Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening 2
Bijlage VII Activiteitenbeschrijving natuurtoetsen (deel A) 28
Bijlage VII-A Passende Beoordeling 80
Bijlage VII-B Soortenbeschermingstoets 361
Bijlage VII-C Watertoets 560
Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee 690
Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid 699
Bijlage VII-F Slibmodeleerstudie 711
Bijlage VIII-A Natuurnetwerk Nederland toets 739
Bijlage VIII-B Effecten van EMV op land 745
Bijlage X-A Bureauonderzoek Archeologie op zee 751
Bijlage X-B Bureauonderzoek Archeologie op land 819
Bijlage X-C Inventariserend veldonderzoek op zee 862
Bijlage XI-A Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten 977
Bijlage XI-B Nautical Risk Assesment 1004
Bijlage XII-A Stabiliteit Waterkering 1030
Bijlage XII-B Externe veiligheidsstudie 1040
Bijlage XII-C Elektromagnetische velden studie 1051
Bijlage XII-D Trefkansanalyse 1066

Net op zee Nederwiek 2

Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening Maasvlakte



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
1.1 Voornemen werkzaamheden 2
1.2 Leeswijzer 3
2 Werkwijze 4
2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie 4
2.2 Berekening debiet en invloedsgebied 17
3 Resultaten 19
3.1 Uitgangspunten berekening 23
Colofon 25

1 Inleiding

Om het effect op de omgeving van eventueel benodigde bemalingen op de Maasvlakte (Net op zee Nederwiek 2) te kunnen bepalen is een indicatieve bemalingsberekening uitgevoerd. In deze bijlage is de uitwerking van deze berekeningen gegeven. Het gaat hierbij om een indicatie van de benodigde bemaling gebaseerd op reeds beschikbare informatie over de ondergrond en grondwaterstanden. Bij de inschatting is uitgegaan van een worst-case benadering.

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

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

1.1 Voornemen werkzaamheden

Op de Maasvlakte worden de kabels in open ontgravingen en boringen aangelegd. Vanaf de zuidwestzijde komt de kabel van zee aan land. Bij de kruising van toekomstig spoor en wegen wordt de kabel aangelegd door middel van boringen. De overige delen van het tracé worden aangelegd door middel van open ontgravingen. De gelijkstroomkabel loopt van het strand onder de dijk door met een boring naar het converterstation waar het laatste deel middels open ontgraving wordt aangelegd (ontwateringsdiepte 1,6 m-mv). De kabels worden in segmenten aangelegd. De verbinding van kabelsegmenten wordt via een mofput gerealiseerd. De intrede- en uittredelocaties van gestuurde boringen, de open ontgravingen en de mofputten worden onder het maaiveld aangelegd. Vaak is verlaging van het grondwater nodig voor deze werkwijze.

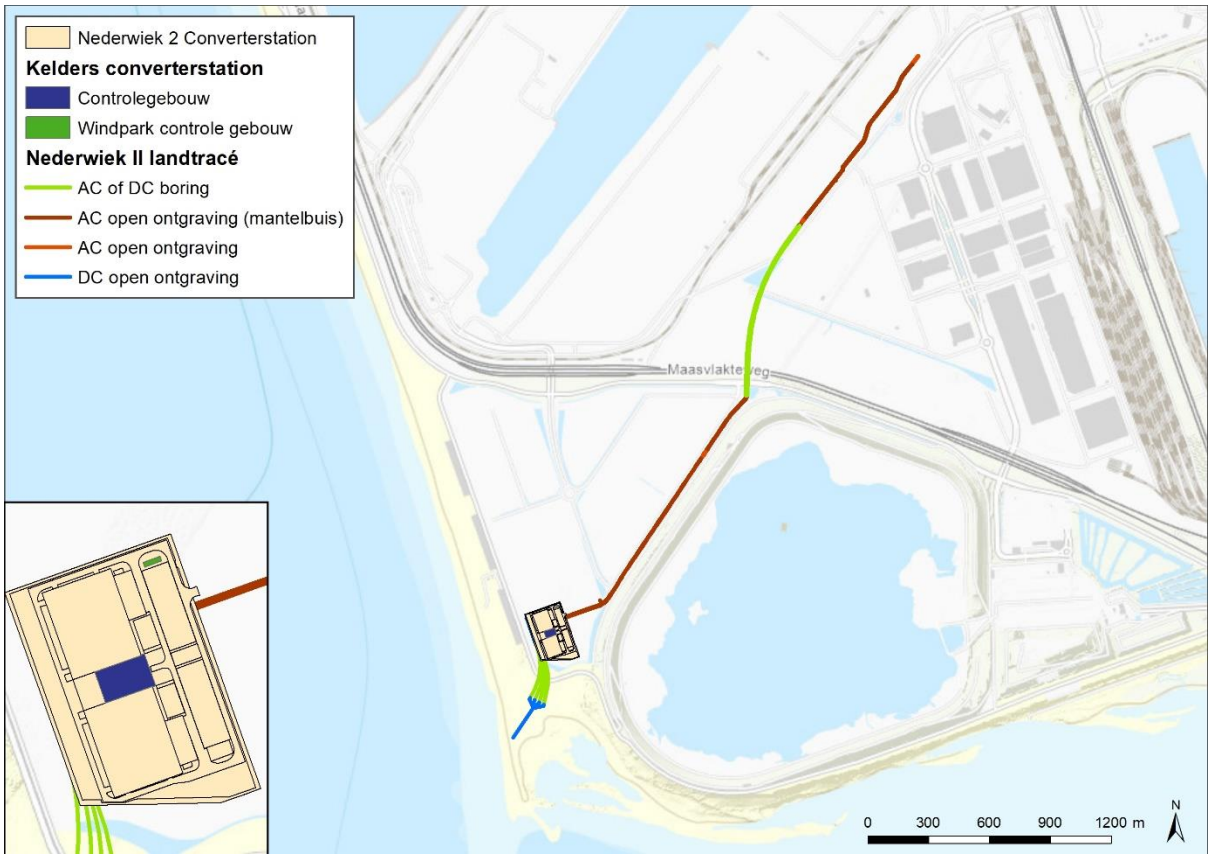
Bij de aanlanding (DC, blauw segment in Figuur 1-1) wordt het tracé in een open ontgraving zonder bemaling aangelegd. Een optie is de toepassing van een methode middels ‘interdial trencher’ in verband met een damwandconstructie. De rest van de verbinding tot aan het converterstations wordt met boringen gerealiseerd. Voor deze is eveneens geen bemaling nodig.

Bij het converterstation wordt onder het controlegebouw en *third-party building* een kelder gebouwd. De aanlegdiepte is 3,5 m-mv (vanaf opgehoogd maaiveld van NAP +6,5 m). De bemalingsdiepte is 30 cm onder de aanlegdiepte (3,8 m-mv of NAP +2,7 m). De bemaling van de kelder onder het controlegebouw is 3 maanden ingeschakeld. De bemaling van de kelder onder het *third-party* building is 6 weken ingeschakeld. De bemaling is berekend met de cumulatie van twee kelders omdat dit het worst-case scenario is. Er is een kans dat er maar één kelder aangelegd gaat worden.

Vanaf het converterstation loopt het wisselstroomtracé met een open ontgraving ten noorden langs de Slufter, waar het de Prinses Maximaweg en Maasvlakteweg passeert met boringen. De laatste

kilometer naar het 380kV-station[1] en het stuk onder de converterstations wordt via een open ontgraving gerealiseerd. De ontwateringsdiepte voor de open ontgravingen is 2,4 à 3,5 m-mv. Dit is gelijk aan de ontgravingsdiepte. De open ontgravingen zijn sleuven van 9,5 à 11,3 m breed. In Figuur 1-1 is de locatie van de open ontgravingen en boringen weergegeven.

De mofputlocaties op land passen binnen het ruimtebeslag van de werkterreinen. De locaties van de mofputten zijn nog onbekend. Er is aangenomen dat de mofputten tegelijk met en binnen de stroken van de open ontgravingen aangelegd worden.



Figuur 1-1 Kabeltracé en converterstation voor Net op zee Nederwiek 2 op de Maasvlakte.

1.2 Leeswijzer

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

[1] Het 380kV-hoogspanningsstation wordt in dit indicatieve bemalingsadvies niet meegenomen.

2 Werkwijze

De volgende stappen zijn doorlopen:

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

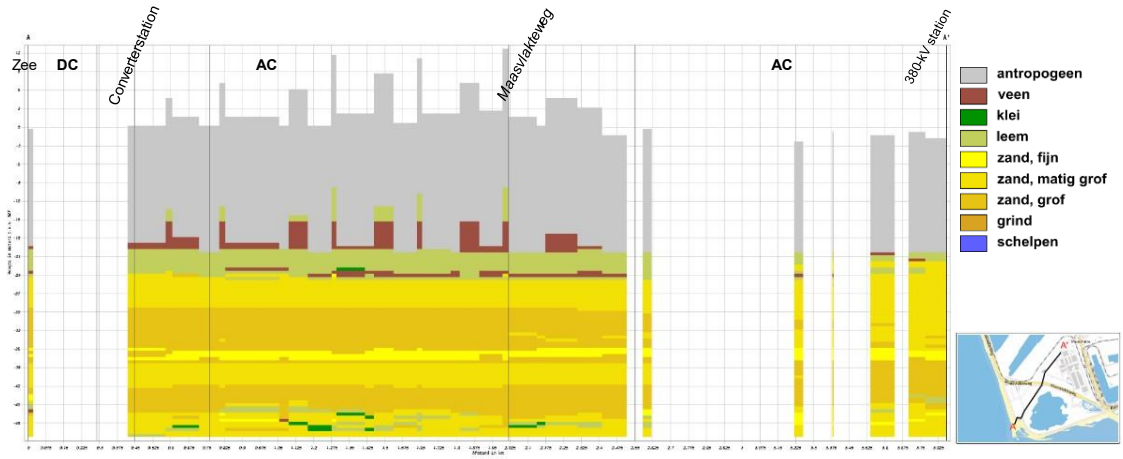
In paragraaf 2.1 is de bodemopbouw beschreven. In paragraaf 2.2 is de berekeningsmethodiek toegelicht en in paragraaf 3 zijn de in de berekening gehanteerde randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven.

2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie

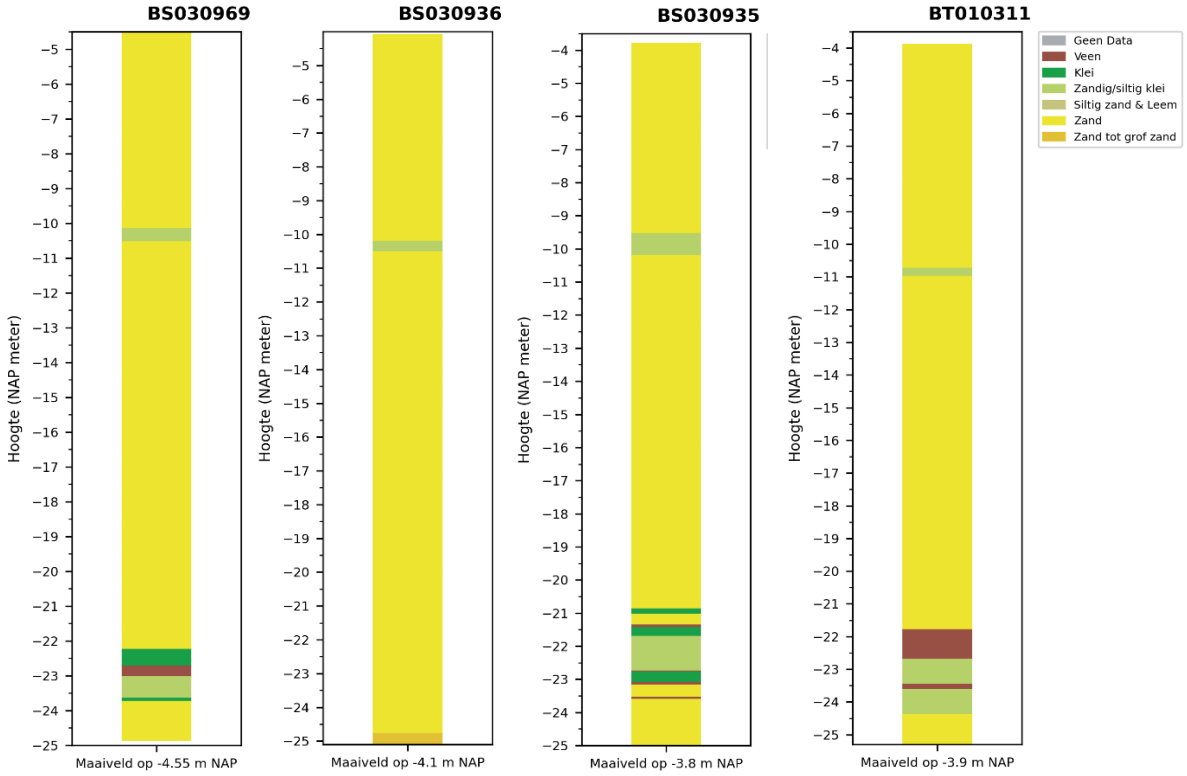
Opbouw ondergrond
Op basis van de kaart 'meest waarschijnlijke lithologie klasse' van GeoTOP v1.4 (Figuur 2-1, Dinoloket), de boringen in Dinoloket (Figuur 2-2) en de uitgevoerde boringen en sondering door Antea Group (mei 2021) is de ondergrond voor het gebied nabij het converterstation en de open ontgravingen onderzocht. De locaties van het grondonderzoek van Antea zijn weergegeven in Figuur 2-3. In Tabel 2-1 en Tabel 2-2 zijn de resultaten van dit onderzoek voor de noordelijke open ontgravingen weergegeven. Op basis van deze bronnen is voor de berekening uitgegaan van de waarden zoals opgenomen in Tabel 2-2.

Gezien de diepte van de werkzaamheden (3,5 m-mv voor de kelder en 2,4 à 3,5 m-mv voor de open ontgravingen[2]) en de benodigde verlaging van de grondwaterstand (3,8 m-mv voor kelder en 2,4 à 3,5 m-mv voor kabeltracé[2]) is bij de indicatieve bemalingsberekeningen de bovenste zandlaag van de ondergrond (0 - 30 m-mv/NAP-20 m) als de watervoerende laag aangehouden.

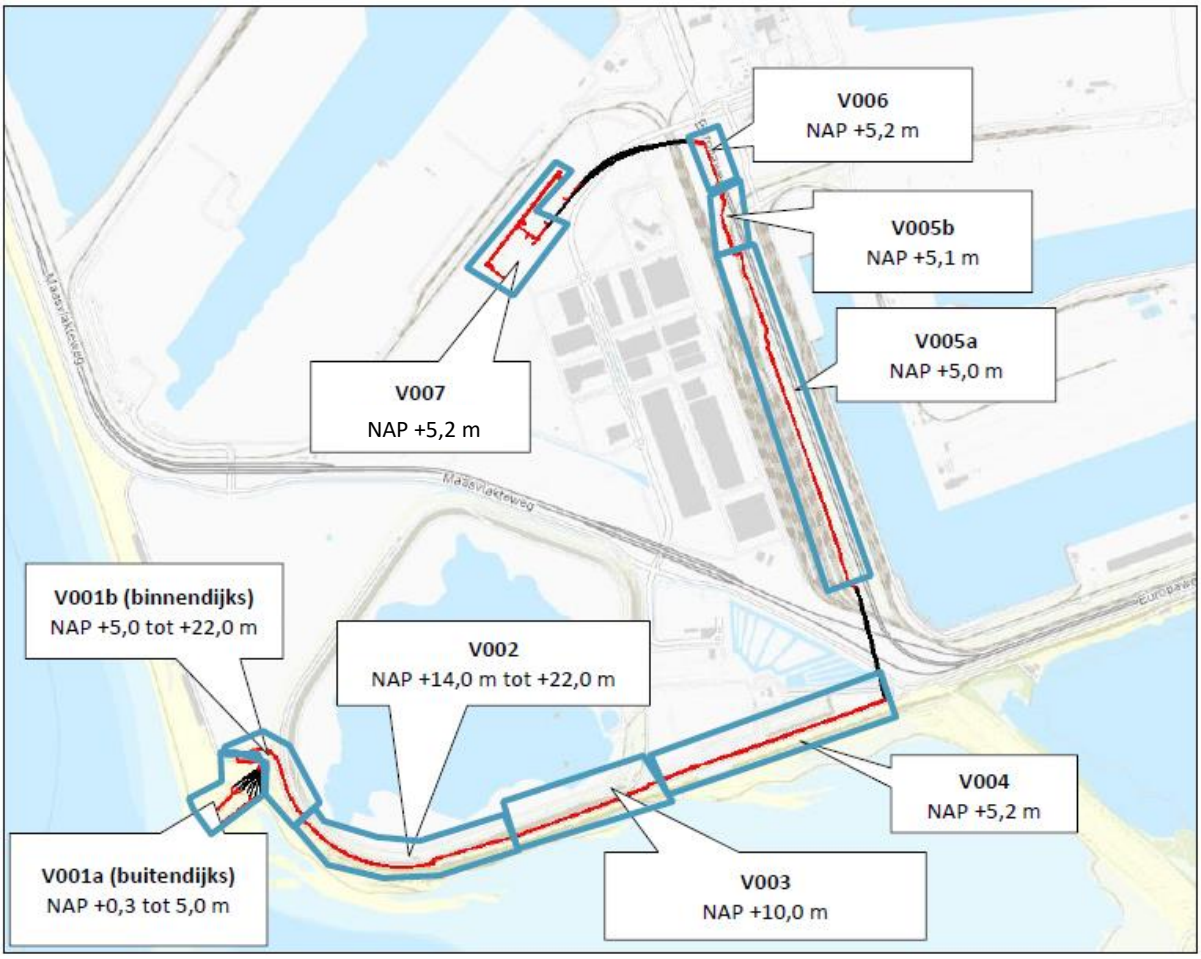
[2] Voor de open ontgravingen op het AC-tracé is het uitgangspunt een ontgravingsdiepte gelijk aan de ontwateringsdiepte (2,4 à 3,5 m-mv). De sleuf heeft een breedte van 9,5 à 11,3 m.



Figuur 2-1 Opbouw van ondergrond van het kabeltracé tot een diepte 60 m (NAP-50 m) vanuit aanlanding op land via converterstation naar de 380kV-station op de Maasvlakte (BRO GeoTOP v1.4).



Figuur 2-2: Boorprofielen op een aantal plekken bij het landtracé van Net op zee Nederwiek 2 vanaf het converterstation (BS030969) tot Maasvlakteweg (BT010311). De boringen zijn in de periode 1983-1985 uitgevoerd, waardoor de 'maaiveldhoogte' rond NAP-5 m ligt (bron: Dinoloket). Dit was de bodemhoogte van de Noordzee voordat de Maasvlakte werd gerealiseerd. Tot de huidige maaiveldhoogte is door de mens opgehoogd met zand.



Figuur 2-3 Kabeltracé met segmenten in grondonderzoek Antea voor Net op zee IJmuiden Ver Beta (mei 2021). Segmenten V001a, V001b en V007 worden gebruikt voor dit indicatief bemalingsadvies.

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

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

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

[1] Betreft gemiddelde maaiveldhoogte op dit tracédeel. Maaiveld op tracédeel verloopt van NAP +0,3 m tot NAP +5,0 m;
[2] Betreft verkende diepte sondering S-1 en S-2.

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

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

[1] Betreft gemiddelde maaiveldhoogte op dit tracédeel. Maaiveld op tracédeel verloopt van NAP +5,0 m tot NAP +22,0 m;
[2] Betreft verkende diepte sondering S-1.

Tabel 2-2 Bodemopbouw volgens boringen en sondering uitgevoerd door Antea Group voorveldstrekking V-007 (mei 2021)

Tabel 2.7: Geschematiseerd bodemprofiel veldwerk veldstrekking V-007

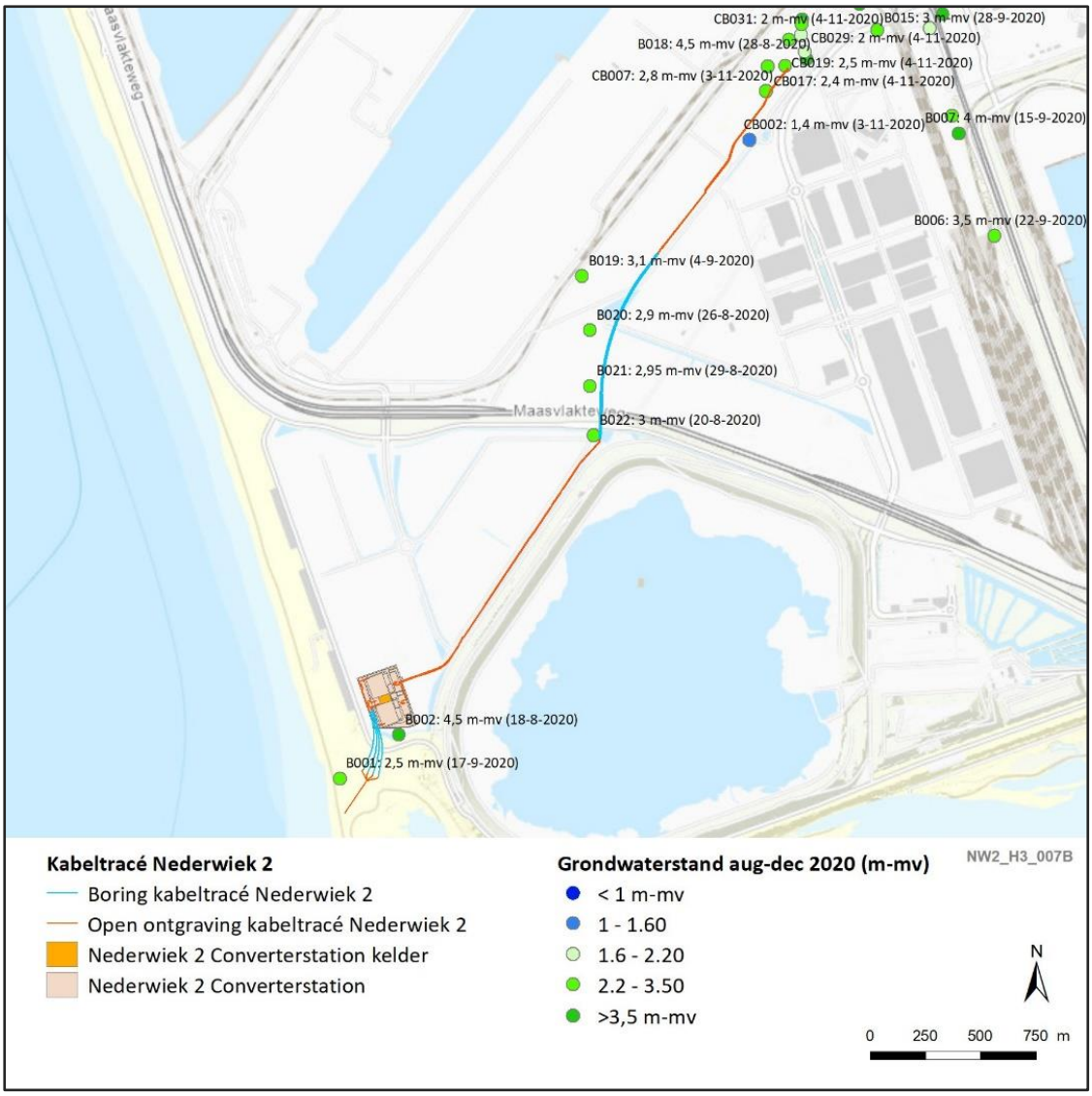
Diepte (m NAP)	Grondsoort	bron
+5,6 tot +1,1[1]	Zand, matig fijn tot zeer grof, enkel veenlaagje	B151 en B157
+1,1 tot -7,0	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele zeer grove zandlaag	MB18 en S-18
-7,0 tot -14,5	Zand, matig fijn tot matig grof, enkele kleilaagjes	
-14,5 tot -17,0	Zand, matig fijn, zeer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

[1]Maximaal verkende diepte handboring B151;
[2]Betreft verkende diepte S-18.

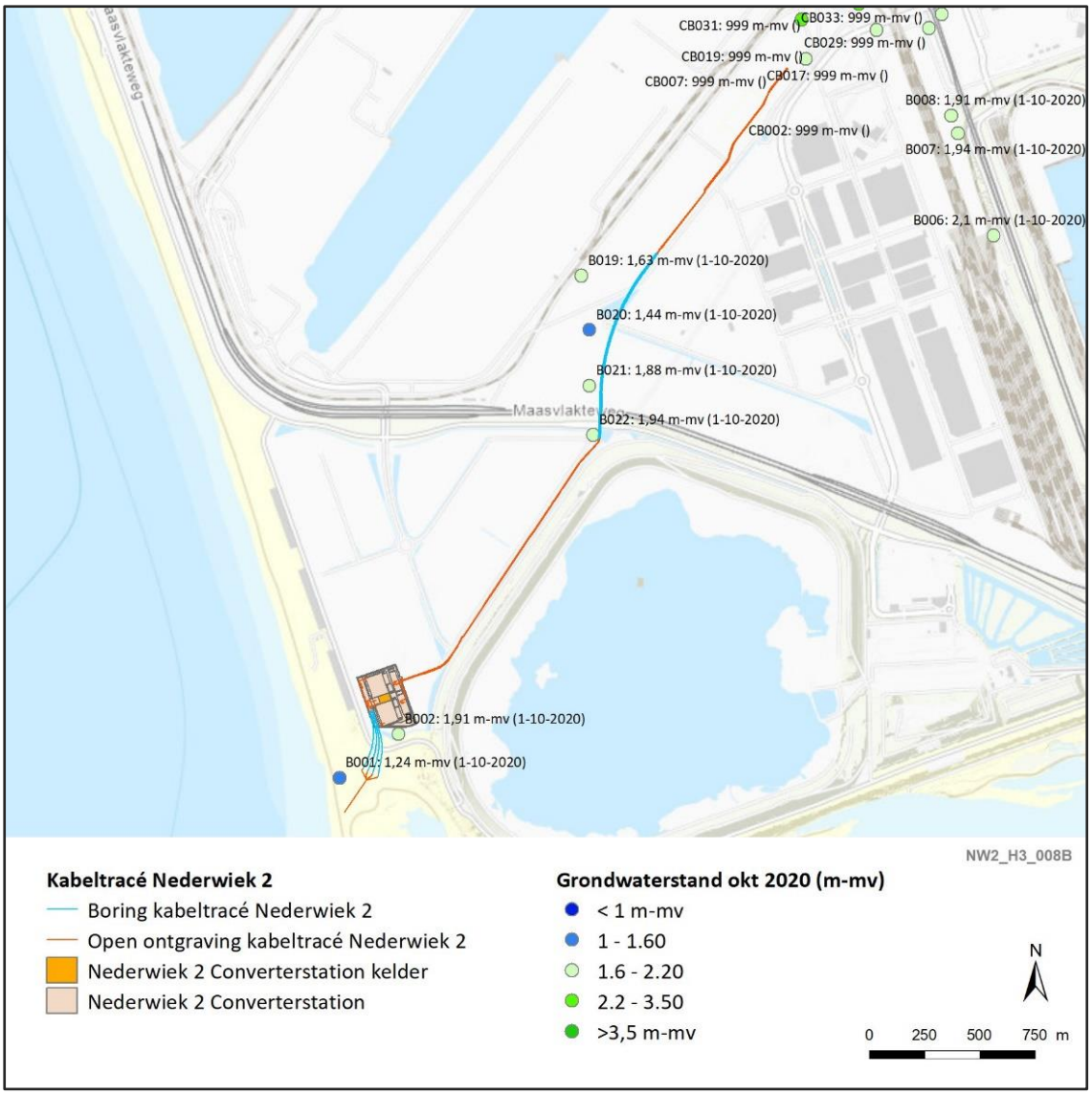
Grondwater

In Dinoloket zijn geen grondwaterstandmetingen beschikbaar. Het uitgangspunt voor het kabeltracé en het converterstation van Net op zee Nederwiek 2 wordt gebaseerd op de meest recente gegevens van de onderzoeken van Antea Group. De volgende onderzoeken hebben plaatsgevonden:

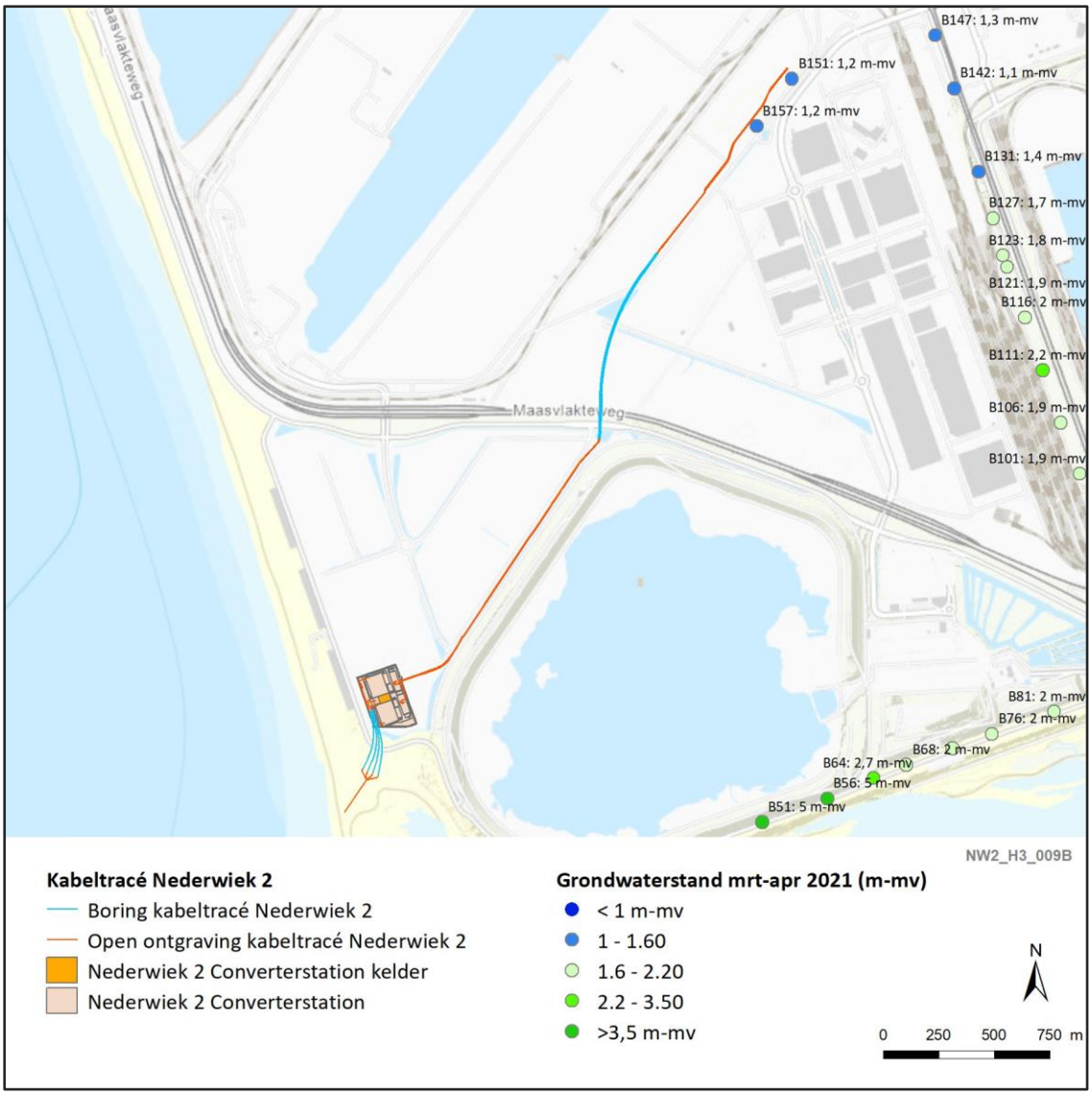
- In de periode augustus-november 2020 is voor het grondmechanisch rapport de grondwaterstand op iedere boorlocatie langs het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta meegenomen (Antea Group, 2020) en op de converterstationslocatie van Net op zee IJmuiden Ver Beta (Antea Group, december 2020). Zie Figuur 2-4.
- De locaties van het grondmechanisch rapport (zie punt hiervoor) zijn in oktober 2020 opnieuw bemeten en opgenomen in een update van het rapport (Antea Group, mei 2021). Deze zijn weergegeven in Figuur 2-5.
- In de periode maart-april 2021 heeft een uitgebreider geohydrologisch onderzoek plaatsgevonden waar de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) zijn opgemeten langs het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta (Antea Group, mei 2021). Deze zijn weergegeven in Figuur 2-6.
- In de periode oktober-november 2021 is bij het aanlandingspunt op het strand extra onderzoek verricht voor het geohydrologisch onderzoeksrapport voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma (Antea Group, februari 2022). Zie Figuur 2-7. Al deze metingen worden, ondanks variatie gedurende seizoen, de meest bruikbare informatie voor inschatting van bemaling geacht.
- In december 2022 is de grondwaterstand met name langs het zuidelijk tracé van Nederwiek 2 ingemeten (20 boringen, geohydrologisch onderzoeksrapport 464270-GHR-NW2-01, d.d. 8 maart 2023).



