

SOORTBESCHERMINGSTOETS

Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)

1 AUGUSTUS 2018



Contactpersonen

BELINDA J. KATER
Marien ecooloog

M +31 6 46129879
E belinda.kater@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

ARJEN GOUTBEEK
Adviseur & projectmanager natuur

M +3165433 6237
E arjen.goutbeek@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

FOLKERT VOLBEDA
Adviseur ecologie &
natuurwetgeving

M +31627062016
E folkert.volbeda@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding: Duurzame energie	7
1.1.1	Redenen	7
1.1.2	Routekaart 2023	7
1.1.3	Routekaart 2030	7
1.2	Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)	9
1.3	Doelstelling	10
1.4	Leeswijzer	10
2	WET NATUURBESCHERMING	11
2.1	Inhoud van de wet	11
2.2	Algemene bepalingen	11
2.3	Soortbescherming	11
3	VOORGENOMEN ACTIVITEIT	15
3.1	Overzicht	15
3.2	Platforms	16
3.2.1	Ligging van de platforms	16
3.2.2	Ontwerp	16
3.2.3	Aanleg	17
3.2.4	Gebruik en onderhoud	18
3.2.5	Verlichtingsplan	18
3.2.6	Veiligheidsplan	19
3.3	Kabels op zee	19
3.3.1	Route kabels	19
3.3.2	Aanleg kabels	20
3.3.2.1	Wijze van aanleg	20
3.3.2.2	Kruising met overige kabels en leidingen	23
3.3.3	Gebruik	24
3.4	Mofputten	24
3.5	Kabels op land	26
3.5.1	Route kabel	26
3.5.2	Aanleg	26
3.5.2.1	Horizontale boring	26
3.5.3	Gebruik	27
3.6	Transformatorstation	27

3.6.1	Locatie	27
3.6.2	Ontwerp	27
3.6.3	Aanleg	28
3.6.4	Gebruik	28
3.7	Planning	28
4	GEVOLGEN VAN DE ACTIVITEIT	29
4.1	Inleiding	29
4.2	Vertroebeling (op zee)	29
4.3	Sedimentatie (op zee)	30
4.4	Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater (op zee)	31
4.5	Verstoring als gevolg van impuls geluid onderwater (op zee)	32
4.6	Verstoring bovenwater (op zee)	33
4.7	Verstoring door geluid, licht en visuele verstoring (op land)	35
4.8	Habitataantasting door mechanische effecten	35
4.8.1	Op zee	35
4.8.2	Op land	35
4.8.2.1	Boorlocaties	35
4.8.2.2	Transformatorstationslocatie	35
4.9	Elektromagnetische velden (op zee en land)	36
4.9.1	Op zee	36
4.9.2	Op land	36
4.10	Verdroging (op land)	38
4.11	Samenvatting reikwijdte activiteit	39
5	AANWEZIGHEID BESCHERMDE SOORTEN	41
5.1	Methode	41
5.1.1	Fasering onderzoek	41
5.1.2	Bureauonderzoek	41
5.1.2.1	Op zee	41
5.1.2.2	Op land	41
5.1.3	Veldonderzoek	41
5.2	Beschermde soorten op zee	42
5.2.1	Zeezoogdieren	42
5.2.1.1	Gewone zeehond	42
5.2.1.2	Grijze zeehond	42
5.2.1.3	Bruinvis	43
5.2.1.4	Overige zeezoogdieren	43
5.2.2	Vogels	45

5.2.2.1	Sterns	46
5.2.2.2	Meeuwen	47
5.2.2.3	Eenden	48
5.2.2.4	Steltlopers	49
5.2.2.5	Duikers	50
5.2.2.6	Aalscholvers en genten	51
5.2.2.7	Grote jager	53
5.2.2.8	Zeekoeten en alken	54
5.2.2.9	Noordse stormvogel	55
5.2.3	Vissen	56
5.2.3.1	Steur	56
5.2.3.2	Houting	57
5.3	Beschermde soorten op land	58
5.3.1	Aangetroffen soorten	58
5.3.2	Per werklocatie	59
6	EFFECTBESCHRIJVING	64
6.1	Op zee	64
6.1.1	Vogels	64
6.1.1.1	Vertroebeling	64
6.1.1.2	Sedimentatie	67
6.1.1.3	Bovenwaterverstoring	67
6.1.2	Zeezoogdieren	68
6.1.2.1	Continu onderwatergeluid	68
6.1.2.2	Impuls onderwatergeluid	68
6.1.2.3	Elektromagnetische velden	70
6.1.3	Vissen (houting en steur)	72
6.1.3.1	Vertroebeling	72
6.1.3.2	Continu en impuls onderwatergeluid	72
6.1.3.3	Elektromagnetische velden	73
6.2	Op land	73
6.2.1	Zandhagedis	73
6.2.2	Kommavlinder	74
6.2.3	Broedvogels	74
6.2.4	Rugstreeppad	74
6.2.5	Vleermuizen	75
7	TOETSING	77
7.1	Effecten op beschermde soorten op zee	77
7.1.1	Zeezoogdieren	77
7.1.2	Vissen	80

7.1.3	(Broed)vogels	80
7.2	Effecten op beschermde soorten op land	80
7.3	Mitigerende maatregelen	81
7.3.1	Bruinvissen	81
7.3.2	Trekvogels en vleermuizen op zee	81
7.3.3	Algemeen op land	81
7.3.4	Vogels op land	82
7.3.5	Reptielen en amfibieën	82
7.4	Conclusie	82
8	REFERENTIES	83
	BIJLAGES	86
	COLOFON	201

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 CO₂. Te veel CO₂ is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. 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 CO₂-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (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 CO₂-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 inmiddels tenders de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I en II.

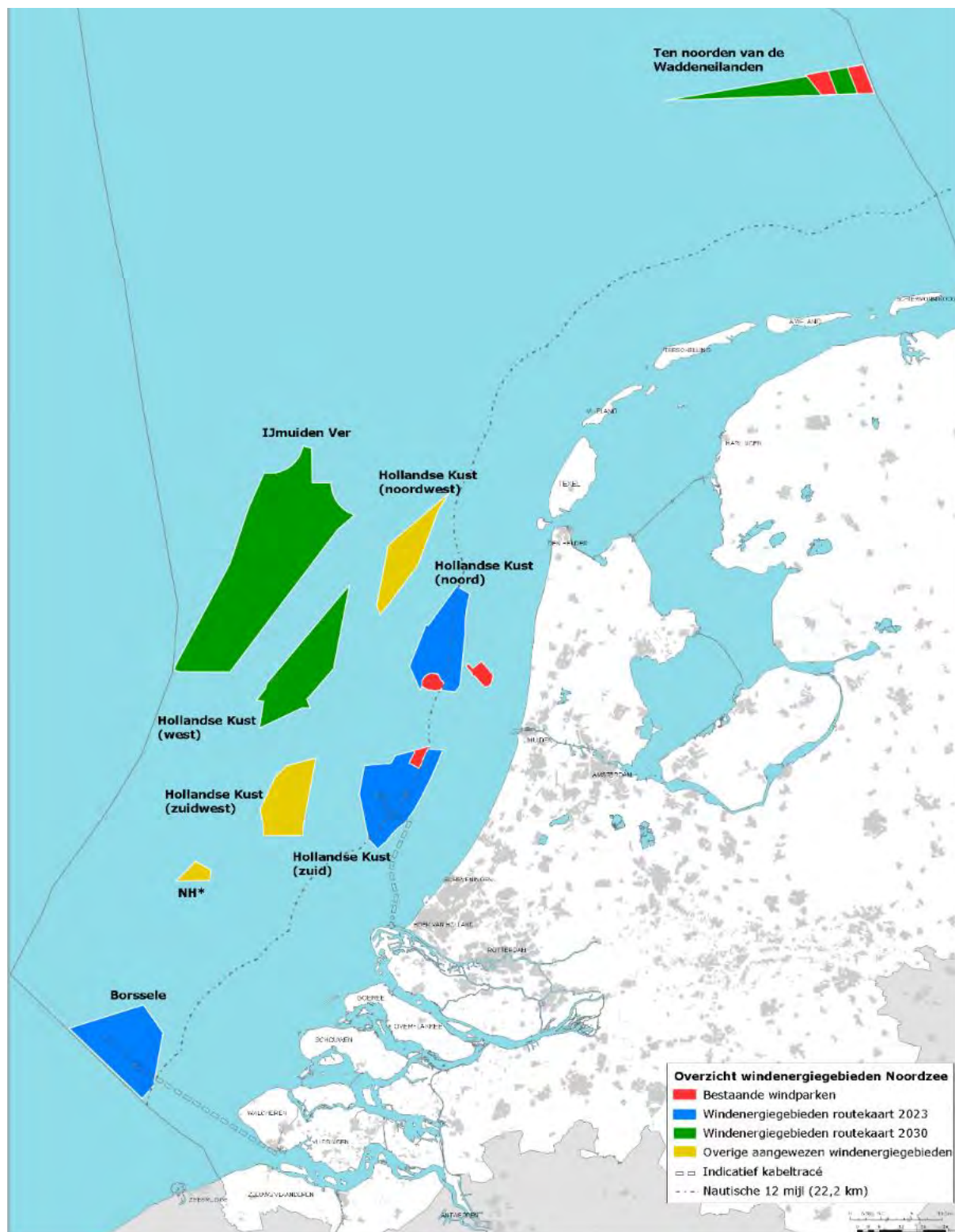
1.1.3 Routekaart 2030

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 CO₂-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.

2. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

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 scheepvaarkruising 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 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 dit hoofdstuk 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) die in dit rapport getoetst worden bestaan uit de volgende vijf onderdelen (zie 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.



Figuur 2: Overzichtskartaal kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).

1.3 Doelstelling

Omdat niet op voorhand is uit te sluiten dat het aanleggen van offshore platforms en on- en offshore kabels een (negatief) effect heeft op de in de Wet Natuurbescherming beschermde soorten is deze Soortbeschermingstoets opgesteld. Voorliggende rapportage betreft daarmee een toetsing in het kader van de Wet Natuurbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden. In deze nieuwe wet zijn de voormalige Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en Boswet samengevoegd. In deze rapportage vindt dus een toetsing plaats voor het onderdeel soortbescherming (voorheen Flora- en faunawet).

Behalve toetsing aan de soortbescherming in de Wet Natuurbescherming vindt er in dit project ook toetsing plaats aan:

- de Kaderrichtlijn Water;
- de Wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- de Kaderrichtlijn Mariene Strategie;
- het Beheerplan Rijkswateren.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van het Nederlandse wettelijke kader; de wet Natuurbescherming. Daarna is in hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit; de aanleg van het transmissiesysteem voor net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). In hoofdstuk 4 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 5 volgt een beschrijving van de aanwezigheid van beschermde soorten binnen het invloedsgebied van de optredende effecten. Hierbij wordt nader ingegaan op de instandhoudingdoelstellingen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen. In hoofdstuk 6 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en beoordeeld in het kader van de Wet Natuurbescherming. In hoofdstuk 7 worden de effecten getoetst in het licht van mogelijk cumulerende projecten. In hoofdstuk 8 is de conclusie beschreven. In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op mitigerende maatregelen, waarmee effecten op bedreigde soorten worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 9 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

2 WET NATUURBESCHERMING

2.1 Inhoud van de wet

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

In de volgende paragrafen is een beschrijving van de voor deze soortbeschermingstoets relevante delen van de wet gegeven (soortbescherming).

2.2 Algemene bepalingen

De Wnb schrijft een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (art 1.5). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (art 1.7). De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten, ook voor soorten die niet beschermd zijn (art 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (art 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (art 1.11, lid 3). In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor gedeputeerde staten van de provincies zorg moeten dragen (art 1.12, lid 1). Het gaat daarbij om:

- de biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels;
- behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn;
- behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de nationale natuurvisie horende rode lijst.

2.3 Soortbescherming

De wet maakt onderscheid in drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:

- Vogels
- Overige Europees beschermde soorten
- Nationaal beschermde soorten

Vogels

Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (art. 3.1 lid 1).

Overige Europees beschermde soorten

In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in:

- bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn,
- bijlage II bij het Verdrag van Bern of;
- bijlage I bij het Verdrag van Bonn; (art. 3.5 lid 1)

en (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in:

- bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of;
- bijlage I bij het verdrag van Bern; (art. 3.5, lid 5)

De bijlagen zijn zeer uitgebreid en er staan ook veel soorten op genoemd die van nature niet in Nederland voorkomen.

Nationaal beschermde soorten

Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Dit is dus een “nationale kop” op de Europese bescherming. Het gaat hierbij om soorten die zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn, en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat zijn opgenomen op de bijlage bij de wet (art. 3.10, lid 1 onder a en c).

Verbodsbepalingen

Ten aanzien van vogels verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art. 3.1 lid 1), het opzettelijk vernielen van nesten, rustplaatsen en eieren (art. 3.1 lid 2), het rapen of onder zich hebben van eieren (art. 3.1 lid 3) en het opzettelijk storen van vogels (art. 3.1 lid 4). Het verbod tot opzettelijk storen geldt niet in het geval de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (art. 3.1 lid 5).

Ten aanzien van de overige Europees beschermde diersoorten verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art 3.5 lid 1), het opzettelijk verstoren (art 3.5 lid 2), het opzettelijk vernielen of rapen van eieren (art 3.5 lid 3) en het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.5 lid 4).

Ten aanzien van de Europees beschermde plantensoorten verbiedt de wet het opzettelijk te plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen en vernielen (art 3.5 lid 5).

Ten aanzien van de nationaal beschermde diersoorten geldt slechts een verbod tot het opzettelijk doden of vangen (art 3.10 lid 1 onder a) en het opzettelijk beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.10 lid 1 onder b). Ten aanzien van de nationaal beschermde plantensoorten geldt een verbod tot opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen (art 3.10 lid 1 onder c).

Gedragcodes, vrijstellingen en ontheffingen

Gedragcode

De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van EZ vastgestelde gedragscode (art. 3.31 lid 1).

Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

- a. een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;
- b. een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw;
- c. een bestendig gebruik;
- d. ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

Vrijstelling

Provinciale staten en de minister van LNV kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (art 3.3 lid 2-4; 3.8 lid 2-5, 3.10 lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten. Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden (zie hier onder). Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van LNV en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van LNV het bevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie.

In het geval van de aanleg van het net op zee Hollandse Kust (noord) is het ministerie van LNV het bevoegd gezag voor het verlenen van de ontheffing. Hierom zijn de onderstaande soorten vrijgesteld:

- Aardmuis
- Bastaardkikker
- Bosmuis
- Bruine kikker
- Bunzing
- Dwergmuis
- Dwergspitsmuis
- Egel
- Gewone bosspitsmuis
- Gewone pad
- Haas
- Hermelijn
- Huisspitsmuis
- Kleine watersalamander
- Konijn
- Meerkikker
- Ondergrondse woelmuis
- Ree
- Rosse woelmuis
- Tweekleurige bosspitsmuis
- Veldmuis
- Vos
- Wezel
- Woelrat

Ontheffing

Voor soorten waarvoor geen vrijstelling geldt, moet wanneer niet volgens een gedragscode wordt gewerkt een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 of 3.10 van de Wnb wordt overtreden (art 3.3 lid 1,3; art 3.8 lid 1,3 of art.3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per categorie.

De eerste eis die wordt gesteld, is dat er geen andere bevredigende oplossing mag zijn. Dat betekent -ook in combinatie met de in artikel 11.1 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, en ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied. Verder kan een ontheffing alleen worden verleend wanneer is aangetoond dat er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soort. Daarnaast gelden er per categorie verschillende aanvullende voorwaarden.

Voor vogels kan alleen een ontheffing worden verleend in het geval van: (art 3.3 lid 4):

1. In het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
2. In het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
3. Ter voorkoming van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
4. Ter bescherming van flora of fauna;
5. Voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt, of;
6. Om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan.

Voor overige Europees beschermde soorten kan alleen een ontheffing worden verleend in het geval van: (art 3.8 lid 5):

1. In het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
2. Ter voorkoming van ernstige schade aan met name de gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;
3. In het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;
4. Voor onderzoek en onderwijs, her-populatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daartoe benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten, of;
5. Om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, onderscheidenlijk een beperkt bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben.

Voor de nationaal beschermde soorten, gelden de voorwaarden die gelden voor de overige Europees beschermde soorten aangevuld met: (art 3.10 lid 2):

1. In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden, daaronder begrepen het daaropvolgende gebruik van het ingerichte of ontwikkelde gebied;
2. Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes of begraafplaatsen;
3. Ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden;
4. Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren;
5. In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw;
6. In het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;
7. In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied, of;
8. In het algemeen belang.

3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

3.1 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 Soortbeschermingstoets 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 Bijlage A.

3.2 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.

3.2.1 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.

3.2.2 Ontwerp

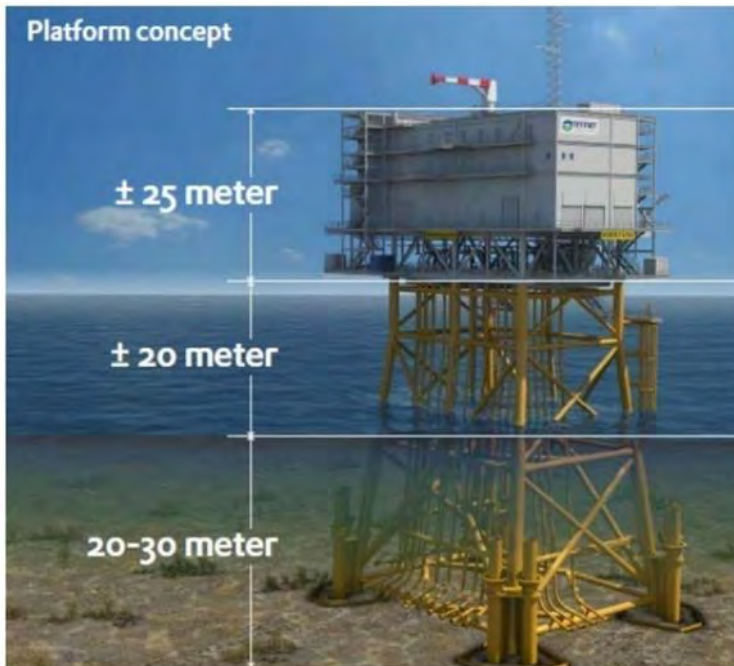
De twee platforms bestaan uit ieder uit drie verschillende onderdelen. Een eerste specificatie van de maten en het gewicht van de jacket en de topside is in Tabel 1 weergegeven. Afhankelijk van de waterdiepte kunnen de definitieve afmetingen hier nog van afwijken. De drie onderdelen zijn:

- 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
Lengte (m)	28	45
Breedte (m)	20	20
Hoogte (m)	50	25
Gewicht (ton)	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.

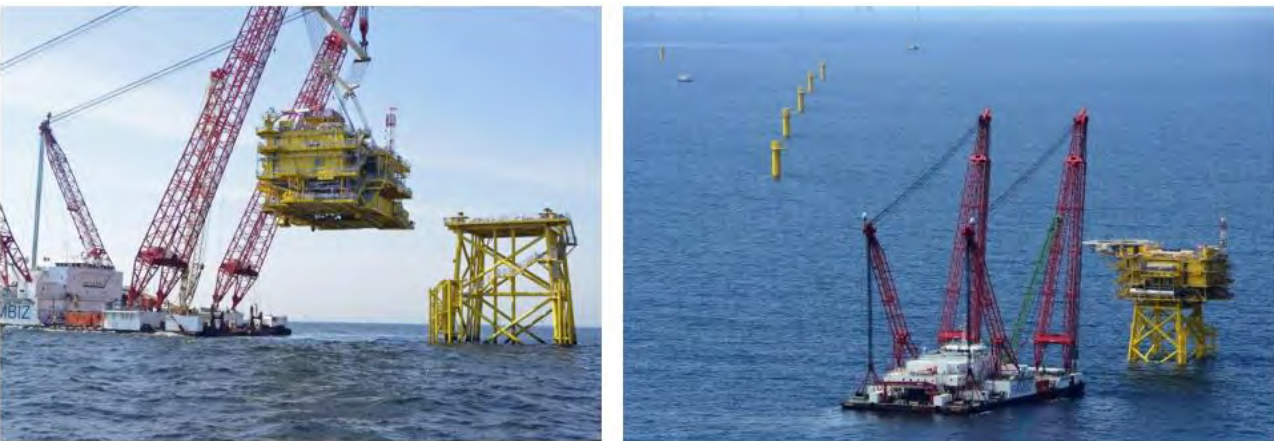
3.2.3 Aanleg

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.

3.2.4 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.

3.2.5 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 luchtvaarverkeer zichtbaar zijn.

3.2.6 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 olie lekkage 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.

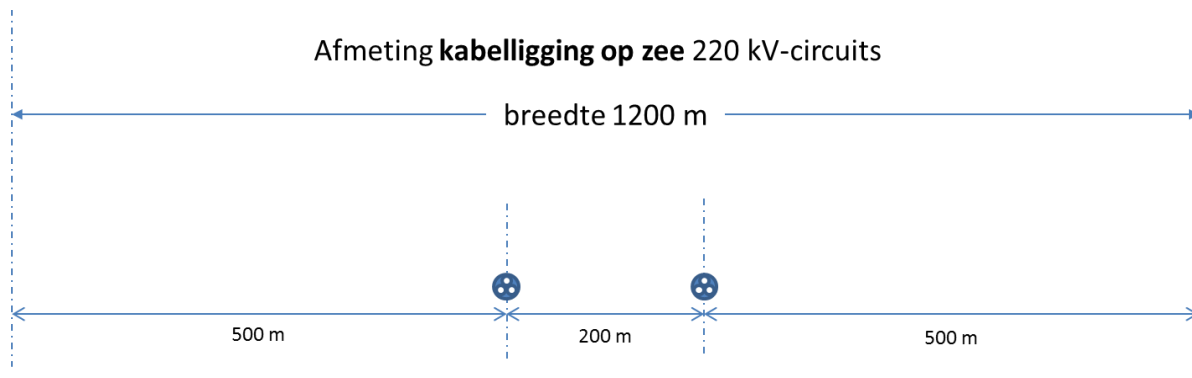
De platforms zijn uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijderd zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformator kamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de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

3.3 Kabels op zee

3.3.1 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.

3.3.2 Aanleg kabels

3.3.2.1 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 langsgedaan 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.

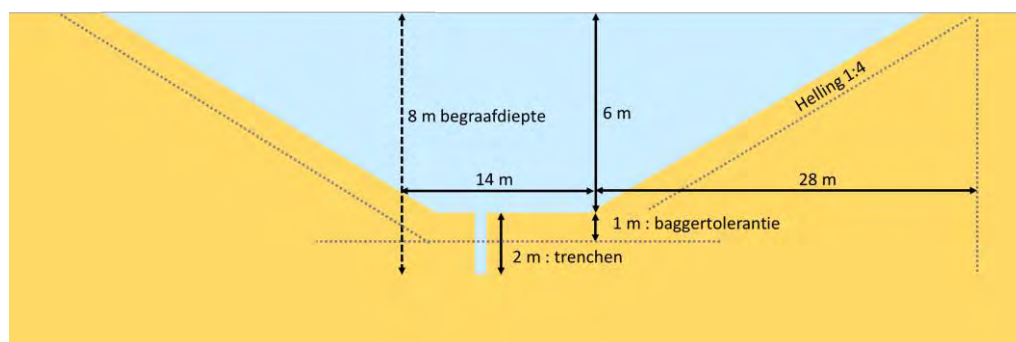
Daarna kunnen de volgende stappen plaats vinden:

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 benodigde 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	
Ploegen (cable plough)	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). <i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)	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).
mass flow excavation	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.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)
Frezen (chain cutter)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)rees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreed 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 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).

3.3.2.2 Kruising 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: Kruising 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

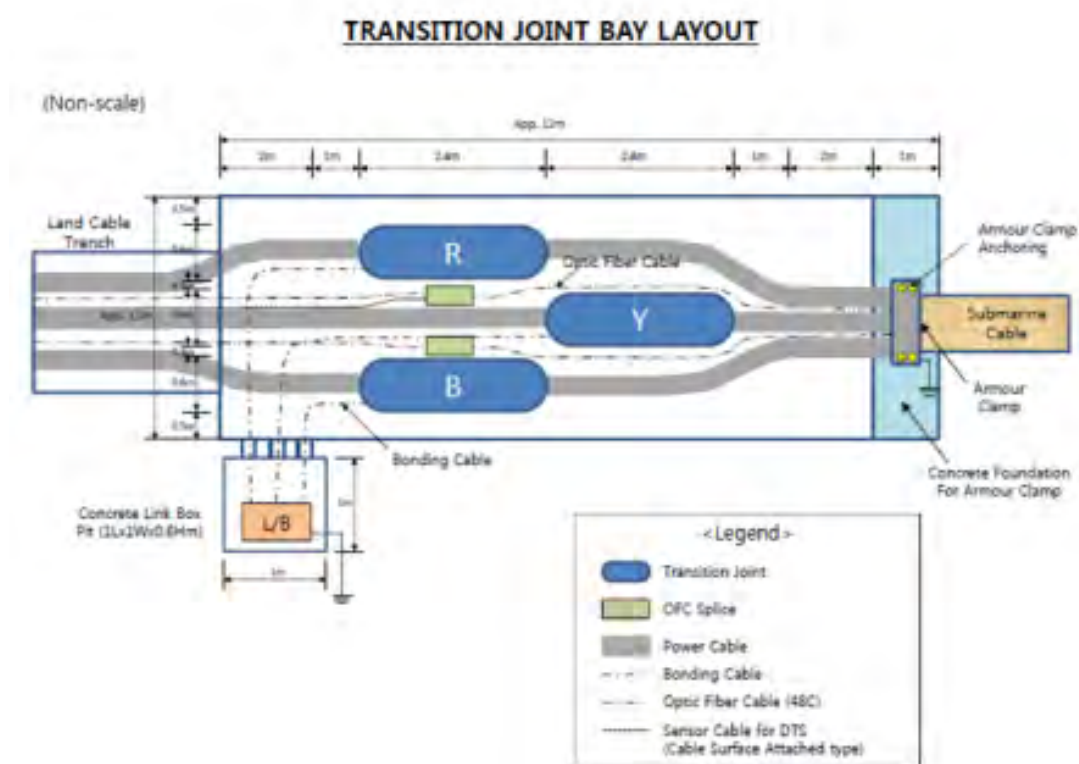
P9B – P6D	Gas pipe	In gebruik
P6S – P6B	Gas pipe	Buiten gebruik
P6C – P6B	Gas pipe	Buiten gebruik
Atlantic Crossing 1, B1	Telecom	In gebruik
Atlantic Crossing 1, B2	Telecom	In gebruik
Rembrandt 1	Telecom	Buiten gebruik

3.3.3 Gebruik

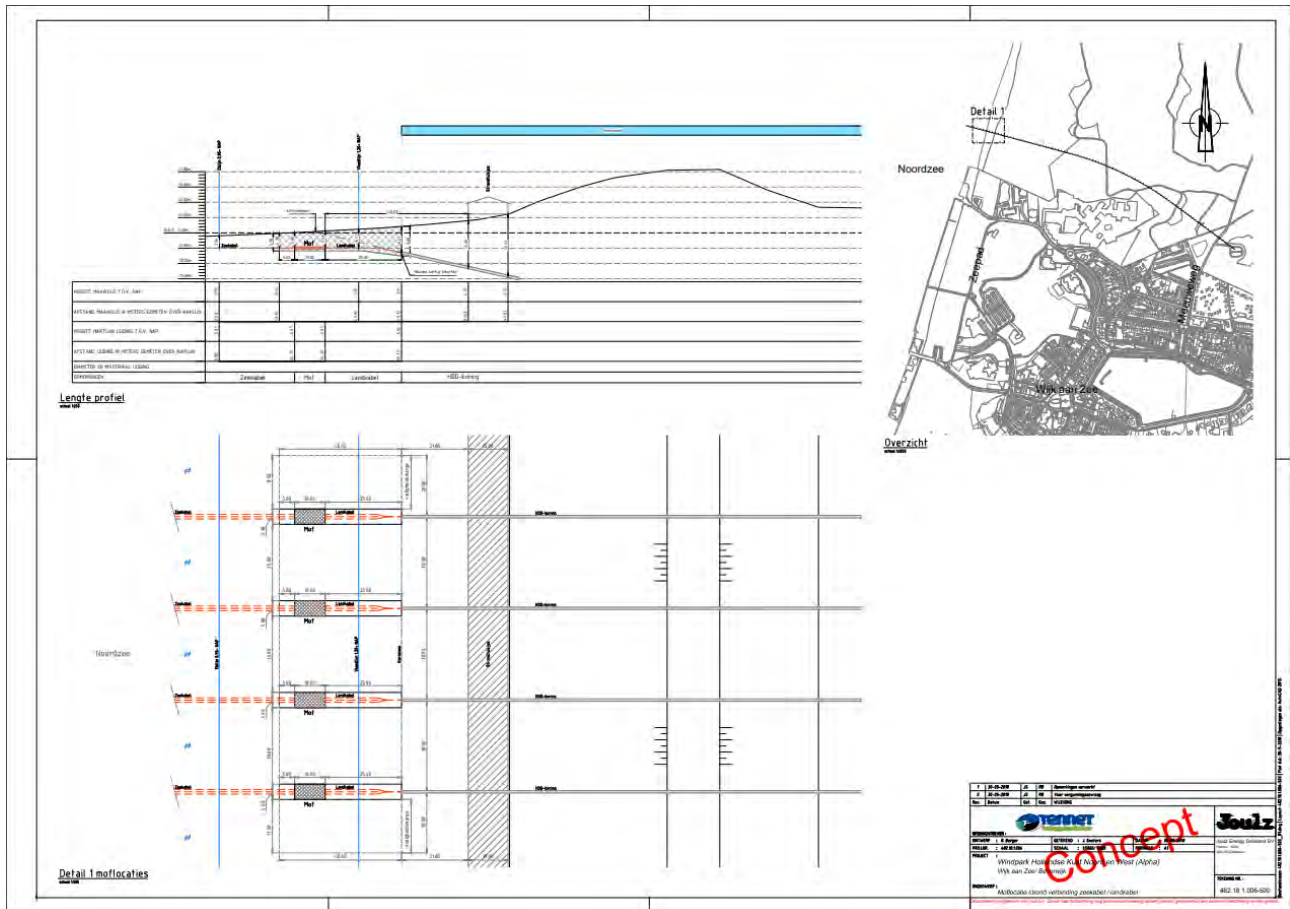
Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Bij schade wordt de kabel gerepareerd en herbegraven. Wanneer dat nodig blijkt in verband met veranderingen van de ligging van de zeebodem, worden de kabels in de zeebodem herbegraven. De steenstoringen op de kabelroute worden wanneer dat nodig blijkt met steen aangevuld, bijvoorbeeld in geval van schade na een hevige storm of na schade ontstaan door gesleepte visnetten.

3.4 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 10: Locatie mofputten.

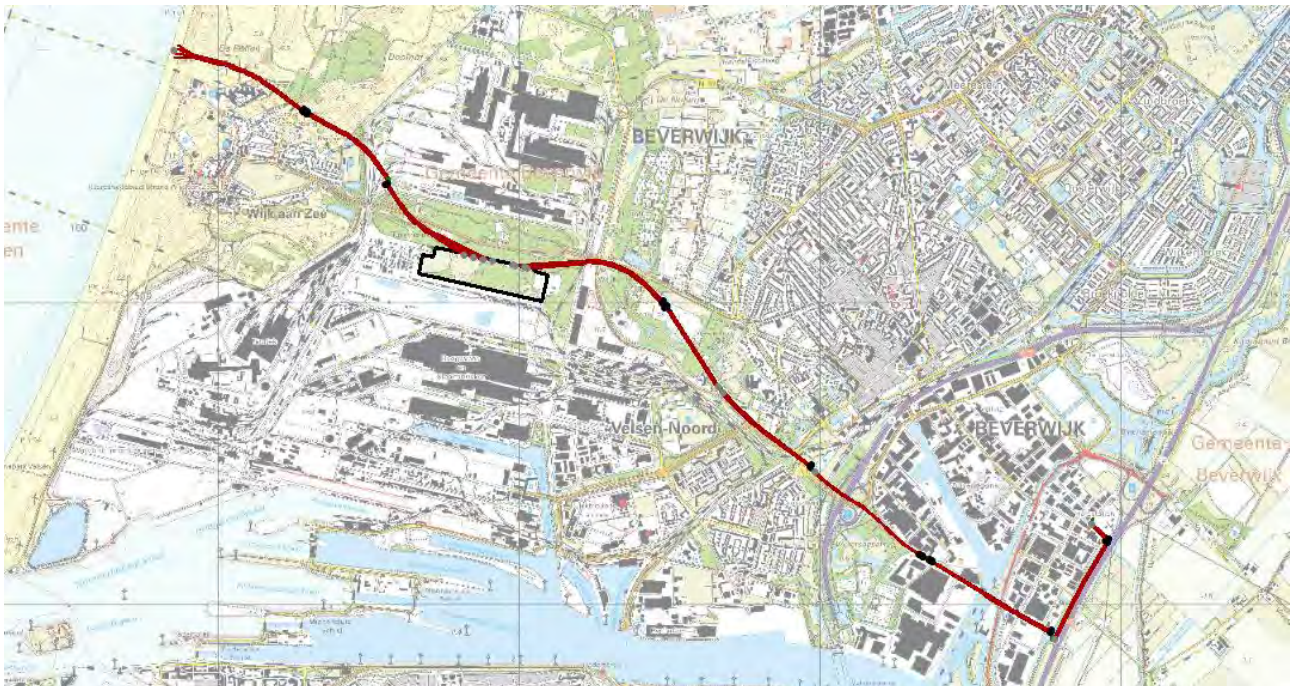
3.5 Kabels op land

3.5.1 Route kabel

De route van de kabels op land is weergegeven in Figuur 11. De route voert vanaf het aanlandingspunt op het strand boven Wijk aan Zee (gemeente Heemstede) tot het 380 kV-station Beverwijk.

Vanaf het aanlandingspunt (aansluitmof op het strand) gaat het tracé met een boring vanaf het strand onder de duinen door naar het parkeerterrein Meeuwenweg in het Noordhollands Duinreservaat (een in- en een uittredepunt boring). Daarna gaat het tracé verder onder duinen en sporen door naar het terrein van Tata Steel (een in- en een uittredepunt boring). Hier buigt het tracé met een boring in zuidoostelijke richting onder de Zeestraat door naar de locatie van het transformatorstation (een in- en een uittredepunt) op het terrein van Tata Steel ten zuiden van de Zeestraat.

Vanaf de transformatorlocatie loopt het tracé verder in oostelijke richting, met een boring onder de Binnenduindrandweg (N197) door, naar een locatie in het park Nieuw Westerhout (een in- en een uittredepunt). Vanaf hier met een boring naar een grasveld naast de N197 aan de rand van het Vondelkwartier (een in- en een uittredepunt boring). Vervolgens loopt het tracé met een boring parallel aan de N197, onder het spoor en de Velsersweg door naar het oude emplacementsterrein tussen de N197 en een bestaande 150 kV-kabel (een in- en een uittredepunt boring). Daarna gaat het met een boring onder het spoor, A22 en Wijkeroogpark naar in- en uittredepunt op bedrijventerrein de Pijp bij de Leeghwaterweg. Vervolgens loopt het tracé onder Zijkanaal A richting de A9 met een in- en uittredepunt van de boring ten westen van de A9 (hoek Rijnland en Beveland), het tracé buigt naar het noorden en loopt met een boring parallel ten westen van de A9 naar 380 kV-station Beverwijk. De aansluiting op het 380kV-station Beverwijk is het einde van het tracé.

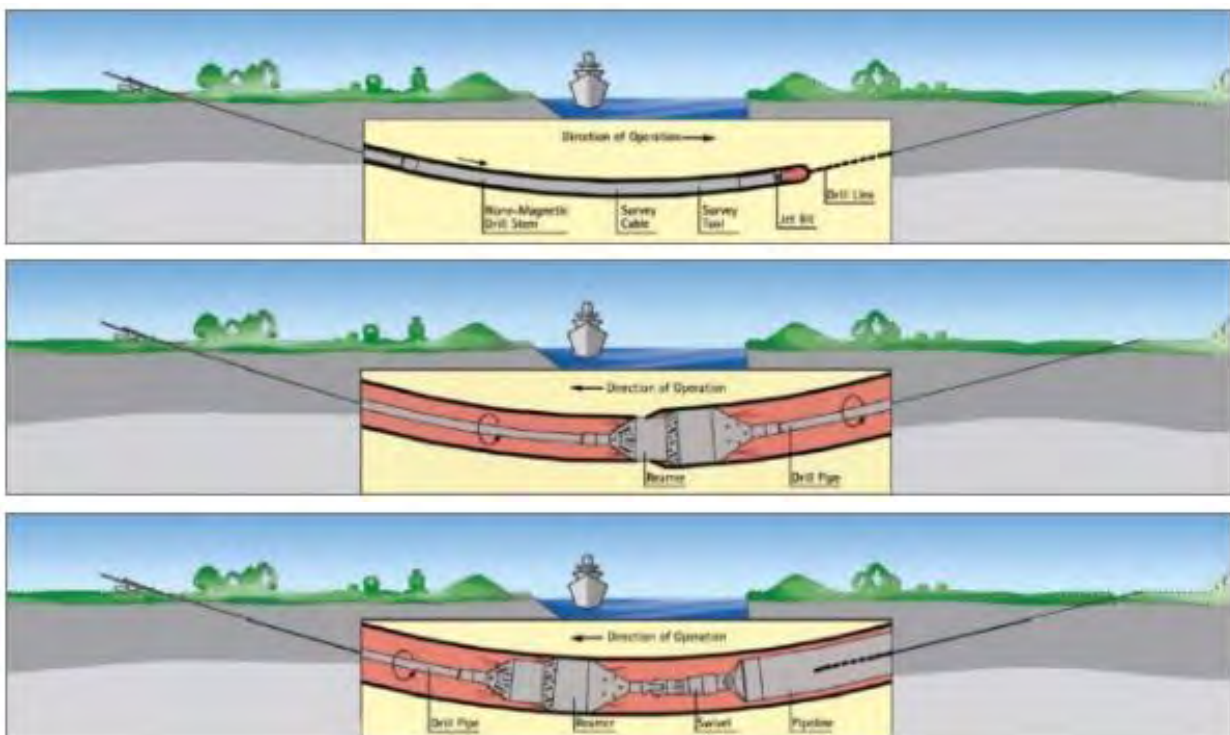


Figuur 11: Route van de kabels op het land (rode lijn) en het transformatorstation tata Steel (zwarte lijn).

3.5.2 Aanleg

3.5.2.1 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.

3.5.3 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.

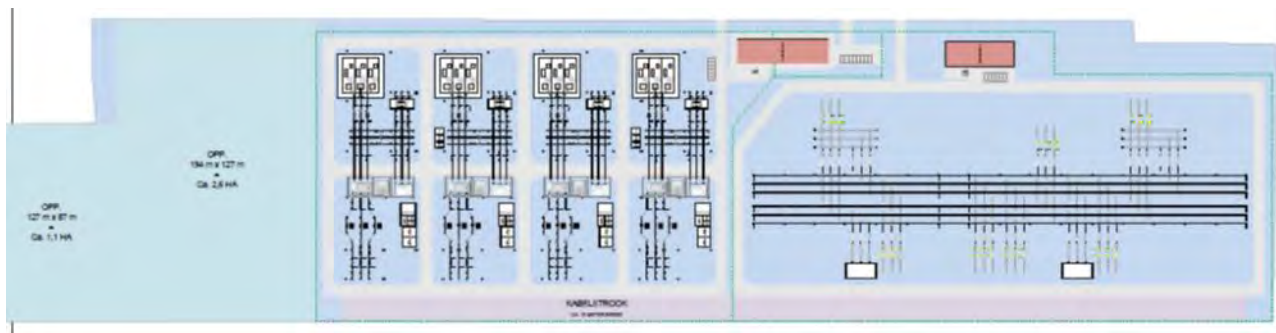
3.6 Transformatorstation

3.6.1 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.

3.6.2 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.

3.6.3 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.

3.6.4 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.

3.7 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.

4 GEVOLGEN VAN DE ACTIVITEIT

4.1 Inleiding

Tijdens de aanleg op zee treden er verschillende gevolgen van de activiteit op. Het inbaggeren van de kabels op zee heeft vertroebeling tot gevolg omdat slibdeeltjes in het water komen. Deze deeltjes sedimenteren daarna weer. Daarnaast wordt lokaal het habitat op de plaats waar gebaggerd wordt aangetast. Voor de aanleg van het platform worden meerdere funderingspalen de bodem in geheid, dit veroorzaakt een impulsgekluid dat effecten heeft op het onderwaterleven. Wanneer de kabel er eenmaal ligt en in gebruik is genomen, ontstaat een elektromagnetisch veld. De gehele activiteit leidt dan ook tot verstoring van bovenwater en onderwater leven.

