systems, will have a fibre optic cable constructed within a 1-phase cable. This fibre optic cable will be used for wind farm SCADA, communication, protection relays and cable monitoring purposes. Beside these fibre optic cables, two additional glass fibre cable tubes (per cable system) will be installed. The glass fibre cable tubes are meant to be used for safety, platform and wind turbine operations.

## 7. Installation of cables offshore

This chapter describes the installation of the 220 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 HKN offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods offered by the market which can meet the installation requirements.

### 7.1 Site description

The offshore section is the part of the cable route from the transition joint to the offshore substations HKN and HKW Alpha.

The individual cable system separation is 200 meter with a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 m (see Figure 32). For 2 cable systems the total corridor width is thus 1200 m and for 4 cable systems the total corridor width is 1600 m. See also the two figures below.

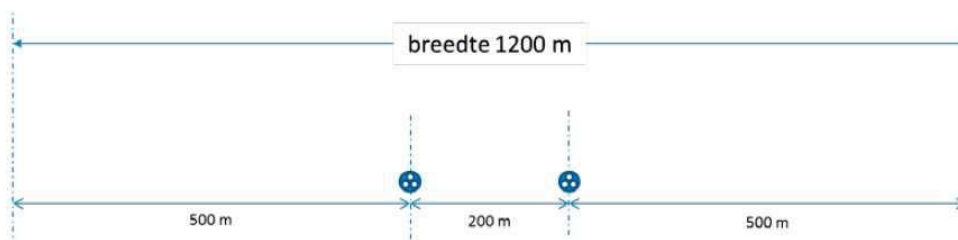


Figure 32 Cable corridor offshore section – 2 cable systems

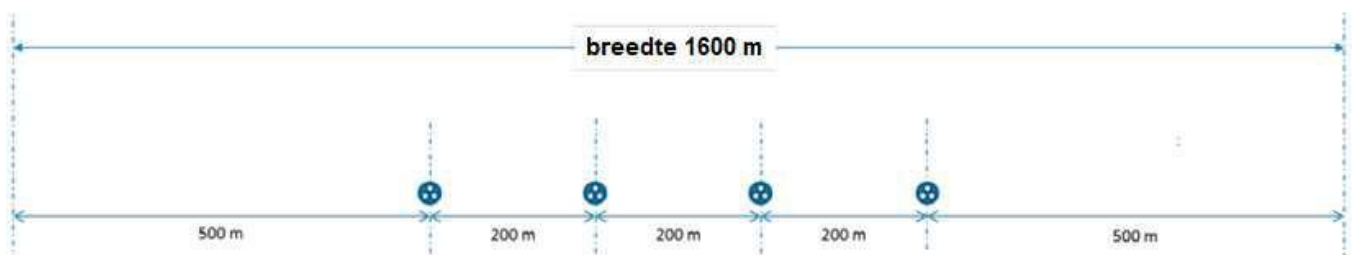


Figure 33 Cable corridor offshore section - 4 cable systems

### 7.2 Installation method

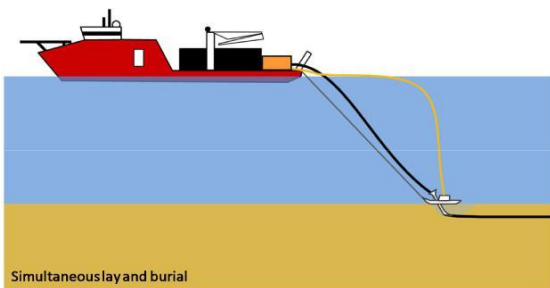
The installation sequence of the 220 kV submarine cables for the offshore route will be either of the following options:

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

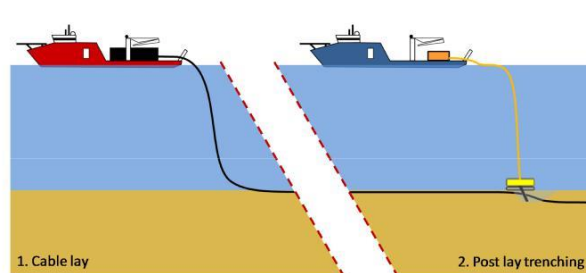
a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

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. 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.



**Figure 34 Simultaneous Lay and Burial (SLB)**



**Figure 35 Post Lay Burial (PLB)**

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





**Figure 36 Typical deep water cable installation vessels**

### 7.3 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the 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 dependability, risk to the integrity of the cable during trenching, likelihood of achieving the required depth of burial, draught, availability etcetera. A grasp 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 HKN and HKW Alpha cable routes and on the specifics of the burial tool which they could offer.

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:

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

#### 7.3.1 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.



**Figure 37 Typical Jet sledge**

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 37) up to 8m with the BSS2 (see Figure 38).



**Figure 38 BSS2 jet sledge**

### 7.3.2 ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel. While moving over the before 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, fills the trench with suspended soils. With an open jet sword trencher the lowering of the cable depends on the flexing down (depending 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. 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 39 Typical ROV Jet trencher**

### 7.3.3 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 40 Typical Chain cutter**

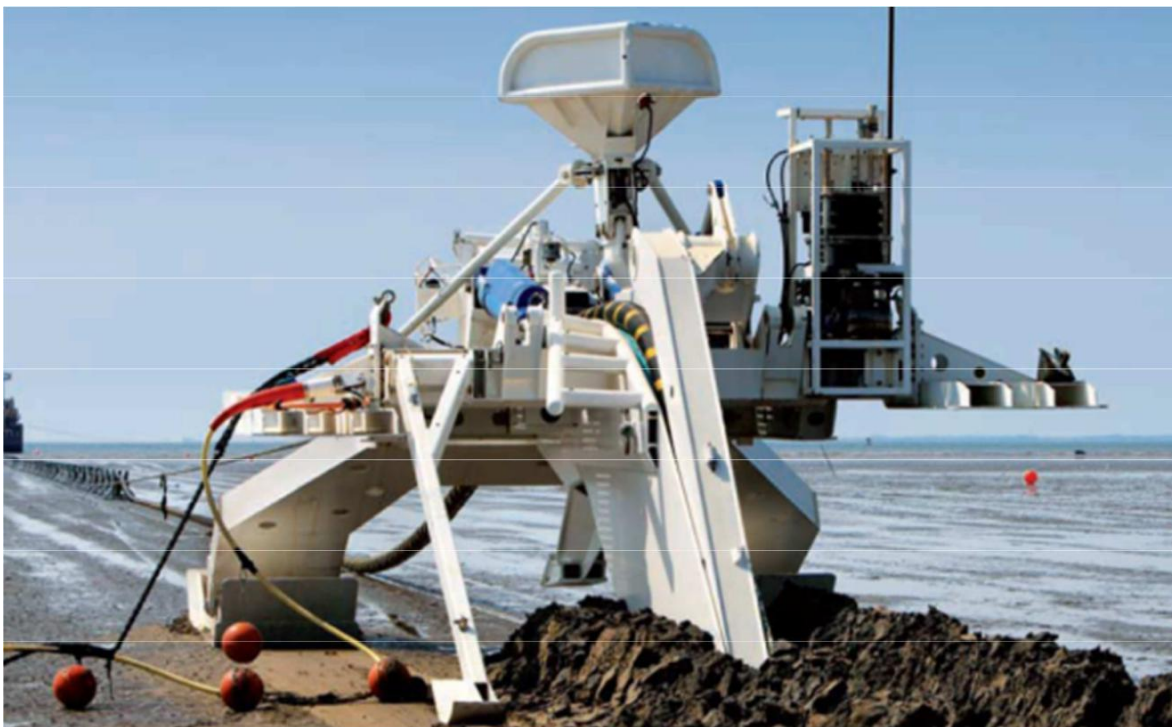
For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 41. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch coast.



**Figure 41 TM04 Wheel cutter cable trencher**

#### 7.3.4 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, where as 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 42 Sea Stallion cable plough**

### 7.3.5 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 tide 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 43 Mass flow excavation**

Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 43, as used on BritNed, or by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger as shown in Figure 44. The latter has been used by TenneT to successfully rebury the NorNed cable in the Wadden Sea recently.



**Figure 44 Mass flow excavation by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger**

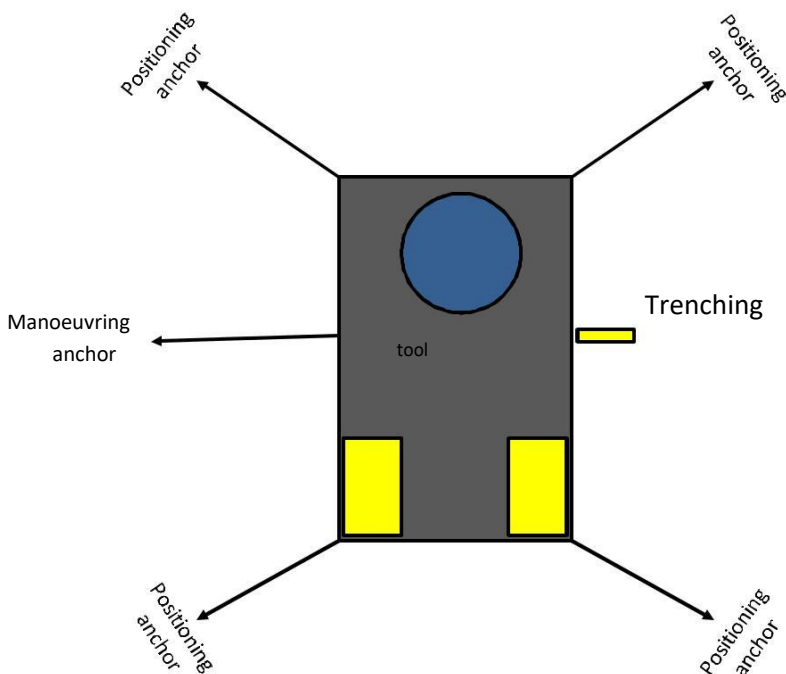
### 7.4 Additional trenching tools

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 45 Typical nearshore cable lay barges**

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 46 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.



**Figure 46 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge**

### 7.4.1 Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through 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 10 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.

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

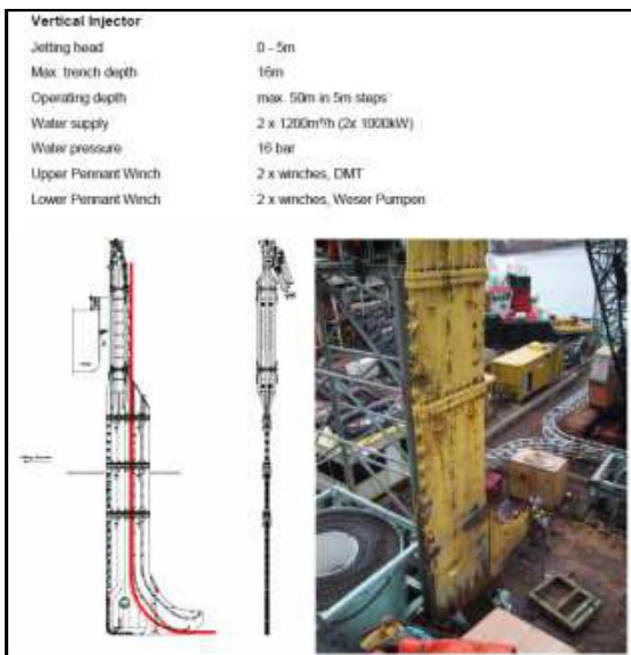


Figure 47 Vertical Injector



**Figure 48 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland**



**Figure 49 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland**

#### 7.4.2 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.



**Figure 50** Vibration plough deployed from a barge



**Figure 51** 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.

#### 7.5 Dredging

Dredging preceding the installation of the cables might be required along the HKN cable routes with mobile sand waves, to create a non-mobile reference level as depicted in Figure 9 and as described in chapter 0.

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.

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 52 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.



## 8. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets

The 220 kV submarine cable route crosses some in service 3<sup>rd</sup> party subsea assets. This chapter describes the different crossing methods for those in service assets.

### 8.1 Cable 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 will be used for this survey, for instance their last route inspection survey data.

### 8.2 In Service assets

#### 8.2.1 Crossing structures

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

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by concrete block mattresses, outer protection by rock
3. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
4. Separation by lowering the 3<sup>rd</sup> party subsea asset into the soil, outer protection by rock

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

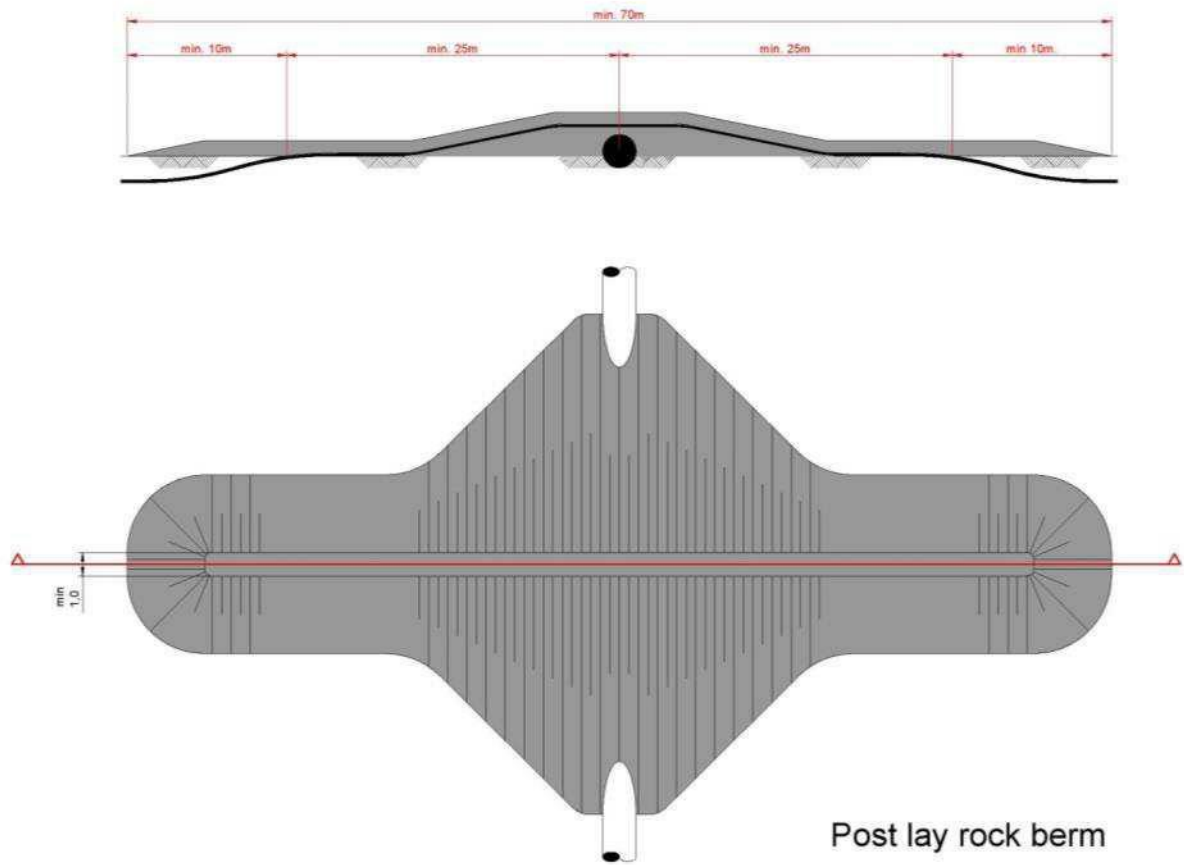


Figure 53 Typical rock - rock crossing structure

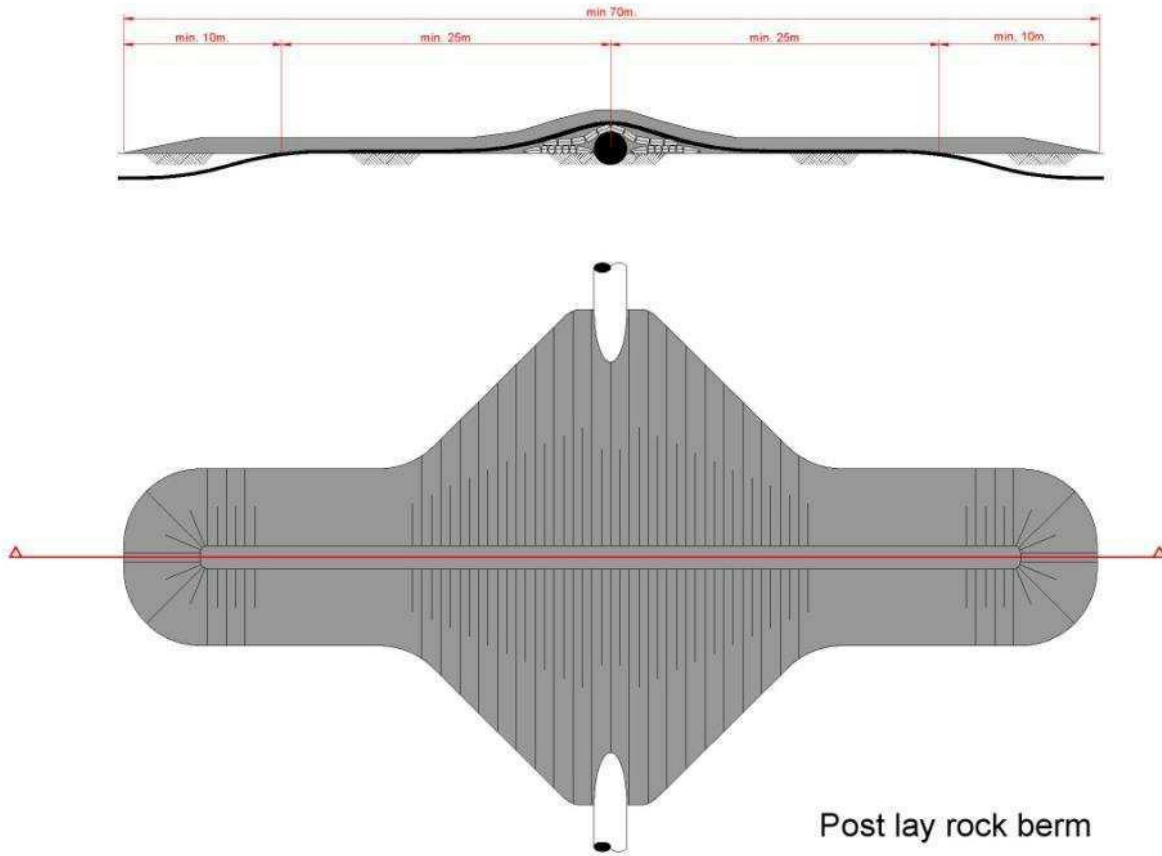


Figure 54 Typical mattress - rock crossing structure

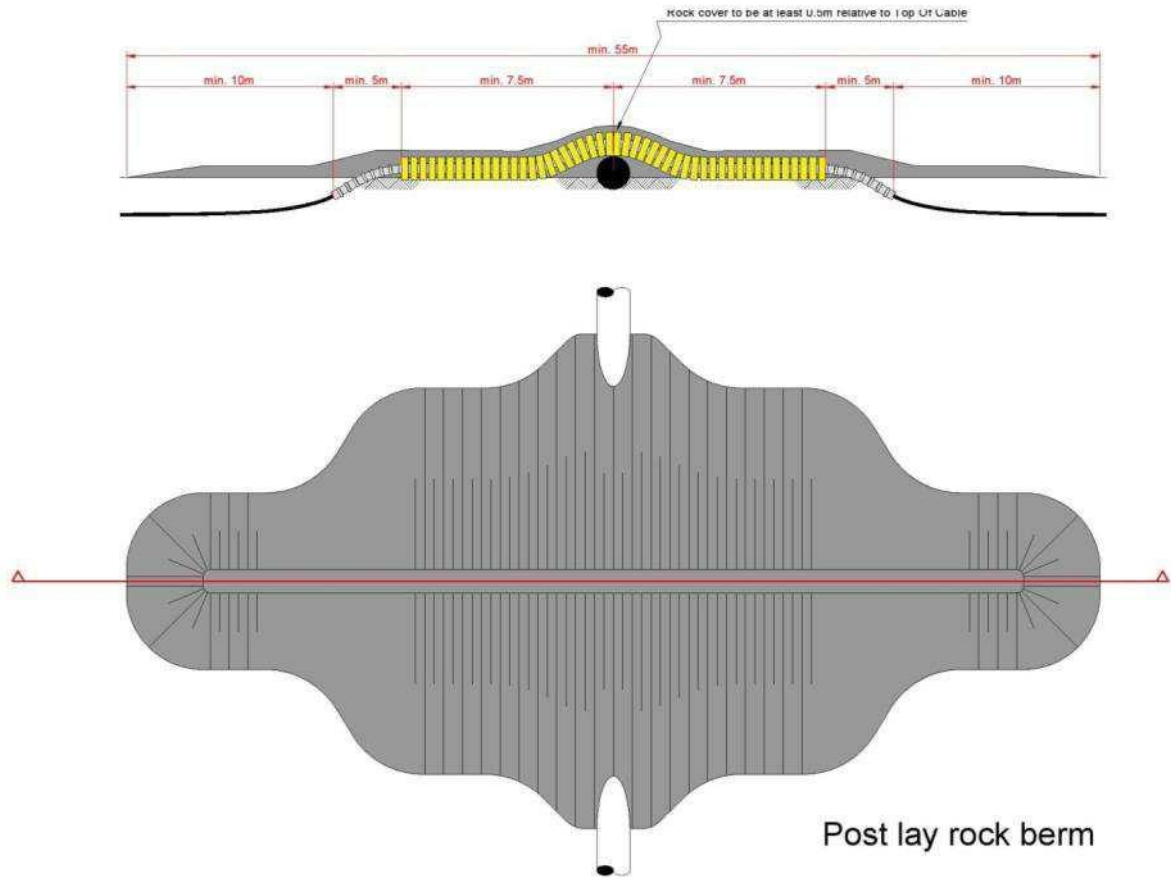
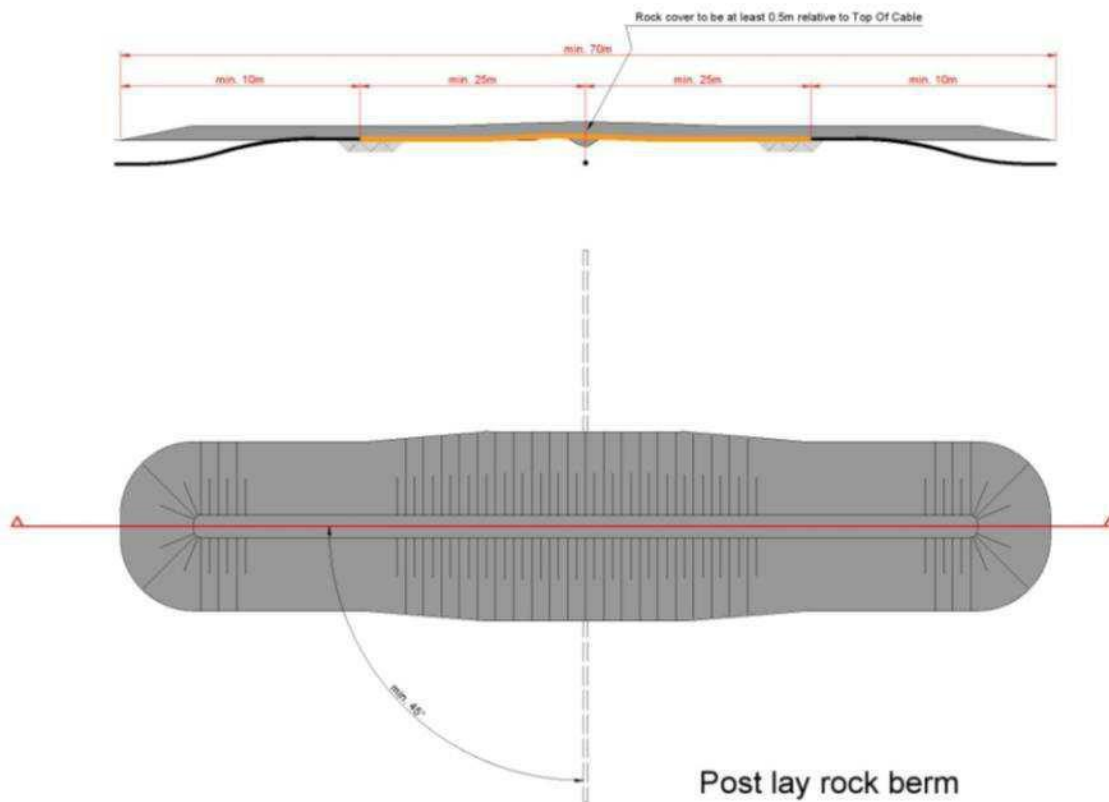