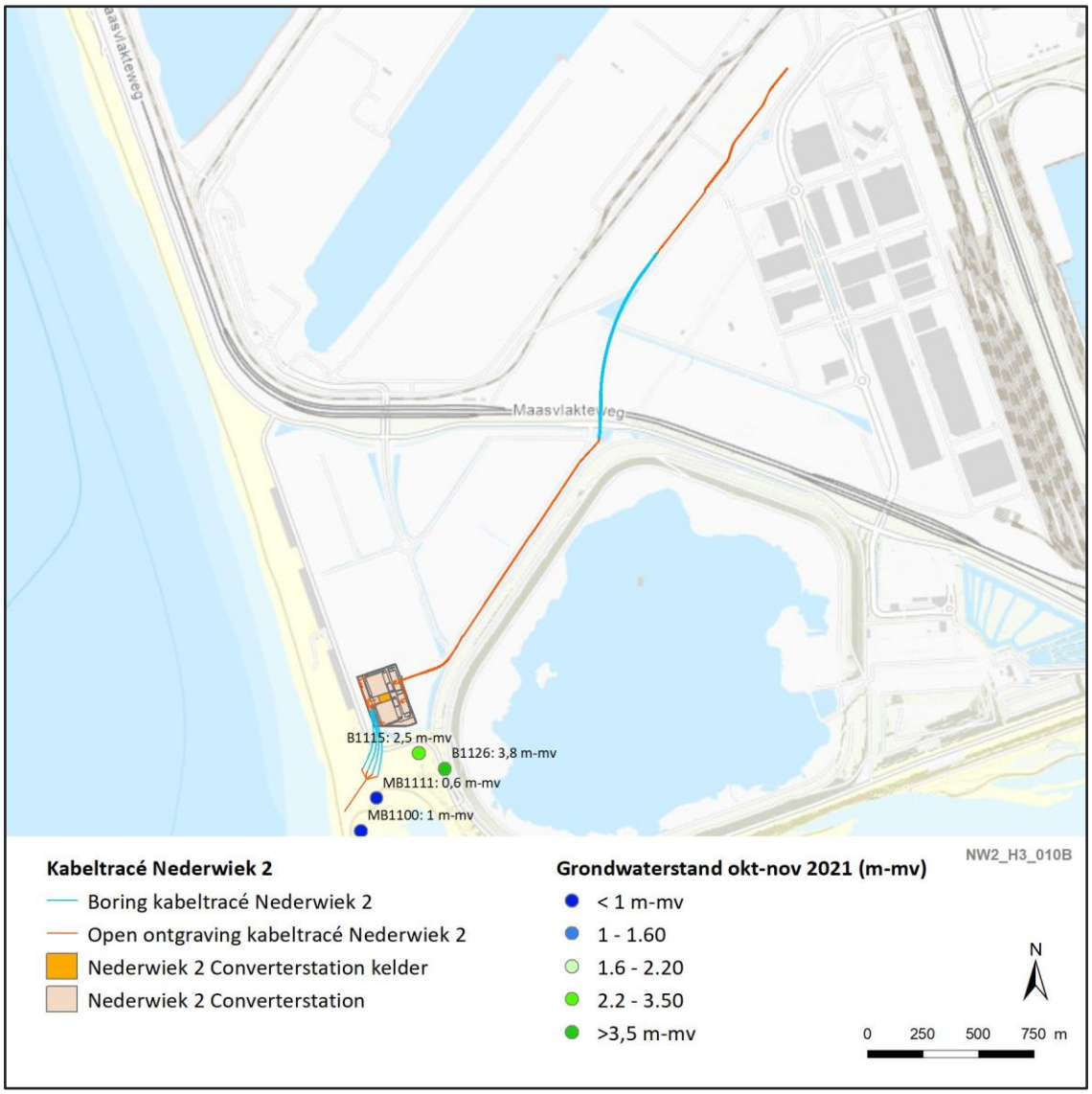
Figuur 2-4: Gemeten grondwaterstanden in m-mv in boringen in de periode augustus-december 2020 (Antea Group, december 2020)



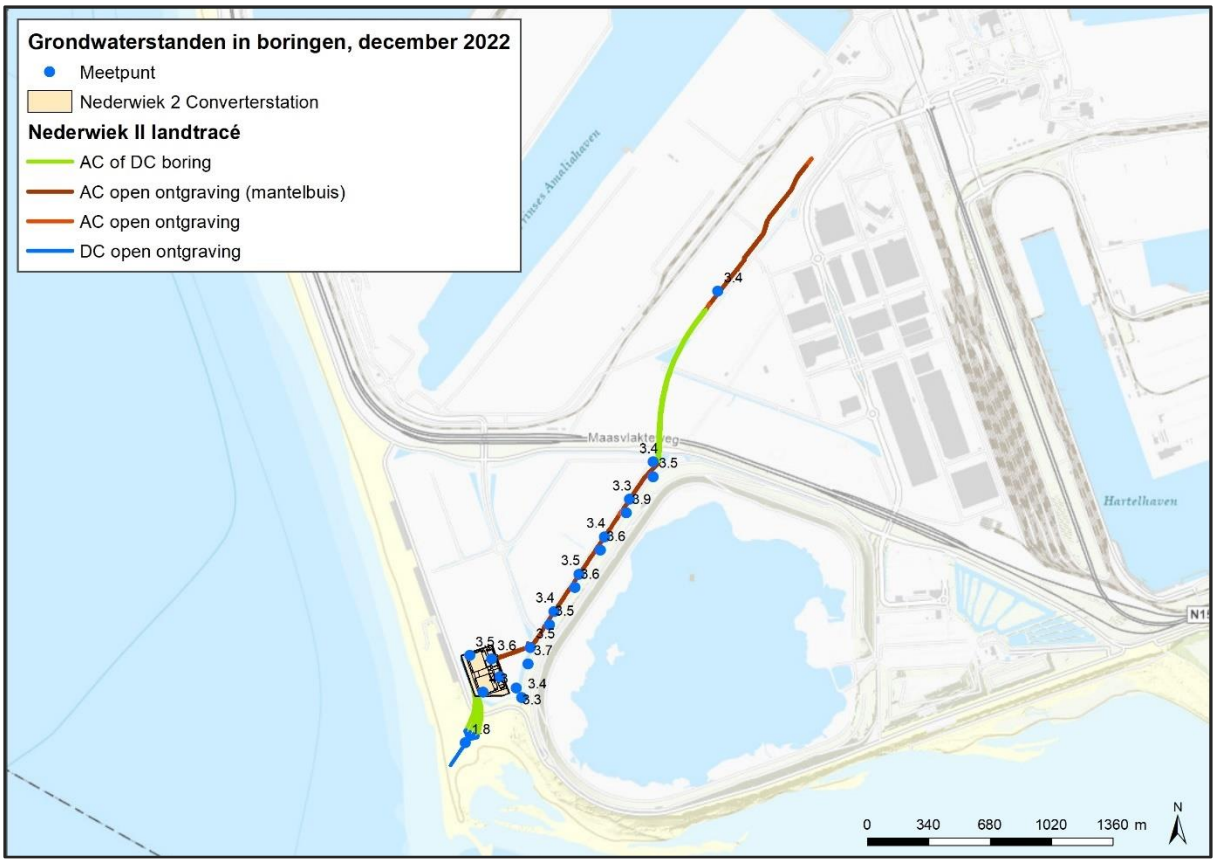
Figuur 2-5: Gemeten grondwaterstanden in m-mv in boringen en peilbuizen met diepe filterstellingen (9-10 m-mv) in de periode oktober 2020 (Antea Group, mei 2021)



Figuur 2-6: Gemeten grondwaterstanden in m-mv in boringen en peilbuizen met ondiepe filterstellingen (2-5 m-mv) in de periode maart-april 2021 (Antea Group, mei 2021)



Figuur 2-7: Gemeten grondwaterstanden in m-mv in boringen en peilbuizen met ondiepe filterstellingen (2-5 m-mv) in de periode oktober-november 2021 (Antea Group, februari 2022)



Figuur 2-8 Gemeten grondwaterstanden in m NAP in boringen en peilbuizen met ondiepe filterstellingen (maximaal 2-4 m-mv) in december 2022 (Antea Group, maart 2023)

Bij de boring B001 (vlak bij zee) is op 17 september 2020 een grondwaterstand rond NAP +0 m gemeten (Figuur 2-4). Dit komt overeenkomt met het gemiddelde zeewaterniveau (2,5 m-mv bij een maaiveldhoogte van NAP +2,5 m, boring, filterstelling onbekend). In Figuur 2-5 is op 12 oktober 2020 een grondwaterstand van NAP +1,31 m (1,2 m-mv) aanwezig met een filterstelling op 9 tot 10 m-mv. Uit de metingen in oktober-november 2021 blijkt dat de grondwaterstand in de buurt van het aanlandingspunt net onder/op maaiveld ligt. Het gebied wordt niet beschermd door een waterkering en staat bloot aan getijdewerking. Onder normale omstandigheden (geen storm) komt het verhoogd water tot NAP +2,2 m in dit deel van de kust.

In Figuur 2-9 is de maaiveldhoogte bij het aanlandingspunt weergegeven. Er komt geen mof, de zeekabel wordt rechtstreeks doorgetrokken naar het converterstation. Deze locatie is onder invloed van de zee waardoor deze kan veranderen.

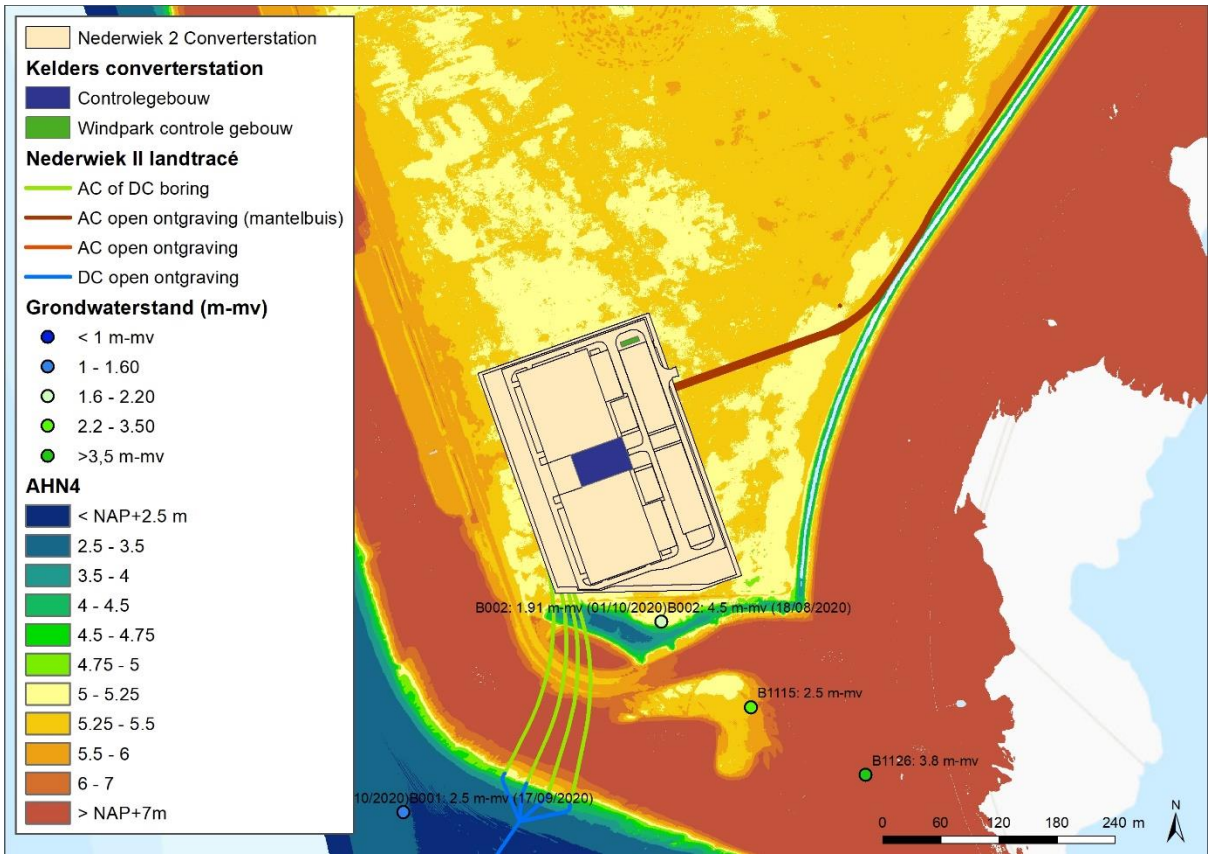
Door de nabijheid van de zee, waarbij het zeeniveau gemiddeld tussen NAP-1 m tot NAP +2,2 m varieert, wordt aangenomen dat het grondwater ook hiertussen varieert. Verwacht wordt dat de grondwaterstand waarschijnlijk reikt tot maaiveld vanwege de buitendijkse ligging. Met een ontwateringsdiepte van 2,2 m-mv wordt aangenomen dat er bemalen moet worden. Op basis de nabijheid van de zee wordt aangenomen dat het grondwaterstand sterk fluceert en dat een bemalingsdiepte van 2 m nodig is.

Geohydrologische parameters per deellocatie

Voor alle deellocaties zijn de bemalingsparameters samengevat in Tabel 2-3 (DC tracé en kelders) en *Tabel 2-4* (AC-tracé). De geohydrologische parameters voor de berekeningen zijn peer deellocatie in de volgende paragrafen beschreven. In de berekeningen wordt meegenomen wat de grondwaterstand is en hoe de ondergrond is samengesteld. De benodigde verlagingen worden bepaald aan de hand van de hoogte van het terrein, eventuele aanpassingen van het maaiveld bij oplevering van de werkzaamheden en de vereiste drooglegging ten opzichte van de terreinhoogte.

Geohydrologische parameters aanlandingspunt (strand)

De grondwaterstanden zijn in de vorige paragraaf beschreven. Vanwege het getij moet men rekenen met hoogwater van NAP +2,20 m. Bij het aanlandingspunt is het maaiveld ca. NAP +2,50 m.
De ondergrond bestaat uit ca. 30 m goed doorlatend zand (k=30 m/dag).



Figuur 2-9 Locatie van aanlanding Net op zee Nederwiek 2 en maaiveldhoogten (zuidwesten Maasvlakte).

Geohydrologische parameters kelder en open ontgravingen op terrein converterstation

Het maaiveld van het converterstation voor Net op zee Nederwiek 2 ligt op dezelfde hoogte als het maaiveld bij de open ontgravingen van het kabeltracé. In Figuur 2-9 is te zien dat het DC-tracé op de locatie van het converterstation een maaiveldhoogte van NAP +5,0 tot NAP +5,5 m heeft.

Het grondwater in deze omgeving ligt tussen de NAP +2,85 m en NAP +3,40 m, blijkt uit enkele metingen. De hoogste waarde wordt aangehouden als de GHG. Dat is 1,9 m -mv. Figuur 2-4 toont een grondwaterstandstand van NAP +1,0 m tot NAP +3,40 m bij boring 002. Op 18 augustus 2020: NAP +1,0 m, op 12 oktober 2020 NAP +2,85 m.

Voor de kelders wordt uitgegaan van de gemiddelde hoogste grondwaterstand van NAP +3,4 m en een opgehoogd maaiveldhoogte van NAP +6,5 m. Het drooglegginsniveau bedraagt 3,8 m-mv (dit is 30 cm onder de ontgravingsdiepte van 3,5 m-mv), of NAP +2,7 m. De grondwaterstandsverlaging bedraagt hiermee 0,7 m.

In onderstaande Tabel 2-3 zijn de gehanteerde geohydrologische parameters voor de kelder van het converterstation weergegeven.

Tabel 2-3 Geohydrologische parameters en waarden bij DC-tracé en bij de kelders van het converterstation

Parameter	DC-tracé / aanlanding	Kelder controlegebouw	Kelder third party gebouw
	Converterstation	Converterstation	Converterstation
k* (doorlatendheid)	30 m/dag	30 m/dag	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m	30 m	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	Nvt****	0,7 m**	0,7 m**
L** (lengte van de sleuf)	ca. 320 m	-	-
r*** (straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd)	-		
ε (porositeit)	0,3	0,3	0,3
T (duur bemaling)	28 d	8 maanden	8 maanden

* Conservatief, gebaseerd op waarden uit onderzoek Antea (mei 2021) en in REGIS II.2 (www.dinoloket.nl)
** Ten opzichte van het opgehoogde maaiveld inclusief een extra verlaging van 0,3 m ten opzichte van bodem kelder van 3,5 m-mv.
*** Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwput tot de rand. Dit is een worstcase benadering, omdat de formule uitgaat van een cirkelvormige put terwijl dat hier rechthoekig is.
****De open ontgraving wordt zonder bemaling gerealiseerd. Eén optie is een 'interdial trencher' i.c.m. een damwandconstructie. De rest van het DC tracé wordt met een boring aangelegd

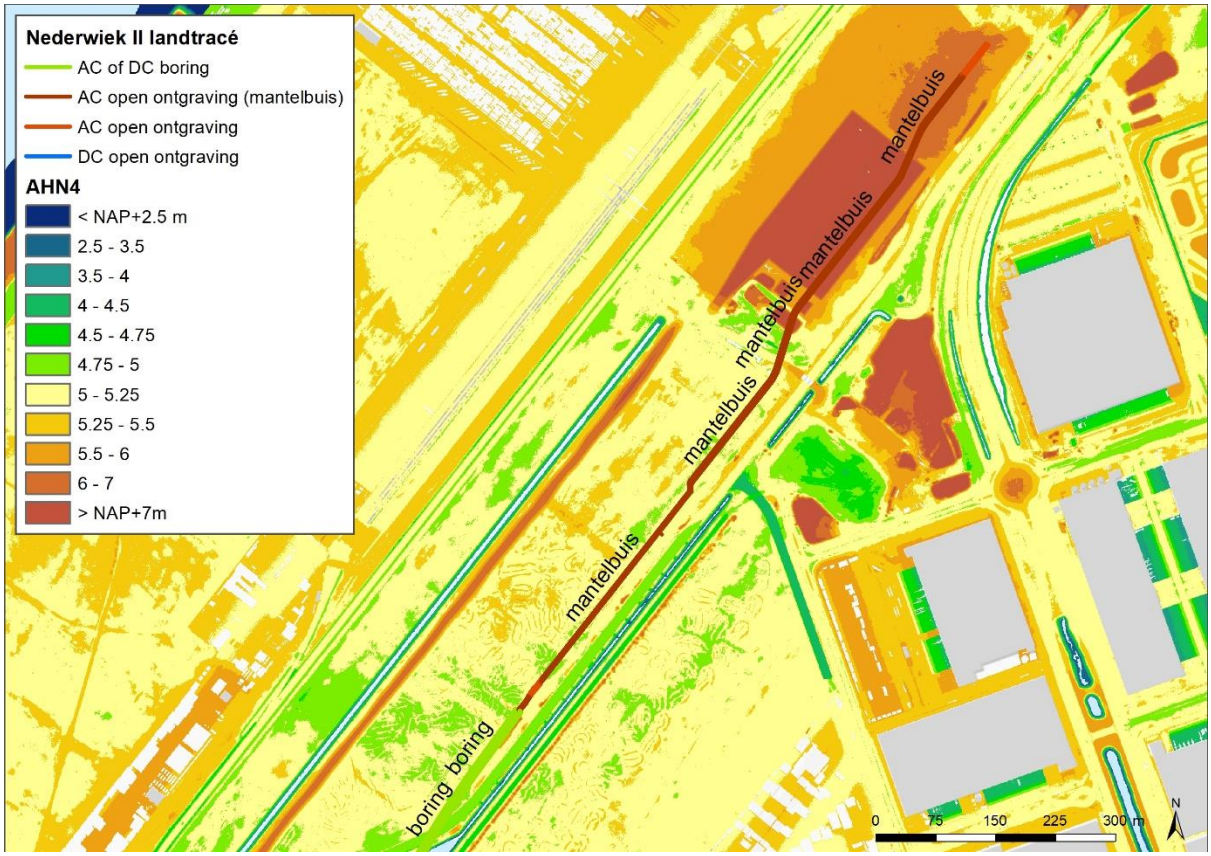
Geohydrologische parameters open ontgravingen AC-tracé

Voor de sleuven van het AC-tracé wordt onderscheid gemaakt tussen het deel langs een watergang van het converterstation tot de Maasvlakteweg (zuidelijk deel) en het deel vanaf de boringen (noordelijk deel).

- Het AC-tracé zuidelijk van de Maasvlakteweg ligt voor een deel op circa 10 m afstand van lokale watergangen. Het waterpeil is hiervan niet bekend, maar is op basis van het AHN4 op NAP +3,9 m geschat. In Figuur 2-8 zijn grondwaterstandsmetingen uit december 2022 van het zuidelijk gedeelte van het AC-tracé opgenomen. Het grondwater staat in deze maand op ca. NAP +3,5 à +3,9 m. Met een maaiveldhoogte rond NAP +5,5 m is dit een grondwaterstand van maximaal 1,6 m-mv. Met een ontwateringsdiepte van 3,5 m-mv op het deel zuidelijk van de Maasvlakteweg resulteert dit in een vereiste grondwaterstandsverlaging van (maximaal) 1,9 m.
- Boringen B157 en B151 nabij de converterstations van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma laten in april 2021 een GHG op NAP +3,9 m (1,2 m-mv) zien. De boringen die voor het converterstation van Net op zee IJmuiden Ver Beta is uitgevoerd laten in november 2020 een grondwaterstand zien van NAP +3,75 m (1,4 m-mv) op het lagergelegen stuk (maaiveld van NAP +5 m, groen tot geel in onderstaand figuur), en tussen NAP +3,3 m en NAP +3,6 m (2,4 tot 2,8 m-mv) op het hoger gelegen stuk bij het converterstation van Net op zee IJmuiden Ver Beta (maaiveld van NAP +6 m, oranje / rode gedeeltes in onderstaande plaatje). Met een maximale grondwaterstand van 1,4 m-mv en een ontwateringsdiepte van

2,4 m-mv op het deel noordelijk van de Maasvlakteweg resulteert dit in een vereiste grondwaterstandsverlaging van (maximaal) 1,2 m.

- Er wordt aangenomen dat op het gehele noordelijke AC-tracé vanaf de boring onder de Maasvlakteweg 1,2 m verlaging van de grondwaterstand via bemaling nodig is. Dit is voor het hoger gelegen stuk vanaf een maaiveld van ca. NAP +5,25 m een conservatieve inschatting.



Figuur 2-10 Maaiveld in het oostelijke AC-tracé

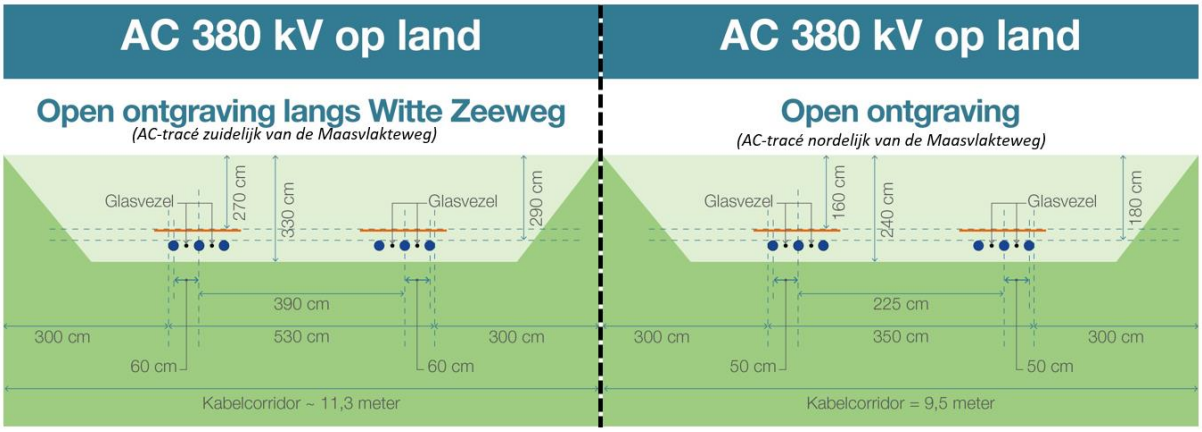
Tabel 2-4 Geohydrologische parameters en waarden bij de open ontgravingen

Parameter	**AC-tracé**	**AC-tracé**
Locatie	Converterstation – Maasvlakteweg (langs watergang, Witte Zeeweg)	Boring – tot aan converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta
k* (doorlatendheid)	30 m/dag	30 m/dag
H (dikte watervoerend pakket)	30 m	30 m
h (verlaging grondwaterstand)	1,9 m	1,2 m
L (lengte van de sleuf)	1400 m (opgeknipt in een tracé van 1200 en 200 m)	600 m
B (breedte van de sleuf)	11,3 m	9,5 m
μ (Bergingscoëfficiënt)	0,3	0,3
T (duur bemaling)	28 d	28 d

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

Dwarsdoorsnedes sleuven AC-tracé zuidelijk en noordelijk van de Maasvlakteweg

De verlaging van de grondwaterstand in *Tabel 2-4* en beschreven bij de geohydrologische parameters is gebaseerd op de nodige ontgravingsdiepte per gedeelte van het AC-tracé. De schematische dwarsdoorsneden van het AC-tracé weergegeven in *Figuur 2-11* zijn uitgangspunt voor de ontgravingsdieptes. Deze ligt maximaal 60 cm onder de bovenkant van de kabels, zie de rechter dwarsdoorsnede (noordelijk van de Maasvlakteweg) met een bovenkant van de kabels op 1,8 m-mv en de ontgravingsdiepte van de sleuf op 2,4 m-mv. Deze maximale ontgravingsdiepte ten opzichte van de ligging van de kabels is aangehouden voor het gehele tracé. Dit resulteert in een ontgravingsdiepte van 3,5 m-mv voor het AC-tracé zuidelijk van de Maasvlakteweg en 2,4 m-mv voor het AC-tracé noordelijk van de Maasvlakteweg, zoals weergegeven in *Tabel 2-4*.



Figuur 2-11 Schematische dwarsdoorsnedes van de open ontgravingen zuidelijk & noordelijk van de Maasvlakteweg

2.2 Berekening debiet en invloedsgebied

Open ontgravingen

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

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

Waarin:

Q_0 = Bemalingsdebiet voor de lengte L van het tracé [m²/d];
μ = Bergingscoëfficiënt [-];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
D = De dikte van watervoerend pakket [m];
t = De tijd die de bemaling duurt [d];
L = sleuflengte [m];
h = Grondwaterstandsverlaging [m]

Het invloedsgebied is bepaald met de formule van Ernst:

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

Waarin:

$h(x)$ = Grondwaterstand verandering op afstand x [m];
h_0 = Grondwaterstandverandering ter plaatse van de bemaling [m];
x = Afstand tot aan de bemalingslocatie;
μ = Bergingscoëfficiënt [-];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
D = De dikte van watervoerend pakket [m];
t = De tijd die de bemaling duurt [d].

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

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

Waarin:
Q = Bemalingsdebiet - stationair [m^3/d];
k = De doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
H = De dikte van het watervoerend pakket [m];
h = De verlaging van de grondwaterstand [m];
r = de straal afstand waarbinnen de verlaging moet worden gerealiseerd;

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

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

Waarin:
T = duur van de bemaling [d];
ε = Porositeit [-].

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

Deze formule gaat uit van een volkomen bron (de onttrekking reikt tot aan de onderkant van het watervoerend pakket). Dit zal in het echt niet het geval zijn aangezien het watervoerend pakket erg dik is: dan wordt gesproken van een onvolkomen bron. De formule benadert voor deze situatie een worst case situatie, want in zijn algemeenheid kan worden gesteld dat het debiet van onvolkomen bronnen lager ligt dan bij volkomen bronnen
(bron: Fraanje (1974), zie website: http://www.grondwatertoolbox.nl/media/references/1.1.3.forcheimerfraanjep99101_onvolkomen.pdf).

3 Resultaten

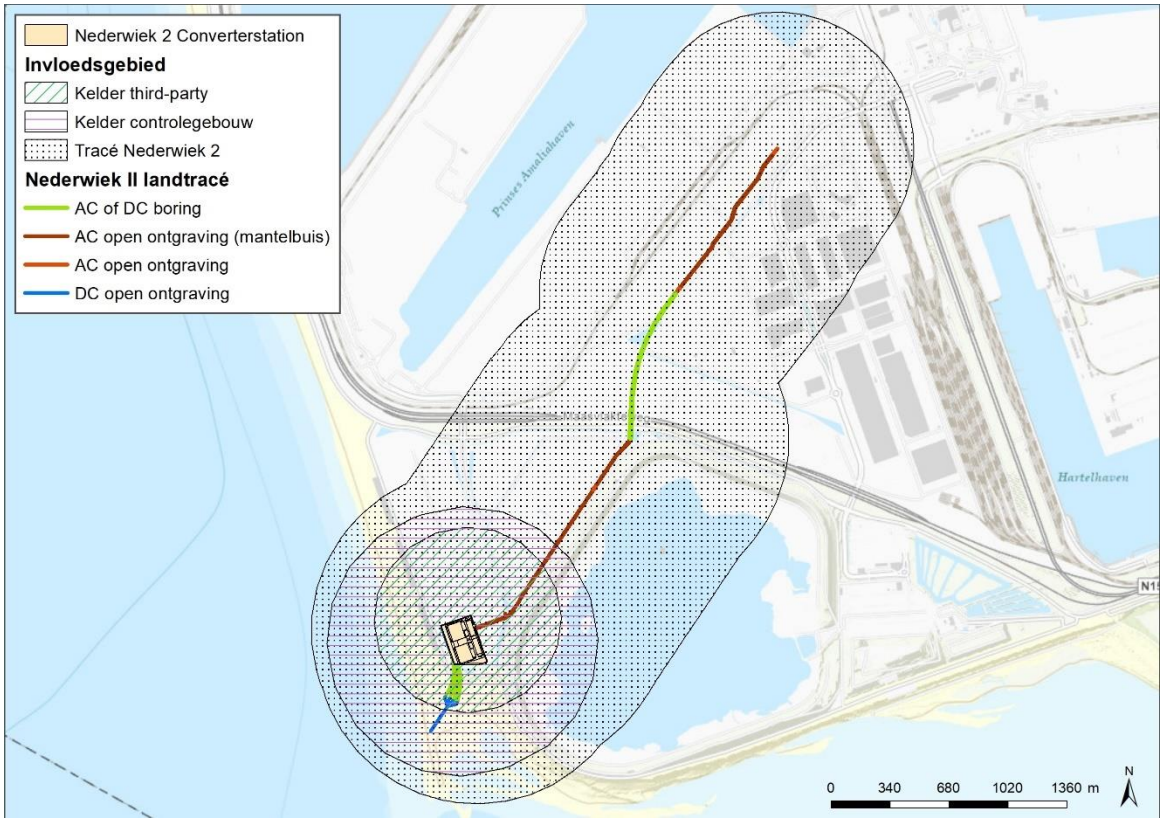
Voor elk los onderdeel (ontgravingstraject of boorlocatie) van het voornemen is aan de hand van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) de gewenste grondwaterstandverlaging bepaald. De benodigde verlaging is gebruikt in combinatie met de in paragraaf 3 beschreven uitgangspunten en formules. Het resultaat hiervan is een schatting van het bemalingsdebiet, het waterbezwaar (totaal af te voeren water vanuit de bemaling) en invloedsgebied m.b.t. de grondwaterstanden. In de onderstaande tabel is het berekende waterbezwaar en het invloedsgebied weergegeven voor de Maasvlakte. In Figuur 3-1 is het invloedsgebied weergegeven.

Het invloedsgebied is analytisch bepaalt. Geen rekening wordt gehouden met de aanvulling van de verlaging door aanwezig oppervlaktewater. Daarom overlappen de invloedsgebieden in het figuur met de zee, de Slufter, en sleuven zoals langs de Witte Zeeweg. In praktijk zal hier geen verlaging optreden. Om consistentie met de rekenmethode te waarborgen zijn de resultaten echter zoals deze zijn berekend (*as is*) weergegeven.

Tabel 3-1 Resultaten indicatieve bemalingsberekening van sleuven van het AC-tracé, en kelder onder controle gebouw (afgeronde hoeveelheden)

Onderdeel	**Kelder Controlegebouw**	**Kelder Third-party gebouw**	**AC-tracé**		**AC-tracé**
	Converterstation		Converterstation – Maasvlakteweg (langs watergang, Witte Zeeweg)		Boring – tot aan converterstation Net op zee IJmuiden Ver Beta
			Westelijk segment (1200 m)	Oostelijk segment (200 m)	
Debiet [m³/uur]	50	40	332	55	105
Debiet [m³/dag]	1 201	948	7 989	1 331	2 523
Waterbezwaar (m³ in 28 dagen)	33 628	26 544	223 692	37 268	70 644
Totaal waterbezwaar (m³ in 8 maanden)	228 240	227 520	1 917 360	319 440	605 520
Invloedsgebied (m)*	753	532	896	896	819

* Afstand vanaf de rand van de bouwput / sleuf in alle richtingen



Figuur 3-1 Invloedsgebied grondwater als gevolg van alle bemalingsonderdelen

Beleid Waterschap Hollandse Delta

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

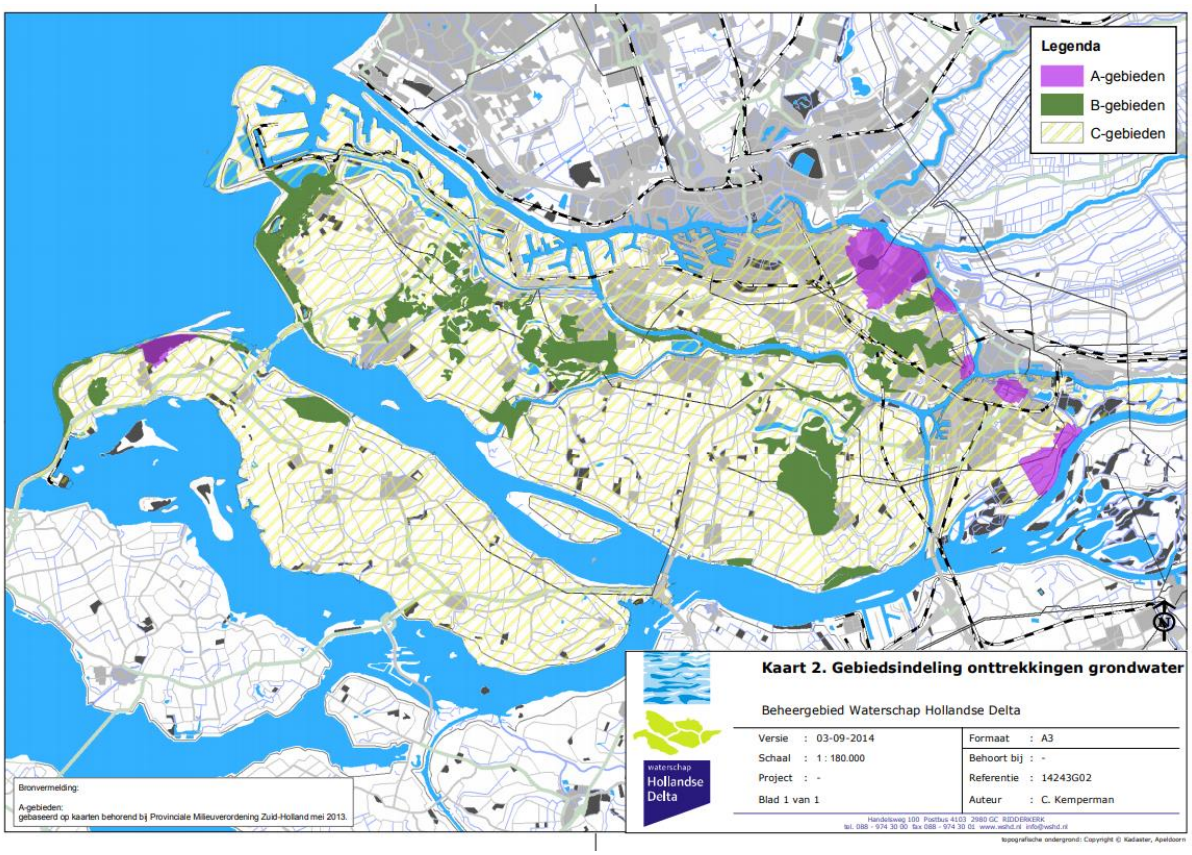
Tabel 3-2 genoemde criteria voor grondwateronttrekkingen van toepassing zijn. Er is sprake van een vergunningplicht indien de onttrekking niet voldoet aan de gestelde criteria. In dat geval moet een watervergunning worden aangevraagd.[3]

Vanuit de berekeningen is het volgende zichtbaar:

- Voor de afzonderlijke bemalingen bij de kelders geldt dat ze onder het genoemde criterium van maximaal 150 m^3/uur blijven, maar het totale waterbezwaar ligt boven de genoemde maximale hoeveelheid van 50 000 m^3/maand. Hiermee wordt niet aan de criteria voldaan en is een vergunning benodigd voor de aanleg van de kelders;
- De afzonderlijke bemalingen (segmenten AC-tracé) blijven eveneens niet onder de criteria voor het bemalingsdebiet per uur en waterbezwaar per maand. Bij zowel enkelvoudige als ook gezamenlijk beoordeling van de segmenten wordt niet aan de criteria voldaan en is een vergunning benodigd voor zowel enkelvoudig als gecombineerde aanleg.

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

[3] **Bron**: https://www.wshd.nl/_flysystem/media/overzicht-meld--en-vergunningplicht-bij-het-onttrekken-van-grondwater.pdf



Figuur 3-2 Gebiedsindeling onttrekkingen grondwater Waterschap Hollandse Delta

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

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

Risico's - Opbarsting

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

Risico's – Zetting

Veranderingen in de grondwaterstand en stijghoogte kunnen leiden tot zettingen en maaivelddaling. Vooral slechtdoorlatende klei en veenafzettingen zijn gevoelig voor zetting bij verlaging van de

grondwaterstand. De verlaging van de freatische grondwaterstand bij de bemaling is tijdelijk, maar duurt wel 8 maanden. De ondergrond bestaat voornamelijk uit grove zandafzettingen die relatief recent zijn aangebracht. Zandlagen zijn in principe relatief ongevoelig voor zetting, maar bij deze opgespoten grond moet rekening gehouden worden met de zetting die nog enkele jaren tot decennia kan duren. De bodemdalingskaart 2.0 geeft aan dat de huidige zetting in de orde van 4 tot 6 mm per jaar is over de periode 2016 – 2020. Langs het tracé bevinden zich waterkeringen, gebouwen en ondergrondse leidingen die in de huidige situatie onderhevig zijn aan de gevolgen van de consolidatie van de bodem. De zetting die ontstaat bij de verlaging van de grondwaterstand door de bemalingen op de Maasvlakte zal daarom klein tot verwaarloosbaar zijn.

Risico's – Waterkeringen

De primaire kering aan de zuidwestkant van de Maasvlakte bestaat uit zand en ondervindt geen maatgevende zettingen, zettingsverschillen of piping door de grondwaterstandsverlagingen die door de bemaling veroorzaakt worden.
Dit is eveneens het geval voor de waterkering welke de Slufter omringt, ervan uitgaande dat de kering eveneens uit zand bestaat. Piping is geen risico omdat de Slufter met een ondoorlatende kleilaag is afgesloten.

Risico's – Verontreiniging

De Slufter is afgedekt met een kleilaag. Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving zullen geen verontreinigd water hieruit aantrekken.
In de rapportage *Verkennend bodemonderzoek, converterstation Nederwiek 2 (Maasvlakte Rotterdem) (0464270.100, d.d. 13 januari 2023)* wordt in het grondwatermonster 006-1-1 een overschrijding van de streefwaarde met molybdeen aangetroffen. Deze verontreiniging ligt op ca. 100 m noordelijke afstand van het converterstation en binnen het effectgebied van de bemalingen ten behoeve van de aanleg van de kelders. Geadviseerd wordt om hierbij bij de uitvoering rekening mee te houden, bijvoorbeeld door mitigatiemaatregelen welke de verlaging compenseren.

Mitigerende maatregelen

In de uitgevoerde berekeningen is geen rekening gehouden met mitigerende maatregelen welke de grondwaterstandsverlaging in de omgeving beperken. Met doelmatige mitigerende maatregelen zijn de effecten op de omgeving nihil. Mogelijke mitigerende maatregelen zijn:

- Toepassing van damwanden. Damwanden hebben een waterkerende werking mits deze in slot zitten. Bij een uitvoering van een bemaling met damwanden verkleinen zowel de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving alsook het waterbezwaar.
- Toepassing van een retourbemaling, bijvoorbeeld via verticale infiltratiefilters of horizontale infiltratiesleuven gevuld met drainagezand.