Tijdens de aanleg van het nieuwe kabeltracé kunnen ook op land diverse gevolgen optreden. Hoewel de werkzaamheden uit een groot aantal verschillende ingrepen bestaan, blijft de activiteit bij de boring boven het maaiveld beperkt. Voor de boringen verdwijnt op de werklocaties, meestal tijdelijk, oppervlak van potentieel geschikt leefgebied. Daarnaast hebben de verschillende werkzaamheden een verstoring effect.

De bouw van het transformatorstation is ingrijpender omdat dit een aanzienlijk groter oppervlak betreft dat aangetast wordt en de ingreep permanent is. Na de bouw is het terrein definitief ongeschikt geworden als leefgebied.

Samengevat worden de gevolgen onderscheiden zoals weergegeven in tabel 4. In deze tabel is tevens aangegeven in welke paragraaf de reikwijdte van deze gevolgen wordt behandeld.

Tabel 4: Overzicht gevolgen van de activiteit.

Gevolg	Op zee	Op land	Paragraaf
Vertroebeling van het water	x		4.2.1
Sedimentatie	x		4.2.2
Verstoring onderwater ten gevolge van continu geluid	x		4.3.1
Verstoring onder water ten gevolge van impulsgekluid	x		4.3.2
Verstoring boven water	x		4.3.3
Verstoring op land		x	4.4.4
Habitataantasting op zee	x		4.4.1
Ruimtebeslag op land		x	4.4.2
Verdroging		x	4.5
Elektromagnetische velden	x		4.6

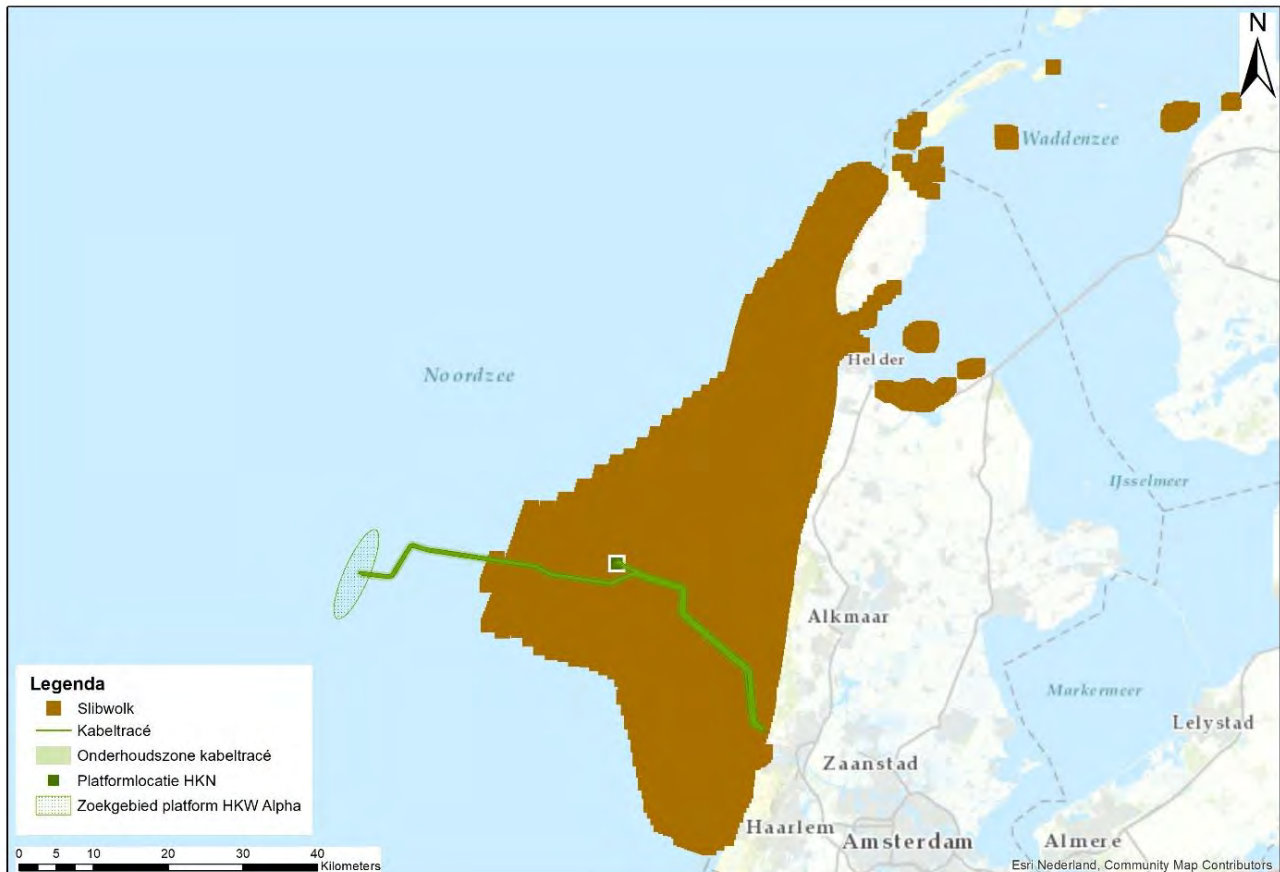
4.2 Vertroebeling (op zee)

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, trekvisseren 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.

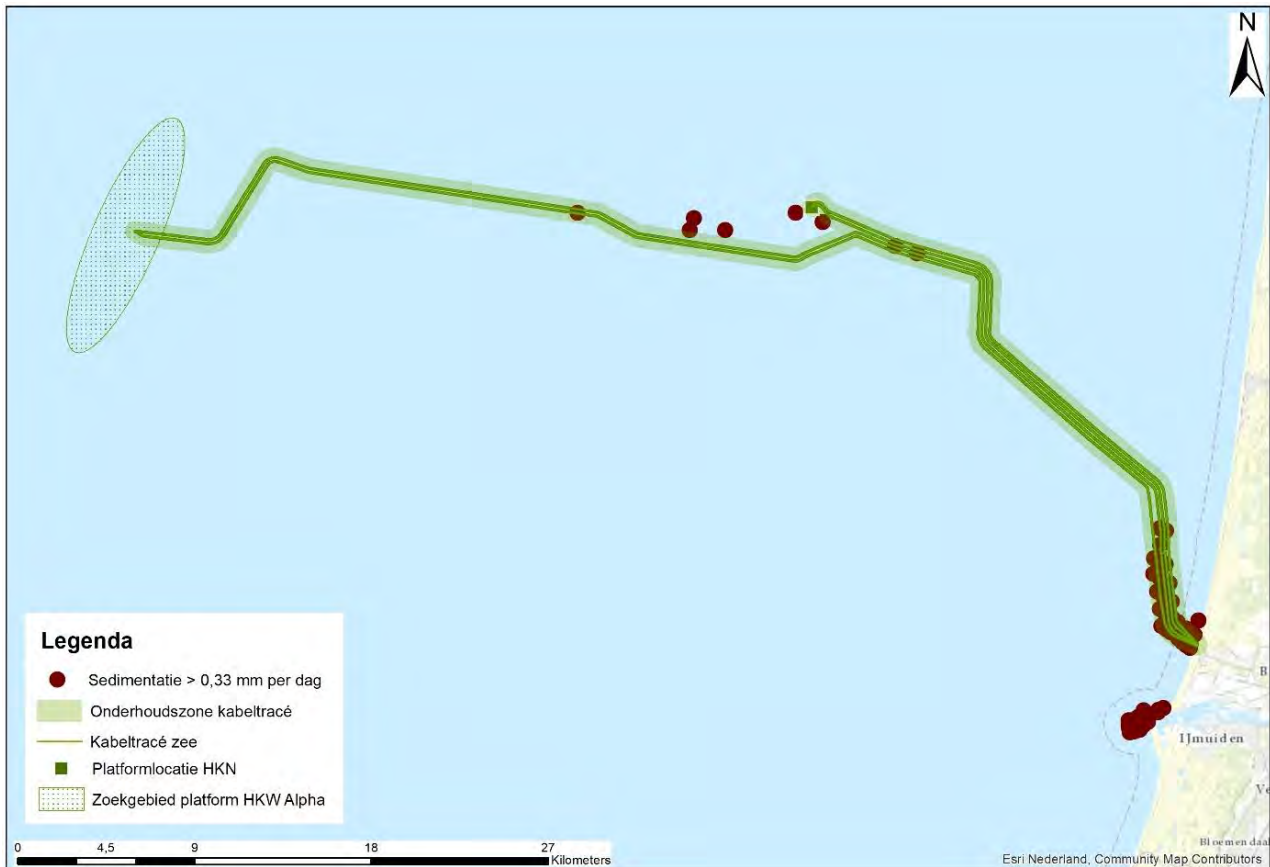


Figuur 14: Gebied tot waar de slibwolk (≥ 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden reikt.

4.3 Sedimentatie (op zee)

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de zeekabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor op droogvallende platen foeragerende vogels en voor vissen.

De maximale slibdikte door sedimentatie is modelmatig berekend, zie Bijlage B. Figuur 15 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 0,33 mm optreedt na de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding bij IJmuiden.



Figuur 15: Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm per dag uitkomt.

4.4 Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater (op zee)

Bij het varen kan onderwater verstoring 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 aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit onderwater geluid is continu, en tijdelijk van aard.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordelingen voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al. 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardij schepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen komt hij uit op maximale verstoringafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen. Onderwater geluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De verstoringafstand van 5 kilometer is daarom worst-case.

In Figuur 16 is de maximale reikwijdte van het effect van continu geluid onderwater weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringcontour van 5 kilometer.

Effecten als gevolg van onderwaterverstoring door continu geluid treden mogelijk op voor zeezoogdieren en vissen



Figuur 16: Reikwijdte onderwater verstoring ten gevolge van continu geluid.

4.5 Verstoring als gevolg van impulsgeluid onderwater (op zee)

Naast continu onderwatergeluid treedt er ook impulsgeluid op bij de aanleg van de platforms. Onderwatergeluid in de vorm van impulsgeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en in het water zwemmende zeezoogdieren. Impulsgeluid 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 impulsgeluid 41,6 kilometer voor Hollandse Kust (west Alpha) en 33,5 kilometer voor Hollandse Kust (noord) is (De Jong & Binnerts, 2018). Dit onderzoek is opgenomen in Bijlage C.

Effecten als gevolg van onderwaterverstoring door impuls geluid treden mogelijk op voor zeezoogdieren en vissen.



Figuur 17: Reikwijdte van onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid.

4.6 Verstoring bovenwater (op zee)

De aanwezigheid van baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwater geluid, licht en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu geluid boven water, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

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

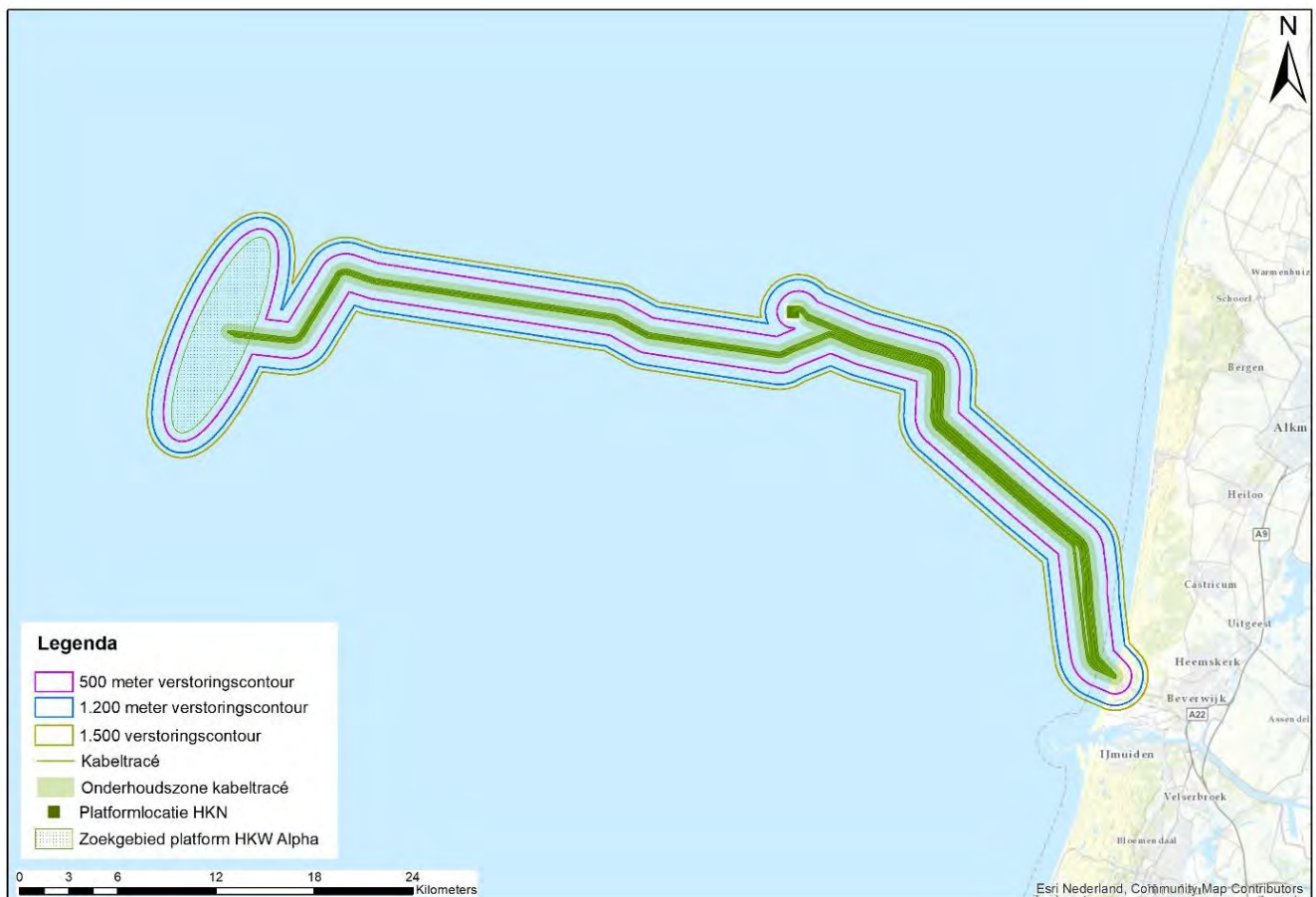
In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. De veroorzaakte verstoring is dan ook vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringafstanden. Naast gebruik van verstoringafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringduur, de verstoringfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringgevoeligheid soort specifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende beschermend biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Duikende (roodkeelduikers, parelduiker, zwarte

zee-eenden, brilduiker) en ruiende (eidereenden en bergeenden) vogels zijn echter verstoringsgevoeliger. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Het effect van verlichting op (vogel)soorten hangt af van het gedrag, de locatie en het tijdstip van passeren van de soort. Onder andere het dag- en nachtritme, de rustplaatsen, vliegroutes en broedgegedrag bepalen of en wanneer een vogel in de buurt van een verlichtingsbron komt. Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekansen en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). De mogelijke tijdelijke extra effecten van navigatieverlichting van de baggerschepen zijn meegenomen in de verstoringscontouren van de baggerschepen en worden meegenomen in de toetsing.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die uit de literatuur bekend is, betreft 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994), hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag en voorspelbaar verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter en speelt hierbij bovendien gewinning aan een verstoringsbron een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwater verstoring van zeehonden.

Effecten als gevolg van bovenwaterverstoring door geluid, licht en optische verstoring treden mogelijk op voor vogels en zeehonden.



Figuur 18: Reikwijdte van bovenwater verstoring als gevolg van geluid, licht en optische verstoring.

4.7 Verstoring door geluid, licht en visuele verstoring (op land)

Bij de realisatie van de verbinding treedt verstoring op door de boor- en bouwwerkzaamheden. Deze verstoring bestaat uit optische verstoring, geluid- en lichtverstoring (het laatste alleen indien er werkzaamheden in de avond- en/of nacht worden uitgevoerd). Een toename van verstoring binnen de werkterreinen zelf is niet relevant, aangezien de eventueel aanwezige habitats al verloren zullen gaan door ruimtebeslag (zie volgende paragraaf).

In de gebruiksfase moet onderhoud gepleegd worden aan het transformatorstation. Doordat dit onderhoud sporadisch plaatsvindt, zal dit leiden tot een minimale toename van verstoring in de omgeving van het plangebied.

Reikwijdte: In de regel varieert het invloed gebied van optische verstoring en verstoring door geluid en licht van enkele tientallen tot honderden meters.

4.8 Habitataantasting door mechanische effecten

4.8.1 Op zee

Bij de aanleg van de zeekabels en de platforms Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) wordt de zeebodem ter plaatse gebaggerd en getrencht. Hierdoor kan potentieel het habitat aangetast worden, wat een effect kan hebben op beschermde soorten. Het gebied dat verloren gaat betreft echter een marginaal areaal in een verder vergelijkbare omgeving waardoor er voldoende alternatieven zijn. Effecten als gevolg van habitataantasting zijn in het kader van soortbescherming daarom uitgesloten en worden in deze Soortbeschermingstoets verder niet getoetst.

4.8.2 Op land

4.8.2.1 Boorlocaties

Voor de boringen verdwijnen naar verwachting alle aanwezige habitats binnen het werkgebied, omdat het in zijn geheel ingericht wordt. Aanwezige vegetatie en een deel van de toplaag wordt verwijderd. Na afronding van de werkzaamheden wordt de toplaag weer teruggebracht in de oorspronkelijk staat. Hierdoor is het verdwijnen van de habitats op deze locaties van tijdelijke aard.

Op enkele locaties worden watergangen tijdelijk gedempt en ter hoogte van de A9 wordt de retentievijver deels permanent gedempt. Hierdoor verdwijnen op dit moment aanwezige habitats in het water en op de oevers. Wanneer de demping tijdelijk is, worden na afronding van de werkzaamheden de watergangen weer teruggebracht in de oorspronkelijke staat. Hierdoor is het verdwijnen van de habitats op deze locaties van tijdelijke aard. Het gedempte deel van de retentievijver wordt niet hersteld, hier verdwijnt een deel oppervlaktewater. Wel wordt elders nieuw water gerealiseerd omdat het oppervlak aan wateropvang gelijk moet blijven.

Reikwijdte: Effecten van ruimtebeslag treden alleen op, op de locaties waar de werkterreinen worden gerealiseerd. Per boorlocatie gaat het om een oppervlak van maximaal 600 m² voor de boorinstallatie, maar het totale oppervlak van de werkterreinen is circa 2.000 m². Dit terrein wordt niet geheel vergraven of ingericht, maar wel intensief gebruikt, bijvoorbeeld voor opslag van materieel of is nodig als werkruimte.

4.8.2.2 Transformatorstationslocatie

Door de realisatie van het transformatorstation verdwijnen de op dit moment aanwezige habitats op deze locatie. Hierdoor kan leefgebied van beschermde soorten worden aangetast. De vegetatie wordt in het geheel verwijderd en de ondergrond (de duinen) worden geëgaliseerd.

Rondom de boorlocaties kan hoog opgaande vegetatie (bos of bomen) niet overal meer terugkomen, omdat de groei van bomen niet toegestaan is boven ondiep liggende kabels. De wortelstelsels kunnen schade toebrengen aan de kabelsystemen.

Reikwijdte: Dit effect is specifiek van toepassing op de transformatorstationslocatie. Alle vegetatie wordt hier verwijderd en de bodem wordt geëgaliseerd.

4.9 Elektromagnetische velden (op zee en land)

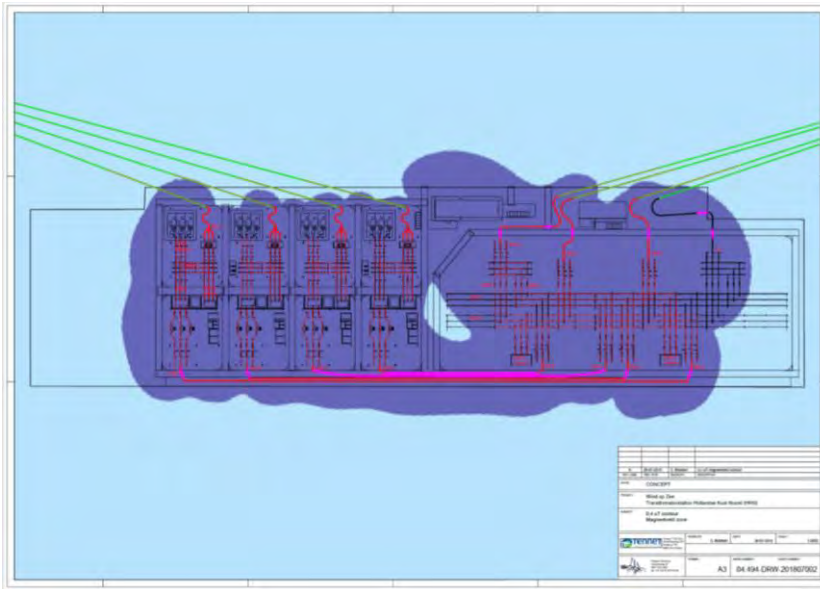
4.9.1 Op zee

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.

4.9.2 Op land

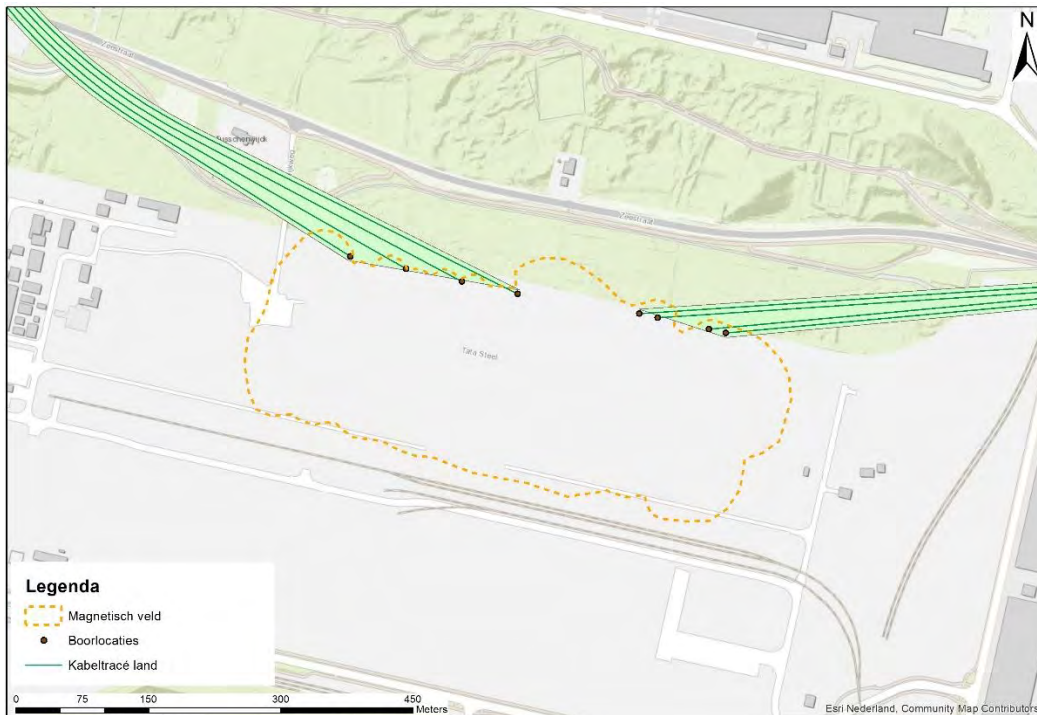
Een mogelijk effect in de gebruiksfase is het effect van (elektro)magnetische velden op flora en fauna op land, wat kan leiden tot gedrag- of groeiaanpassingen. Op de draden van een stroomkabel staat elektrische spanning, dit veroorzaakt een elektrisch veld. Bij een hoogspanningsverbinding is de sterkte van het elektrische veld afhankelijk van de hoogte van de spanning, de afstand tot de draden en de configuratie. Ondergrondse kabels veroorzaken boven de grond slechts een zeer smal elektrisch veld (enkele meters breed). Ook kan in de bodem sprake zijn van dit elektrisch veld. Een draad waar elektrische stroom door loopt, veroorzaakt naast een elektrisch veld ook een magnetisch veld. Ook het magnetische veld hangt af van hoogte van de spanning, de sterkte van de stroom door de kabels, van de afstand tussen de kabels en de configuratie van de geleiders van de kabels. Figuur 19 geeft de reikwijdte van dit magnetische veld weer rond het trafostation.



Figuur 19: Contour magnetisch veld rond Trafostation.

Er is nog weinig onderzoek verricht naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden op flora en fauna in de praktijk (in het veld). Een onderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van literatuuronderzoek geconcludeerd kan worden dat geen substantiële/relevante effecten optreden. Daarnaast geldt onderstaande kwalitatieve beoordeling.

Uit onderzoeken die gedaan zijn naar effecten op nautische natuurwaarden (zie paragraaf 5.2), blijkt dat het uitstralingseffect bij een diepteligging van slechts enkele meters verwaarloosbaar tot afwezig is. Doordat het kabeltracé op land geheel geboord wordt, waarbij de kabels diep in de ondergrond liggen, kan dit effect alleen optreden direct rondom de aansluitpunten waar de kabels van de verschillende boringen aan elkaar gekoppeld worden. Dit zijn de boorlocaties, waar de kabels naar het oppervlak komen en vervolgens weer dieper de ondergrond in gaan. De boorlocaties liggen allemaal op plekken met weinig tot geen natuurwaarden of op plekken met een hoge dynamiek. Plekken met een hoge dynamiek ondervinden van nature veel verstoring en zijn daardoor niet verstoringgevoelig. Op het strand is een dussdanige dynamiek van water, wind en stroming dat de effecten van de kabels hier verwaarloosbaar is. Het volgende punt waar de kabels ondiep in de ondergrond liggen, is nabij de parkeerplaats (aan de Meeuweweg). De natuurwaarde van deze parkeerplaats is laag tot afwezig door het gebruik en het intensieve beheer. De duinen rondom de parkeerplaats bestaan (deels) uit hoog opgaand duin, waardoor de afstand vanaf de kabel naar het maaiveld snel groot is. Uitstralingseffecten op natuurwaarden (de bodemlaag waarin het merendeel van het leven aanwezig is) zijn hierdoor verwaarloosbaar of afwezig. Figuur 20 laat tevens zien dat het bereik van het magnetisch veld rond de trafo locatie voornamelijk beperkt is tot het terrein van Tata steel. Uitstralingseffecten op natuurwaarden (de bodemlaag waarin het merendeel van het leven aanwezig is) zijn hierdoor verwaarloosbaar of afwezig. Dit potentiële effect wordt dan ook niet verder onderzocht in deze toetsing.



Figuur 20: Contour magnetisch veld rond trafolocatie.

4.10 Verdroging (op land)

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, 2018a). 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

Op enkele locaties is voor de boring bemaling noodzakelijk, zodat de werkzaamheden rondom de boorput in den droge uitgevoerd kunnen worden. Afhankelijk van de periode van uitvoer en het onttrekkingsdebiet kan droogteschade aan plantensoorten ontstaan door een lagere grondwaterstand of kan lokaal verzilting optreden door het aantrekken van zout- of brak grondwater. Dit leidt voornamelijk tot negatieve effecten op grondwaterafhankelijke vegetaties in de directe omgeving van de bemaling. Het (tijdelijk) verdwijnen van een watergang valt onder ruimtebeslag.

Oevers van nabijgelegen plassen, met een geleidelijk oplopende oeverzone met waterafhankelijke plantensoorten en amfibieën, kunnen als gevolg van bemaling deels droogvallen. Uitvoering buiten het groeiseizoen leidt naar verwachting niet tot een wezenlijk effect op de oevervegetatie. Een peilverlaging in de winter kan echter wel van invloed zijn op in de oeverzone overwinterende soorten

4.11 Samenvatting reikwijdte activiteit

Het studiegebied kent hoge natuurwaarden. De dynamiek in combinatie met grote variatie op korte afstand van elkaar (droog, nat, voedselarm en -rijk, warm en koud et cetera) zorgen voor veel verschillende, bijzondere groeiplaatsomstandigheden en dus diversiteit.

De in hoofdstuk 3 beschreven activiteiten kunnen effecten hebben op beschermde soorten die voorkomen binnen de reikwijdte van het effect van de voorgenomen activiteiten. Hierboven zijn de gevolgen beschreven en is de reikwijdte van gevolgen bepaald. Dit wordt weergegeven in Figuur 21.

De effecten en bijbehorende verwachte maximale reikwijdte van de aanleg van de platformen Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) en de kabels zijn hieronder kort samengevat in **Tabel 5**.

Tabel 5: Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.

Gevolg	Op zee / op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling	Op zee	- Bepaald door middel van modelstudie, slibconcentraties in een deel van de Noorzeekustzone en klein deel van de Waddenzee verhogen - Slibwolk komt tot 25 km (jaar 1) tot 40 km (jaar 2) van de kust af, bereikt in beide jaren het Marsdiep en komt enkel in jaar 2 ten westen en noorden van Texel
Onderwaterverstoring	Continu geluid Op zee	- Rondom kabels en platformen - Zeezoogdieren en trekvisen: 5.000 meter
	Impulsgeluid Op zee	- Rondom platformen - Zeezoogdieren en trekvisen: 41,6 kilometer
Geluid	Op land	- Boorwerkzaamheden circa 500 meter - Bouwwerkzaamheden transformatorstation circa 1.400 meter - Impulsgeluiden van heilwerkzaamheden bij transformatorstation circa 750 meter
Licht	Op land	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties
Visuele verstoring	Op land	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring is kwalitatief beoordeeld.

**Habitataantasting door
mechanische effecten**

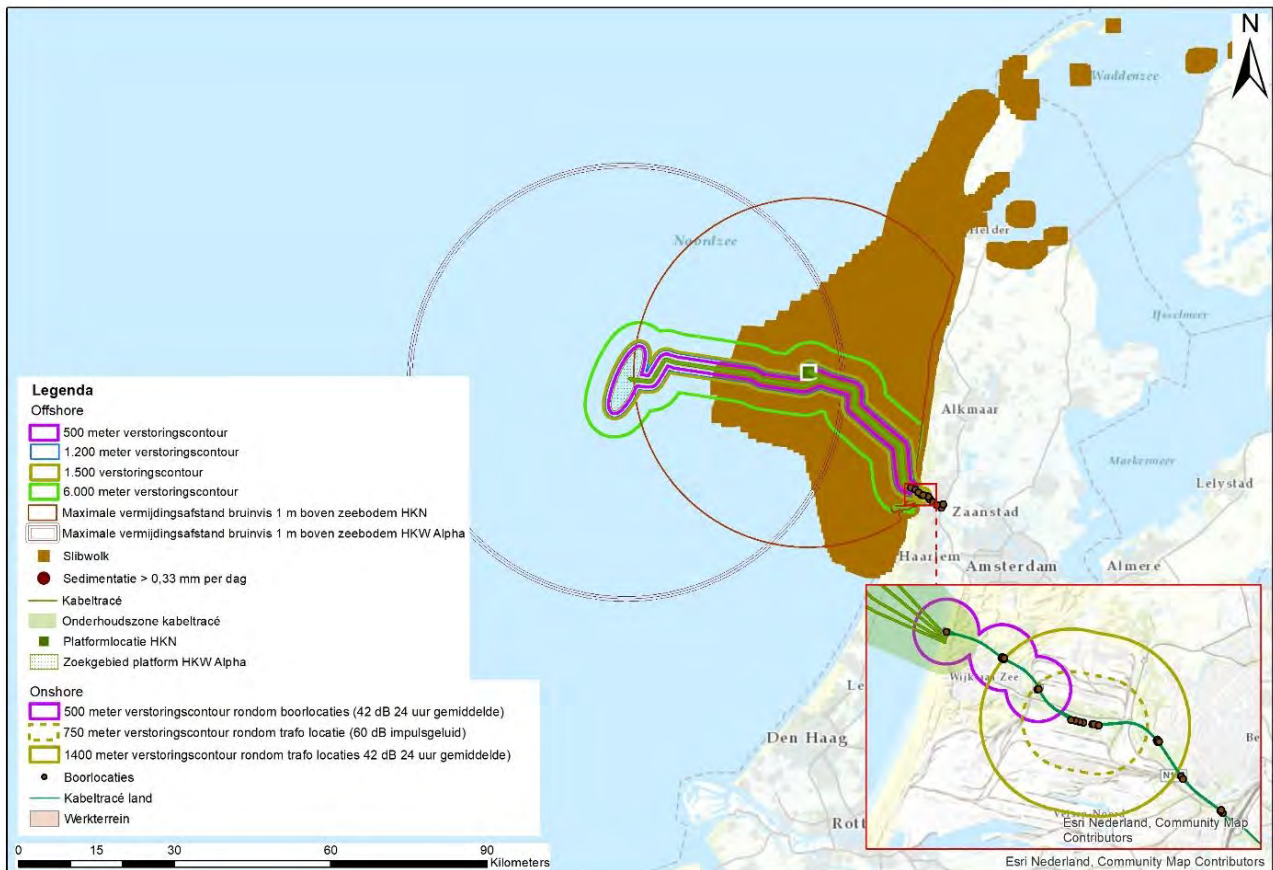
Op land

- Bij boorlocaties maximaal oppervlak van 600 m²
- Rond het uittredepunt maximaal oppervlak van 225 m²

**Verzuring en
vermesting**

Op zee en land

- Modelmatig met AERIUS bepaald



Figuur 21: Reikwijdte effecten.

In het volgende hoofdstuk is op basis hiervan bepaald welke beschermde soorten (soortgroepen) er binnen de invloedsfeer van de werkzaamheden voorkomen.

5 AANWEZIGHEID BESCHERMDE SOORTEN

5.1 Methode

5.1.1 Fasering onderzoek

Het onderzoek naar beschermde soorten op zee is als volgt uitgevoerd:

- Er is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.

Het onderzoek naar beschermde soorten op land is in verschillende fases uitgevoerd:

- Eerst is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
- Vervolgens een soortgerichte inventarisatie uitgevoerd. Hierbij zijn de locaties waar een ingreep plaats vindt onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten. Bij deze veldbezoeken is ook gelet op de habitatgeschiktheid voor beschermde soorten. De uitkomst van dit onderdeel is een inventarisatie van aanwezige beschermde soorten en de mogelijke functie van het plangebied (de werkterreinen) voor deze beschermde soorten.

5.1.2 Bureauonderzoek

5.1.2.1 Op zee

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens is gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar. De oudere gegevens geven echter wel een indruk van de historische waarde en kan daarmee ook inzicht geven of de meer recente data volledig is.

5.1.2.2 Op land

Bij het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties. Omdat dit bureauonderzoek in de beginfase van het opstellen van het MER is uitgevoerd, is een groter gebied onderzocht. Niet alleen omdat nog verschillende alternatieven mogelijk waren, maar ook omdat de uitvoermethode en het exacte tracé nog niet bekend was. Omdat de verschillende alternatieven uit het MER een groot gebied omvatten, is ook een groot gebied, tussen Egmond aan Zee en IJmuiden betrokken in deze studie. Hiermee is tevens de kans op het missen van gegevens aanzienlijk klein geworden.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de NDFF, maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Provincie Noord-Holland, de Natura 2000-beheerplannen en verspreidingsatlassen. Voor het Tata Steel terrein is tevens gebruik gemaakt van natuurinventarisaties die hier in 2015 en 2017 uitgevoerd zijn in (Van den Tempel & Ronde, 2017; Witteveldt & Van den Tempel, 2016)

Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

5.1.3 Veldonderzoek

Het veldonderzoek voor het onshore deel is uitgevoerd in drie fasen:

- In het voorjaar en zomer van 2017 (juni tot en met september) is het tracé onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten (Tabak, 2017). De focus lag hierbij vooral op de soortgroepen flora, reptielen en amfibieën en vlinders. De reikwijdte is gebaseerd op het destijds bekende tracé. De transformatorstationslocatie op het Tata Steel-terrein is hierbij niet onderzocht omdat het niet openbaar toegankelijk was.
- In december 2017 zijn de opgaande vegetaties binnen en nabij het tracé onderzocht op aanwezigheid van nesten van jaarrond beschermde vogels. De transformatorstationslocatie op het Tata Steel terrein is hierbij niet onderzocht omdat het niet openbaar toegankelijk was.

- In maart 2018 is de transformatorstationslocatie op het terrein van Tata Steel bezocht, waarbij hoofdzakelijk gekeken is naar de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten en de geschiktheid van het terrein voor vleermuizen, reptielen, vlinders en flora.

Bij de veldinventarisaties in de zomer van 2017 en de habitatgeschiktheidsbeoordeling van maart 2018 zijn op de werklocaties geen (strikt) beschermde soorten aangetroffen en is beoordeeld dat het terrein geen geschikt leefgebied is voor (strikt) beschermde soorten. Nader onderzoek naar reptielen, vlinders of vleermuizen is hier niet noodzakelijk bevonden. Als gevolg zijn geen uitgebreide methode-beschrijvingen per soortgroep opgenomen, omdat deze niet uitgevoerd zijn.

5.2 Beschermde soorten op zee

5.2.1 Zeezoogdieren

De drie meest voorkomende soorten zeezoogdieren in het studiegebied zijn de gewone zeehond, grijze zeehond en bruinvis. Effecten op deze soorten kunnen plaatsvinden via onderwater geluid en boven water verstoring (zeehonden).

5.2.1.1 Gewone zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is het meest voorkomende zoogdier in de Nederlandse kustwateren. Binnen de zeehondenfamilie (Phocidae) is het een relatief kleine soort waarbij mannetjes ongeveer 1,5 tot 2 meter lang worden en tot 120 kg kunnen wegen, vrouwtjes zijn iets maar nauwelijks kleiner en lichter. De gewone zeehond komt voor in alle kustwateren van Nederland, maar is voornamelijk te vinden in de getijdengebieden in het Deltagebied en in de Waddenzee, waarbij het tij hun activiteit bepaalt en de dieren bij eb rusten op zandplaten en bij vloed gaan jagen. Het voorkomen van daadwerkelijke populaties is beperkt tot zandplaten waar menselijke verstoring ontbreekt en waar de zeehonden toegang hebben tot diep water. De gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. Hierbij trekken ze in de winter soms tot wel 100 kilometer de zee op om te foerageren. Een enkele keer worden ze aangetroffen in riviermondingen en binnenwateren. De soort is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren, deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd, deze zoogperiode is kritiek en verstoring van de populaties dient dan met name voorkomen te worden (Ministerie van Economische Zaken, 2014b).

De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen voor een langere periode wegblijven of zich in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee. De trend van de gewone zeehond in deze zoute delta is positief. Sinds midden jaren negentig van de vorige eeuw is er sprake van een spectaculaire groei van de populatie.

5.2.1.2 Grijze zeehond

De grijze zeehond verdween in de Middeleeuwen en is pas sinds begin jaren tachtig terug in Nederland in de Waddenzee. Sinds 2003 is de soort ook aangetroffen in het Deltagebied. Grijze zeehonden hebben een langere snuit (in de vorm van een kegel) dan de gewone zeehonden. Bij de grijze zeehond is het verschil tussen mannetjes en vrouwtjes groter dan bij de gewone zeehond. De mannetjes zijn tot 2,5 meter lang en wegen 170 tot 350 kg; de vrouwtjes zijn maximaal net boven de twee meter lang en wegen 120 tot 220 kg. De grijze zeehond is daarmee een stuk groter dan de gewone zeehond en vertoont ook hiërarchisch gedrag met dominante mannetjes en harems van een tiental vrouwtjes. Grijze zeehonden zijn minder kust gebonden en honkvast dan de gewone zeehond en kunnen tot honderden kilometers van de kust foerageren, ze eten hierbij ook meer vis dan de gewone zeehond. Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari duurt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) worden de ligplaatsen intensiever bezocht. Gedurende deze periodes is verstoring nadelig. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die met normaal hoogwater niet

onderlopen. Dit is belangrijk omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans worden verstoord of 'gered' ((Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Het verspreidingsgebied van de grijze zeehond bevat de kusten in gematigde en koudere delen van de Noordelijke Atlantische Oceaan. In de Middeleeuwen werden ze in de Waddenzee door de mens uitgeroeid en afgezien van sporadische waarnemingen vond er pas sinds 1980 weer voortplanting in het Nederlandse Waddengebied plaats. Pas kort na de eeuwwisseling is er ook sprake van een populatie in de Zoute Delta (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). De aanwas is deels afhankelijk van migratie vanuit het buitenland. De toename in de Zoute Delta was dan ook bijna uitsluitend toe te schrijven aan immigratie vanuit voornamelijk Groot-Brittannië, waardoor een licht fluctuerende populatie geen reden tot onrust is. De populatie in de internationale Waddenzee wisselt ook uit met de populatie van Groot-Brittannië. Aangezien dit het gevolg is van één open populatie wordt de populatie als duurzaam beschouwd.