Figure 55 Typical separator - rock crossing structure



**Figure 56 Typical lowering 3<sup>rd</sup> party asset - rock crossing structure**

### 8.2.2 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 will have to be placed of 0.2 m to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen).

## 9. Post installation activities offshore cables

### 9.1 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 a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

### 9.2 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 good 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.

### 9.3 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 relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables 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.

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 in 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.

## 10. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable two 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.
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 dumping might be applied.

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.

## 11. Decommissioning offshore cables

### 11.1 Cables

At the end of their operational lifetime (20-40 years) the HKN 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.

### 11.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3<sup>rd</sup> 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 HKN cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.



## 12. Offshore platform

The HKN export cables will connect the 700 MW offshore platform to the onshore grid. This chapter provides a brief overview of the platform and its installation. The information of the platform in this chapter is based on the basic design that TenneT prepared together with Ramboll Denmark. Site specifics (like water depth and metocean conditions) will cause minor alterations to the design of the platform.

### 12.1 Offshore platform design

The offshore platform has a transport capacity of 700 MW plus 10% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

#### 12.1.1 Lay-out

The platform consists out of three main parts:

- The topside: this is the part of the platform where most of the equipment is based. It contains four decks which includes the roof where the platform crane is situated. The cable deck is however situated on the jacket to allow for cable pull-in activities before the topside is installed. All rooms are accessible via outside gangways.
- The jacket: this is the supporting structure for the topside which includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside (in total 21).
- Foundation piles: the eight skirt piles secure the jacket structure to the seabed.

#### 12.1.2 Electrical installation

The OWF are connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 KV by the two 400 MVA 220/66/66 KV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables. The opportunity will be investigated that no 220kV shunt reactor (to compensate the conductive behaviour of the cables) is used on the platform.

#### 12.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are 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. This gas removes the oxygen from the air 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.

#### 12.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

### 12.1.5 Approximate dimensions and weight

#### Jacket

Height:	50 meter (based on a water depth of 30 meter)
Length:	28 meter
Width:	20 meter
Weight:	2.900 metric tons

#### Topside

Height:	25 meter (including the cable deck)
Length:	45 meter
Width:	20 meter
Weight:	3.350 metric ton

#### Foundation piles

Number:	8
Penetration depth:	55 meter (depending on soil)
Weight	: 180 ton per pile

## 12.2 Installation of the offshore platform

### 12.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler, SSS. 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 jacket a geotechnical survey is executed that includes at least one boring to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform. The design of the foundation piles (dimensions and penetration depth) is based on these results. A scour assessment will performed in order to determine if scour protection is required. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms it is expected that a scour protection around the HKN platform will be required,

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough. After level, the scour protection can be installed (15-20 meters outside of the jacket footprint). The reason for installing scour protection is to prevent sedimentation of the seabed under and around the jacket which would lead to scour holes. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 57. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)



**Figure 57 Rock installation vessel**

### 12.2.2 Jacket installation and piling

The finished jacket will be loaded onto a barge which will be tugged 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 positioning (Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters) or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per 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.



**Figure 58 Installation of jacket**

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile, see Figure 59. Driving of a pile can take about a day per pile. 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. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



**Figure 59 Piling of jacket**

### 12.2.3 Topside installation

After the jacket is installed, the installation of the topside can take place. Like the jacket, the topside is loaded onto a barge which is tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and onto the jacket. The heavy lifting vessel operates either via DP or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location



**Figure 60 Installation of topside**

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.

#### 12.2.4 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.

### 12.3 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 depended on the condition of the platform (systems). Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

### 12.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 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, the piles and scour protection will remain on the seabed.  
protection will remain on the seabed.

## 13. Land station

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

### 13.1 Design

The design of the land station has briefly been mentioned in paragraph 3.3.

#### 13.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

1. Outdoor High Voltage equipment
2. Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
3. Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
4. Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
5. Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

#### 13.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the land station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and/or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

#### 13.1.3 Safety and environment

The land station will be unmanned.

The transformer building are open buildings (no roof, and at one side no wall is present). Fluids as 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 land station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.



An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele land station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

#### 13.1.4 Access

The land 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 land station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP 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 land station.

#### 13.1.5 Buildings

At the land station area various buildings will be constructed. Te following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

### 13.2 Construction phase

The land station construction consists out 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. The construction of all building 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 land station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of annually three visual inspections of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

### 13.4 Decommissioning

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



## BIJLAGE B SLIBVERSPREIDINGSMODEL

# NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN (WEST ALPHA)

Slibmodelleerstudie

TenneT TSO B.V.

31 MEI 2018



## Contactpersonen

**GARNT SWINKELS**  
Project Manager

M +31 (0)6 2706 1764  
E [Garnt.Swinkels@arcadis.com](mailto:Garnt.Swinkels@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland

---

**JOS VAN DER BAAN**  
Projectmedewerker

M +31 (0)6 2114 2295  
E [Jos.vanderBaan@arcadis.com](mailto:Jos.vanderBaan@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

**SJOERD VAN TIL, MSC**  
Projectmedewerker

M +31 (0)6 1158 7625  
E [Sjoerd.vanTil@arcadis.com](mailto:Sjoerd.vanTil@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>144</b>
1.1	Doelstelling	144
1.2	Locatiebeschrijving	144
1.3	Aanpak	146
1.4	Leeswijzer	147
<b>2</b>	<b>Realisatie kabeltracé</b>	<b>148</b>
2.1	Aanlegmethodiek	148
2.1.1	Algemene methodiek	148
2.1.2	Ingezet materieel	151
2.1.3	Fasering baggerwerkzaamheden	151
2.2	Baggervolumes	151
<b>3</b>	<b>Scenario's modellering</b>	<b>155</b>
3.1	Specificaties van de scenario's	155
3.1.1	Faseringsscenario's	155
3.1.2	Effectscenario's	156
3.2	Doorlooptijd per faseringsscenario	156
<b>4</b>	<b>Delft3D model opzet</b>	<b>157</b>
4.1	Randvoorwaarden	157
4.2	Rekenroosters en modelbathymetrie	158
4.3	Simuleren van de baggerwerkzaamheden	160
4.4	Sedimenteigenschappen in het model	160
<b>5</b>	<b>Modelresultaten</b>	<b>162</b>
5.1	Vertroebeling	162
5.1.1	Achtergrondconcentratie	162
5.1.2	Baggerpluim	162
5.1.3	Tijdseries	165
5.2	Sedimentatie	167
5.2.1	Sedimentatiesnelheid	167
5.2.2	Sedimentatie laagdikte	168

<b>6</b>	<b>Conclusies</b>	<b>170</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>172</b>

## TABELLEN

Tabel 1: Specificatie platforms.	14
Tabel 2: Mogelijke ingraaftechnieken.	20
Tabel 3: Kruising met andere kabels en leidingen. De leidingen met een * worden slechts door de twee kabels tussen de platforms doorkruist.	21
Tabel 4 Achtergrondwaardes slibconcentratie in de diverse seizoenen in de Noordzee.	33
Tabel 5: Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzee	33
Tabel 6: Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen.	34
Tabel 7: Actieradius stern.	37
Tabel 8: Berekende vermijdingsoppervlak en effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen (De Jong and Binnerts 2018).	47
Tabel 9: Populatiereductie bruinvissen ten gevolge van heien (Arcadis 2016).	50
Tabel 10. : Effecten op de biologische diversiteit. *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering	54
Tabel 11. Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand.	57
Tabel 12: Beschermingsstatus van de KRW-gebieden die in aanraking komen met het kabeltracé.	62
Tabel 13: Het type en de status van KRW-waterlichamen op het kabeltracé.	63
<i>Tabel 14: Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters en de prognose voor 2021 en 2027.</i>	65
Tabel 15. Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten en de prognose voor 2021 en 2027.	65
Tabel 12: Overzicht van verliestermen.	150
Tabel 13: De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.	152
Tabel 14: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.	152
Tabel 15: Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m <sup>3</sup> .	153
Tabel 16: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m <sup>3</sup> .	153
Tabel 17: De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.	154
Tabel 18: Overzicht van de gemodelleerde scenario's in de slibverspreidingsstudie.	156
Tabel 19: Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.	161

## FIGUREN

Figuur 1: Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel). *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Ministerie EZK).	10
<i>Figuur 2: Overzichtskaart kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).</i>	11
Figuur 3 Overzichtskaart kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).	13
Figuur 4: Algemeen platform ontwerp	15

Figuur 5: Impressie van het plaatsen van het jacket.	16
Figuur 6: Impressie van het plaatsen van de topside.	16
Figuur 7: Corridorbreedte zeekabels	18
Figuur 8: Voorbeeld van een dwarsprofiel van een kabelgeul bij een ingraafdiepte van 8m.	20
Figuur 9: Layout van een mofput.	22
Figuur 10: Locatie mofputten	23
Figuur 11: Route van de kabels op het land (rode lijn) en het transformatorstation tata Steel (zwarte lijn).	24
Figuur 12: De drie stappen van een horizontale boring.	24
Figuur 13: Lay out van het transformatorstation.	25
Figuur 14. Gebied tot waar de slibwolk ( $\geq 2$ mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden reikt.	32
Figuur 15: Vertroebeling van dieptegemiddelde dag 70, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in jaar één.	35
Figuur 16: Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 53, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in jaar twee.	36
Figuur 17: Actieradius van grote stern rondom de bekende broedkolonies.	38
Figuur 18: Actieradius van visdief rondom de bekende broedlocaties.	39
Figuur 19: Actieradius van noordse stern rondom de bekende broedlocaties.	39
Figuur 20: Actieradius van dwergstern rondom de bekende broedlocaties.	40
Figuur 21. Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm uitkomt.	41
Figuur 22. Habitattypen in het Nederlandse deel van de Noordzee. Bron: H.J. Lindeboom et al., via Kaderrichtlijn Mariene Strategie deel 1.	43
Figuur 23: Reikwijdte onderwater verstoring ten gevolge van continu geluid	44
Figuur 24: Reikwijdte van onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid	45
Figuur 25: Locaties gebruikt ten behoeve van onderzoek onderwatergeluid.	46
Figuur 26: Maximale geluidsbelasting voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat).	48
Figuur 27: Dieptekaart van de Noordzee met de aangewezen windgebieden Hollandse Kust (west) (paarse contour) en, Hollandse Kust (noord) (oranje contour).	49
Figuur 28: Begraafdiepte kabel in relatie tot bathymetrie.	53
Figuur 29. Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water.	59
Figuur 30. Verplichte algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen uit de KRW-bijlage v.1.1 en daarbij gekozen indicatoren en eenheden (naar Heins et al., 2004).	61
Figuur 31. KRW-waterlichamen in de buurt van het kabeltracé.	62
Figuur 32. Beslisschema ecologie (algemeen) uit het Toetsingskader waterkwaliteit.	66
Figuur 33. Beslisschema ecologie (watertype-specifiek) uit het Toetsingskader waterkwaliteit	67
Figuur 35 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief.	145
Figuur 36: De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone.	146
Figuur 37: Bodemprofiel langs het VKA vanaf de vooroever (zone 3 en verder).	146
Figuur 38: Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen gecreëerd is (gebied 2).	149
Figuur 39: Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.	149
Figuur 40: Twee scenario's voor het aanleggen van de kabeltracés.	155

Figuur 41: Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.	158
Figuur 42: Het rekenrooster van het ZUNO model.	158
Figuur 43: Het rekenrooster van het Kuststrook model, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.	159
Figuur 44: Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.	160
Figuur 45: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 1 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).	163
Figuur 46: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 2 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).	164
Figuur 47 Locaties van de observatiepunten.	165
Figuur 48 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario 1 (A), jaar 1.	166
Figuur 49 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario 1(A), jaar 1.	166
Figuur 50 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 3, Scenario 1(A), jaar 1.	167
Figuur 51 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).	168
Figuur 52 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).	169

## 1 INLEIDING

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de Passende Beoordeling welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van de kabeltracés op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

### 1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de Passende Beoordeling inzake de aanleg van de kabelsystemen naar Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in de Passende Beoordeling gepresenteerd.

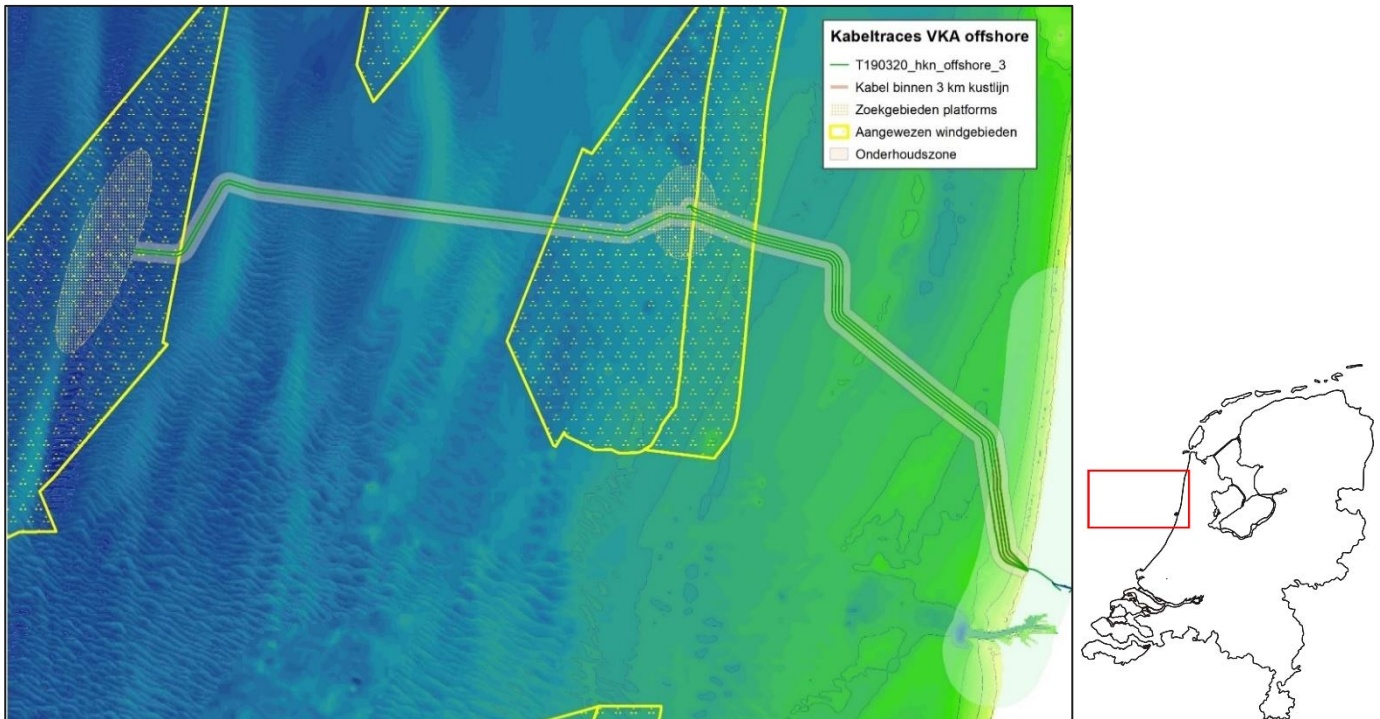
### 1.2 Locatiebeschrijving

De twee beoogde windmolenparken in de Noordzee bevinden zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden. De kabels die het energietransport van de windmolenparken naar het vasteland faciliteren, landen aan ten noorden van IJmuiden zoals te zien is in Figuur 34. Vanuit IJmuiden gezien lopen er 4 kabels door de kustzone naar Hollandse Kust (noord). Vervolgens worden er 2 kabels doorgetrokken naar het meer westelijk gelegen Hollandse Kust (west Alpha). In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het kabeltracé zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

1. Kust: Strand
2. Kust: Actieve zone; brekerbanken
3. Kust: Vooroever
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Zonder zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 4 en 5.

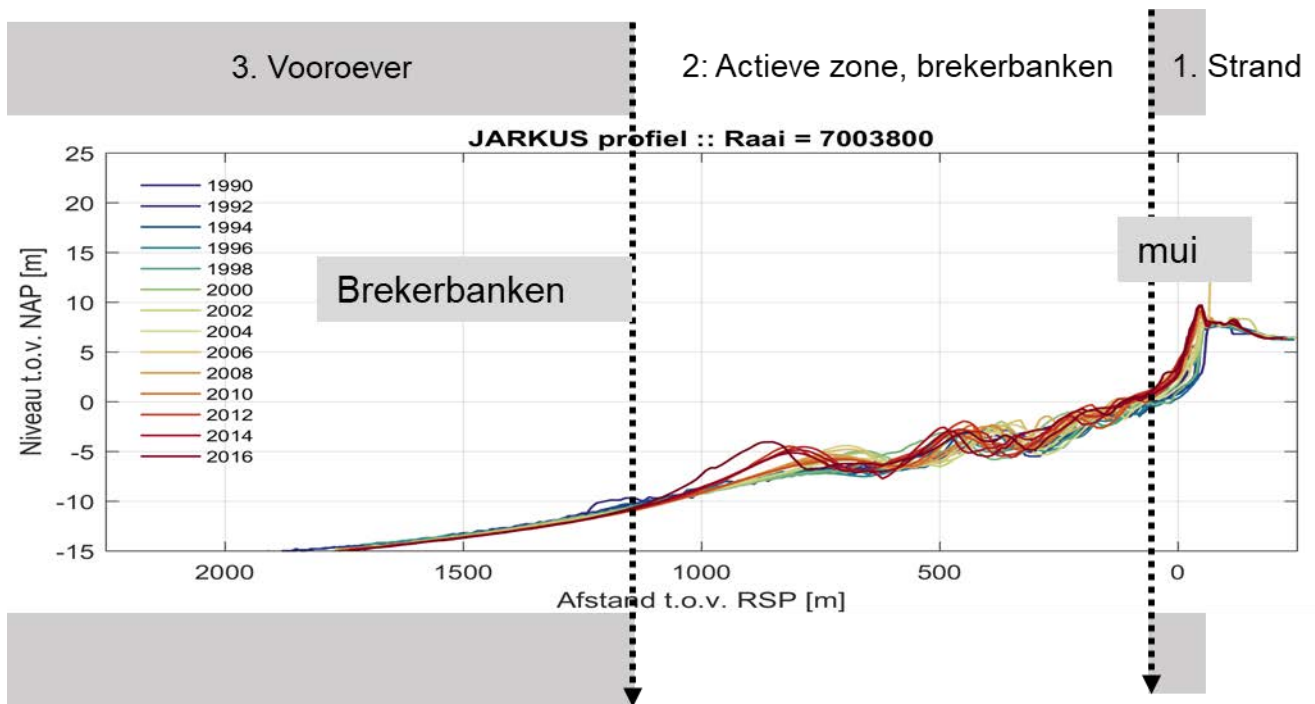




*Figuur 34 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief.*

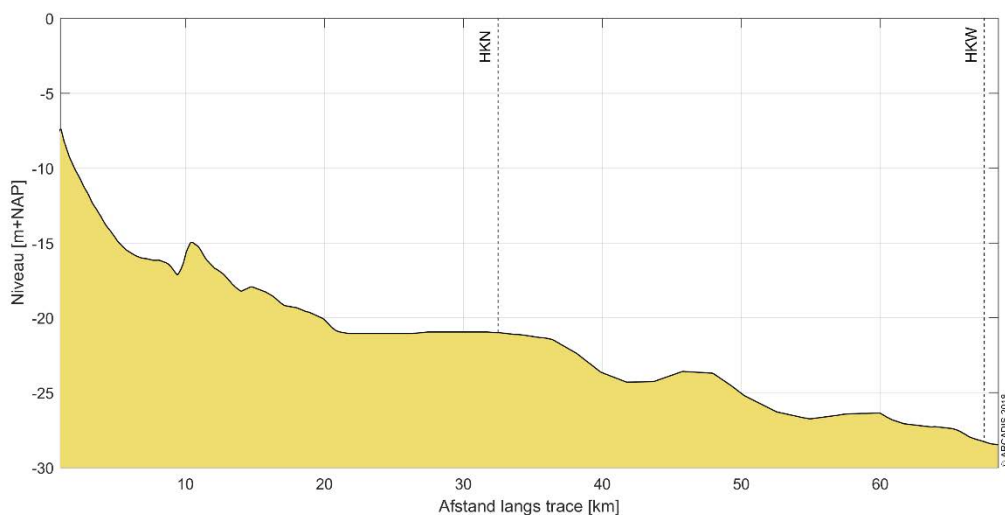
De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. De grotere zeebodemmobiliteit maakt dat de initiële begraafdiepte in de kustzone anders zal zijn dan verder op zee. Ter illustratie zijn de kustprofielen van het relevante kustdwarsprofiel van de afgelopen 26 jaar weergegeven in Figuur 35.