3.1 Uitgangspunten berekening

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

- Voor de beoordeelde kabeltracés is uitgegaan van de geleverde kabeltracés door TenneT op 2 maart 2023 (NW2_v0_42_landkabelroute_RD). De berekeningen en gebruikte formules zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Daarom is gekozen voor een worst-case benadering. De benodigde parameters zijn dan ook conservatief gekozen;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen per segment (4 weken, van het beginnen van bemaling (pompen) tot het eind van de bemaling (pompen uitzetten)) waarbij 1 segment niet meer dan 1200 m lang is;
- Voor de bodemopbouw is uitgegaan van het grondonderzoek van Antea (mei 2021);
- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoeken van Antea gebruikt. Per segment van het tracé is een gemeten grondwaterstand in de dichtstbijzijnde boring aangenomen. De benodigde verlaging van de tracésegmenten waar bemalen moet worden is 1,9 m zuidelijk van de Maasvlakteweg en 1,2 m noordelijk van de Maasvlakteweg;
- De sleuven van het DC-tracé worden tot 1,6 m afgegraven met een breedte van 6 m. Hierbij is uitgegaan van een diepte ten opzichte van de huidige maaiveldhoogte;
- De sleuven van het AC-tracé zuidelijk van de Maasvlakteweg worden tot 2,4 m-mv afgegraven met een breedte van 9,5 m;
- De sleuven van het AC-tracé noordelijk van de Maasvlakteweg worden tot 3,5 m-mv afgegraven met een breedte van 11,3 m;
- Het benodigde droogleggingsniveau bedraagt 2,4 à 3,5 m-mv. Er is geen aanvullende ontwateringsdiepte meegenomen ten opzichte van de bodem van de sleuf;
- De gewenste grondwaterstandverlaging is bepaald als het verschil tussen de aangenomen grondwaterstand en het benodigde droogleggingsniveau;
- In de berekening is de invloed van neerslag (grondwateraanvulling) niet meegenomen. Neerslag zorgt voor een toename van het bemalingsdebiet, maar beperkt juist het invloedgebied;
- De berekeningen zijn conservatief omdat het invloedsgebied geen rekening houdt met de opvulling door watergangen (analytische benadering) en de doorlatendheid hoog is ingeschat. Tevens is van hoge grondwaterstanden uitgegaan. In het AC-tracé gedeelte noordelijk van de Maasvlakteweg met maaiveld hoger dan NAP +5,25m bedraagt de nodige verlaging van de grondwaterstand waarschijnlijk minder dan de aangehouden 1,2 m. Aanbevolen wordt vooraf de uitvoering van de bemalingen de grondwaterstanden met langdurige meetreeksen in te (laten) meten om de onzekerheidsmarge bij de grondwaterstand te verkleinen.

Voor de boringsputten wordt aanvullend uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Omvang van droog te leggen put: 5 x 10 x 2,4 à 3,5 m;
- De in- en uittrede putten van de boringen zijn mogelijk groter dan de sleuf. Nadere informatie is nog niet beschikbaar. Uitgangspunt voor de actuele berekeningen is dat deze putten binnen de sleufbemaling vallen en daarmee niet apart uitgerekend worden;
- Benodigd droogleggingsniveau voor moflocatie: 2,4 à 3,5 m onder maaiveld;
- In de berekening is uitgegaan van een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken).

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

- Voor het beoordeelde converterstationsterrein is uitgegaan van het geleverde terrein van het converterstation door TenneT op 2 maart 2023 (NW2_v0_4_CV_station_schematisch_RD);
- Voor de grondwaterstanden zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstanden vanuit het grondonderzoek van Antea gebruikt. Rondom het converterstation is aangenomen dat deze op NAP +3,4 m ligt;
- Het maaiveld wordt opgehoogd tot NAP +6,5 m;
- Het benodigde droogleggingsniveau is 3,5 m (zonder extra ontwatering) tot 3,8 m (met extra ontwatering) beneden maaiveld;
- De benodigde verlaging is 0,7 m;
- Omvang van droog te leggen bouwput onder het controlegebouw: 56 x 35 m;
- Omvang van droog te leggen bouwput onder het third party gebouw: 20 x 7 m;
- In de berekening is voor de bepaling van het waterbezwaar uitgegaan van een bemalingsduur van 8 maanden. Dit is langer dan de waarschijnlijke bemalingsduur van 3 maanden (kelder controlegebouw) en 6 weken (kelder *third-party* gebouw).

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 2

Projectnummer

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

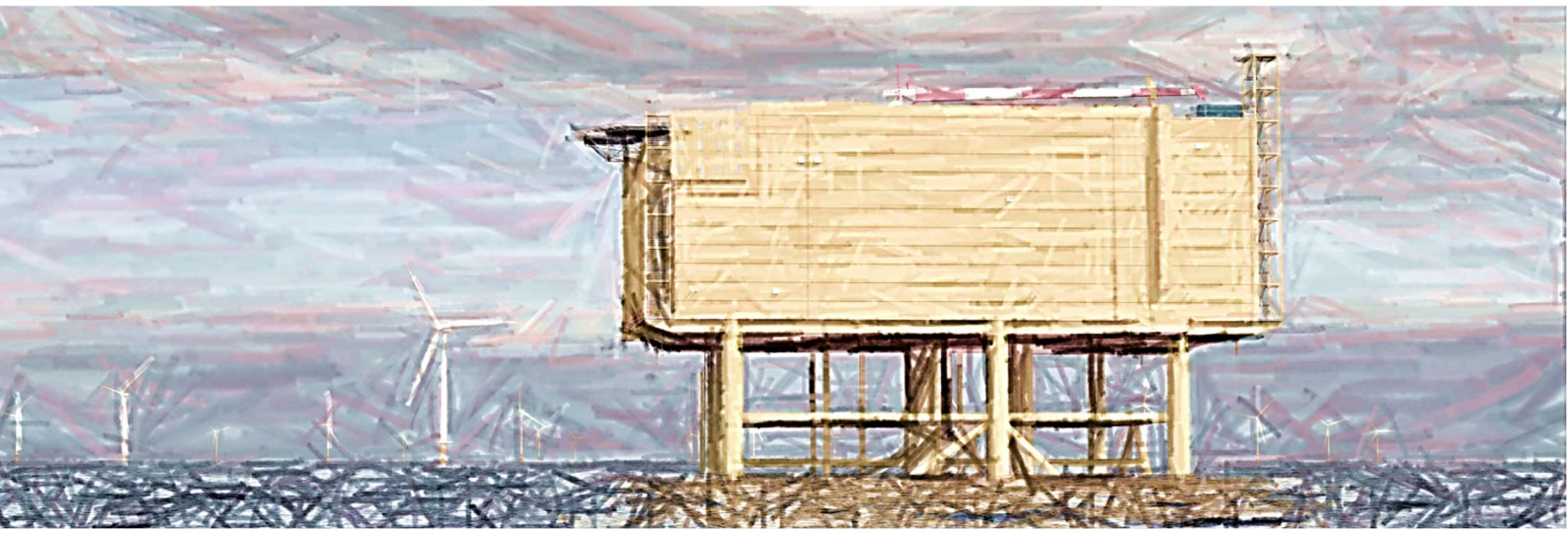
Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 2

Deel A Inleiding en Activiteitenbeschrijving

Bij de Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets, Watertoets en Natuurnetwerk Nederland-toets



Datum: 30-08-2023
Versienummer: 1.1
Status: Definitief

In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Inhoudsopgave

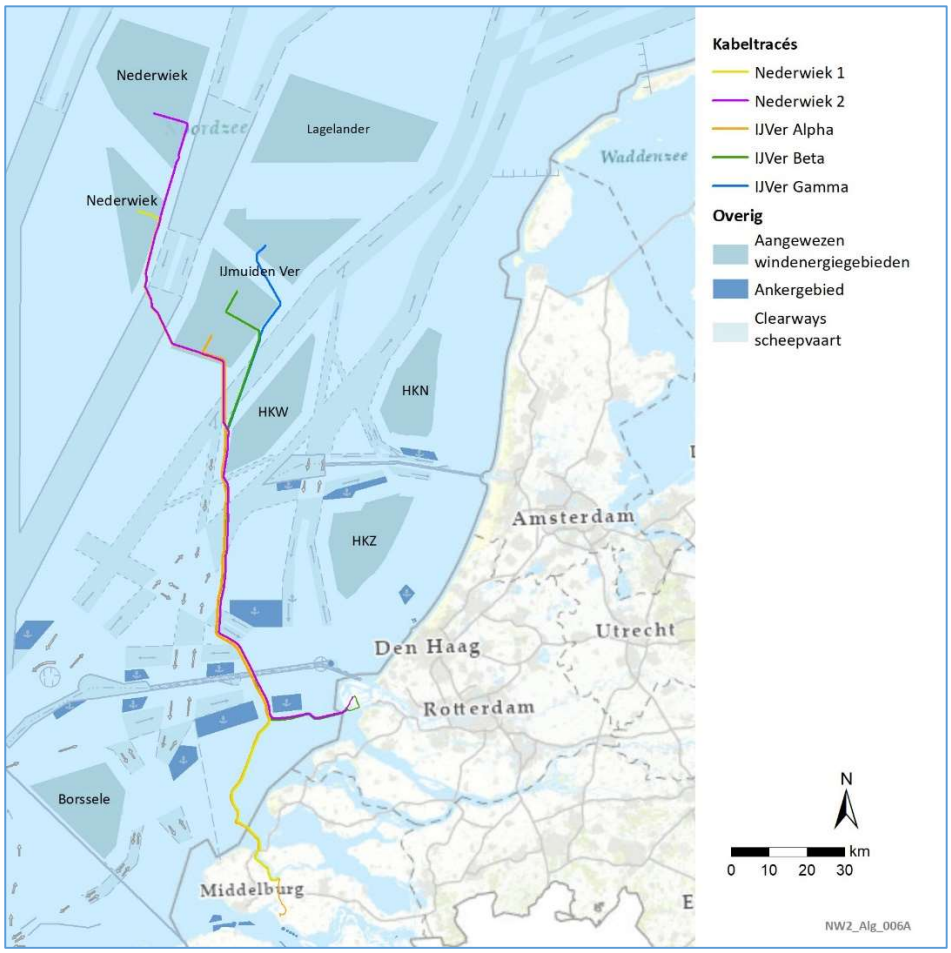
1 Inleiding 3
1.1 Aanleiding 3
1.2 Duurzame energie 4
1.2.1 Redenen 4
1.2.2 Versnellingsopgave en de (Aanvullende) routekaart windenergie op zee 2030 5
1.3 Net op zee Nederwiek 2 8
1.4 Doelstelling 9
2 Voorgenomen activiteit 10
2.1 Overzicht 10
2.2 Platform op zee 12
2.2.1 Locatie platform 12
2.2.2 Ontwerp 13
2.2.3 Connectie met het windpark en interconnector 14
2.2.4 Voorbereiding 15
2.2.5 Aanleg 15
2.2.6 Gebruik en onderhoud 18
2.2.7 Faciliteiten 19
2.2.8 Water, afwatering en toiletsystemen 20
2.2.9 Verlichtingsplan 21
2.2.10 Veiligheidsplan 21
2.2.11 Verwijdering 22
2.3 Kabels op zee 23
2.3.1 Route kabels 23
2.3.2 Kabelconfiguratie 24
2.3.3 Kabeldiepgang 27
2.3.4 Kabel aanleg 29
2.3.5 Gebruik en onderhoud 33
2.3.6 Verwijdering 33
2.4 Kabels op land 34
2.4.1 Route kabel 34
2.4.2 Aanlegwijze 37
2.4.3 Gebruik en onderhoud 43
2.4.4 Verwijdering 43
2.5 Kabelverbindingen 44

2.5.1 Moflocaties (op zee) 44
2.5.2 Mofput (op land) 44
2.6 Converterstation 45
2.6.1 Locatie en afmetingen 45
2.6.2 Ontwerp 46
2.6.3 Aanleg 47
2.6.4 Gebruik en onderhoud 47
2.6.5 Verwijdering 47
2.7 Samenvatting surveys 48
2.8 Planning 49
2.8.1 Op zee 49
2.8.2 Op land 49
2.8.3 Uitvoeringsduur 50
Colofon 51

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Net op zee Nederwiek 2 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland (zie Figuur 1-1). Op weg naar het vasteland voegt het kabeltracé zich samen met verbindingen vanuit het zuidelijke deel van Nederwiek (Net op zee Nederwiek 1[1]) en vanuit windenergiegebied IJmuiden Ver (Net op zee IJmuiden Ver Alpha[2], Beta[3], Gamma[4]). Net op zee Nederwiek 1 wordt, net als Net op zee IJmuiden Ver Alpha, in Borssele aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet. Net op zee Nederwiek 2 wordt samen met Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Gamma aangesloten op de Tweede Maasvlakte.



Figuur 1-1 Overzichtskaart kabeltracés Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

[1] Informatie over Net op zee Nederwiek 1 is te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/nederwiek-1

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

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

[4] De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-gamma

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet windenergiegebieden aangewezen die tussen 2024 en 2030 goed zijn voor 6,1 gigawatt (GW) aan windenergie op zee. Inmiddels is duidelijk dat er meer wind op zee nodig is om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen. Bovendien zijn in april 2021 de Europese doelstellingen voor CO_2-reductie in 2030 aangescherpt. Om de aangescherpte doelstellingen te bereiken, is het aan land brengen ('aanlanden') van extra windenergie op zee nodig.

TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aangewezen als netbeheerder op zee, en is zodoende verantwoordelijk voor het Net op zee. De toenmalige Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat heeft eind 2021 in het kader van de extra opgave voor 2030 het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedure voor een 2GW-verbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek met een netaansluiting op de Tweede Maasvlakte[5].

Om mogelijke effecten van dit project op beschermde natuurwaarden te bepalen wordt de activiteit getoetst in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb) (soortenbescherming en gebiedsbescherming), Kaderrichtlijn Mariene strategie (KRM), en de Kaderrichtlijn Water (KRW). In dit rapport (deel A) vindt u de aanleiding en de activiteitenbeschrijving van het project Net op zee Nederwiek 2. Deze activiteitenbeschrijving wordt gebruikt voor de eerdergenoemde natuurtoetsingen en bevat toelichting voor de vergunningaanvragen.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

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

1. Het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering.
2. Onafhankelijkheid van import. Fossiele bronnen raken op en Nederland importeert steeds meer energie uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland hier minder afhankelijk van.

In 2021 werd 12,3% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt. In 2020 was dit 11,5% en in 2019 was dit nog 8,8% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2022). In het nationale energieakkoord is afgesproken dat dit in 2023 16% moet zijn (SER, 2013). Ook in internationale context heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, bijvoorbeeld met het ondertekenen van het VN-Klimaatakkoord van Parijs (2016). De Nederlandse Noordzee speelt een grote rol in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050.

[5] Voor de brief van de Staatssecretaris aan de Tweede Kamer, zie: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/12/02/kamerbrief-over-verkenning-aanlanding-wind-op-zee-2030-vawoz

Op 28 juni 2019 is het Klimaatakkoord afgesloten.[6] Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO_2 met ten minste 49% moet terugdringen. In april 2021 hebben onderhandelaars van het Europees parlement, de Europese Commissie en de lidstaten een akkoord bereikt over het opschroeven van de klimaatdoelstellingen. Hierbij werd de eerdere doelstelling om in 2030 de uitstoot van CO_2 (in Europa) met ten minste 40% te verminderen tegenover 1990 verhoogd naar 55%. Het coalitieakkoord neemt het verhoogde doel van 55% over maar zegt dat ze haar beleid opstelt met een ambitie van 60% om zo het doel van 55% beter te behalen in 2030.

1.2.2 Versnellingsopgave en de (Aanvullende) routekaart windenergie op zee 2030

De ontwikkeling van windparken op zee, de opwekking van duurzame energie, levert een belangrijke bijdrage aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. Samen met de al gerealiseerde windparken uit de Routekaart windenergie op zee 2023, is er op grond van eerdere kabinetsbesluiten en het Klimaatakkoord in de Routekaart windenergie op zee 2030[7] in totaal 10,8 GW aan operationele windcapaciteit in voorbereiding voor het jaar 2030.

Meerdere recente ontwikkelingen maken de realisatie en aansluiting van extra windenergie op zee voor uiterlijk 2030 noodzakelijk. Dit wordt ook wel de 'versnellingsopgave' genoemd. Dit zijn onder meer:

- In 2020 is gebleken dat de huidige plannen niet genoeg energie opleveren om de Nederlandse doelstelling uit het Klimaatakkoord voor windenergie op zee in 2030 te halen. Voor het bereiken van 49% CO_2-reductie in 2030 is er nog een tekort van 0,7 GW.
- De vraag naar elektriciteit is toegenomen. De industrie laat in hun verduurzamingsopgave bijvoorbeeld een toegenomen behoefte aan elektrificatie zien. De vraag naar duurzame elektriciteit wordt daardoor hoger dan eerder werd verwacht.
- In het coalitieakkoord is het CO_2-reductiedoel voor 2030 opgehoogd naar 55% reductie van CO_2-uitstoot ten opzichte van de uitstoot in 1990. Het coalitieakkoord zet in op extra wind op zee.

Door deze versnellingsopgave zijn in 2030 extra windparken en netten op zee nodig, maar ook voor de periode daarna. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO_2-reductie te kunnen behalen. Aansluitend hierop verzoekt de motie-Boucke[8] het kabinet om in 2021 minimaal ruimte voor 10 GW windenergie op zee aan te wijzen. Er is tot en met 2030 dus extra ruimte nodig voor 10,7 GW windenergie op zee – het tekort van 0,7 GW en de 10 GW aan extra vermogen. De nieuwe windenergiegebieden spelen dus een belangrijke rol in het halen van de klimaatdoelstellingen.

[6] Zie: https://www.Klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/Klimaatakkoord
[7] Voor Routekaart Windenergie op zee 2030, zie: https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2018Z05409&did=2018D21716
[8] Kamerstukken II 2020-21, 35 668, nr. 21.

Op 18 maart 2022 is het Programma Noordzee 2022-2027 (PNZ)[9] vastgesteld waarin nieuwe windenergiegebieden worden aangewezen, waaronder windenergiegebied Nederwiek (daarvoor genaamd windenenergiegebied 1). Dit is bevestigd in de brief van de minister voor Klimaat en Energie van 21 juni 2022 aan de Tweede Kamer.[10] Met deze brief is:

- De Routekaart windenergie op zee 2030 aangevuld voor de versnellingsopgave: hierin staat welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld gaan worden. De windparken uit de Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 zijn te zien in Figuur 1-2.
- Het Ontwikkelkader windenergie op zee geactualiseerd wordt voor de versnellingsopgave: in het kader staat onder welke voorwaarden TenneT het net op zee kan realiseren.

Extra aanlandingen wind op zee en VAWOZ

Extra windenergie op zee betekent ook extra elektriciteitsaansluitingen op land. Om dit te onderzoeken is in 2021 de Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) uitgevoerd.

Het doel van VAWOZ 2030[11] is om te bepalen welke locaties kansrijk zijn voor de aanlanding van extra elektriciteit uit windenergie uiterlijk in het jaar 2030.

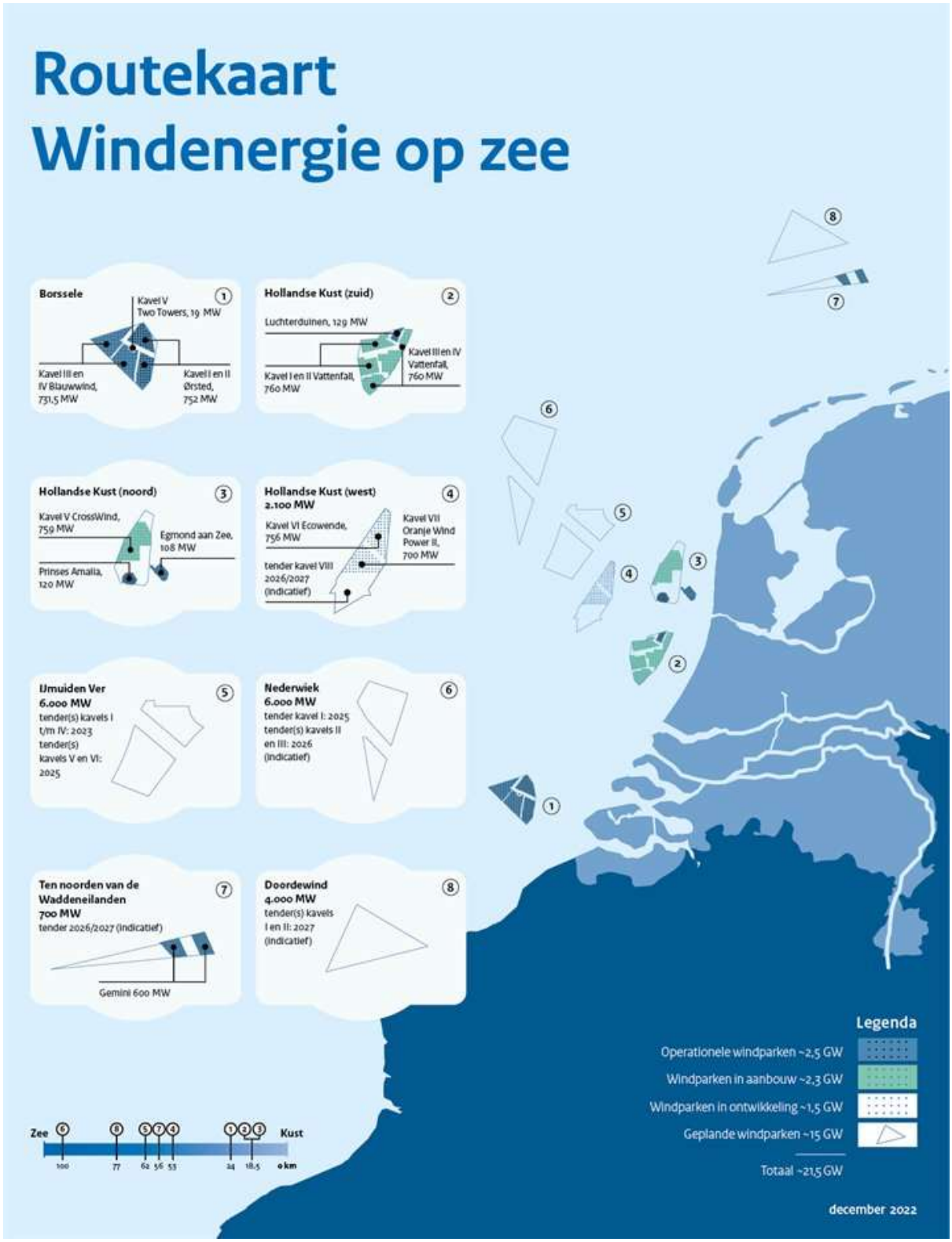
Op basis van de resultaten heeft de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat – Klimaat en Energie op 2 december 2021[12] een brief aan de Tweede Kamer geschreven. In die brief wordt het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedures voor het aan land brengen van windenergie met stroomkabels vanuit de windenergiegebieden die zijn aangewezen of herbevestigd in het gewijzigde Programma Noordzee. Windenergiegebied Nederwiek 2is één van deze gebieden.

[9] Het Programma Noordzee 2022-2027 is vastgesteld op 18 maart 2022, zie: https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/

[10] Voor aanvullende Routekaart windenergie op zee 2030 en aanpassing Ontwikkelkader windenergie op zee, zie: https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/kamerstukken/2022/06/21/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030

[11] Voor VAWOZ 2030, zie: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/verkenning-aanlanding-wind-op-zee-vawoz

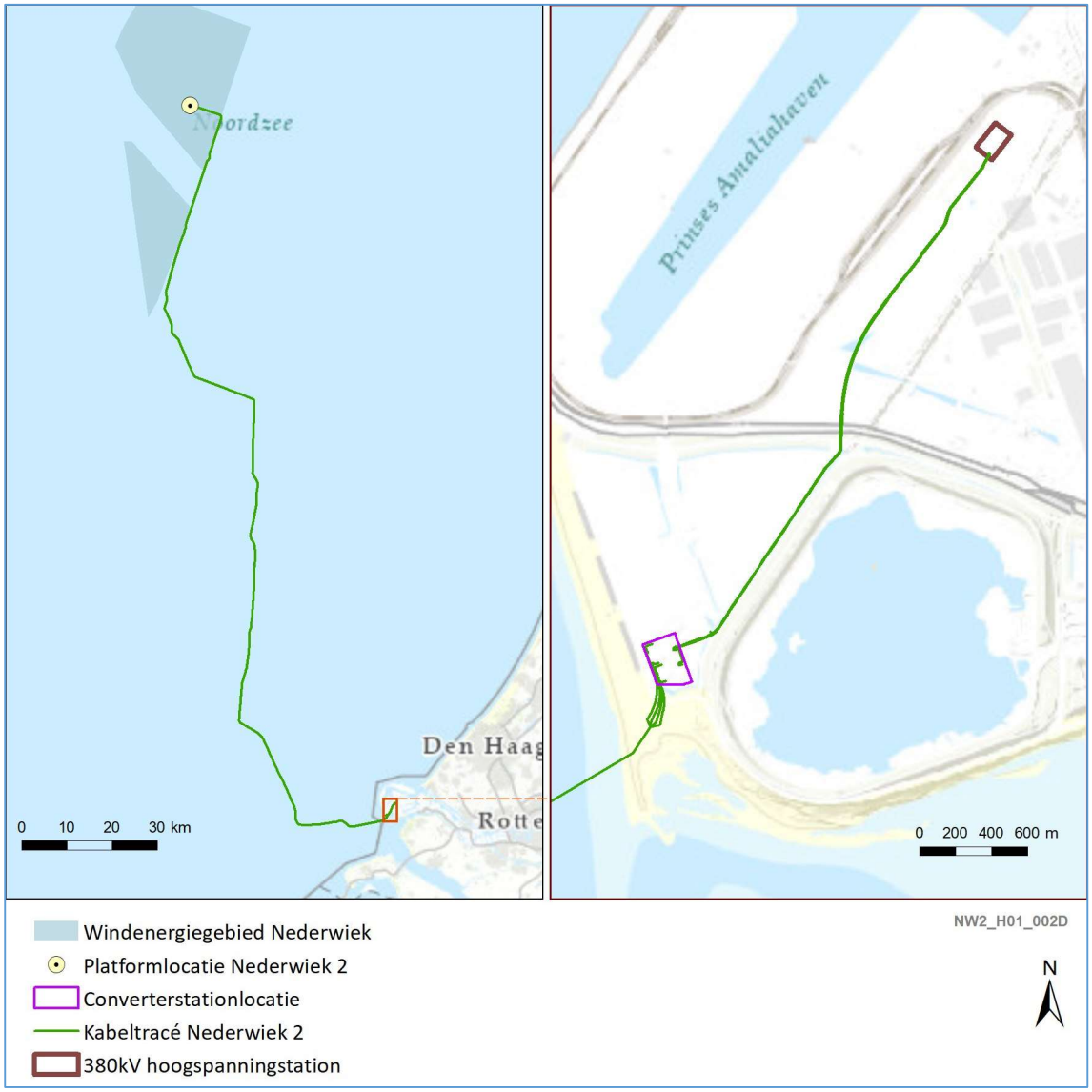
[12] Voor Kamerbrief over verkenning aanlanding wind op zee 2030, zie: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/12/02/kamerbrief-over-verkenning-aanlanding-wind-op-zee-2030-vawoz



Figuur 1-2 Routekaart windenergie op zee (Bron: RVO)

1.3 Net op zee Nederwiek 2

Zoals in paragraaf 1.1 en 1.2 omschreven is het project Net op zee Nederwiek 2 nodig om de duurzame elektriciteit uit de windparken van windenergiegebied Nederwiek te verbinden met het landelijke hoogspanningsnet van Nederland. De uitvoerder van het project is TenneT. Een overzicht van het voornemen is weergegeven in Figuur 1-3. De onderdelen van de voorgenomen activiteit en de aanleg en gebruik ervan worden uitgebreid toegelicht in Hoofdstuk 2.



Figuur 1-3 Overzicht van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 op zee (rechts) en land (links) en de locatie van het platform op zee en de converterstationslocatie.

1.4 Doelstelling

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 negatieve effecten heeft op natuurwaarden die beschermd zijn. Om deze reden is aan de volgende wettelijke kaders getoetst:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling (PB));
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

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

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

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

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 loopt van het platform op zee in het noordelijke deel van het windenergiegebied Nederwiek, via ondergrondse kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land, naar een converterstation op het terrein van Tweede Maasvlakte, tot aan hoogspanningsstation Amaliahaven, zie ook Figuur 1-3 (in hoofdstuk 1). De aanleg van het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project.

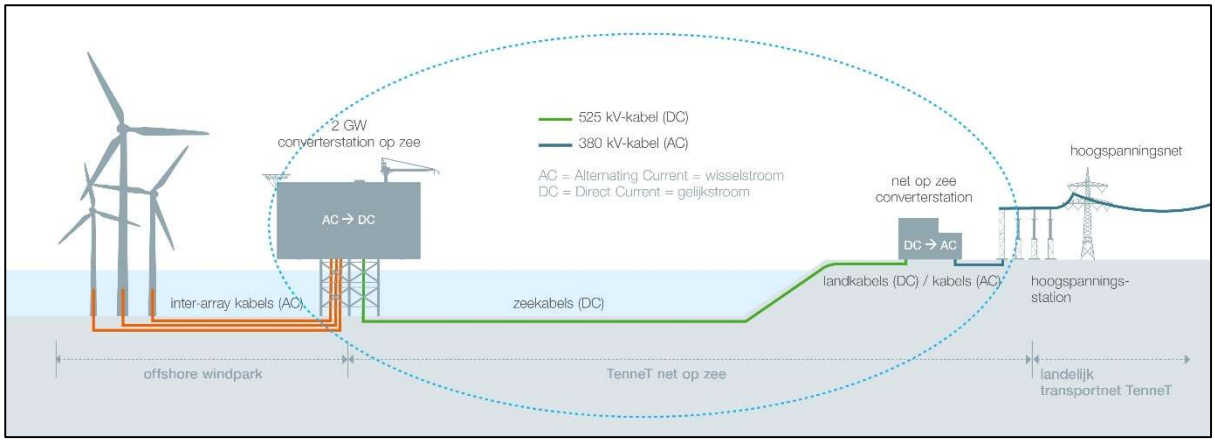
In deze activiteitenbeschrijving wordt ingegaan op alle relevante aspecten van de aanleg-, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen van dit project. Deze activiteiten gelden als uitgangspunt voor de in paragraaf 1.4 omschreven toetsingen.

Wanneer in dit rapport wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee Nederwiek 2, dan omvat dit de volgende onderdelen (zie Figuur 2-1):

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom[13];
- Een ondergronds kabeltracé op zee voor het transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op land voor het transport van 525kV-gelijkstroom naar het converterstation op land (de aanlanding);
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom;
- Een ondergronds kabeltracé op land voor het transport van 380 kV-wisselstroom van het converterstation naar een nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningsstation voor de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet.

De windturbines en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 2. Onder Figuur 2-1 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De relevante details over elk onderdeel worden in de paragrafen hierna verder toegelicht.

[13] Gelijkstroom verliest over langere transportafstand minder energie dan wisselstroom.



Figuur 2-1 Overzicht van Net op zee Nederwiek 2.

Platform op zee

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

Kabeltracés

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

- Op zee: 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot het converterstation, zie ook paragraaf 2.3.
- Op land: de 380kV-wisselstroomkabels die de stroom van het converterstation naar het 380kV-hoogspanningsstation brengen, zie ook paragraaf 2.4.

Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere delen die aan elkaar geschakeld worden. Dit is bijvoorbeeld afhankelijk van de maximale kabellengte die fysiek op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het type schakel (‘mof’) hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale kabeltracé is er sprake van twee typen kabelverbindingen die in paragraaf 2.3 worden toegelicht:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels)
- Mofput (jointlocatie tussen twee landkabels)
- Aardput (aardput bevat een aarding (earthingbox) bij een moflocatie)

Daarnaast worden er bij enkele moflocaties aardputten gerealiseerd. Een aardput bevat een aarding (earthingbox) en is ondergronds gelegen.

Er is geen verbinding tussen de zeekabel en de landkabel, aangezien de zeekabel direct wordt aangesloten op het converterstation.

Converterstation
Het converterstation op land vormt de koppeling tussen de 525kV-gelijkstroomkabels op land en de 380kV-wisselstroomkabels op land. De belangrijkste functies van het converterstation op land zijn het omzetten van de gelijkstroom naar wisselstroom en het omzetten van de spanning van 525kV naar 380kV. Het converterstation wordt verder toegelicht in paragraaf 2.6.

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

2.2 Platform op zee

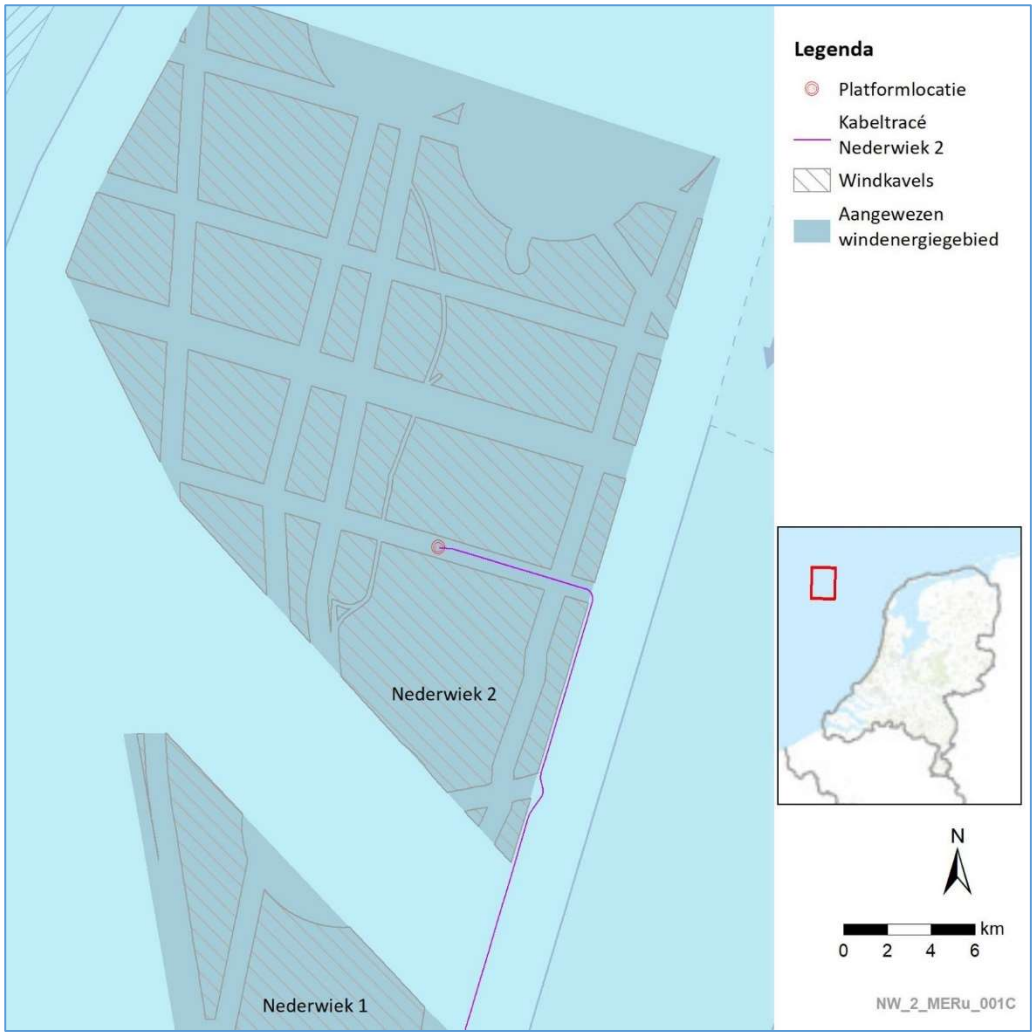
Het platform op zee vormt de koppeling tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen voor de verbinding naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van platform Nederwiek 2 is te zien in Figuur 2-2. Deze locatie is mede bepaald aan de hand van een eerder uitgevoerde geofysische survey naar de mobiliteit van de zeebodem binnen het platform zoekgebied. Een UXO-DAS survey is er uitgevoerd om magnetische contacten te identificeren. Aan de hand van deze survey is de locatie gekozen. Deze is minimaal 50 meter van elk magnetisch contact en met een zo klein mogelijk afstand tot het zwaartepunt van het windenergiegebied. Ook is gekeken naar de actuele bodemdiepte om de locatie voor het platform te bepalen. Dit heeft geleid tot de locatie met de verwachte minste bodemdaling en -stijging (ofwel bodemdynamiek). De locatie van de hoekpunten van het platform kunnen nog veranderen afhankelijk van de oriëntatie van het platform. Het centrale punt van het platform staat momenteel wel vast. De coördinaten van het middelpunt van het platform van Net op zee Nederwiek 2 zijn weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Coördinaten middelpunt platform Net op zee Nederwiek 2

Project	x (ETRS UTM 31N)	y (ETRS UTM 31N)	Easting	Northing
Net op zee Nederwiek 2	518999,7404	5909220,816	E3° 17' 7,095"	N53° 19' 54,522"



Figuur 2-2 De ligging van het platform op zee van Net op zee Nederwiek 2

2.2.2 Ontwerp

In Figuur 2-3 is een impressie van het ontwerp van het platform te zien. Het platform bestaat uit drie verschillende onderdelen:

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

De belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation (wisselstroom naar 525kV-gelijkstroom).
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform is gedurende de normale bedrijfsvoering onbemand. Alleen tijdens onderhoud wordt het platform tijdelijk bemand. Hiervoor heeft het platform een modulaire woonruimte.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.