5.2.1.3 Bruinvis

De bruinvis, een van de kleinste walvisachtigen, blijft kleiner dan 2 meter en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren. Veelal worden de dieren alleen of in kleine groepjes waargenomen, soms worden groepen van enkele tientallen dieren waargenomen. De bruinvis komt vooral voor in ondiepe zeeën tot 200 meter diepte. Bruinvissen eten vooral vissen en inktvissen maar hebben een brede prooikeuze, voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van plaatselijk voedselaanbod. In de Nederlandse kustwateren en verder op zee worden 's zomers moederdieren met kalfjes waargenomen. Hieruit wordt opgemaakt dat ook in de Nederlandse wateren jongen geboren worden. De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Het belangrijkste leefgebied van de bruinvis omvat de kustwateren van de gematigde en subarctische delen van het noordelijke halfrond. Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) nemen vanaf begin jaren negentig van de twintigste eeuw de frequentie van de waarnemingen en de gemelde aantallen toe. 's Zomers trekken veel bruinvissen weg uit de Nederlandse kustwateren. Verder uit de kust blijft de soort aanwezig, maar aanzienlijke aantallen migreren over de grens, naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Wageningen Marine Research (voorheen IMARES) heeft van 2009 tot 2015 jaarlijks vanuit een vliegtuig tellingen uitgevoerd van bruinvissen op het NCP (Geelhoed et al., 2015). Nog specifiek zijn er zelfs schattingen gemaakt voor de bruinvissen in de zuidelijke helft (van Den Helder tot Zeeland) van de Nederlandse kustwateren tot ongeveer 100 kilometer van de kust. Deze schattingen gaven sterk uiteenlopende populatieaantallen weer. Schattingen fluctueerden van 10.000 tot 40.000 bruinvissen voor dit zuidelijke deel van de Nederlandse kustzone, maar door de hoge variatie waren populatieschattingen vaak statistisch niet significant verschillend van elkaar. In 2015 werden er opvallend weinig dieren in de kustwateren waargenomen en was er ook weinig sprake van strandingen van bruinvissen. Onderzoek van Wageningen Marine Research toonde aan dat zich wel veel bruinvissen op het NCP bevonden, maar ver op zee waren getrokken. Er is weinig bekend over redenen voor deze variatie in leefgebied, mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol. Over de jaren heen is uit deze waarnemingen wel bevestigd dat bruinvissen het meest voorkomen in de Nederlandse kustwateren in de winterperiode van november tot maart. Dichtheden van dieren in de zuidelijke helft van de Nederlandse kustwateren werden bij tellingen geschat tussen 1.17 en 2.10 dieren/km² in maart (Geelhoed et al., 2013) en tussen de 0.48 en 0.90 dieren/km² in juli (Geelhoed et al., 2015).

5.2.1.4 Overige zeezoogdieren

De dwergpotvis, gestreepte dolfin, gewone spitsdolfijn, gewone vinvis, grijze dolfin, kleine zwaardwalvis, narwal, noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfijn zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2017) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2012 tot 2017, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptera novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot ongeveer 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. In de laatste vijf jaar, van 2012 tot 2017, zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2017a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring.

De gewone dolfin (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfinsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit 'zandloperpatroon' op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfinen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2012 en 2017 waren dan ook veelal van solitair gestrande, dode dieren of zwemmende individuen (Waarneming.nl, 2017b). Gewone dolfinen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfinachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn de laatste vijf jaar, van 2012 tot 2017 maar liefst vijf waarnemingen gedaan van in totaal ongeveer 13 dieren. Hiervan werd driemaal een solitair dood en aangestrand dier aangetroffen. Rond diezelfde periode werd tevens tweemaal een levende groep van rond de tien dieren aangetroffen (Website NDFF, 2017), aangenomen wordt dat deze twee waarnemingen om dezelfde groep gaan. Later bleek een deel van deze dieren op de Franse kust te zijn gestrand (zeezoogdieren.nl). Gezien de dood aangetroffen solitaire dieren en de verdwaalde groepen kan geconcludeerd worden dat, ondanks de toename in waarnemingen in Nederlandse kustwateren, grienden hier geen geschikt habitat kunnen vinden en dat de Noordzee geen geschikte migratieroute is.

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfin met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren '60 door afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). In de laatste vijf jaar, van 2012 tot 2017, zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfin met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfinensoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfinsoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). In de laatste vijf jaar, van 2012 tot 2017, zijn er ondanks de vele waarnemingen (Waarneming.nl, 2018) maar vijf goedgekeurde waarnemingen van in totaal 15 dieren (Website NDFF, 2017). Het blijft moeilijk om de gewone dolfin, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfin, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en zeker in het studiegebied van Hollandse Kust (noord). De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

5.2.2 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 5 laat de resultaten zien van de tellingen van 2015-2016.

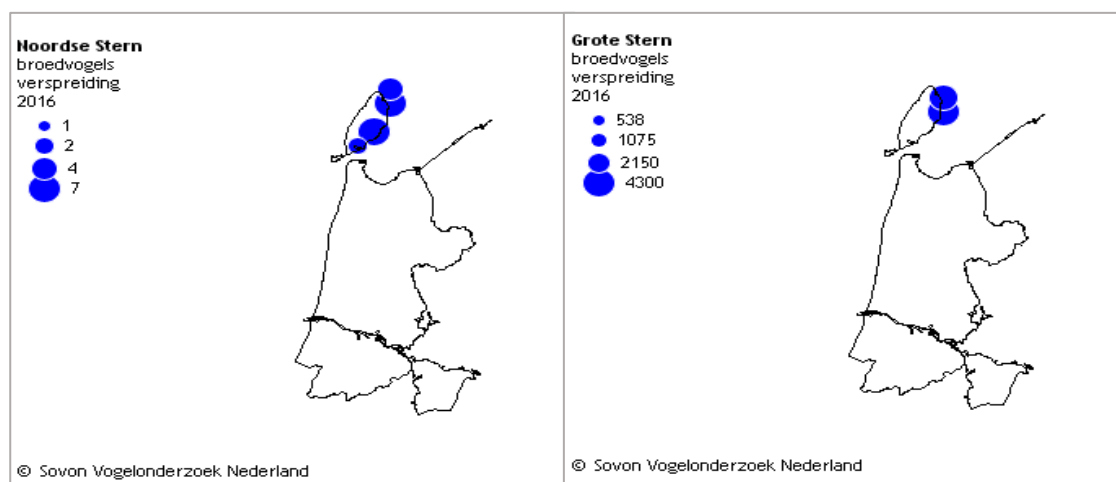
Tabel 5: Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2015-2016 op het totale NCP (Fijn et al., 2016).

Soort	Aantal waarnemingen	Aantal individueen	Maximale groepsgrootte
Species	Number of observations	Number of individuals	Maximum group size
roodkeelduiker	143	189	6
ijsduiker	2	3	2
ongedet. duiker	7	9	2
fuut	23	82	15
noordse stormvogel	705	1.255	100
jan van gent	492	1.373	150
aalscholver	84	439	60
ongedet. gans	1	1	1
middelste zaagbek	1	2	2
pijlstaart	1	2	2
wilde eend	1	2	2
zwarte zee-eend	108	17.846	2.900
grote zee-eend	1	1	1
ijseend	1	4	4
eider	2	3	2
grote jager	9	9	1
middelste jager	6	6	1
kleine jager	4	5	2
drietenmeeuw	1.917	5.275	800
dwergmeeuw	257	978	60
kokmeeuw	7	9	3
stormmeeuw	224	350	30
geelpootmeeuw	1	1	1
zilvermeeuw	321	1.421	400
kleine mantelmeeuw	832	1.955	300
grote mantelmeeuw	310	781	50
ongedet. burgemeester	1	1	1
ongedet. kleine meeuw	11	26	5
ongedet. grote meeuw	37	62	8
ongedet. meeuw	7	9	2
grote stern	459	665	20
visdief	114	158	4
noordse stern	19	29	4
visdief/noordse stern	16	18	3
dwergstern	2	2	1
zeekoet	3.048	6.863	22
alk	651	1.712	25
alk/zeekoet	624	1.494	25
papegaaiduiker	19	22	2
kleine alk	16	30	6

In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden.

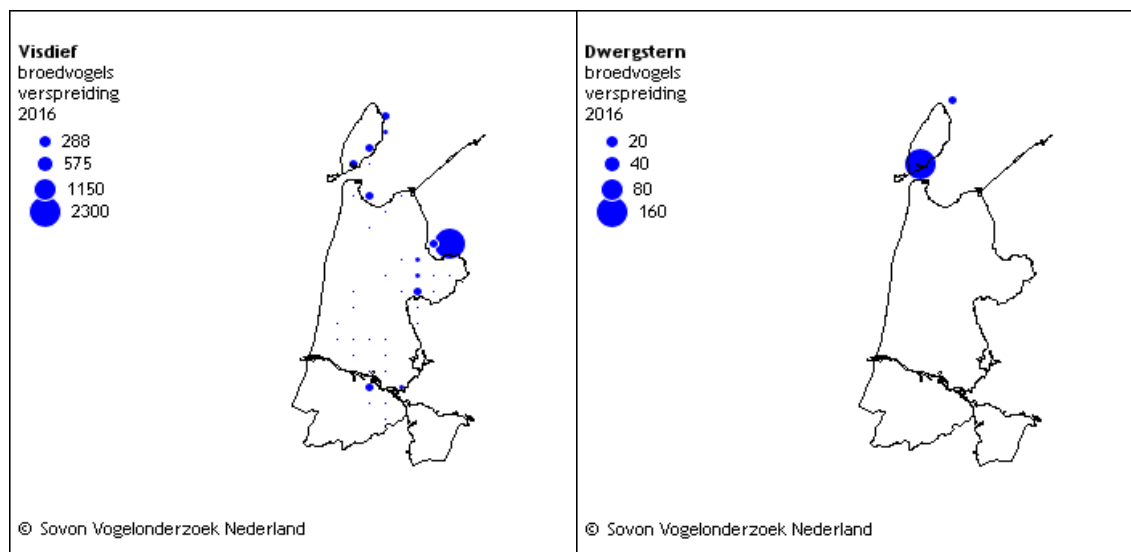
5.2.2.1 Sterns

Sterns broeden gewoonlijk in de kustgebieden en foerageren op open water. Voorkomende soorten in Nederlandse wateren zijn bijvoorbeeld de noordse stern (*Sterna paradisaea*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), dwergstern (*Sternula albifrons*) en de visdief (*Sterna hirundo*). De soorten zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi. Grote sterns zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in ons land, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 14.800 – 15.000 (Fijn et al., 2016). Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2016). Noordse sterns zijn grofweg vanaf april tot oktober in Nederland. De broedpopulatie is niet heel groot en wordt geschat op 900-950 broedparen (Boele et al., 2015 uit Fijn et al., 2016).



Figuur 22: Verspreiding broedvogels van de noordse stern en grote stern. Bron: Sovon, 2016.

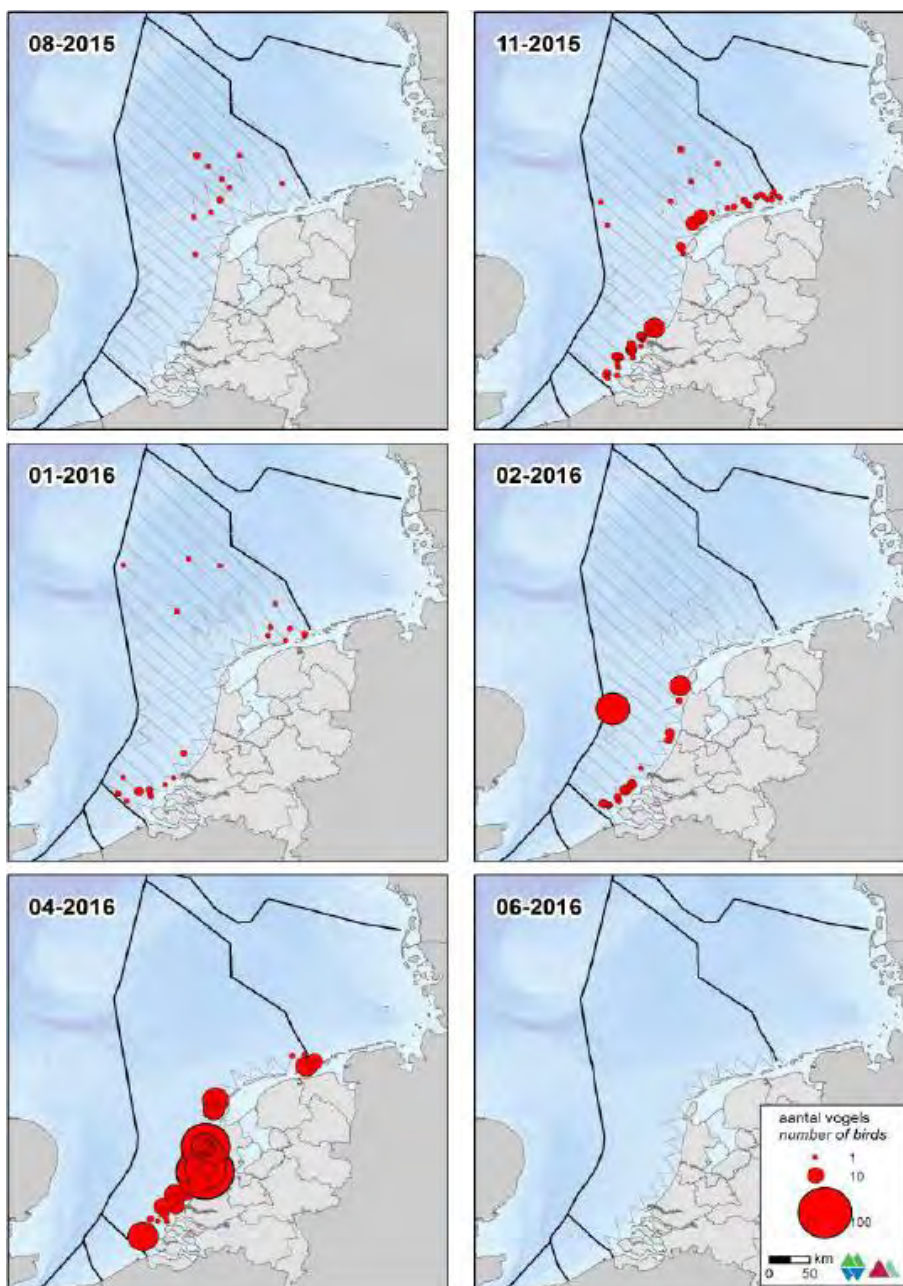
Ook de visdief is niet het gehele jaar aanwezig; van eind maart tot begin oktober is de aanwezigheidspiek in Nederland. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 16.250 – 17.250 broedparen (Boele et al., 2015 uit Fijn et al., 2016). De dwergstern is de minst voorkomende sternsoort in Nederland. De populatie is ruwweg van half april tot half september in Nederland. De broedpopulatie wordt geschat op zo'n 850-925 dieren (Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2016). De broedkolonies bevinden zich vooral in het Deltagebied (ongeveer 2/3 van de populatie) en het Waddengebied (ongeveer 1/3 van de populatie) (Figuur 23).



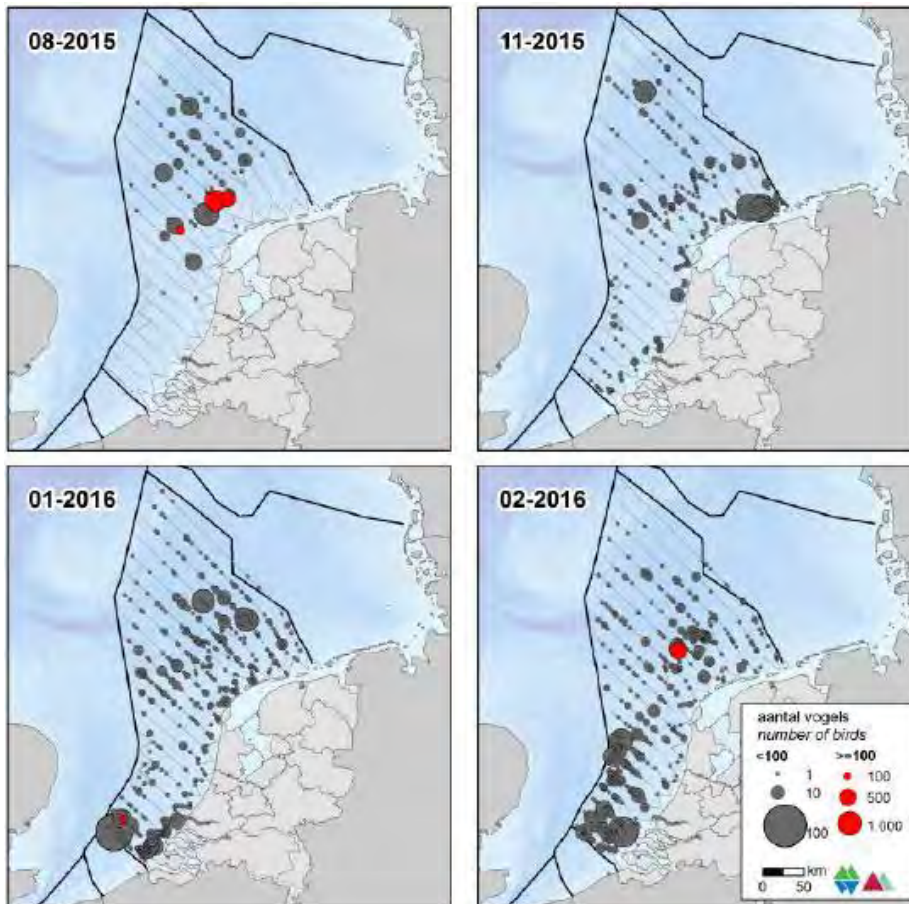
Figuur 23: Verspreiding broedvogels van de visdief en dwergstern. Bron: Sovon, 2016.

5.2.2.2 Meeuwen

Het Nederlandse kust- en zeegebied is van belang voor verschillende meeuwensoorten: onder andere de kleine mantelmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, zwartkopmeeuw en dwergmeeuw. Meeuwen foerageren voornamelijk op open water maar zijn ook opportunistisch in hun foerageergedrag, op stranden en in bewoond gebied kunnen ze ook voorkomen. De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) gebruikt de Noordzee als doortrekgebied en overwintergebied en komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust (Fijn et al., 2016). Tijdens de trek van het voorjaar 2016 werd het aantal exemplaren aan de Nederlandse kust op 34.300 geschat. De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest talrijke meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2016). In februari 2016 lag de piek van het seizoen, op een geschat aantal exemplaren van ongeveer 83.000. De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw en de drieteenmeeuw zijn te zien in Figuur 24 en Figuur 25.



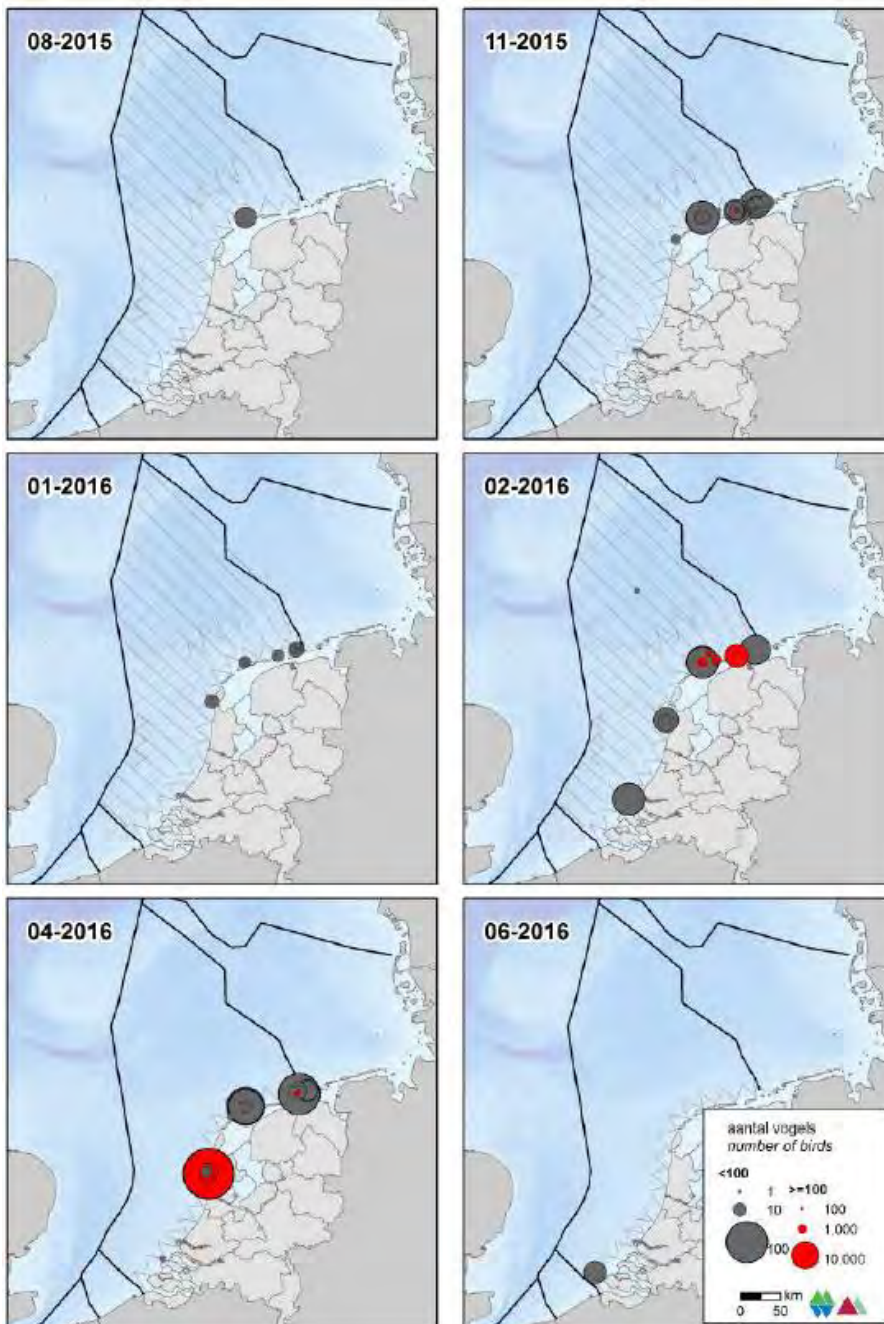
Figuur 24: Tellingen dwergmeeuw in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.



Figuur 25: Verspreiding drieteenmeeuw tijdens de monitoring 2015-2016. Bron: Fijn et al. 2016.

5.2.2.3 Eenden

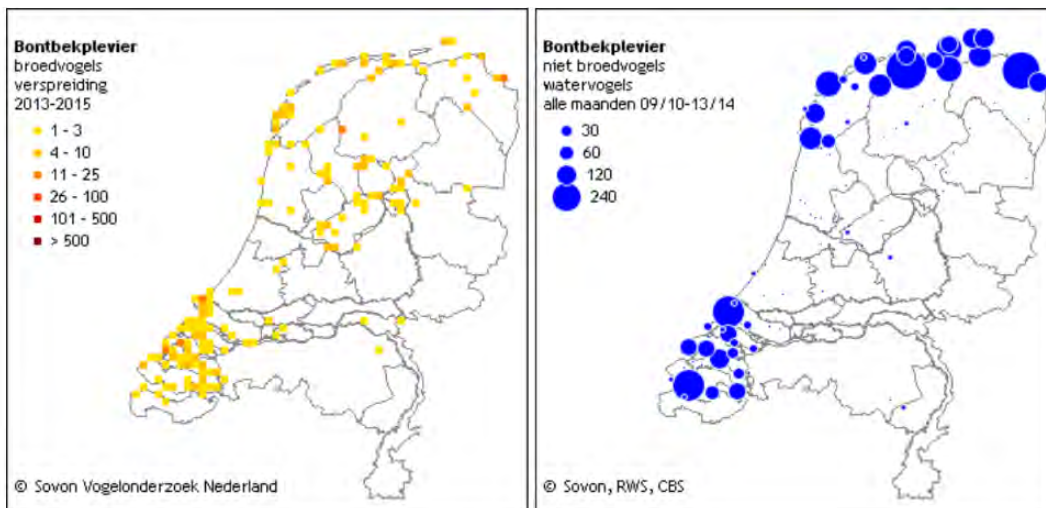
Aan de kust en op het open water komen verschillende soorten eenden voor zoals de topper, eider, zwarte zee-eend, kuifduiker en brilduiker. Deze soorten leven voornamelijk van bodemdieren, waarbij vooral in ondiep water gevoerd wordt. Daarnaast komen ook andere soorten eenden voor, zoals de middelste zaagbek, de bergeend en de wilde eend. Open water kan naast foerageergebied ook als rust- of ruigebied functioneren. Daarnaast kunnen de kustgebieden als hoogwatervluchtplaatsen dienen voor de aanwezige eendensoorten. De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts, et al., 2016). Echter in maart 2016 werden er voor het eerst sinds jaren weer zeer hoge aantallen gezien (Arts et al., 2016). Figuur 26 laat de verspreiding zien tijdens het 2015-2016 monitoringsseizoen van Rijkswaterstaat. Zwarte zee-eenden kunnen in het gebied voorkomen (Figuur 26) en verblijven om te ruien. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen, de ruiperiode valt van augustus t/m oktober (Skov et al., 2011). De dieren hebben een broedgebied in Rusland, waar ze vanaf mei naar toe vliegen (Smit & de Jong 2011).



Figuur 26: Verspreiding zwarte zee-eend tijdens de Rijkswaterstaat monitoring.

5.2.2.4 Steltlopers

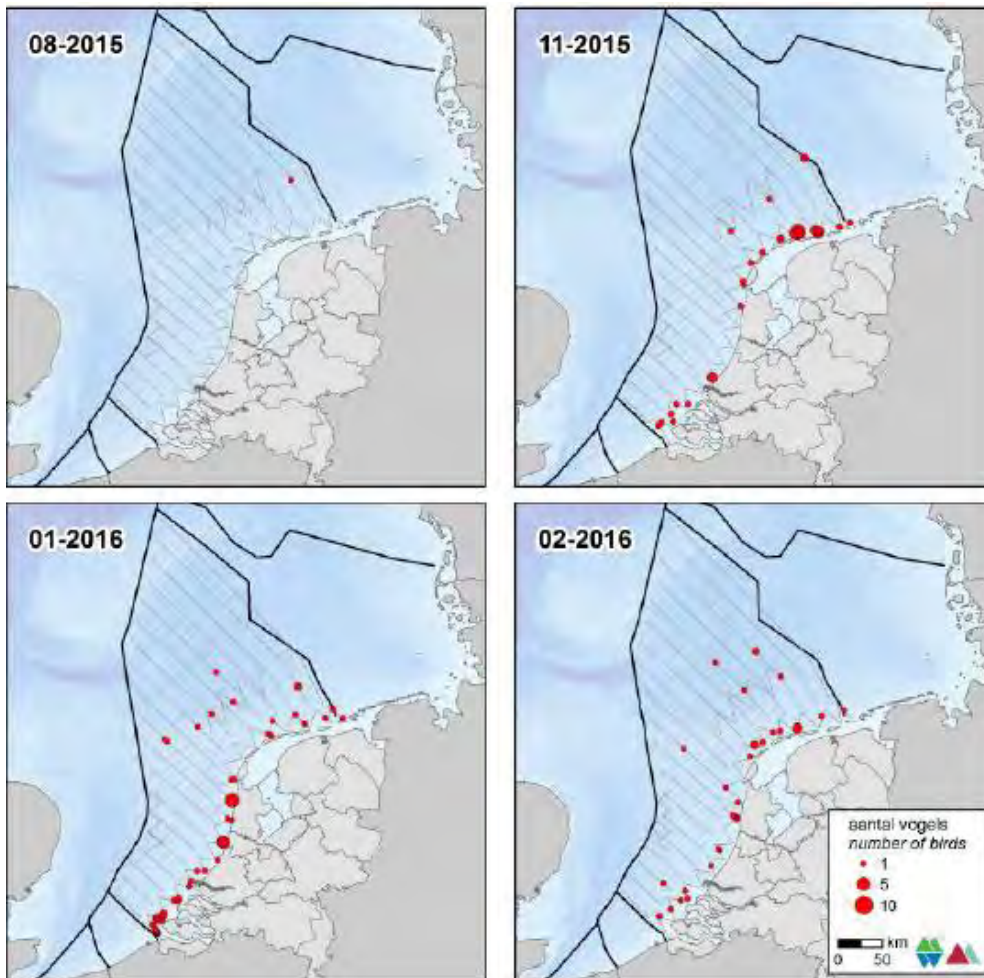
Het Nederlandse kustgebied is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn onder andere de bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kanoetstrandloper, scholekster, steenloper, strandplevier, en zilverplevier. Deze vogels gebruiken de gebieden als foerageergebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, stranden en binnen en buitendijkse graslanden. Uitzondering is de steenloper, die vooral op harde substraten, zoals dijken, voorkomt. Met hoogtij maken de steltlopers gebruik van hoogwatervluchtplaatsen, zoals de dijken en platen. De bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) komt het hele jaar door voor in Nederland, maar is in de wintermaanden schaars (Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2017). De aantallen zijn het hoogst tijdens de trek in het voorjaar en najaar. De soort komt in het binnenland maar beperkt voor en is vooral aanwezig in het zuidelijke deltagebied en de Waddenzee, zie ook Figuur 27.



Figuur 27: Verspreiding bontbekplevier. Bron: Sovon, 2017.

5.2.2.5 Duikers

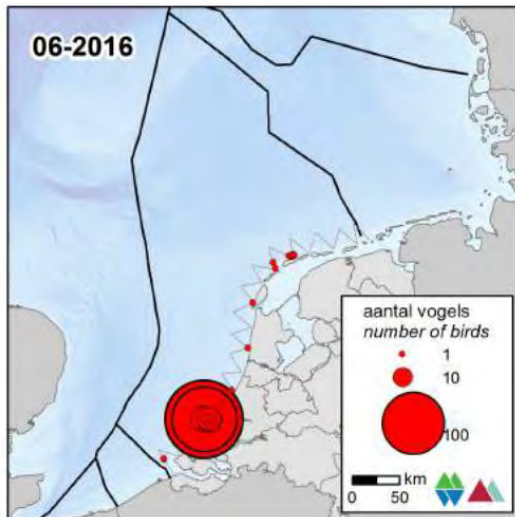
In het Nederlandse deel van de Noordzee komen verschillende soorten duikers voor zoals de roodkeelduiker en de parelduiker. De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) komt alleen in de winter voor in Nederland, van oktober tot mei. Ook de parelduiker (*Gavia arctica*) is een wintergast in Nederland, van september tot mei is de soort aanwezig langs de kust en op open water. De parelduiker is aan zee schaarser dan de roodkeelduiker. Duikers zijn moeilijk te monitoren, omdat ze een groot deel van de tijd onder water doorbrengen (Fijn et al., 2016). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Wetlands International 2015, uit Fijn et al., 2016). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Skov et al., 1995, uit Fijn et al., 2016). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2015 en januari en februari 2016 zijn weergegeven in Figuur 28. Zoals te zien, ligt het zwaartepunt van de aanwezigheid van de roodkeelduiker tussen november en februari/maart. De hoeveelheid waarnemingen nam in april al flink af, tot geen enkele waarneming in juni. De geschatte populatiegrootte loopt uiteen van 82 individuen in augustus tot 650 individuen in januari op het NCP en van nul individuen in augustus tot 3.176 individuen in januari in de kustzone.



Figuur 28: Roodkeelduiker tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.

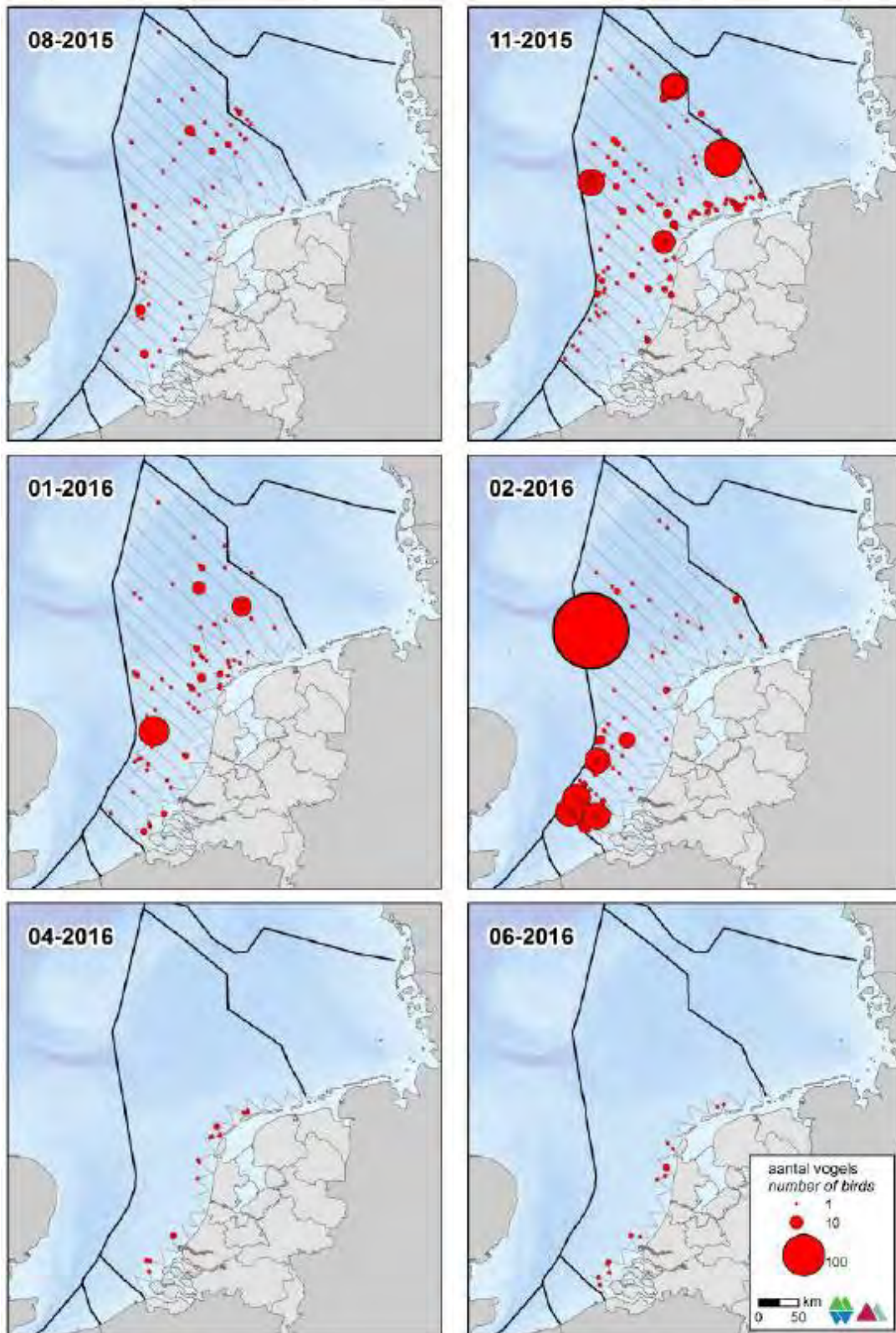
5.2.2.6 Aalscholvers en genten

Aalscholvers (*Phalacrocorax carbo*) komen aan de hele Nederlandse kust (en in het binnenland) voor. Het zijn typische viseters die het hele jaar rond aanwezig zijn in ons land. De Nederlandse broedpopulatie wordt geschat op ca. 21.450 broedparen, waarvan een deel wegtrekt in de winter. Daarnaast is Nederland het overwinteringsgebied van grote aantallen aalscholvers uit met name Noord- (bijv. Denemarken) en Oost-Europa (bijv. Duitsland en Polen) (Fijn et al., 2016). Omdat het verenkleed van de aalscholver beperkt waterdicht is, is de soort gebonden aan de kust voor droge rustplaatsen en wordt hij op het NCP buiten de 12-mijlszone niet aangetroffen (Fijn, et al., 2016). Tijdens de monitoring van Rijkswaterstaat in 2015 en 2016 lag het zwaartepunt van de aanwezige aalscholvers aan de kust in juni 2016, met een geschatte populatie van 14.911 exemplaren (Figuur 29).



Figuur 29: Aalscholver waarnemingen in juni 2016. Bron: (Fijn, et al., 2016)

De Jan-van-Gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig maar het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Net als de aalscholver is de Jan-van-Gent een echte viseter; de aantallen gaan omhoog bij een hoger voedselaanbod van bijvoorbeeld jonge haring. De Noordzeepopulatie wordt geschat op 390.000 paar, echter in Nederland zijn geen broedgevallen bekend. De populatie op de Nederlandse Noordzee werd in 2015 en 2016 geschat tussen de 4.928 exemplaren in augustus 2015 tot 20.615 exemplaren in februari 2016. Het zwaartepunt van de aanwezigheid van de Jan-van-Gent ligt in de wintermaanden, echter zijn er in 2015 en 2016 ook exemplaren in het voorjaar en de zomer aangetroffen, zie Figuur 30.



Figuur 30: Jan-van-Gent tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.

5.2.2.7 Grote jager

De Grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. De Grote jager eet voornamelijk vis, die hij rooft van meeuwen, sterns en zelfs Jan van Genten, maar vangt ook vis, eet eieren, amfibieën, andere vogels en knaagdieren. Hij steelt bij voorkeur prooien van andere zeevogels, zoals meeuwen, sterns en Jan van Genten. Daarbij achtervolgt hij zijn slachtoffers net

zolang totdat ze hun prooien loslaten of uitbraken. De Grote Jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (Jak et al., 2009). De ruiperiode begint in augustus en loopt parallel met de najaarstrek. In september worden hogere aantallen Grote Jagers op de Bruine Bank waargenomen (Bemmelen et al., 2012).

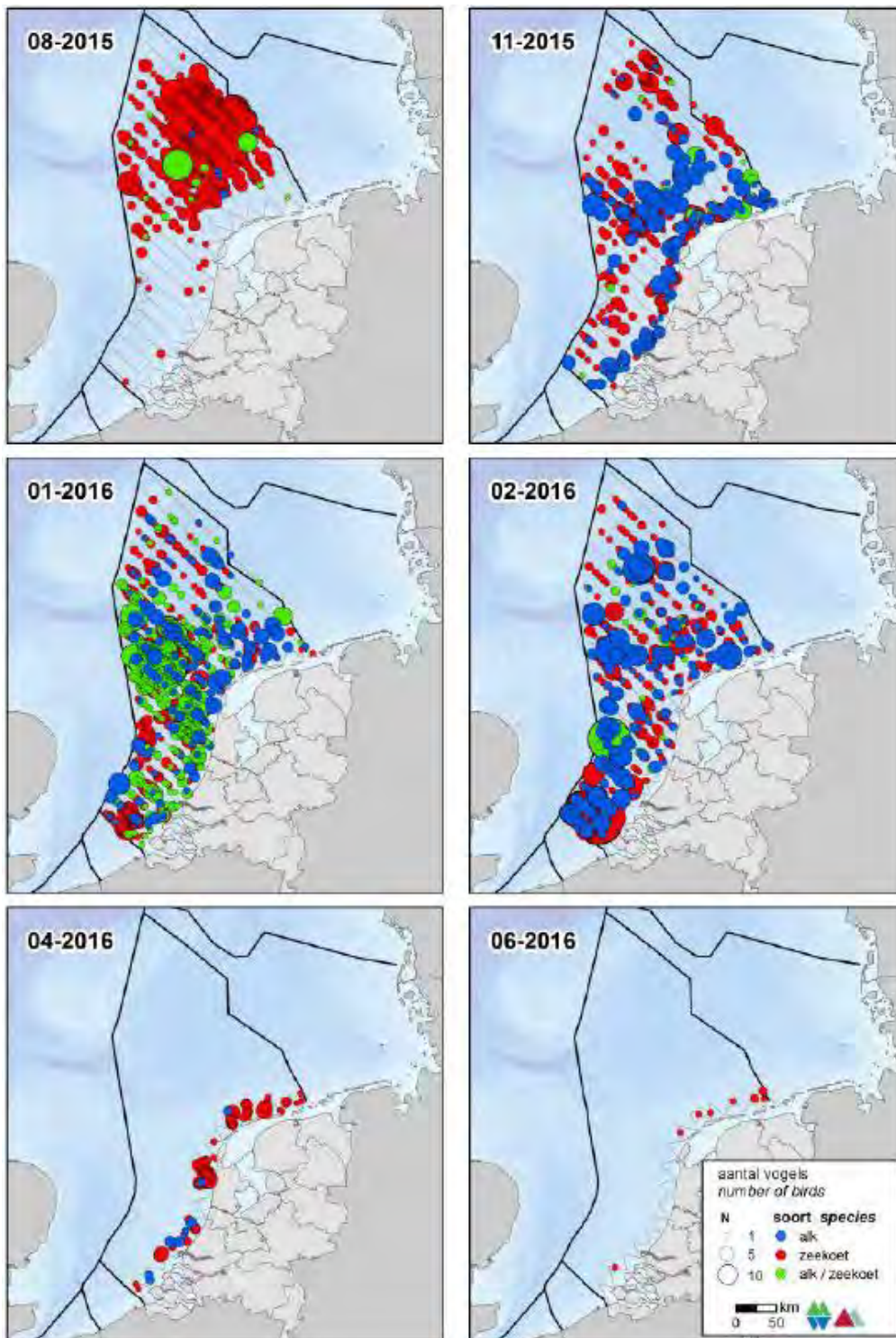
5.2.2.8 Zeekoeten en alken

De Zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De Zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over de hele Noordzee voor, maar dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. Net als pinguïns jagen Zeekoeten onder water naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Zeekoeten eten vooral vis, maar ook inktvis en wormen. Belangrijke prooisorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (Jak et al., 2009).