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertroebeling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.



Figuur 35: De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone.

Het langspiegelprofiel vanaf de vooroever (zone 3 en verder) is weergegeven in Figuur 36. In de offshore gebieden 4 en 5 komen zandgolven voor die migreren in de loop der jaren. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 36: Bodemprofiel langs het VKA vanaf de vooroever (zone 3 en verder).

### 1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase is het te baggeren en/of te pre-sweepen kabeltracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van de ingraving van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's' en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in meer detail toegelicht in Hoofdstuk 3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

## 1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het kabeltracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van de scenario's die gebruikt zijn in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 3. Vervolgens is de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden beschreven in Hoofdstuk 4. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 5. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 6.

## 2 REALISATIE KABELTRACÉ

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast.

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul in de kustzone en de baggerprofielen voor de zandgolven zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

### 2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat de diepte van het installeren van de kabelsystemen en daarmee de diepte van het baggeren verschilt per (kust)zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het te baggeren en te pre-sweepen volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul verspreid wordt. Door het zand nabij de baggerprofielen te houden, blijft het zand onderdeel van het morfologische systeem, dat door het verspreiden van het zand nabij de baggerprofielen dus minimaal uit balans wordt gebracht. Ook kan op deze manier de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden.

#### 2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (het beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven wordt eerst een cunet gebaggerd ("pre-sweepen"). De diepte van het cunet is zodanig dat daarna de kabel met een trencher diep genoeg in de bodem kan worden aangebracht. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

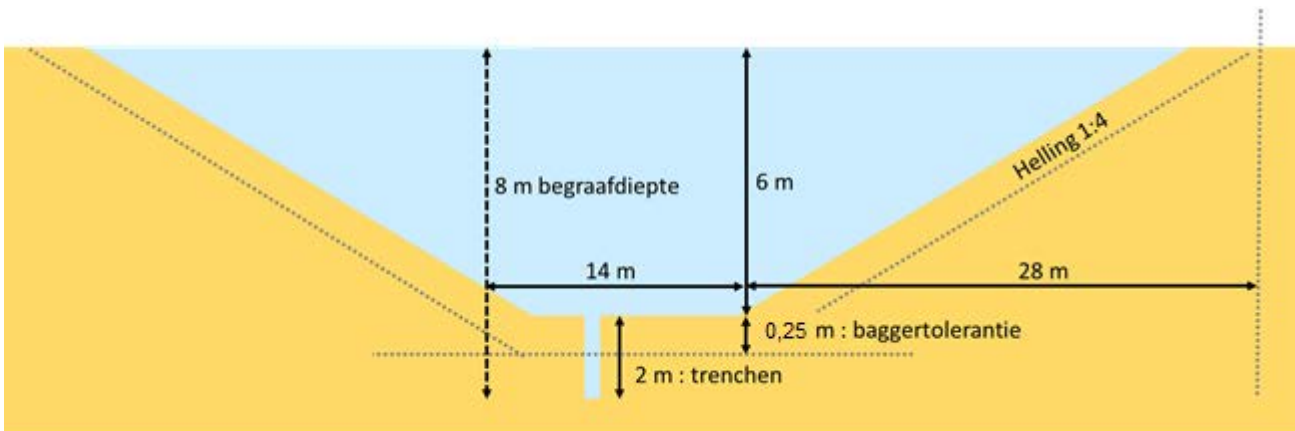
#### Pre-sweepen

Pre-sweepen is het proces waarbij een cunet (een lokale baggergeul) aangebracht wordt door één of meerdere zandgolven. Na het aanbrengen van het cunet volstaat trenchen om de kabel op de juiste diepte aan te leggen. De lengte waarover pre-sweepen noodzakelijk wordt geacht, wordt uitgedrukt in een percentage van de totale lengte van het traject. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 22,5 km van het tracé pre-sweepen nodig is (MER Deel B, Water, Bodem, Zee). De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

#### Baggeren

Het op diepte brengen van de kabelgeul zal uitgevoerd worden met sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD). Deze sleephopperzuigers verdiepen afhankelijk van de locatie in het tracé de bodem met maximaal 6 m. De gebaggerde geul heeft een breedte van 14 meter, een wandhelling van 1:4 en een langshelling van 1:10. Deze langshelling wordt toegepast om het verschil in aanlegdiepte van de kabelgeul te overbruggen, maar ook om de hoogteverschillen tussen de dalen van de zandgolven op te vangen. Er wordt

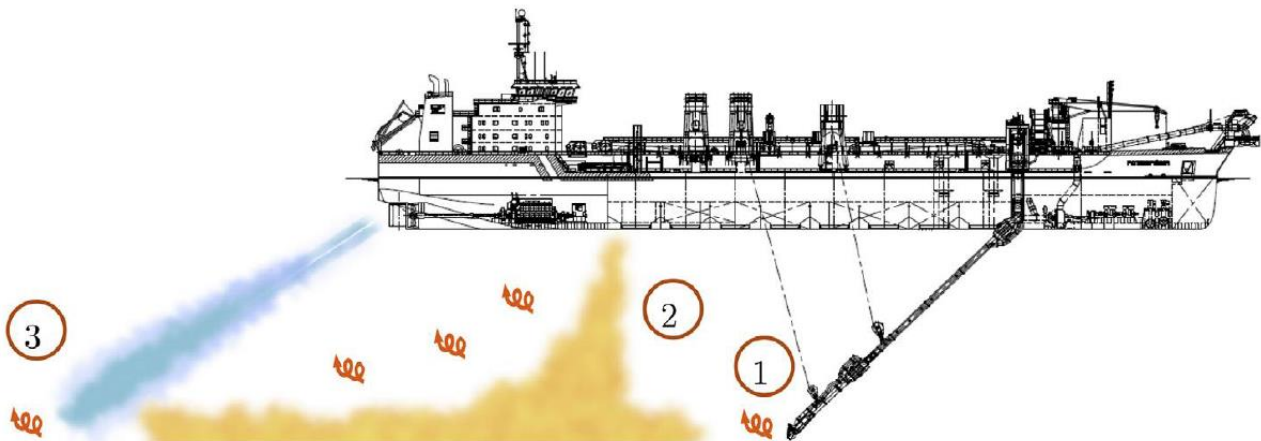
rekening gehouden met een baggertolerantie van 0,25 m wat resulteert in een overdiepte en een overbreedte van 2\*1 m. Deze afmetingen zijn schematisch weergegeven in Figuur 37 voor gebied 2. Aan de hand van deze afmetingen is het totaal te baggeren volume berekend. Dit volume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.



Figuur 37: Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenched gecreëerd is (gebied 2).

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 38 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 38: Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

### 1. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggersaars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

### 2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terecht komen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010).

### 3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de schepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwerpen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dicht bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een "green-valve" wordt toegepast, een systeem om luchtballen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 4.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 16. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 16: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
<b>Opwoeling door sleepkop</b>	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
<b>Overstort/overvloei-installatie</b>	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
<b>Opwoeling door schepsschroef e.d.</b>	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
<b>Verspreiding d.m.v. kleppen</b>	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

## Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij de bodem wordt losgewoeld met behulp van waterjets over een relatief smalle breedte. Vervolgens wordt de kabel in het zeebed ingebracht. Ofwel de kabel zinkt door het eigen gewicht door het nu vloeibare zandmengsel, ofwel de kabel wordt met een hol ploegblad in de bodem ingebracht. Het losgewoelde zand slaat over een relatief korte periode weer neer (orde minuten) en dekt de kabel af. De vertroebeling die ontstaat door het eventueel vrijkomen van de fijnere fractie zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

### **2.1.2 Ingezet materieel**

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher en één of meerdere sleephopperzuigers welke ook worden ingezet voor het pre-sweepen.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee kleinere sleephopperzuigers met een productie van 50.000 m<sup>3</sup> per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder zand in het beun opgevangen kan worden. Hierdoor is de netto productiecapaciteit van deze schepen relatief lager. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat twee grotere sleephopperzuigers met een productiviteit van 150.000 m<sup>3</sup> per week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen lokale baggerprofielen door de zandgolven worden gebaggerd (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een kabel op maximaal 2 à 3 meter onder het zeebed aanbrengen. Er is hier sprake van relatief grof sediment, dus een haalbare diepte van 2 m wordt hier als realistisch gezien. Inbrengen van de kabel door middel van trenchen kan direct in de huidige bodem of (centraal) in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen en aan de andere kant blijft het materiaal binnen het morfologisch systeem en kan zo het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door de productiviteit relatief hoog in te schatten. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

### **2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden**

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken). Hoe dit in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 4 à 5 maanden, inclusief uitdemptijd (zie ook Hoofdstuk 3). Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologisch gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt dientengevolge geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer.

## **2.2 Baggervolumes**

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 17 (zie ook Figuren 1, 2 en 3 voor de ruimtelijke weergave).

Tabel 17: De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
<b>Grens</b>	Strand (duin tot muien)	Brekerbanken: actieve zone kustprofiel	Zeewaarts van brekerbanken tot 3 km uit de kust	Vanaf 3 km uit de kust zonder zandgolven	Vanaf 3 km uit de kust met zandgolven
<b>Begraafdiepte</b>	Verplicht: 3 m Actieve zone 5 m: Uitvoering 8 m diep	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	Verplicht: 3 m Target: 4 m Uitvoering: 5 m diep	Verplicht: 1 m begraafdiepte	Verplicht: 1 m begraafdiepte
<b>Techniek(en)</b>	Damwand 1200 m lang, 15 m breed, 8 m diep	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Baggeren 3 m + trenchen 2,5 m: totaal 5 m	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
<b>Volume per strekkende meter</b>	120 m <sup>3</sup> /m +3,5 m <sup>3</sup> /m trenchen (aanname)	294 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	120 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	Trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	50 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)
<b>Afgerond</b>	0 m <sup>3</sup> /m	296 m <sup>3</sup> /m	122 m <sup>3</sup> /m	2 m <sup>3</sup> /m	52 m <sup>3</sup> /m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 18. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 19 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Voor elk windmolenpark worden twee kabeltracés gerealiseerd, aangegeven met HKN1, HKN2, HKW1 en HKW2 in Tabel 19.

Pre-sweeping wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving is deze lengte gedefinieerd als gebied 5 in de Noordzee zone. Het deel zonder zandgolven is gedefinieerd als gebied 4. De lengte binnen gebied 5 is per kabeltracé verschillend. In Tabel 18 zijn de verschillende tracélengtes voor gebied 5 te vinden. Voor tracés HKN1 en HKN2 worden zandgolven over een lengte van 4.000 m afgevlakt en voor HKW1 en HKW2 is dit 22.000 en 22.500 m, respectievelijk. Voor elk kabeltracé is aangenomen dat gebied 5 zich bevindt vanaf 4 km voor Hollandse Kust (noord) en doorloopt tot ca. 16,5 km na Hollandse Kust (noord). Gebied 5 bevindt zich daarmee als een aangesloten sectie binnen gebied 4. De lengtes per tracé die binnen gebied 5 vallen komen daarmee overeen met het overzicht in Tabel 18. Het totale baggervolume bedraagt 6.595.173 m<sup>3</sup>.

Tabel 18: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Lengte in de 3 km kustzone [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Lengte Noordzee [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
<b>HKN1</b>	33.223	7.778	600	800	6.378	25.446	21.446	4.000
<b>HKN2</b>	33.144	7.241	600	800	5.841	25.903	21.903	4.000
<b>HKW1</b>	68.675	6.741	600	800	5.341	61.934	39.934	22.000
<b>HKW2</b>	68.579	5.732	600	800	4.332	62.847	40.347	22.500



Tabel 19: Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5
<b>Volume [m<sup>3</sup>/m]</b>	0	296	122	2	52
<b>HKN1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	236.800	778.072	42.891	208.000
<b>HKN2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	236.800	712.554	43.807	208.000
<b>HKW1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	236.800	651.587	79.868	1.144.000
<b>HKW2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	236.800	528.500	80.694	1.170.000
<b>Totaal</b>		<b>947.200</b>	<b>2.670.713</b>	<b>247.260</b>	<b>2.730.000</b>

Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 10 % is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele is een volumepercentage van 10 % aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20 % (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk of dit een gewichtpercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtpercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 10 % sluit aan bij de recente slibverspreidingsstudies en is enigszins hoger dan gebruikt bij het MER Zeezandwinning omdat het hier niet uitsluitend zandrijke gebieden betreft. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 20 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 659.517 m<sup>3</sup>. De variatie in volumes tussen de tracés heeft voornamelijk te maken met de verschillen in tracélengtes.

Tabel 20: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
<b>Volumepercentage slib</b>	N.v.t.	10%	10%	10%	10%	
<b>HKN1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	23.680	77.807	4.289	20.800	126.576
<b>HKN2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	23.680	71.255	4.381	20.800	120.116
<b>HKW1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	23.680	65.159	7.987	114.400	211.226
<b>HKW2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	23.680	52.850	8.069	117.000	201.599
<b>Totaal</b>		<b>94.720</b>	<b>267.071</b>	<b>24.726</b>	<b>273.000</b>	<b>659.517</b>

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 19 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 2 van HKN1 met een enkele kleine sleephopperzuiger zal (236.800/50.000) circa 5 weken nodig zijn. Bij de inzet van 2 schepen is dit 2,5 week. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 21. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en/of pre-sweepen en trenchen. Echter is gebied 4 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. De doorlooptijd per scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 3.

Tabel 21: De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
<b>Baggerschip</b>	n.v.t.	Kleine sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger	
<b>Productiviteit baggerschip [ m<sup>3</sup>/week]</b>	n.v.t.	50.000	150.000	n.v.t.	150.000	
<b>Aantal schepen</b>	n.v.t.	2	2	n.v.t.	2	
<b>HKN1 [weken]</b>	0	2,5	3	0	1	6,5
<b>HKN2 [weken]</b>	0	2,5	2,5	0	1	6
<b>HKW1 [weken]</b>	0	2,5	2,5	0	4	9
<b>HKW2 [weken]</b>	0	2,5	2	0	4	8,5

### 3 SCENARIO'S MODELLERING

#### 3.1 Specificaties van de scenario's

Om de gevoeligheid van de fasering van de aanleg van de kabels inzichtelijk te maken, zijn twee verschillende scenario's gesimuleerd waarbij de fasering van de aanleg van de kabeltracés enigszins verschillend is. Dit zijn scenario's 1 en 2.

##### 3.1.1 Faseringsscenario's

Hoewel de verwachting is dat de werkzaamheden per jaar in een periode van orde enkele maanden uitgevoerd kunnen worden, zijn de werkzaamheden binnen beide scenario's verdeeld over 2 afzonderlijke jaren. Dit omdat aangenomen wordt dat er niet genoeg kabel beschikbaar komt binnen één enkel jaar om het gehele tracé te kunnen voorzien. Beide jaren worden separaat gesimuleerd en er wordt aangenomen dat de effecten per jaar separaat van elkaar kunnen worden beschouwd.

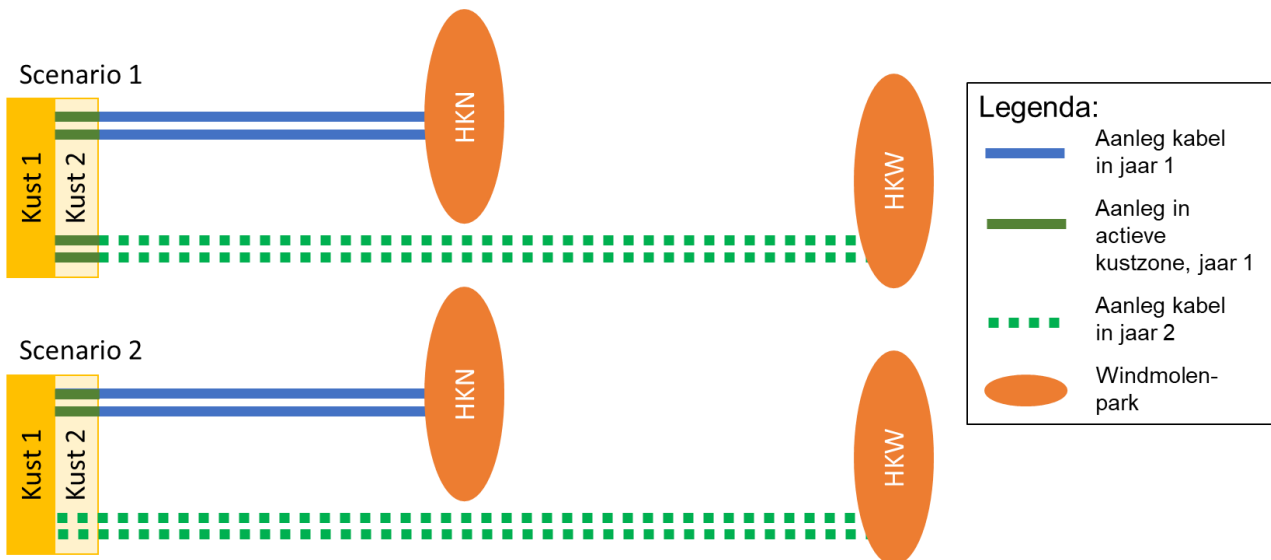
###### 1. Kabeltracé fasering 1 (verwachting realistische worst-case)

In jaar 1 worden de vier kabelsystemen door de actieve kustzone aangelegd (gebied 1 en 2; Kust 1 en Kust 2 in Figuur 39) op een diepte van 8 m. In een realistische worst-case zal dit plaatsvinden door een sleuf te baggeren (6 m) en vervolgens trenchen (overige 2 m). Vervolgens worden twee van de vier kabelsystemen doorgetrokken tot windmolenpark Hollandse Kust (noord).

In jaar 2 worden ook de twee resterende kabelsystemen van de actieve kustzone naar Hollandse Kust (west Alpha) aangelegd. Het voordeel van dit scenario is dat de impact op de kustzone voornamelijk beperkt blijft tot jaar 1. Een nadeel van dit scenario is dat in het eerste jaar de baggerintensiteit in de kustzone hoger is en dus de te verwachten effecten op de ecologie relatief groter zullen zijn.

###### 2. Kabeltracé fasering 2

In dit scenario worden beide kabels naar Hollandse Kust (noord) aangelegd in jaar 1 en beide kabels naar Hollandse Kust (west Alpha) in jaar 2 (zie ook Figuur 39). De impact op de kustzone wordt zo verdeeld over beide jaren. Het voordeel van dit scenario is dat hier in beide jaren een vergelijkbare vertroebeling en sedimentatie zal plaatsvinden in de kustzone die relatief lager is dan bij scenario 1. Een nadeel is dat de effecten nu tweemaal plaatsvinden.



Figuur 39: Twee scenario's voor het aanleggen van de kabeltracés.

In paragraaf 3.2 is een overzicht opgenomen van de doorlooptijd van de faseringsscenario's.

### 3.1.2 Effectscenario's

Naast de scenario's voor de fasering van de aanleg, zijn ook twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

#### A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

#### B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 8 scenario's doorgerekend. Scenario 1 en 2 met elk 2 jaargangen. Elk van deze 4 scenario's heeft een A-variant voor de beschouwing van de vertroebeling en een B-variant voor de beschouwing van de sedimentatie.

## 3.2 Doorlooptijd per faseringsscenario

Vanuit Tabel 21 kan bepaald worden hoeveel tijd per scenario nodig is om te baggeren. Voor bijvoorbeeld faseringsscenario 1, jaar 1 is de baggerperiode 4\*2,5 week voor de baggerwerkzaamheden binnen gebied 2 en de resterende delen van het tracer HKN1 en HKN2 (4 + 3,5 week) = 17,5 weken. De benodigde tijd voor het baggeren per faseringsscenario per jaar is te vinden in de tweede kolom van Tabel 22. Deze vier scenario's hebben elk een A- en B-variant met een identieke doorlooptijd van de baggerwerkzaamheden.