- Toegang tot het platform gaat per helikopter en/of boot.
- De fundering (jacket) wordt geplaatst op een steenbed. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen.



Figuur 2-3 Impressie van het platform van Net op zee Nederwiek 2.

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

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de heipalen.
- De ligging van de J-tubes[14] op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

2.2.3 Connectie met het windpark en interconnector

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

Er wordt 1 extra J-tube gerealiseerd voor een mogelijk toekomstige elektrische aansluiting op een olie/gas platform. In het geval de aansluiting daadwerkelijk gerealiseerd zal worden, komt er ook 1 extra GIS-baai. Daarnaast worden er mogelijk nog 4 extra J-tubes geïnstalleerd voor een toekomstige verbinding naar het Verenigd Koninkrijk. Deze verbinding kan dienen als zogenaamde ‘interconnector’ tussen het VK en Nederland op momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is. De interconnector is geen onderdeel van het voornemen. Het platform wordt wel interconnector-ready ontworpen door rekening te houden met 4 extra J-tubes(zie paragraaf 2.2.5).

[14] Een J-tube is een stalen buis die de kabels ondersteund en beschermd tussen de zeebodem en het platform.

2.2.4 Voorbereiding

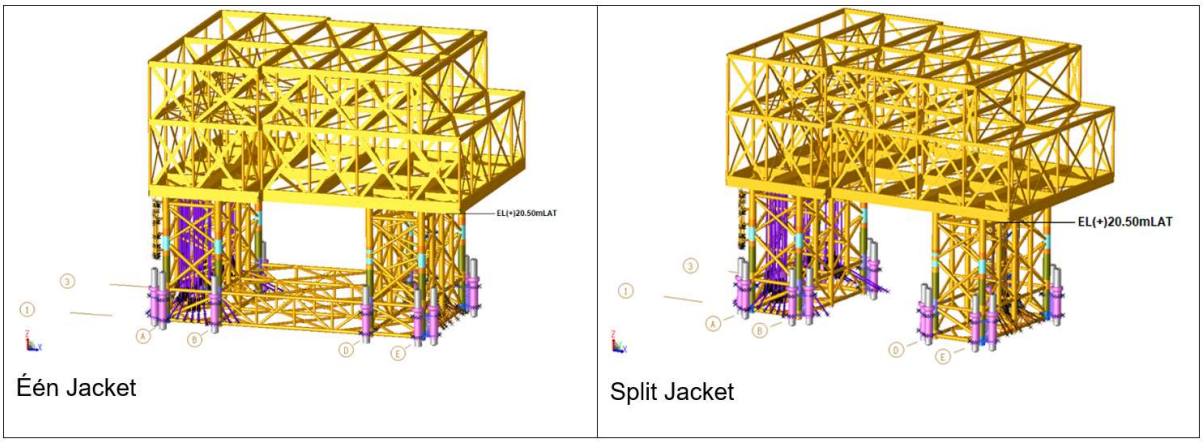
Voorafgaande aan de installatie worden verschillende onderzoeken uitgevoerd op de platform locatie, waaronder een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot circa 80 meter in de zeebodem en 1 sondering (“cone penetration test”) per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd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

2.2.5 Aanleg

De installatieperiode van het platform duurt naar verwachting circa 3 maanden. Binnen deze installatieduur zal de installatie van de draagconstructie tussen de 5 en 20 dagen liggen. Het plaatsen van de bovenbouw op de draagconstructie ligt tussen de 1 en 3 dagen en het installeren van de bovenbouw zal circa 1 week bedragen. Na de installatieperiode zullen er op het platform nog circa 1 jaar werkzaamheden plaatsvinden om het platform klaar te maken voor de exploitatiefase.

Draagconstructie
De jacket (draagconstructie) van het platform bestaat uit een stalen constructie. Deze wordt verankerd in de zeebodem middels palen. De constructie zal maximaal circa 25 meter boven het water uitkomen.

Voor de draagconstructie zijn er twee varianten mogelijk, een variant waarbij de constructie bestaat uit één geheel (één jacket) en een variant die bestaat uit twee constructies (split-jacket). De varianten zijn weergegeven in Figuur 2-4. De weergegeven “Split” jacket is de subvariant “verticale split”, een andere subvariant is een “horizontale split”. Bij de “horizontale split” zal de onderbouw uit meerdere componenten worden opgebouwd.



Figuur 2-4 De verschillende mogelijkheden voor het jacket: links "één jacket", en rechts "split-jacket".

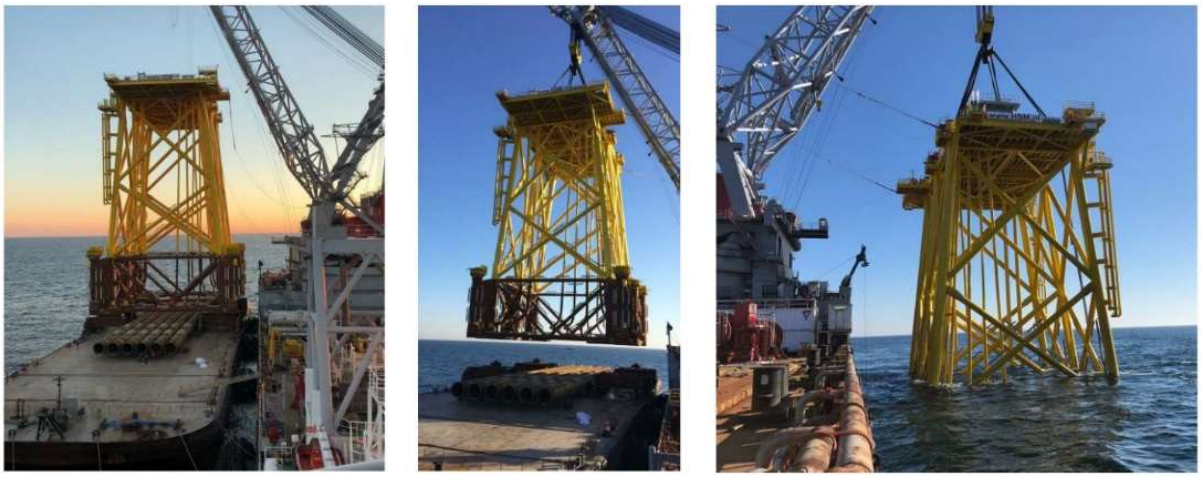
Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“dredging plough” of “suction hopper dredger”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond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

Daarna worden met een heiblok de heipalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket, en door de steenbestorting, in de zeebodem geslagen. Dit duurt circa één dag per paal. De heipalen

worden per partij geplaatst en achter elkaar geheid. De palen worden vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem is verankerd. De installatie duurt circa 20 dagen, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket komt daarom vrijwel kant-en-klaar aan op locatie. Hiervoor wordt een transportschip gebruikt. Rond de installatieperiode zijn er daarnaast schepen vereist voor materiaal, logistieke ondersteuning en onderzoek (survey). Een impressie van het plaatsen van het jacket is weergegeven in Figuur 2-5.

De jacket van Net op zee Nederwiek 2 heeft worst-case 20 (hei)palen met een diameter van 2,5 meter per paal. De heipalen hebben een lengte van 100 meter, een wanddikte tussen de 60 mm en 80 mm per en worden (worst-case) 80 meter de zeebodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.100 kJ. Het hamertype dat gebruikt wordt bij het heien is de IHC-S-2500, maar mogelijk ook een zwaarder type hamer (IHC-S-3500). Deze zwaardere hamer zal echter worden afgekapt bij dezelfde hoeveelheid hei-energie, en zal bij deze hei-energie minder geluidsenergie opleveren. De duur van het installeren van één paal is worst-case 1 dag waarbij de duur van het heien worst-case 2 tot 3 uur per paal bedraagt[15]. Worst-case zijn er dus 20 dagen nodig voor de installatie van 20 heipalen.



Figuur 2-5 Impressie van het plaatsen van een jacket.

Erosiebescherming en elementen op en rondom de jacket

Om erosie tegen te gaan rond het platform wordt er erosiebescherming aangebracht. Worst-case gebeurt dit tot circa 20 meter rondom het platform, ongeacht het type draagconstructie. Dit gebeurt daarnaast ook tot circa 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels. Na 100 meter afstand van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. Verder zijn enkele extra stroken van erosiebescherming voorzien om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken. Dit is afhankelijk van de aangetroffen bodem. Hefbakken worden gebruikt om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen. Gezamenlijk leidt dit tot een worst-case oppervlak van circa 15.000 m^2 (1,5 hectare) waar erosiebescherming wordt toegepast.

Bodembescherming rond het platform bestaat uit een grindlaag met daarop stenen. Op kabels worden zakken met stenen (rock-bags) toegepast. Mogelijk wordt het type bodembescherming nog

[15] *De heipalen zullen per 'batch' worden geplaatst en achter elkaar geheid worden. De installatieduur voor het jacket zal zo kort mogelijk worden gehouden, rekening houden met de weersomstandigheden.*

aangepast naar nieuwe inzichten, bijvoorbeeld vanuit een natuur inclusief ontwerp. Aanpassingen zullen binnen deze worst-case blijven. Het plaatsen van de bodembescherming gebeurt met een 'fall pipe vessel' en duurt 4-6 dagen (in totaal maximaal 144 uur).

Ter voorkoming van roest op de draagconstructie worden er aluminimum-ionen anodes op de draagconstructie geplaatst. De jacket wordt volledig geverfd, met uitzondering tussen de braces. Daarmee wordt zoveel als mogelijk voorkomen dat aluminium-ionen in het water komen.

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

- Vishotels aan de jacket, de volgende punten zijn belangrijk voor de vishotels:
    - De vishotels moeten worden geplaatst op zo'n manier dat de installatie procedure, de J-tubes en structureel gebruik van het platform niet worden beïnvloed.
    - De vishotels zullen minimaal 10 meter onder het wateroppervlak geplaatst worden. De exacte locatie van de vishotels is afhankelijk van de stabiliteit van de structuur en het gebied waar het meeste ecologische succes behaald kan worden. Dit wordt bepaald door de interpretatie van een mariene ecoloog.
    - Er zullen vishotels geplaatst worden die de biodiversiteit lokaal positief beïnvloeden en die als een kraamkamer voor vissen kunnen functioneren.
    - De vishotels moeten onderhoudsvrij zijn tijdens de gehele levensduur van het platform.
    - De levensduur van de vishotels en de connectie met het platform moeten even lang zijn als de levensduur van het platform.
- Grotere stenen op de/geïntegreerd in de steenbestorting onder het platform.
    - Extra steenlagen met een grootte die afwijkt van de standaard grootte van 40-200 kg, 60-300 kg of 300-1000 kg. De extra steenlagen mogen er niet voor zorgen dat alle gaten en spleten worden opgevuld.
    - Gaten en spleten in de bovenste laag met een diameter van ten minste 10 cm en maximaal 30 cm en een diepte van ten minste 20 cm en maximaal 50 cm.
    - De stenen moeten niet of maar een klein beetje kunnen bewegen.
    - Ten minste 15% van de steenbestorting moet bedekt zijn met een speciale ecologische functie.

Topside

De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter in omvang. De hoogte is circa 45 meter. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck (circa 5 meter bovenop de 45 meter), meteomast (20-30 meter bovenop de 45 meter), kraan (circa 13 meter bovenop de 45 meter) en de verblijfsruimten. De constructie van de topside vindt plaats op land. De topside kan daarom vrijwel kant-en-klaar worden aangeleverd op locatie, hiervoor wordt een transportschip gebruikt. De installatie van de topside van een platform duurt circa één week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. De topside zal hierna aan de jacket worden vast gelast.

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

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

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

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen t.b.v. platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	2 sleepboten	Beide 1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Barge/bak	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Installeren bellenscherm	Multi purpose vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel, of Barge/bak	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	2-4 sleepboten* *Alleen als de barge/bak wordt gebruikt*	Allen 1x retour vanuit Haven Rotterdam

Helikoptervluchten
In de gehele aanlegfase van Net op zee Nederwiek 2 zal er, gedurende één jaar, één helikoptervlucht per dag plaatsvinden (retour). Dit komt neer op 730 vluchten per jaar.

2.2.6 Gebruik en onderhoud

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

Onderhoudswerkzaamheden
Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform onderhouden, inclusief groter onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De uitgangspunten voor onderhoud zijn worst-case, in praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is. Ze zijn samengevat in Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Onderhoudsscenario's platform.

	Scenario 1: Onderhoud voornamelijk per helikopter		Scenario 2: Onderhoud voornamelijk per schip	
	Regulier onderhoud	**Ongepland onderhoud**	**Regulier onderhoud**	**Ongepland onderhoud**
Waarschijnlijkheid voor de keuze van	Waarschijnlijk	Waarschijnlijk	Niet waarschijnlijk	Onwaarschijnlijk

dit scenario tijdens dit type onderhoud	De helikopter is de meest flexibele en snelle optie.	Voor ongepland onderhoud moet men vaak snel ter plaatse zijn en daarvoor kan geen boot ingepland worden. Daarnaast wordt er veel werktijd verloren aan het heen-en-weer varen als de werkzaamheden maar 1 of 2 dagen duren.	De helikopter is de meest flexibele en snelle optie.	Voor ongepland onderhoud moet men vaak snel ter plaatse zijn en daarvoor kan geen boot ingepland worden. Daarnaast wordt er veel werktijd verloren aan het heen-en-weer varen als de werkzaamheden maar 1 of 2 dagen duren.
Beschrijving werkzaamheden	Algemeen en groot onderhoud aan alle systemen.	Ongepland onderhoud aan de systemen (bijvoorbeeld tijdens storingen en defecten)	Algemeen en groot onderhoud aan de systemen.	Ongepland onderhoud aan de systemen (bijvoorbeeld tijdens storingen en defecten)
Duur per onderhoudsbeurt	3 weken per jaar	2 dagen	3 weken per jaar	2 dagen
Naar verwachting vereiste frequentie	1x per jaar	4x per jaar	1x per jaar	4x per jaar
Inzet helikopter (ongeveer) per onderhoudsbeurt	33	2	8	2
Inzet boot (ongeveer) per onderhoudsbeurt	4	0	4	0

Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt circa drie weken in beslag. Tijdens deze periode worden naar verwachting 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd (scenario 1). Hiervoor zijn circa 33 helikoptervluchten (vlieghoogte circa tussen de 300 en 610 meter) vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast vier vaarten met een (bevoorradings-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform moet worden gebracht (scenario 2), wordt het aantal helikopter vluchten verlaagd naar 8. Het aantal vaarten met een (bevoorradings- of crewtransfer-) schip Blijft hetzelfde. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

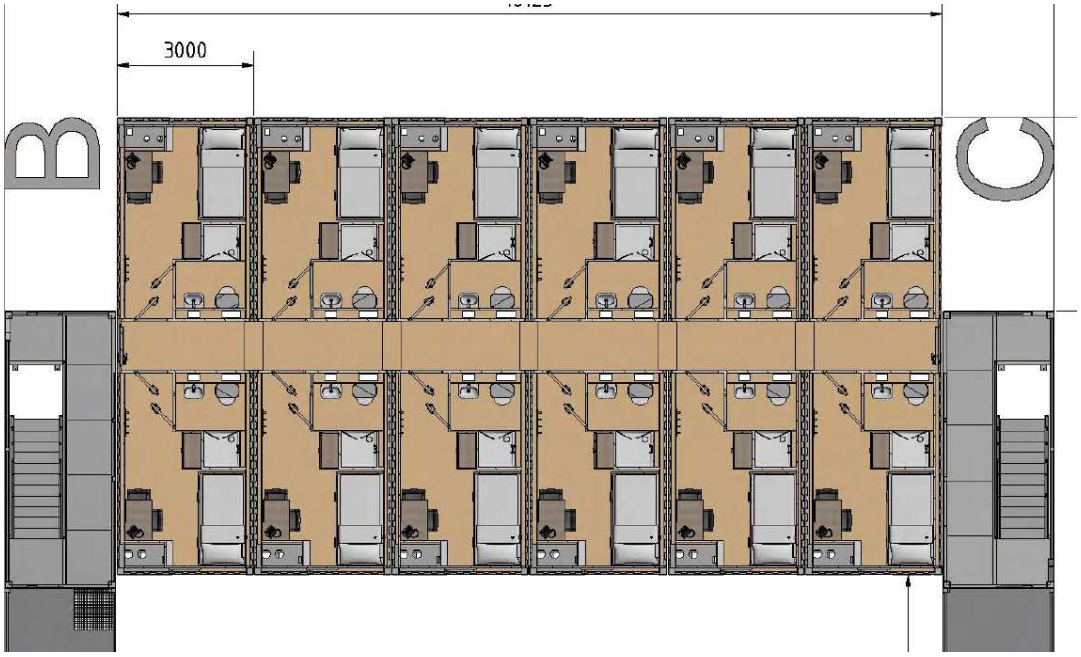
Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud, per jaar worden er in totaal 8 vluchten uitgevoerd. Er is geen inzet voorzien van schepen tijdens ongepland onderhoud.

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

2.2.7 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopterdek. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in verblijfsruimtes in containers op het bovendek (Modular Living Quarters (MLQ)). Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 100 mensen. Tijdens regulier onderhoud gedurende de

gebruiksfase van het platform verblijven er circa 50 mensen. Een impressie van een verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 2-6.



Figuur 2-6 Impressie van een verblijfsruimte.

2.2.8 Water, afwatering en toiletsystemen

Er wordt een zeewaterpomp geïnstalleerd om daarmee lokaal drinkwater te maken voor de bemanning en het schoonmaken van het platform. In het geval dat het platform bemand is pompt de zeewaterpomp circa 100 – 150 m³ per dag op. Daarvan wordt circa 20 m^3 drinkwater gemaakt. Voor de schoonmaakwerkzaamheden wordt het platform gereinigd met zoetwater middels hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een gehele 'deckwash' zal circa 30 m^3 aan water worden gebruikt. Het water voor de schoonmaak zal, indien niet gecontamineerd, direct op zee geloosd worden. Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, ook in zee geloosd worden. Hemelwater dat mogelijk wel gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in een vuilwatertank. Dit is een tank van circa 20m³ en de inhoud ervan wordt niet geloosd, maar naar land gebracht. De tank kan gedemobiliseerd worden.

Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

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

In de MLQ zijn normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie) aanwezig. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform komen verbrandingstoiletten en urinoirs. Bij de MLQ zitten drie vuilwatertanks van 10m³ (totaal 30m³), die staan op het dak. De inhoud daarvan wordt verwerkt via de zuiveringsinstallatie. Die zal circa 10 m^3/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan. Het meeste van die 10 m^3/dag

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

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

2.2.9 Verlichtingsplan

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

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

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

2.2.10 Veiligheidsplan

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

Bij noodgevallen leveren twee dieselgeneratoren (worst-case 2,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van het transport van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, wordt het water geloosd.

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

2.2.11 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. In het algemeen geldt dat objecten na afloop van de vergunningstermijn worden verwijderd. Ook voor het platform geldt deze verwijderingsplicht maar deze kan worden uitgesteld wanneer het platform een andere functie kan vervullen. Voor het verwijderen van het platform dient een verwijderingsplan opgesteld te zijn. De staatssecretaris van Economische zaken en Klimaat kan de verwijderingsplicht beperken tot een bepaalde diepte beneden de bodem van het oppervlaktewater waarbij de palen van de fundering deels kunnen blijven liggen (6 meter onder de zeebodem ligt dan het meest voor de hand).

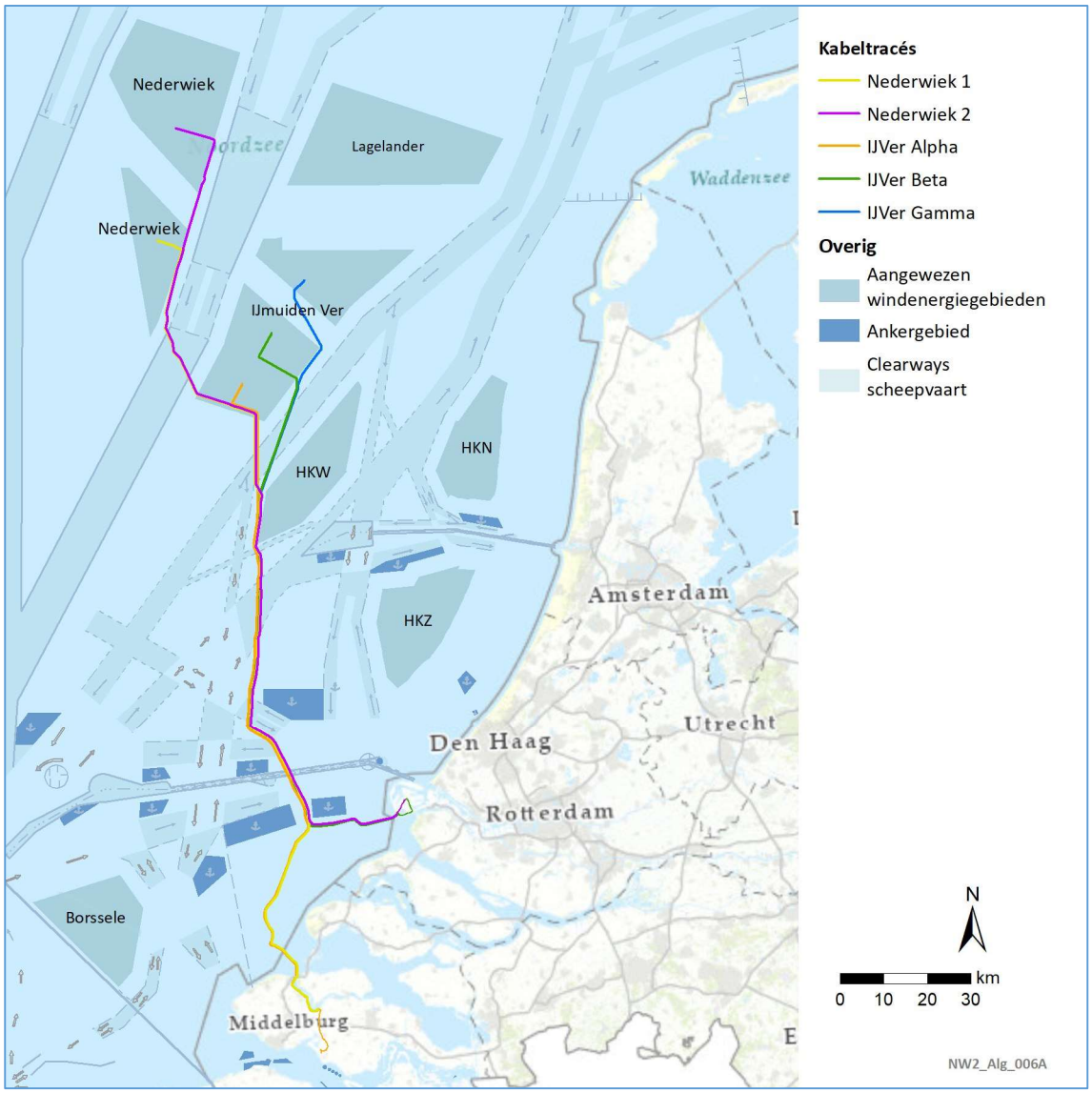
Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soortgelijke methode. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als worst-case beschouwd, dit is daarmee dus niet de maatgevende fase. Als worst-case worden de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Op deze manier zijn ook de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 offshore loopt vanaf het platform tot het converterstation achter de duinen bij de Tweede Maasvlakte, zie Figuur 1-3. Dit betreft een afstand van circa 205 km.

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 ligt voor een deel van de route parallel aan Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De parallelligging van de kabels zorgt voor een verkleining van de vereiste corridorbreedte en efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee. Ook kunnen er, afhankelijk van de situatie, gegevens van eerder uitgevoerde surveys worden gebruikt. De parallelliggingen zijn weergeven in Figuur 2-7.



Figuur 2-7 Weergave van de parallelligging met de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

Na het verlaten van het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek loopt het kabeltracé Net op zee Nederwiek 2 zuidelijke richting het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 loopt vervolgens parallel aan Nederwiek 1 bij het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek. Deze parallelligging start ten oosten van het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek, waar het kabeltracé voor Net op zee Nederwiek 1 het windenergiegebied verlaat. Vervolgens voegt Net op zee IJmuiden Ver Alpha zich bij de twee Nederwiek kabeltracés. Aan de noordwestzijde van windenergiegebied Hollandse Kust (west) voegen ook IJmuiden Ver Beta en Gamma zich bij de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha. De vijf kabeltracés lopen tot het lichtplatform Goeree parallel aan elkaar. Daarna buigen de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 oostwaarts af richting de Maasvlakte en vervolgen de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 zuidwaarts hun weg richting de Veerse Gatdam, in Zeeland. De kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 landen aan op de Tweede Maasvlakte. Hier gaat het kabeltracé op zee over in het kabeltracé op land. De route van het kabeltracé op land wordt verder toegelicht in paragraaf 2.4. De totale afstand van parallelligging van het kabeltracé op zee van Net op zee Nederwiek 2 met de hierboven genoemde net op zee-verbindingen is weergegeven in Tabel 2-4.

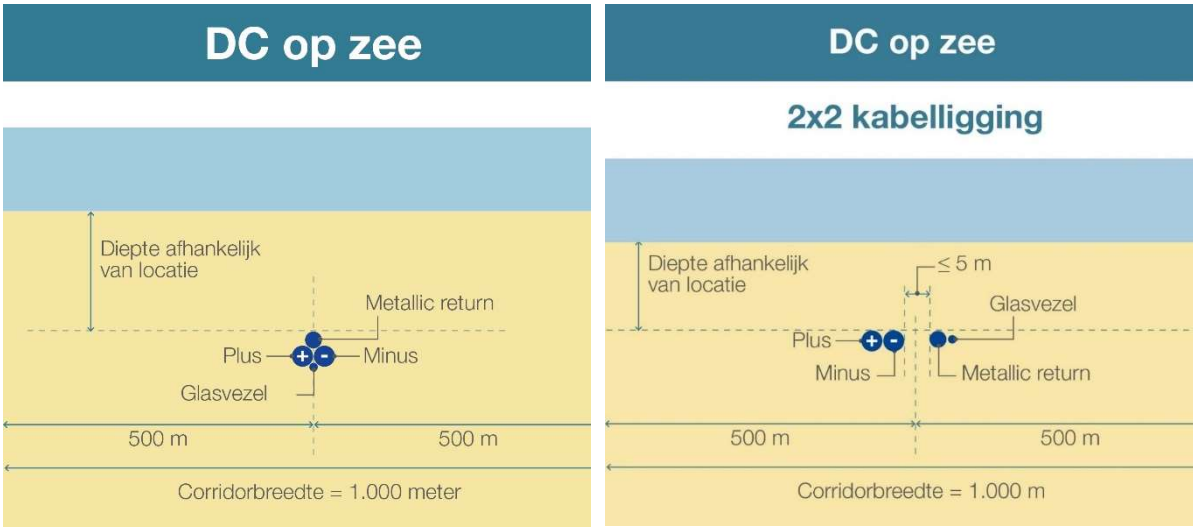
Tabel 2-4 Afstanden parallelligging.

	Parallelligging met Net op zee Nederwiek 2
Net op zee Nederwiek 1	148 km
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	105 km
Net op zee IJmuiden Ver Beta	102 km
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	102 km

2.3.2 Kabelconfiguratie

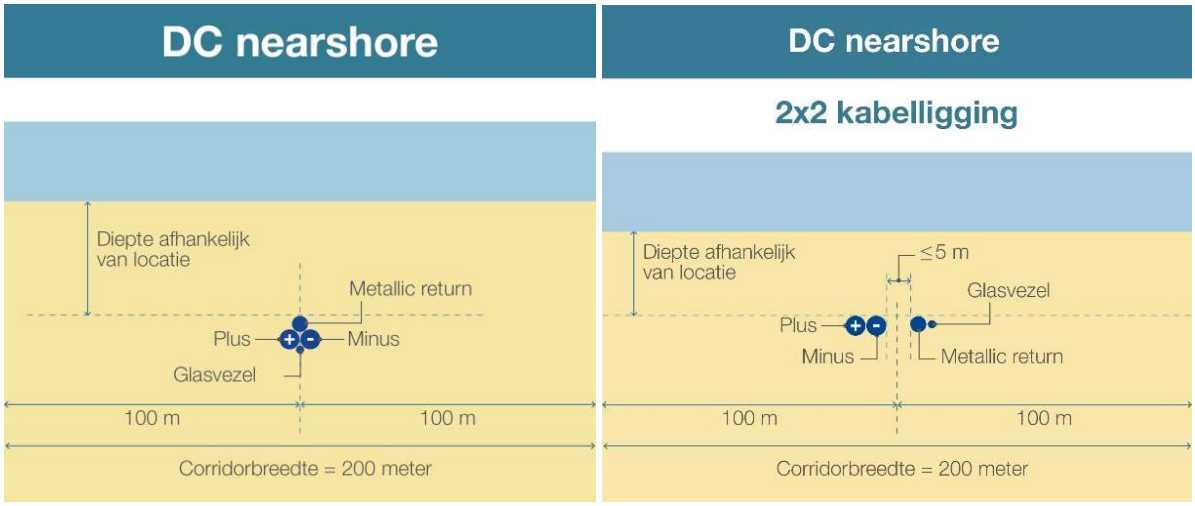
Het 525kV-gelijkstroom kabeltracé op zee is een kabelsysteem bestaande uit vier kabels. Dit zijn een plus-gelijkstroomkabel, een min-gelijkstroomkabel, een metallic return kabel en een glsvezelkabel. Voor het kabeltracé op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 2-8):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen in één bundel;
- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (maximaal 5 meter) van de plus- en de minpool liggen (twee bundels van twee).



Figuur 2-8 De (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts).

De keuze voor kabelconfiguratie heeft geen gevolgen voor de standaard corridorbreedte (bij beide configuraties is deze 1.000 meter) en de ligging van het kabeltracé maar heeft wel gevolgen voor de aanlegwijze. Dit wordt in de volgende paragraaf verder uitgelegd.
Een uitzondering op de standaard corridor breedte van 1.000 meter is dat in het nearshore gedeelte voor het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 een smallere corridorbreedte voor de kabel wordt gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 2x100 meter (zie Figuur 2-9).



Figuur 2-9 De (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en de (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts).

Het kabeltracé heeft een onderhoudszone buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden (zie Figuur 2-8). Bij parallelligging van 2 of meer kabeltracés op zee kunnen de onderhoudszones van verschillende verbindingen gecombineerd worden. De totale breedte van de corridor is daardoor bij parallelligging smaller dan de som van aparte verbindingen. Bij de delen waar vijf verschillende net op zeeverbindingen parallel liggen is de totale corridorbreedte bijvoorbeeld 1.800 meter (zie Figuur 2-11) in plaats van vijf keer 1.000 meter.

De veiligheids- en onderhoudscorridor dient tevens als vergunningszone voor het kabeltracé (of kabeltracés bij parallelligging). De kabels zullen binnen deze zone worden aangelegd. Door te werken met deze corridors als vergunningszone is het mogelijk om kabeltracés later nog iets te optimaliseren binnen de corridor (micro re-routing) naar aanleiding van uitkomsten UXO- en pre-surveys en dynamiek van de zeebodem.

(1x4)-kabelconfiguratie versus (2x2)-kabelconfiguratie

De (1x4)-kabelconfiguratie kan met één schip aangelegd worden. Het nadeel aan deze configuratie is dat de kabel minder flexibel is, waardoor manoeuvreren lastiger wordt (e.g. de hoek waarmee de kabel van het schip afkomt of de bodem in gaat is lastiger te maken). De (2x2)-kabelconfiguratie is flexibeler dan in geval van de (1x4), en daardoor makkelijker aan te leggen. Echter, er is voor het leggen van de kabel een extra schip nodig, waardoor er meer scheepsverkeer nodig zal zijn dat meer stikstof emissies tot gevolg heeft[16]. De twee bundels worden maximaal 5 meter van elkaar gelegd waardoor er meer moet worden gebaggerd en getrencht (wat extra habitataantasting en vertroebeling oplevert). Bij normaal bedrijf is er nauwelijks een verschil in magneetveld emissies van de (2x2)-kabelconfiguratie ten opzichte van (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld geeft wel een verschil in een storing- of onderhoudssituatie. Het verschil bij de (2x2)-kabelconfiguratie is dan kortstondig circa 10 tot 40 maal hoger dan bij de (1x4)-kabelconfiguratie. In deel B wordt als worst-case uitgangspunt daarom de (2x2)-kabelconfiguratie aangehouden.

Parallelligging

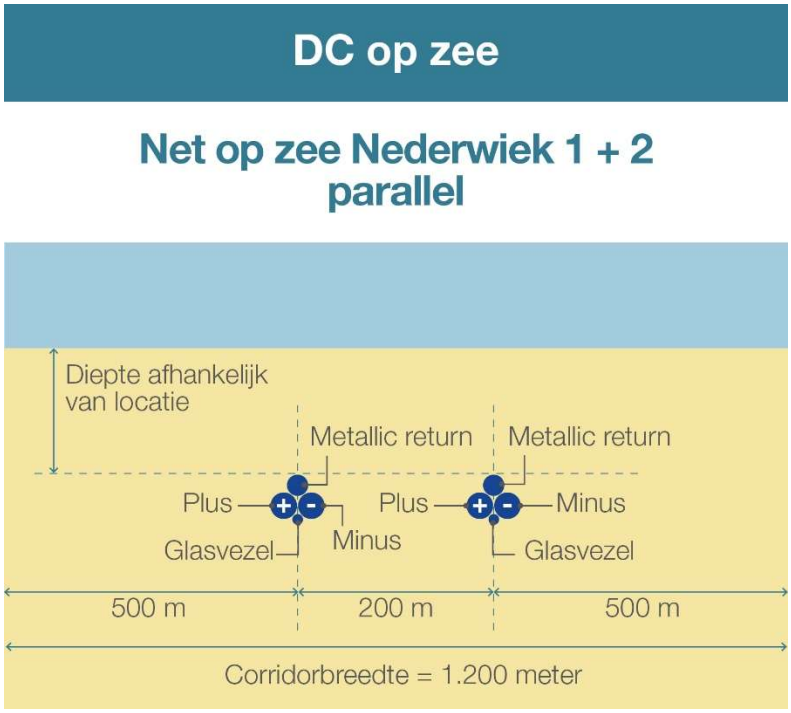
Zoals al eerder is beschreven ligt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 voor een groot deel parallel met verschillende andere net op zee-verbindingen (zie 2.3.1). De standaardconfiguratie is dat er 200m afstand tussen verbindingen wordt aangehouden zoals weergegeven waardoor de standaard corridorbreedte voor 2 parallel liggende kabeltracés 1.200 meter, voor 3 parallel liggende kabels 1.400 meter is, etc.[17]

De standaard kabelconfiguratie voor de parallelligging tussen Net op zee Nederwiek 1 en 2 is te zien in Figuur 2-10. De kabelconfiguratie voor vijf parallelle verbindingen is te zien in Figuur 2-11. Op vijf locaties wordt afgeweken van de standaard kabelconfiguratie. Dit zijn:

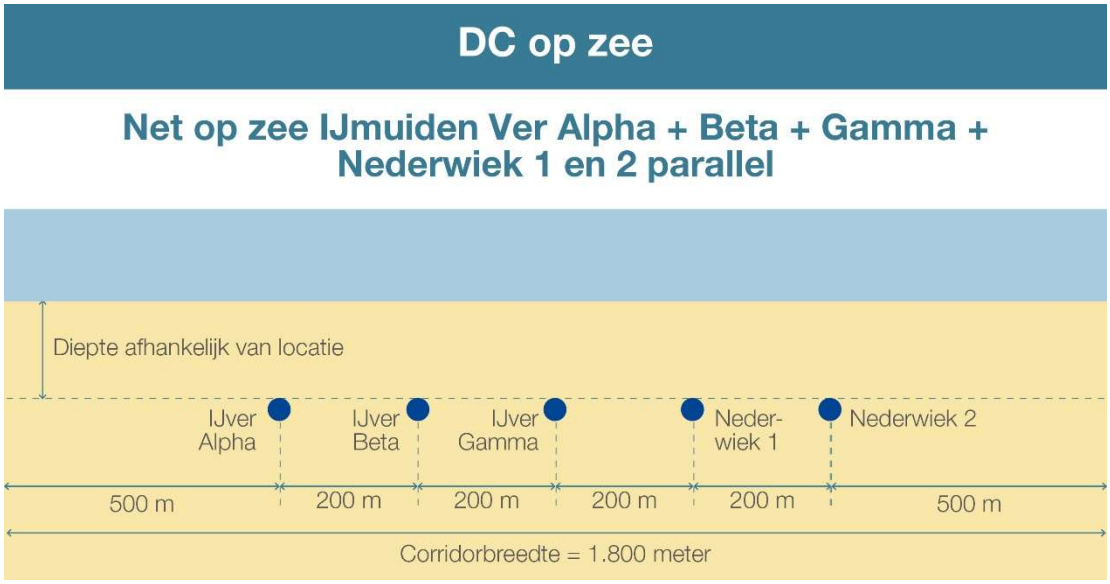
1) de passage windenergiegebied Nederwiek,
2) aan de noordzijde van de Bruine Bank,
3) de passage windenergiegebied Hollandse Kust (west),
4) de kruising van de scheepvaartroute TSS Maas Northwest en
5) de passage ten oosten van lichtplatform Goeree.