De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP. Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee (Fijn, et al., 2016)

In Figuur 31 zijn de verspreidingen van de alk en zeekoet tussen 2015-2016 weergegeven.

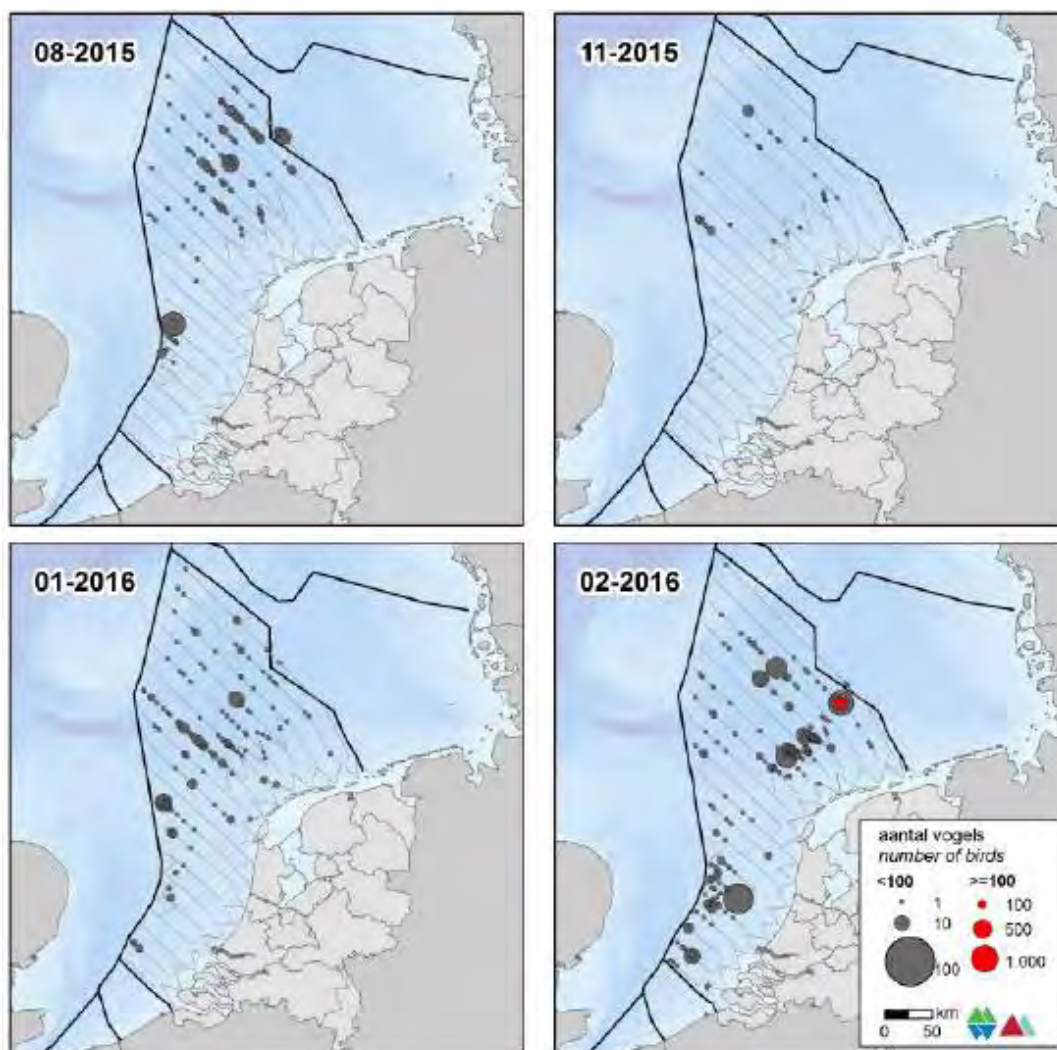
Zowel alken als zeekoeten ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats. De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart, voor de zeekoet iets eerder. Concentraties ruiende zeekoeten en alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (Bemmelen et al., 2012).



Figuur 31: Verspreiding alk en zeekoet 2015-2016. Bron: Fijn et al. 2016.

5.2.2.9 Noordse stormvogel

De Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*) is een vrij algemeen voorkomende soort op de Nederlandse Noordzee. De Atlantische populatie wordt geschat op 2.700.000 – 4.100.000 exemplaren, de Noordwest-Europese populatie op 535.000 broedparen (Mitchell et al., 2004, uit Fijn, et al, 2016). De Noordse stormvogel komt in Nederland vrijwel niet aan de kust voor. Geschatte populatiegroottes op open water liepen in 2015 en 2016 uiteen van 2.921 exemplaren in november 2015 tot 38.178 exemplaren in februari 2016 (Figuur 32).



Figuur 32: Noordse stormvogel tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.

5.2.3 Vissen

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014, 2015 en 2016 zijn deze soorten niet gevangen (Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver en grote modderkruiper ook niet verwacht in het studiegebied.

5.2.3.1 Steur

De Atlantische steur (*Acipenser sturio*) behoort tot de familie van de steuren en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Voor de voortplanting trekken de dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens bleek dat de paaitrek plaatsvindt tussen half mei en einde juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai geschiedt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2018a). Onvolwassen vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet. Oorspronkelijk kwam de Atlantische steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Atlantische steur zich nog voortplant. Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen

door beroepsvissers. Dit betreft echter in vele gevallen exotische steursoorten of hybriden die de herintroductie van de inheemse steur bemoeilijken. Als onderdeel van het herintroductieprogramma van de steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren, afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk, in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Een gestage natuurlijke zoet-zout overgang is nodig aangezien juveniele steuren op jonge leeftijd gevoelig zijn voor hoge zoutconcentraties en een gestage gradiënt nodig hebben om terug te zwemmen naar zee. Het Schelde estuarium heeft nog een volledige zoet-zout overgang, waardoor het geschikt gebied is als opgroeiplaats voor juveniele steuren en daarmee kan bijdragen aan zijn herintroductie (De Kok & Meijer, 2012). De Atlantische steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Er zijn echter succesvolle herpopulatieprogramma's gestart. Er zwemmen meerdere inheemse en uitheemse soorten steuren door de Nederlandse wateren, echter enkel de inheemse Europese Atlantische steur is beschermd.

5.2.3.2 Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaïen in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. Er wordt gepaaid boven kiezel of zandbodems met een matige stroming. Eitjes hebben veel zuurstof nodig en kunnen daarom niet tegen een bodem met veel slib waarin ze verstikken. De eitjes komen aan het begin van het voorjaar uit. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2018b). Houting kwam oorspronkelijk voor in rivieren en kustwateren van de Noordzee, Oostzee en Baltische zee waaronder het stroomgebied van de Rijn, Maas, Schelde en Eems. Door het normaliseren van rivieren, verslechtering van de waterkwaliteit en overbevissing verdween de soort aan het begin van de 20e eeuw bijna overal. Alleen in het Deense riviertje de Vidå resteerde een kleine populatie. Ouderdieren van deze populatie zijn vanaf 1999 tot 2006 gebruikt voor een herintroductie in de Rijn, waarbij opgekweekte juveniele dieren in Duitsland werden uitgezet. Dit heeft geresulteerd in een nieuwe populatie waarvan de volwassen dieren zich ophouden in het IJsselmeer, de benedenrivieren en Nederlandse kustgebieden zoals de Waddenzee en Voordelta. Van deze populatie is vastgesteld dat ze zich door natuurlijke voortplanting in stand houdt. De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van de Nederlandse delta en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde, hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als 'gevoelig' beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2018b). Er zijn succesvolle herpopulatieprogramma's gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 33. Volgens de visatlas wordt de Houting niet gevangen in het deel van de Noordzee voor de kust van Wijk aan Zee waar het tracé voor Hollandse Kust ligt (Heesen, Daan, & Ellis, 2015). In het Noordzeekanaal is de Houting de laatste jaren ook niet gevangen, (Figuur 33; van Keeken et al., 2016).

Waarnemingenoverzicht 2014:

- 2005 - 2013
- 2014

houting
Coregonus oxyrinchus



© NDFF & RAVON, 2014

Figuur 33: Verspreiding houting 2005-2014. Bron: RAVON, 2017.

5.3 Beschermde soorten op land

5.3.1 Aangetroffen soorten

Langs de het kabeltracé komen verschillende biotopen voor waar beschermde plant- en diersoorten in voor kunnen komen. Vooral in de duinen is het aantal (beschermde) soorten hoog. Het aantal beschermde soorten in de bebouwde kom van Beverwijk is aanzienlijk lager en is veelal beperkt tot algemeen in Nederland voorkomende soorten.

Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens, zijn in onderstaande tabel (Tabel 6) per soortgroep de soorten opgenomen die in de duinen en langs de rest van het kabeltracé voorkomen. Per soort(groep) is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn en of dit gebied betreft nabij het kabeltracé.

Tabel 6: Beschermde soorten uit de omgeving van de tracéalternatieven.

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen
Vogels		
Groot aantal soorten, waaronder Rode lijst-soorten Geen soorten met jaarrond beschermde nestlocaties	Duinen, binnenduinrand(bossen), open graslandgebieden en rurale gebieden op bedrijventerreinen	
Zoogdieren		
Boommarter, bunzing, hermelijn, wezel	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	
Eekhoorn	Alle (duin)bosgebieden	

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	Foerageergebied in duinen
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Foerageergebied in duinen en stedelijk gebied
Meervleermuis, tweekleurige vleermuis en watervleermuis	Alle duingebieden, ook lagere delen en waterrijke gebieden	Foerageergebied in duinen
Reptielen		
Zandhagedis	Alle duingebieden	Primaire duinen en binnenduinrand (begroeid duin)
Amfibieën		
Rugstreeppad	Alle duingebieden en ook in de polders	Tata Steel-terrein
Insecten		
Aardbeivlinder, bruine eikenpage, duinparelmoervlinder, grote parelmoervlinder, grote vos,	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	
Kommavlinder	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	Binnenduinrand (begroeid duin)
Flora		
Circa 20 soorten, vooral kenmerkende soorten van duinvegetaties	Belangrijkste verspreiding in de duingebieden. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	

5.3.2 Per werklocatie

Omdat het hele kabeltracé middels een boring aangelegd wordt, zijn effecten alleen te verwachten op de boorlocaties. Het duingebied, waar de meeste beschermde soorten voorkomen, wordt daarmee gemeden. Daarnaast kunnen effecten optreden door de aanleg van het transformatorstation. Per werklocatie wordt in onderstaande tabel (Tabel 7) toegelicht of en welke beschermde soorten aangetroffen zijn.

Tabel 7: Resultaat flora- en faunaonderzoek landtracé.

Locatie	Resultaat
	<i>Aansluiting op het strand</i> Geen beschermde soorten aanwezig en geen geschikt leefgebied door de hoge recreatiedruk. NB: werkzaamheden blijven altijd buiten de duinvoet als gevolg van voorkomen effecten op Natura 2000.
	<i>Boorlocatie parkeerplaats Meeuweweg</i> Geen beschermde soorten aanwezig en geen geschikt leefgebied door het gebruik. In de duinen rondom de parkeerplaats wel soorten aanwezig: zandhagedis en kommavlinder. Vervolgstappen nodig voor broedvogels, zandhagedis en kommavlinder.
	<i>Boorlocatie sporen Tata Steel</i> Struweel en grasland, met uitzondering van vogels geen beschermde soorten aanwezig. Vervolgstappen nodig voor broedvogels.

Locatie



Resultaat

Transformatorstationslocatie tata Steel

Oostelijk deel duinbos met zomereik, esdoorn en roos.

Westelijk deel voormalige sportvelden met ruigte en gras.

Foerageergebied vleermuizen, broedgebied algemene vogelsoorten. Geen jaarrond beschermde nesten.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.



Boorlocatie Park Westerhout

Verruigd grasland, struweel en bomen, met uitzondering van vogels geen beschermde soorten aanwezig.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.



Boorlocatie paardenwei N197

Intensief begraasd grasland, geen beschermde soorten aanwezig. Algemene broedvogels in de omgeving.

Locatie**Resultaat***Boorlocatie oude emplacementsterrein*

Droog en open grasland op een voormalig spooreplacement. Gebied wordt gebruikt als parkeerplaats. Geen beschermde soorten aanwezig. Algemene broedvogels in de omgeving.

*Boorlocatie bedrijventerrein De Pijp*

Grasland en ruigte met slootje op een industrieterrein met rijbeplanting van es en gewone esdoorn. Met uitzondering van broedvogels geen beschermde soorten aanwezig.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.

*Boorlocatie west A9*

Grasland/berm, retentievijver en bomenrij (drie rijen van abelen) parallel aan de A9. Met uitzondering van broedvogels geen beschermde soorten aanwezig.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.

Locatie



Resultaat

Boorlocatie ter hoogte van transformatorstation Beverwijk
Deels verhard en grasland/berm van de A9 en riet- en
ruigtevegetatie langs watergang. Met uitzondering van
broedvogels geen beschermde soorten aanwezig.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.

6 EFFECTBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk worden de effecten van de gevolgen vastgesteld in hoofdstuk 4 beschreven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen land en zee. De effecten worden per soortgroep of soort beschreven. De toetsing aan de Wet Natuurbescherming (onderdeel soortbescherming) vindt in het volgende hoofdstuk plaats.

6.1 Op zee

6.1.1 Vogels

6.1.1.1 Vertroebling

Vertroebling heeft geen effect op andere vogels dan zichtjagende sternsoorten. Indirecte effecten, zoals die van vertroebling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven.

Effecten op vangstsucces sternsoorten

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Broedkolonies van de dwergstern, noordse stern en grote stern bevinden zich op Texel. De visdief broedt ook op Texel, en verder 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. Dit is te zien in de reikwijdte van de slibwolk in Figuur 14. De visdieven die niet op Texel broeden ondervinden geen effect van de slibwolk.

De vertroebling heeft alleen effect op de sterns wanneer de slibwolk binnen de actieradius vanaf het nest komt. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 8. 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.

Tabel 8: Actieradius stern.

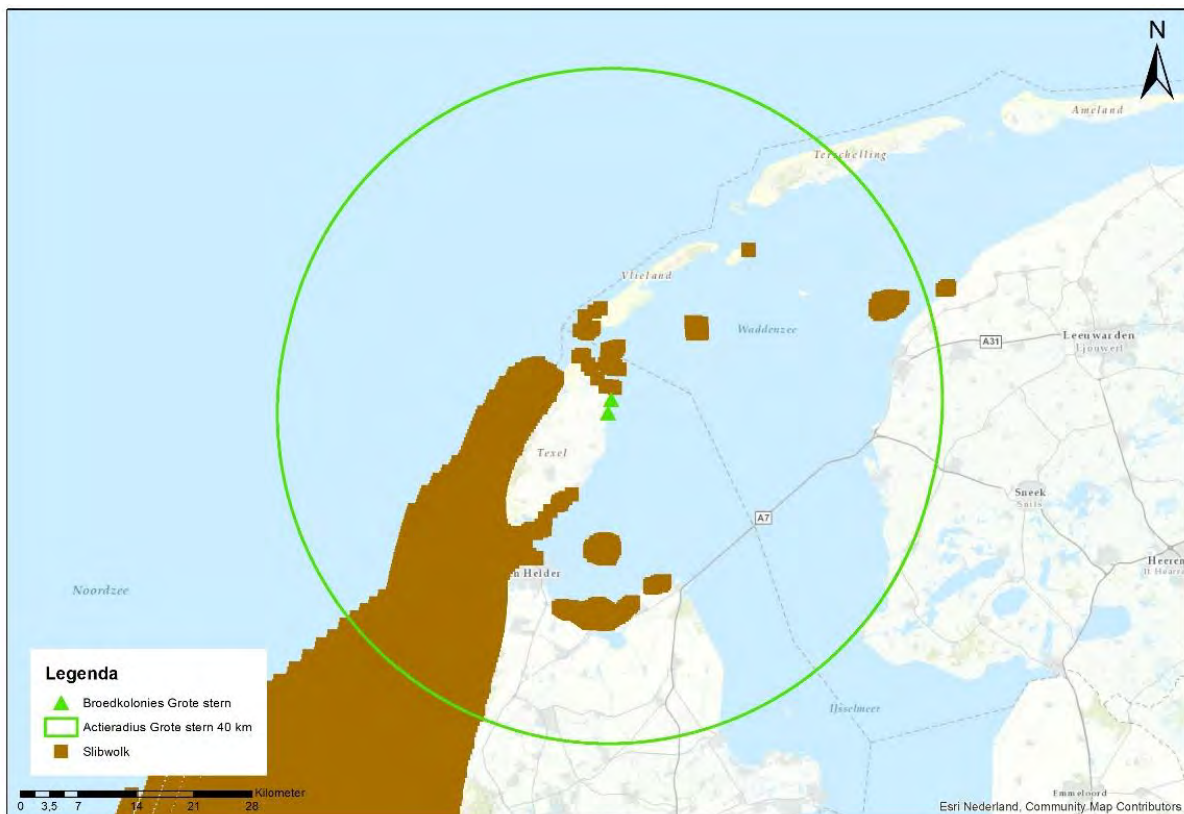
Soort	actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo, Elliot, & Sargatal, 1996)
Visdief	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Stienen & Brenninkmeijer, 1992)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015 uit Fijn et al, 2016).

De actieradius van de grote stern is dusdanig groot dat deze soort nauwelijks 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 34). 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.

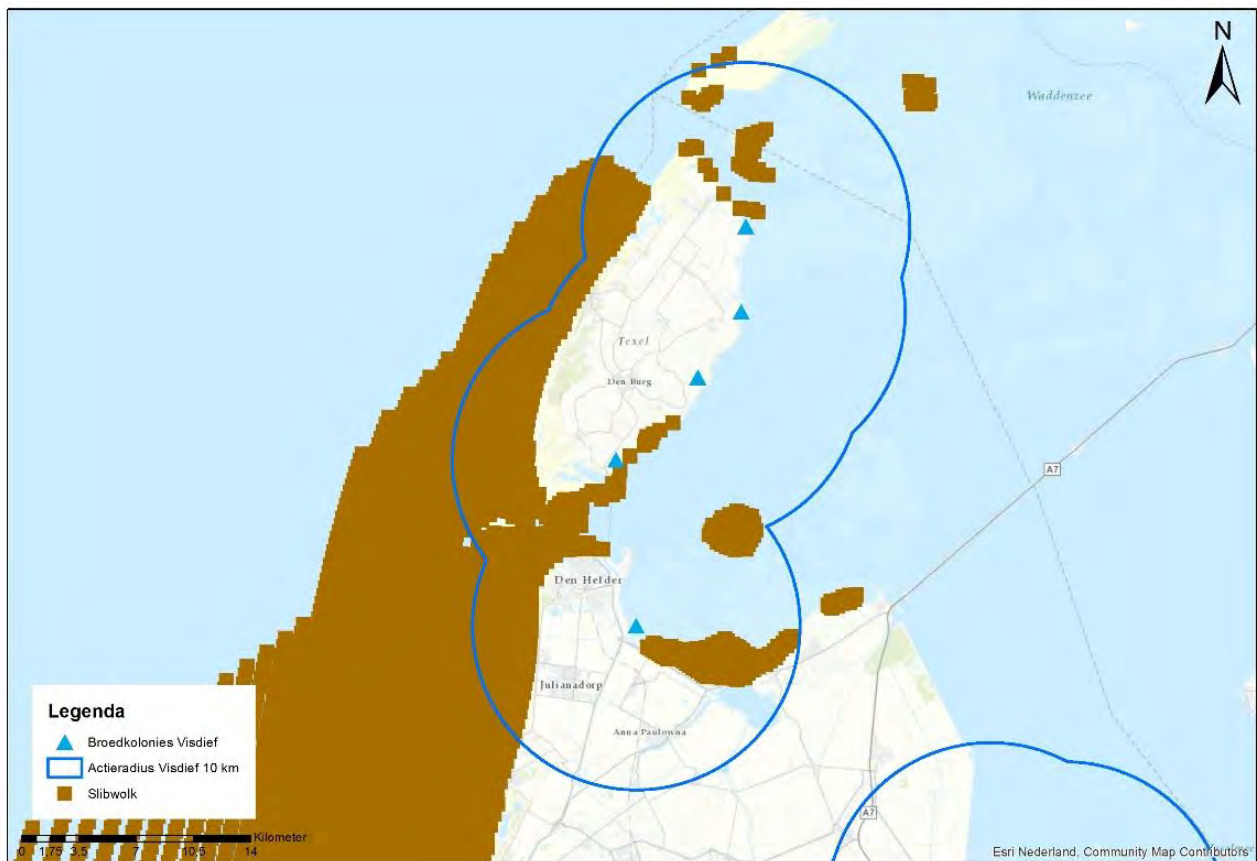
Dit geldt ook voor visdief en noordse stern. De periode van toevoeging van slib is relatief kort (10 dagen) en er blijven voldoende plekken over om te foerageren (respectievelijk Figuur 35 en Figuur 36). Zo is er een tijdelijke toename van een marginale slibconcentratie in circa 30% van de waterlichamen binnen de actieradius van Visdief. Voor Noordse stern is dit circa 20%.

De dwergstern heeft een beperkte actieradius (zie Figuur 37). 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

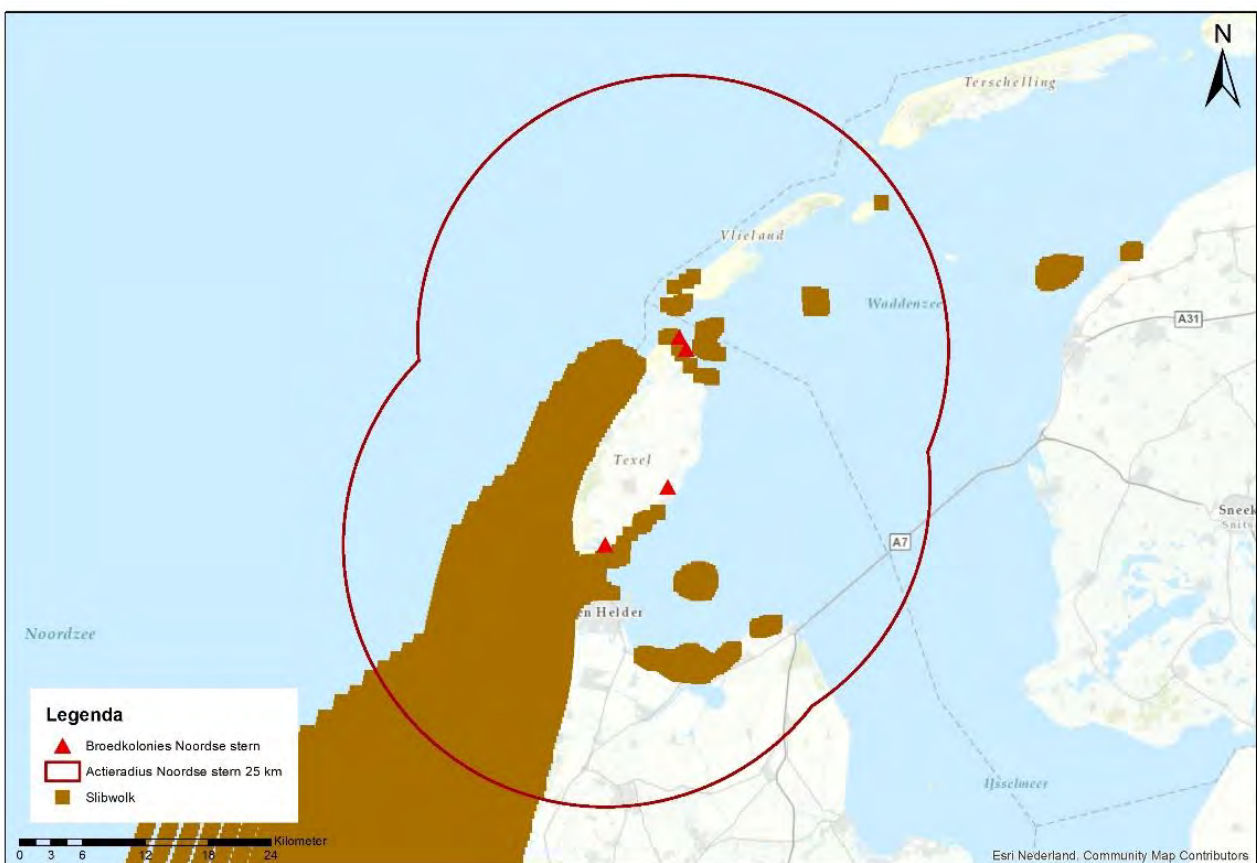
zes dagen een verhoging is van 2 mg/L tot maximaal 5 mg/l (zie ook Bijlage B). De kolonie op de zuidelijke punt van Texel heeft relatief gezien de grootste effecten van deze slibwolk. Hier is voor een beperkte tijd sprake van een marginale verhoging van de concentratie slib in circa 35% van de waterlichamen 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.



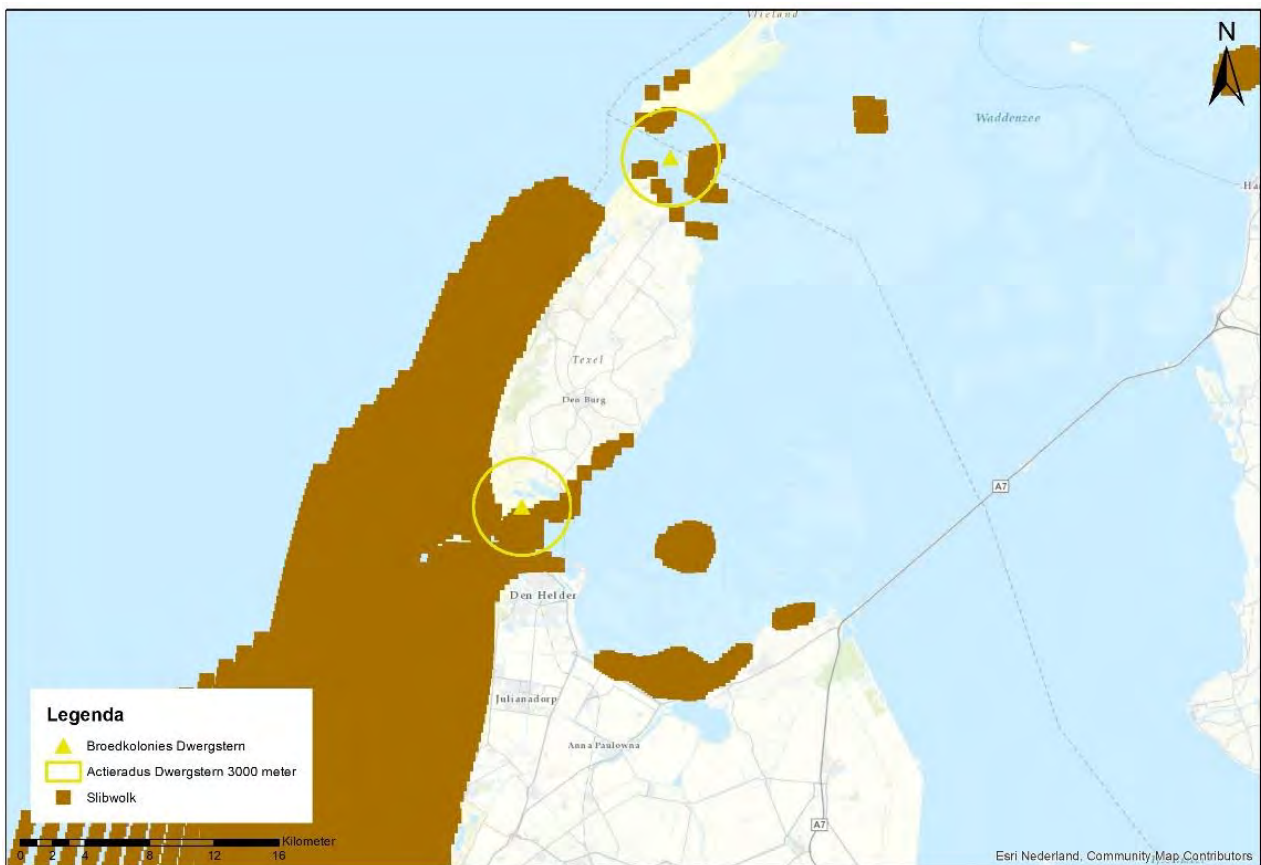
Figuur 34: Actieradius van Grote stern rondom de bekende broedkolonies.



Figuur 35: Actieradius van Visdief rondom de bekende broedlocaties.



Figuur 36: Actieradius van Noordse stern rondom de bekende broedlocaties.



Figuur 37: Actieradius van Dwergsterren rondom de bekende broedlocaties.

6.1.1.2 Sedimentatie

Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey, Gauthier, & Munro, 1998). Baan et al. (1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

Al in 1988 is door Bijkerk (Bijkerk, 1988) de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*).

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag van het door het verspreiden opgewervelde slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Dit betekent dat in het grootste deel van de kustzone het grootste deel van het benthos de sedimentatie goed kan bijhouden en de bodemdierpopulatie niet wordt beïnvloed, er voldoende voedsel voor vogels (duikeenden) beschikbaar blijft.

6.1.1.3 Bovenwaterverstoring

Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op hvp's), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. De kans hiertoe is het grootst wanneer schepen tijdens werkzaamheden te dicht naderen. Door Jongbloed et al. (Jongbloed et al., 2011) is afgeleid dat voor de meeste vogelsoorten

op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende zekerheid biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Deze afstand is representatief voor foeragerende en rustende steltlopers als ook broedvogels, waarvan de verstoringafstand minder ver reikt. Voor ruiende bergeenden (en duikers) wordt een verstoringafstand gehanteerd van 1500 meter.

Zoals beschreven in paragraaf 5.2.2 is er geen enkele soortgroep die zich enkel op of rondom de locatie bevindt waar werkzaamheden plaatsvinden. Alle soorten die mogelijk effecten kunnen ondervinden van bovenwaterverstoring hebben leefgebieden langs de gehele Nederlandse kust.

6.1.2 Zeezoogdieren

6.1.2.1 Continu onderwatergeluid

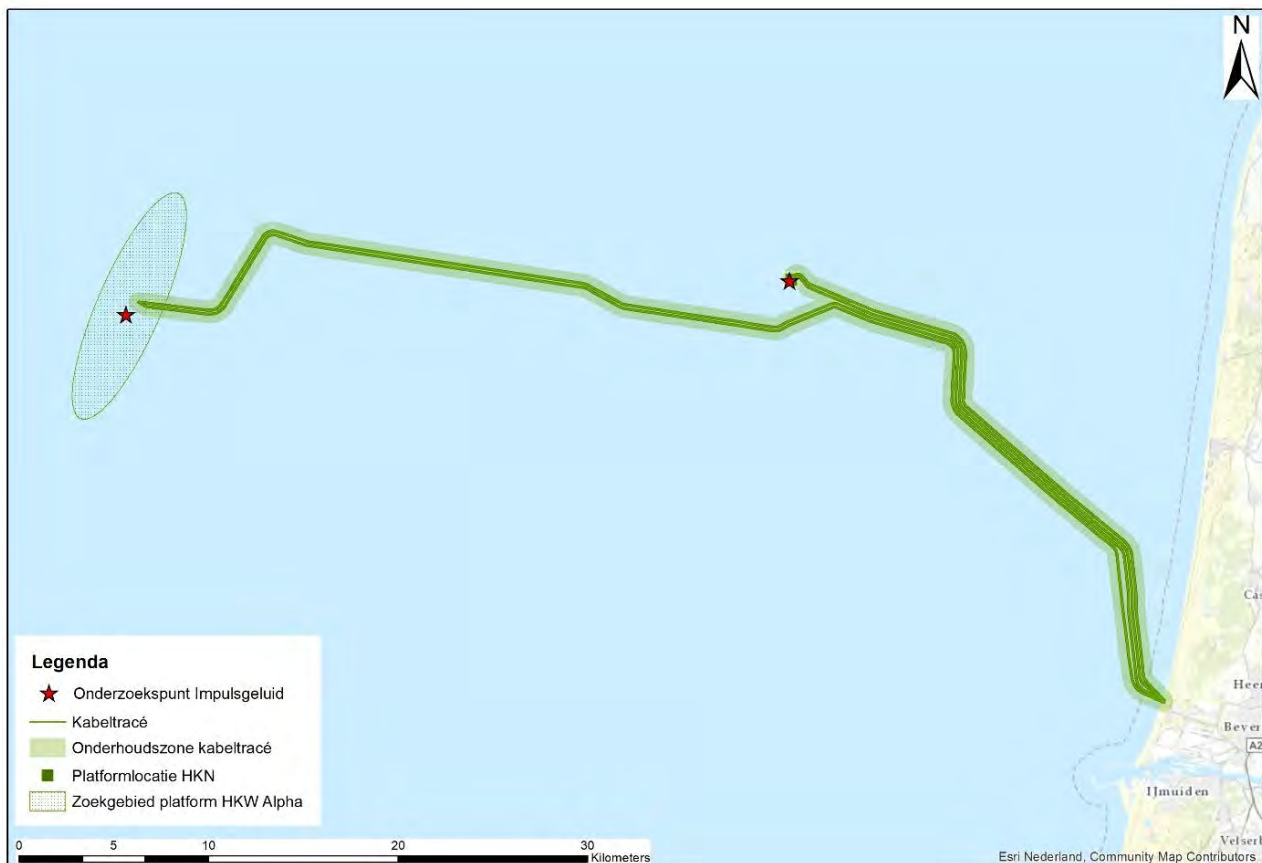
Het gebied wat verstoord wordt als gevolg van continu geluid, is maar een zeer klein deel van het totale areaal dat beschikbaar is. De tijdelijke toename van verstoring van een klein deel van het leefgebied heeft geen gevolgen voor de fitness van individuele dieren en de populaties.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd reikt vijf kilometer ver, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. Hierdoor zijn effecten als gevolg van externe werking ook uit te sluiten. Doordat de verstoring door continu geluid tijdelijk van aard is en er geen ononderbroken geluidsbarrière volledig parallel aan de kust aanwezig is, wordt migratie en uitwisseling tussen verschillende populaties niet geblokkeerd.

6.1.2.2 Impuls onderwatergeluid

Uitgangspunten

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 zeehonden 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 38).



Figuur 38: 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 (± 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 9 laat zien is dat bij Hollandse Kust (noord) is dat voor zeehonden 1246 km² en voor bruinvissen 2585 km². Bij Hollandse Kust (west Alpha) is dat voor zeehonden 1719 km² en voor bruinvissen 3674 km².

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 km² en voor bruinvissen 621 km². 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) 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) 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 & Binnerts, 2018).

Tabel 9: Berekende vermijdingsoppervlak en effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen (De Jong & Binnerts, 2018).

Windpark	Hollandse Kust (Noord)				Hollandse Kust (West Alpha)			
Dier	Zeehond		Bruinvis		Zeehond		Bruinvis	
Windsnelheid [m/s]	0	8,6	0	8,6	0	8,6	0	8,6
Vermijdingsoppervlakte [km ²]	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.

6.1.2.3 Elektromagnetische velden

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.

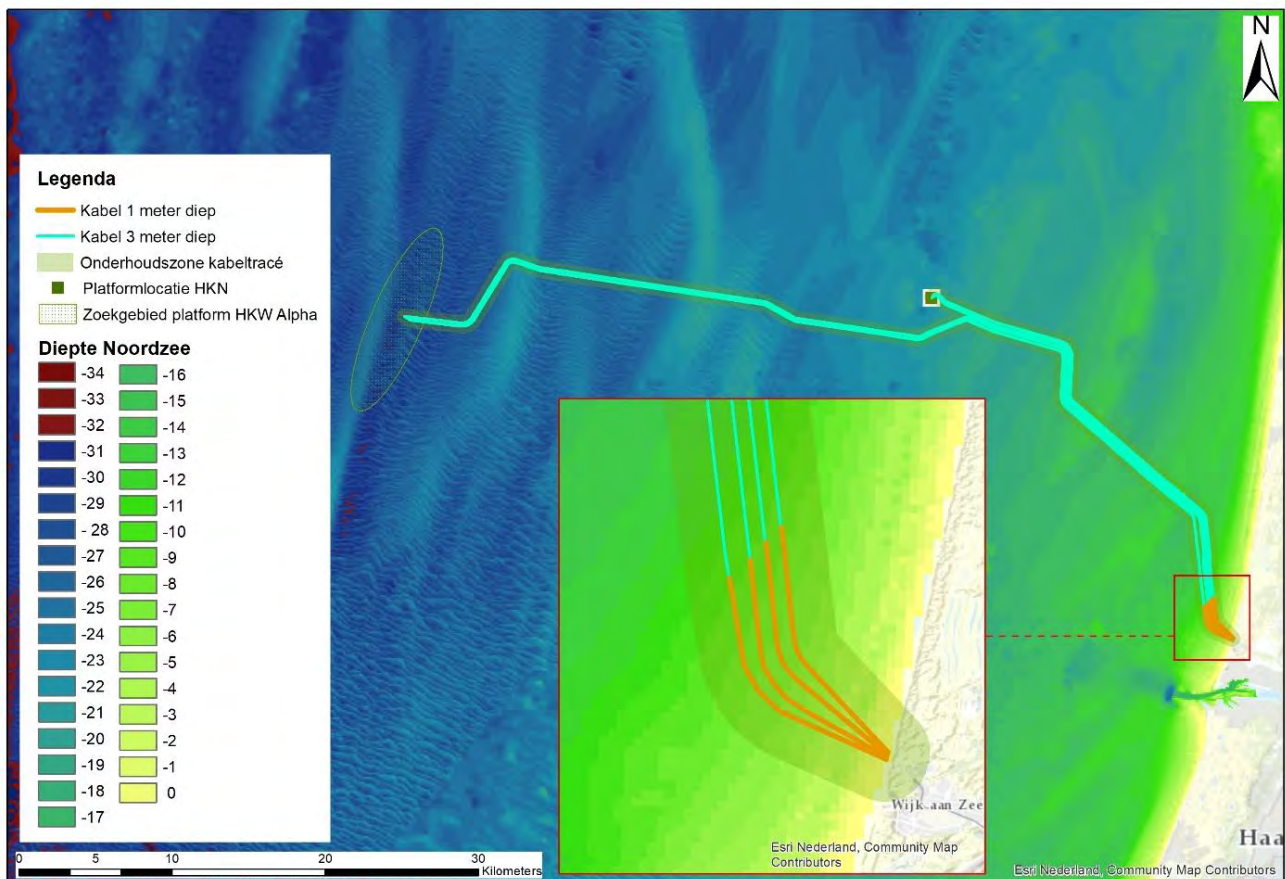
De bruinvis (s een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en dus ook kabels liggen. Al betekent dit niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis. Wel is bekend dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf $0.05\mu\text{T}$ (Tricas, 2012).

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug, gewone dolfijn 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 dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De 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 $0.05\mu\text{T}$. Dit geldt ook voor de gewone dolfijn, 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 $24.5\mu\text{T}$ (ofwel micro Tesla, een maat voor magnetische fluxdichtheid) en op een afstand van 20 meter $0.05\mu\text{T}$ (Gill *et al.*, 2005, 2009; Tricas, 2012).

Met name dolfijnen en walvissen zijn gevoelig voor de magnetische velden en nemen veranderingen van $0.05\mu\text{T}$ waar. Deze sterkte is waarneembaar tot een afstand van 20 meter, wanneer de kabel 1 meter is ingegraven. In Figuur 39 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 dolfijnen wordt geblokkeerd. Dit heeft geen effect op de noord-zuid migratie van walvissen en dolfijnen.



Figuur 39: Begraafdiepte kabel in relatie tot bathymetrie.