Tabel 22: Overzicht van de gemodelleerde scenario's in de slibverspreidingsstudie.

Scenario	Jaar	Periode [weken]	baggeren
1	1	17,5	
1	2	12,5	
2	1	12,5	
2	2	17,5	

## 4 DELFT3D MODEL OPZET

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark Hollandse Kust (west Alpha) op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 25 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

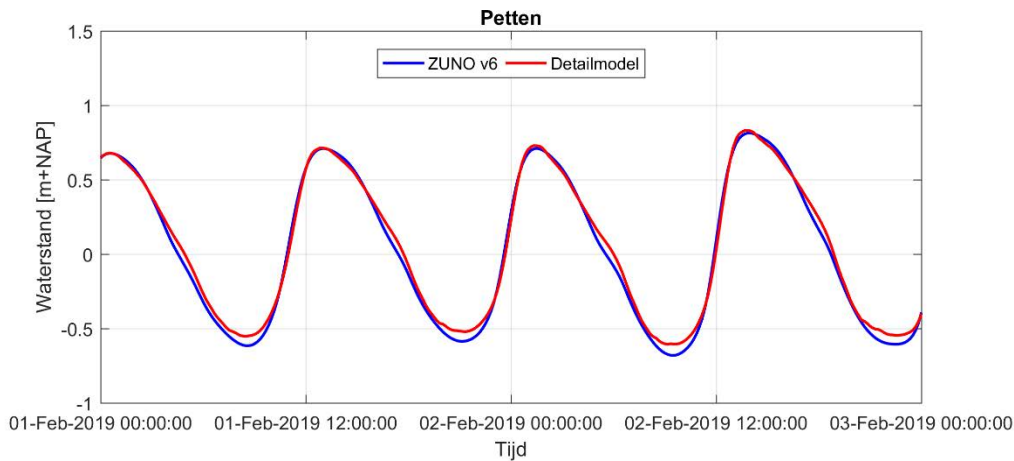
### 4.1 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden, zuiden en parallel aan de kust, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuumiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

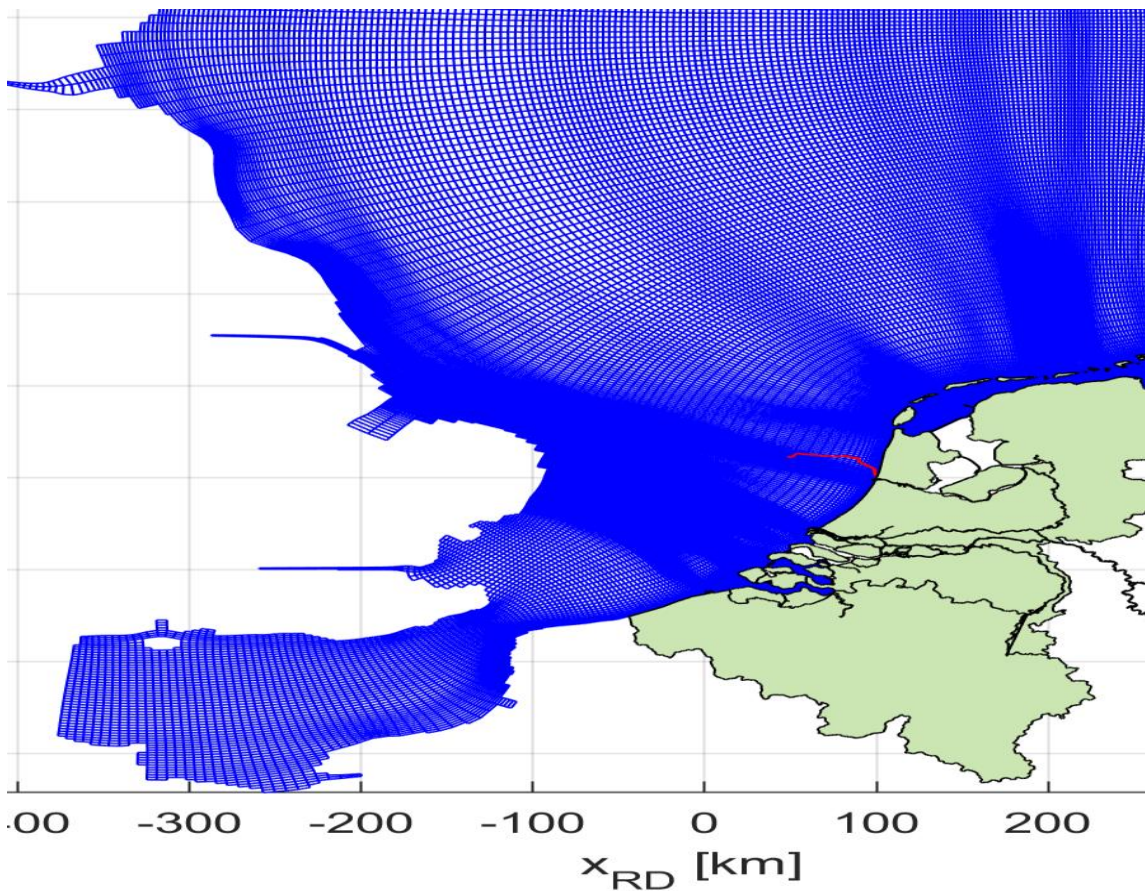
In Figuur 40 is het waterstandssignaal getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en net ten noorden van het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De ebwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat de meetpunt in het Detailmodel wat ondieper ligt door de hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 40: Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.

## 4.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 41.

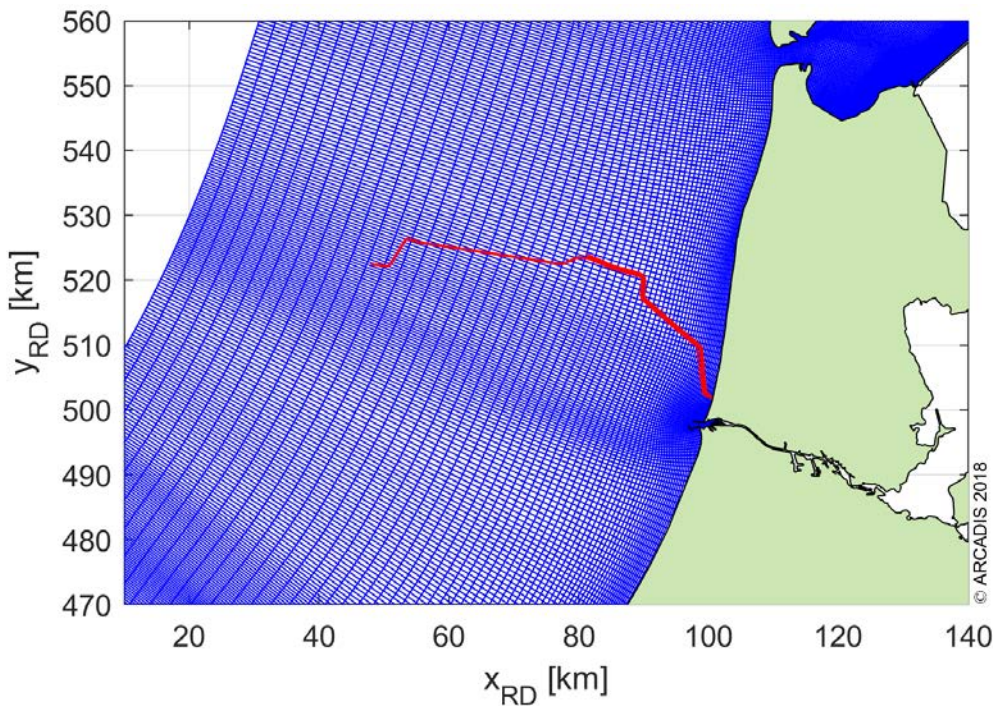


Figuur 41: Het rekenrooster van het ZUNO model.

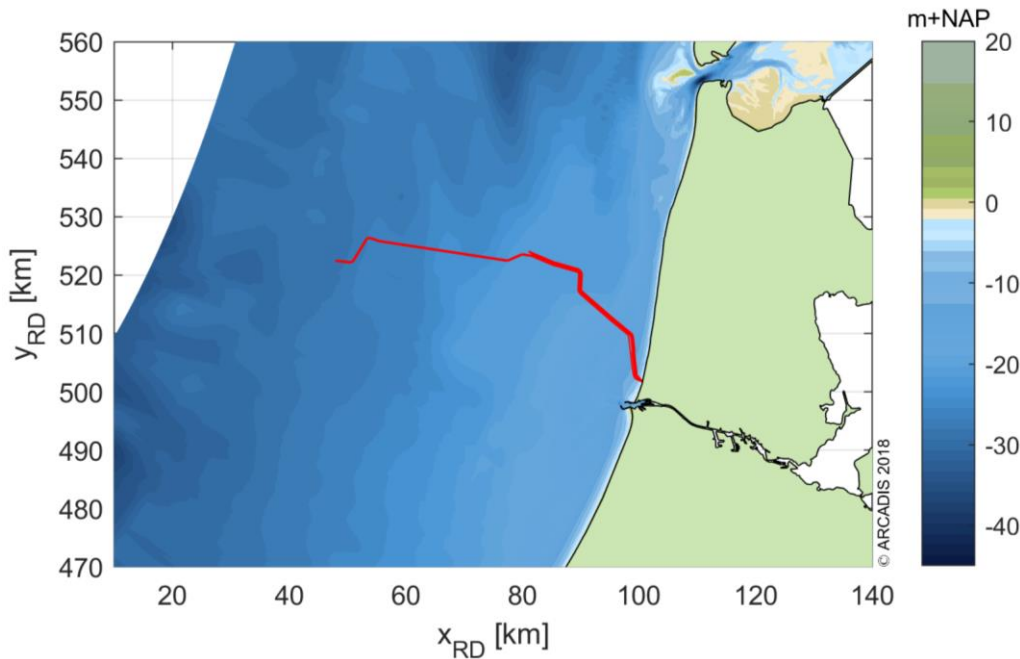
Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 500 x 406 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes inde verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen

16,7% van de instantane waterdiepte. Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreide materiaal.

Figuur 42 en Figuur 43 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



*Figuur 42: Het rekenrooster van het Kuststrook model, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.*



Figuur 43: Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.

### 4.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd en/of gepre-sweept dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat de schepen werken van zuidoost (aanlanding bij IJmuiden) naar noordwest (windparken).

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.

### 4.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 23. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korrel diameter kleiner dan 63  $\mu\text{m}$ . Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006)), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25  $\mu\text{m}$ . Bij de scenario's die gebruikt worden voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs



een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.

- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m<sup>2</sup> is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m<sup>3</sup>). Dit is berekend met de volgende formule (Rijn, 1990):

$$\text{Droge dichtheid} = 350 + 1250 * (\text{zandfractie})^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m<sup>3</sup>. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m<sup>3</sup> aangehouden.

Tabel 23: Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m <sup>3</sup> ]
Droge dichtheid	500	[kg/m <sup>3</sup> ]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m <sup>2</sup> ]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m <sup>2</sup> ]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m <sup>2</sup> /s]

\*Valsnelheid verschilt per scenario, zie paragraaf 3.1.

## 5 MODELRESULTATEN

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario 1 en 2 in combinatie met scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario 1 en 2 in combinatie met scenario B.

### 5.1 Vertroebeling

#### 5.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

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

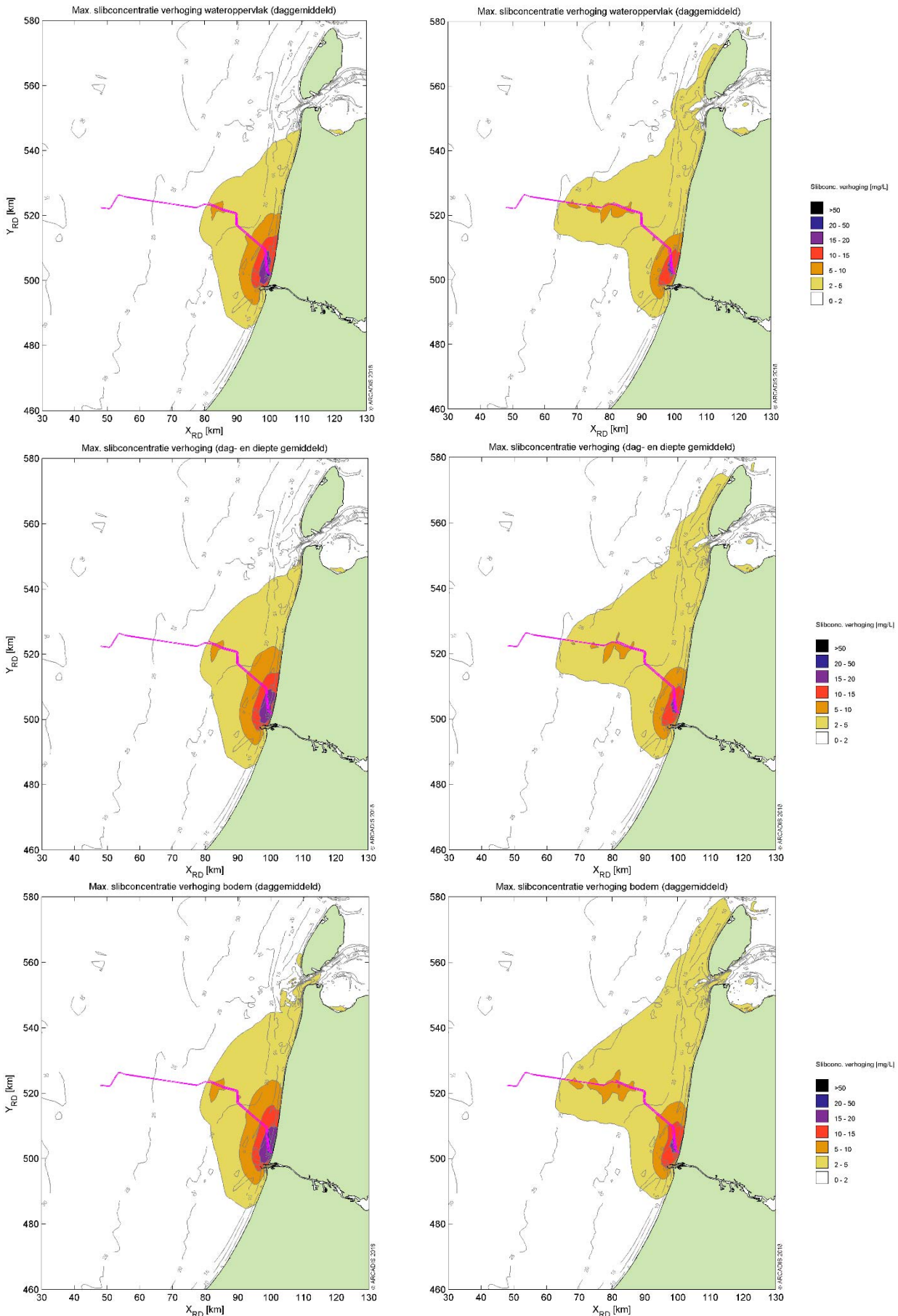
#### 5.1.2 Baggerpluim

Figuur 44 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario 1 (A). Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. Links voor het eerste jaar van de werkzaamheden, rechts voor het tweede jaar. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het tracé is weergegeven met de magenta lijn. Figuur 45 toont hetzelfde, maar dan voor scenario 2 (A).

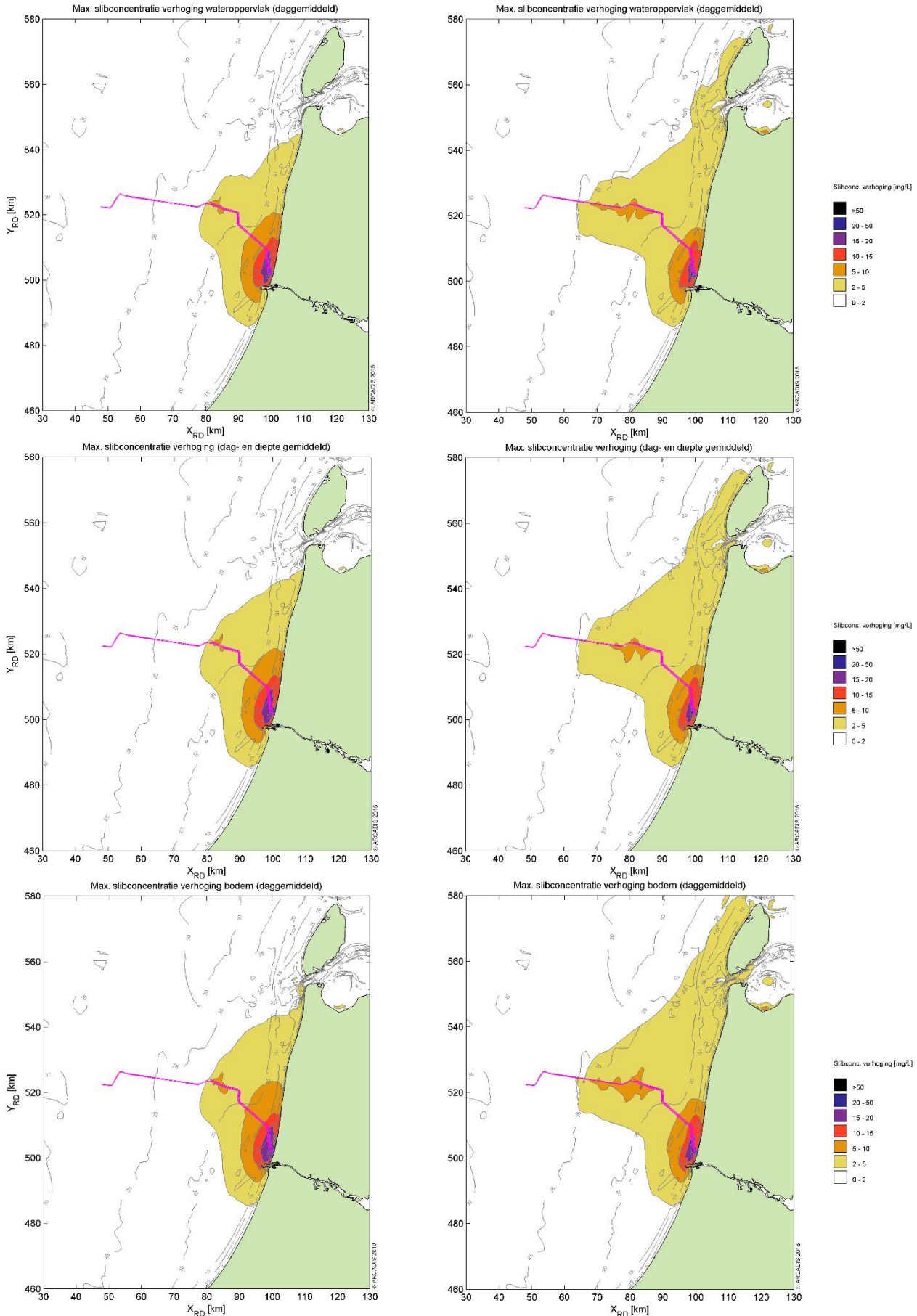
Over het algemeen worden tijdens jaar 1 de hoogste piekconcentraties waargenomen. Deze treden op langs het tracé ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-20 mg/l en zeer lokaal tot 20-50 mg/l. Bij scenario 1 is dit het meest prominent. Dit komt doordat bij dit scenario alle werkzaamheden in de kustzone in jaar 1 plaatsvinden. Bij scenario 2 is dit meer gelijk verdeeld over beide jaren.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is jaar 2 maatgevend. In dit jaar strekt het areaal zich zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting verder uit dan in jaar 1. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot 35 km uit de kust. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting.

Voor alle scenario's en jaargangen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.



Figuur 44: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 1 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).