De kabels liggen hier worst case op een onderlinge afstand van 100 meter. Als er micro-rerouting wordt toegepast voor bijvoorbeeld het ontwijken van wrakken kan deze onderlinge afstand nog afwijken.

[16] Doordat beide installatieschepen vlak achter elkaar varen (tussenafstand circa 250 meter) zullen de effecten op verstoring van natuur (soorten) en scheepvaartveiligheid beperkt zijn.
[17] Voor parallelligging is uitgegaan van de (1x4)-kabelconfiguratie. Voor de (2x2)-kabelconfiguratie is het uitgangspunt dat dezelfde corridorbreedte geldt.



Figuur 2-10 Standaard kabelconfiguratie parallelligging op zee van Net op zee Nederwiek 1 en 2.



Figuur 2-11 Kabelconfiguratie Net op zee Nederwiek 1 & Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

2.3.3 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, wordt de kabel ingegraven. Hoe diep de kabels van Net op zee Nederwiek 2 begraven dienen te worden is afhankelijk van verschillende factoren.

De begraafdiepte is afhankelijk van de lokale condities langs het kabeltracé. Er is een gronddekking van minimaal 3 meter in het kustgebied (binnen 3 km vanuit land) en daarbuiten minimaal 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem in een VSS. Voor het kustgedeelte gold tot voorheen een minimum begraafdiepte van de kabel van 3 meter onder NMRL -non mobile reference level[18] (wat in de praktijk neer kan komen op een begraafdiepte van 8 meter). TenneT heeft met Rijkswaterstaat afgesproken om uit te gaan van een begraafdiepte van 1 meter onder het NMRL. Hierdoor kan worden uitgegaan van een (worst case) begraafdiepte van 6 meter (NMRL op 5 meter diepte + 1 meter gronddekking).

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

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek. Tot 3 meter onder de zeebodem wordt gebruik gemaakt van jet trenchen, jetten of ploegen, een indicatie van de meest voorkomende aanlegtechnieken is weergegeven in Tabel 2-7. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname, ander technieken vereisen minder baggeren. De (worst-case) baggervolumes zijn weergegeven in Tabel 2-5.

Tabel 2-5 Baggervolumes en aantal kilometers door zandgolven voor Net op zee Nederwiek 2.

Deel van route	**Baggervolumes**
Offshore	6.480.000 m^3
Nearshore	300.000 m^3
Aantal km door zandgolven	130 km

Het kabeltracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT heeft een RBBD (*Risk Based Burial Depth)* studie uitgevoerd om te kunnen bepalen voor het hele kabeltracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.[19]

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

[18] Het *non mobile reference level* is het stabiele zeebodem niveau onder de dynamische zandgolven op de zeebodem.
[19] Dit is een bureaustudie.

2.3.4 Kabel aanleg

Initial route survey

Na het bepalen van het kabeltracé zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geofysische survey. Ook worden de archeologische waarden in kaart gebracht en kan er nog rerouting binnen de corridor plaatsvinden wanneer deze waarden aanwezig zijn. Ook zijn kruisingen met bestaande kabels en leidingen en andere obstakels onderzocht. Er zijn in totaal 27 kabelkruisingen (offshore) benodigd, zie Tabel 2-6. Dit is exclusief kabelkruisingen met eigen net op zeekabels van TenneT.

Tabel 2-6 De benodigde kabelkruisingen voor Nederwiek 2.

Naam	Soort	Eigenaar	Status
Buis- en pijpleidingen			
PL0004_PR	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	In gebruik
PL0173_PR	Gas	Dana Petroleum Netherlands B.V.	In gebruik
PL0176_PR	Gas	BBL Company V.O.F.	In gebruik
Telecomkabels			
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Glasvezel	Global Crossing	In gebruik
BT North Sea	Glasvezel	British Telecom	Toekomstig
Circe 1 North	Glasvezel	Viatel UK Ltd	In gebruik
Circe north 2 replacement	Glasvezel	Zayo	Toekomstig
COAM	Glasvezel	Pipiper	Toekomstig
Concerto 1 segment 1 East	Glasvezel	Flute Ltd	Verlaten
Concerto 1 Segment 1 North	Onbekend	Flute Ltd	In gebruik
Hermes 1	Glasvezel	GTS	Verlaten
PANGEA Segment 2	Glasvezel	Alcatel Submarine Networks Ltd	In gebruik
Rembrandt 1	Glasvezel	KPNQwest	Verlaten
Rioja 3	Glasvezel	KPN	Verlaten
Scylla kabel	Glasvezel	euNetworks	Toekomstig
Telecomkabel TAT14 Segment I	Glasvezel	British Telecom	In gebruik
UK – DK 3	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – Germany 3	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 10	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 14	Glasvezel	Cable and Wireless	Verlaten
UK – NL 4	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 5	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 6	Coaxiaal	KPN	Verlaten
Ulysses 2	Glasvezel	MCI World Com	In gebruik
Winterton – Borkum 1	Onbekend	Onbekend	Verlaten
Elektrakabels			
BRITNED-route	Koper	TenneT (BritNed)	In gebruik
Neuconnect westelijk deel	Koper	NeuConnect Britain Limited	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Alpha	Koper	TenneT	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Beta	Koper	TenneT	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Gamma	Koper	TenneT	Toekomstig

Pre-installatie voorbereidingen

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt een UXO- en pre-survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van deze surveys is om de gegevens die bepaald zijn met de initiële route survey te updaten. De actuele bodemomstandigheden langs de route worden nauwkeurig verkend, waaronder ook de aanwezigheid van mogelijke (nieuwe) obstakels.

Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor (micro re-routing). Hierbij wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met de aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobiliteit in relatie tot de noodzaak tot onderhoud, zodat het vereiste baggerwerk tot een praktisch minimum beperkt wordt. Ook wordt de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels bepaald en worden overige obstakels (zoals ontplofbare oorlogsresten, puin etc.) in kaart gebracht, zodat deze kunnen worden vermeden of verwijderd.

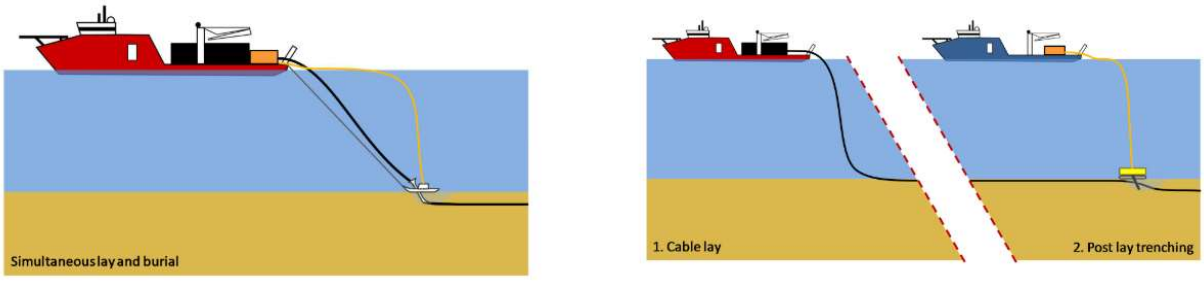
Pre-installatie route clearance
Na het pre-installatie zeebodemonderzoek vinden de volgende ingrepen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel: Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel, zoals visnetten en dergelijke, van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.
- Verwijderen van mogelijk geïdentificeerde niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee Nederwiek 2 zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Omgang met niet eerder geïdentificeerde in gebruik zijnde telecomkabels: Het is gebruikelijk gebleken dat onbekende kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee Nederwiek 2 met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee Nederwiek 2, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Baggeren zandgolven (ook wel: pre-sweepen): Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven, zonder door aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobiliteit gehinderd te worden, worden waar nodig deze secties gebaggerd. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zijn zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is normaliter zo'n 14 meter per kabel, 20 meter in geval van de (2x2)-kabelconfiguratie. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Eventuele pre-burial run: Als er een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt (gebaseerd op de surveys), wordt een pre-burial run overwogen. Dit houdt in dat voordat de kabel wordt gelegd op de geïdentificeerde secties, dezelfde begraaftechniek wordt toegepast maar dan zonder kabel. Als dit niet succesvol blijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie
Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Voor het aanleggen van het kabeltracé op zee zijn er twee verschillende aanlegstrategieën (zie Figuur 2-12).

'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)
In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het kabeltracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden met een snelheid van circa 250 m/u. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt. Dit gaat over het algemeen door jet trenchen. Hiervoor zijn dan geen baggerwerkzaamheden nodig.

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



Figuur 2-12 Simultaneous Lay and Burial (links) en Post Lay Burial (rechts).

Verschillende apparatuur en schepen kunnen worden gebruikt voor het ingraven van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een 'burial assessment' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur die zij kunnen bieden (Tabel 2-7). Over het algemeen zal nearshore gekozen worden voor SLB aanleg, en verder offshore voor PLB.

Tabel 2-7 Een indicatie van de meest voorkomende ingraaftechnieken.

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

Dicht bij de kust dienen soms andere ingraaftechnieken te worden gebruikt omdat er niet genoeg diepgang is voor de normaal gebruikte vaartuigen (zie Tabel 2-8). Deze vereisen een transportbak ('barge') die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 2-8 Een indicatie voor ingraaftechnieken die geschikt zijn voor nabij de kust.

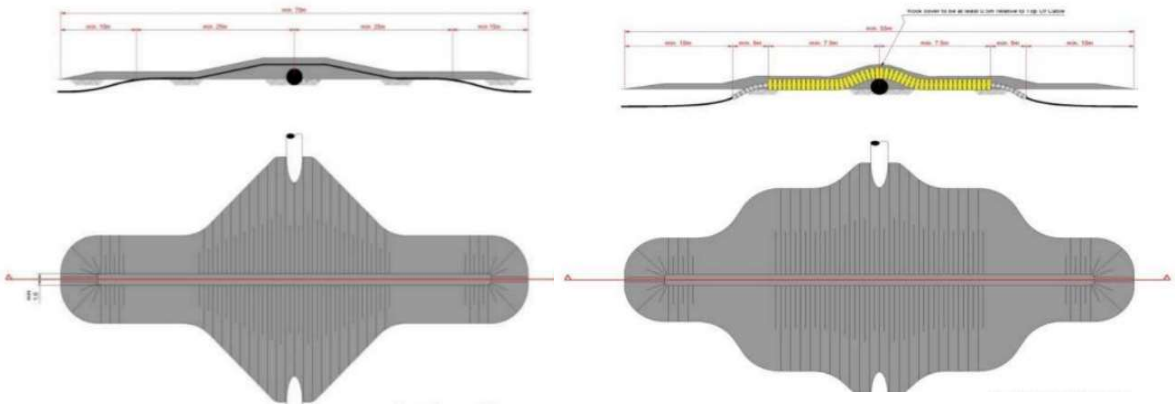
Techniek	Beschrijving
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel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

Bijzondere locaties langs het kabeltracé (moflocaties en kruisingen)

Het kabeltracé op zee bestaat meerdere delen die aan elkaar worden verbonden. De lengte van een deel is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het is de verwachting dat er 40 tot 60 kilometer kabel kan worden opslagen op het kabelinstallatieschip. Om de aparte stukken kabel te verbinden zijn moflocaties ('offshore joints') vereist. Een moflocatie is een soort kleine metalen omhulling. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.5.1.

Voor het kruisen van de 27 kabels (exclusief kabels van TenneT) en pijpleidingen van derden (zie Tabel 2-6), kunnen diverse methoden worden toegepast. Elke methode zorgt voor een scheiding van circa 0,3 meter of meer tussen de twee kabels of de kabel en een pijpleiding. De keuze voor de exacte kruisingsmethode gaat in overleg met de andere partij. In de volgende alinea worden enkele mogelijkheden toegelicht.

Een scheiding is mogelijk middels het plaatsen van stenen of een speciaal scheidingssysteem, met beide een buitenste beschermlaag van stortsteen (Figuur 2-13). Hiernaast kan ook een scheiding door zand- of groutzakken, steennetten of een 'matras' van betonnen blokken worden gerealiseerd, weer met een buitenste bescherming door stortsteen. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. Het toepassen van de 'matras' van betonnen blokken vereist bijvoorbeeld door instabiliteitsrisico's een korte doorlooptijd tussen de installatie van het 'matras', het leggen van de kabel en het storten van het stortsteen. Zoals gezegd gaat de keuze voor de kruisingsmethode in overleg met de te kruisen partij.



Figuur 2-13 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een dwarsdoorsnede zien en onder het bovenaanzicht.

Post-installatie

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

2.3.5 Gebruik en onderhoud

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

2.3.6 Verwijdering

De levensduur van de kabels is circa 40 jaar. In het algemeen geldt dat objecten na afloop van de vergunningstermijn worden verwijderd. Ook voor de kabels geldt deze verwijderingsplicht. De verwijderingsplicht geldt tenzij de afweging van maatschappelijke kosten en baten, effecten op ruimtegebruik, milieueffecten en veiligheidsaspecten van het laten liggen dan wel opruimen anders uitvalt. Dan kan de leiding blijven liggen, maar blijft er wel een inspectie- en onderhoudsplicht. In het

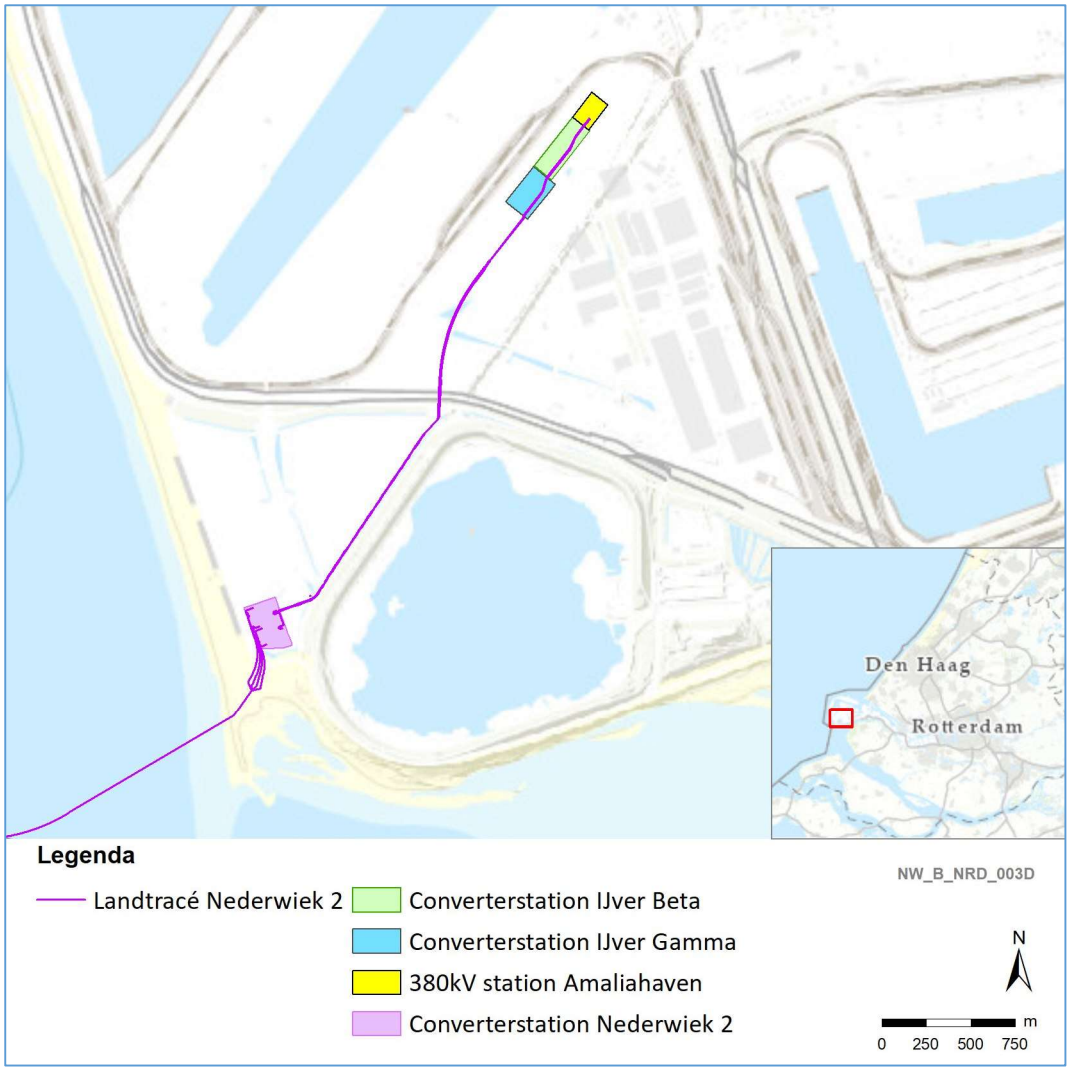
Programma Noordzee 2022-2027 is een checklijst bijgevoegd (Bijlage 5) voor de verwijderingsplicht voor kabels en leidingen om bovengenoemde afweging te maken.

Er wordt niet gebaggerd bij de verwijdering. Waar nodig wordt waarschijnlijk een jet trencher gebruikt voor verwijdering. Gezien baggeren niet wordt toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. De gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase zijn niet apart beoordeeld.

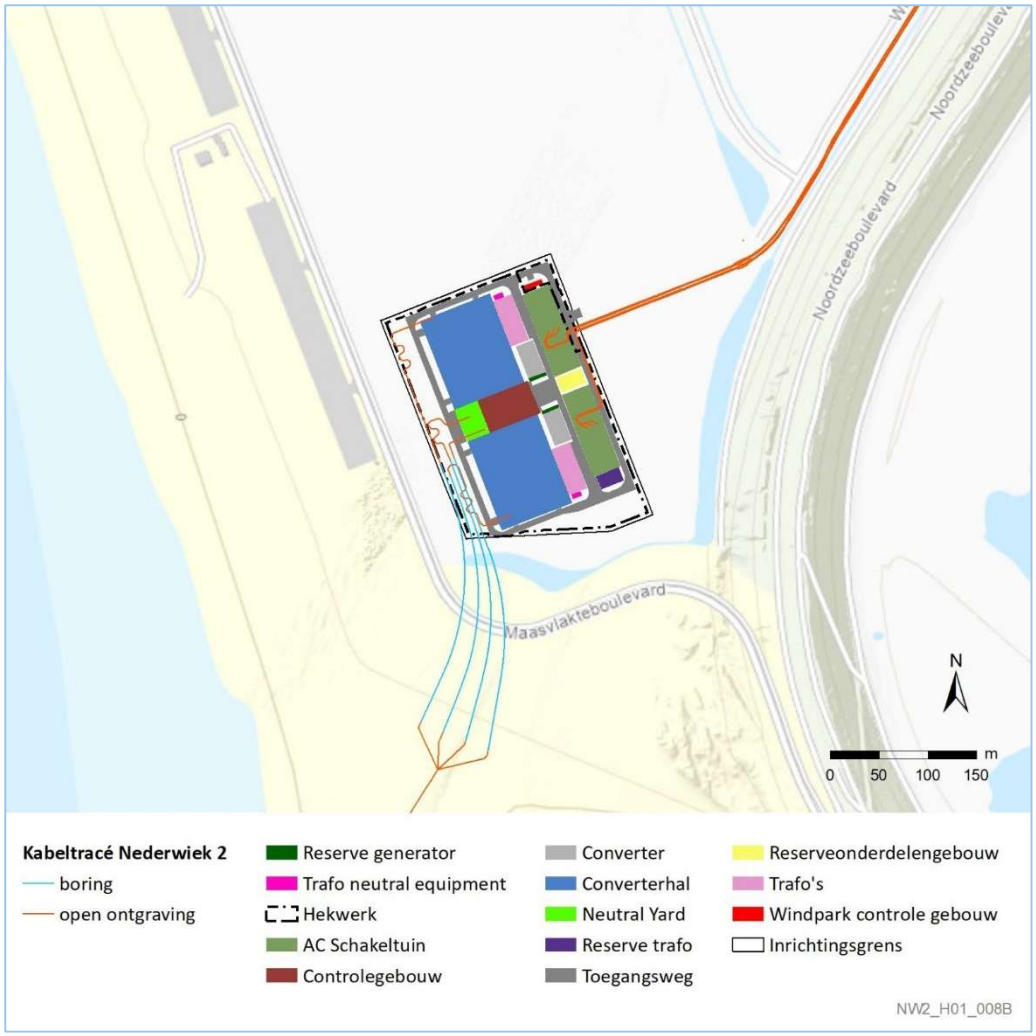
2.4 Kabels op land

2.4.1 Route kabel

Het kabeltracé op zee landt aan op de Tweede Maasvlakte. Vervolgens wordt, door middel van een kort ondergronds gelijkstroomtracé (circa 0,5 km) het zeetracé direct aangesloten op het converterstation. Vanaf het converterstation loopt er een ondergronds AC-kabeltracé over een afstand van circa 3,5 km naar het hoogspanningsstation waar de aansluiting op het landelijk elektriciteitsnet plaatsvindt. Het AC-tracé van Net op zee Nederwiek 2 loopt na het verlaten van het plot voor het conversiepark in noordelijke richting langs de Slufter en kruist daarna de Maasvlakteweg en een toekomstig spooremplacement. Hierna vervolgt het kabeltracé zijn route (onder)langs de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta en wordt het aangesloten op het nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningstation Amaliahaven (zie Figuur 2-14 en Figuur 2-15).



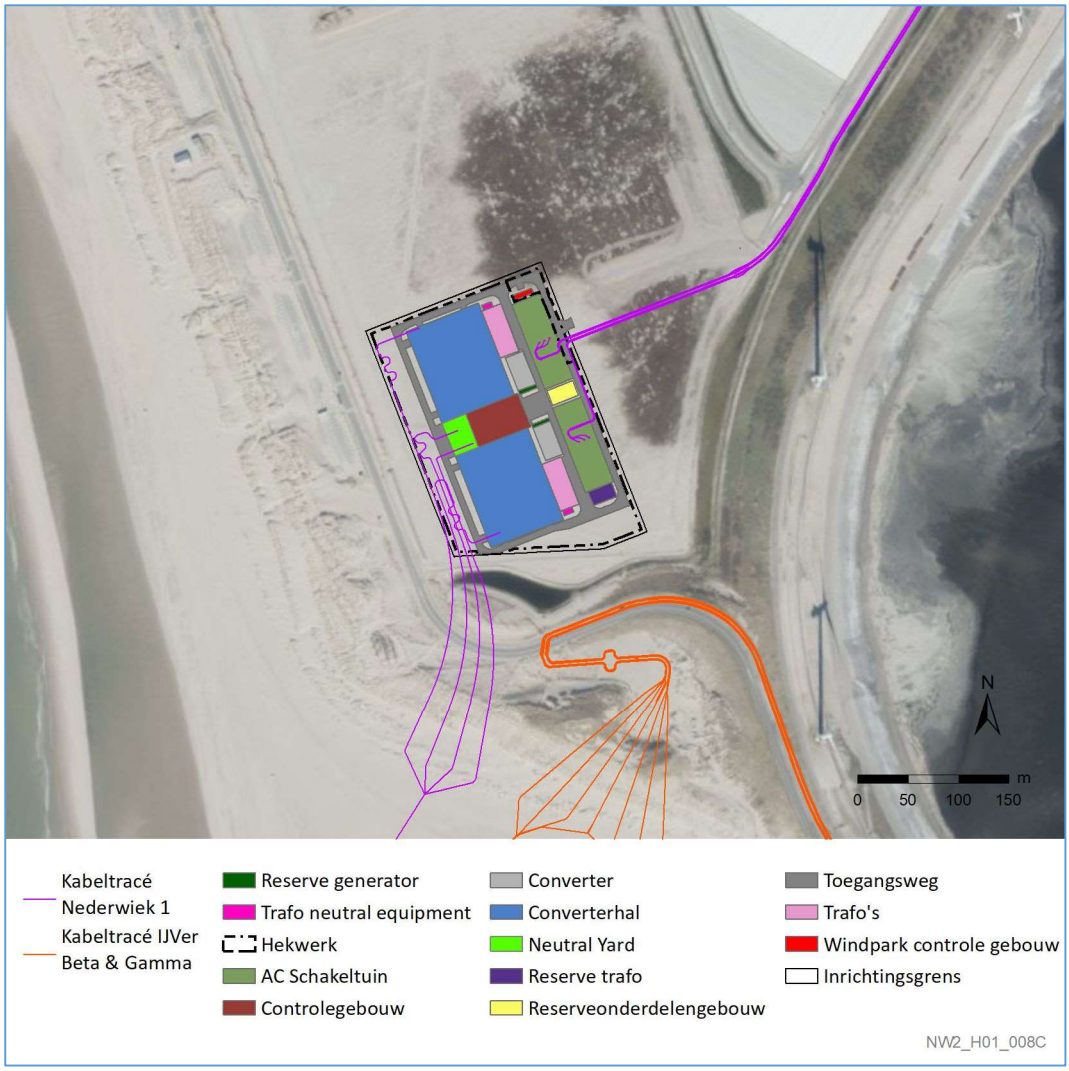
Figuur 2-14 Kabeltracé op land vanaf aanlanding (linksonder) tot converterstation en vervolgens naar het 380kV-hoogspanningsstation.



Figuur 2-15 Detailweergave van de aanlanding en de ligging van het kabeltracé en coverterstation Maasvlakte Zuid.

Parallelligging

Nederwiek 2 ligt tot op het strand parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. Vanaf de aanlanding lopen de twee Net op zee IJmuiden Ver kabeltracés echter via een andere route naar het hoogspanningsstation (Figuur 2-16). Voorbij het strand is er dus geen sprake van een parallelligging.



Figuur 2-16 Weergave ligging Nederwiek 2 (bovenste) parallel met IJmuiden Ver Beta en Gamma tot aan de duinen.

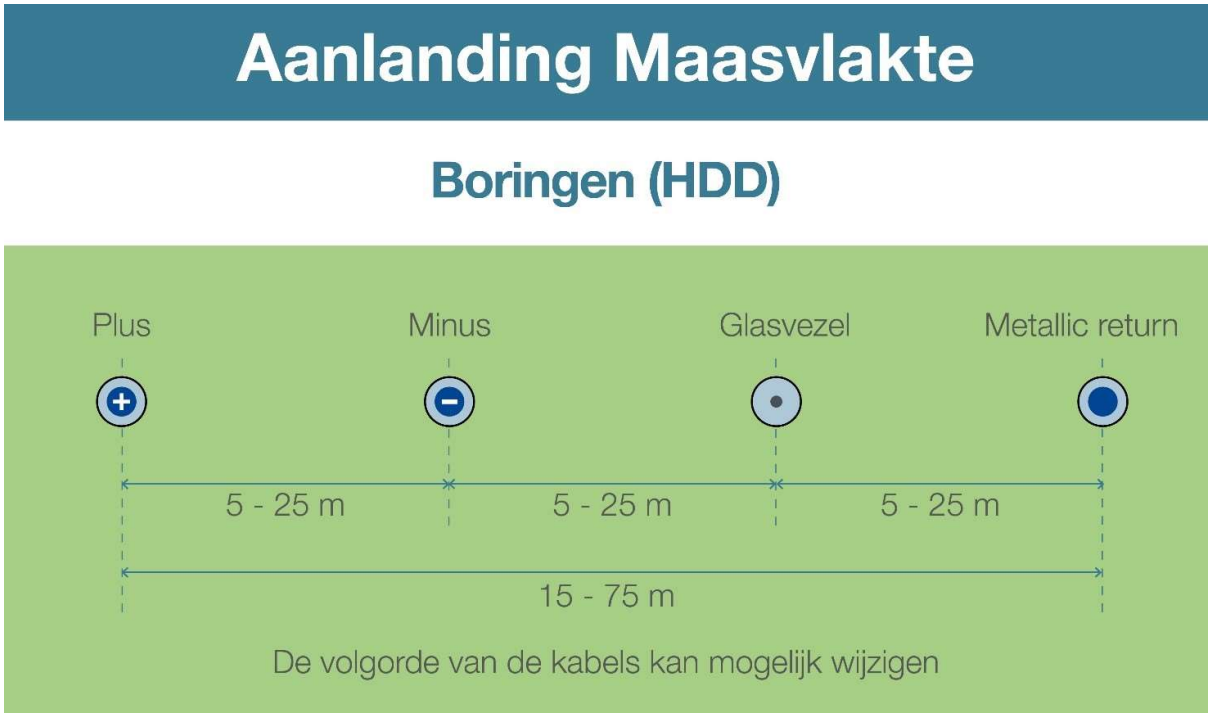
2.4.2 Aanlegwijze

Aanlanding Tweede Maasvlakte

De aanlanding vindt plaats via een open ontgraving op het strand en daarna vier gestuurde (HDD) boringen onder de duinen door. De open ontgraving op het strand kan op twee manieren gedaan worden. De eerste optie maakt gebruik van damwanden. Die worden over maximaal 800 meter in de bodem getrild tot en diepte van 25-30 meter onder maaiveld. Vervolgens zal er circa 8-10 meter worden ontgraven. Een tweede optie is dat er een ‘intertidal trencher’ wordt ingezet. De damwandconstructie zal dan veel kleiner zijn dan bij de eerste optie. Bemaling zal bij beide methodes niet aan de orde zijn.

Hierna worden de kabels onder de duinen door geboord door middel van gestuurde boringen. Een schematische weergave van de boringen is te zien in Figuur 2-17. Bij gestuurde boringen wordt er van een intredepunt naar een uittredepunt geboord. Deze punten liggen onder het maaiveld. Vanaf het uittredepunt wordt er een mantelbuis het boorgat ingetrokken. Hierna worden de kabels er één voor één ingetrokken.

Het DC-tracé dat uit zee komt zal direct worden aangesloten op het converterstation. Er is voor Net op zee Nederwiek 2 dus geen DC-landtracé en ook geen verbindingsmof die de zee- en landkabels verbindt. Echter, door de aanleg op land zal de aanlanding in het MER beoordeeld worden als onderdeel van het landtracé. Een detailweergave van de aanlanding van het DC-tracé en aansluiting op het converterstation is te zien in Figuur 2-16.



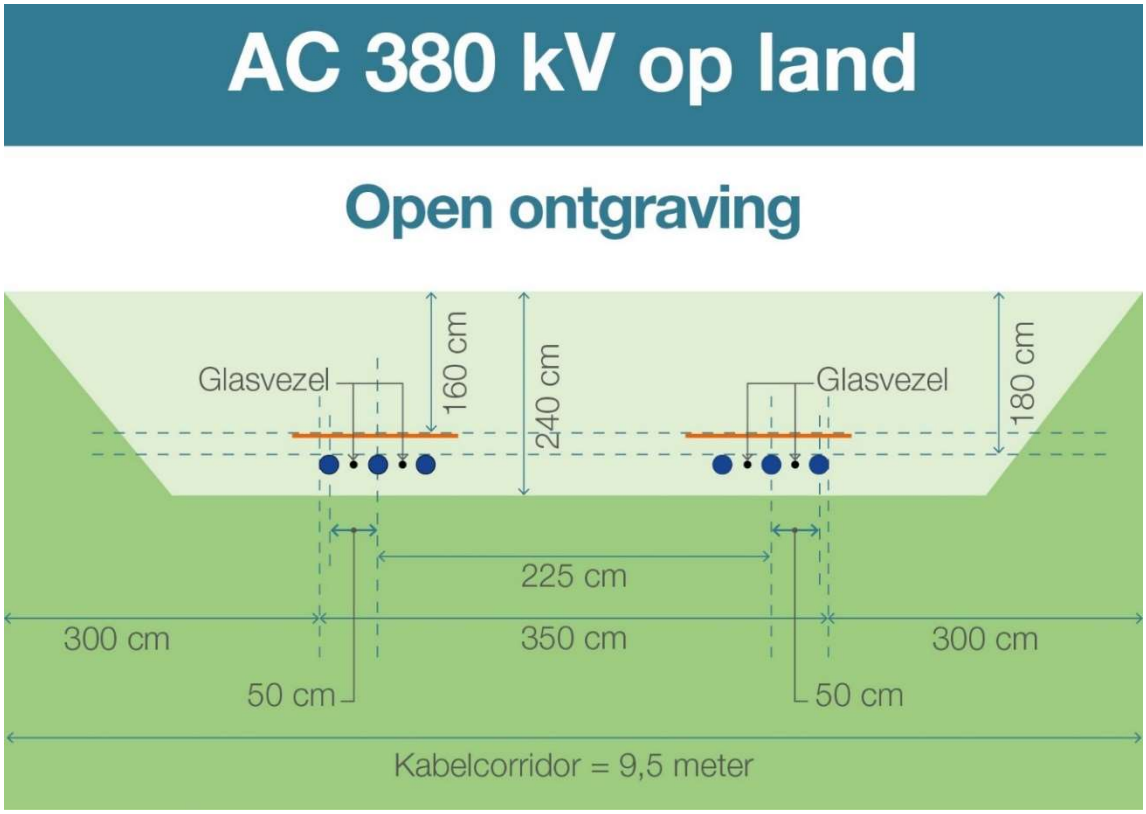
Figuur 2-17 Kabelconfiguratie HDD boringen bij de aanlanding op de Tweede Maasvlakte.

Kabeltracé op land

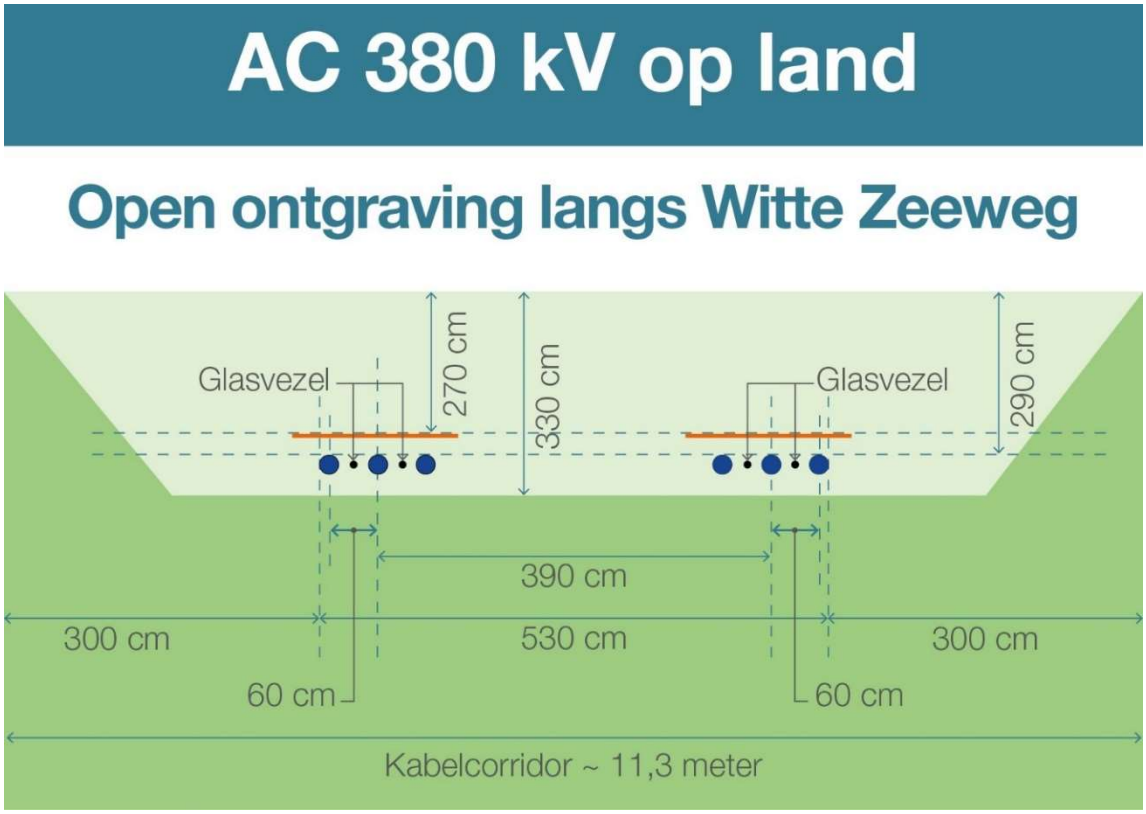
De duur van de aanleg van het landtracé is circa 1 jaar (van maart tot oktober). Het AC-kabeltracé op land kan in open ontgraving of met sleufloze technieken (gestuurde boringen) worden aangelegd. Open ontgraving is de standaard en heeft de voorkeur. Waar een open ontgraving niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij kruisingen met infrastructuur zoals wegen en spoorwegen, wordt gebruik gemaakt van sleufloze technieken. De uitgangspunten voor beide methoden zijn hieronder toegelicht.