6.1.3 Vissen (houting en steur)

6.1.3.1 Vertroebeling

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, Popoff, & Romine, 2011). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerspreidingsactiviteiten 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 negatieve effecten worden uitgesloten.

6.1.3.2 Continu en impuls onderwatergeluid

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 500m 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 trekvisser 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.

6.1.3.3 Elektromagnetische velden

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 0.01µV/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.

6.2 Op land

6.2.1 Zandhagedis

Op basis van het bronnen- en veldonderzoek is vastgesteld dat de duinen rondom de parkeerplaats (potentieel) leefgebied is van zandhagedis. Omdat niet daadwerkelijk in de duinen gewerkt wordt, is geen sprake van directe aantasting van leefgebied.

Omdat zwervende exemplaren van zandhagedis wel in de randzone voor kunnen komen, kan verstoring of het doden van exemplaren bij de uitvoering van de werkzaamheden niet uitgesloten worden. Zeker wanneer graafwerkzaamheden uitgevoerd worden, waarbij open duin ontstaat, kan dit een aantrekkende werking hebben op de soort.

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen dient met de het volgende rekening gehouden te worden:

- Wanneer de werkzaamheden op de parkeerplaats worden uitgevoerd tijdens de periode waarin de soort actief is (eind maart tot en met begin oktober), zijn maatregelen noodzakelijk die ervoor zorgen dat zandhagedissen niet op het werkterrein terecht komen. Dit kan door de rand van het werkterrein (of de parkeerplaats) af te schermen met een tijdelijk reptiel-werend scherm. Hierdoor is het opduiken van de soort zo goed als onmogelijk en is het doden van individuen uitgesloten.
- Wanneer de werkzaamheden op de parkeerplaats worden uitgevoerd buiten de periode waarin de soort actief is (eind oktober tot begin maart), is verstoring of zijn slachtoffers niet mogelijk.

Omdat de parkeerplaats in de huidige vorm geen leefgebied is, is geen sprake van aantasting van leefgebied en leidt de tijdelijke afscherming ook niet tot beperking van dit leefgebied (geen oppervlakteverkleining, opsluiten deelpopulatie of versnippering leefgebied), is geen sprake van overtreding van verbodsbepalingen. De maatregel is gericht op het voorkomen van incidentele schade, een

ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen is hierdoor ook niet aan de orde. Onder alle omstandigheden moet voorkomen worden dat de duinranden aangetast of vergraven worden.

6.2.2 Kommavlinder

Voor kommavlinder geldt een vergelijkbare redenering als voor zandhagedis, zij het dat schade (doden) van imago's van de soort (de vlinder) niet waarschijnlijk is. De soort kan eenvoudig wegvliegen, maar zal de werklocatie hoogstwaarschijnlijk mijden. Aantasting is alleen relevant voor rupsen of eitjes. De eitjes worden afgezet op kleine pollen schapengras en soms andere zwenkgrassen (buntgras en struisgras). De eitjes overwinteren in deze pollen en de rupsen leven hier van maart tot juli. De vliegtijd van de vlinders is juli tot oktober.

Wanneer pollen met eitjes of rupsen vergraven worden, kan dit leiden tot verstoring of doden van exemplaren. Omdat de parkeerplaats als gevolg van het beheer en het gebruik, geen geschikte groeiplaats vormt voor de gewenste vegetatie, treedt aantasting van waardplanten en daarmee eitjes of rupsen niet op. Overtreding van verbodsbepalingen is niet aan de orde. Voorwaarde hierbij is dat onder alle omstandigheden voorkomen wordt dat de duinranden aangetast of vergraven worden.

6.2.3 Broedvogels

Op nagenoeg alle locaties waar enige vorm van opgaande vegetatie aanwezig is (bos, struweel, bomen(rijen) of oevervegetaties), kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoort broeden. Het gaat dan bijvoorbeeld om soorten als zwartkop, merel, fitis, wilde eend, waterhoen of ekster. Voor alle inheemse vogelsoorten geldt een verbod op handelingen die soort, nesten, eieren of vaste rust- of verblijfplaatsen beschadigen of verstoren. Voor schadelijke werkzaamheden in het broedseizoen wordt geen ontheffing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Wanneer buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig is aangepast dat het niet meer geschikt is om in te gaan broeden, kan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt worden.

De zorgplicht blijft, ongeacht de status van de soorten, wel van kracht. Geadviseerd wordt wel een controle van het plangebied uit te voeren direct voorafgaande aan de werkzaamheden. Enkele vogelsoorten als houtduif kunnen, afhankelijk van de weersomstandigheden het hele jaar door broeden.

6.2.4 Rugstreeppad

Rugstreeppad is een bekende soort uit het duingebied, maar komt rondom Wijk aan Zee en Heemskerk relatief in lage dichtheid voor. Rugstreeppad is een typische pioniersoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsten en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën of van waterinsecten. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering de ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. Rugstreeppadden zijn alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems om zich in te graven. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals tegels, pellets en tractorbanden of in muizenholletjes.

Langs het tracé zijn geen waarnemingen van rugstreeppad bekend en ter hoogte van de boorlocaties in de duinen is ook geen open water aanwezig. Op het Tata Steel-terrein is wel een waterelement aanwezig waar een populatie rugstreeppadden bekend is (Witteveldt & Van den Tempel, 2016). Deze locatie ligt buiten het plangebied, ten zuiden van de Bosweg.

De transformatorstationslocatie in de huidige vorm geen geschikt leefgebied voor rugstreeppad. Doordat de soort notoir aangetrokken wordt door pionieromstandigheden met open zand en tijdelijk water, wat vaak ontstaat op bouwterreinen, kan door de herinrichting de soort hier wel opduiken. Indien dat gebeurt, treedt door verdere inrichting en bouwwerkzaamheden verstoring en schade aan individuen op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen.

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen mogelijk:

- Wanneer de werkzaamheden voor het transformatorstation worden uitgevoerd buiten de periode waarin de soort actief is (oktober tot en met maart), is verstoring of zijn slachtoffers niet mogelijk. Het duingebied is nu geen geschikt leefgebied, waardoor vestiging voor overwintering in het najaar niet aannemelijk is. Wanneer na maart de werkzaamheden nog niet afgerond zijn, zie het volgende punt.
- De werkzaamheden worden uitgevoerd tijdens de periode waarin de soort actief is (eind maart tot en met begin oktober): maatregelen treffen die ervoor zorgen dat rugstreeppadden niet op het werkterrein terecht komen. Dit kan door de rand van het werkterrein of het terrein met de bekende populatie, af te schermen met een tijdelijk amfibie-werend scherm (Figuur 40). Dit dient vóór maart gebeurd te zijn. Dit kan bijvoorbeeld door het plaatsen van schermen van hard kunststof van 50 centimeter hoog en minimaal 10 centimeter ingegraven in de grond. Dit scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op kieren en op overhangende vegetatie. Hierdoor is het opduiken van de soort zo goed als onmogelijk en is het doden van individuen uitgesloten.



Figuur 40: Voorbeeld locaties amfibie-scherf: rondom het bouwterrein (noordelijke optie) of afscherming bestaande populatie (zuidelijke optie). In blauw de bekende populatie.

Omdat het duinbos in de huidige vorm geen leefgebied is, is geen sprake van aantasting van leefgebied en leidt de tijdelijke afscherming ook niet tot beperking van dit leefgebied (geen oppervlakteverkleining, opsluiten deelpopulatie of versnippering leefgebied), is geen sprake van overtreding van verbodsbepalingen. De maatregel is gericht op het voorkomen van incidentele schade, een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen is hierdoor ook niet aan de orde. Onder alle omstandigheden moet voorkomen worden dat nieuw leefgebied ontstaat dat bereikbaar is voor rugstreeppadden.

6.2.5 Vleermuizen

Op geen van de boorlocaties zijn bomen aanwezig die geschikt zijn als verblijfplaats voor vleermuizen. Wanneer wel bomen aanwezig zijn, gaat het om bomen die te klein zijn voor holtes (o.a. industrieterrein De Pijp) of geïsoleerd liggen waardoor deze niet goed bereikbaar zijn (bomenrij A9). De duinen, de spoorlocatie en het park Westerhout zijn wel goed foerageergebied voor diverse soorten uit de omgeving, maar hier

worden geen geschikte bomen gekapt of aangetast. De boorwerkzaamheden zijn tevens lokaal en van tijdelijke aard, waardoor van verstoring van essentieel leefgebied eveneens geen sprake is.

Hoewel het duinbos op de locatie van het transformatorstation redelijk onverstoord is, op enkele locaties is al ruim 100 jaar bos aanwezig, zijn de bomen niet geschikt voor vleermuisverblijfplaatsen. De bomen zijn door de langzame groei beperkt van omvang en geschikte holtes zijn niet aangetroffen. Wel kan het bos foerageergebied zijn van diverse soorten uit de omgeving (met name Wijk aan Zee en Beverwijk). Omdat in de omgeving ruim voldoende alternatieven aanwezig zijn en de verbinding tussen de duinen en de bossen bij Beverwijk behouden blijft (bos langs de Zeestraat), is van aantasting van essentieel foerageergebied geen sprake. Nadere stappen of een ontheffing zijn niet aan de orde.

7 TOETSING

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld of de effecten die optreden als gevolg van de het leggen van de kabels en het heien van het platform ten behoeve van Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) kunnen leiden tot overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten uit de Wet Natuurbescherming (artikelen 3.1, 3.5 en 3.10).

7.1 Effecten op beschermde soorten op zee

7.1.1 Zeezoogdieren

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 7.3.1, waardoor het te verstoren gebied in de praktijk nog kleiner zal 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 inruimte als tijd en er bovendien mitigerende maatregelen getroffen zullen worden.

Daarnaast is met de komst van de Wet natuurbescherming is verstoring van zeehonden niet langer verboden (zie Tabel 10). Daarbij geldt dat er rondom de locatie waar werkzaamheden plaatsvinden geen rustgebieden in de vorm van ligplaatsen liggen. Verbodsbepalingen voor de beide soorten zeehonden worden niet overtreden.

Tabel 10: Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis.

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond	Artikel 3.10 Wnb	Geen relevante verbodsbepaling voor verstoring
Grijze zeehond		
Bruinvis	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren

Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

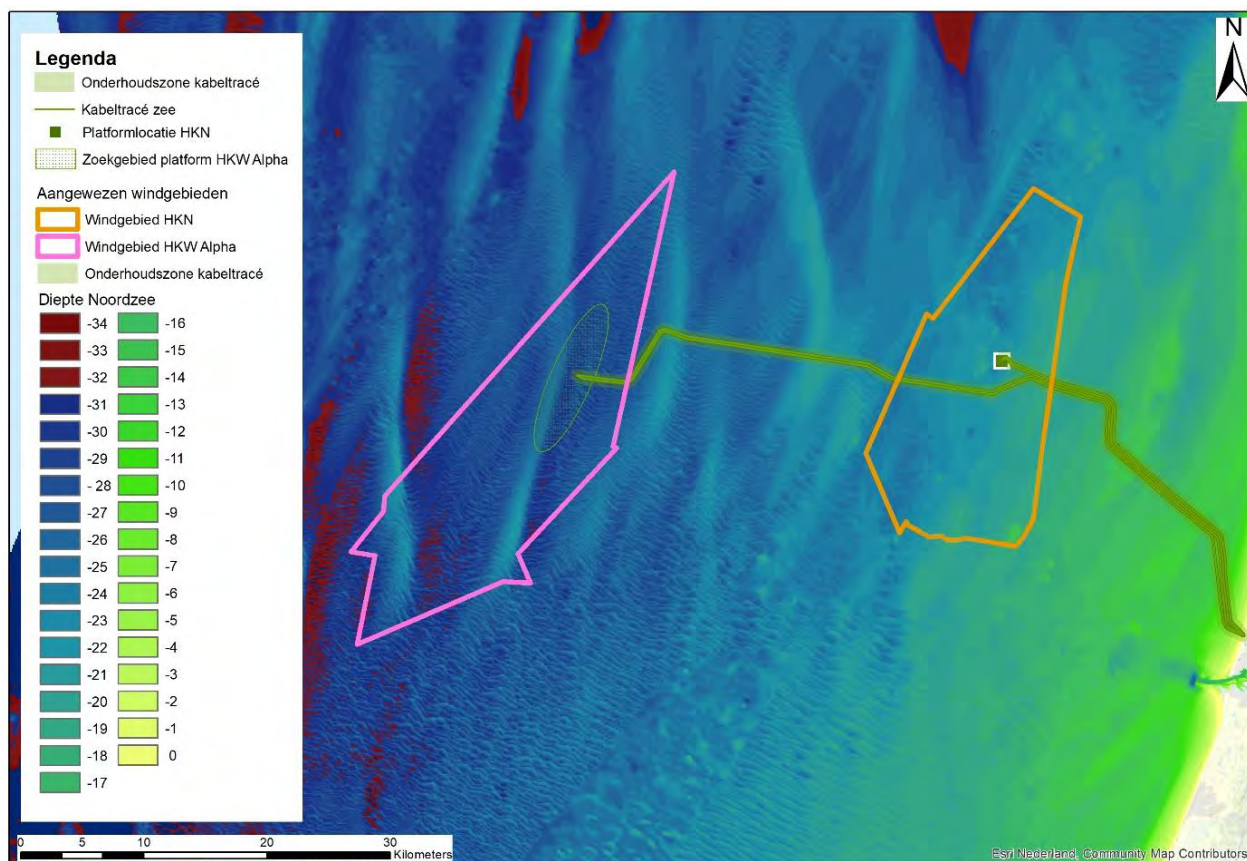
De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfinen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfinen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen.

Voor het toetsen van de geluidsbelasting op bruinvis wordt gebruik gemaakt van de geluidsnorm zoals bepaald is voor Hollandse Kust (noord) (zie Figuur 41).

	Geluidsnorm (dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL}_1$ op 750 meter van de geluidsbron)		
	Periode		
	Januari tot en met mei	Juni tot en met augustus	September tot en met december
Aantal op te richten windturbines			
77-95	165	169	172
76 of minder	166	170	174

Figuur 41: Maximale geluidsbelasting voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat, n.d.).

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 42), 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 42: 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 minimumaantal 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 oppervlak 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 11).

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 11: Populatiereductie bruinvissen ten gevolge van heien (Arcadis, 2016).

Parameter	Jan-mei	Jun-aug	Sep-dec
Areaal verstoord gebied (km²)	2507	2507	2507
Aantal bruinvissen	3560	1203	961
verstoringdagen	7121	2406	1923
Populatie reductie (#)	21	7	6

Conclusie en mitigerende maatregelen in kader van impulsgekluid voor bruinvissen

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm blijkt dat deze overschreden wordt en aanvullende maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen zijn ook toegelicht in paragraaf 7.3.1, en omvatten:

- 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.

Met deze maatregelen wordt, met de huidige kennis, de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast. Dit dient echter tijdens de werkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de in de KEC voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Significante effecten zijn op deze wijze aannemelijk uit te sluiten.

7.1.2 Vissen

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen.

Tabel 12: Relevante verbodsbepalingen voor vissen

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Houting	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren
Steur		Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

In tegenstelling tot de situatie onder de Flora- en faunawet, waarbij een groot aantal soorten zeevissen beschermd werd, geldt nu alleen nog voor de houting en de steur een beschermingsregime. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend en fluctuerende slijbconcentraties. De kans op verstoring van individuele dieren is daarmee verwaarloosbaar.

Op de locaties waar werkzaamheden plaatsvinden komen geen voortplantingsplaatsen van beide soorten voor. Beschadiging of vernieling van voortplantingsplaatsen door werkzaamheden is daarom uitgesloten.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.5 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de stortingen.

7.1.3 (Broed)vogels

In Tabel 13 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 13: Relevante verbodsbepalingen voor vogels

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Alle soorten	Artikel 3.1 Wnb	Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen. Dit verbod is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort

Als gevolg van de werkzaamheden treedt er mogelijk verstoring op van individuele vogels. Doordat de werkzaamheden echter plaats vinden op een zeer klein areaal van het totaal beschikbare habitat voor de Noordzeekust, er voldoende alternatief is voor soorten en van gevoelige soorten (zoals stern) het zwaartepunt van broedlocaties niet in de buurt van het plangebied ligt, is de staat van instandhouding niet in het geding en zijn effecten op vogels uitgesloten.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

7.2 Effecten op beschermde soorten op land

Op basis van de hierboven beschreven paragrafen wordt gesteld dat, met uitzondering van algemeen in Nederland voorkomende soorten, de werkzaamheden niet leiden tot aantasting van leefgebied of individuen van beschermde soorten. Ook is geen sprake van verstoring van leefgebied van soorten met een ongunstige staat van instandhouding.

Wel geldt dat voor de werkzaamheden in de duinen (op de parkeerplaats aan de Meeuweweg en op het Tata Steel-terrein voor het transformatorstation), preventieve maatregelen getroffen moeten worden om schade aan soorten te voorkomen. In beide gevallen gaat het om het afschermen van de werklocatie om te voorkomen dat zandhagedis of rugstreeppad op het terrein terecht komen.

Ook kunnen de werkzaamheden leiden tot verstoring en (tijdelijke) vernietiging van leefgebied van algemeen in Nederland voorkomende soorten als muizen en kikkers. Voor deze soorten geldt bij ruimtelijke ontwikkelingen een vrijstelling op de ontheffingsplicht. Dit geldt niet voor vogels, van algemene vogelsoorten zijn in het broedseizoen nestplaatsen wel beschermd. De werkzaamheden kunnen leiden tot verstoring of aantasting van deze broedlocaties. Omdat voor verstoring of vernietiging van nesten geen ontheffing verleend wordt, dient dit te allen tijde voorkomen te worden. Dit betekent dat gewerkt moet worden buiten het broedseizoen. Na afronding van de werkzaamheden is de locatie in principe weer beschikbaar om te broeden (al dan niet in een ander seizoen). Het voortbestaan van deze beschermde soorten is niet in het geding.

Uit de inventarisatie blijkt dat in het plangebied van het kabeltracé op land diverse beschermde soorten voorkomen. Voor de meeste aangetroffen beschermde soorten, geldt dat het plan geen negatief effect heeft op verblijfplaatsen of essentieel leefgebied.

Samengevat zijn enkel algemeen in Nederland voorkomende soorten aangetroffen waarvoor een vrijstelling geldt op de ontheffingsplicht bij ruimtelijke ontwikkelingen buiten beschouwing latend). Voor zandhagedis en rugstreeppad zijn wel maatregelen noodzakelijk. Omdat het gaat om preventieve maatregelen en geen sprake is van aantasting van leefgebied of exemplaren, is voor deze soorten of ingrepen geen ontheffing aan de orde. Samengevat gaat het om het volgende:

- Zandhagedis: afschermen (tijdelijk) werklocatie op de parkeerplaats Meeuweweg om incidentele slachtoffers te voorkomen;
- Rugstreeppad: afschermen (tijdelijk) werklocatie transformatorstation of afschermen (tijdelijk) leefgebied om bevolking van de werklocatie te voorkomen.

7.3 Mitigerende maatregelen

7.3.1 Bruinvissen

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwater verstoring als gevolg van impulsgeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. 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 geluidsbelasting van Hollandse Kust (zuid). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsbelasting blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen, waardoor de optimale set van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.

7.3.2 Trekvogels en vleermuizen op zee

Er wordt een verlichtingsplan voor de platforms opgesteld en voorgelegd aan Rijkswaterstaat. De concrete uitwerking hiervan vormt verder geen onderdeel van deze toetsing maar dient in een hierop volgend ecologische werkprotocol verder uitgewerkt te worden.

7.3.3 Algemeen op land

- Verplaats eventueel aangetroffen soorten binnen het werkgebied, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten naar een veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan egels in

winterslaap. Een ecooloog wordt ingeschakeld om passende maatregelen te nemen. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht uit artikel 1.11 van de Wet natuurbescherming, die alle in het wild voorkomende soorten beschermd.

7.3.4 Vogels op land

- Voer de werkzaamheden (functievrij maken, bouwrijp maken en houden van het werkterrein) in potentieel broedgebied van vogels uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli). Indien dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen;
- Voorafgaand aan de kap worden bomen gecontroleerd op de aanwezigheid van nesten van soorten met een jaarrond beschermd nest;
- Kap van bomen en het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecooloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen of broedende vogels).

7.3.5 Reptielen en amfibieën

- Scherm het werkterrein tijdig af met een reptielen- of amfibieën-werend scherm zodat de werkterreinen niet betreden of bevolkt kunnen worden.

7.4 Conclusie

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt, na het nemen van de benodigde mitigerend maatregelen, dat geen van de verbodsbepalingen voor op land beschermde soorten zullen worden overtreden.

Op zee worden enkel de verbodsbepalingen ten aanzien van verstoring voor bruinvis overtreden. Er treden door de mitigerende maatregelen echter geen significante effecten op. Voor deze soort is wel een ontheffing in het kader van de Wet Natuurbescherming noodzakelijk.

8 REFERENTIES

- Arts, F. A., Lilipaly, S., Wolf, P. A., & Wijnants, L. (2016). *Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en Nederlandse kustwateren in november 2015 en januari 2016*.
- Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). *Risico Analyse Mariene systemen: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660*. Delft.
- Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). *Sterna hirundo Common Tern. BWP Update*, 6, 91–137.
- Bemmelen, R. S. A. Van, Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
- Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*. Groningen.
- Bos, O. G., Griffioen, A. B., van Keeken, O. A., Winter, H. V., & Gerla, D. J. (2018). *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016*. Wageningen Marine Research.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpaats en de Hooge Platen*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*.
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., ... Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). RIN-rapport 92/17*.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*. Wageningen.
- De Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
- De Kok, J. H. J., & Meijer, M. B. (2012). *Geschiedenis van het Rijnsysteem voor de Europese Atlantische steur (Acipenser sturio)*. van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*. Culemborg, Nederland.
- Ecomare.nl. (2017). *Dolfijnen*. Retrieved April 12, 2018, from <https://www.ecomare.nl/verdiep/leesvoer/dieren/dolfijnen/>
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*. Veenwouden.
- 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, P. A. W. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199*.
- Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.
- Geelhoed, S. C. V., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2015). *Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2015*.
- Geelhoed, S. C. V., Scheidat, M., Bemmelen, R. S. A. Van, & Aarts, G. (2013). Abundance of harbour porpoises (Phocoena - phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial - surveys in July 2010-March 2011. *Lutra*, 56(1), 45–57.
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Neal, K. J., & Kimber, J. A. (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, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). *COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type*

used by the offshore renewable energy industry. Commissioned by COWRIE Ltd.

- Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 36(1), 41–55.
- Hawkins, A. D., & Popper, N. (2014). Assessing the Impact of Underwater Sounds on Fishes and Other Forms of Marine Life. Retrieved May 18, 2018, from <http://acousticstoday.org/wp-content/uploads/2015/05/Assessing-the-Impact-of-Underwater-Sounds-on-Fishes-and-Other-Forms-of-Marine-Life-Anthony-D.-Hawkins-and-Arthur-N.-Popper.pdf>
- Heesen, H. J. L., Daan, N., & Ellis, J. R. (2015). *Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea*.
- Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j*.
- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726.C*. Rijswijk, Nederland.
- Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.
- Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, 31(1), 1–11.
- Popper, A., & Hastings, M. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75, 455–489.
- RAVON. (2018a). Atlantische steur. Retrieved May 18, 2018, from <http://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/atlantische-steur>
- RAVON. (2018b). Houting. Retrieved May 18, 2018, from <http://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/houting>
- Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., ... Stipniewicz, A. (2011). *Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. TemaNord* (Vol. 550).
- Smit, C. J., & de Jong, M. (2011). *Aantallen en verspreiding van Elders, Toppers en zee-eenden in de winter van 2010 - 2011*. Nederland.
- Sovon Vogelonderzoek Nederland. (2016). Dwergstern. Retrieved May 9, 2018, from <https://www.sovon.nl/nl/soort/6240>
- Sovon Vogelonderzoek Nederland. (2017). Bontbekplevier. Retrieved from <https://www.sovon.nl/nl/soort/4700>
- Stienen, E. W. M., & Brenninkmeijer, A. (1992). *Ecologisch profiel van de visdief (Sterna hirundo)*. Arnhem.
- Tabak. (2017). Resultaten veldonderzoek Hollandse Kust (noord). *Tabak Advies Ecologie*.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, (February).
- Tricas, T. (2012). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranch and other marine species*.
- Van den Tempel, C., & Ronde, V. (2017). Aanvullend natuuronderzoek TATA. *Natuurlijke Zaken, Heiloo*.
- van Keeken, O. A., van Hoppe, M., de Booij, I. J., Hoek, R., de Graaf, M., Griffioen, A. B., ... Wiegerink, H. (2016). *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren in 2015. Deel III Data*. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/410199>
- Waarneming.nl. (2017a). Bultrug - Megaptera novaeangliae. Retrieved April 12, 2018, from

[https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-](https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15)

[12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15](https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15)

Waarneming.nl. (2017b). Gewone Dolfijn - *Delphinus delphis*. Retrieved April 12, 2018, from <https://waarneming.nl/soort/view/1375>

Waarneming.nl. (2018). Witsnuitdolfijn - *lagenorhynchus albirostris*. Retrieved April 12, 2018, from <https://waarneming.nl/soort/view/435>

Website NDFF. (2017). Nationale Databank Flora en Fauna.

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers. Overzicht en vergelijking resultaten 2014, 2015 en 2016.*

Witteveldt, M., & Van den Tempel, C. (2016). Natuuronderzoek TATA steel. *Natuurlijke Zaken, Heiloo.*

Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

BIJLAGES

BIJLAGE A TYPICAL INSTALLATION METHODS HOLLANDSE KUST (NOORD) EN HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA)

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

1. Introduction	5
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method:	7
1.3 Reading guide	7
2. Offshore grid connection overview	8
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
3. Offshore grid components design	11
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
4. Burial depth at sea	14
4.1 Burial depth requirements	14
4.2 Long term seabed mobility	14
4.3 Short term seabed mobility	15
5. Installation preparations offshore	17
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 Grapple 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

6. Installation of onshore cables	22
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
6.7 Fibre optic cable	31
 7. Installation of cables offshore	 32
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
 8. Offshore cable crossings with 3rd party assets	 44
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
 9. Post installation activities offshore cables	 49
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
 10. Operational phase offshore cables	 50
 11. Decommissioning offshore cables	 51
11.1 Cables	51
11.2 Crossing structures	51
 12. Offshore platform	 52

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
13. Land station	57
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:

- ☐ 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 3rd 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 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.

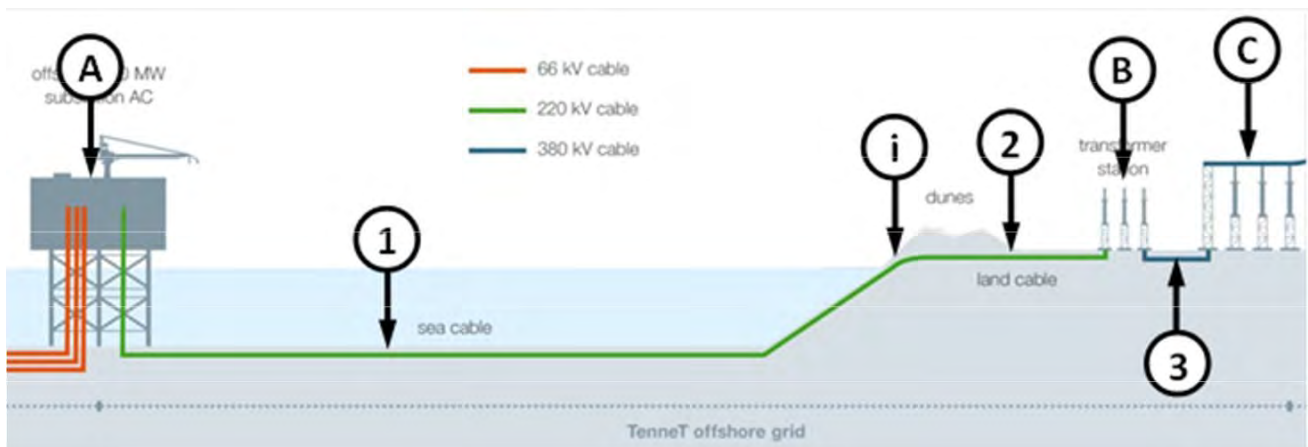


Figure 3 Offshore grid connection

Connection points

- A. Offshore platform
- i. Transition joint
- 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.

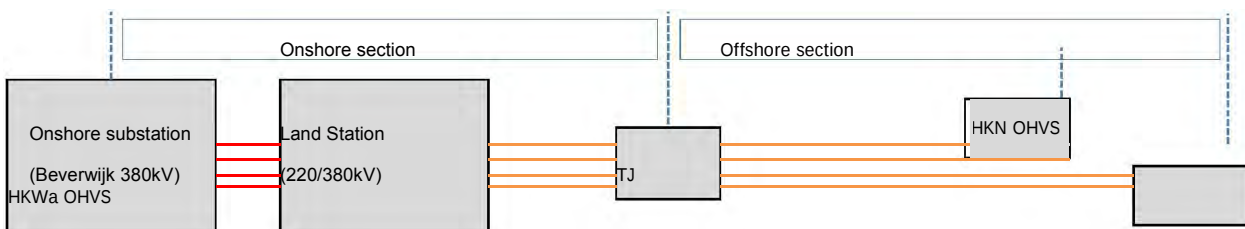
2.5 Onshore 380 kV substation (C)

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 mm² 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.

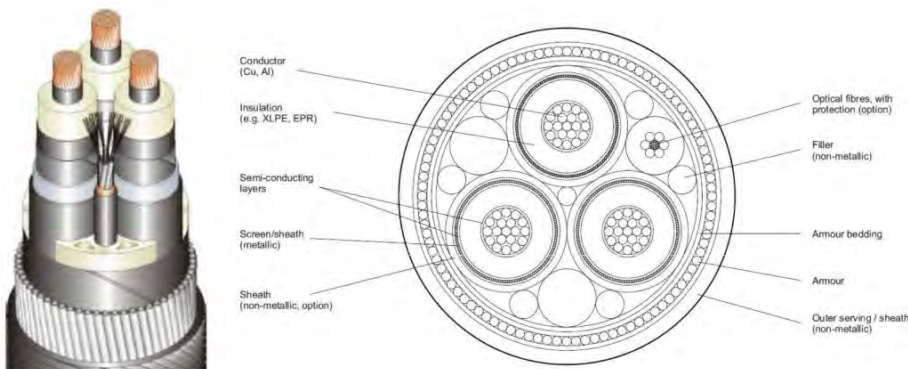


Figure 5 Typical 3-core HVAC 220 kV submarine export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)

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 mm² 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 mm² 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.

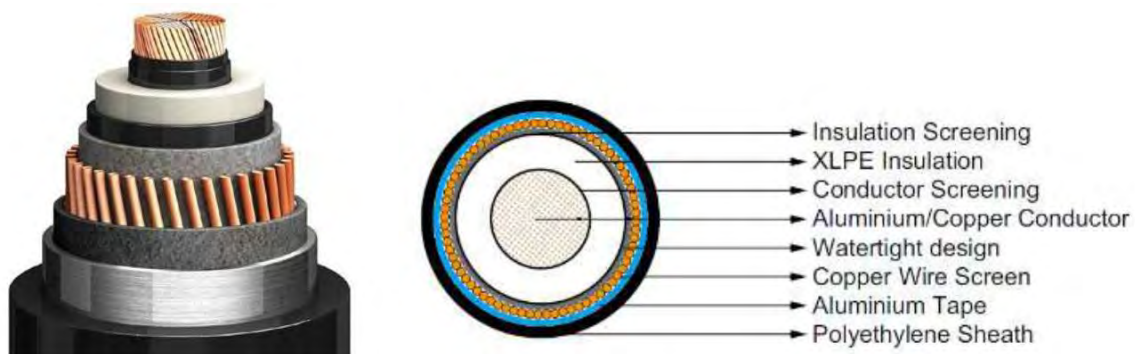


Figure 7 Typical HVAC land cable

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.

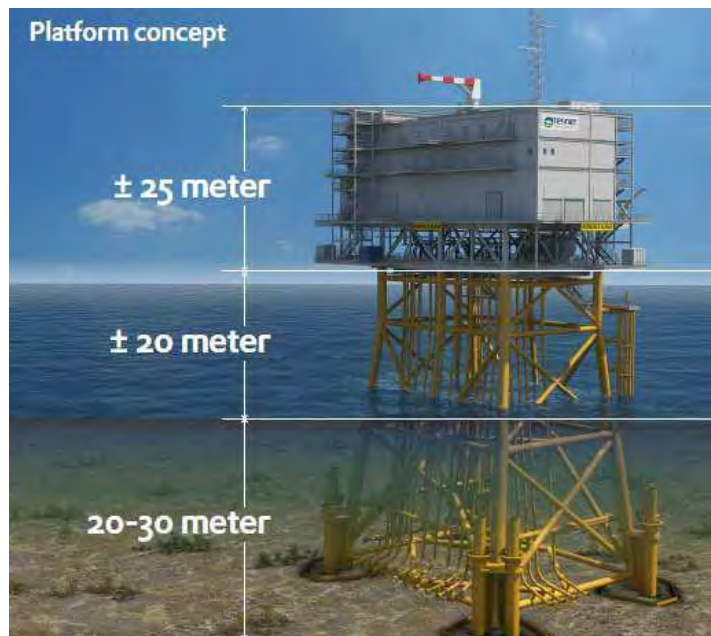


Figure 8 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)

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.

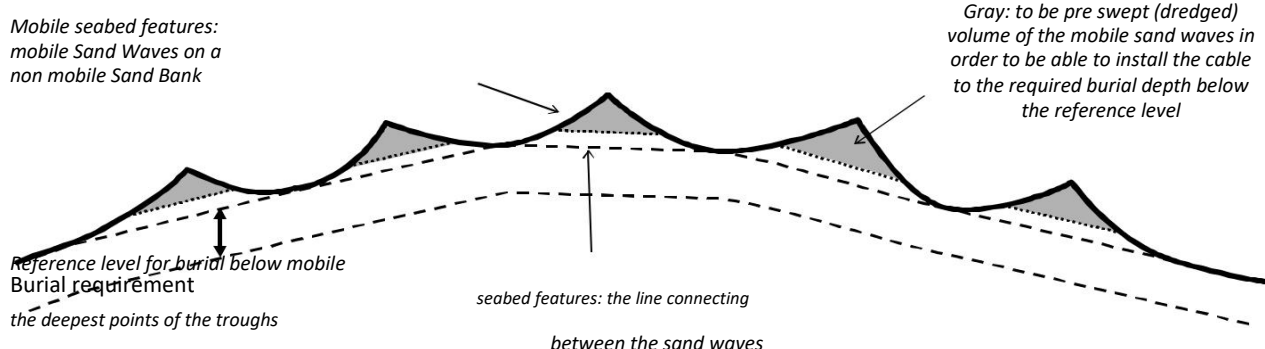


Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves

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.

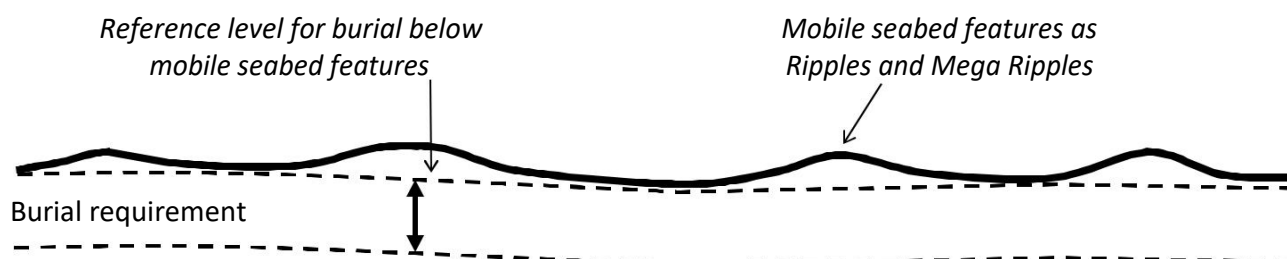


Figure 10 Reference level for cable burial below ripples and mega ripples

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 3rd party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of 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.

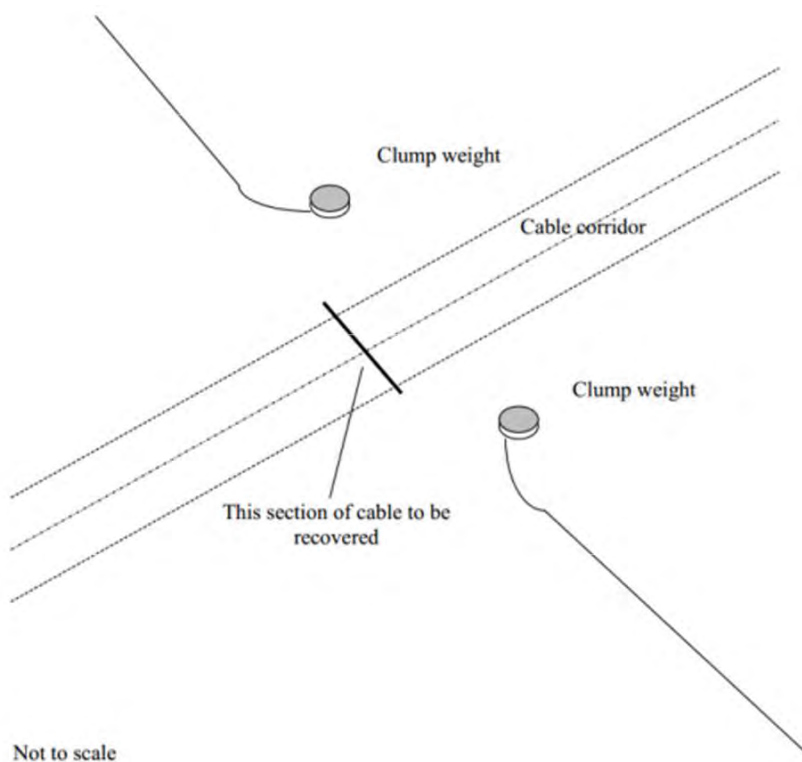


Figure 11 Partial removal of OOS cables cf ICPC recommendation 01

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.

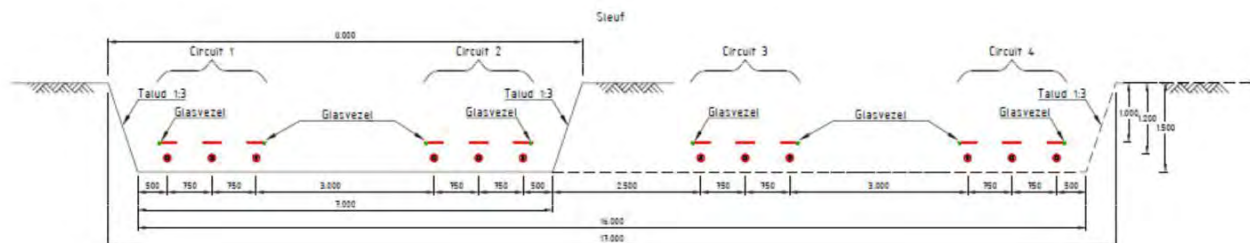


Figure 12 Preferred trench configuration

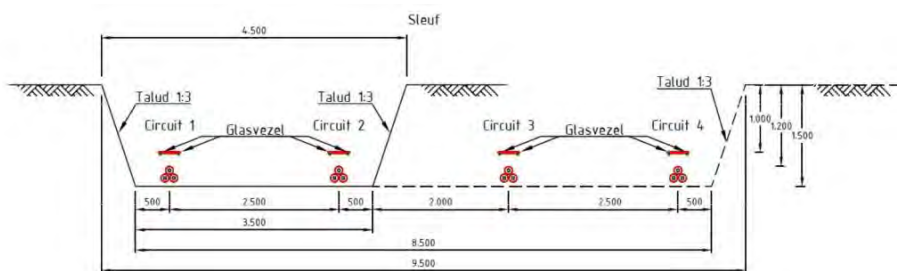


Figure 13 Trench configuration in case of limited space (triangular configuration)

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)

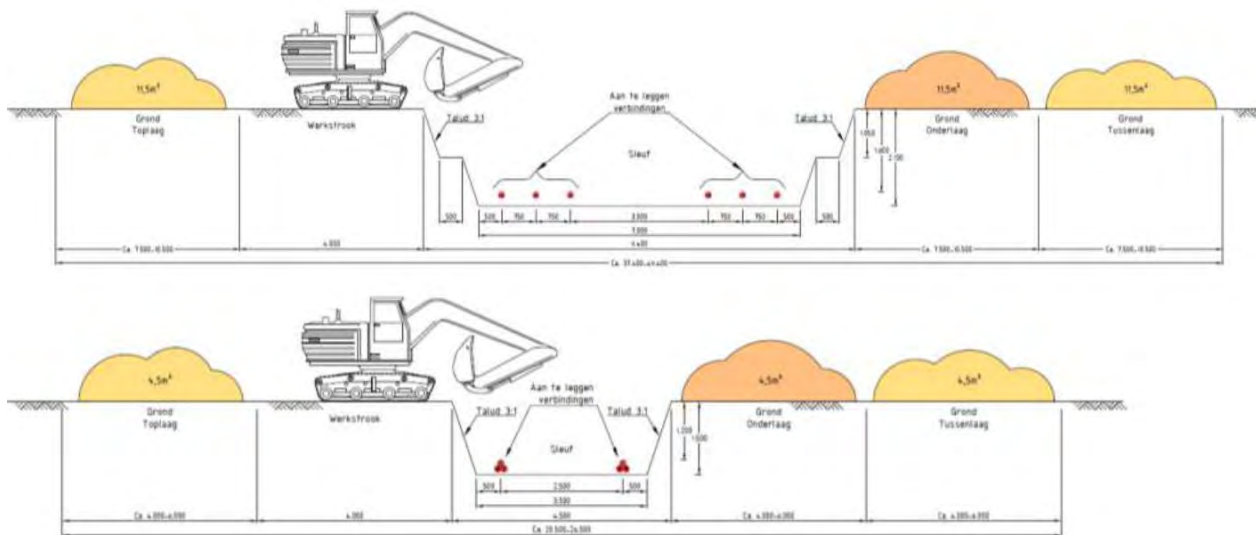


Figure 15 Working area for the two trench types (preferred solution in the upper figure, the triangular configuration in the lower figure).