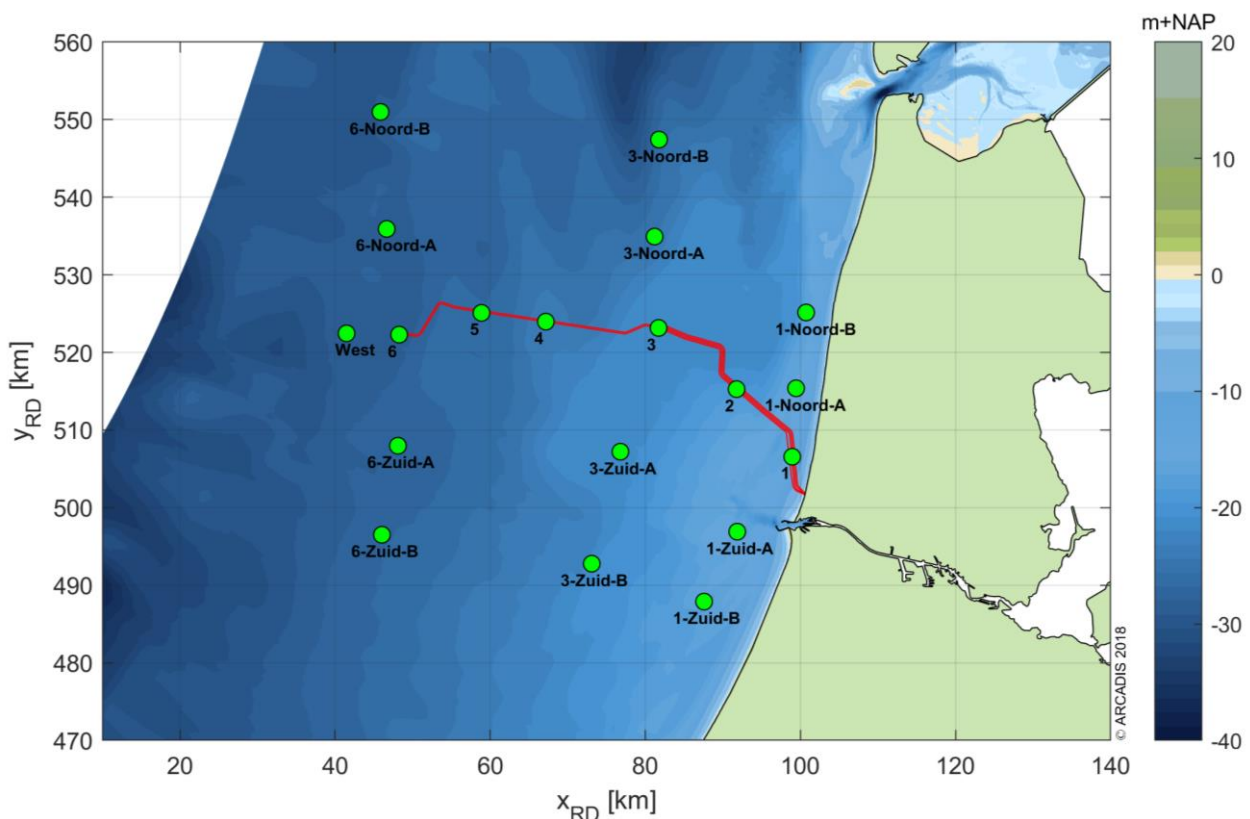


Figuur 45: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 2 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).

### 5.1.3 Tijdsseries

Langs het tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdsseries uitgewerkt is (Figuur 46). Observatiepunten 1 tot en met 6 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het tracé. Voor het observatiepunt in de kustzone zijn ook punten ten noorden en ten zuiden toegevoegd om de kustlangse ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Hetzelfde is gedaan voor punt 3 (HKN) en punt 6 (HKW Alpha). De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

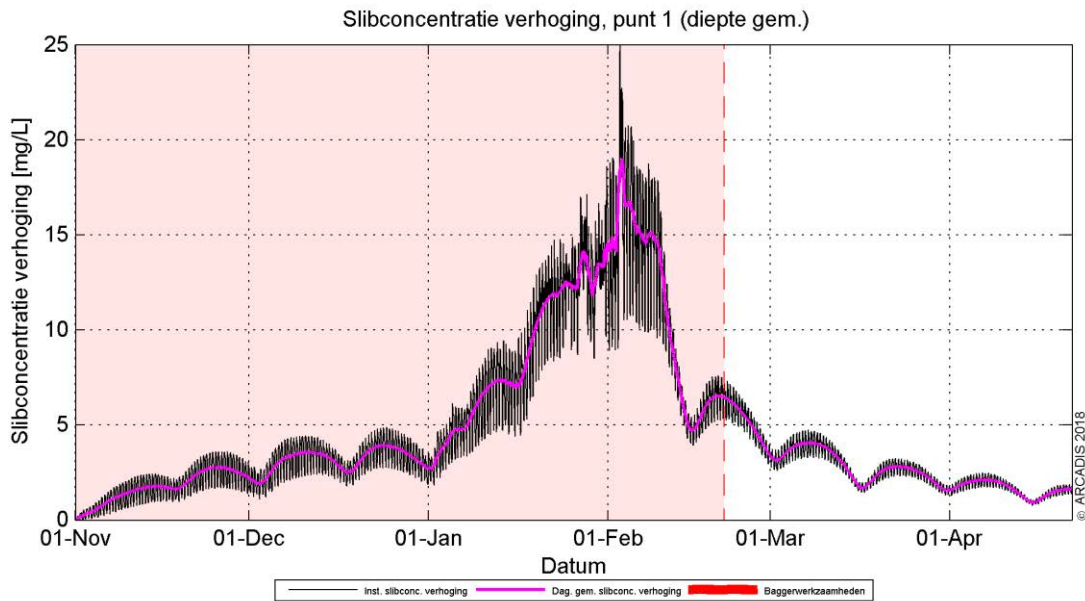
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 46 Locaties van de observatiepunten.

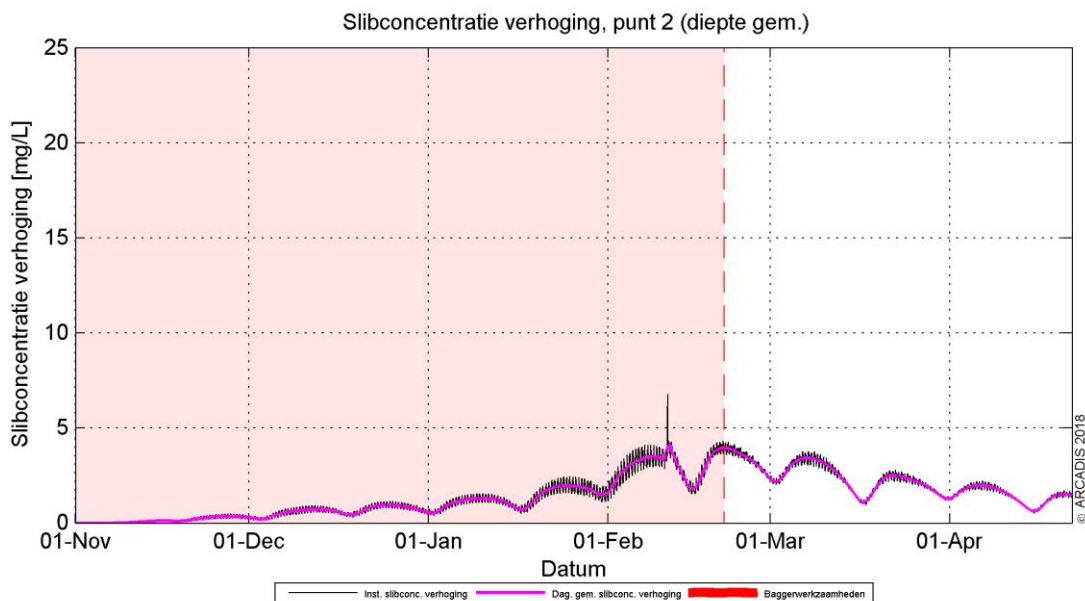
Omdat buiten het tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het tracé beschouwd. In paragraaf 5.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan bovenin de waterkolom. De tijdsseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Het eerste jaar van scenario 1 (A) is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het tracé genereert.

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 47. Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode hoger dan de gestelde ondergrens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt in de maand januari en begin februari. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd dichtbij het observatiepunt. Vervolgens dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden is de toename van de concentratie onder de grens van 2 mg/l gezakt.



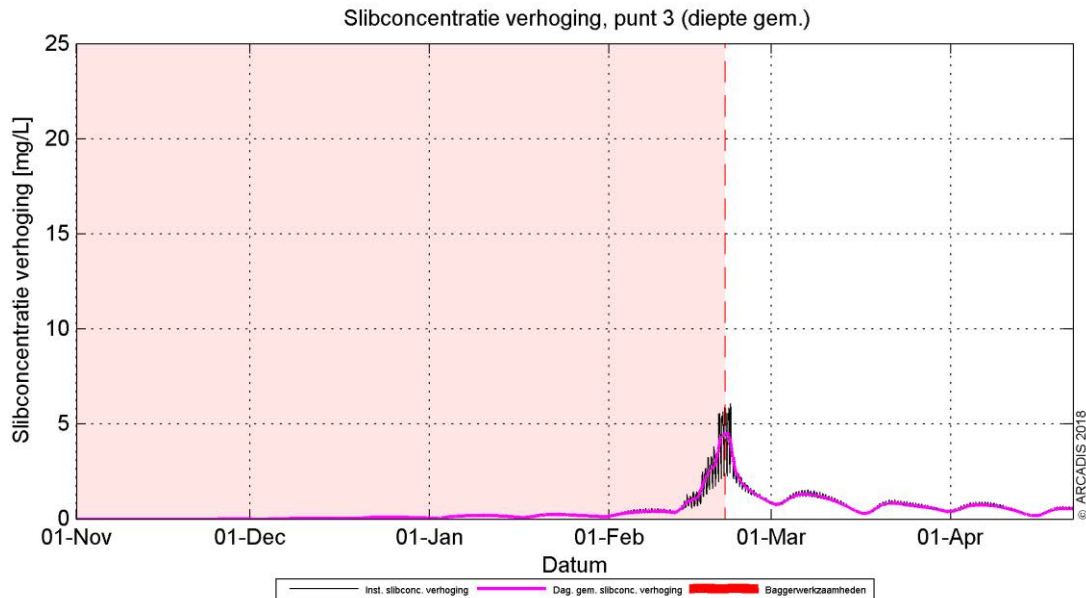
Figuur 47 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario 1 (A), jaar 1.

Rond observatiepunt 2 ligt de toename van de concentratie aanzienlijk lager. Er wordt ter hoogte van deze locatie niet meer gebaggerd. Trenchen voldoet hier. Dit proces genereert een verwaarloosbare vertroebeling. De concentratieverhoging op deze locatie is voornamelijk toe te schrijven aan de dispersiewolk ten gevolge van de baggerwerkzaamheden in de nabijgelegen kustzone. Dit is zichtbaar gedurende de eerste helft van februari. De kortstondige piek halverwege februari valt samen met het passeren van de baggerwerkzaamheden langs observatiepunt 2. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging weer uit. In Figuur 48 is te zien dat alleen gedurende het einde van de baggerperiodeperiode, waar de locatie van werkzaamheden de meetlocatie naderen en passeren, de concentraties boven de grens van 2 mg/l uitkomen.



Figuur 48 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario 1(A), jaar 1.

Observatiepunt 3 bevindt zich ter hoogte van Hollandse Kust (noord) en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 49. De werkzaamheden in de kustzone zijn hier niet meer waarneembaar uitgedrukt in een verhoging van de concentratie boven de 2 mg/l. Enkel het gladstrijken van de zandgolven dichtbij Hollandse Kust (noord) is zichtbaar aan het einde van de periode van werkzaamheden. Hierdoor wordt kort een concentratieverhoging van ca. 5 mg/l bereikt, welke daarna binnen een week weer uitdempt tot onder de 2 mg/l.



Figuur 49 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 3, Scenario 1(A), jaar 1.

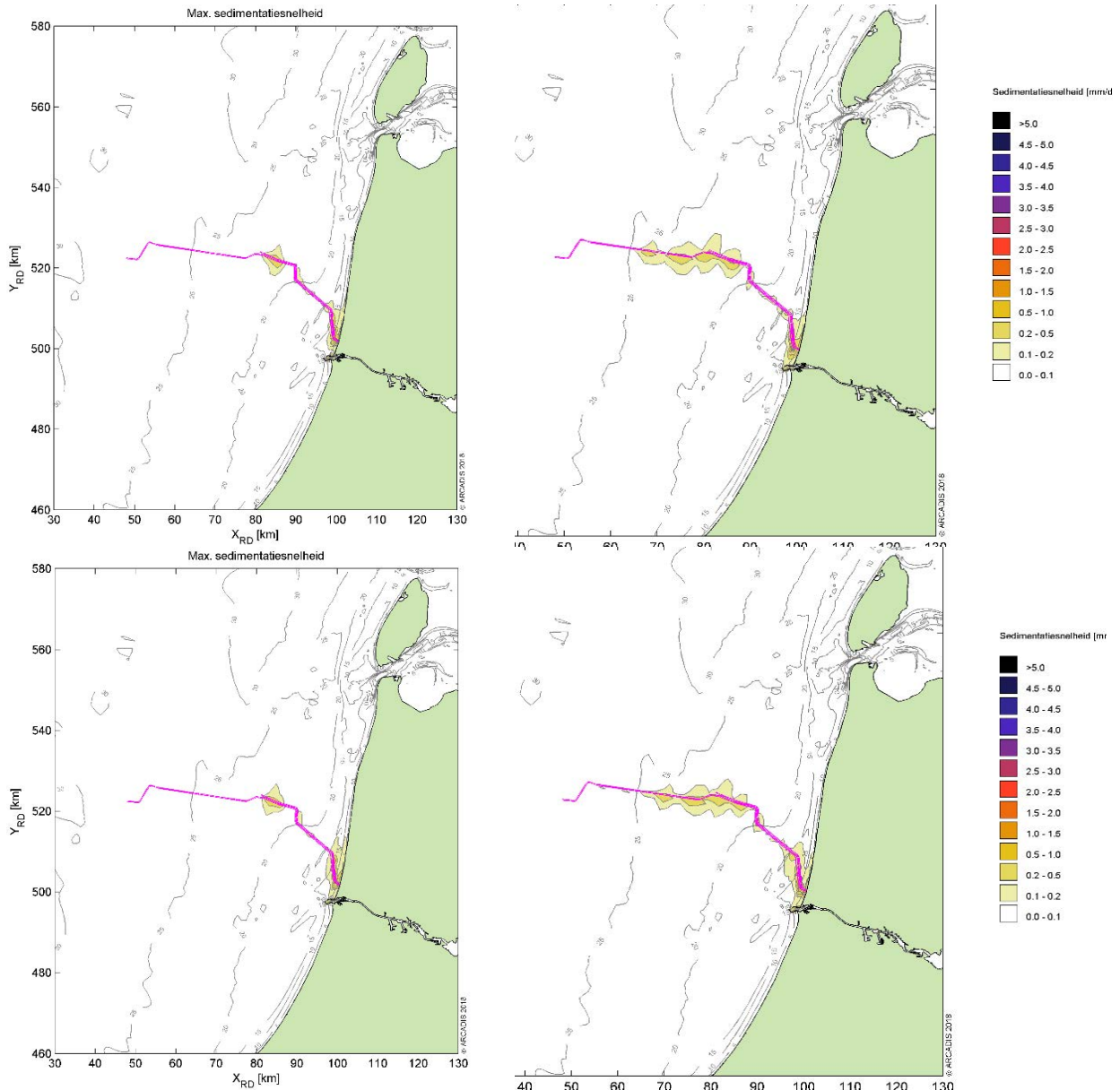
De dieptegemiddelde concentratieverhoging in observatiepunten 4 tot en met 6 is verwaarloosbaar bij alle scenario's en zijn daarom niet getoond in dit rapport. De oorzaak van de lage verhoging is tweeledig. De voornaamste reden is dat vanaf een aantal kilometer ten westen van punt 4 en verder oostwaarts geen significante baggerwerkzaamheden meer plaatsvinden, er wordt enkel nog getrenched. Dit proces genereert geen significante verhoging van de concentratie. De andere oorzaak is dat de verhoging ten gevolge van de baggerwerkzaamheden verder naar het westen op deze observatiepunten al flink afgenomen is door de verspreiding en verdeeld wordt over een grotere diepte (diepte gemiddeld), dit was ook al zichtbaar bij observatiepunt 3. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties daarom niet overschreden.

## 5.2 Sedimentatie

### 5.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 50 is de maximale sedimentatiesnelheid van beide scenario's in jaar 1 en 2 getoond. Het verschil tussen de scenario's is vrijwel niet waarneembaar. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal in de kustzone hoger in scenario 1 dan in scenario 2. Dit is in overeenstemming met de worst-case beschouwing dat in scenario 1 alle werkzaamheden in de kustzone in het eerste jaar uitgevoerd worden.

Voor beide scenario's 1 en 2 wordt er alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 4 km van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is (296 m<sup>3</sup>/m in gebied 2), in mindere mate in gebied 3 en langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5). Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 0,5 mm/d.



Figuur 50 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).

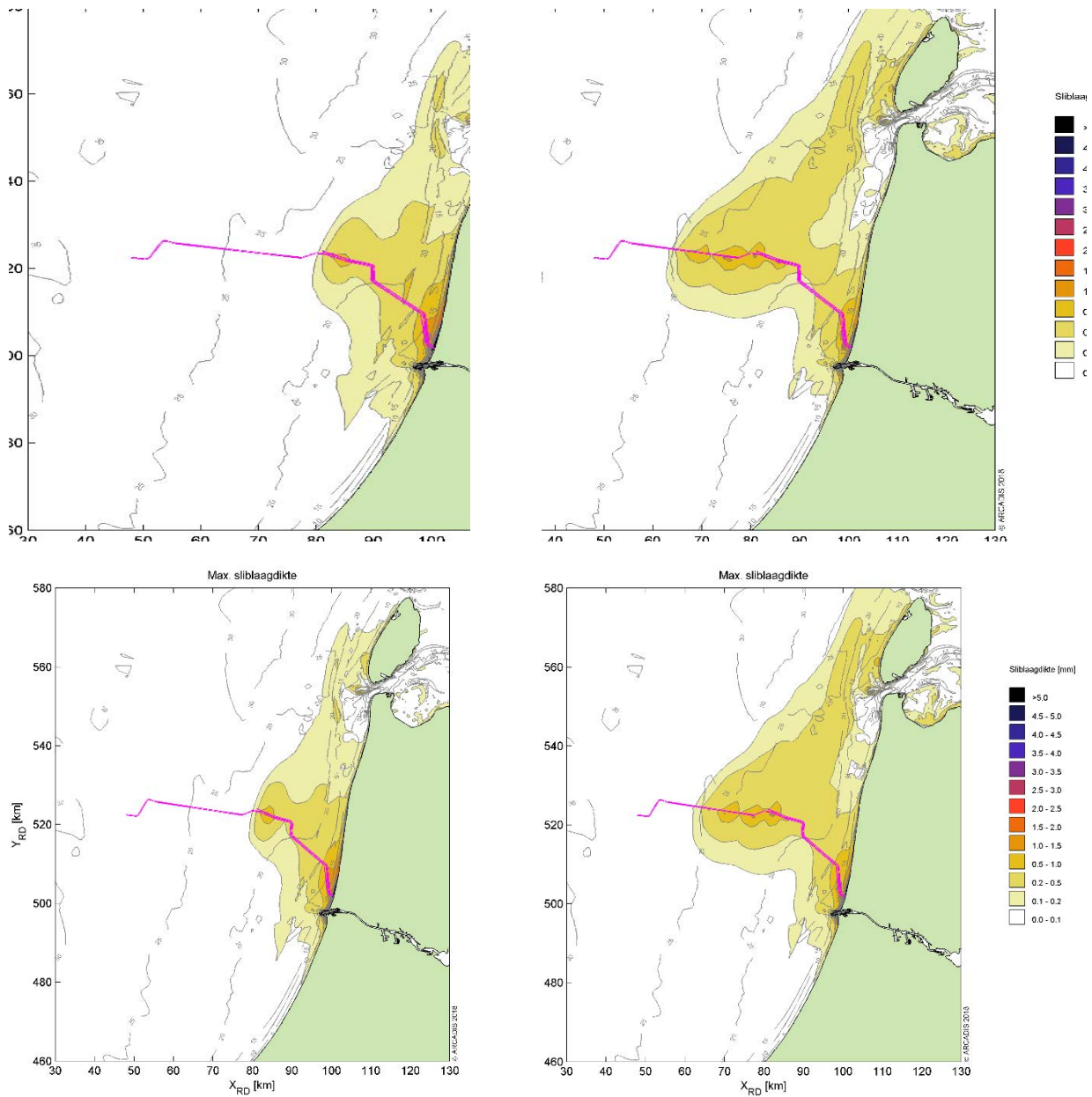
## 5.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 51 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren voor de twee jaren die benodigd zijn voor de aanleg volgens scenario 1 (boven) en 2 (onder). De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte in het eerste jaar van scenario 1 is langs het gehele tracé tot aan Hollandse Kust (noord) groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen in de kust langsricting zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het tracé neerslaan. Hierdoor wordt de grenswaarde van de laagdikte overschreden voor het gebied 10 km ten zuiden van IJmuiden tot halverwege Texel. In het tweede jaar zelfs tot aan de noordelijke punt van Texel. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. Wat betreft de verschillende scenario's (1 en 2) is het eerste jaar van scenario 1 licht worst-case wat betreft de sedimentatie. Als het tweede jaar wordt vergeleken is scenario 2 licht worst-case. Dit sluit aan



bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 51 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).

## 6 CONCLUSIES

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor een aantal scenario's gesimuleerd. Scenario 1 en 2 beschrijven de slibverspreiding bij een verschillende fasering van de aanleg van het kabeltracé. In beide scenario's is de fasering verdeeld over 2 jaren. Binnen deze jaren worden de baggerwerkzaamheden uitgevoerd in 4 à 5 maanden. Bij scenario 1 worden alle tracédelen in de kustzone in jaar 1 aangelegd, plus het resterende deel van de dubbele kabel naar Hollandse Kust (noord). Het resterende tracédeel naar Hollandse Kust (west Alpha) wordt vervolgens in jaar 2 aangelegd. Bij scenario 2 worden de 2 kabels naar Hollandse Kust (noord) in jaar aangelegd en de 2 kabels naar Hollandse Kust (west Alpha) in jaar 2.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario 1 is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario 2 is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

### Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden tijdens jaar 1 de hoogste piekconcentraties waargenomen. Deze treden op langs het tracé ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-20 mg/l en zeer lokaal tot 20-50 mg/l. Ter vergelijking, eenzelfde verhoging treedt op ten gevolge van een gemiddelde stormconditie. Dergelijke condities resulteren in een verhoging van de slibconcentratie welke weer uitdempt over een periode van enkele dagen na de storm.

Bij scenario 1 is de concentratieverhoging het meest prominent. Dit komt doordat bij dit scenario alle werkzaamheden in de kustzone in jaar 1 plaatsvinden. Bij scenario 2 is dit meer verdeeld over beide jaren.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is jaar 2 maatgevend. In dit jaar strekt het areaal zich zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting verder uit. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot 35 km uit de kust. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting.