Open ontgraving

Bij open ontgravingen wordt het AC-tracé in mantelbuizen aangelegd. Het AC-tracé bestaat uit twee circuits. De aanleg van de landkabels in open ontgraving duurt circa 6-10 weken per AC-circuit.
In Figuur 2-18 is een schematische (standaard) weergave te zien van de sleuf voor de open ontgraving van het AC-tracé. De breedte van de sleuf is circa 9,5 meter en de diepte is 2,4 meter. Direct boven de kabels ligt een plaat ter bescherming (oranje lijn in Figuur 2-18). Bij de open ontgraving langs de Witte Zeeweg is meer ruimte nodig: de breedte van de sleuf is hier circa 12 meter is en de diepte is 3,3 meter (zie Figuur 2-19). Voor de realisatie van de aanleg van de kabels moet rekening gehouden worden met nog een werkstrook en grondopslag naast de sleuf.



Figuur 2-18 Kabelconfiguratie AC-verbinding in open ontgraving.



Figuur 2-19 Sleuf open ontgraving langs de Witte Zeeweg (oranje lijn is een plaat ter bescherming van de circuits)

Het AC-tracé loopt over het terrein waar de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma komen te staan. Het kabeltracé wordt aangelegd voorafgaand aan de ophoging van het terrein en de bouw van de stations. De ligging van de twee circuits van het kabeltracé op de plek van de converterstations is te zien in Figuur 2-20.

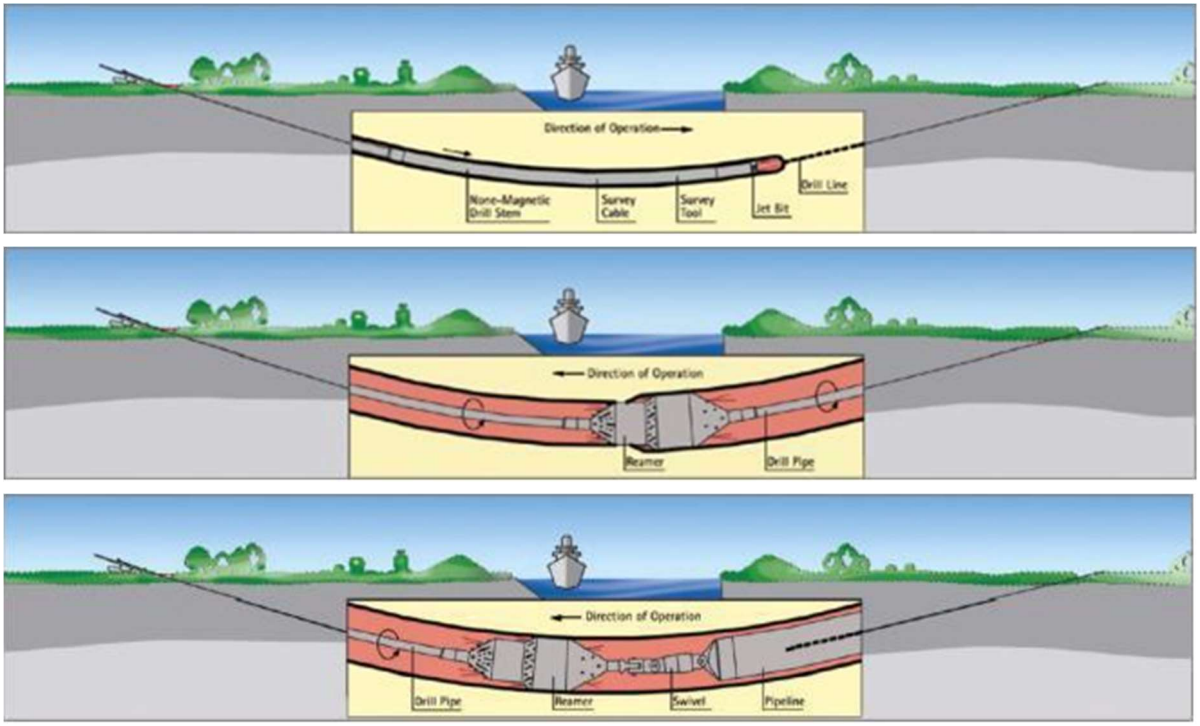
Wanneer deze methode niet mogelijk blijkt, wordt het kabeltracé door middel van boringen aangelegd. In het MER is uitgegaan van aanleg door middel van open ontgraving omdat dit de worst-case aanlegmethode is.



Figuur 2-20 Kabelconfiguratie AC-tracé Net op zee Nederwiek 2 onder de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma

Boringen

Bij boringen langs deze route is “Horizontal directional drilling” (HDD, Horizontaal gestuurde boring) de voorkeursmethode. Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 2-21). Eerst wordt van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door één of meerdere keren een verruimende boor door het gat heen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel (gevuld) blijft. In de laatste stap wordt een pijp (buis) door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden en in het gat getrokken. Wanneer de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van één boring duurt circa twee weken. Voor Nederwiek 2 zijn bij de aanlanding vier boorgaten nodig om alle kabels te leggen (Figuur 2-16). De maximale lengte van een boring is 1.200 meter vanwege restricties in het kabeltransport.



Figuur 2-21 De drie stappen van een horizontale boring.

Rondom de in- en uittredepunten komt een werkterrein voor de booropstelling, uitlegruimte voor de mantelbuizen en opslag van materiaal. In Figuur 2-22 is een voorbeeld gegeven van hoe de locatie bij en rondom een intredepunt en uittredepunt eruit kan komen te zien.

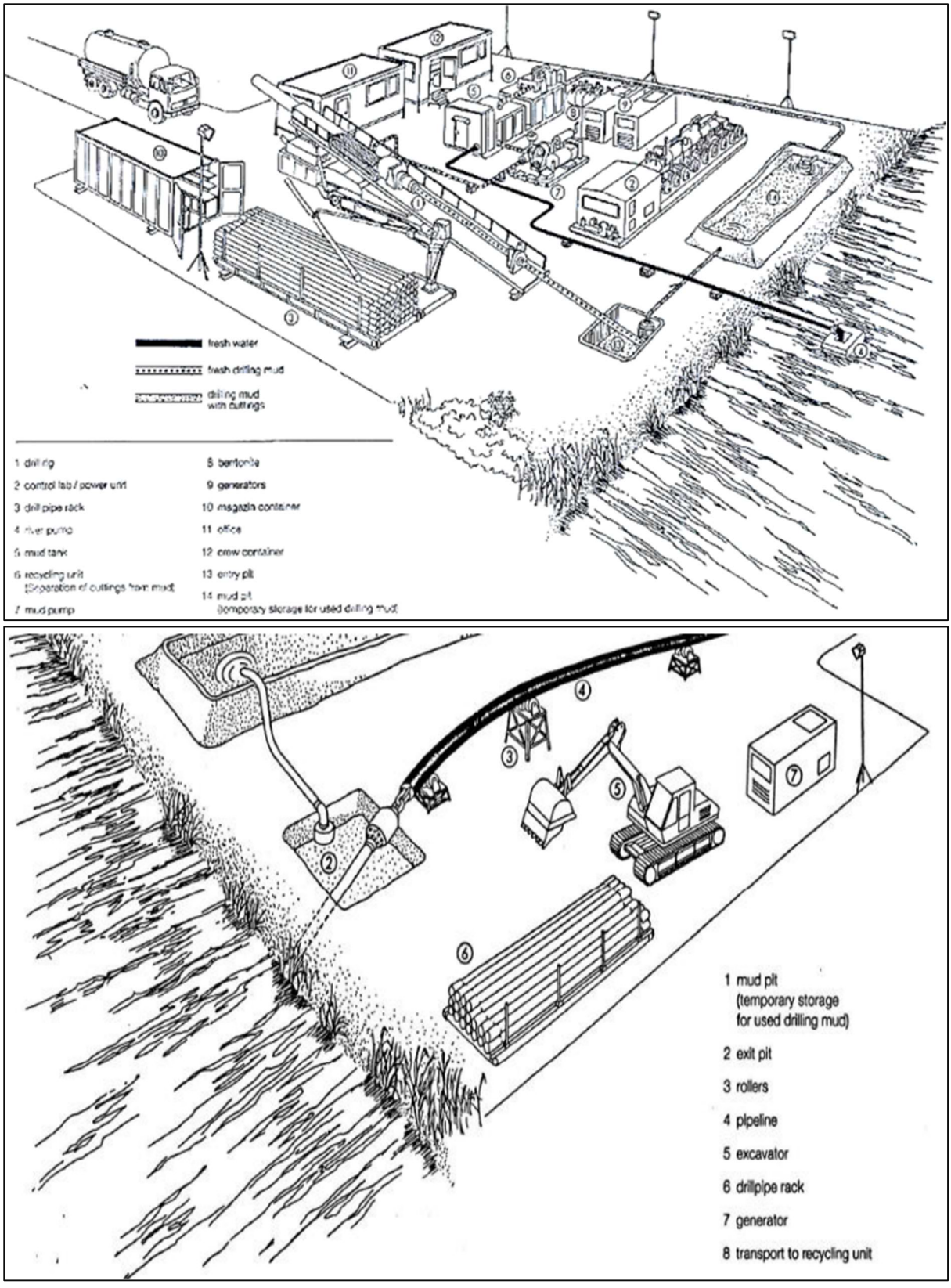
Tijdens de aanlegfase worden de mantelbuizen gevuld met water en verstevigd met een uithardende boorvloeistof in de boorgang rondom de mantelbuis. Dit om implosie en nazakking te voorkomen. Door het toepassen van uithardende boorvloeistof in de boorgangen en het afsluiten van de mantelbuizen wordt ook waterstroming en zakking voorkomen. Tijdens de gebruiksfase blijven de mantelbuizen gevuld met water en/of worden deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat waterstroming door de mantelbuizen wordt voorkomen.

De benodigde ruimte naast de boorlocatie moet voldoende zijn voor de boorinstallatie zelf en bijbehorend materieel. Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is circa 20.000 m^2 nodig. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen. Het verdere tijdelijke werkgebied bij het in- en uittredepunt is afhankelijk van de lengte en het type boormaterieel. Gebruikelijke afmetingen staan in Tabel 2-9[20].

Tabel 2-9 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD lengtes.

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

[20] Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is circa 2 hectare benodigd. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen.



Figuur 2-22 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD in- (boven) en uittredepunt (onder).

In Figuur 2-23 is de kabelconfiguratie van een boring langs het kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven. De AC-verbinding bestaat uit 2 kabelbundels (circuits).



Figuur 2-23 Kabelconfiguratie AC-verbinding bij boring (HDD).

2.4.3 Gebruik en onderhoud

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

2.4.4 Verwijdering

De levensduur van de kabels is circa 40 jaar. Er gelden geen landelijke vastgestelde regels voor het verwijderen van kabels in de grond op land. Een verwijderingsplicht kan zijn opgenomen in publiekrechtelijke regelingen van het bevoegd gezag. Dit kan dus per bevoegd gezag verschillen. Daarnaast kan het bevoegd gezag in de voorschriften van een vergunning een verwijderingsplicht opnemen.

De methode voor het verwijderen van de kabels op land zal vergelijkbaar zijn met de methode die wordt gebruikt tijdens de aanlegfase. Als worst-case scenario worden de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen.

2.5 Kabelverbindingen

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

- Moflocaties (jointlocaties op zee)
- Mofput (jointlocatie op land)

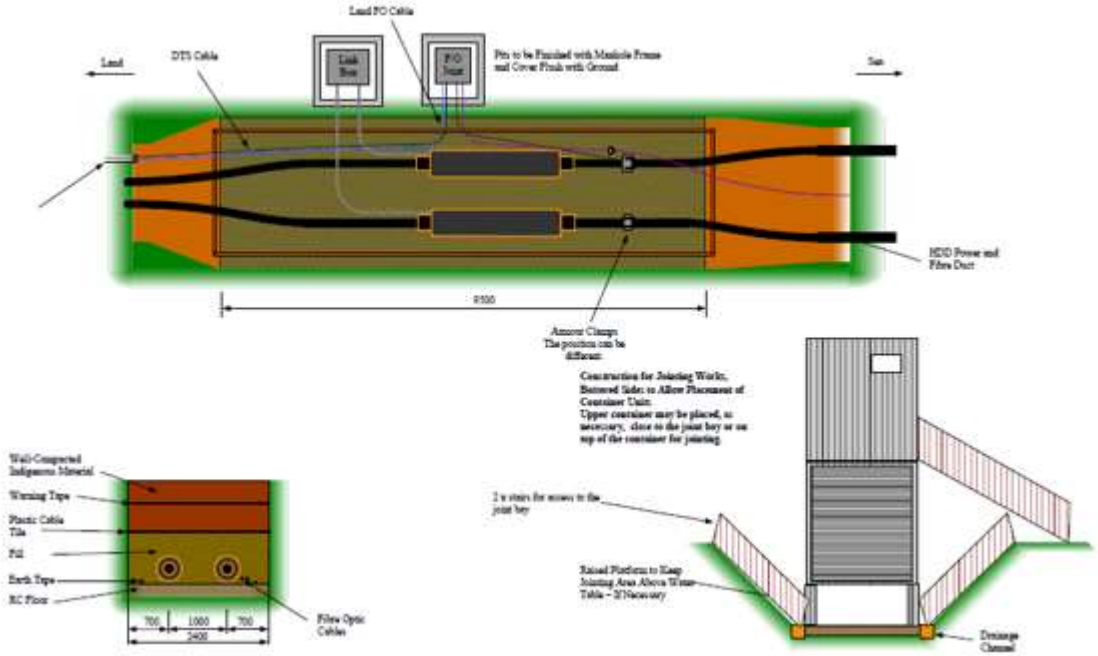
Bij de mofputten langs het AC-tracé wordt ook een aardput met earthing box gerealiseerd. Een aardput heeft afmetingen van circa 1 m^2. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel. Vergelijkbaar met een putdeksel in de straat welke gelijk is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing box zit in de aardput verwerkt.

2.5.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt er daarom uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) omvat een relatief kleine ingreep met een afmeting van circa 6 x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft, vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie. De precieze lengtes van de kabeldelen en daarmee de ligging van de moflocaties kunnen op dit moment nog niet worden bepaald, maar een moflocatie wordt altijd aangelegd in lijn van het kabeltracé, binnen het ruimtebeslag van de reeds aanwezige kabelcorridor. Er wordt geen separate voorziening in de waterbodem aangebracht. De kabels worden op het schip met elkaar verbonden en vervolgens vindt het begraven van de verbinding op dezelfde manier plaats als voor de overige kabeldelen.

2.5.2 Mofput (op land)

Op land zijn 2 mofputten nodig om de landkabels te verbinden (om de circa 800 tot 1.200 meter). Deze mofputten hebben een oppervlakte van 50 m^2 en zijn 1,6 meter diep. Mofputten worden altijd aangelegd in de zone van open ontgraving (in lijn met het kabeltracé), de mofputten zijn ondergronds en worden mogelijk afgedekt met een betonplaat onder het maaiveld en zijn na realisatie niet meer zichtbaar. Er komen geen andere structuren of bouwwerken op een mofput te staan. De gewenste ontwateringsdiepte bij de realisatie is 1,6 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken. In is een schematische weergave van een mofput weergegeven.



Figuur 2-24 Schematische weergave mofput.

2.6 Converterstation

2.6.1 Locatie en afmetingen

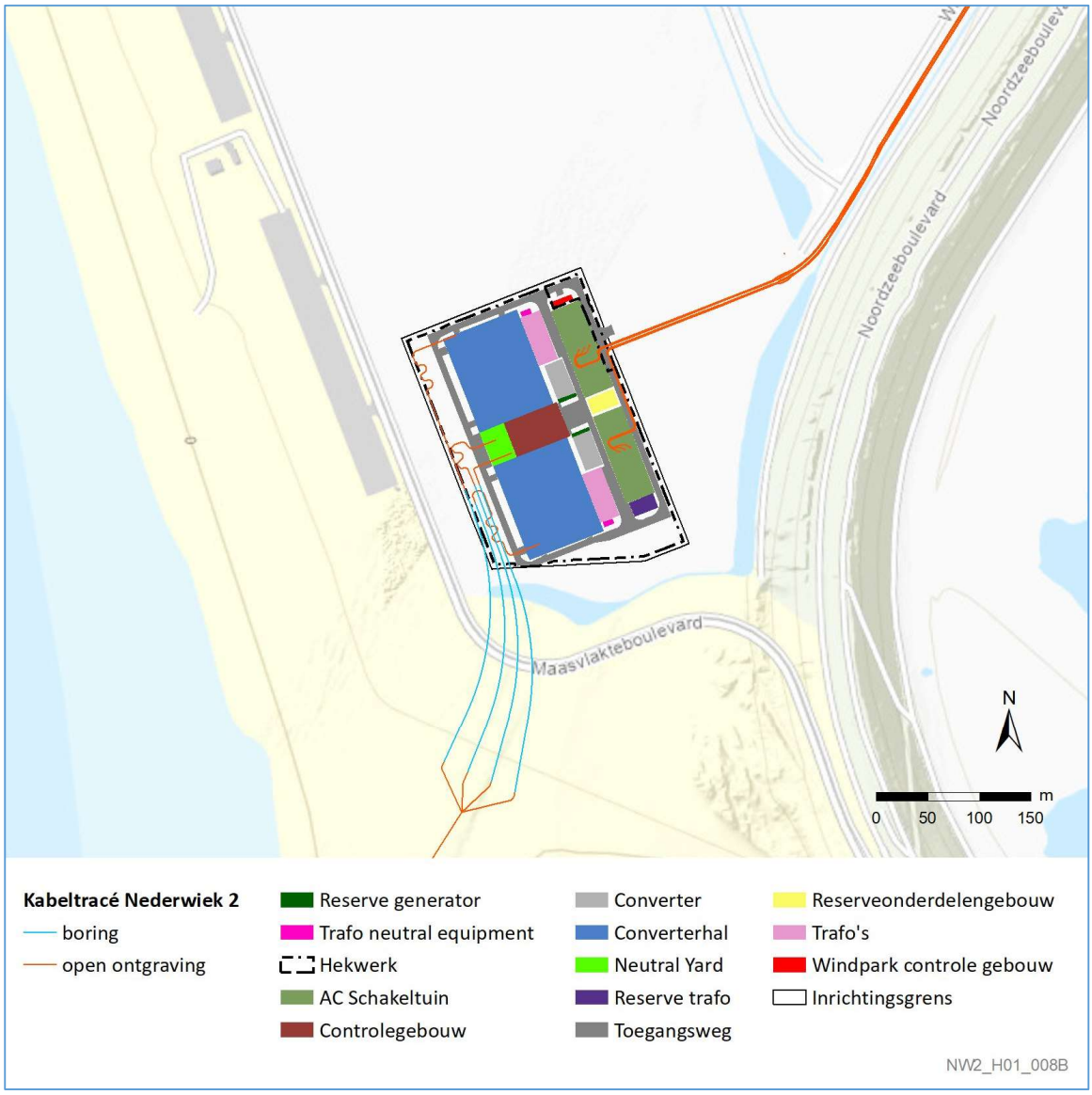
Het converterstation wordt gerealiseerd in het zuidelijke deel van de Tweede Maasvlakte ten noordoosten van de Maasvlakteboulevard en ten westen van de Noordzeeboulevard (zie Figuur 2-15). Het terrein voor het converterstation van Nederwiek 2 bedraagt circa 3,9 hectare. De verwachte afmetingen van het converterstation zijn circa 157 x 250 meter en met een hoogte van 25 meter (gemeten vanaf het opgehoogde maaiveld)[21]. De *central service building* (C&P Building) in het midden van het plot is circa 56x35x18m (lengte x breedte x hoogte). Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat de grond in tot maximaal 3,50 meter (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 2.000 m^2. Daarnaast komt er een kelder onder het *third party* building tot maximaal 3,5 meter diep (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) met een oppervlakte van 140 m^2.

[21] Dit is exclusief toevoegingen zoals antennes, masten, etc.

2.6.2 Ontwerp

De indeling van het converterstation is weergegeven in Figuur 2-25. Het converterstation bestaat uit de volgende onderdelen:

- 6 Transformatoren
- 1 Reserve transformator
- 2 Converters (in de converterhallen)
- 6 Reactoren (in de converterhallen)
- 2 Koelblokken met meerdere koelers
- 2x AC-schakelvelden
- 2x AC-convertertuin
- 1x Neutral yard (in het neutral building)
- 2x DC yard (in de converterhallen)
- 11x Luchtbehandelingskasten (in het central service building)
- 2x Dynamic breaking system



Figuur 2-25 Het indicatieve ontwerp van het converterstation.

2.6.3 Aanleg

De aanleg van het converterstation bestaat uit meerdere delen. Ten eerste is er een civiel deel, dit zijn de fundatiewerkzaamheden, bouwrijp maken van het terrein, bouwtijd van het converterstation en het woonrijp maken van het terrein. Ten tweede is er een elektrische deel, dit is de installatie van de elektrische apparatuur en de hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen. De totale realisatietijd van het converterstation is worst case circa 4,5 jaar. De totale doorlooptijd van de het civiele deel komt uit op 40 maanden (circa 3,5 jaar). Het elektrische deel neemt nog eens circa 1 jaar in beslag.

Uitgangspunt is dat het plot circa 1,15 meter moet worden opgehoogd (tot een hoogte van 6,35 meter NAP). Dit is nodig voor een aanvaardbaar overstromingsrisico dat voldoet aan het TenneT beleid. Voor de fundering van het converterstation zijn twee opties onderzocht; een fundatie op heipalen en op staal. Het worst-case funderingsplan gaat uit van circa 2.600 palen die 36 meter diep moeten worden aangelegd. Er worden worst-case 12 palen per dag geheid. Wanneer er wordt gefundeerd op staal zal moeten worden voorbelast. Bij funderen op heipalen is dit niet nodig.

Voor de aanleg van de kelder van het converterstation is bemaling benodigd. Het droogleggingsniveau van deze bemaling is maximaal 4 meter onder maaiveld, er wordt uitgegaan van een bemalingsduur van circa 8 maanden.

2.6.4 Gebruik en onderhoud

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

Er komen, worst case, twee dieselgeneratoren van 10-15 kV. De dieselgeneratoren worden geplaatst in containers van circa 40 m^2. Dit wordt waarschijnlijk een containeropstelling met (2x) een 40ft container. Mogelijk zijn deze dieselgeneratoren nodig voor het opnieuw opstarten in het geval er een black-out is. De tanks bevatten maximaal 19.000 liter tezamen aan diesel.

2.6.5 Verwijdering

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

2.7 Samenvatting surveys

De volgende onderzoeken vinden plaats voor Net op zee Nederwiek 2:

1. Route survey door TenneT, bestaande uit een geotechnische (reeds uitgevoerd) en een geofysische survey (loopt op dit moment), waaronder een sub bottom profiling survey.
2. UXO survey door TenneT: t.b.v. het identificeren van potentiële ontplofbare oorlogsresten (OO), bestaande uit een geofysische survey, waaronder een sub bottom profiling survey. De geofyische survey loopt op dit moment en zal later dit jaar worden afgerond. (Paragraaf 2.3.4, Initial route survey).
3. Diverse surveys door de aannemer (o.a. pre-lay / post lay survey) t.b.v. de aanlegwerkzaamheden (zoals baggeren, plaatsing kruisingsbouwwerken, begraven van kabels).
4. Een As Built survey door de aannemer t.b.v. verificatie van de diepteligging van de kabel en het zeebed (Paragraaf 2.3.4, Post-installatie).
5. Een eerste jaarlijkse opname door de aannemer van het zeebed conform de eisen in de vergunning wanneer het werk niet binnen 1 jaar na de start van het leggen van de kabels is afgerond. Bestaande uit een geofysische bathymetrische survey en mogelijk een video survey van de kruisingsbouwwerken.

Er is een ontheffing verleend voor de surveys met een sub bottom profiler. Het betreft de voorbereidende surveys onder punt 1 en 2. Deze surveys zijn gedeeltelijk al uitgevoerd en hiervoor is een ontheffing verleend in het kader van de Wnb[22], omdat de sub bottom profiler impuls onderwatergeluid maakt.

[22] 'Geophysical and geotechnical surveys cable routes DC projects 4, 5 and 6': Aanvraagnummer 5190026576768

2.8 Planning

2.8.1 Op zee

De totale aanlegtijd betreft drie jaar voor Nederwiek 2. Deze drie werkjaren voor de aanleg spelen zich af in een periode van 6 jaren (tussen 2025 en 2030). Deze aanlegtijd van drie jaar vindt niet per definitie aaneengesloten plaats.

De aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vinden worst case plaats in de volgende vijf jaren/periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2025;
- 1 maart t/m 31 oktober 2026;
- 1 maart t/m 31 oktober 2027;
- 1 maart t/m 31 oktober 2028;
- 1 maart t/m 31 oktober 2029;
- 1 maart t/m 31 oktober 2030.

Naast de aanleg van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 vindt ook de aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worst case plaats in dezelfde periodes als de Netten op zee Nederwiek 1 en 2. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst case plaats tussen 2024 en 2027. De aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma vindt worst case plaats tussen 2024 en 2028. Allen in periode tussen 1 maart t/m 31 oktober van het betreffende jaar.

Overlappende aanleg tussen projecten is mogelijk. In een worst case situatie is één aannemer bezig met de aanleg van project x en één aannemer bezig met de aanleg van project y. Die kunnen parallel aan elkaar gaan werken.

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

2.8.2 Op land

Landtracé
De duur van de aanleg/installatie van het landtracé is 1 installatiejaar (van maart tot oktober).

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

Converterstation

De gehele realisatie van het converterstation bedraagt worst-case circa 4,5 jaar. Hierin zit ook de tijd dat nodig is om voorafgaand aan de aanleg het plot waar het converterstation wordt gerealiseerd wordt opgehoogd of verlaagd. Ook de 6 maanden commissioning valt binnen de 4,5 jaren. De aanleg vindt worst-case plaats in de periode tussen 1 maart t/m 31 oktober.

2.8.3 Uitvoeringsduur

In Tabel 10 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Tabel 10 Uitvoeringsduur per onderdeel.

Onderdeel	Sub-deel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie – Jacket	5 tot 20 dagen
	Topside	1 week
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel en per circuit AC
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring
Converterstation	Civiele werkzaamheden (aanleg/bouwfase)	3,5 jaar
	Installatie HVDC-apparatuur (commisioning)	1 jaar

COLOFON

Activiteitenbeschrijving Net op zee Nederwiek 2

Datum
30-08-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

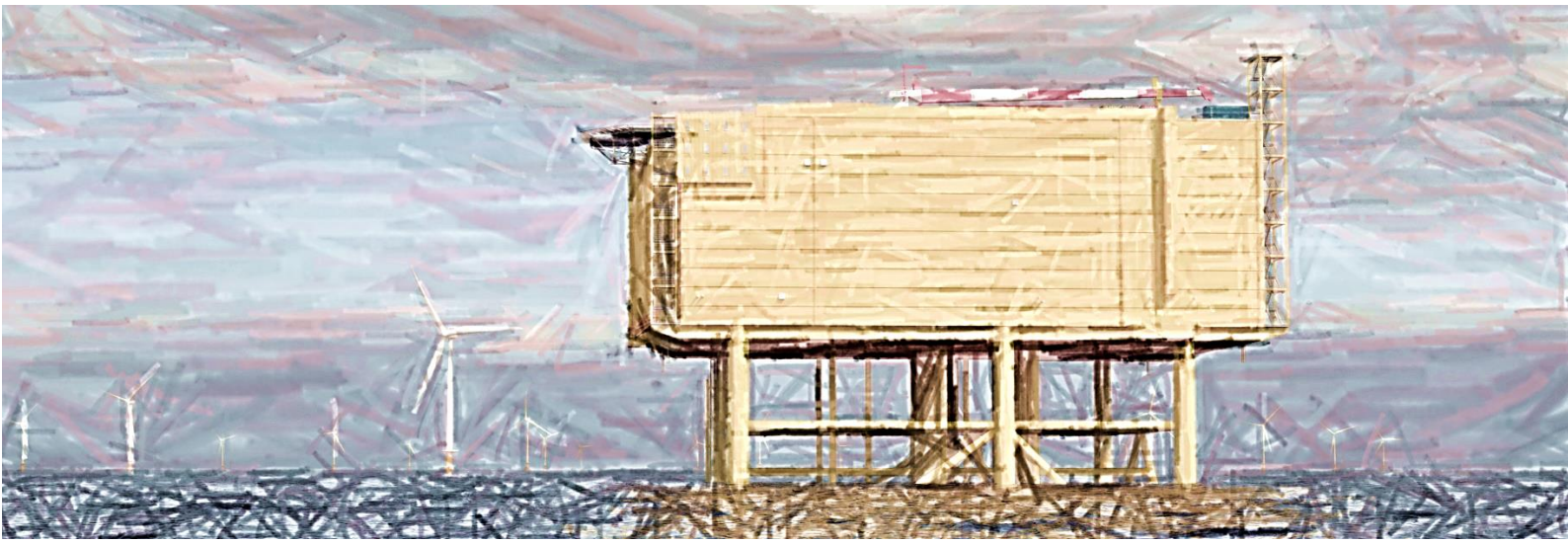
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 2

Passende Beoordeling – Inclusief Ecologische Beoordeling Stikstof



Datum: 30-08-2023
Versienummer: 1.1
Status: Definitief

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding Passende Beoordeling 6
1.1 Algemene toetsingen 6
1.2 Doelstelling Passende Beoordeling 6
1.3 Leeswijzer 6
2 Wettelijk kader 8
2.1 Wet natuurbescherming 8
2.2 Algemene bepalingen 8
2.3 Beschermde gebieden 8
2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden 9
2.5 Beoordeling van projecten 9
3 Afbakening 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Vertroebeling 10
3.3 Sedimentatie 13
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 14
3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 15
3.6 Bovenwaterverstoring op zee 20
3.6.1 Geluid en visuele verstoring 20
3.6.2 Verstoring als gevolg van licht 22
3.7 Verstoring op land 24
3.7.1 Geluid 24
3.7.2 Licht 28
3.7.3 Visuele verstoring 29
3.8 Habitataantasting 29
3.8.1 Habitataantasting op zee 29
3.8.2 Habitataantasting op land (mechanische effecten) 30
3.9 Elektromagnetische velden 31
3.9.1 Elektromagnetische velden op zee 31
3.9.2 Elektromagnetische velden op land 34
3.10 Verontreiniging op zee 36
3.10.1 Bronnen van verontreiniging 36
3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 36
3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 37
3.11 Warmteontwikkeling 38

3.12 Verdroging op land 38
3.13 Verzuring en vermesting 39
3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 40
4 Betrokken Natura 2000-gebieden 43
4.1 Het studiegebied 43
4.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen 45
4.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied 46
4.3.1 Bruine Bank 46
4.3.2 Voordelta 48
5 Systeem- en gebiedsbeschrijving 51
5.1 Natura 2000-gebieden 51
5.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank 51
5.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta 51
5.2 Habitattypen 52
5.2.1 Inleiding 52
5.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B) 53
5.2.3 Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B) 54
5.3 Habitatrichtlijnsoorten 54
5.3.1 Zeeprik (H1095) 54
5.3.2 Rivierprik (H1099) 55
5.3.3 Elft (H1102) 56
5.3.4 Fint (H1103) 57
5.3.5 Bruinvis (H1351) 58
5.3.6 Gewone zeehond (H1364) 59
5.3.7 Grijze zeehond (H1365) 63
5.4 Niet-broedvogels 66
5.4.1 Inleiding 66
5.4.2 Viseters (vliegend) 68
5.4.3 Opportunisten 68
5.4.4 Viseters (duikend) 68
5.4.5 Duikende benthoseters 69
5.4.6 Reigers en lepelaars 69
5.4.7 Steltlopers 69
5.4.8 Ganzen en Zwanen 69
5.4.9 Grondeleenden 69
5.5 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving 70

5.5.1 Bruine Bank 70
5.5.2 Voordelta 71
6 Effectbepaling 74
6.1 Vertroebeling 74
6.1.1 Modelstudie 74
6.1.2 Effecten op trekvissen 82
6.1.3 Effecten op zichtjagende vogels 83
6.1.4 Effect op bodemdieren (filterfeeders) 84
6.2 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 85
6.3 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 87
6.3.1 Leeswijzer 87
6.3.2 Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten 87
6.3.3 Geluidsnormen 87
6.3.4 Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden 87
6.3.5 Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen 88
6.3.6 Effecten van impuls onderwatergeluid op trekvissen 91
6.3.7 Effecten van impuls onderwatergeluid op vogels 92
6.4 Bovenwaterverstoring op zee 92
6.4.1 Aanlegfase op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank) 92
6.4.2 Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) en op land 95
6.4.3 Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone 100
6.4.4 Gebruiksfase op land 101
6.5 Habitataantasting 101
6.5.1 Habitataantasting op zee 101
6.5.2 Habitataantasting op land 104
6.6 Verontreiniging 104
6.6.1 Historische verontreiniging op zee 104
6.7 Elektromagnetische velden op zee 107
6.7.1 Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren 107
6.7.2 Effecten op bruinvissen 108
6.7.3 Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie 110
6.8 Verzuring en vermesting 110
7 Cumulatie 111
7.1 Toelichting 111
7.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets 112
7.3 Impuls onderwatergeluid 112

7.4 Vertroebeling 113
7.4.1 Vergunde projecten 113
7.4.2 Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 116
7.5 Bovenwaterverstoring op zee 126
7.6 Habitataantasting op land 127
7.6.1 Netten op zee Nederwiek 2, IJmuiden Ver Beta en Gamma 127
7.7 Elektromagnetische velden 127
8 Toetsing 131
8.1 Inleiding en leeswijzer 131
8.2 Bruine Bank 131
8.3 Voordelta 134
9 Conclusie 142
9.1 Gebiedsbescherming 142
9.2 Mitigerende maatregelen 142
10 Referenties 144
Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof 159
Colofon 160

1 Inleiding Passende Beoordeling

Net op zee Nederwiek 2 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders voor natuur getoetst:

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

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

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

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

1.2 Doelstelling Passende Beoordeling

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

1.3 Leeswijzer

De Passende Beoordeling is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Passende Beoordeling zijn de aanleiding (hoofdstuk 1) en activiteiten (hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 2 beschreven. Deel B van de Passende beoordeling is voorliggend document.

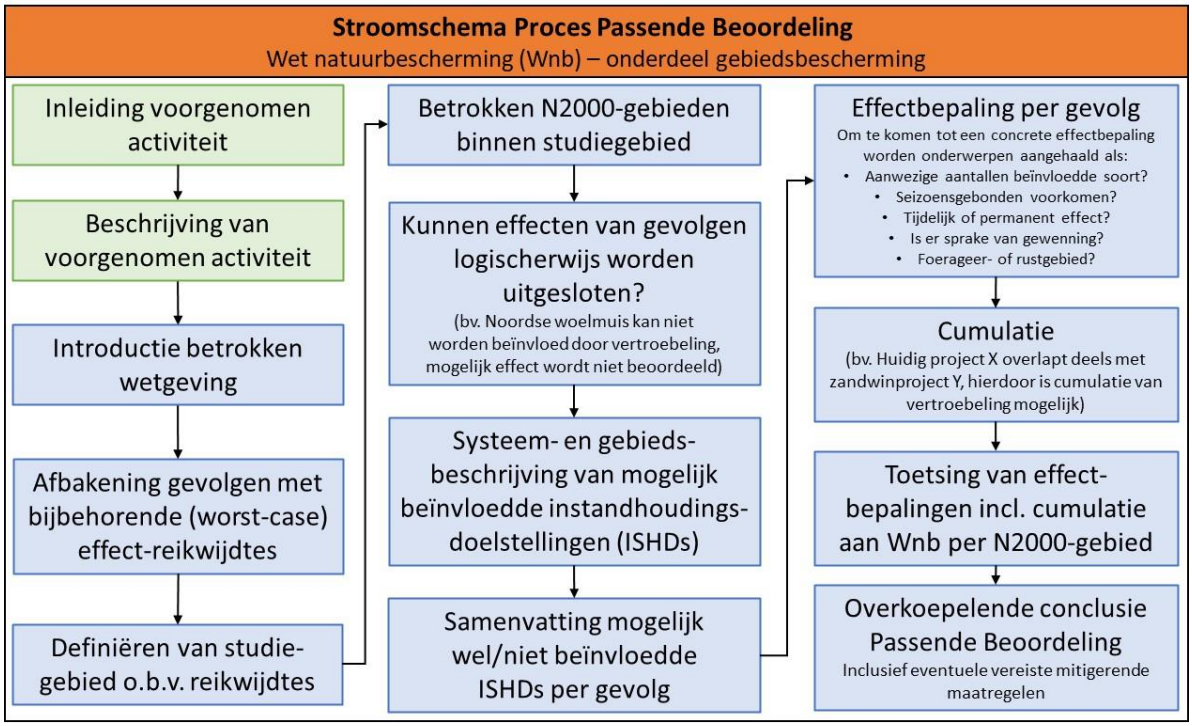
In deel B van de Passende Beoordeling wordt in hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader voor Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de ecologische gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald

wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden en nader onderzocht en/of beoordeeld dienen te worden. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen optreden en wat het studiegebied is. In hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden binnen het studiegebied. In hoofdstuk 5 volgt een systeem- en gebiedsbeschrijving waarin nader wordt ingegaan op de instandhoudingdoelstellingen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen. In hoofdstuk 6 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en zijn mitigerende maatregelen beschreven om gevolgen te beperken of te voorkomen. In hoofdstuk 7 worden de effecten getoetst in cumulatie met andere activiteiten en projecten. In hoofdstuk 8 worden de effecten getoetst aan de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 9 is de conclusie beschreven. In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op eventueel benodigde mitigerende maatregelen, waarmee significante effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 10 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Passende Beoordeling wordt de volgende terminologie gebruikt:

- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het plaatsen van de onderdelen van het project zoals de kabels en het platform op zee, en de operationele fase van deze onderdelen
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door baggerwerkzaamheden
- Effect: het effect op instandhoudingsdoelen, bijvoorbeeld vermindering van het vangstsucces van foeragerende broedvogels ten gevolge van vertroebeling waardoor de populatie een effect ondervindt

Het proces dat doorlopen wordt in deze Passende Beoordeling is weergeven in een stroomschema in Figuur 1-1.