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.

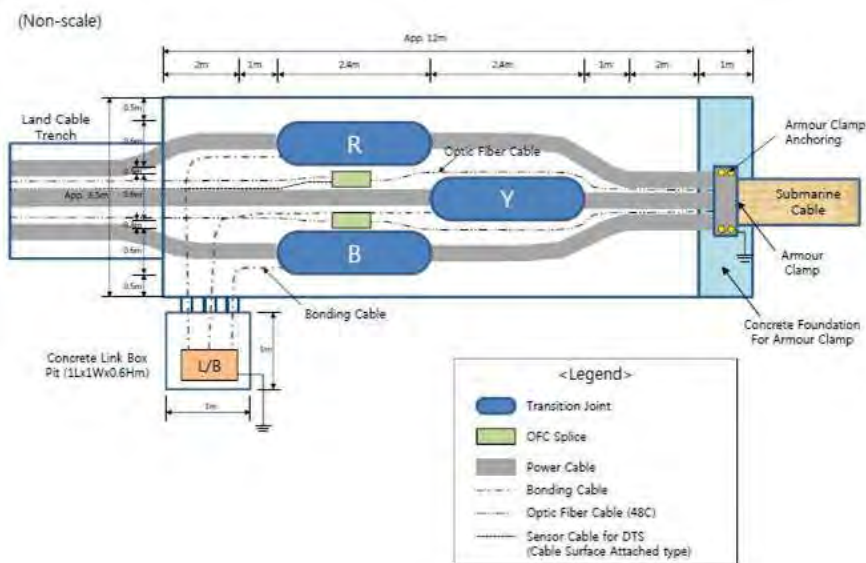


Figure 19 Typical transition joint bay lay-out

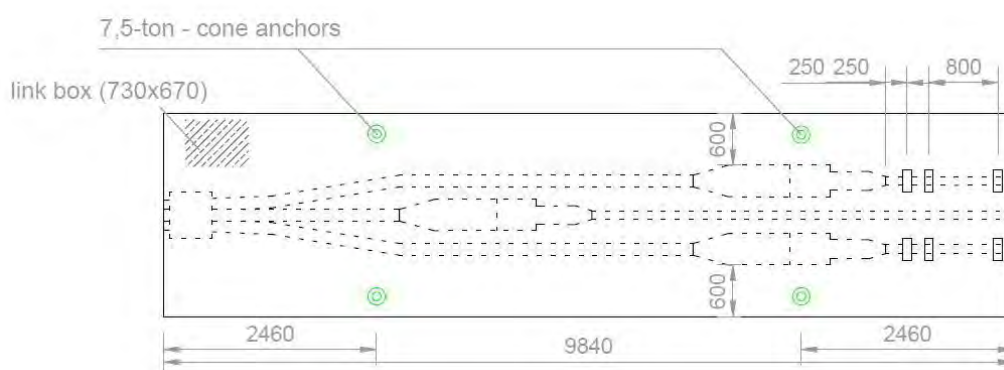


Figure 20 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

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 earthingsheats 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.

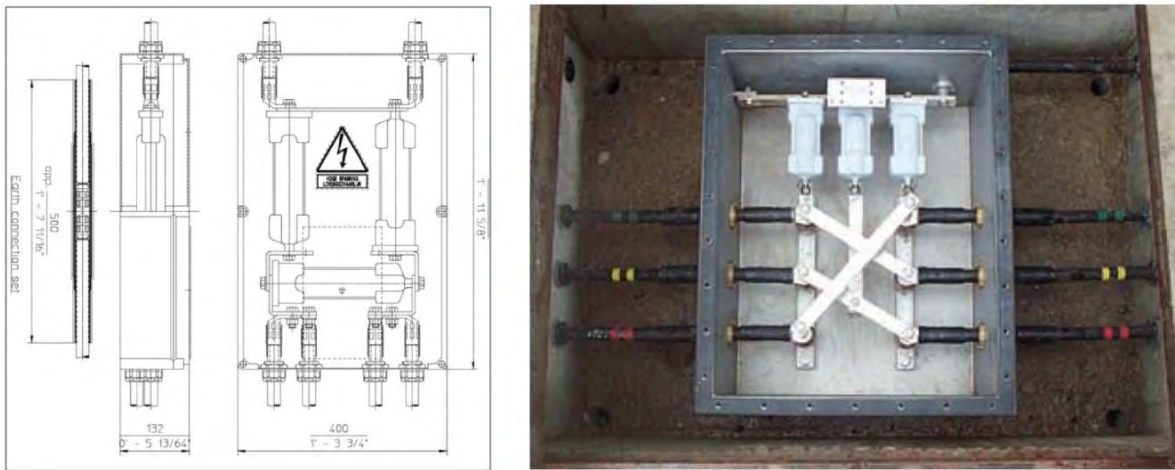


Figure 21 Typical cross bonding box (underground)

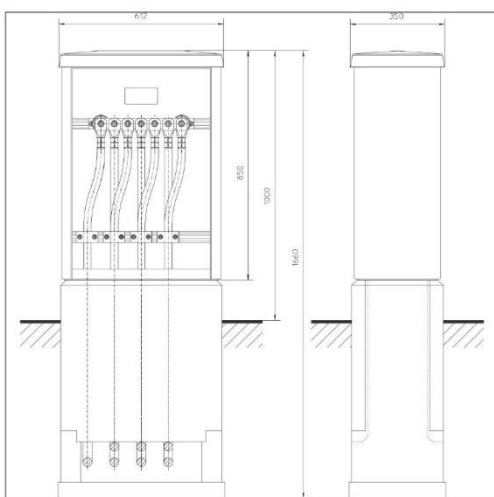


Figure 22 Typical Earthing box

6.6 Horizontal directional drilling

This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods like Direct Pipe[®], 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.

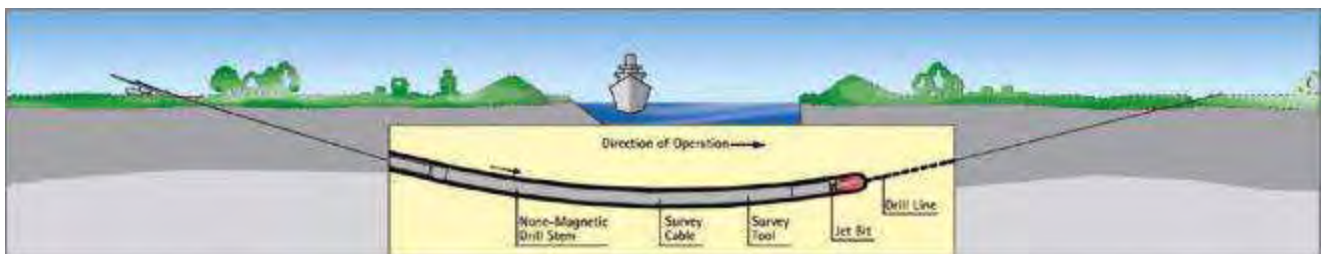


Figure 23 First stage of a HDD - pilot drill

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.

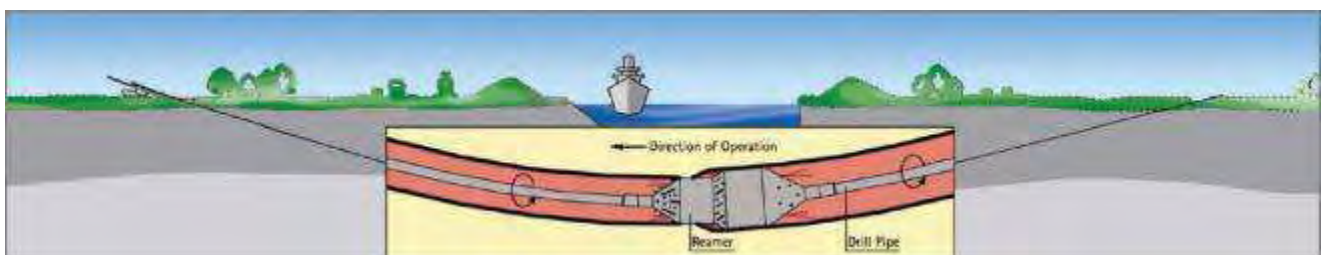


Figure 24 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill

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.

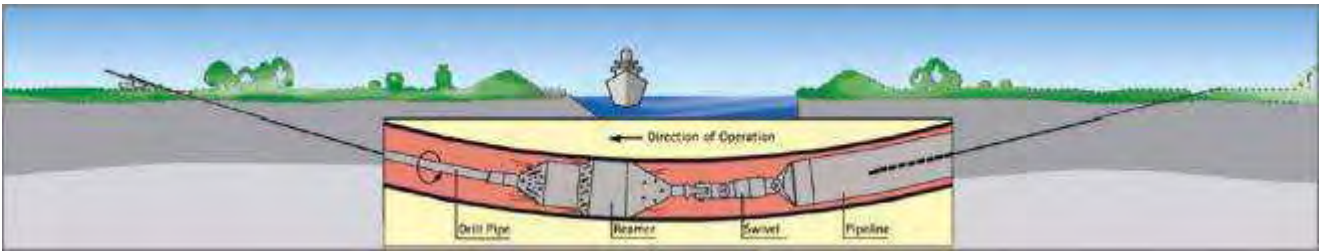


Figure 25 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline

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

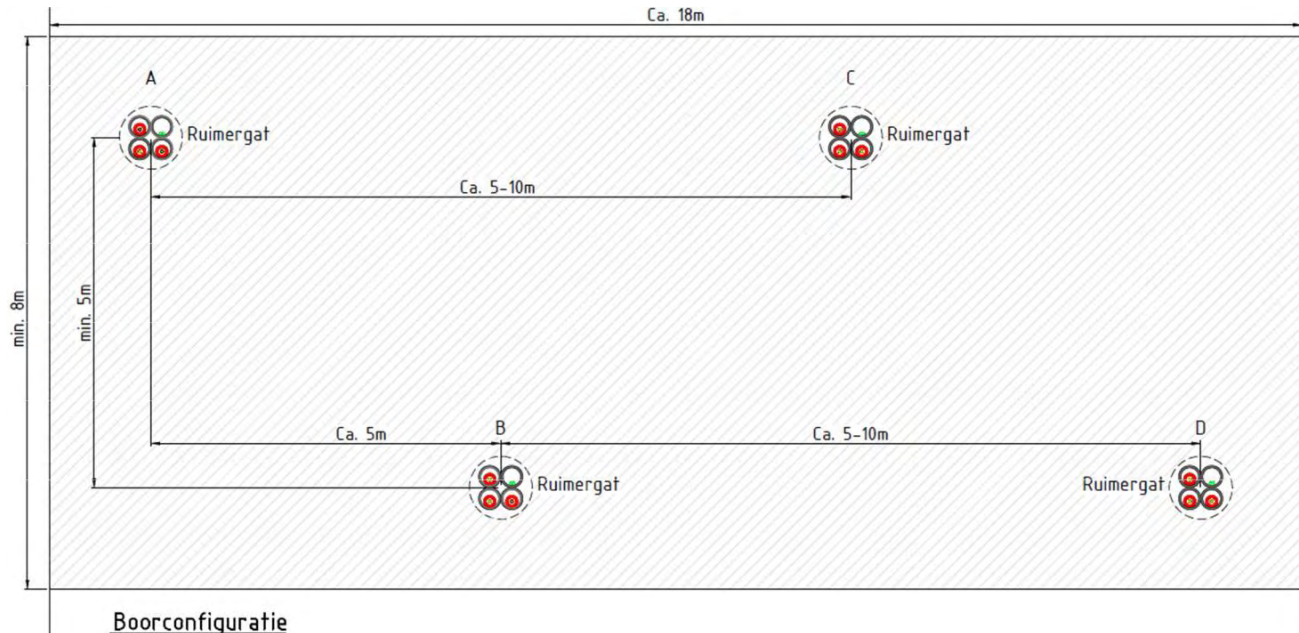


Figure 28 Standard HDD configuration

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 m² will be sufficient for a midi (40 tons) rig, while a maxi (100 tons) rig will require approximately 600 m². In the immediate vicinity of the exit point, an area of typically 200 m² is required for a midi rig and 225 m² 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.

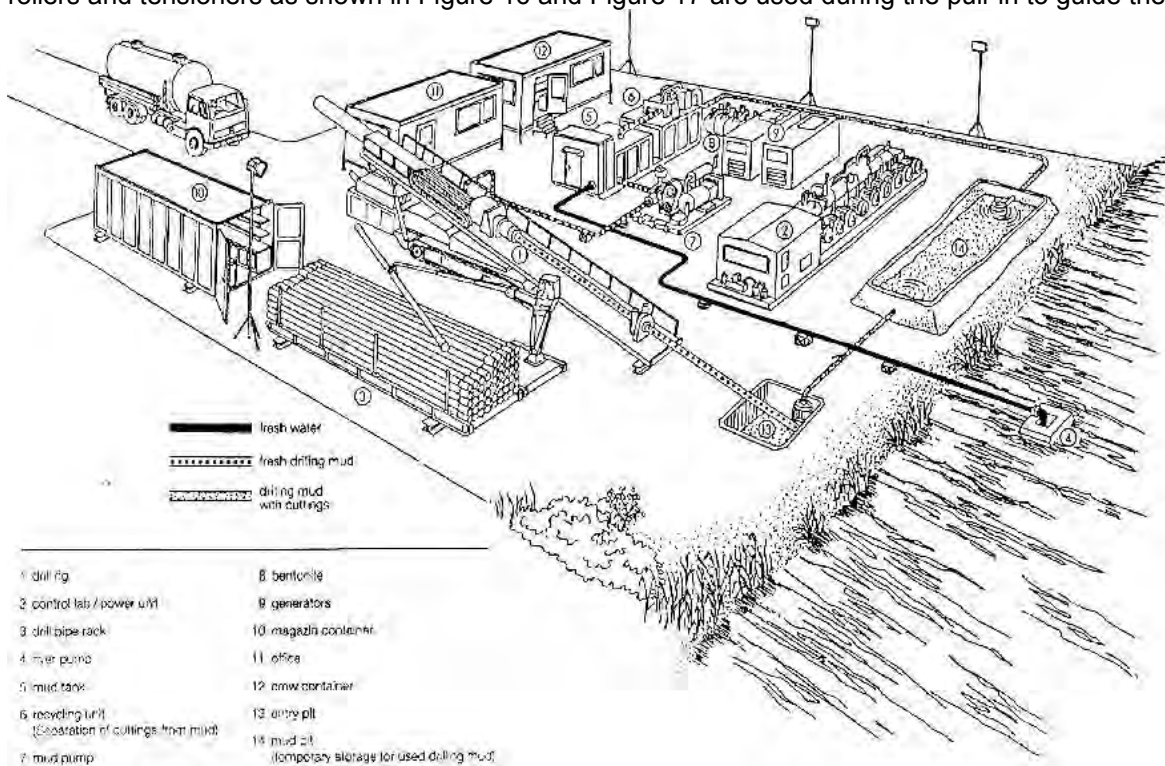


Figure 30 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

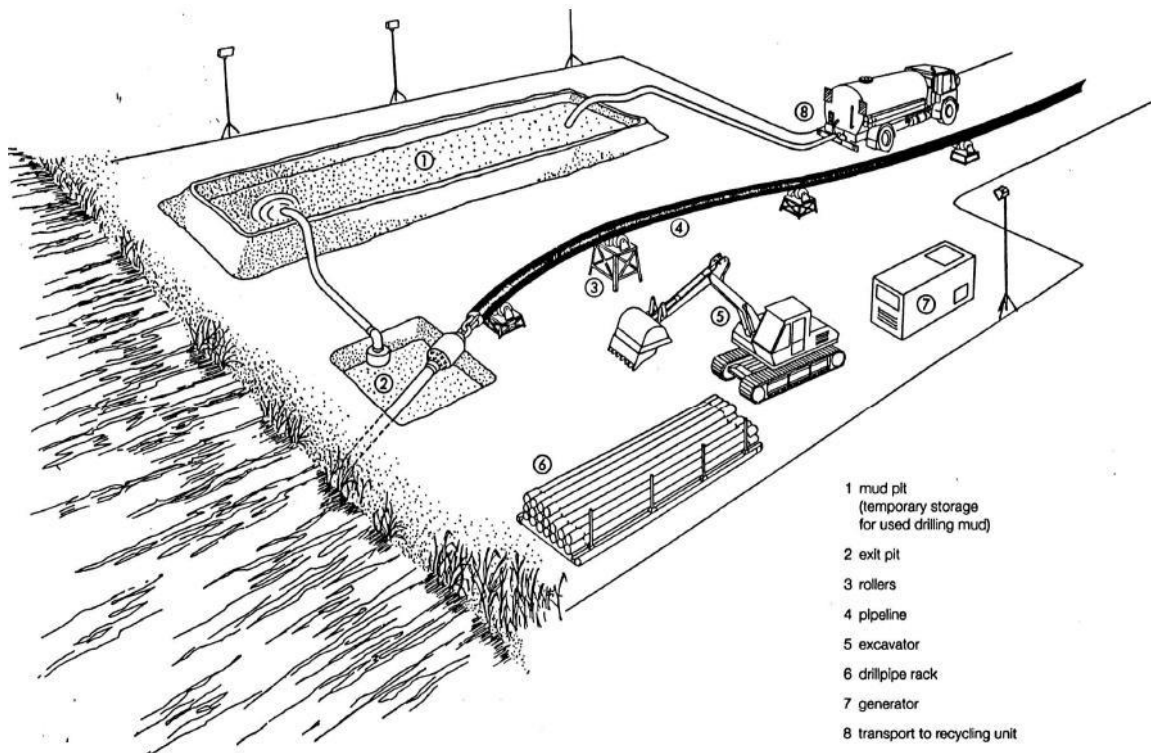


Figure 31 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

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.

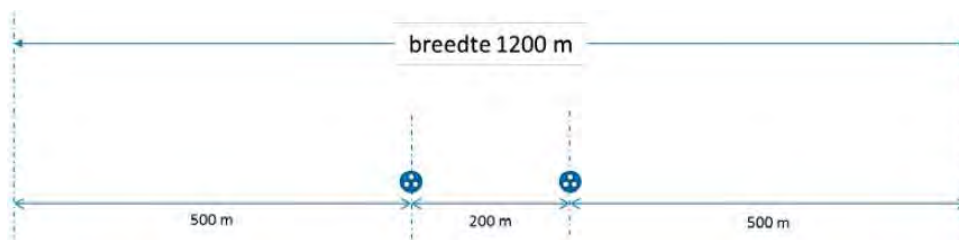


Figure 32 Cable corridor offshore section – 2 cable systems

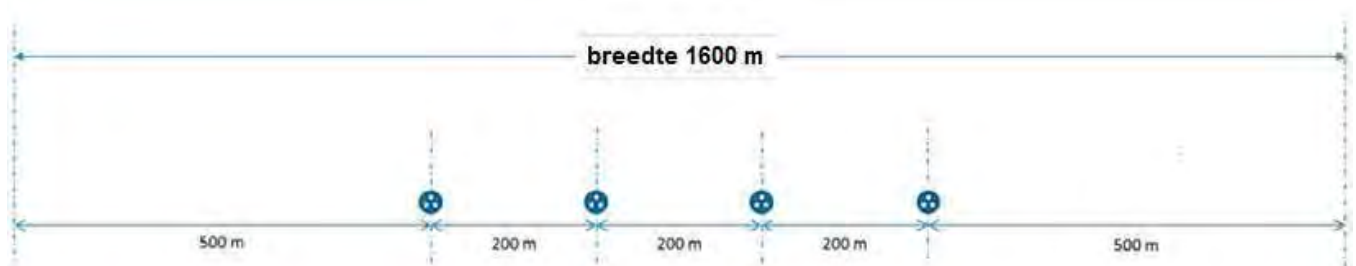


Figure 33 Cable corridor offshore section - 4 cable systems

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.

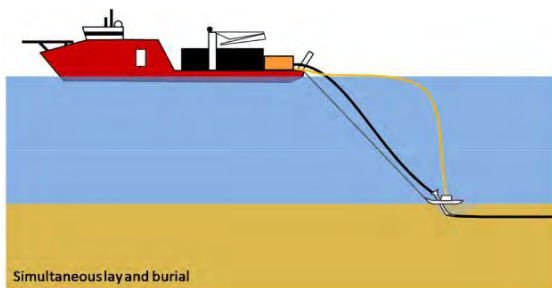


Figure 34 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

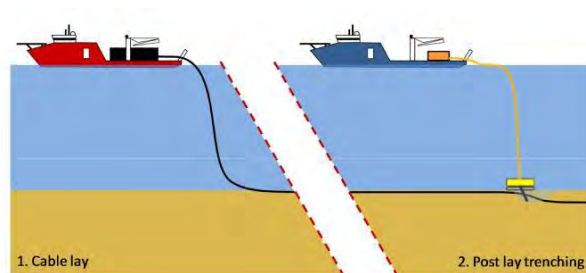


Figure 35 Post Lay Burial (PLB)

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.

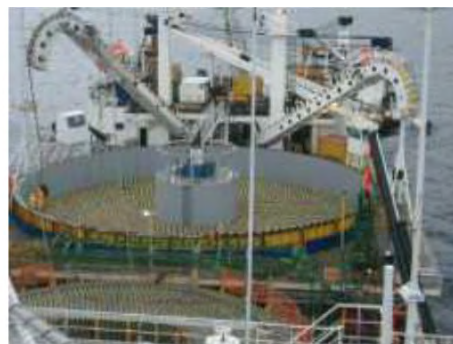




Figure 36 Typical deep water cable installation vessels

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.

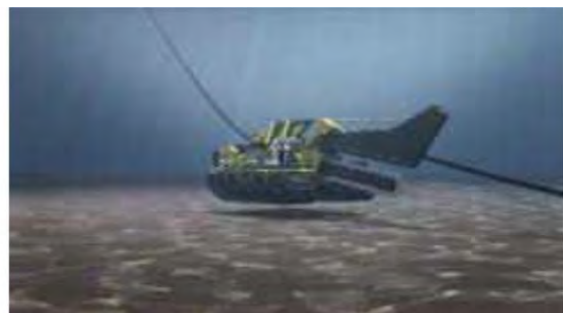


Figure 40 Typical Chain cutter

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.

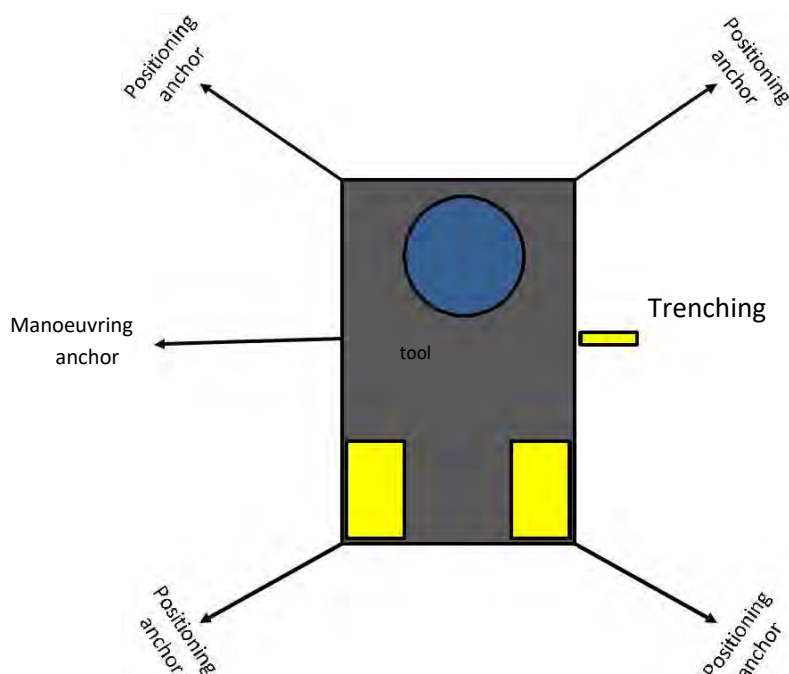


Figure 46 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

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.

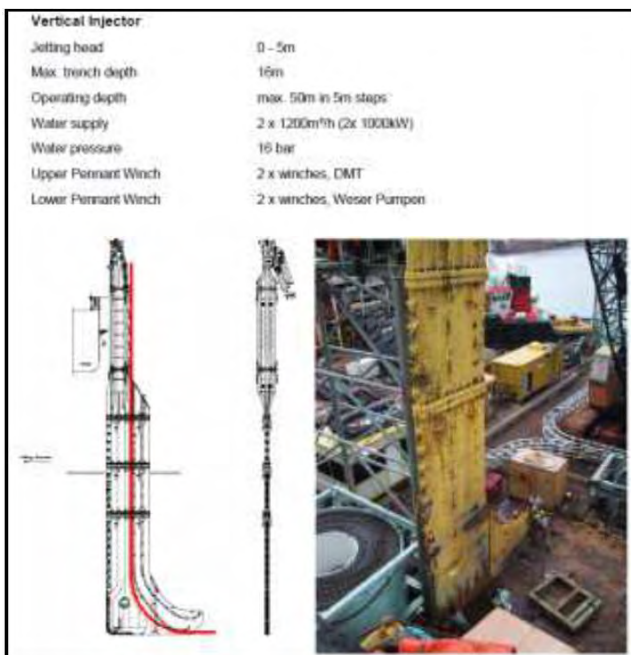


Figure 47 Vertical Injector



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 3rd party assets

The 220 kV submarine cable route crosses some in service 3rd 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 3rd 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 3rd 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.

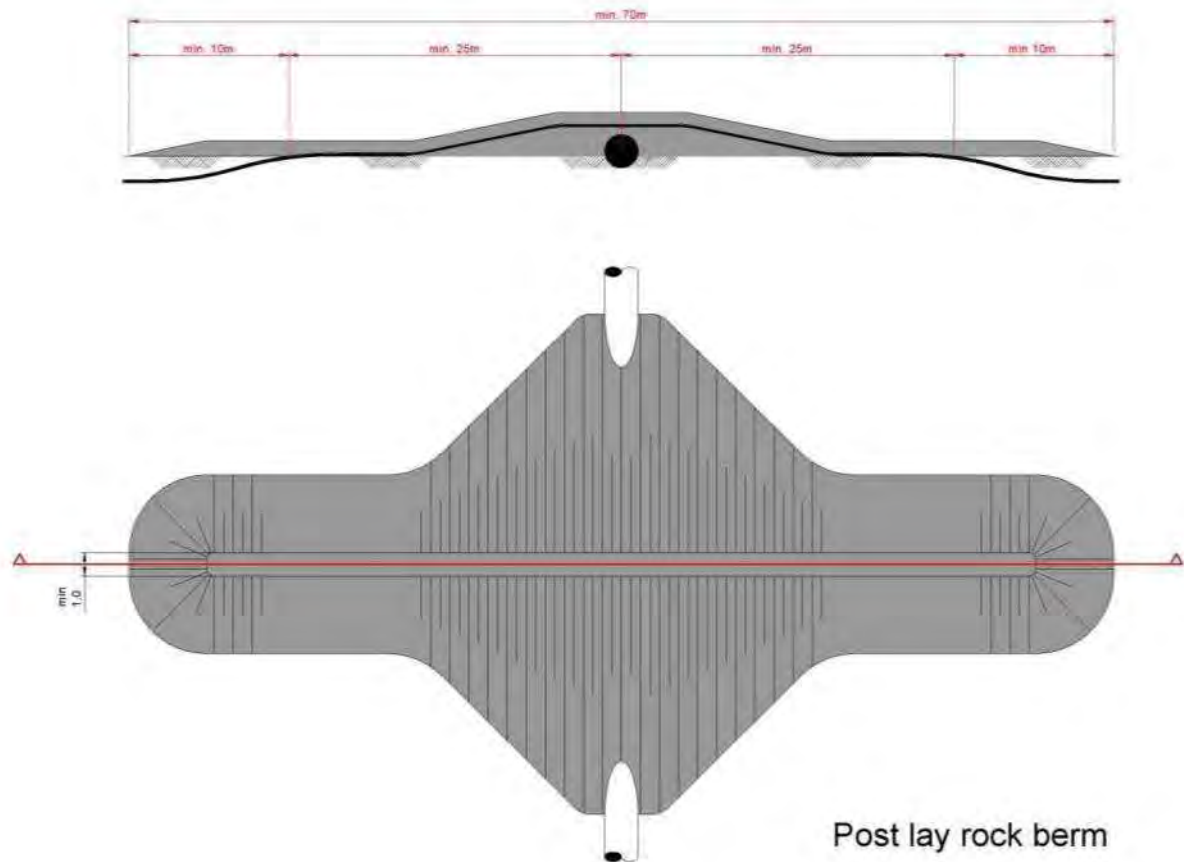


Figure 53 Typical rock - rock crossing structure

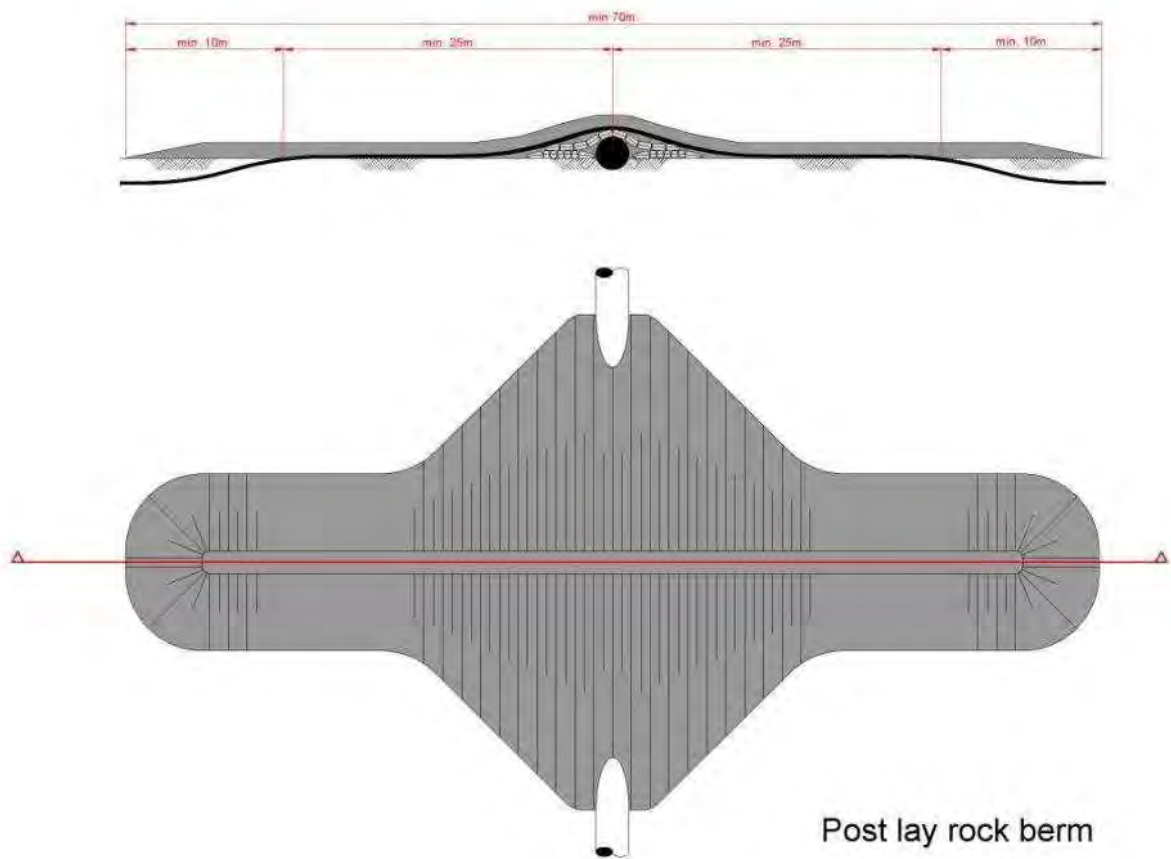


Figure 54 Typical mattress - rock crossing structure

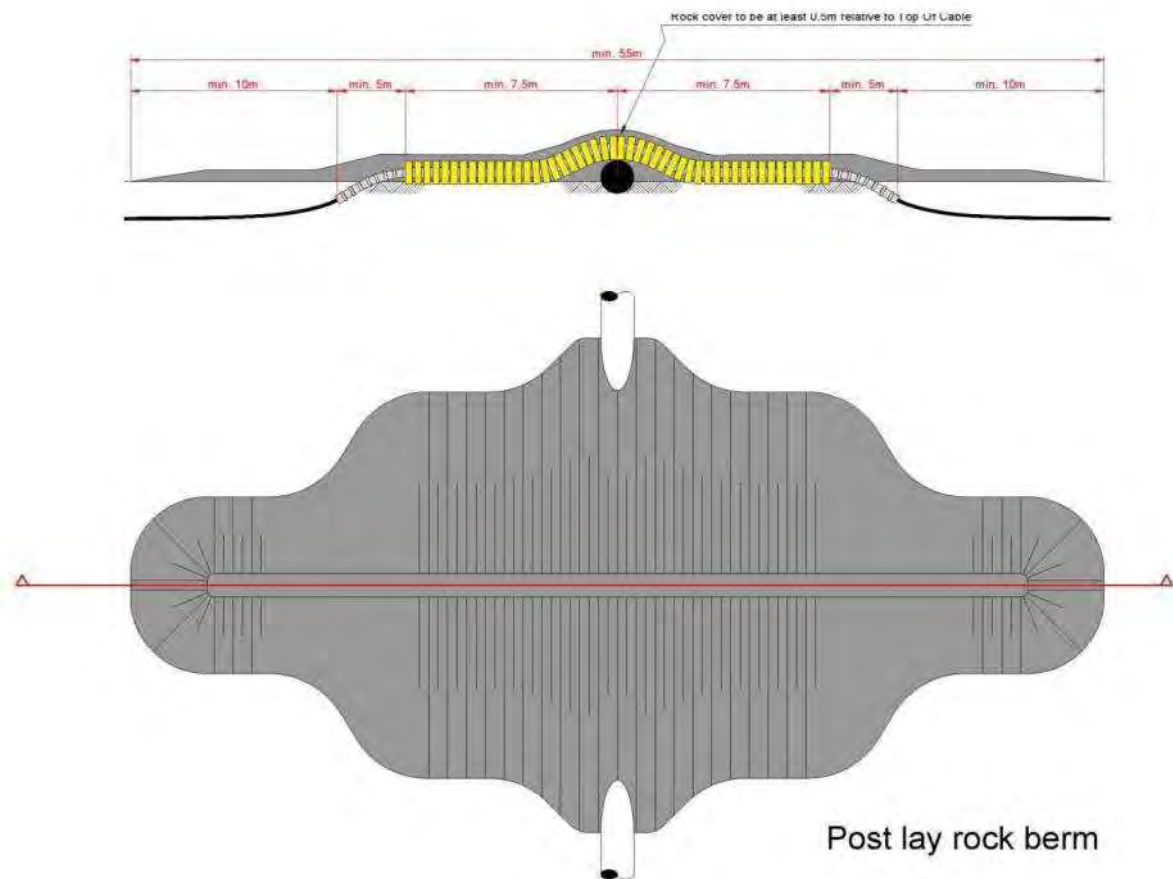


Figure 55 Typical separator - rock crossing structure

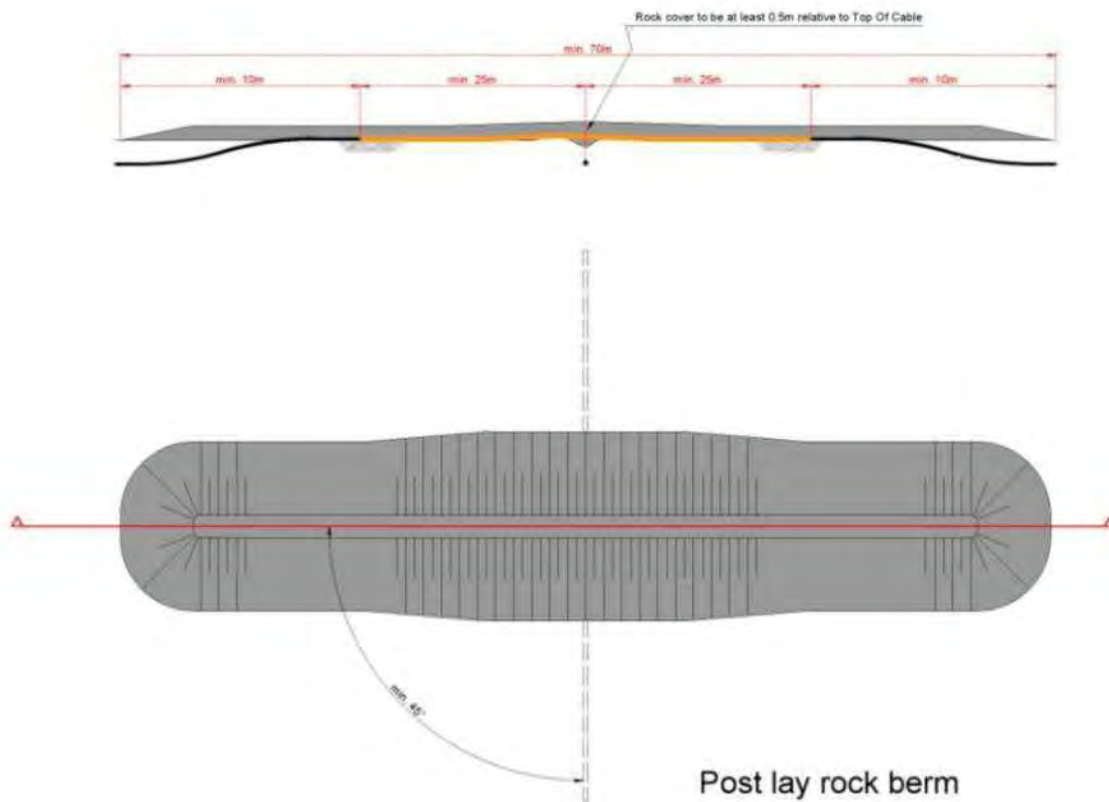


Figure 56 Typical lowering 3rd party asset - rock crossing structure

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

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the 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)

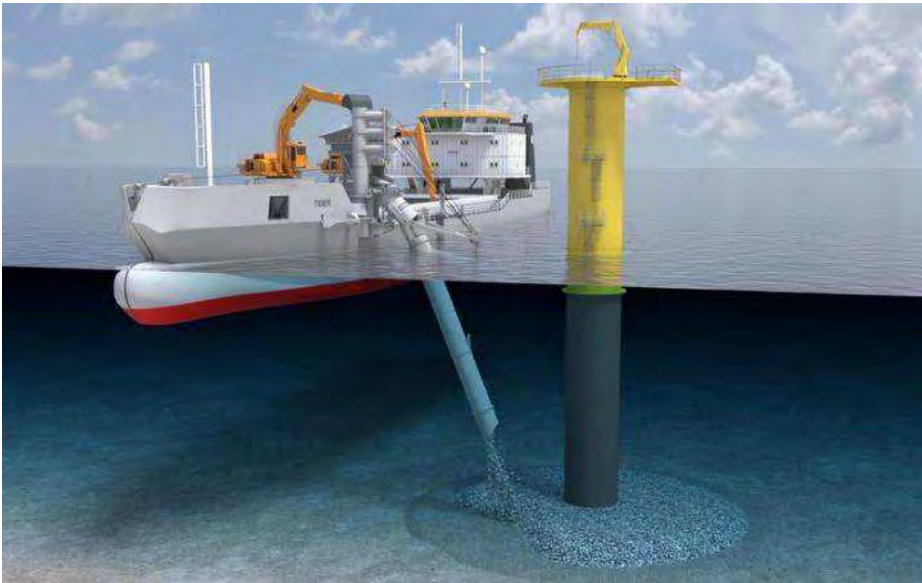


Figure 57 Rock installation vessel

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 known 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. The 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