Voor alle scenario's en jaargangen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

### Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Voor beide scenario's 1 en 2 wordt er alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 4 km van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is (296 m<sup>3</sup>/m in gebied 2) en in mindere mate langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5). Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 0,5 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat de kuststrook van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot Texel. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van het tracé

en in de buitenhaven van IJmuiden. De laagdikte langs het tracé blijft beperkt tot 10 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De laagdikte in de buitenhaven van IJmuiden kan zeer lokaal oplopen tot enkele centimeters. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier echter relatief beperkt.

## 7 BIBLIOGRAFIE

- Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX*. Beijing, China.
- Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele*. Arcadis.
- Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments*. Delft: Deltares.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria*. Haskoning.
- Institute of Estuarine & Coastal Studies. (2009). *Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance*. University of Hull.
- Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE* 91, 105-139.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletie zand Noordzee 2018-2027*. Rijkswaterstaat.
- Rijn, V. (1990). *Principles of Sedimentation and Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.
- van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports*. Delft: Deltares.
- Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord*. Witteveen en Bos.
- WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding*. Delft: WL | Delft Hydraulics.

## COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN (WEST ALPHA)  
SLIBMODELLEERSTUDIE

**KLANT**

TenneT TSO B.V.

**AUTEUR**

Jos van der Baan en Sjoerd van Til

**PROJECTNUMMER**

C05057.000084

**ONZE REFERENTIE**

**DATUM**

31 mei 2018

**STATUS**

Definitief

**GECONTROLEERD DOOR**

Michiel van Reen

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

## BIJLAGE C ONDERWATERGELUIDBEREKENINGEN

*Notitie*

**Aan**  
Belinda Kater (Arcadis)

**Van**  
Christ de Jong & Bas Binnerts

**Onderwerp**  
Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)

**Technical Sciences**  
Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 90864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00  
F +31 70 328 09 61

**Datum**  
April 2018

**Onze referentie**  
##  
E-mail

### 1 Inleiding

Arcadis heeft TNO gevraagd om berekeningen uit te voeren aan de effecten die het onderwatergeluid bij de aanleg van de platforms voor de geplande windparken Hollandse Kust Noord (HKN) en Hollandse Kust West (HKW) op het onderwaterleven kan hebben. De verspreiding van het onderwatergeluid bij het heien van de jacketfundaties is berekend en vertaald naar het oppervlak rond de heipaal waarbinnen het geluid tot verstoring van bruinvissen en zeehonden kan leiden of tot een 'permanente' gehoordrempelverhoging (PTS). Bij de berekeningen zijn de in de werkgroep Onderwatergeluid van Rijkswaterstaat afgesproken procedures en grenswaarden toegepast.

### 2 Inhoud

- 1 Inleiding
  - 2 Inhoud
  - 3 Aanpak
  - 4 Heilocaties
  - 5 Heiscenario
  - 6 Bronsterkte van het heigeluid
  - 7 Omgevingsparameters
  - 8 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden
  - 9 Berekeningen en resultaten
  - 10 Conclusie
  - 11 Referenties
- A Schaal voor de ernst van gedragsbeïnvloeding [Southall et al 2007]  
B Enkele geluidverspreidingskaarten (enkele klap)  
C Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)

### 3 Aanpak

De effectafstanden en onderwatergeluidkaarten zijn berekend met behulp van de versie 1.0 van het TNO rekenmodel AQUARIUS. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van de energie van de heiklappen, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. AQUARIUS 1.0 is gebaseerd op een benaderingsmethode voor het propagatieverlies die is beschreven in [Weston 1971, 1976]. De heipaal als geluidbron wordt in deze aanpak niet direct gemodelleerd. Het model gaat uit van het onderwatergeluid dat is gemeten tijdens het heien voor het Prinses Amalia windpark [de Jong & Ainslie 2012]. Het gemeten geluid wordt geschaald met de actuele hamerenergie en het AQUARIUS-model wordt gebruikt om het geluidveld vanuit de bestaande meetgegevens te extrapoleren naar grotere afstanden.

TNO heeft de resultaten van AQUARIUS modelberekeningen onlangs vergeleken met de meetgegevens van de aanleg van de offshore windparken Luchterduinen en Gemini, zie [Binnerts et al 2016]. Binnen het 'Wind op zee ecologisch programma' (Wozep) wordt door TNO gewerkt aan een nieuwe versie van AQUARIUS, waarin de gevonden verschillen tussen metingen en berekeningen geadresseerd worden. Omdat deze nieuwe versie nog niet beschikbaar is, is er voor gekozen om in deze studie, net zoals bij de eerder uitgevoerde berekeningen voor de aanleg van de platforms voor Borssele en Hollandse Kust Zuid, gebruik te maken van het AQUARIUS 1.0 model.

### 4 Heilocaties

Door Arcadis zijn twee heilocaties geselecteerd, één in Hollandse Kust Noord en één in Hollandse Kust West. Tabel 1 bevat de locatie van het platform (in ETRS 1989 UTM 31N) en de lokale waterdiepte zoals berekend met de publieke bathymetrie database (<http://portal.emodnet-bathymetry.eu/>). Figuur 1 toont de bathymetrie (in meter) rondom het platform (rode stip) op een kaart in rijksdriehoekskoördinaten (RD).

**Tabel 1: locaties van de heipalen**

	$X_{UTM}$ [m]	$Y_{UTM}$ [m]	$X_{RD}$ [m]	$Y_{RD}$ [m]	Lokale waterdiepte [m]
<b>HKN</b>	587410,1	5839436,2	80969	523725	23
<b>HKW</b>	552498	5836502	45968	521947	29

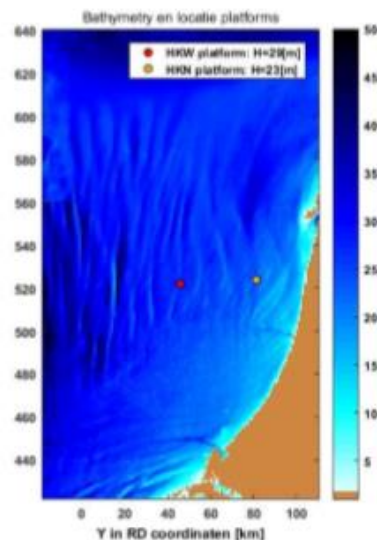
Datum

April 2018

Onze referentie

Blad

2/15



Datum  
April 2018

Onze referentie

Blad  
3/15

**Figuur 1: gebruikte Bathymetrie kaart (bron: Emodnet) met daarin aangegeven de heilocaties voor het Hollandse Kust West (HKW) en Hollandse Kust Noord (HKN) platform**

## 5 Heiscenario

### *Hei-energie*

Op advies van Arcadis is er in de akoestische berekeningen in deze studie uitgegaan van een maximale hei-energie van 1600 kJ. Voor jacket-palen is de maximale hei-energie meestal lager dan deze waarde ( $\pm$  900 kJ), waardoor de gehanteerde hei-energie als "worst-case" kan worden beschouwd.

### *Scenario heien jacket*

Om de cumulatieve blootstelling van de dieren rondom het platform aan het onderwater geluid te berekenen wordt er uitgegaan van een gestileerd maar realistisch 'Slow-start' scenario. Dit scenario is gestileerd op basis van een representatief heiscenario van een windturbinefundatie voor het Teesside park in het Verenigd Koninkrijk:

- Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie (= ca. 20% van het volledige vermogen van de hei-hamer) en frequentie geheld ('soft start').
- In de daaropvolgende ca. 30 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95%).
- Na deze 80 minuten wordt vervolgens ononderbroken op dit maximale vermogen geheld.

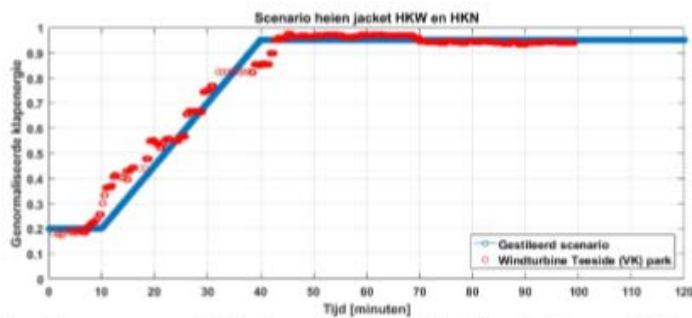


- Er wordt van uitgegaan dat er voor het heien van één paal maximaal 4.000 heiklappen nodig zijn.
- De uiteindelijke totale aanlegduur (periode van heien) bedraagt circa 120 minuten per jacketpaal.
- Voor het berekenen van de cumulatieve blootstelling aan het heigeluid wordt er uitgegaan van het heien van één jacketpaal.

Datum  
April 2018  
Onze referentie

Blad  
4/15

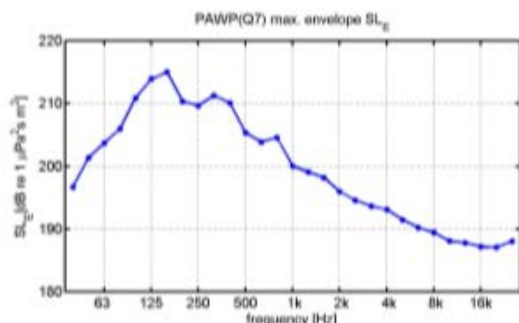
Figuur 2 geeft de genormaliseerde klapenergie weer als functie van de tijd.



Figuur 2: weergave van het in deze studie gebruikt gestileerde heiscenario (blauwe markers) inclusief slow-start. De rode punten geven het scenario weer zoals gebruikt voor het heien van een windturbine in het Teeside park.

## 6 Bronsterkte van het heigeluid

We gaan er van uit dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7) [de Jong & Ainslie 2012] als maatgevend mag worden beschouwd voor het heien van windturbinefundaties in het zoekgebied Borssele. Met behulp van het AQUARIUS model is in [Ainslie et al 2012] een schatting gemaakt van het propagatieverlies PL van het geluid van een puntbron, midden in de waterkolom op de heilocatie, naar de verschillende meetlocaties voor Q7 (21 m waterdiepte, 'medium sand' sediment, 4,5 m/s wind op 10 m hoogte). Door het berekende propagatieverlies (PL) bij de gemeten geluidbelasting (SEL) op te tellen is een schatting gemaakt van de spectra van een energiebronsterkte  $SL_E = SEL + PL$  per heiklap voor de verschillende meetpunten. De bovengrens van deze schattingen (Figuur 3) wordt hier gebruikt als input voor de AQUARIUS berekening van de geluidverspreiding bij het heien voor Borssele. De over de frequentiebanden gesommeerde  $SL_E$  per heiklap is 221 dB re  $1 \mu Pa^2 s m^2$ . De laagste schattingen van de  $SL_E$  uit de diverse meetpunten bij Q7 is 215 dB re  $1 \mu Pa^2 s m^2$ .



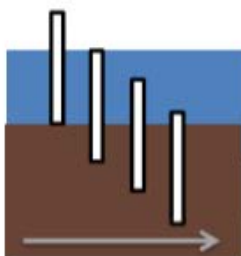
Datum  
April 2018  
Onze referentie

Blad  
5/15

**Figuur 3: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).**

De heiklap-energie die in deze studie wordt aangenomen (1600 kJ) is hoger dan de 800 kJ die bij Q7 is toegepast. Aannemend dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie, zou het energiebronniveau bij een veronderstelde klapenergie van 1600 kJ daardoor 3 dB groter<sup>1</sup> zijn. Bij gebrek aan meetgegevens bij deze hogere hei-energie nemen we vooralsnog aan dat de spectrale verdeling niet verandert.

Tijdens het heien van een jacket paal zal vanaf een gegeven moment de paal zo ver de bodem in gaan dat de afstraal effectiviteit hierdoor zal afnemen, omdat de paal niet meer de hele water kolom zal overbruggen (zie Figuur 4). Voor deze studie wordt er als "vorst-case" vanuit gegaan dat de paal gedurende de gehele hei-periode over de hele water kolom afstraalt.



**Figuur 4: afnemende afstraalefficiëntie door afnemend afstralend oppervlakte in de water kolom**

Daarnaast is de diameter van de paal kleiner t.o.v. het Q7 scenario (4.2m). Uit eerdere metingen [Bellmann et al, 2014] zou afgeleid kunnen worden dat de geluidproductie kleiner is bij een kleinere paaldiameter, maar omdat die afname ook het gevolg kan zijn van een lagere hamerenergie en van een kleinere

<sup>1</sup> De toename van de energie met een factor komt overeen met een toename van het energieniveau met  $10 \log_{10}(1600/800) \approx 3$  dB.

waterdiepte bij die metingen is voorzichtigheidshalve besloten om in deze studie geen rekening te houden met die eventuele afname.

Tot slot wordt er in deze studie van uit gegaan dat er geen geluids-mitigerende maatregel wordt toegepast.

## 7 Omgevingsparameters

De geluidverspreiding is uitgerekend voor de in Tabel 2 gegeven waarden van de geschatte omgevingsparameters.

**Tabel 2: Omgevingsparameters voor de propagatieberekeningen**

Waterdiepte bij de platforms	Zie Figuur 1
Bodem type [Ainslie 2010]	'medium sand'
Bodem geluidsnelheid	1785 m/s
Bodem dichtheid	2086 kg/m <sup>3</sup>
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Zeewater geluidsnelheid	1490 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m <sup>3</sup>
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s en 8,6 m/s

Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Dat effect is vooral merkbaar bij windsnelheden (op 10 m boven het wateroppervlak) groter dan 3 tot 4 m/s. Bij de berekening van de geluidverspreiding wordt daarom uitgegaan van twee windsnelheden:

- i. 0 m/s, als 'worst case';
- ii. een gemiddelde windsnelheid op de beoogde planlocatie. Voor Hollandse Kust Noord en West hebben we daarvoor 8,6 m/s (op 10 m boven het zeeoppervlak) gekozen.

## 8 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden

De berekening van de geluidverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Dat aantal hangt samen met het voorkomen van dieren binnen een afstand tot de heipaal waarbinnen het blootstellingsniveau een drempelwaarde overschrijdt waarbij die effecten mogelijk optreden. In dit memorandum beperken we ons tot de berekening van die afstanden en het bijbehorende oppervlak.

In navolging van [Southall et al 2007] onderscheiden we gedragseffecten en fysiologische effecten (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel en PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) ten gevolge van onderwatergeluid. Voor beide typen effecten worden in [Southall et al 2007] drempelwaarden voorgesteld, maar zijn uit onderzoek in Nederland en Duitsland ook recentere gegevens beschikbaar, die meer specifiek toepasbaar zijn voor effecten van heigeluid op bruinvissen en zeehonden in de Noordzee. De te hanteren drempelwaarden zijn in de jaren 2013 - 2014 op basis van consensus gekozen in een door Rijkswaterstaat (RWS) georganiseerde werkgroep 'onderwatergeluid',

Datum  
April 2018

Onze referentie

Blad  
6/15

zie Tabel 3. Ook de in Tabel 3 gegeven zwemsnelheden waarmee de dieren wegzwemmen zijn binnen de RWS werkgroep besproken en vastgesteld [KEC, 2015]. Ze zijn gebaseerd op een gezamenlijke interpretatie van gegevens uit diverse publicaties uit de wetenschappelijke en 'grijze' literatuur.

Datum  
April 2018  
Onze referentie

Tabel 3: In deze studie gehanteerde drempelwaarden en zwemsnelheden voor bruinvissen en zeehonden

	bruinvis	zeehond
Vermijding	SEL <sub>SS</sub> > 140 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s	SEL <sub>SS,W</sub> > 145 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s
TTS-onset	SEL <sub>CUM</sub> > 164 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s	SEL <sub>CUM,W</sub> > 171 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s
PTS-onset	SEL <sub>CUM</sub> > 179 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s	SEL <sub>CUM,W</sub> > 186 dB re 1 μPa <sup>2</sup> s
Zwem snelheid	3,4 m/s (12,2 km/u).	4,9 m/s (17,6 km/u)

Blad  
7/15

## 9 Berekningen en resultaten

Er zijn 8 (2x2x1x2) scenario's doorgerekend voor het bepalen van de vermijding- en TTS/PTS-contouren ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de platformfundaties voor de Hollandse Kust Noord en West parken:

- Voor 2 diersoorten (bruinvis en zeehond)
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 8,6 m/s)
- Voor 1 hei-energie (1600 kJ)
- Voor 2 locaties (Figuur 1)

Er zijn geluidkaarten berekend voor de SEL<sub>SS</sub> (bruinvis) en SEL<sub>SS,W</sub> (zeehond) voor de 4 scenario's voor twee verschillende zwemdieptes (1 m onder de waterspiegel en 1 m boven de zeebodem) bij de maximale klapenergie, rekening houdend met de bathymetrie rond de paal. In de berekende geluidkaarten zijn contourlijnen getekend bij de drempelwaarde voor gedragsbeïnvloeding (Tabel 3, vermijding). In appendix B van deze notitie zijn de geluidkaarten opgenomen.

### Vermijding

Op basis van dergelijke kaarten is het totale oppervlakte berekend binnen de contourlijn waarbinnen verwacht wordt dat dieren van de geluidbron weg zullen vluchten. Tabel 4 geeft de vermijdingsoppervlakken weer voor de berekende scenario's.

Tabel 4: Berekend vermijdingsoppervlak (km<sup>2</sup>) voor zeehonden en bruinvissen, voor een hei-energie van 1600 kJ en twee windsnelheden.

Park	Hollandse Kust Noord				Hollandse Kust West			
	Zeehond		Bruinvis		Zeehond		Bruinvis	
Hei-energie [kJ]	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Windsnelheid [m/s]	0	8.6	0	8.6	0	8.6	0	8.6
Vermijdingsoppervlakte [km <sup>2</sup> ]	1246	370	2585	621	1719	596	3674	1067

### TTS/PTS

Daarnaast is er voor de hierboven geschreven scenario's ook gekeken naar de cumulatieve blootstelling van de dieren aan onderwatergeluid gedurende het heien van een complete paal voor de waterdiepte ter plekke van de platforms (HKN: 23 m en HKW: 29 m). In deze berekening is rekening gehouden met een

realistisch heiscenario (sectie 5) en met vermijdingsgedrag van de dieren. Daarbij is een in de RWS werkgroep vastgesteld scenario gehanteerd, dat een realistische 'worst case' simuleert [KEC, 2015]. Omdat de ontvangen geluidniveaus nabij het wateroppervlak overal lager zijn dan de geluidniveaus op grotere diepte gaan we er van uit dat alle dieren zich bij aanvang van het heien op een vaste positie op 1 m van de bodem bevinden. Aangenomen wordt dat de dieren na het waarnemen van de tweede klap voldoende informatie hebben verzameld om op het geluid te reageren. Vanaf klap 3 bevinden alle dieren zich in de berekeningen op dezelfde locatie als bij de eerste twee klappen, maar dan op 1 m van het wateroppervlak. Vanaf die derde klap vluchten de blootgestelde dieren van de paal weg, met de in Tabel 3 gegeven constante snelheid en op een constante diepte, zo lang de ontvangen SEL<sub>SS</sub> boven de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt. Vanaf het moment dat de ontvangen SEL<sub>SS</sub> beneden de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt blijven de dieren stationair. De SEL<sub>CUM</sub> hangt daarmee af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien.

**Datum**  
April 2018

**Onze referentie**

**Blad**  
8/15

In appendix C zijn de grafieken opgenomen waaruit de effectafstanden voor vermindering en fysiologische effecten kunnen worden afgelezen. Deze figuren tonen de berekende geluidsblootstelling (SEL<sub>SS</sub> en SEL<sub>CUM</sub>) als functie van de afstand van het dier tot de heipaal. Dieren die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand bevinden waarbij het geluid een vermijdingsreactie veroorzaakt, zwemmen tijdens het heien naar de rand van dit gebied. De uiteindelijke SEL<sub>CUM</sub> hangt af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien. De resulterende effectafstanden zijn samengevat in Tabel 5.

Park	Hollandse Kust Noord				Hollandse Kust West			
	Zeehond		Bruinvis		Zeehond		Bruinvis	
Hei-energie [kJ]	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Windsnelheid [m/s]	0	8,6	0	8,6	0	8,6	0	8,6
vermijdingsafstand 1 m boven zeebodem (km)	22,5	12,3	33,5	16,8	27,4	16,4	41,6	23,4
vermijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak (km)	7,8	4,0	12,1	6,1	8,1	4,2	12,9	6,9
afstand voor TTS-onset (km)	16,9	7,7	28,3	12,4	17,9	8,9	30,9	15,2
afstand voor PTS-onset (km)	0,3	0,2	1,7	0,8	0,3	0,2	1,8	0,8

**Tabel 5: Berekend effectafstanden (km) voor zeehonden en bruinvissen, in een uniforme waterdiepte van resp. 23 m voor HKN en 29 m HKW, voor een hei-energie van 1600 kJ en twee windsnelheden.**

## 10 Conclusie

Dit memo geeft de resultaten van een berekening van de afstanden waarop het heigeluid t.g.v. het heien van de jacketfundaties van de platforms voor Hollandse Kust Noord en West parken mogelijke effect kan hebben op bruinvissen en zeehonden.

Bij het beoordelen van de berekende effectafstanden dient rekening gehouden te worden met onzekerheden in berekeningen en grenswaarden. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, vermijdingsgedrag of fysiologische effecten.

**Datum**

April 2018

**Onze referentie**

**Blad**

9/15

## 11 Referenties

**Ainslie, 2010**, Principles of Sonar Performance Modeling. Springer-Praxis

**Ainslie et al, 2012**, 'What is the source level of pile-driving noise in water?' In The Effects of Noise on Aquatic Life, edited by Popper & Hawkins (Springer), pp 445-448.