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

2 Wettelijk kader

2.1 Wet natuurbescherming

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

2.2 Algemene bepalingen

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

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

2.3 Beschermde gebieden

De Wnb maakt het mogelijk gebieden aan te wijzen als beschermde natuurgebieden. De volgende soorten gebieden worden daarbij genoemd:

- De provincies (gedeputeerde staten) dragen zorg voor de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, het Natuurnetwerk Nederland (NNN) (artikel 1.12, lid 2).
- Buiten het NNN kunnen gedeputeerde staten gebieden aanwijzen met bijzondere natuurwaarden of landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Deze gebieden worden “bijzondere provinciale natuurgebieden” en “bijzondere provinciale landschappen” genoemd (artikel 1.12, lid 3).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wijst gebieden aan ter uitvoering van de verplichtingen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden zijn de Natura 2000-gebieden (artikel 2.1, lid 1).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kan - buiten bestaande Natura 2000-gebieden - een gebied aanwijzen als “bijzonder nationaal natuurgebied” (artikel 2.11, lid 1).

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

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

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

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

2.5 Beoordeling van projecten

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

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

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt de afbakening van de gevolgen plaats van de aanleg en het gebruik van Nederwiek 2. De voorgenomen activiteiten, zoals beschreven in deel A, brengen een aantal gevolgen met zich mee die in potentie een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen (ingreep-effect relaties). Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van geresuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid. Als gevolg van het gebruik van scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls onderwatergeluid. Als gevolg van het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring, als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring als gevolg van de werkzaamheden op zee en land en de operationele fase van het platform.
- Habitataantasting, als gevolg van mechanische effecten op zee en land.
- Elektromagnetische velden, als gevolg van het gebruik van het kabeltracé op zee en land.
- Verontreiniging, als gevolg van de resuspensie van eventueel aanwezige bodemverontreiniging en tijdens het gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling in zee, als gevolg van de hitte die opgewekt wordt in de kabel tijdens de gebruiksfase
- Verdroging op land, als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.
- Verzuring en vermesting, als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen tijdens de werkzaamheden.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt. Dit gebeurt aan de hand van modellering, uit de literatuur bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een worst-case reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

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

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.

- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

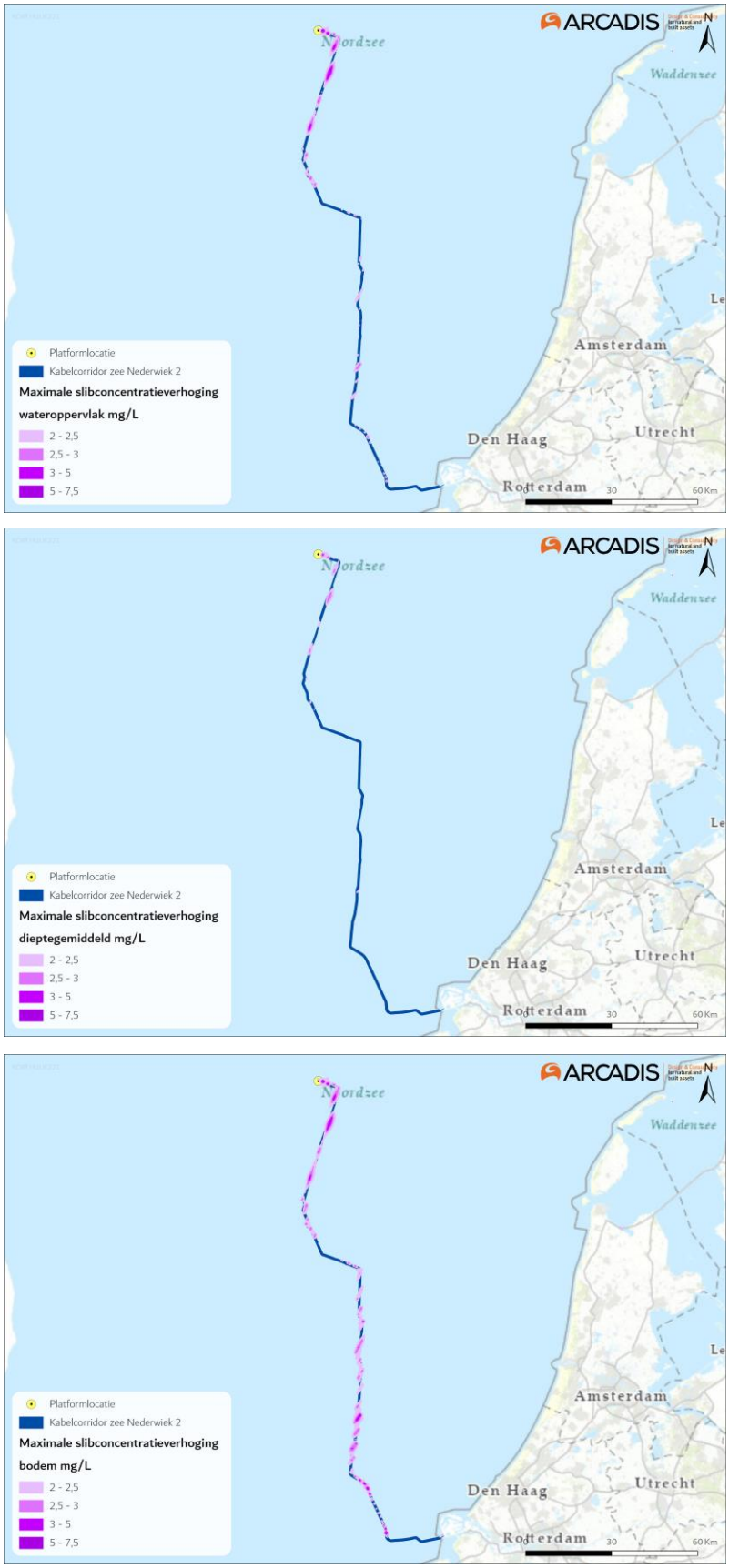
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:
- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) wordt geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

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

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 3-1 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 kilometer van de kustzone treedt er geen vertroebeling op, omdat er gebruik wordt gemaakt van een ander type installatieschepen waarvoor geen pre-sweeping nodig is. Langs het gehele tracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.



Figuur 3-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven), dieptegemiddeld (figuur midden) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.3 Sedimentatie

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

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal sedimentatie op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.

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

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

Figuur 3-2 geeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte vanaf 18 km uit de kust worden bereikt en maximaal ca. 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag.



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

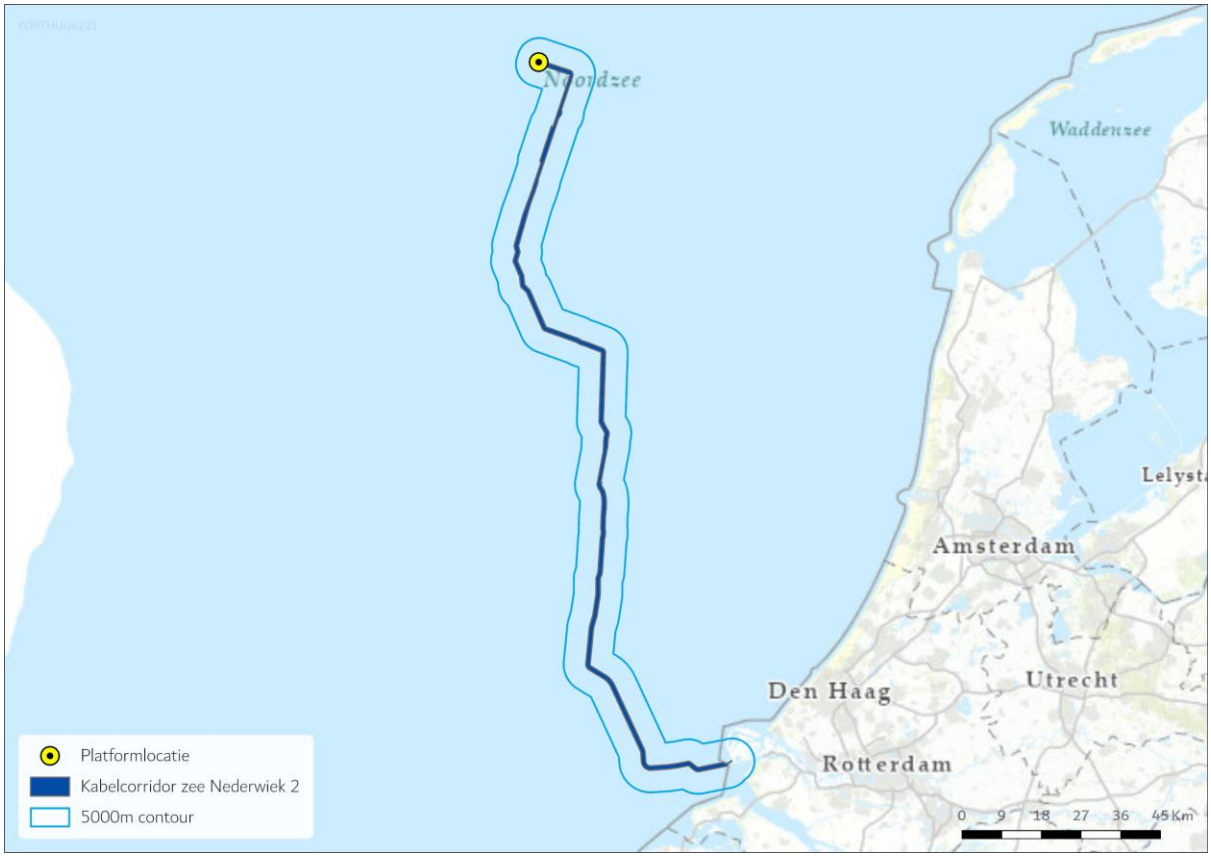
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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

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

In Figuur 3-3 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes ten opzichte van de route in de

aanlegfase en de verstoringen zullen niet hoger zijn dan de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. Onderhoud aan de kabels kan lokaal ergens op het tracé plaatsvinden. De verstoring tijdens de aanleg wordt als worst-case gehanteerd omdat dan de grootste arealen worden verstoord en er het meeste verkeer is.



Figuur 3-3 Gebied met onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

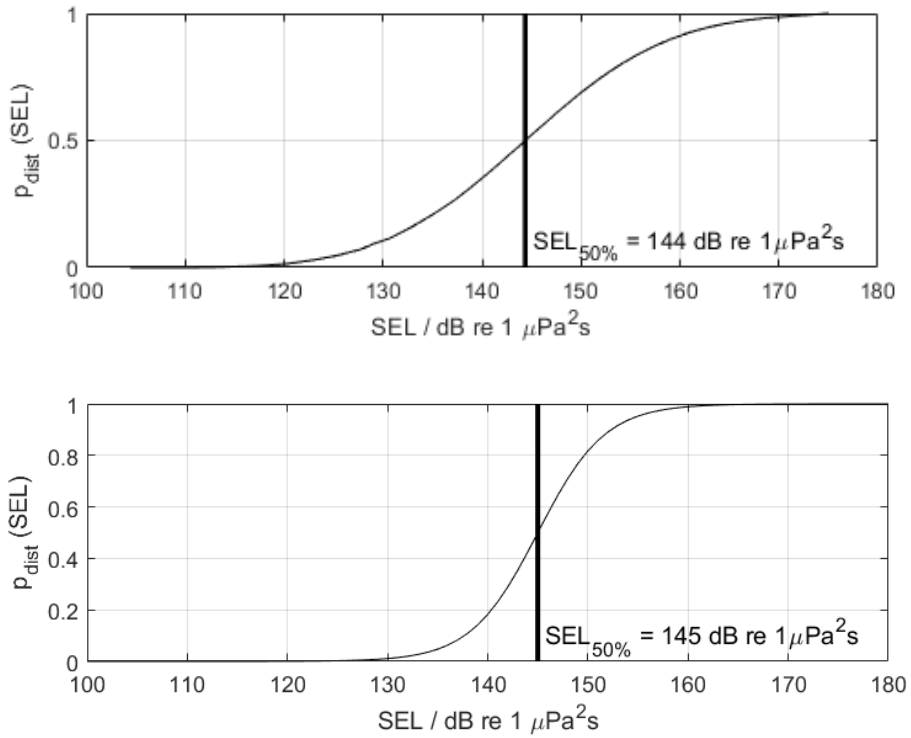
Door heiactiviteiten voor de aanleg van het platform treedt er impuls onderwatergeluid op. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle wind op zee parken op bruinvissen en zeehonden berekend. Uitgangspunt bij de aanleg van wind op zee parken op de Noordzee is dat de bruinvis- en zeehond populaties in de Noordzee niet meer dan 5% (met 95% zekerheid) mogen afnemen. Het gebruik van het KEC in deze Passende Beoordeling is onderaan paragraaf 3.5 toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC an sich geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de

laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van de bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat verstoring van bruinvissen en zeehonden varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. De verstoring is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hierom is in het KEC 4.0 gekozen om dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

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

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

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

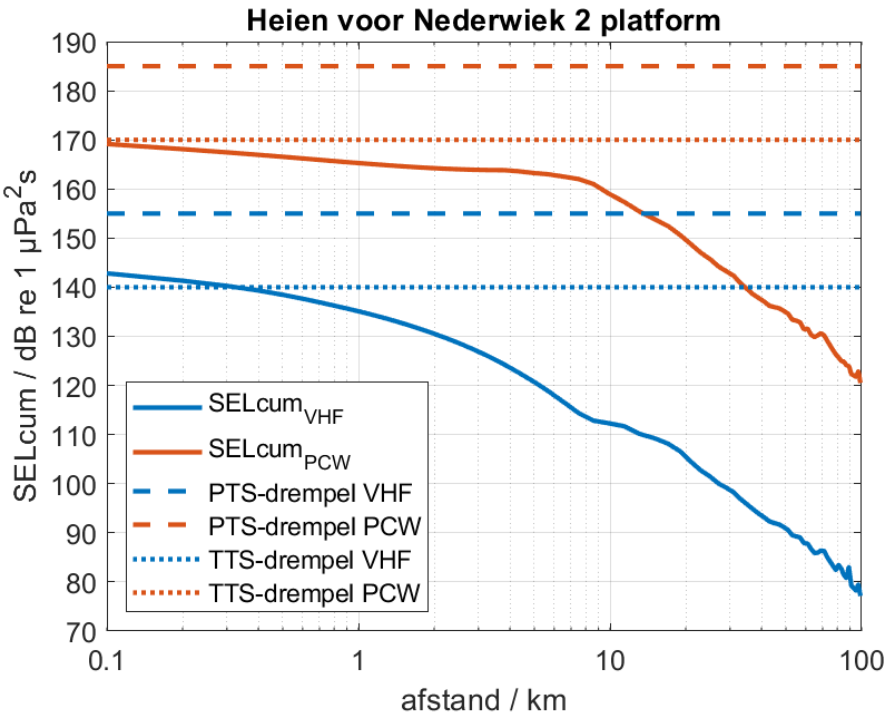
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa2s.
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. In de berekeningen van het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de

frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Heinis et al., 2022; Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen.
De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Uit de project-specifieke heigeluidberekening uitgevoerd door TNO (Bijlage VII-E) blijkt dat er een kleine kans is op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 meter van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 3-5). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

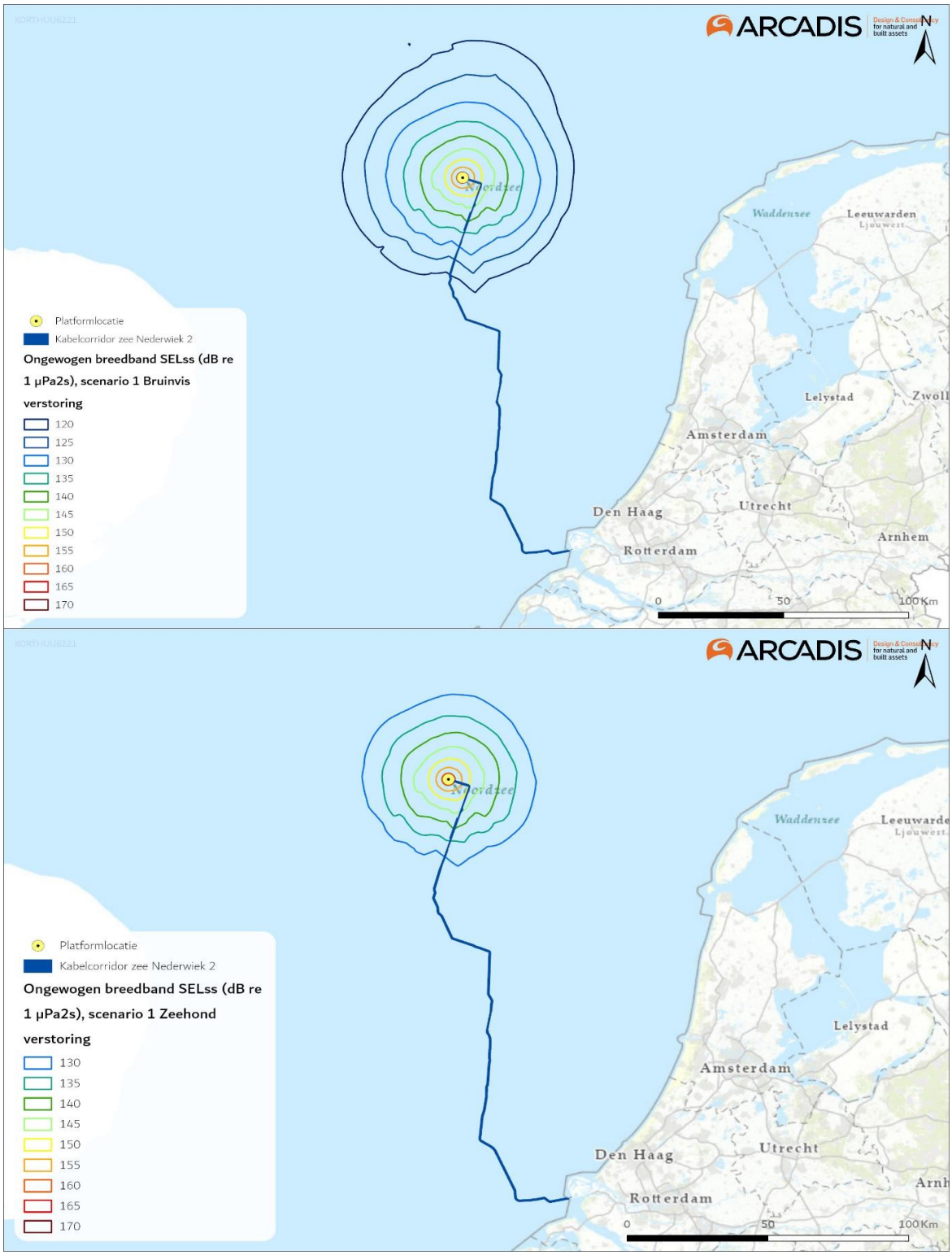


Figuur 3-5 Berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), (TNO, 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 (TNO 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 meter zonder mitigatie. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid

zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 614 km^2 en voor bruinvissen 1.254 km^2 (zie Figuur 3-6).



Figuur 3-6 Studiegebied van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Nederwiek 2, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder).

Gebruik van het KEC 4.0 voor Nederwiek 2

Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle wind op zee parken, waaronder Nederwiek 2, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geeft daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten (zie paragraaf 6.3).

Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen voor het heien van een platform, namelijk:

- Jaarrond heien is mogelijk
- Maximale hei-energie van 2.000 kJ voor een platform
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid wordt gebaseerd op (Gilles et al., 2020)

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd. Als de uitgangspunten voor een individueel park, voor Nederwiek 2 zijn deze beschreven in paragraaf 6.3.2, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehond populaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Nederwiek 2 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 6.3.2, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragrafen 6.3.4, 6.3.5 en 6.3.6 wordt de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op Zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Nederwiek 2, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% populatiereductie optreedt (met 95% zekerheid).

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid, en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van dieren. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie.

Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is door de hoeveelheid en de frequentie van het scheepsverkeer. Effecten in de gebruiksfase bij bijvoorbeeld onderhoud zullen altijd kleiner zijn. In deel A (activiteitenbeschrijving) is beschreven dat het platform in de gebruiksfase geluid produceert. Het geluid van de transformatoren in de topside zal het bij een rustige zee mogelijk waarneembaar zijn in de directe omgeving. Dit betreft een laag, zoemend geluid. Bij wind of golven zal dit geluid gemaskeerd worden en daarmee is er geen significant effect ten opzichte van de bestaande situatie.

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

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.7.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. De 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor

meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

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

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Didderen & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden. De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 3-7.



Figuur 3-7 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.

3.6.2 Verstoring als gevolg van licht

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

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux

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

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

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

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platformverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld van Net op zee Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de aanlegfase binnen de reikwijdte van geluid. De verstoring wordt behandeld in paragraaf 6.3.7. Tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt daarom apart behandeld in paragraaf 6.4.3.

[1] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het bevoegd gezag.

3.7 Verstoring op land

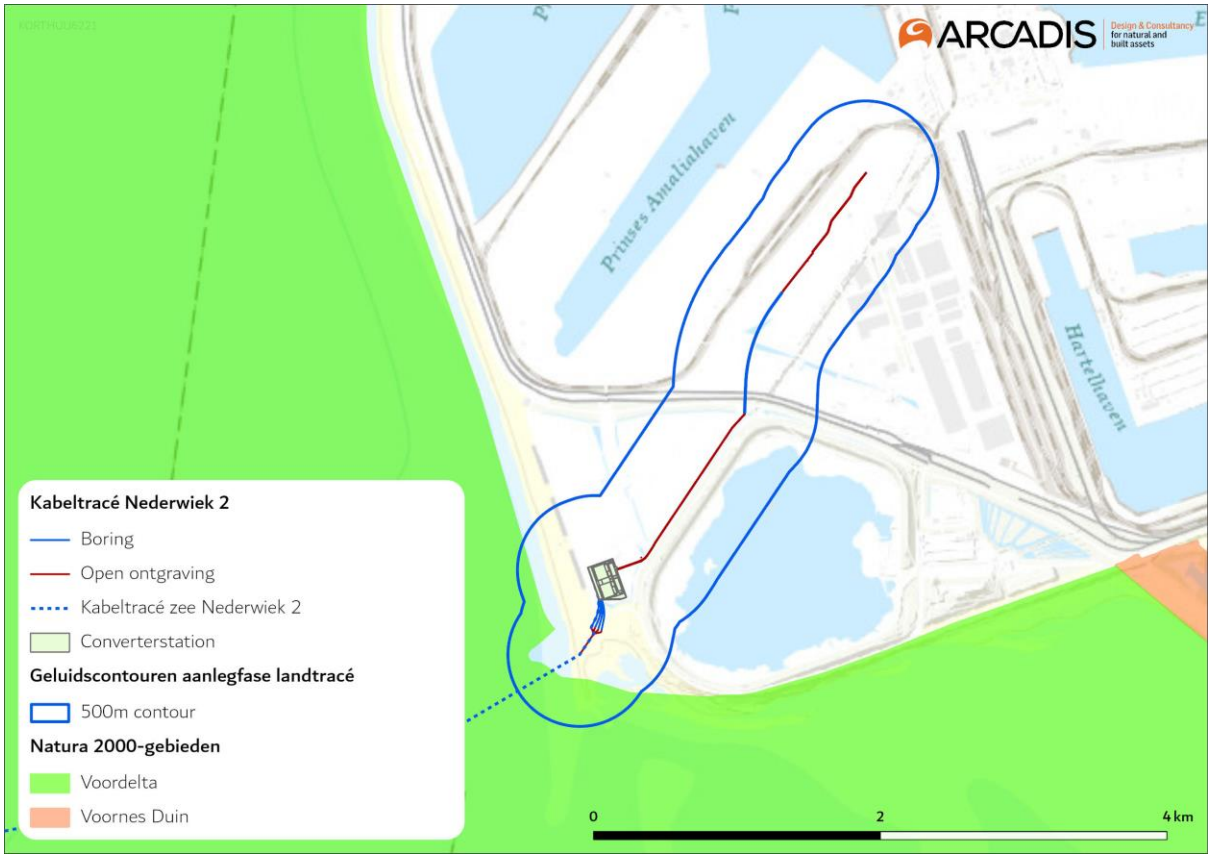
Geluid, licht en bewegende objecten of personen (visuele verstoring) kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie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

3.7.1 Geluid

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

Belangrijke geluidbronnen in de aanlegfase zijn graafmachines, boorinstallaties voor het boren van de kabel en de werkzaamheden bij de realisatie van het converterstation. Geluidgolven verplaatsen zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring als gevolg van geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren zoals vleermuizen en amfibieën eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn.

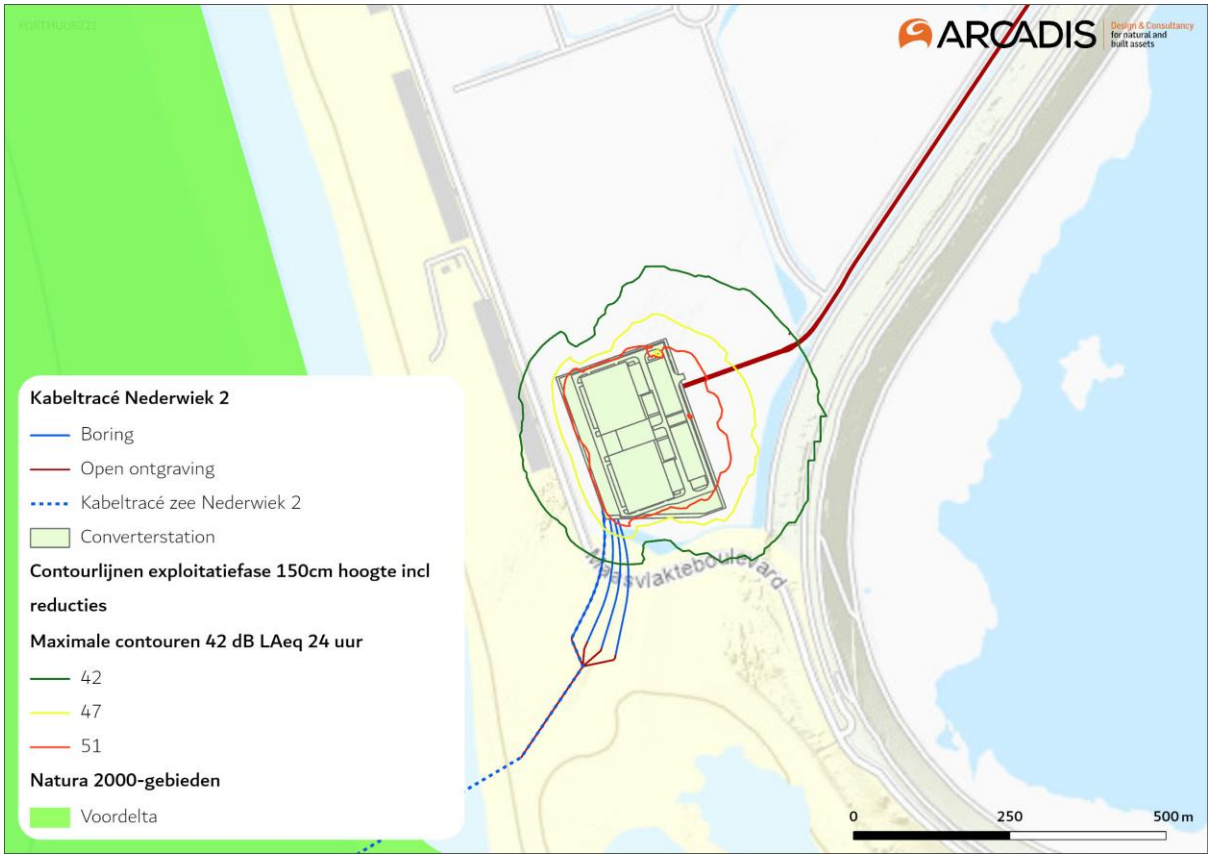
Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 $dB(A)_{24eq}$-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter (Figuur 3-8) en die van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1400 meter (Figuur 3-9). Tijdens de gebruiksfase produceert het converterstation geluid. De geluidemissie van het converterstation wordt vooral bepaald door de transformatoren, de converterkoelers en de converterhallen. Uit de project-specifieke berekeningen blijkt dat de geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 360 meter (Figuur 3-10).



Figuur 3-8 Geluidscontouren in de aanlegfase voor het kabeltracé.

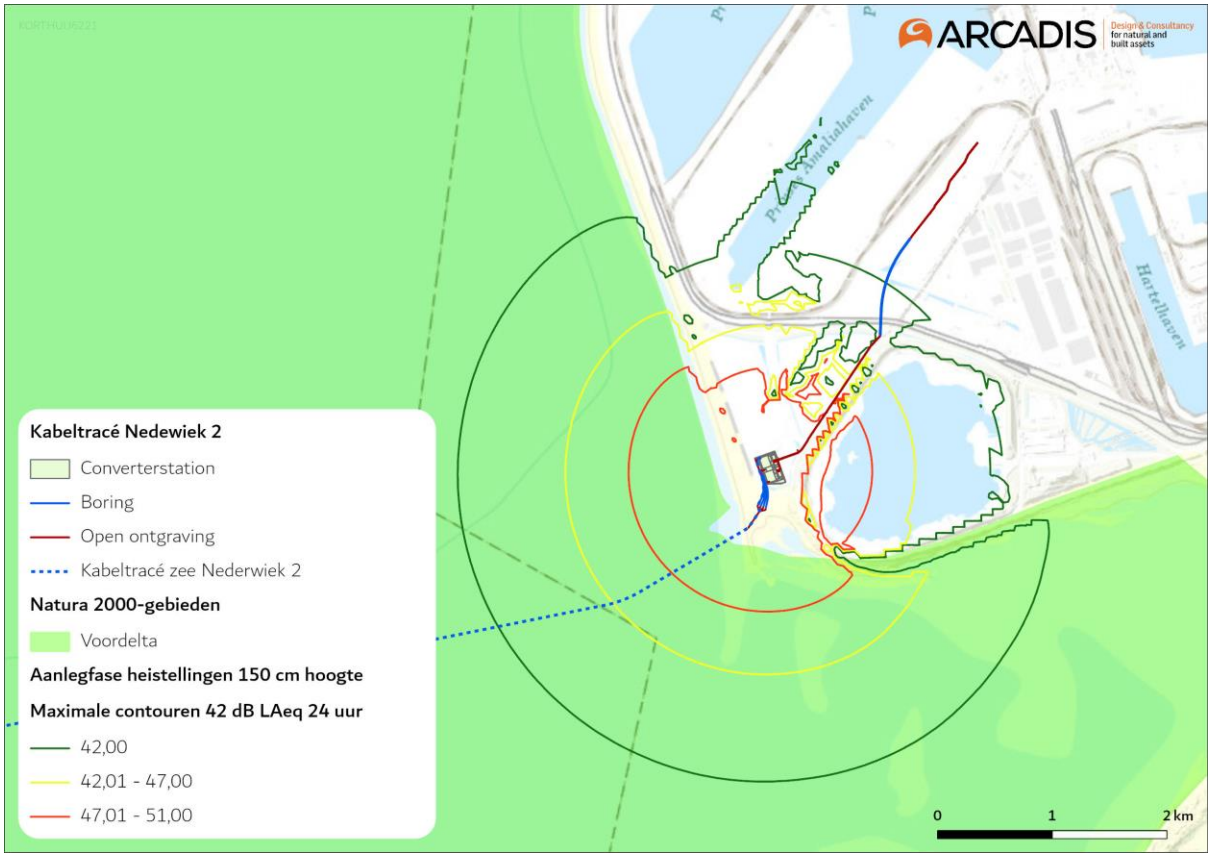


Figuur 3-9 Geluidscontouren aanlegfase voor het converterstation.

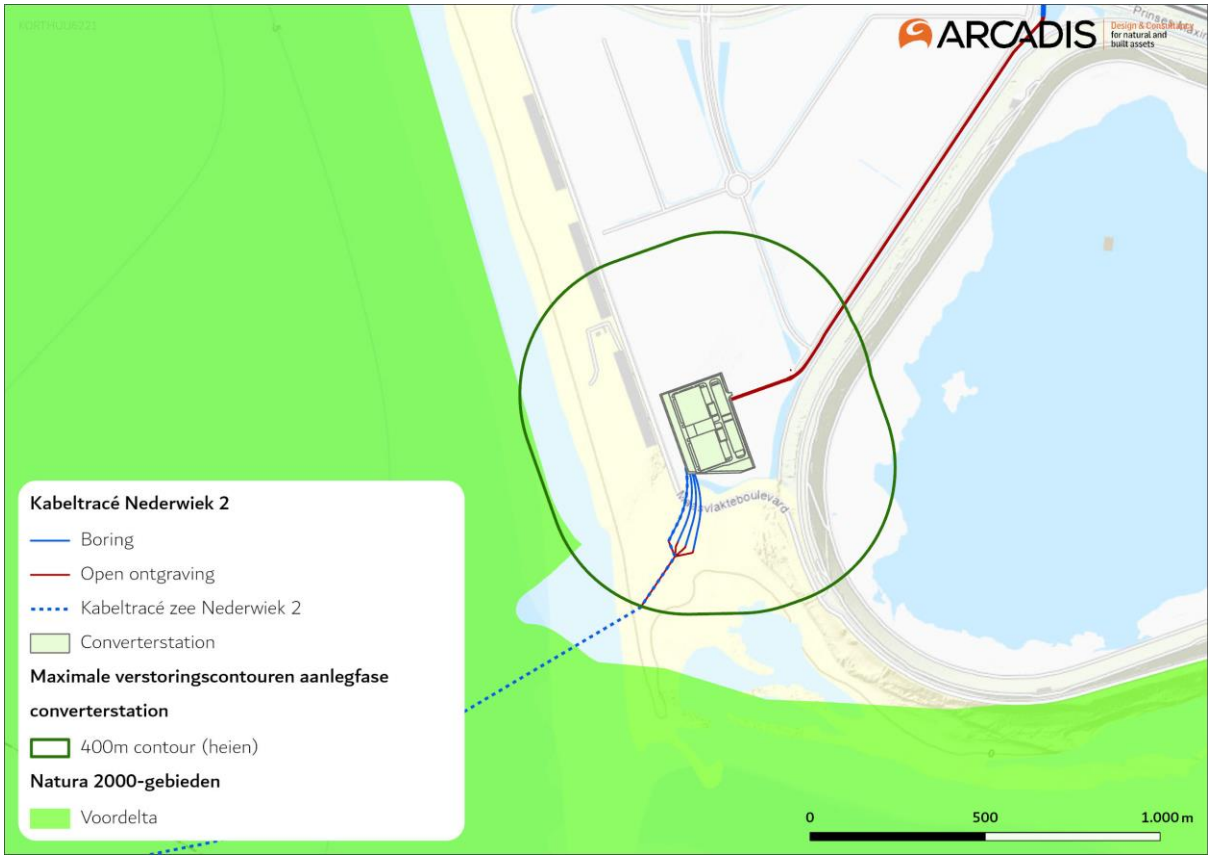


Figuur 3-10 Geluidscontouren in de gebruiksfase van het converterstation.