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

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

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	154
1.1	Doelstelling	154
1.2	Locatiebeschrijving	154
1.3	Aanpak	156
1.4	Leeswijzer	157
2	REALISATIE KABELTRACÉ	158
2.1	Aanlegmethodiek	158
2.1.1	Algemene methodiek	158
2.1.2	Ingezet materieel	161
2.1.3	Fasering baggerwerkzaamheden	161
2.2	Baggervolumes	161
3	SCENARIO'S MODELLERING	165
3.1	Specificaties van de scenario's	165
3.1.1	Faseringsscenario's	165
3.1.2	Effectscenario's	166
3.2	Doorlooptijd per faseringsscenario	166
4	DELFT3D MODEL OPZET	167
4.1	Randvoorwaarden	167
4.2	Rekenroosters en modelbathymetrie	168
4.3	Simuleren van de baggerwerkzaamheden	170
4.4	Sedimenteigenschappen in het model	170
5	MODELRESULTATEN	172
5.1	Vertroebeling	172
5.1.1	Achtergrondconcentratie	172
5.1.2	Baggerpluim	172
5.1.3	Tijdseries	175
5.2	Sedimentatie	177

5.2.1	Sedimentatiesnelheid	177
5.2.2	Sedimentatie laagdikte	178
6	CONCLUSIES	180
7	BIBLIOGRAFIE	182
	Colofon	201

TABELLEN

Tabel 1: Specificatie platforms.	17
Tabel 2: Mogelijke ingraaftechnieken.	23
Tabel 3: Kruising met andere kabels en leidingen. De leidingen met een * worden slechts door de twee kabels tussen de platforms doorkruist.	24
Tabel 4: Overzicht gevolgen van de activiteit	30
Tabel 5: <i>Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.</i>	40
Tabel 6 Beschermde soorten uit de omgeving van de tracéalternatieven.	59
Tabel 7 Resultaat flora- en faunaonderzoek landtracé	61
Tabel 8: Actieradius stern	65
Tabel 13: Berekenende vermijdingsoppervlak en effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen (De Jong & Binnerts, 2018).	71
Tabel 10: Populatiereductie bruinvissen ten gevolge van heien (Arcadis, 2016).	80
Tabel 10 Relevante verbodsbepalingen voor zeezoogdieren	78
Tabel 11 Relevante verbodsbepalingen voor vissen	81
Tabel 12 Relevante verbodsbepalingen voor vogels	81
Tabel 13: Overzicht van verliestermen.	161
Tabel 14: De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.	163
Tabel 15: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.	163
Tabel 16: Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m ³ .	164
Tabel 17: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m ³ .	164
Tabel 18: De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.	165
Tabel 19: Overzicht van de gemodelleerde scenario's in de slibverspreidingsstudie.	167
Tabel 20: Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.	172

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).	9
Figuur 2: Overzichtskaart kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).	10
Figuur 3 Overzichtskaart kabeltracé Hollandse Kust (noord) inclusief platform Hollandse Kust (noord) en het zoekgebied voor platform Hollandse Kust (west Alpha).	16
Figuur 4: Algemeen platform ontwerp	18
Figuur 5: Impressie van het plaatsen van het jacket.	19
Figuur 6: Impressie van het plaatsen van de topside.	19
Figuur 7: Corridorbreedte zeekabels	21
Figuur 8: Voorbeeld van een dwarsprofiel van een kabelgeul bij een ingraafdiepte van 8m.	23
Figuur 9: Layout van een mofput.	26

Figuur 10: Locatie mofputten	26
Figuur 11: Route van de kabels op het land (rode lijn) en het transformatorstation tata Steel (zwarte lijn).	27
Figuur 12: De drie stappen van een horizontale boring.	28
Figuur 13: Lay out van het transformatorstation.	29
Figuur 14: Gebied tot waar de slibwolk (≥ 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden reikt.	31
Figuur 15: Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm uitkomt.	32
Figuur 16: Reikwijdte onderwater verstoring ten gevolge van continu geluid	33
Figuur 17: Reikwijdte van onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid	34
Figuur 18: Reikwijdte van bovenwater verstoring als gevolg van geluid, licht en optische verstoring.	35
Figuur 19: Reikwijdte effecten.	41
Figuur 20: Verspreiding broedvogels van de noordse stern en grote stern. Bron: Sovon, 2016	47
Figuur 21: Verspreiding broedvogels van de visdief en dwergstern. Bron: Sovon, 2016.	47
Figuur 22: Tellingen dwergmeeuw in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.	48
Figuur 23: Verspreiding drieteenmeeuw tijdens de monitoring 2015-2016. Bron: Fijn et al. 2016.	49
Figuur 24: Verspreiding zwarte zee-eend tijdens de Rijkswaterstaat monitoring.	50
Figuur 25: Verspreiding bontbekplevier. Bron: Sovon, 2017.	51
Figuur 26: Roodkeelduiker tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.	52
Figuur 27: Aalscholver waarnemingen in juni 2016. Bron: (Fijn, et al., 2016)	53
Figuur 28: Jan-van-Gent tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.	54
Figuur 29: Verspreiding alk en zeekoet 2015-2016. Bron: Fijn et al. 2016.	56
Figuur 30: Noordse stormvogel tellingen in 2015 en 2016. Bron: Fijn et al. 2016.	57
Figuur 31: Verspreiding houting 2005-2014. Bron: RAVON, 2017.	59
Figuur 32: Actieradius van Grote stern rondom de bekende broedkolonies.	66
Figuur 33: Actieradius van Visdief rondom de bekende broedlocaties	67
Figuur 34: Actieradius van Noordse stern rondom de bekende broedlocaties.	67
Figuur 35: Actieradius van Dwergstern rondom de bekende broedlocaties.	68
Figuur 36: Locaties gebruikt ten behoeve van onderzoek onderwatergeluid.	70
Figuur 37: Begraafdiepte kabel in relatie tot bathymetrie.	73
Figuur 38 Voorbeeld locaties amfibie-schermb: rondom het bouwterrein (noordelijke optie) of afscherming bestaande populatie (zuidelijke optie). In blauw de bekende populatie.	76
Figuur 39: Maximale geluidsbelasting voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat, n.d.).	79
Figuur 40: Dieptekaart van de Noordzee met de aangewezen windgebieden Hollandse Kust (west) (paarse contour) en, Hollandse Kust (noord) (oranje contour).	79
Figuur 43 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief.	156
Figuur 44: De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone.	157
Figuur 45: Bodemprofiel langs het VKA vanaf de vooroever (zone 3 en verder).	157
Figuur 46: Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen gecreëerd is (gebied 2).	160
Figuur 47: Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleepopperzuiger.	160
Figuur 48: Twee scenario's voor het aanleggen van de kabeltracés.	166

Figuur 49: Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.	169
Figuur 50: Het rekenrooster van het ZUNO model.	169
Figuur 51: Het rekenrooster van het Kuststrook model, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.	170
Figuur 52: Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.	171
Figuur 53: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 1 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).	174
Figuur 54: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 2 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).	175
Figuur 55 Locaties van de observatiepunten.	176
Figuur 56 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario 1 (A), jaar 1.	177
Figuur 57 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario 1(A), jaar 1.	177
Figuur 58 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 3, Scenario 1(A), jaar 1.	178
Figuur 59 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).	179
Figuur 60 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).	180

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

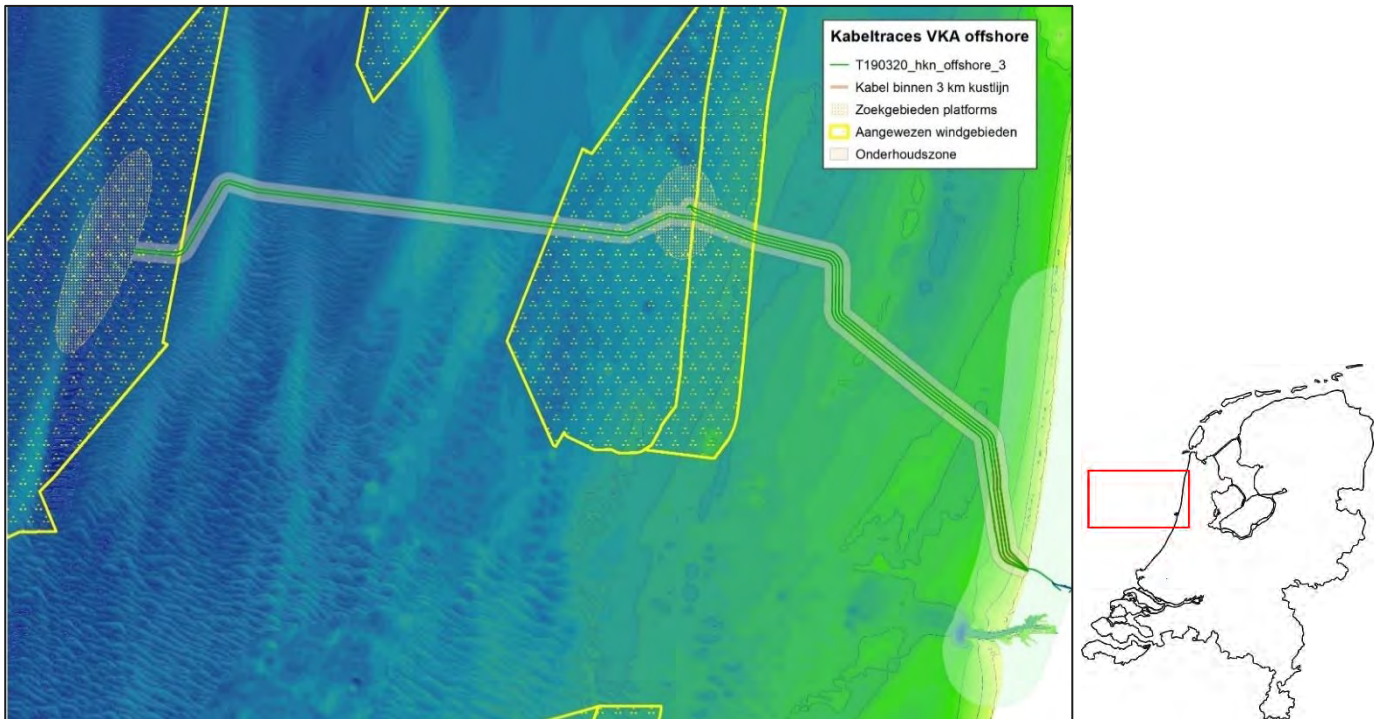
Ten behoeve van de Passende Beoordeling inzake de aanleg van de kabelsystemen naar Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden 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 43. 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

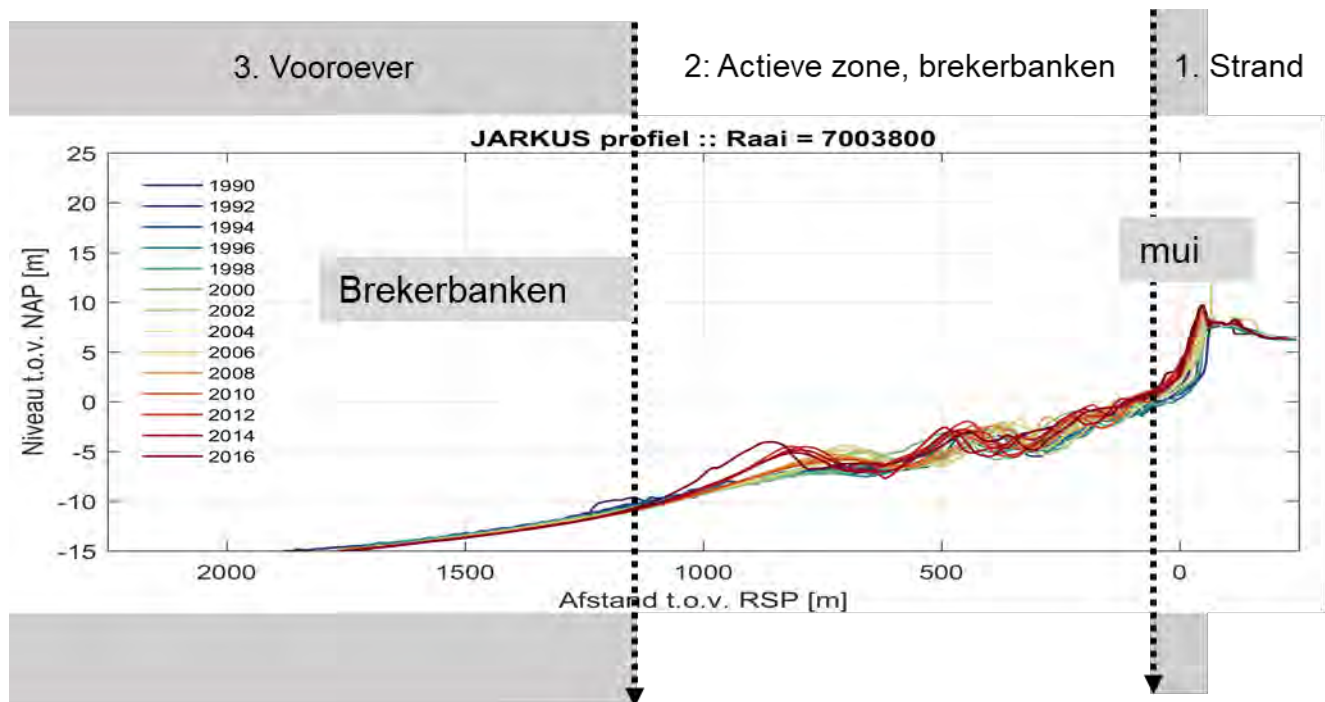
Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 4 en 5.



Figuur 43 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief.

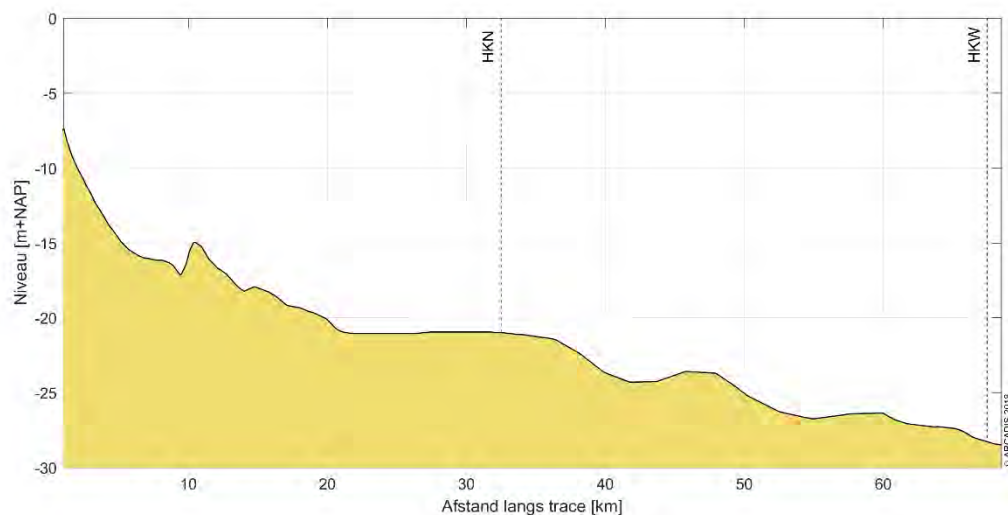
De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstrooming is dit een morfologisch dynamisch gebied. De grotere zeebodemmobiliteit maakt dat de initiële begraafdiepte in de kustzone anders zal zijn dan verder op zee. Ter illustratie zijn de kustprofielen van het relevante kustdwarsprofiel van de afgelopen 26 jaar weergegeven in Figuur 44.

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 44: De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone.

Het langspiegel vanaf de vooroever (zone 3 en verder) is weergegeven in Figuur 45. 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 45: 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 ($< 63 \mu\text{m}$). 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.

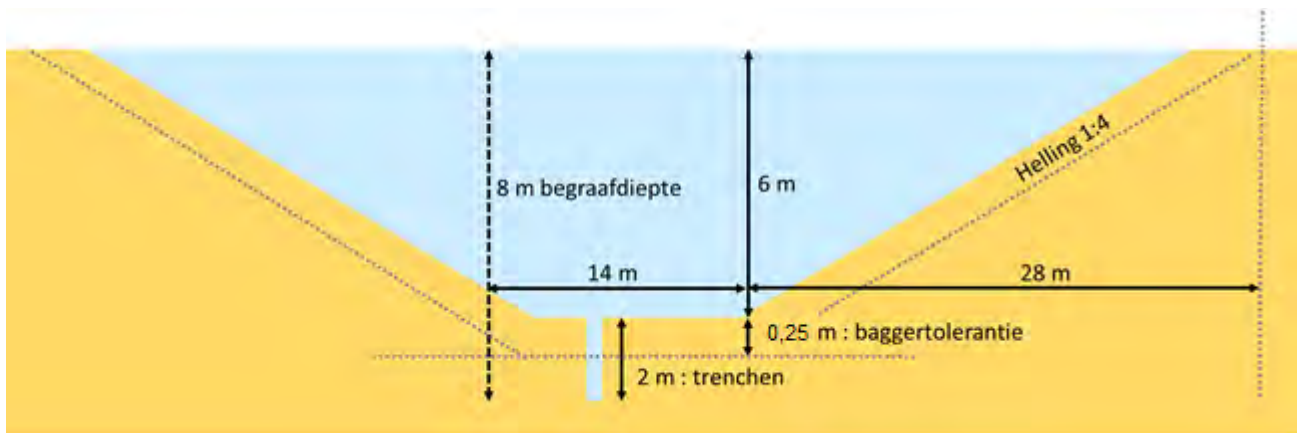
Pre-sweepen

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 sleeppopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD). Deze sleeppopperzuigers 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

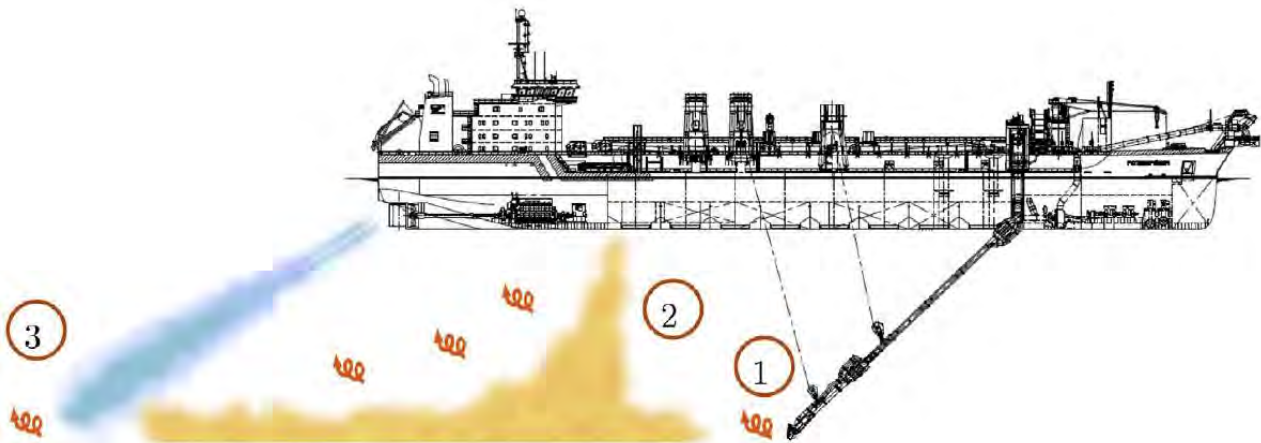
rekening gehouden met een baggertolerantie van 0,25 m wat resulteert in een overdiepte en een overbreedte van 2*1 m. Deze afmetingen zijn schematisch weergegeven in Figuur 46 voor gebied 2. Aan de hand van deze afmetingen is het totaal te baggeren volume berekend. Dit volume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.



Figuur 46: Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen 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 sleepopperzuiger. Figuur 47 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleepopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponiseerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 47: Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleepopperzuiger.

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. Baggers 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 opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dicht bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een “green-valve” wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het 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 14. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 14: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloedinstallatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door schepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

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 m³ 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 m³ 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 15 (zie ook Figuren 1, 2 en 3 voor de ruimtelijke weergave).

Tabel 15: De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
Grens	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
Begraafdiepte	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
Techniek(en)	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
Volume per strekkende meter	120 m ³ /m +3,5 m ³ /m trenchen (aannee)	294 m ³ /m + trenchen 2 m ³ /m (aannee)	120 m ³ /m + trenchen 2 m ³ /m (aannee)	Trenchen 2 m ³ /m (aannee)	50 m ³ /m + trenchen 2 m ³ /m (aannee)
Afgerond	0 m ³ /m	296 m ³ /m	122 m ³ /m	2 m ³ /m	52 m ³ /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 16. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 17 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 17.

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 16 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 16. Het totale baggervolume bedraagt 6.595.173 m³.

Tabel 16: 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]
HKN1	33.223	7.778	600	800	6.378	25.446	21.446	4.000
HKN2	33.144	7.241	600	800	5.841	25.903	21.903	4.000
HKW1	68.675	6.741	600	800	5.341	61.934	39.934	22.000
HKW2	68.579	5.732	600	800	4.332	62.847	40.347	22.500

Tabel 17: Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m³.

Gebied	1	2	3	4	5
Volume [m³/m]	0	296	122	2	52
HKN1 [m³]	0	236.800	778.072	42.891	208.000
HKN2 [m³]	0	236.800	712.554	43.807	208.000
HKW1 [m³]	0	236.800	651.587	79.868	1.144.000
HKW2 [m³]	0	236.800	528.500	80.694	1.170.000
Totaal		947.200	2.670.713	247.260	2.730.000

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 18 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 659.517 m³. De variatie in volumes tussen de tracés heeft voornamelijk te maken met de verschillen in tracélengtes.

Tabel 18: Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m³.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	10%	10%	10%	10%	
HKN1 [m³]	0	23.680	77.807	4.289	20.800	126.576
HKN2 [m³]	0	23.680	71.255	4.381	20.800	120.116
HKW1 [m³]	0	23.680	65.159	7.987	114.400	211.226
HKW2 [m³]	0	23.680	52.850	8.069	117.000	201.599
Totaal		94.720	267.071	24.726	273.000	659.517

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 17 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 19. 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 19: De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	Kleine sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m³/week]	n.v.t.	50.000	150.000	n.v.t.	150.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	2	n.v.t.	2	
HKN1 [weken]	0	2,5	3	0	1	6,5
HKN2 [weken]	0	2,5	2,5	0	1	6
HKW1 [weken]	0	2,5	2,5	0	4	9
HKW2 [weken]	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.

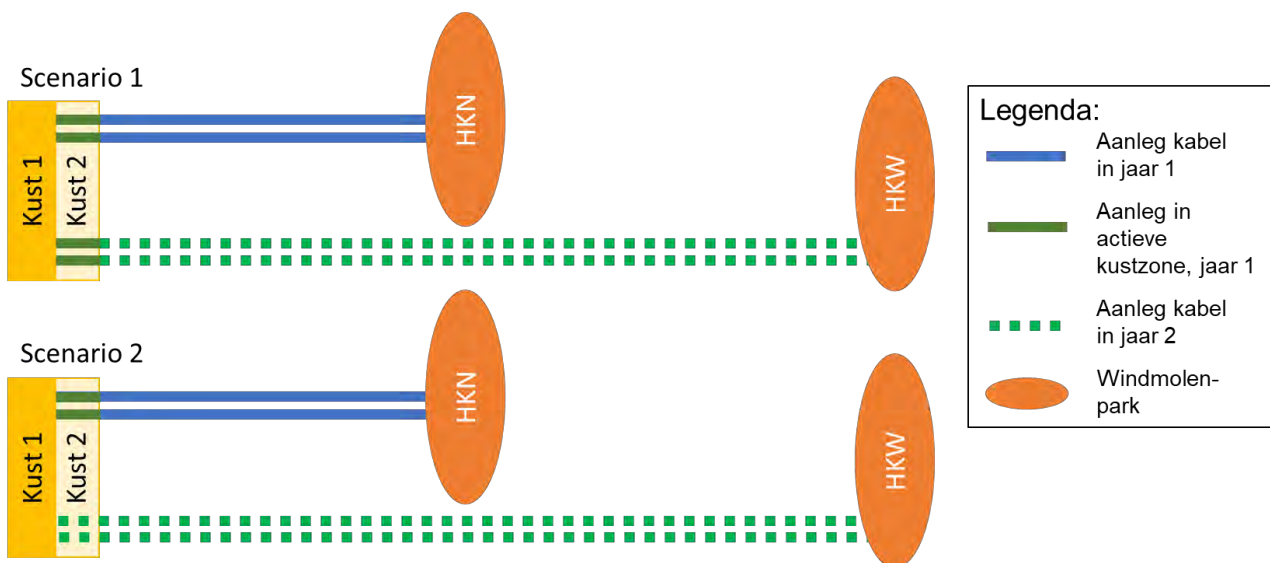
1. Kabeltracé fasering 1 (verwachting realistische worst-case)

In jaar 1 worden de vier kabelsystemen door de actieve kustzone aangelegd (gebied 1 en 2; Kust 1 en Kust 2 in Figuur 48) 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 48). 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 48: 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 19 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 20. Deze vier scenario's hebben elk een A- en B-variant met een identieke doorlooptijd van de baggerwerkzaamheden.

Tabel 20: 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.

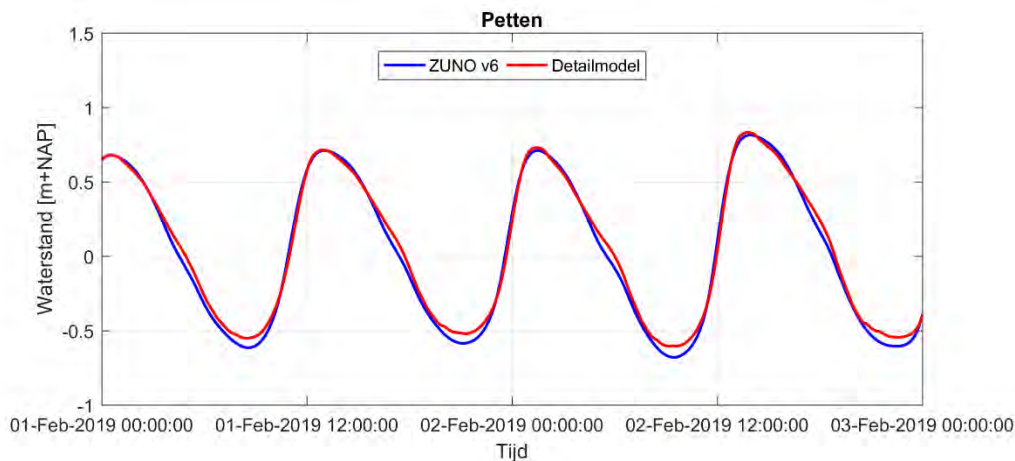
4.1 Randvoorwaarden

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 spuiniddelen 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.

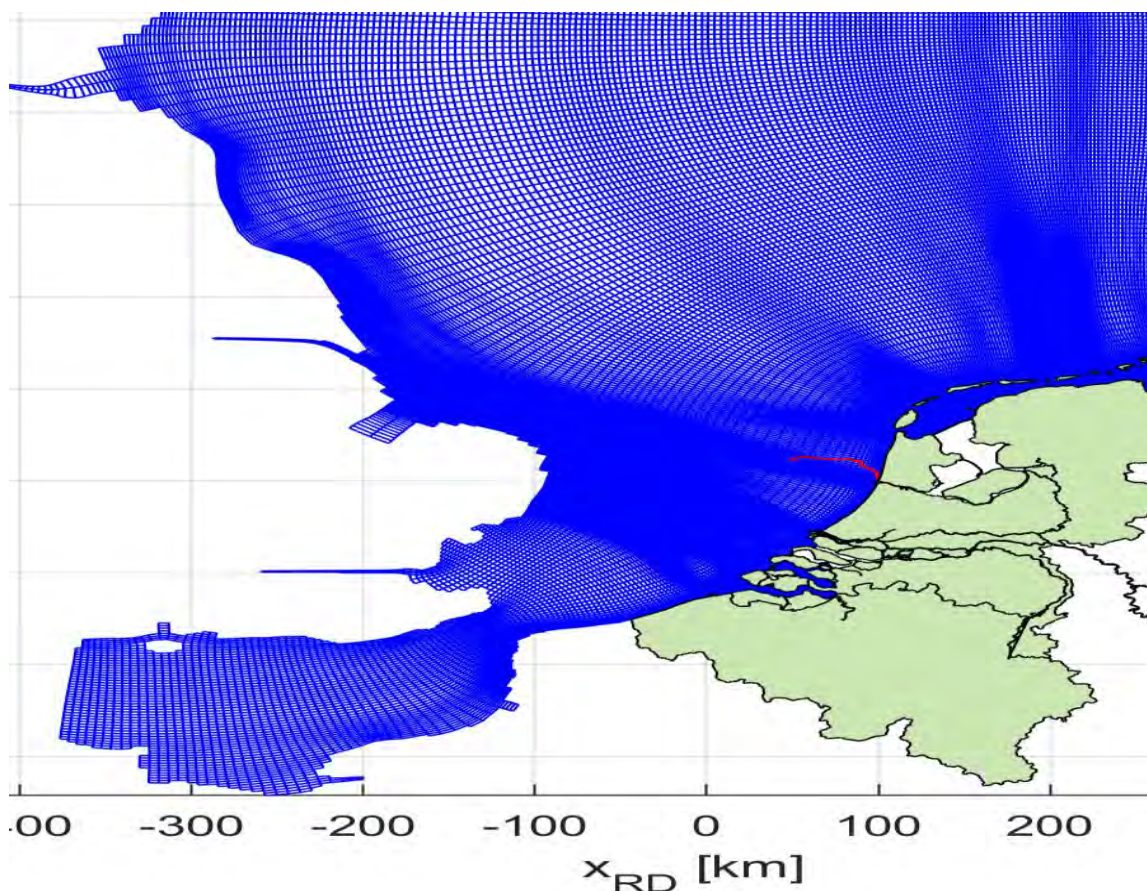
In Figuur 49 is het waterstandssignaal getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en net ten noorden van het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De ebwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat de het meetpunt in het Detailmodel wat ondieper ligt door de hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 49: 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 50.

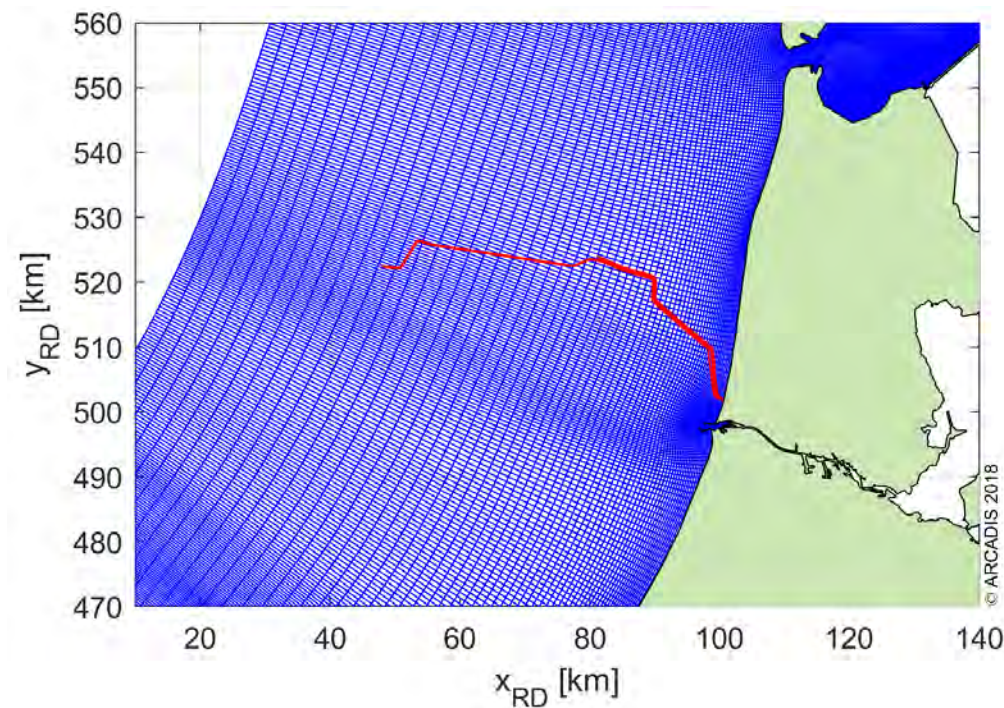


Figuur 50: Het rekenrooster van het ZUNO model.

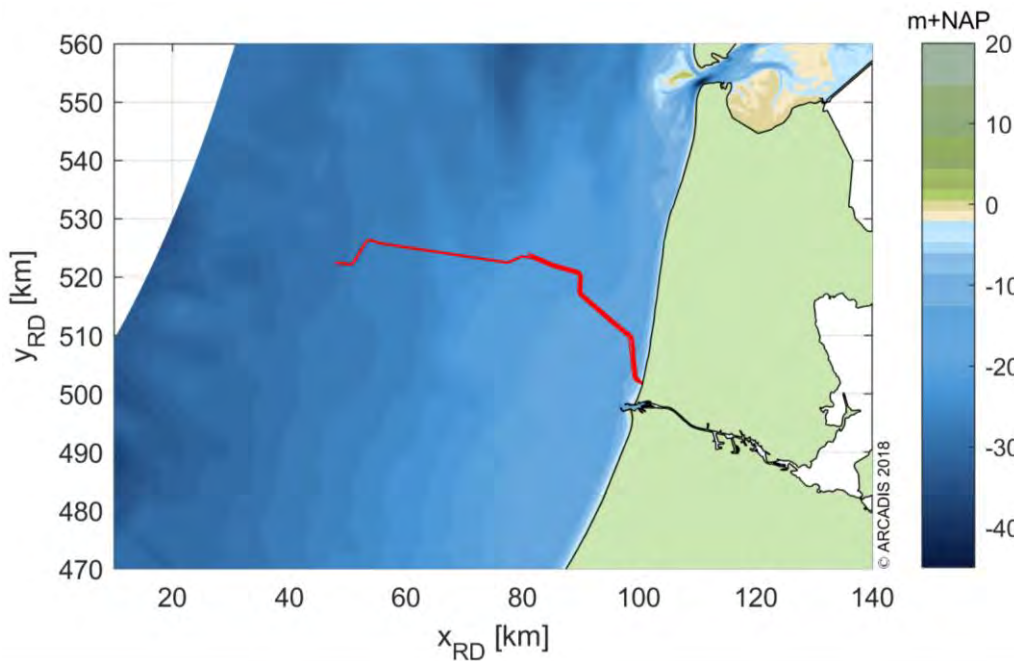
Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 500 x 406 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes inde verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte 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 51 en Figuur 52 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



Figuur 51: Het rekenrooster van het Kuststrook model, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.



Figuur 52: 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 rooster cel. 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 21. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korrel diameter kleiner dan 63 μm . 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 μm . 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/m² 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/m³). 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/m³. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m³ aangehouden.

Tabel 21: Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m ³]
Droge dichtheid	500	[kg/m ³]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m ²]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m ²]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m ² /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 %.

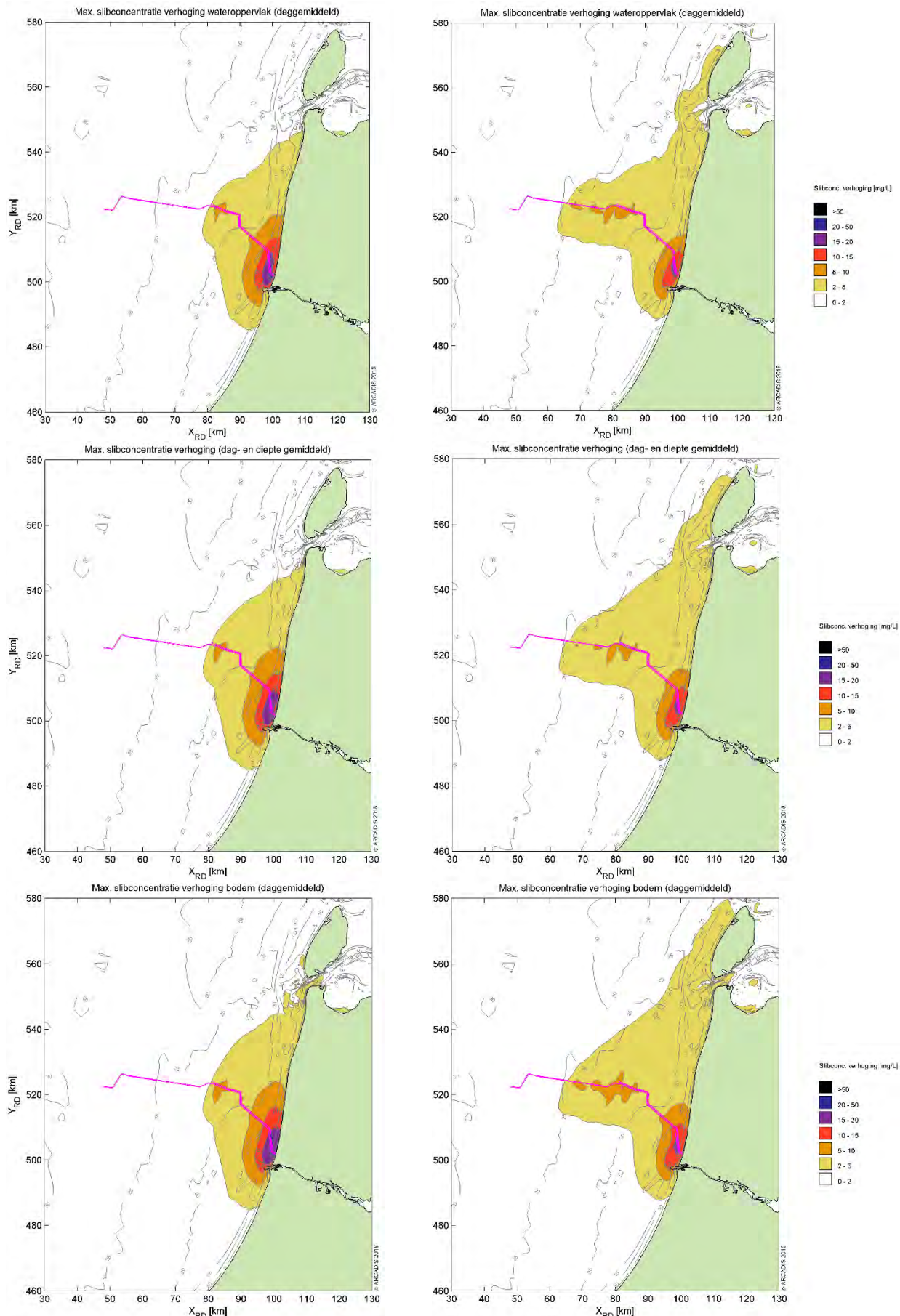
5.1.2 Baggerpluim

Figuur 53 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 54 toont hetzelfde, maar dan voor scenario 2 (A).