**de Jong & Ainslie, 2012**, report TNO 2012 R10081 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7' (update of TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388)

**Bellmann et al, 2014**, 'Hydroschallmessungen, ein erfahrungsbericht aus der Praxis oder Welche Fragen sind noch offen?', BSH - Workshop Schallschutz Hamburg 9/10/2014

**Binnerts et al, 2016**, 'Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound', report TNO 2016 R11338

**KEC, 2015**, 'Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee: deelrapport B: bijlage TNO - onderzoek Cumulatieve effecten op zeezoogdieren'

**Southall et al 2007**, 'Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations', Aquatic Mammals 33 (4), pp 411-521

**Weston 1971**, 'Intensity-range relations in oceanographic acoustics', Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287

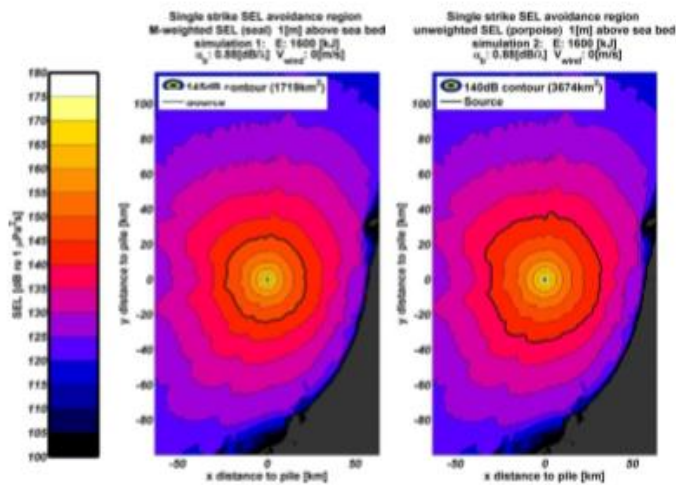
**Weston 1976**, 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483

**A. Enkele geluidverspreidingskaarten (enkele klap)**

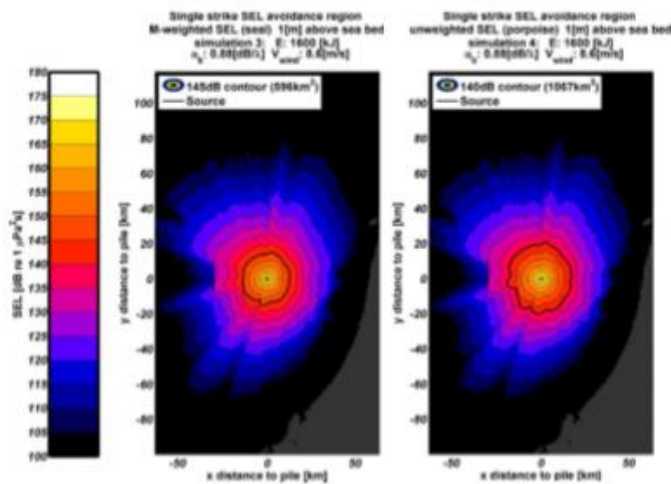
Datum  
April 2018

Onze referentie

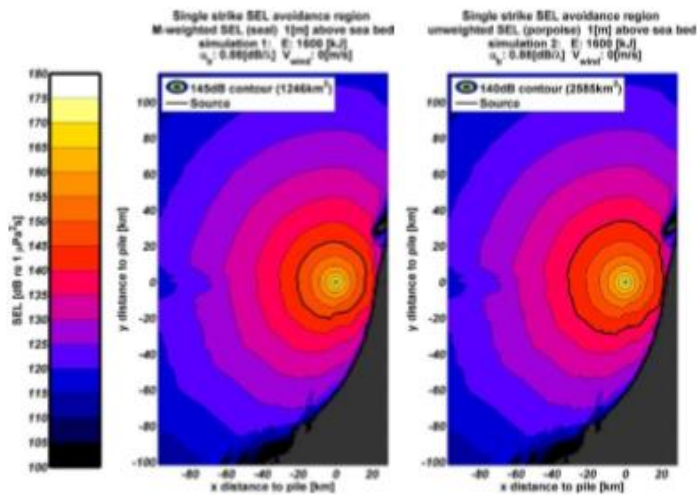
Blad  
10/15



Scenario 1: (1600 kJ, wind 0 m/s, HKW): berekende verdeling van de SEL<sub>ss</sub> op een diepte van 1 m boven de zeebodem, voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag (Tabel 3) wordt overschreden.



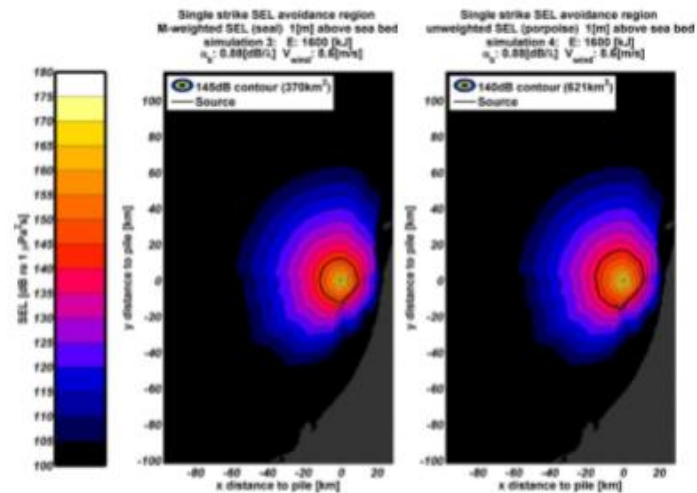
Scenario 2: (1600 kJ, wind 8,6 m/s, HKW): berekende verdeling van de SEL<sub>ss</sub> met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')



Datum  
April 2018  
Onze referentie

Blad  
11/15

Scenario 3: (1600 kJ, wind 0 m/s, HKN): berekende verdeling van de SEL<sub>11</sub> met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')

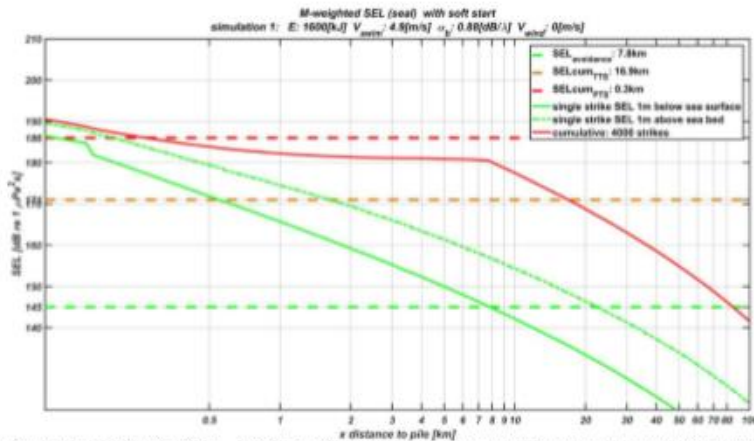


Scenario 4: (1600 kJ, wind 8,6 m/s, HKN): berekende verdeling van de SEL<sub>11</sub> met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')

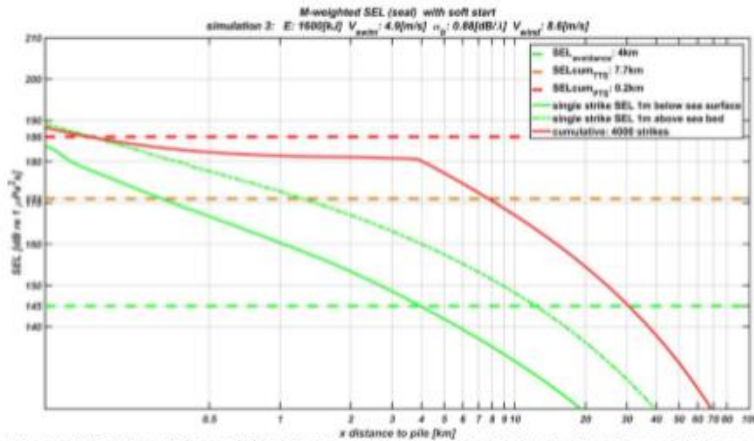


**B. Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)**

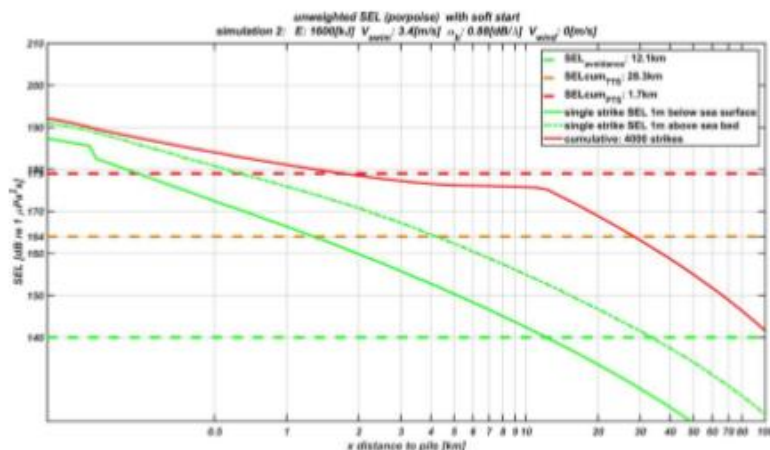
Datum  
April 2018  
Onze referentie  
  
Blad  
12/15



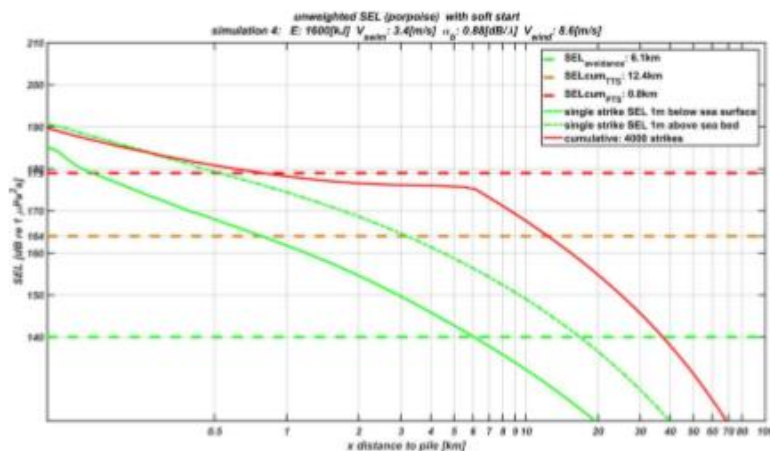
Scenario 5 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, zeehonden): berekende verdeling van de SEL<sub>88,W</sub> op een diepte van 1 m onder de waterspiegel ("single strike SEL 1m below sea surface", groene doorgetrokken lijn) en op 1 m boven de zeebodem ("single strike SEL 1m above sea bed", groene gestippelde curve) en de SEL<sub>CUM,W</sub> ("cumulative", rode doorgetrokken lijn), als functie van de afstand tot de paal waarop het dier zich bij aanvang van het heien bevindt. Het snijpunt van de groene curven (SEL<sub>88</sub>) met de groene horizontale lijn ("SEL avoidance") geven de vermijdingsafstanden voor zeehonden op twee dieptes. De snijpunten van de rode lijn (SEL<sub>CUM,W</sub>) met de rode ("SEL cum PTS") en oranje ("SEL cum TTS") horizontale lijnen geven de 'PTS-afstand' en 'TTS-afstand', zie Tabel 3 en [KEC, 2015] voor meer informatie.



Scenario 6 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, zeehonden): berekende verdeling van de SEL<sub>88,W</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM,W</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)



Scenario 7 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL<sub>ss</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

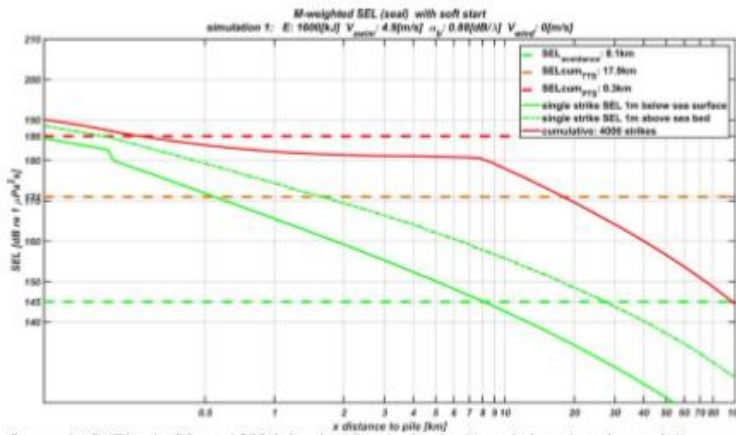


Scenario 8 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL<sub>ss</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

Datum  
April 2018

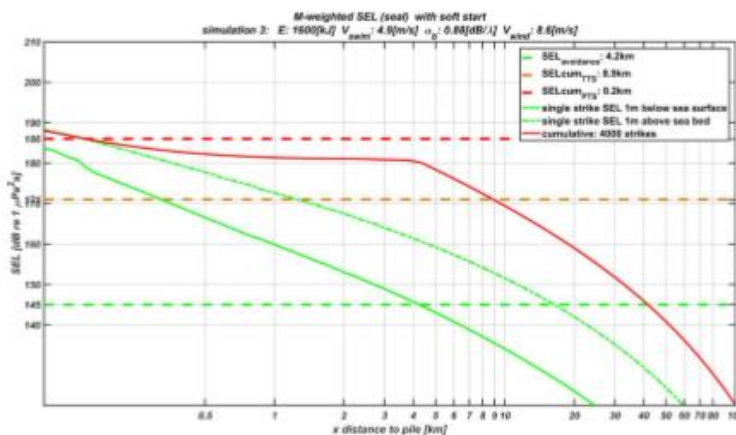
Onze referentie

Blad  
13/15

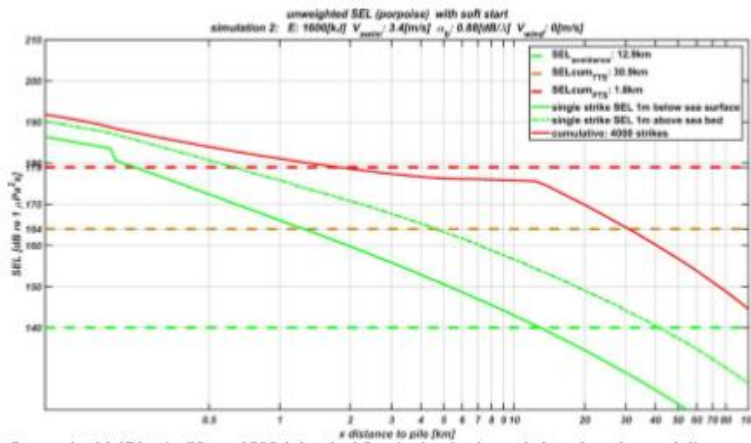


Scenario 9 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, **bruinvissen**): berekende verdeling van de SEL<sub>8,3</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

Datum  
April 2018  
Onze referentie  
  
Blad  
14/15



Scenario 10 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, **zeehonden**): berekende verdeling van de SEL<sub>8,3,W</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM,W</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

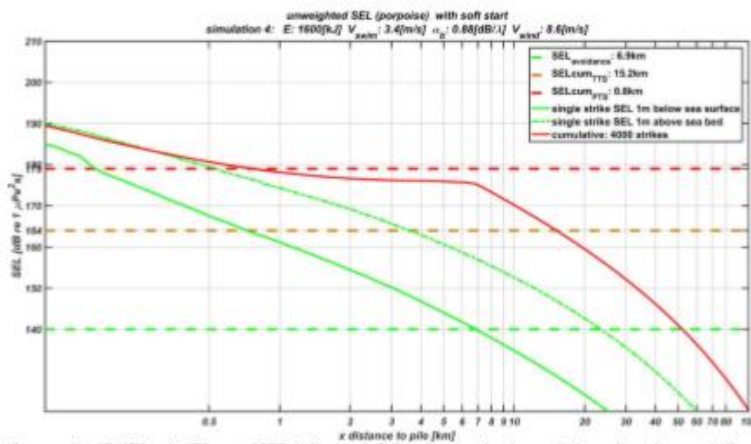


Scenario 11 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL<sub>83</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

Datum  
April 2018

Onze referentie

Blad  
15/15



Scenario 12 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL<sub>83</sub> op twee dieptes en de SEL<sub>CUM</sub> (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

## BIJLAGE D PRIORITAIRE STOFFEN

LIJST VAN PRIORITAIRE STOFFEN OP HET GEBIED VAN HET WATERBELEID (RIVM 2013).

Nummer	CAS-nummer (1)	EU-nummer (2)	Naam van de prioritaire stof (3)	Aangewezen als prioritaire gevaarlijke stof
(1)	15972-60-8	240-110-8	Alachloor	
(2)	120-12-7	204-371-1	Antraceen	X
(3)	1912-24-9	217-617-8	Atrazine	
(4)	71-43-2	200-753-7	Benzeen	
(5)	niet van toepassing	niet van toepassing	Gebromeerde difenylethers	X (4)
(6)	7440-43-9	231-152-8	Cadmium en cadmiumverbindingen	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	Chlooralkanen, C <sub>10-13</sub>	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Chloorfenvinfos	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Chloorpyrifos (chloorpyrifosethyl)	
(10)	107-06-2	203-458-1	1,2-dichloorethaan	
(11)	75-09-2	200-838-9	Dichloormethaan	
(12)	117-81-7	204-211-0	Di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)-	X
(13)	330-54-1	206-354-4	Diuron	
(14)	115-29-7	204-079-4	Endosulfan	X
(15)	206-44-0	205-912-4	Fluoranteen	
(16)	118-74-1	204-273-9	Hexachloorbenzeen	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Hexachloorbutadieen	X
(18)	608-73-1	210-168-9	Hexachloorcyclohexaan	X
(19)	34123-59-6	251-835-4	Isoproturon	
(20)	7439-92-1	231-100-4	Lood en loodverbindingen	
(21)	7439-97-6	231-106-7	Kwik en kwikverbindingen	X
(22)	91-20-3	202-049-5	Naftaleen	
(23)	7440-02-0	231-111-4	Nikkel en nikkelverbindingen	
(24)	niet van toepassing	niet van toepassing	Nonylfenolen	X (5)
(25)	niet van toepassing	niet van toepassing	Octylfenolen (6)	
(26)	608-93-5	210-172-0	Pentachloorbenzeen	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Pentachloorfenol	
(28)	niet van toepassing	niet van toepassing	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) (7)	X
(29)	122-34-9	204-535-2	Simazine	
(30)	niet van toepassing	niet van toepassing	Tributyltinverbindingen	X (8)
(31)	12002-48-1	234-413-4	Trichloorbenzenen	
(32)	67-66-3	200-663-8	Trichloormethaan (chloroform)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Trifluraline	X
(34)	115-32-2	204-082-0	Dicofol	X
(35)	1763-23-1	217-179-8	Perfluorooctansulfonzuur en zijn derivaten (PFOS)	X
(36)	124495-18-7	niet van toepassing	Quinoxifen	X

Nummer	CAS-nummer (1)	EU-nummer (2)	Naam van de prioritaire stof (3)	Aangewezen als prioritaire gevaarlijke stof
(37)	niet van toepassing	niet van toepassing	Dioxinen en dioxineachtige verbindingen	X (9)
(38)	74070-46-5	277-704-1	Aclonifen	
(39)	42576-02-3	255-894-7	Bifenox	
(40)	28159-98-0	248-872-3	Cybutryne	
(41)	52315-07-8	257-842-9	Cypermethrin (10)	
(42)	62-73-7	200-547-7	Dichloorvos	
(43)	niet van toepassing	niet van toepassing	Hexabroomcyclododecaan (HBCDD)	X (11)
(44)	76-44-8/1024-57-3	200-962-3/213-831-0	Heptachloor en heptachloor-epoxide	X
(45)	886-50-0	212-950-5	Terbutryn	

(1) CAS: Chemical Abstract Services.

(2) EU-nummer: Europese inventaris van bestaande chemische handelstoffen (EINECS) of de Europese lijst van chemische stoffen waarvan kennisgeving is gedaan (ELINCS).

(3) Wanneer groepen van stoffen zijn geselecteerd, worden, tenzij anders vermeld, typische voorbeelden daarvan gebruikt bij het bepalen van de milieukwaliteitsnormen.

(4) Alleen tetra-, penta-, hexa- en heptabroomdifenylether (respectievelijk CAS-nummers 40088-47-9, 32534-81-9, 36483-60-0, 68928-80-3).

(5) Nonylfenol (CAS 25154-52-3, EU 246-672-0) met inbegrip van isomeren 4-nonylfenol (CAS 104-40-5, EU 203-199-4) en 4-nonylfenol (vertakt) (CAS 84852-15-3, EU 284-325-5).

(6) Octylfenol (CAS 1806-26-4, EU 217-302-5) met inbegrip van isomeer 4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-fenol (CAS 140-66-9, EU 205-426-2).

(7) Met inbegrip van benzo(a)pyreen (CAS 50-32-8, EU 200-028-5), benzo(b)fluoranteen (CAS 205-99-2, EU 205-911-9), benzo(g,h,i)peryleen (CAS 191-24-2, EU 205-883-8), benzo(k)fluoranteen (CAS 207-08-9, EU 205-916-6), indeno(1,2,3-cd)pyreen (CAS 193-39-5, EU 205-893-2) en met uitzondering van antraceen, fluoranteen en naftaleen, die afzonderlijk worden vermeld.