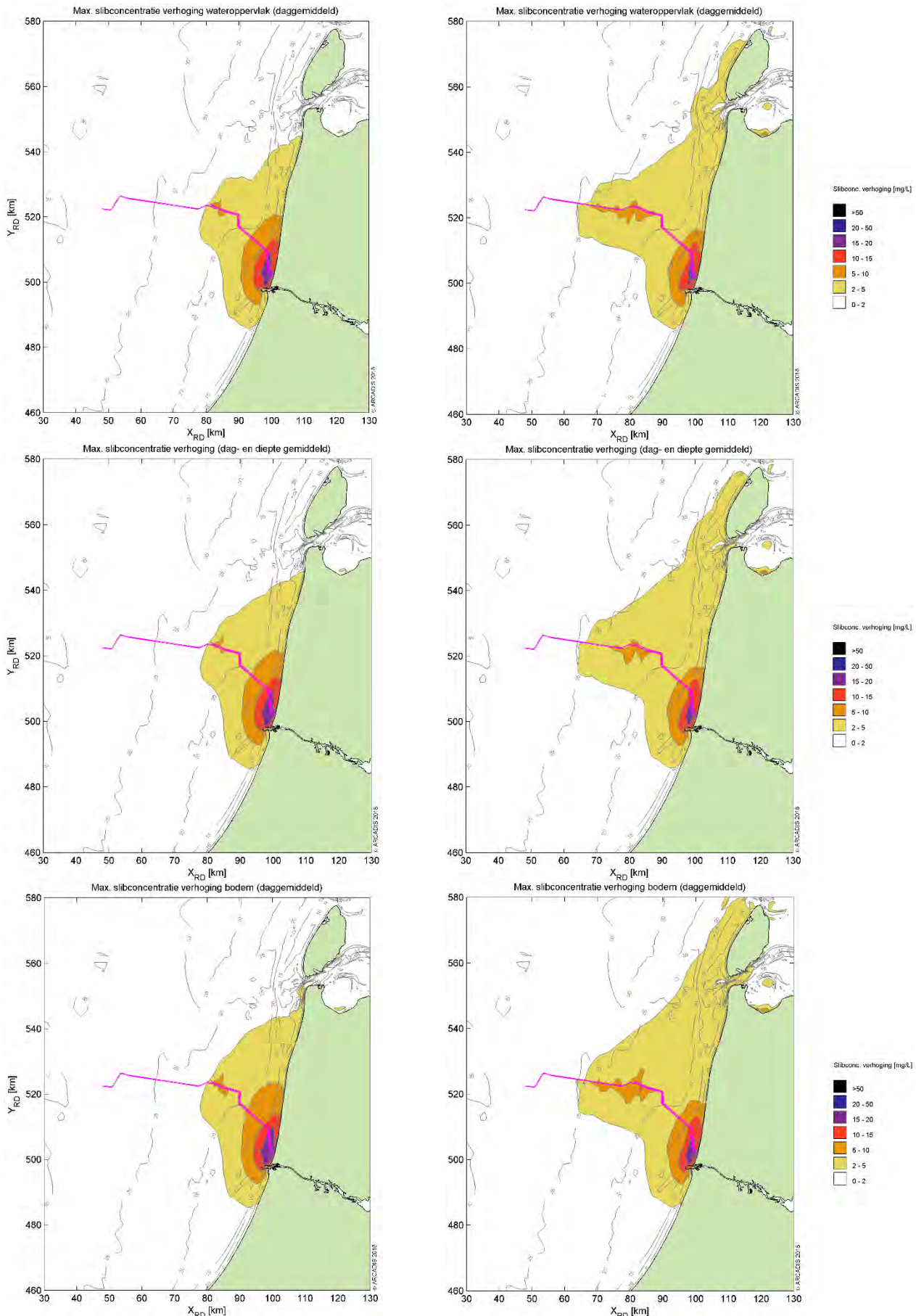
Over het algemeen worden tijdens jaar 1 de hoogste piekconcentraties waargenomen. Deze treden op langs het tracé ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-20 mg/l en zeer lokaal tot 20-50 mg/l. Bij scenario 1 is dit het meest prominent. Dit komt doordat bij dit scenario 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 53: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 1 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).

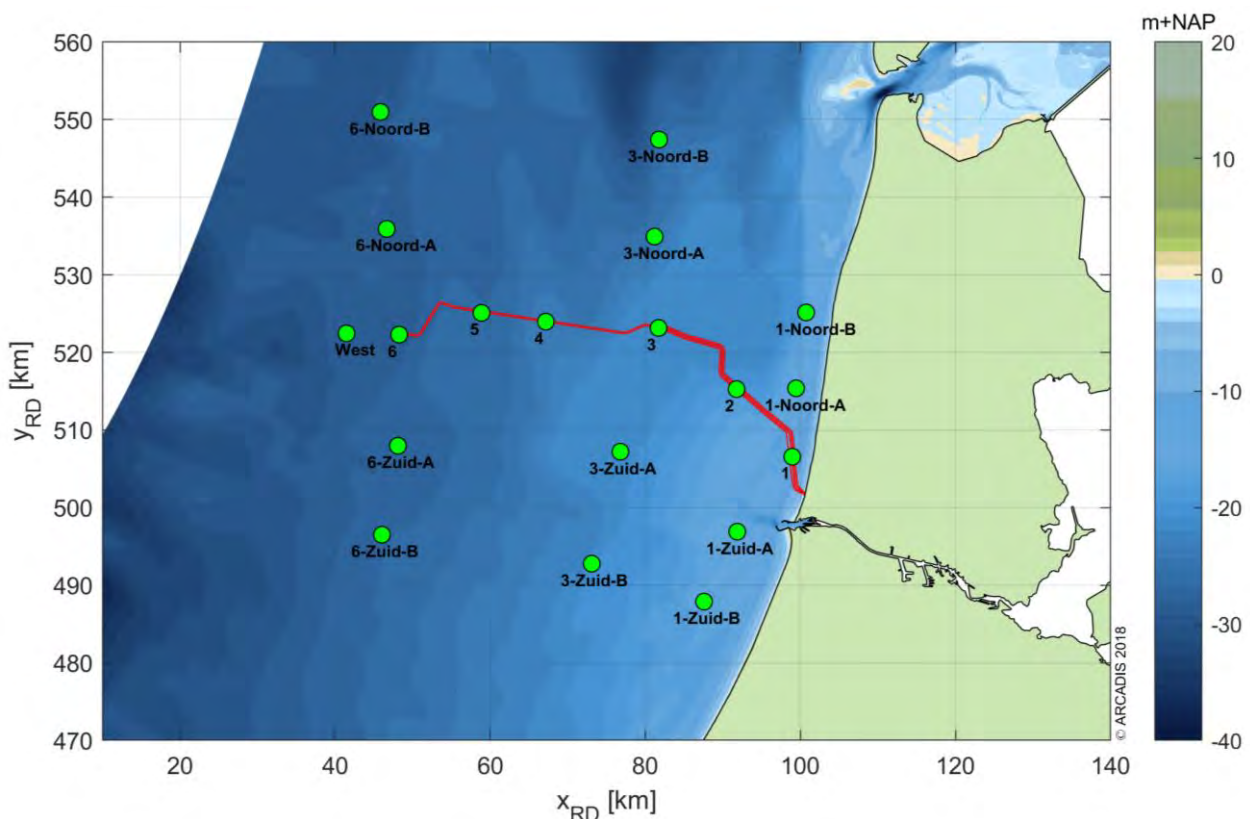


Figuur 54: Maximale omvang baggerpluim, Scenario 2 (A), jaar 1 (links) en jaar 2 (rechts).

5.1.3 Tijdsseries

Langs het tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 55). 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.

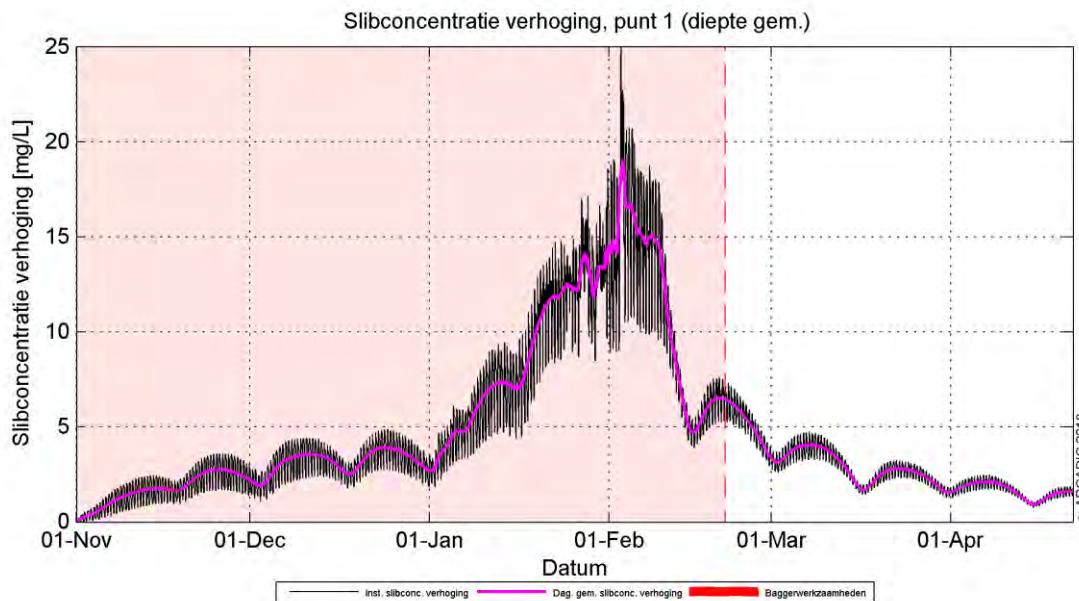
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 55 Locaties van de observatiepunten.

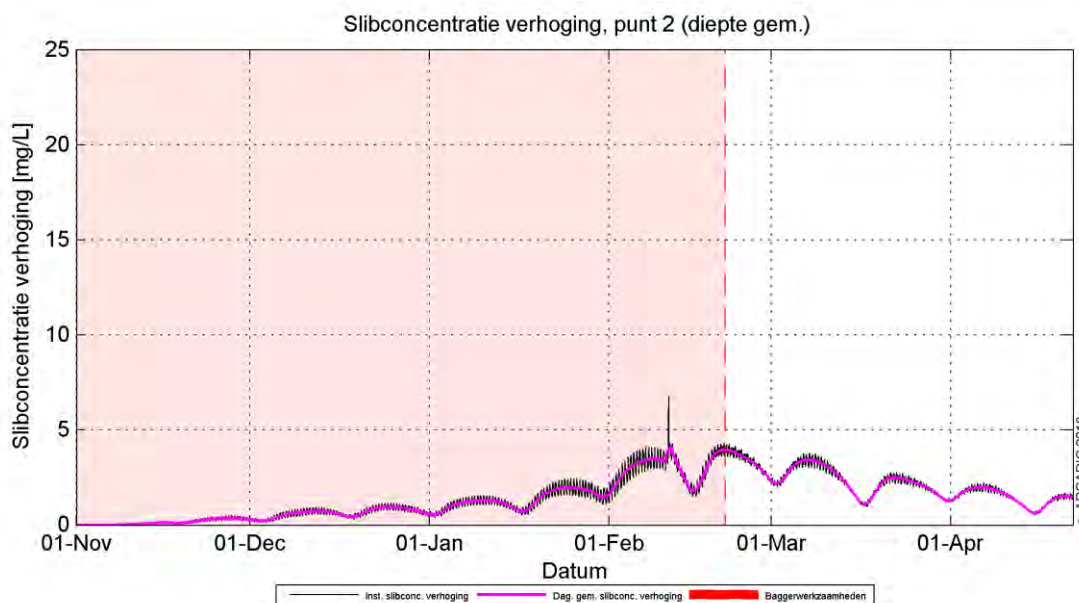
Omdat buiten het tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het tracé beschouwd. In paragraaf 5.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan bovenin de waterkolom. De tijdseries 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 56. 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.



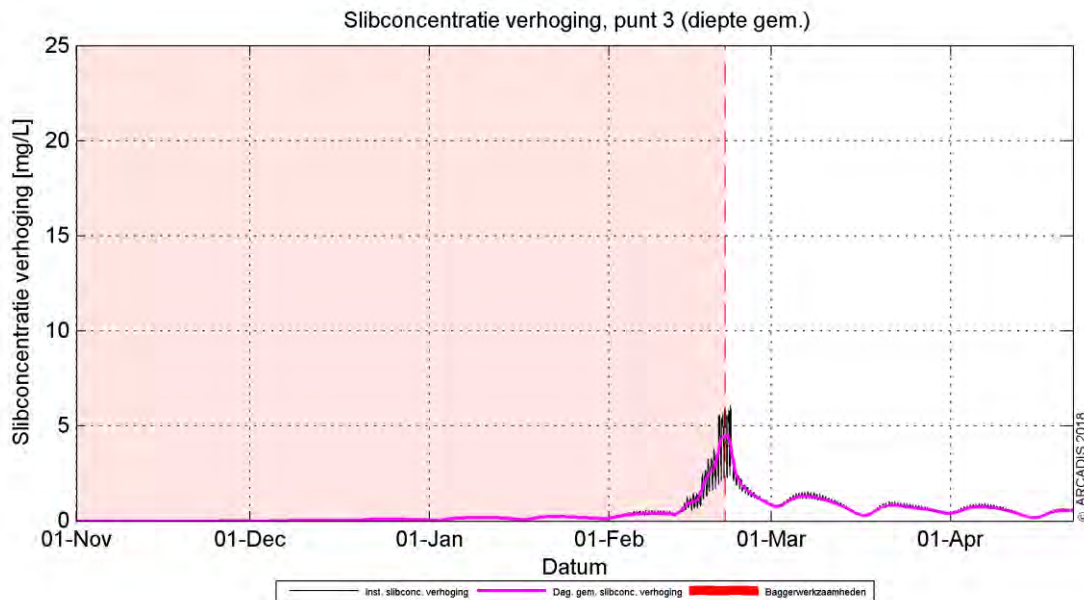
Figuur 56 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1, Scenario 1 (A), jaar 1.

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 57 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 57 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 58. 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 58 De dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 3, Scenario 1(A), jaar 1.

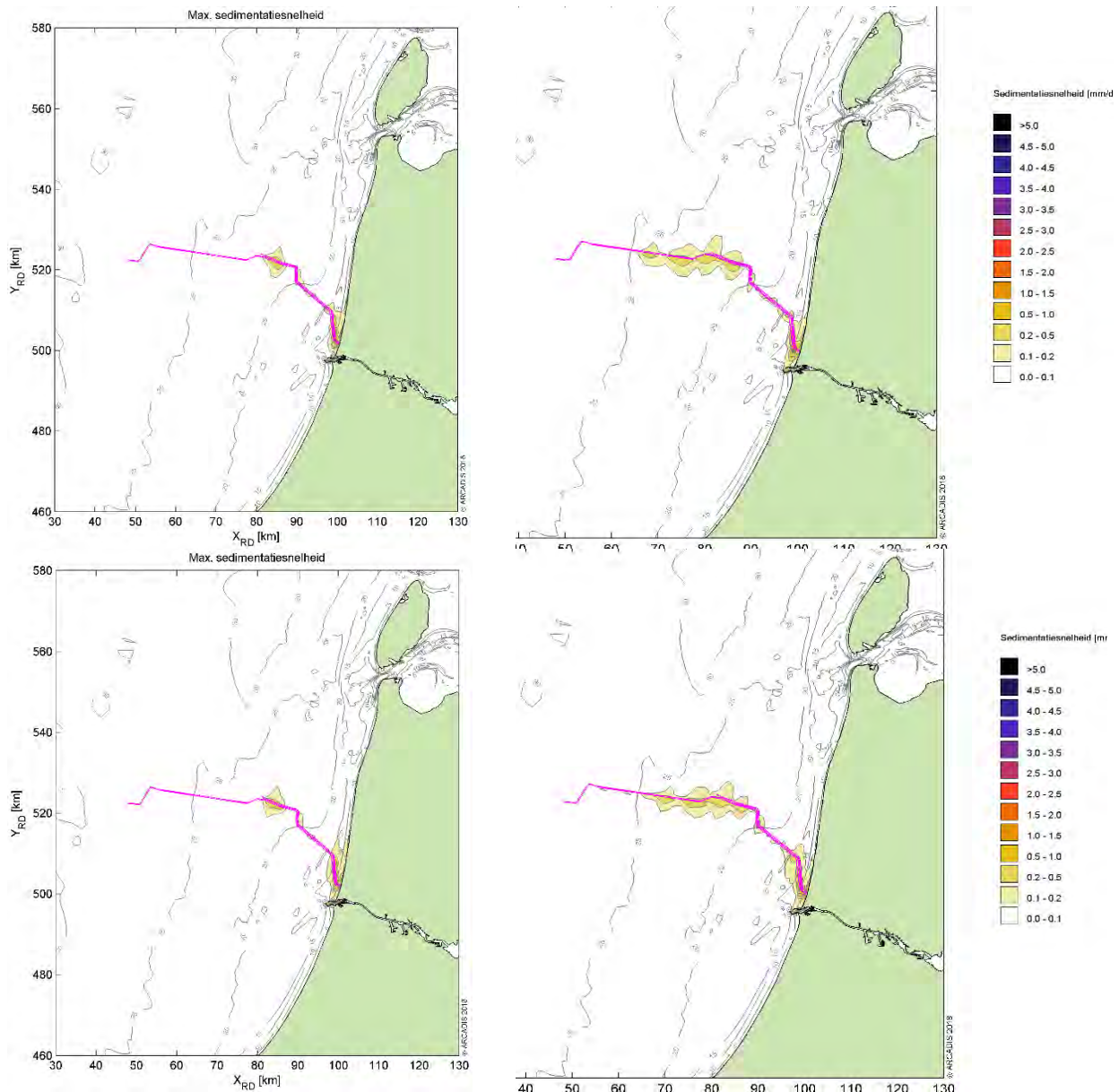
De dieptegemiddelde concentratieverhoging in observatiepunten 4 tot en met 6 is verwaarloosbaar bij alle scenario's en zijn daarom niet getoond in dit rapport. De oorzaak van de lage verhoging is tweeledig. De voornaamste reden is dat vanaf een aantal kilometer ten westen van punt 4 en verder oostwaarts 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 59 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 m³/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.



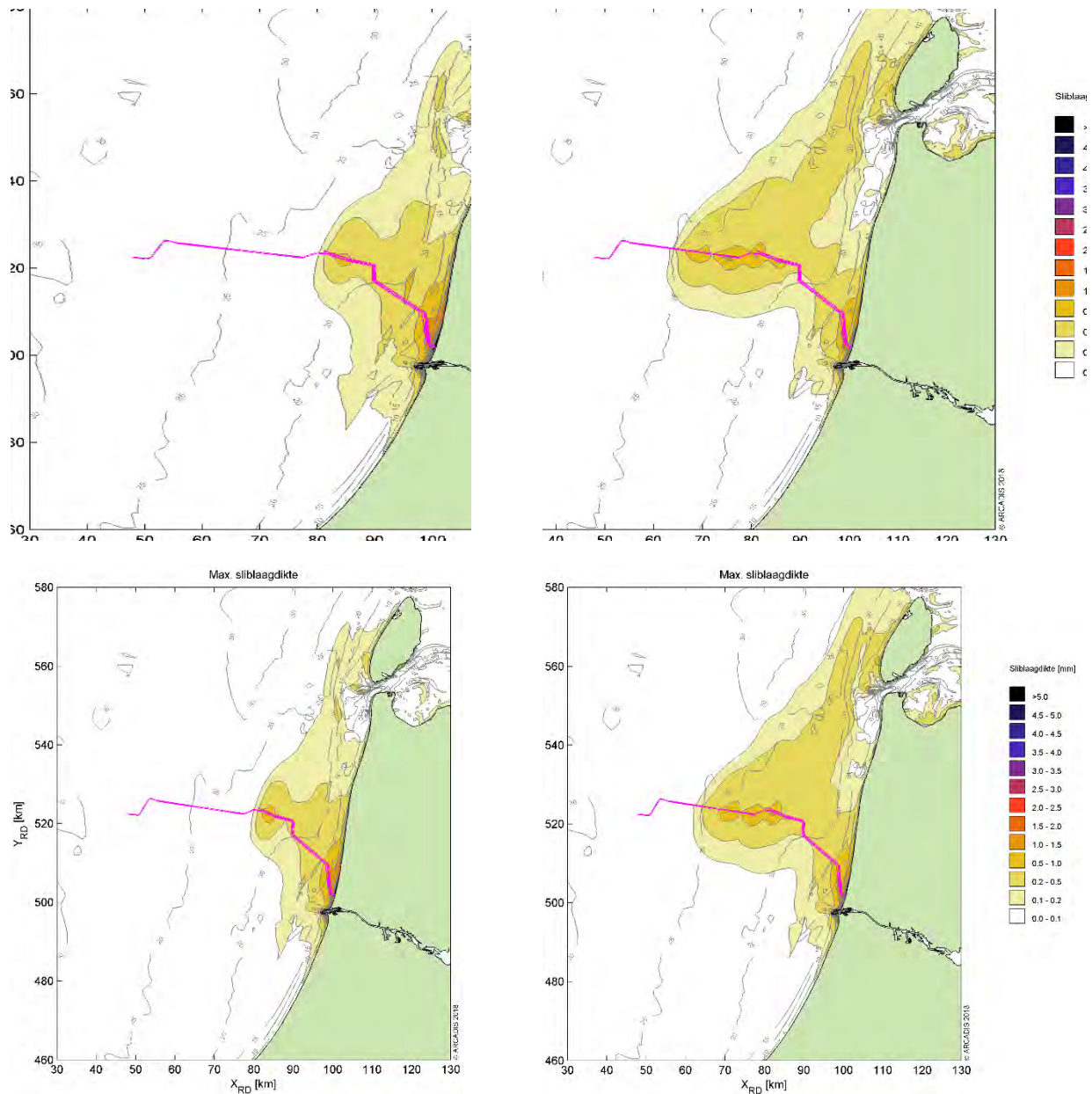
Figuur 59 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario 1 (B) jaar 1 en 2 (boven), en Scenario 2 (B) jaar 1 en 2 (onder).

5.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 60 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 langsrichting 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 60 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 m³/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 suppletiezand 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

079819010 0.19

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

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
christ.dejong@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 80 34

Doorkiesfax
+31 88 866 65 75

Doorkiesfax
+31 88 866 65 75

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 helen 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 platformen 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 rijksoordhoekscoördinaten (RD).

Tabel 1: locaties van de heipalen

	X _{heip} [m]	Y _{heip} [m]	X _{pl} [m]	Y _{pl} [m]	Lokale waterdiepte [m]
HKN	587410,1	5839436,2	80969	523725	23
HKW	552498	5836502	45968	521947	29

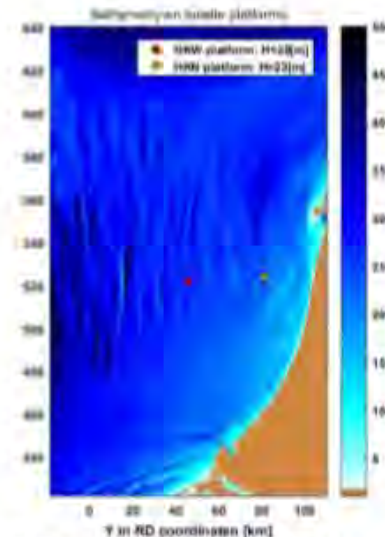
Datum

April 2018

Onze referentie

Blad

2/15



Datum
April 2018

Onze referentie

Blad
3/15

Figuur 1: gebruikte Bathymetrische 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 (± 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:

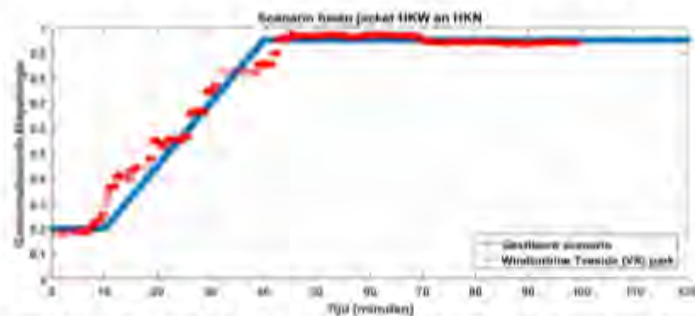
- Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie (= ca. 20% van het volledige vermogen van de hei-hamer) en frequentie geheld ('soft start').
- In de daaropvolgende ca. 30 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95%).
- Na deze 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

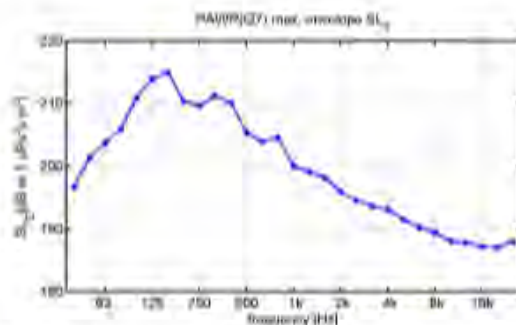
Figuur 2 geeft de genormaliseerde klapenergie weer als functie van de tijd.



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 $1 \mu Pa^2 s m^2$.



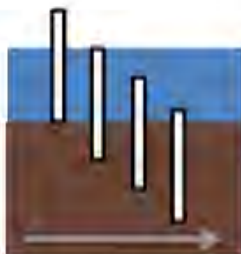
Datum:
April 2018
Onze referentie:

Blad:
5/15

Figuur 3: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octave) 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 groter¹ zijn. Bij gebrek aan meetgegevens bij deze hogere heil-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 "worst-case" vanuit gegaan dat de paal gedurende de gehele heil-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

¹ De toename van de energie met een factor komt overeen met een toename van het energieniveau met $10 \log_{10}(1000/800) \approx 3$ 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.

Datum
April 2018

Onze referentie

Blad
5/15

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 ³
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Zeewater geluidsnelheid	1490 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m ³
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:

- 0 m/s, als 'worst case';
- 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 heipaai 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',

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

Blad
7/15

Tabel 3: In deze studie gehanteerde drempelwaarden en zwemsnelheden voor bruinvissen en zeehonden

	bruinvis	zeehond
Vermijding	$SEL_{SS} > 140 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	$SEL_{SS,W} > 145 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$
TTS-onset	$SEL_{CUM} > 164 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	$SEL_{CUM,W} > 171 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$
PTS-onset	$SEL_{CUM} > 179 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	$SEL_{CUM,W} > 186 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$
Zwem snelheid	3,4 m/s (12,2 km/u).	4,9 m/s (17,6 km/u)

9 Berekeningen 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_{SS} (bruinvis) en $SEL_{SS,W}$ (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^2) 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^2]	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_{SS} boven de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt. Vanaf het moment dat de ontvangen SEL_{SS} beneden de drempelwaarde voor vermijdingsgedrag valt blijven de dieren stationair. De SEL_{CUM} hangt daarmee af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien.

In appendix C zijn de grafieken opgenomen waaruit de effectafstanden voor vermijding en fysiologische effecten kunnen worden afgelezen. Deze figuren tonen de berekende geluidsblootstelling (SEL_{SS} en SEL_{CUM}) als functie van de afstand van het dier tot de heipaai. 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_{CUM} 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			
Dier	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.

Datum
April 2018
Onze referentie

Blad
8/15

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 helpaal 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

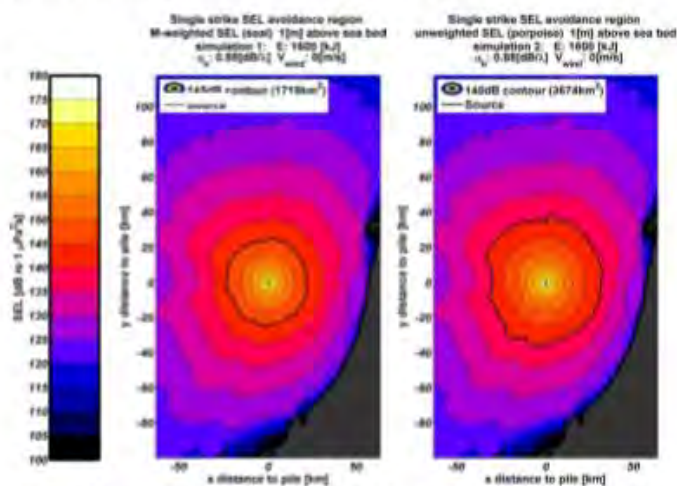
Weston 1976, 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483

A. Enkele geluidverspreidingskaarten (enkele klap)

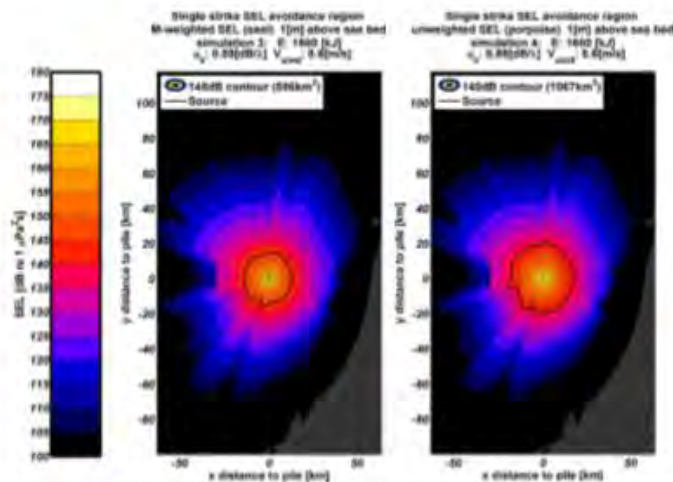
Datum
April 2018

Onze referentie

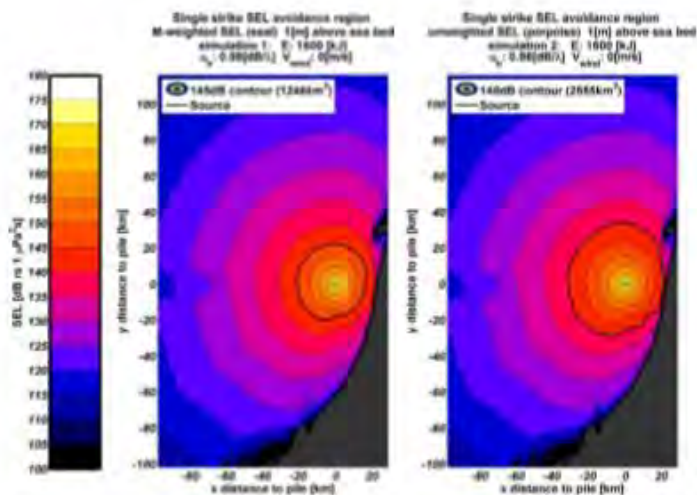
Blad
10/15



Scenario 1: (1600 kJ, wind 0 m/s, HKW): berekende verdeling van de SEL_{ss} 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.



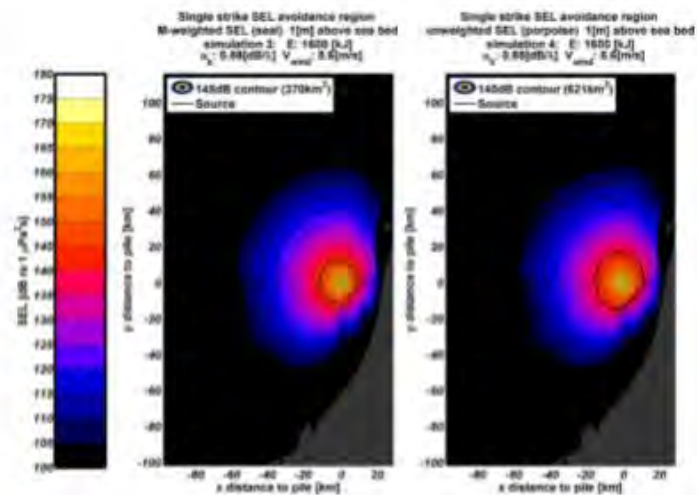
Scenario 2: (1600 kJ, wind 8,6 m/s, HKW): berekende verdeling van de SEL_{ss} met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')



Datum
April 2018
Onze referentie

Blad
11/15

Scenario 3: (1600 kJ, wind 0 m/s, HKN): berekende verdeling van de SEL₁₁ met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')



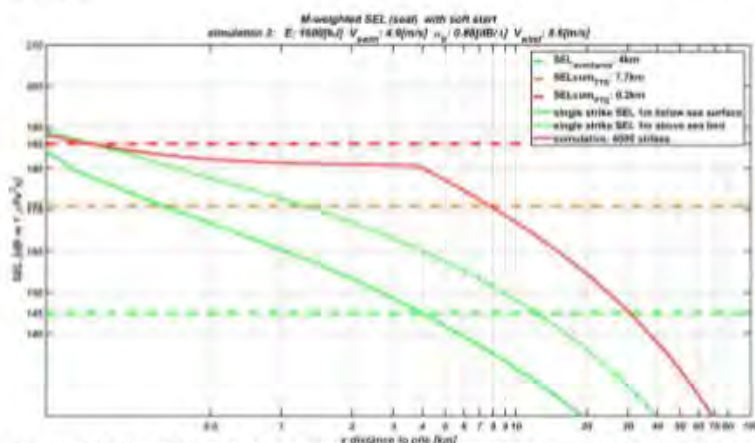
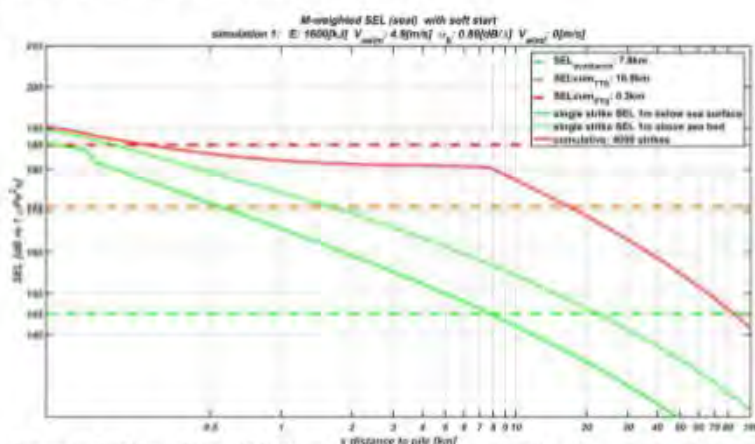
Scenario 4: (1600 kJ, wind 8,6 m/s, HKN): berekende verdeling van de SEL₁₁ met vermijdingscontour voor zeehonden (gewogen, links) en bruinvissen (ongewogen, rechts). (zie verder 'scenario 1')

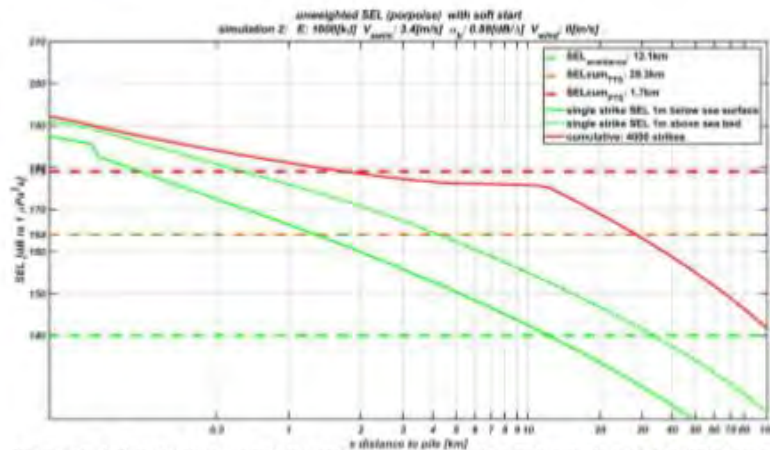
B. Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)

Datum
April 2018

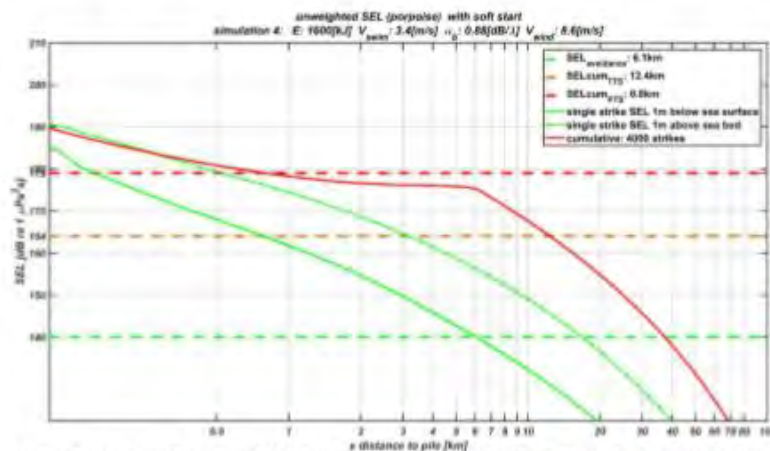
Onze referentie

Blad
12/15





Scenario 7 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL_{ss} op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

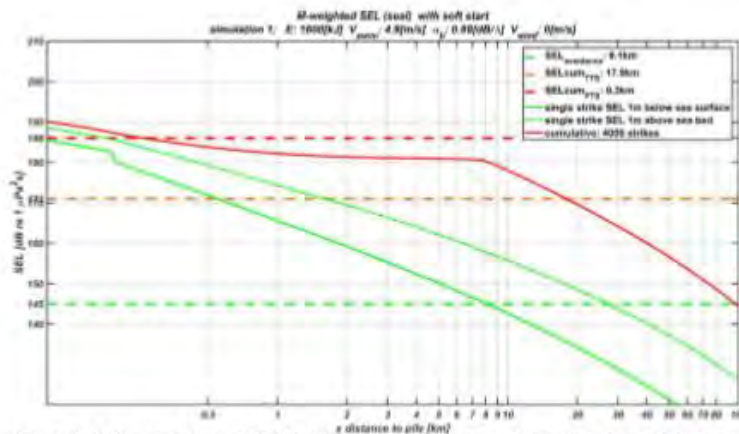


Scenario 8 (Diepte 23 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL_{ss} op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

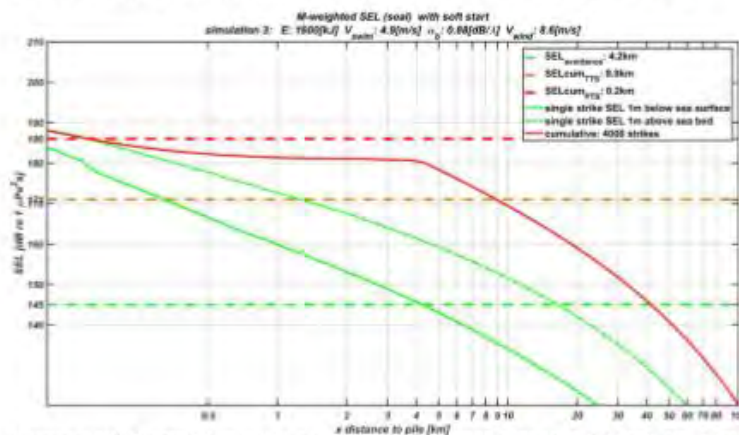
Datum
April 2018

Onze referentie

Blad
13/15



Scenario 9 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL_{8,3} op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

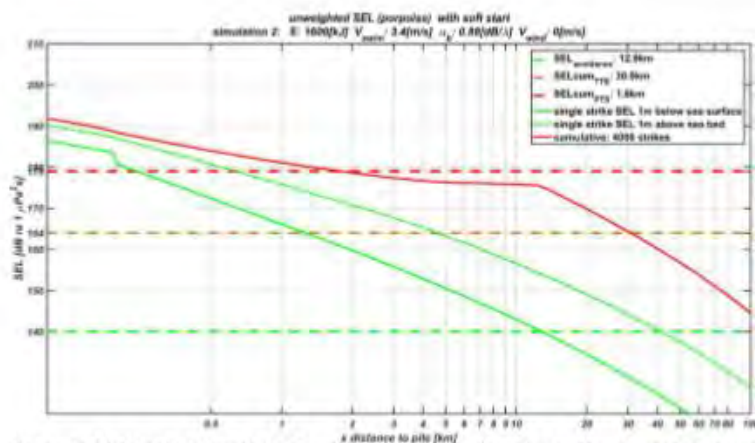


Scenario 10 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, zeehonden): berekende verdeling van de SEL_{8,3,W} op twee dieptes en de SEL_{CUM,W} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

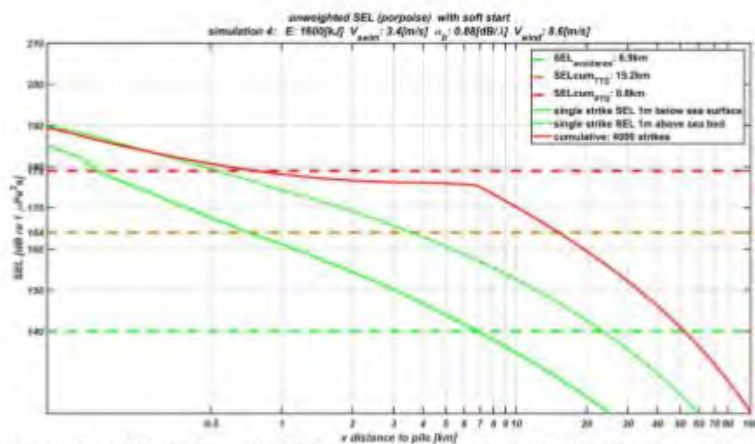
Datum
April 2018

Onze referentie

Blad
14/15



Scenario 11 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 0 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL_{ss} op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)



Scenario 12 (Diepte 29 m, 1600 kJ, wind 8,6 m/s, bruinvissen): berekende verdeling van de SEL_{ss} op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij Scenario 5)

Datum
April 2018

Onze referentie

Blad
15/15

COLOFON

SOORTBESCHERMINGSTOETS NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN HOLLANDSE KUST
(WEST ALPHA)

KLANT

TenneT

AUTEUR

Belinda J. Kater
Arjen Goutbeek
Folkert Volbeda

PROJECTNUMMER

C05057.000084

ONZE REFERENTIE

079819010 0.19

DATUM

1 Augustus 2018

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com