(8) Met inbegrip van tributyltin-kation (CAS 36643-28-4).

(9) Dit betreft de volgende verbindingen: 7 polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's): 2,3,7,8-T4CDD (CAS 1746-01-6), 1,2,3,7,8-P5CDD (CAS 40321-76-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDD (CAS 39227-28-6), 1,2,3,6,7,8-H6CDD (CAS 57653-85-7), 1,2,3,7,8,9-H6CDD (CAS 19408-74-3), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDD (CAS 35822-46-9), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDD (CAS 3268-87-9) 10 polychloordibenzofuranen (PCDF's): 2,3,7,8-T4CDF (CAS 51207-31-9), 1,2,3,7,8-P5CDF (CAS 57117-41-6), 2,3,4,7,8-P5CDF (CAS 57117-31-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDF (CAS 70648-26-9), 1,2,3,6,7,8-H6CDF (CAS 57117-44-9), 1,2,3,7,8,9-H6CDF (CAS 72918-21-9), 2,3,4,6,7,8-H6CDF (CAS 60851-34-5), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDF (CAS 67562-39-4), 1,2,3,4,7,8,9-H7CDF (CAS 55673-89-7), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDF (CAS 39001-02-0) 12 dioxineachtige polychloorbifenyleen (DL-PCB): 3,3',4,4'-T4CB (PCB 77, CAS 32598-13-3), 3,3',4',5-T4CB (PCB 81, CAS 70362-50-4), 2,3,3',4,4'-P5CB (PCB 105, CAS 32598-14-4), 2,3,4,4',5-P5CB (PCB 114, CAS 74472-37-0), 2,3',4,4',5-P5CB (PCB 118, CAS 31508-00-6), 2,3',4,4',5'-P5CB (PCB 123, CAS 65510-44-3), 3,3',4,4',5-P5CB (PCB 126, CAS 57465-28-8), 2,3,3',4,4',5-H6CB (PCB 156, CAS 38380-08-4), 2,3,3',4,4',5'-H6CB (PCB 157, CAS 69782-90-7), 2,3',4,4',5,5'-H6CB (PCB 167, CAS 52663-72-6), 3,3',4,4',5,5'-H6CB (PCB 169, CAS 32774-16-6), 2,3,3',4,4',5,5'-H7CB (PCB 189, CAS 39635-31-9).

(10) CAS 52315-07-8 betreft een mengsel van isomeren van cypermethrin, alpha-cypermethrin (CAS 67375-30-8), beta-cypermethrin (CAS 65731-84-2), theta-cypermethrin (CAS 71697-59-1) en zeta-cypermethrin (52315-07-8).

(11) Dit betreft 1,3,5,7,9,11-hexabroomcyclododecaan (CAS 25637-99-4), 1,2,5,6,9,10-hexabroomcyclododecaan (CAS 3194-55-6), alpha-hexabroomcyclododecaan

## COLOFON

WATERTOETSEN KRM, KRW EN BPRW  
NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA)

**KLANT**  
TenneT

**AUTEUR**  
Belinda Kater  
Sarina Versteeg  
Louise Lysen

**PROJECTNUMMER**  
C05057.000084

**DATUM**  
1 Augustus 2018

### **Arcadis Nederland B.V.**

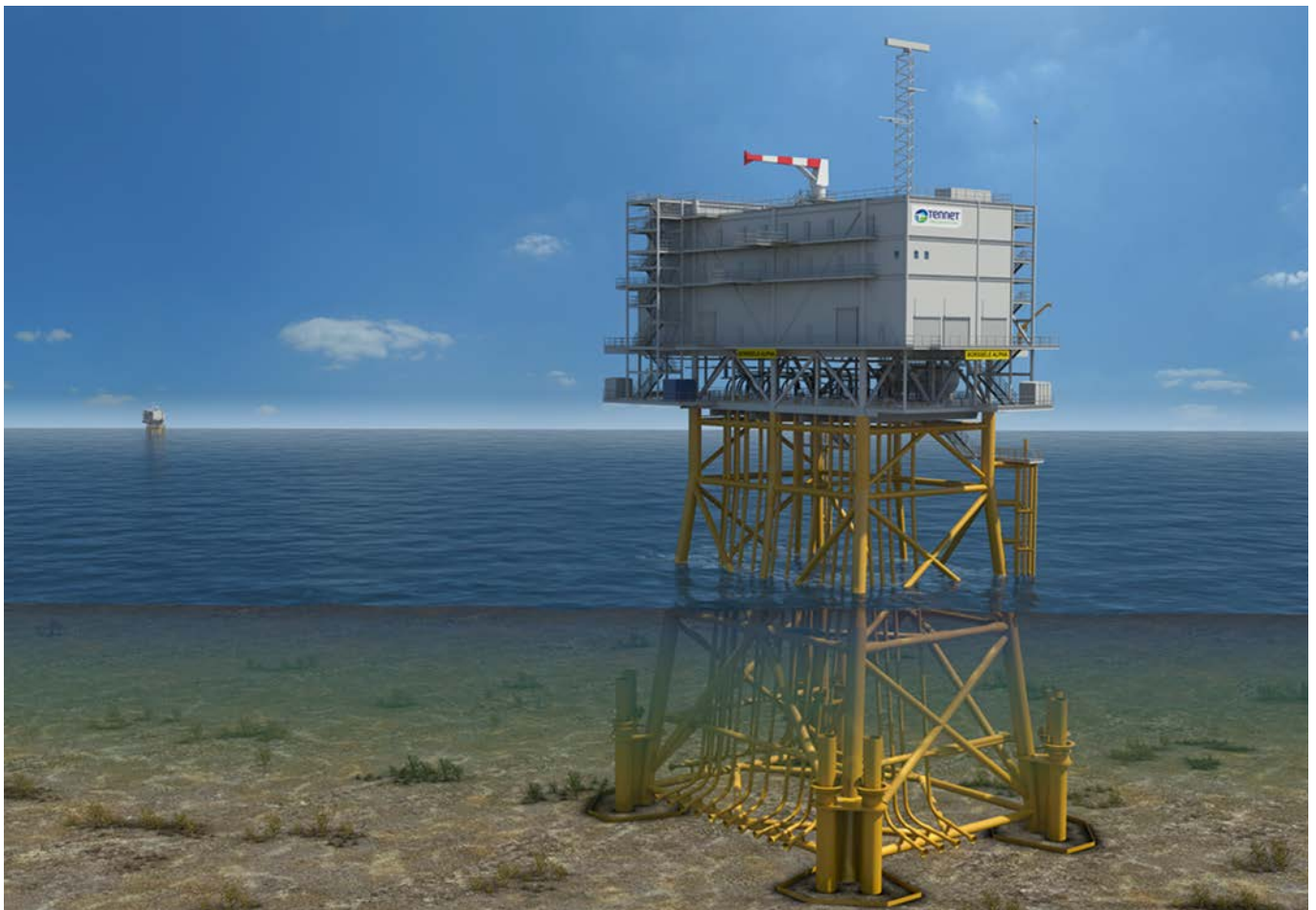
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Offshore Grid NL Platforms  
 Title: Specification for Navigation Aid

Date: 06-02-2018  
 Revision: 04

Offshore Grid NL  
 Platforms  
**Specification for Navigation Aid**



**Change History**

Rev	Date	Change history	Author
04	06-02-2018	Update for information notice 7	RdW
03	30-06-2017	For Tender	DMK



Intended for  
**TenneT**

Document type  
**Specification**

Date  
**January, 2016**

Ramboll ref.  
**1100015665/ROGE-T-SA-000008**

# OFFSHORE GRID NL

## STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION

### SPECIFICATION FOR NAVIGATION AID



Standard 700 MW AC Offshore Substation  
Specification for Navigation Aid

Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description
A	30/11/2015	JRJ/JEMH	AHA/trf	PBS	Issued for comments
0	15/01/2016	JRJ	AHA	PBS	Issued for ITT

## CONTENTS

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	References	1
1.2	Abbreviations	1
<b>2.</b>	<b>REGULATIONS, CODES AND STANDARDS</b>	<b>2</b>
2.1	General	2
2.2	Other codes and standards	2
<b>3.</b>	<b>SCOPE OF SUPPLY</b>	<b>3</b>
3.1	General design	3
3.2	Control panels	3
3.2.1	General requirements on cabinets	3
3.2.2	Cabinet Earthing and bonding	4
3.2.3	Ingress protection class	4
3.2.4	Navigation and aeronautical panels	4
3.2.5	Electrical control system / UPS	4
3.3	Navigational aid	5
3.3.1	Navigation main lights	5
3.3.2	Fog horn signal	5
3.3.3	Identification markings with floodlight	5
3.3.4	Aeronautical obstruction lights	6
3.3.5	Radar beacon (Racon)	6
3.3.6	AIS Transmitter	6
3.4	Signals to SCADA	6
3.5	IALA marking recommendations and considerations	7
3.6	Functional test	7
<b>4.</b>	<b>MARKING</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>CERTIFICATION / VERIFICATION</b>	<b>7</b>
5.1	Certificates	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

# 1. INTRODUCTION

This document is part of the basic design package for

## **Offshore Grid NL Standard 700 MW AC Offshore Substation**

This specification defines the minimum requirements for design, fabrication, factory testing, certification, third party verification and supply.

### 1.1 References

[1]	ONL-TTB-00044	Basic Design Report
-----	---------------	---------------------

### 1.2 Abbreviations

AIS	Automatic Identification System
GPS	Global Positioning System
FAT	Factory Acceptance Test
HAT	Highest Astronomical Tide
HVAC	High Voltage AC
HVA/C	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IPxx	Ingress Protection
LED	Light-emitting diode
LV	Low Voltage
MDF	Main Distribution Frame
RDS-PP	Reference Designation General numbering System – Power Plants
SAT	Site Acceptance Test
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIT	Site Integration Test
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet protocol
UPS	Uninterruptible power supply

## 2. REGULATIONS, CODES AND STANDARDS

### 2.1 General

National regulations, codes and standards are listed in Basic design report [1] where compliance is mandatory. However, requirements of this specification shall apply where they are more specific than these regulations or codes.

Furthermore the hierarchy of regulations, codes and standards are listed in the Basic Design Report [1].

### 2.2 Other codes and standards

In addition to the standards listed in Basic design [1], the design shall comply with the following codes and standards.

DNVGL

- DNVGL-ST-0145: Offshore Substations
  
- EC regulation
- 2004/108/EC, EMC Directive
- 2006/95/EC, Low Voltage Directive
- 2006/42/EC, Machinery Directive
- 2004/108/EC, Electromagnetic Compatibility
- 89/106/EC, Construction Product Directive (CPD)
- Regulation 305/2011, Construction Product Regulation (CPR).
- Dutch "mining regulation" WJZ 02063603
- IALA International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (0-139 Marking of Man-Made Offshore Structures)
- IALA Guideline No. 1038, Ambient light levels at which aids to navigation should switch on and off
- IALA Guideline No. 1069, Synchronization of lights
- IALA recommendation E109, Calculation of the range of a sound signal
- IEC 60945, Maritime navigation and radio communication equipment and systems
- EN 62305, Lightning Protection systems
- IEC 60364, Low voltage electrical installations - Protection for safety and protection against electric shock
- IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- IEC 60092, Electrical installations in ships.
- IEC 61892, Mobile and fixed offshore units – Electrical installations
- EN 61000, Electromagnetic compatibility (EMC)

### 3. SCOPE OF SUPPLY

#### 3.1 General design

The navigation aid and aviation system shall have the following functions:

- Control and monitoring of navigation aid equipment
- Control and monitoring of aeronautical obstruction lights on masts and crane.
- Control and monitoring of radar beacon
- Control and monitoring of fog horn
- Interfacing with AUX SCADA

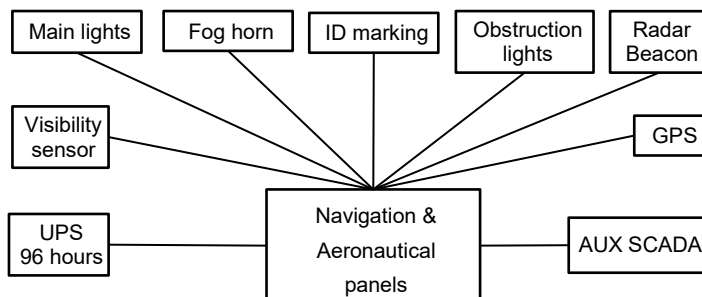


Figure 3-1: Figure 3 1: Navigation / aeronautical system block diagram

#### 3.2 Control panels

Both control panels shall contain distribution, overvoltage protection, lightning protection and rechargeable battery for backup (96 hours duty).

##### 3.2.1 General requirements on cabinets

The Contractor shall deliver a complete cabinet. The cabinet space has been allocated for the navigation aid system.

The following maximum dimensions (including cable compartment) shall apply for each cabinet:

- Height : 2100 mm including socket
- Width : 800 mm
- Depth : 800 mm

The cabinet shall be located in the TenneT Control room, which is a HVA/C ventilated room.

The cabinet shall be fitted with a swing frame (centre full height). The free space in swing frame shall be filled out with blanking panels.

The dedicated batteries shall be located in the central battery room. Cable between batteries and cabinet shall be fire resistant and fuse protected as close as possible to the batteries.

It shall be possible to inspect the equipment in the cabinet (and thus e.g. read displays, indicator lights etc.) with the door closed (e.g. with the use tamperd glass, Plexiglas or mashed steel). The door must hinge to the same side as the swing frame and be with comfort handle for lock insert including handle adaptor and push-button.

The cabinet shall be with 100 mm socket with a filter for ventilation. Each cabinet shall be prepared for floor mounting having a base with predrilled holes for bolting directly on a steel support welded to the deck.

There must be mounted enclosure light in top (front) of the cabinet. The door switch shall be in the bottom of the cabinet. A 230V AC service outlet shall be installed in each cabinet. The power shall be from common supply.

The roof plate shall be used for cable entry and it shall either be lifted (100 mm) for natural ventilation or be equipped with fans for forced ventilation. Cable entries shall be made in the top of the cabinet. Incoming and outgoing cables shall enter the cable compartment from the top and through plastic cable plates only so future cable expansion can easily be done. Cable glands shall not be used in the cabinet. Incoming cables shall be mounted on a rail.

It is the sole responsibility of the Contractor to calculate and ensure that the temperature in the cabinets does not exceed the maximum operating temperature of the installed equipment, it is not acceptable that equipment will have reduce lifespan or performance due to the temperature.

All components shall be standard manufactured as far as possible.

### 3.2.2 Cabinet Earthing and bonding

Earthing and bonding shall be performed according to Specification for Earthing, Bonding and Cable Ways, ONL-TTB-00191.

### 3.2.3 Ingress protection class

Minimum IP class for components:

- Inside HVAC controlled rooms IP22
- Outside IP56

### 3.2.4 Navigation and aeronautical panels

- All navigation aid system equipment shall be supplied by 230V AC and a dedicated UPS backup that can supply all components for at least 96 hours.
- Navigation aid system control panel shall control turning on and off the main navigation lanterns lights, floodlights for ID marking and be activated by low visibility, daylight sensor or manually.
- Aeronautical obstruction light system control panel shall be able to interface to all obstruction lights in the park as all light shall be synchronised and be able to be a part of the flight corridor system.
- GPS synchronization is used to ensure that all lights are synchronised with all other lights in the park.

### 3.2.5 Electrical control system / UPS

A control system is required for powering and control of each panel mentioned above. The electrical control system shall contain:

- Overvoltage protection unit
- Battery charger
- A battery with a capacity for powering the system for minimum of 96 hours
- A fuse for each component
- Generation of alarm if components fail
- A system status indicator output to SCADA

- Alarms and status shall be transmitted by either potential free relays and/or via Ethernet that comply with IEC 61158 and IEC 61784
- Manual override selector switch "On/Off/Auto" shall be provided.

### 3.3 Navigational aid

Navigation aid shall comprise of the following equipment:

- Main lights white
- Fog horn
- ID Marking
- Aeronautical obstruction lights
- Radar beacon.

Exact layout and equipment types are to be clarified with local authorities.

#### 3.3.1 Navigation main lights

Exact layout and number of lights are to be clarified with the local authorities.

The system shall as a minimum comply with the following:

- The light shall be 10 nm, - white colour and have a minimum strength of 1400 candela.
- Main light(s) shall be a flashing -white light to exhibit Morse letter Mo (U) in a 15s interval according to latest revision of IALA recommendations
- The lights shall be located not less than twelve (12) metre and not more than 30 metres above mean sea level (MSL)
- Have a divergence vertical of the projected beam ensuring that the light will be visible from the immediate vicinity of the platform to the maximum luminous range of the light
- At least one main navigation light shall be visible on the horizontal plane from any direction
- The effective intensity of each light shall fulfil IALA recommendations
- Lights shall be of the LED type.
- The light must be fitted with bird deterrent measures
- The lights shall be capable of synchronized flashing with other lighting systems (on the corners of the windpark tind turbines) via GPS synchronisation.
- System status and alarms shall be monitored by SCADA. The preferred protocol for Employer is industrial Ethernet/IP communication with integration of fieldbus devices.

#### 3.3.2 Fog horn signal

The fog horn shall as a minimum comply with the following:

- Fog horns shall be installed not less than six (6) metres and not more than 30 metres above Highest Astronomical Tide (HAT) and shall be installed as high as possible to be protected against waves and splashes
- Fog horn shall have a minimum range of 2 nautical miles according to IALA E109 and calculation of the range of a sound signal
- Character Morse letter Mo (U) in a 30-second interval with a minimum duration of 0.75 second according to IALA E109 and calculation of the range of a sound signal
- Operate when the visibility is 2 nautical miles or less
- The fog horn shall cover 360 degrees around the platform.

#### 3.3.3 Identification markings with floodlight

ID signs are used for an unambiguous identification of the offshore wind substation. ID identification panels shall display the registered name in black letters/figures and at least 1 meter high on a yellow background. At least one ID sign shall be visible on the horizontal plane from any directions.



- The panels shall be illuminated. ID signs shall be visible at night and can be illuminated with floodlights or with a separate background illuminated night sign.
- ID sign illumination shall be a part of the navigation aid UPS with 96 hours back up according to IALA and approved (clarified) by local authorities.
- The lights shall be turned on 15 minutes before sunset and until sunrise and at all times when the visibility in all directions is 2 miles or less (meteorological) and if the light is 150 lux or below
- Lights shall be LED type
- Light must be mounted on rotating arms for easy maintenance, it shall be possible to access the lights from the normal outside gangways by retracting the arm.
- The light must be fitted with bird deterrent measures
- The luminance on the sign shall be between 5 and 10 cd per m<sup>2</sup>
- Contrast better than 1:10
- Floodlight design shall be designed in such a way that the lamp does not cover the sign
- According to IALA, the light must be limited which means max one Candela stray light can be placed vertically below or up over the ID sign
- ID marking floodlights LED colour temperature shall be 3500-4500 kelvin according to TF03 Nahbereichskennzeichnung.

#### 3.3.4 Aeronautical obstruction lights

Exact layout and number of lights are to be clarified with the local authorities.

The system shall as a minimum comply with the following:

- Two (2) red low-intensity obstruction lights shall be mounted on top of the antenna mast one at each side.
- One (1) red low-intensity obstruction light shall be mounted at the end of the crane boom
- One (1) red low-intensity obstruction light shall be mounted on the pole for the weather system.
- The auxiliary control panel shall be placed inside the TenneT Control room
- The light must be fitted with bird deterrent measures.
- The effective intensity of each light shall fulfil IALA recommendations
- Lights shall be of the LED type.

The obstruction lights shall be equipped with a screen to be invisible to ships which are more than 150 m away from the topside module.

#### 3.3.5 Radar beacon (Racon)

A Radar Beacon (Racon) is no longer required.

#### 3.3.6 AIS Transmitter

The local authorities may require additional marking with AIS according to IALA recommendation A126. The AIS is supplied as part of the VTMS system supplied by others.

### 3.4 Signals to SCADA

Navigation aid units shall be programmed for interface with the SCADA system. The preferred protocol for the Employer is the industrial Ethernet/IP communication with integration of fieldbus devices, the communication must comply with IEC 61158 and IEC 61784.

The following signals are the minimum recommended requirements:

- Remote activation of all lights
- Lamp fail on all individual lamps
- Control of all light system (off/auto/on)
- Charger fail
- Main supply fail

- Battery fault
- Identification markings general fault – alarm
- Identification markings running – status
- System error
- Failure in the surge protection device.
- Fog horn running status
- Fog horn general fault
- Main lights running status
- Main lights general fault alarm
- Racon running status
- Racon general fault alarm
- Aeronautical obstruction lights running status
- Aeronautical obstruction lights general fault alarm

### 3.5 IALA marking recommendations and considerations

The list below indicates the marking recommendations and considerations for an offshore wind farm substation according to IALA. Local authority shall specify exact demands.

Mandatory equipment:

- Lights ( white)
- ID marking sign.
- Fog signal
- Radar Beacon.

### 3.6 Functional test

All aviation and navigation equipment shall pass FAT, SAT and SIT.

## 4. MARKING

All the electrical and mechanical equipment on the platform shall be named and numbered according to the RDS-PP Numbering System as described in TenneT standard document number: ONL-TTB-03424, Chapter: E5.19 Item Designation.

The engineering Contractor and fabrication Contractor shall give the equipment an RDS-PP code for which they are responsible for. The code shall be approved by the Employer.

## 5. CERTIFICATION / VERIFICATION

A third party independent verification of the navigation aid and aeronautical system shall be performed by a Certifying Agency appointed by Employer. The verification scheme will follow a separate certification contract.

The Contractor shall ensure that the required documentation is available for third party design & fabrication verification.