Naast verstoring als gevolg van continue bronnen kan ook verstoring optreden door impulsgeluid. Voor verstoring als gevolg van impulsgeluid, zoals heiwerkzaamheden voor het transformatorstation, gelden andere drempelwaarden vergeleken met continue bronnen. Dit als gevolg van de aard van de geluidbelasting (hoge, maar korte pieken). Over de gevoeligheid van dieren voor impulsgeluid is eveneens weinig literatuur beschikbaar. In twee wat oudere studies zijn de effecten van knalgeluiden onderzocht (Apeldoorn & Smit, 2006; Smit et al., 2007). In beide rapporten wordt een inschatting gegeven van de effecten van knalgeluid (respectievelijk van een schietoefeningen en vuurwerk). Daarbij wordt een vrij breed overzicht gegeven van de op dit punt beschikbare literatuur. De meeste studies geven afstanden vanaf de bron aan tot waarop effecten (uitgedrukt in opvliegen, over de grond verplaatsen, onrust) merkbaar zijn. Zelden worden daarbij bronniveaus of geluidniveaus genoemd op de locatie waar het effect wordt waargenomen. Op basis van onderzoeken naar impulsgeluid op watervogels wordt aangenomen dat impulsen van meer dan 60 dB(A) leiden tot een reactie bij foeragerende, rustende en broedende vogels (Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007). Bij herhaald terugkerende drempel overschrijdende impulsen kan langdurige of min of meer permanente mijding van het verstoorde gebied optreden. Bij welke frequentie dit optreedt, valt niet met zekerheid te zeggen. Wel kan gesteld worden dat bij langdurig optredende drempeloverschrijdingen mijding door een deel van de foeragerende, rustende of broedende vogels op zal treden (Apeldoorn & Smit, 2006; Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007).
Het bronvermogen voor het heien bij het converterstation is 129dB(A) per stuk (3 x 129 dB(A)). In Figuur 3-11 is de bijbehorende de 42 dB(A)$_{24eq}$-contour voor het heien weergegeven. In een effectenanalyse van (RPS, 2018) wordt bevestigd dat onder 70 dB(A) er geen of geringe effecten zijn. Bij zeer hoge piekgeluiden worden er echter effectafstanden tot 400 meter geschat (Foppen & Roodbergen, 2020). In Figuur 13 is de 400 meter contour voor heiwerkzaamheden voor de aanleg van het converterstation weergegeven.



Figuur 3-11 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden het converterstation.



Figuur 3-12 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van heigeluid op land rond het converterstation.

3.7.2 Licht

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

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017, p. 12), waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Er is daarnaast op de tweede Maasvlakte al algemene hoge lichtemissie i.v.m. straatverlichting en verlichting vanuit industrie (Kaart Lichtemissie, 2021). Het effect van extra verlichting tijdens de aanlegfase is hiermee verwaarloosbaar. Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn. Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan jaarrond wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring.

Verstoring als gevolg van licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door verlichting als gevolg van de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase wordt het converterstation wel verlicht waardoor een zekere mate van verstoring kan optreden.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient om verstoring als gevolg van verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht

naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen.

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

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

3.7.3 Visuele verstoring

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

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Tijdens de onderhoudsfase zal incidenteel een auto rijden, dit zorgt niet voor een verschil in visuele verstoring ten opzichte van de referentiesituatie. Visuele verstoring is voor het converterstation in de gebruiksfase is minimaal en valt binnen de algemene visuele verstoring die al aanwezig is op de Tweede Maasvlakte.

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

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord, en veranderd de zeebodem tijdens de gebruiksfase van zacht naar hard substraat. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel varieert (met of zonder zandgolven) langs het kabeltracé zijn op verschillende locaties, verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en

sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Buiten (> 10 km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen[2] gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak van slechts enkele meters. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De kabel wordt geplaatst in een onderhoudscorridor. Dit is een ruimtelijke zone waar ingrepen in de bodem niet zonder meer zijn toegestaan om schade aan de kabel te voorkomen. De corridor is 1.000 meter breed voor één verbinding. Bij parallelligging met andere net op zee-verbindingen is de corridor breder, zie Deel A Inleiding en activiteitenbeschrijving. Vanaf circa 2 kilometer tot de kust wordt de onderhoudscorridor circa 200 meter breed, dit wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De effecten van habitataantasting op zee worden verder behandeld in hoofdstuk 6. Op het kabeltracé gaat het hierbij voornamelijk om effecten tijdens de aanlegfase en zeer sporadisch en lokaal om onderhoud in de gebruiksfase, en bij het platform treedt aantasting op tijdens de aanleg, en verandering in de gebruiksfases.

3.8.2 Habitataantasting op land (mechanische effecten)

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

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

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

[2] Pre-sweepen is het wegbaggeren van de mobiele zandlaag op de waterbodem. Deze mobiele zandlaag bestaat uit zandgolven,

zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn.

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

Tijdelijke aantasting is in de aanlegfase relevant voor het grootste deel het tracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De sleuf is maximaal 12 meter breed, exclusief een werkstrook. In de gebruiksfase kan bij incidenteel onderhoud aan de kabels habitataantasting plaatsvinden, dit zal echter minimaal zijn. Permanente aantasting is relevant voor het converterstation, dat een oppervlakte van 3,9 ha zal beslaan.

3.9 Elektromagnetische velden

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

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld[3]. De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee Nederwiek 2.

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

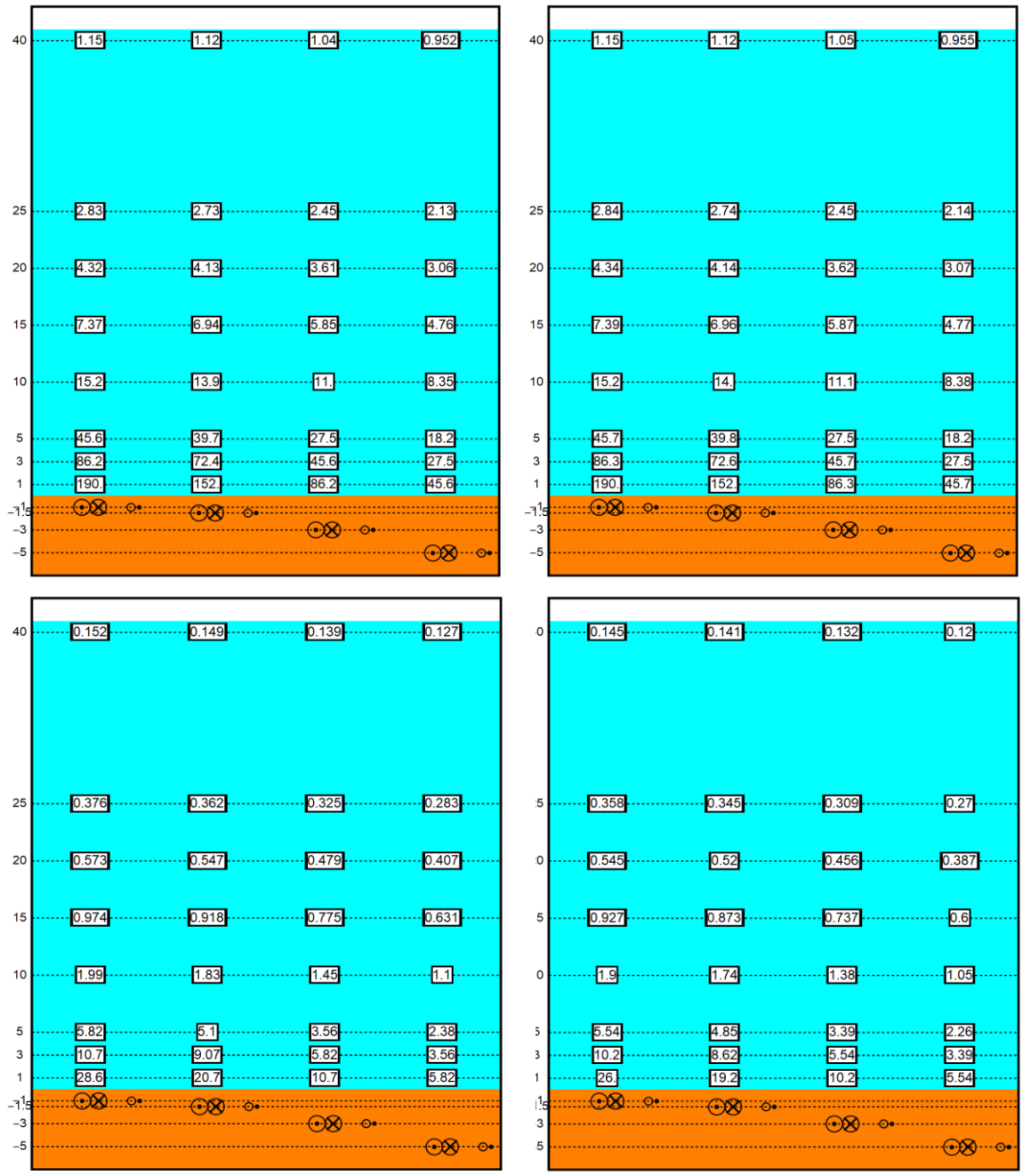
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 3-13 is de worst-case magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van het elektromagnetische veld van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 3-14. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150

[3] Een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016).

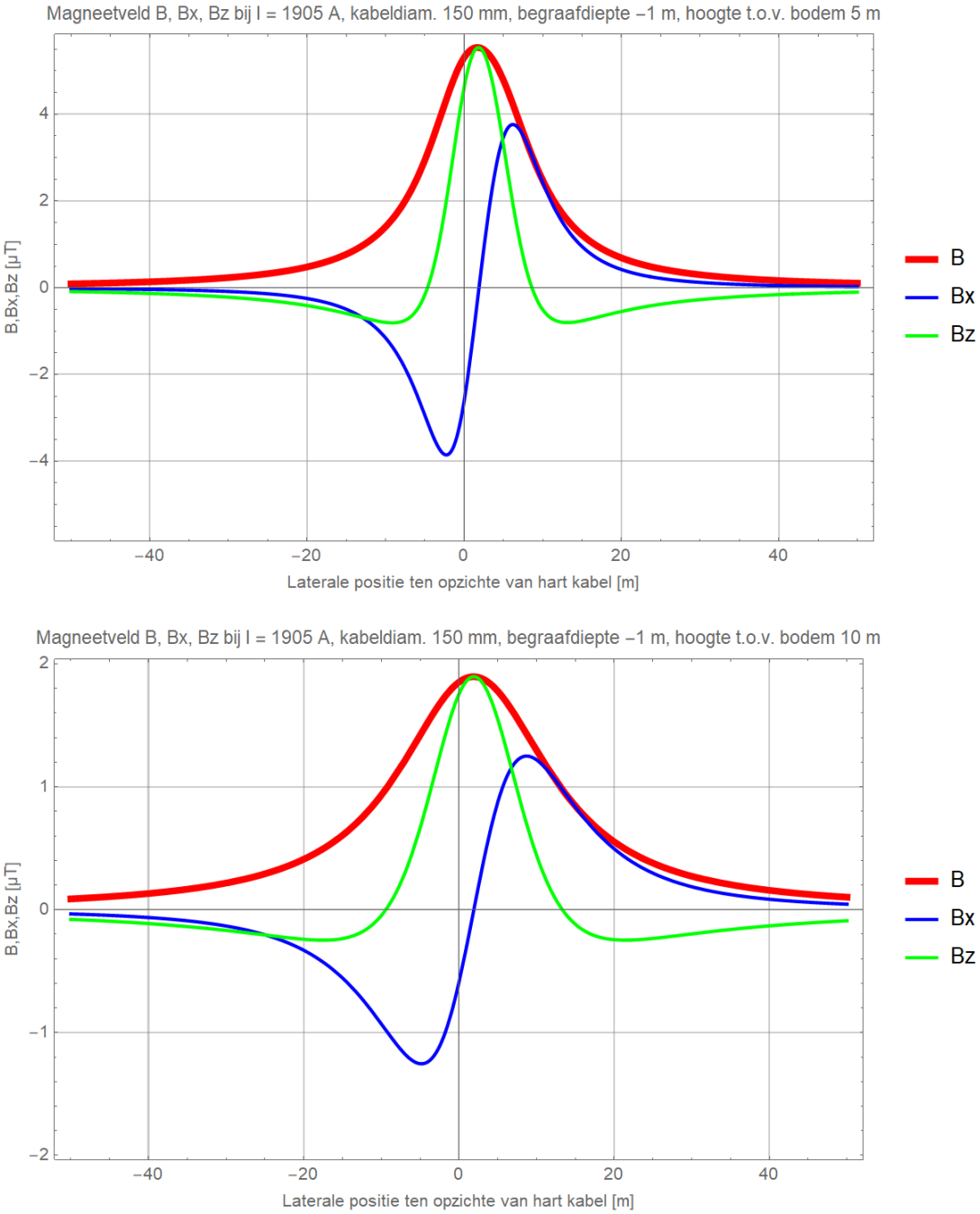
mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP). Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

In Figuur 3-13 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 10 keer (40 meter boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud kunnen optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar.

In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een gelijkstroomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT ipv. 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 3-13 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).



Figuur 3-14 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021c).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door veel terrestrische soorten. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2022). Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat

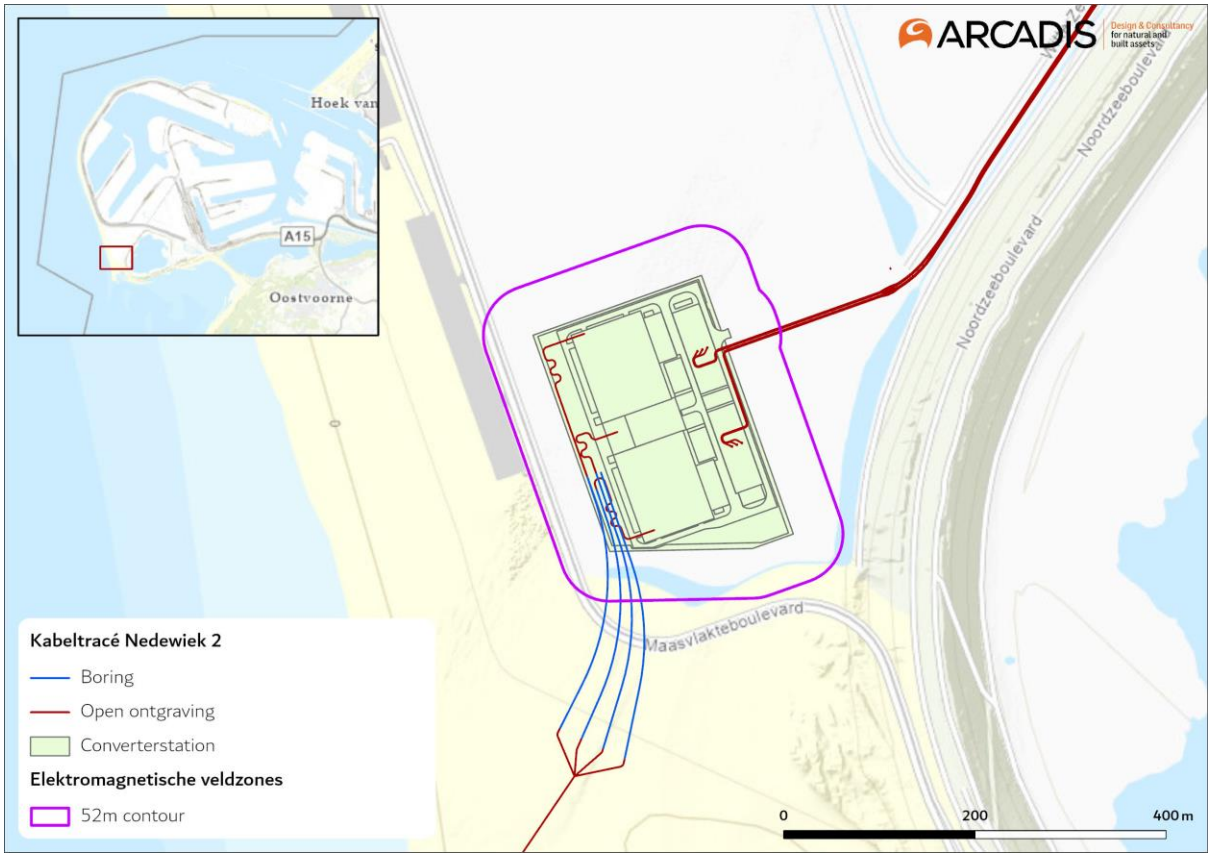
langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan antropogene elektromagnetische velden. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie.

Amfibieën gebruiken elektromagnetische velden van het aardmagnetisch veld om te navigeren. Van ingegraven kabels zijn EMV-sterktes op het maaiveld ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan een mogelijk enig effect hebben op de navigatie van amfibieën(Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken bij het navigeren ook andere zintuigen: reuk en zicht. Hierdoor wordt het effect van antropogene elektromagnetische velden op amfibieën laag geacht. Voor amfibieënsoorten met een jaarlijkse migratie tussen vaste voortplantingswateren en overwinteringslocaties is het wel mogelijk dat navigatie middels het aardmagnetisch veld een relatief belangrijke rol speelt ten opzichte van reuk en zicht.

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door elektromagnetische velden. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming. Een uitgebreidere literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op terrestrische soorten is te vinden in Bijlage VIII-B.

Uit de EMV-studie (Van Essen, 2021c) blijkt dat het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld heeft. In Figuur 3-15 is de elektromagnetisch veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Nederwiek 2 reikt tot circa 52 m vanaf de randen van de geleiders van converterstation Nederwiek 2. Het magneetveld van de kabels van Nederwiek 2 reikt tot circa 22 m vanaf de kabels.

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Het elektromagnetisch veld kan wel een mogelijk klein effect hebben op grondgebonden soorten, echter zal die minimaal zijn. Elektromagnetische velden op land voor grondgebonden dieren wordt verderop in deze Passende Beoordeling beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.



Figuur 3-15 Elektromagnetische veldzones rondom het converterstation.

3.10 Verontreiniging op zee

3.10.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie deze stoffen, waarmee de verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei.

Daarnaast kunnen mogelijk lokale verontreiniging optreden op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms, plekken waar blusschuim is toegepast.

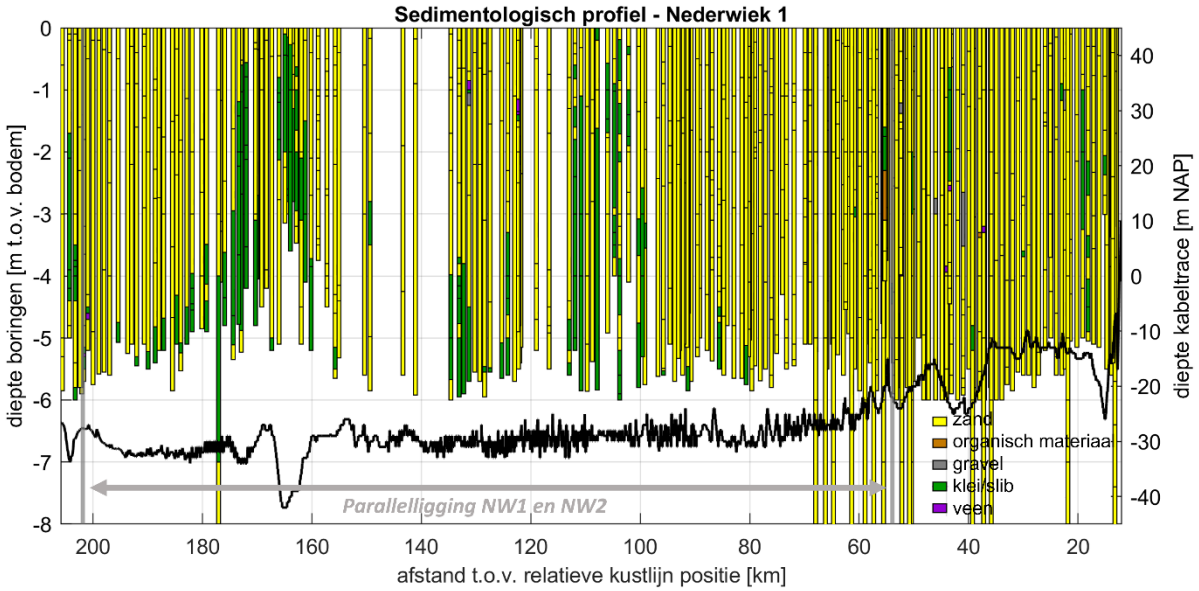
3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging worden op voorhand uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie

Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 3-16 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022).



Figuur 3-16 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden op rond het tracé, en zijn gekoppeld aan de slibwolk zoals getoond in Figuur 3-16.

3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd.

Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

3.11 Warmteontwikkeling

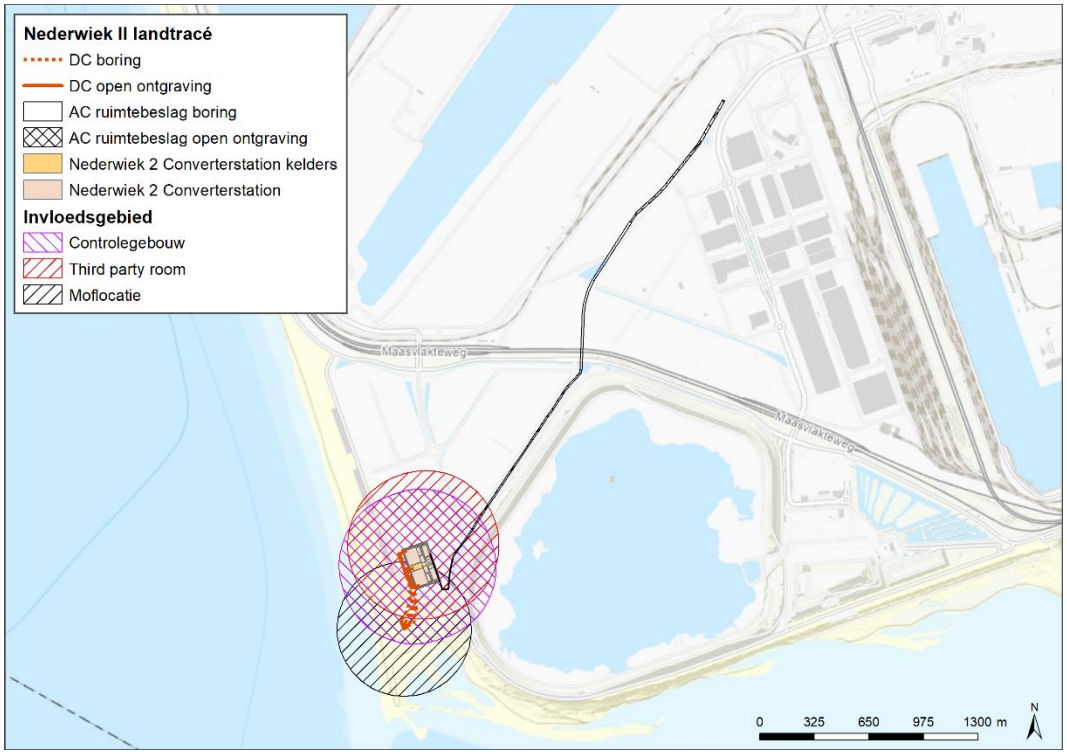
De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. In de aanlegfase niet. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijneffecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd. Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de DC kabels van Nederwiek 2 relatief diep worden ingegraven (1-3 meter, nabij de kust nog dieper), is de temperatuursverhoging van het zeebodemoppervlak gering. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, is de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar (Müller et al., 2016), naast dat deze zeer lokaal is. Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel (ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

3.12 Verdroging op land

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen en mofputten bronbemaling toegepast wordt en wanneer bij open ontgravingen gegraven grond aan de lucht wordt blootgesteld. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen verdroging op. Er wordt van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de aeratie van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht, 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.

Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door bronbemaling (Bijlage VI-A). Van verdroging wordt gesproken indien sprake is van een daling van het grondwaterpeil met vijf centimeter of meer. Kleinere waarden vallen binnen de IJmarge 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 een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken), wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal 900 meter van de bemalingslocatie.



Figuur 3-17 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling.

3.13 Verzuring en vermesting

Bij de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 2 komt stikstof vrij door de inzet van werkschepen, bouwwerktuigen en ander materieel. Ook bij onderhoudswerkzaamheden in de gebruiksfase zal stikstof vrijkomen. Stikstofdepositie leidt tot vermesting (‘verrijking’) van ecosystemen via de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden). De groei in veel natuurlijke landecosystemen zoals bossen, vennen, duinen en heidevelden wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere. Hierdoor neemt de biodiversiteit af. Vooral (veelal soortenrijke) kruidenvegetaties met plantensoorten die langzaam groeien, klein en laag blijven en die zijn aangepast aan een situatie van permanent ‘voedselgebrek’ zijn gevoelig voor vermesting. Stikstofdepositie kan leiden tot verrijking van de voedselsituatie (‘vermesting’), waardoor grotere, sneller groeiende en meer concurrentiekrachtige planten de soortenrijke vegetaties kunnen overwoekeren (‘verruiging’).

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

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

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel AERIUS is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Uit de AERIUS-berekening blijkt dat de hoogste depositie optreedt tijdens de aanlegfase in het Natura 2000-gebied Voornes Duin, deze bedraagt 0,44 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. De depositie tijdens de gebruiksfase is niet meetbaar. De resultaten van de AERIUS-berekeningen en uitgebreide beoordelingen daarvan zijn opgenomen in de 'Ecologische Beoordeling Stikstof' (EBS). De EBS is bijgevoegd als Bijlage A. Verzuring en vermesting wordt daarom niet ook behandeld in deze Passende Beoordeling. Uit de EBS volgt als overkoepelende conclusie dat significant negatieve effecten als gevolg van de projectdepositie met zekerheid zijn uitgesloten.

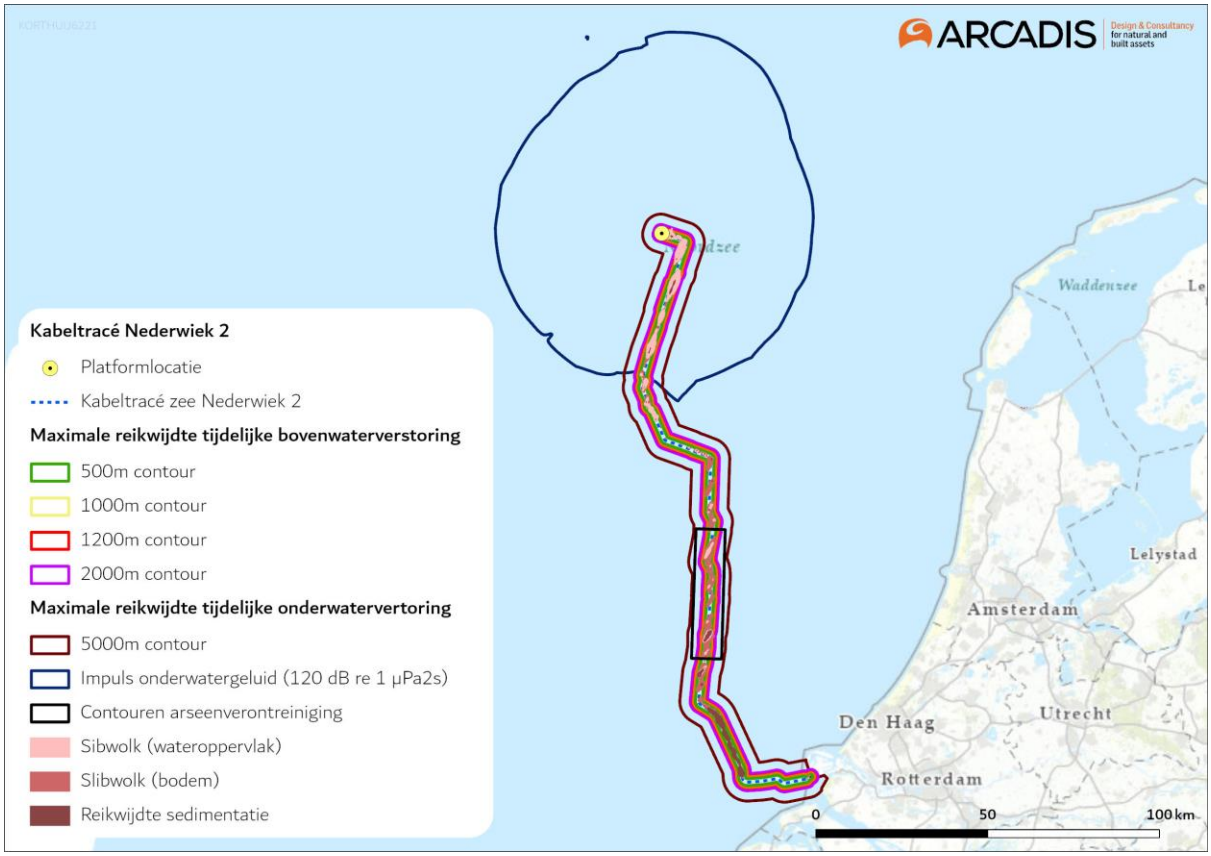
3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 3-1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op zee of op land optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. In Figuur 3-18 wordt het studiegebied op zee getoond en de reikwijdtes van de verstoringen. In Figuur 3-19 is dit gedaan voor de gevolgen op land. Aan de hand van de reikwijdtes in relatie tot Natura 2000-gebieden wordt per gevolg bekeken of er een effectbepaling en toetsing nodig is. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 4.

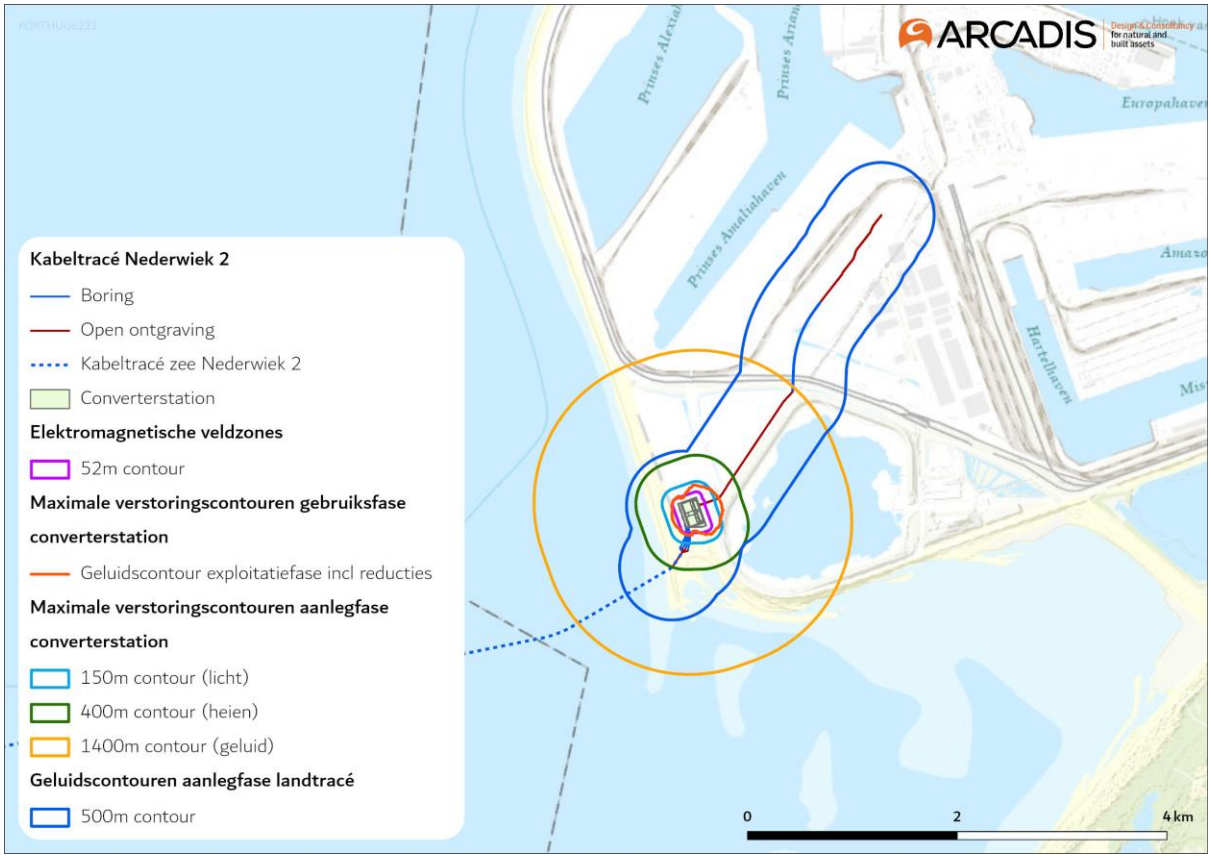
Tabel 3-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.

Gevolg		**Op zee*/ op land**	**Tijdens aanleg-/gebruiksfase**	**Maximale reikwijdte**
Vertroebeling		Zee	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het tracé en reikt niet tot de kustzone.
Sedimentatie		Zee	Beide, aanleg is worst-case	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer.
	Impuls onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.254km^2 en zeehonden 614 km^2) en trekvissen.
Bovenwaterverstoring	**Geluid en visueel**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels. 1.200 meter voor zeehonden. 2.000 meter voor extra gevoelige vogels.

Gevolg		Op zee*/ op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van het platform.
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Beide, aanleg is worst-case	Boorwerkzaamheden circa 500 meter. Aanleg converterstation circa 1400 meter. Gebruik converterstation maximaal 360 meter.
	Licht	Land	Beide, gebruiksfase is worst-case	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties.
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Beide, aanleg is worst-case	25 meter voor pre-sweepen, baggeren en jet trenchen. Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting.
		Land	Aanleg	Maximaal over een breedte van ca. 30 meter langs het tracé voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	52 meter vanaf de randen van de geleiders en 22 meter vanaf de kabels.
Verontreiniging		Zee	Beide, aanleg is worst-case	Aanwezigheid van arseen niet uitgesloten in diepe historisch gevormde bodemlagen. Deze komen op deel van eht trace voor. De slibwolk waar het arseen is gebonden bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
Warmteontwikkeling		Zee	Gebruik	Geen effect, geen nadere beoordeling.
Verdroging		Land	Aanleg	Mogelijke effecten ter plaatse van de aanleg op land in een radius van maximaal 435 meter.
Verzuring en vermesting		Land	Beide, aanleg is worst-case	Zie Aerius-calculatie en Ecologische Beoordeling Stikstof (Bijlage A)



Figuur 3-18 Studiegebied op zee.



Figuur 3-19 Studiegebied op land.

4 Betrokken Natura 2000-gebieden

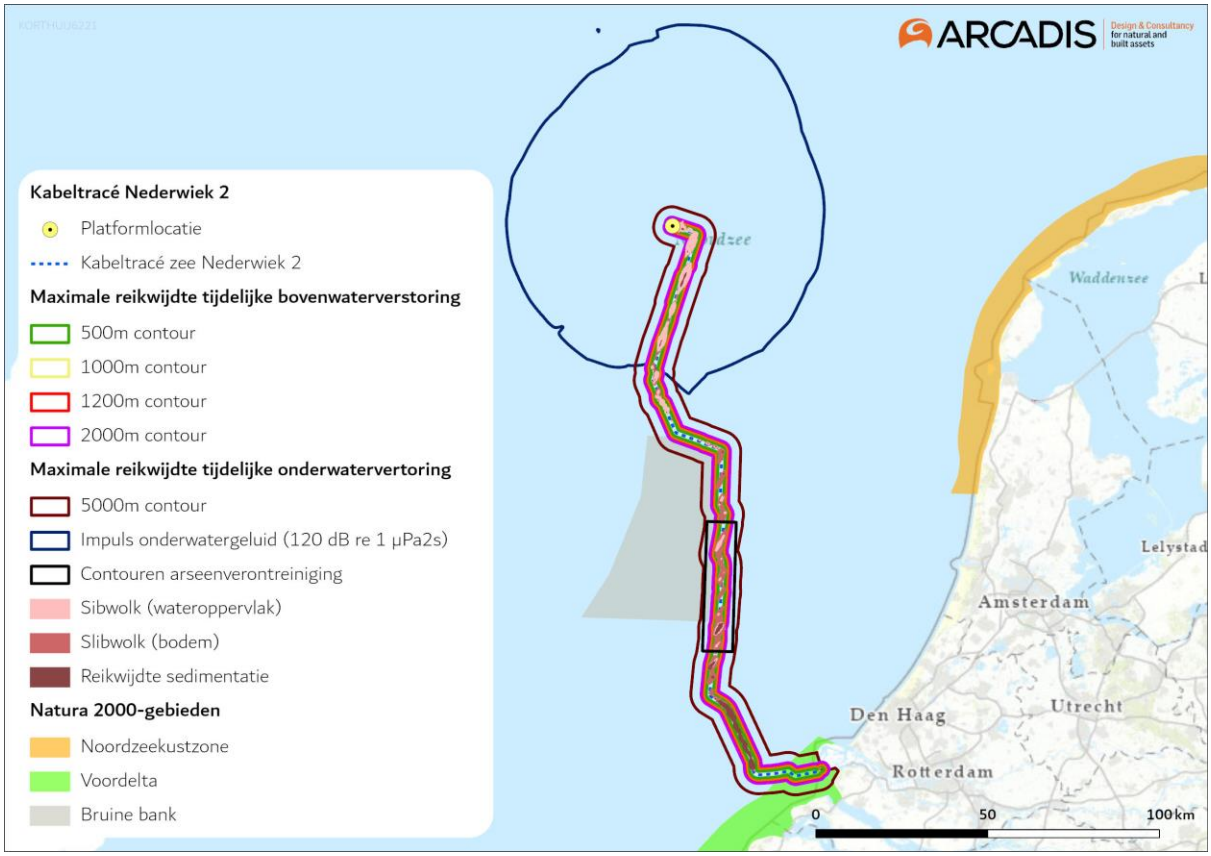
4.1 Het studiegebied

In het voorgaande hoofdstuk is per gevolg de reikwijdte en het daaruit af te leiden studiegebied gepresenteerd. Figuur 4-1 en Figuur 4-2 laten zien dat er overlap van het studiegebied op zee is met de Natura 2000-gebieden Voordelta en de Bruine Bank. De figuren laten zien dat er overlap is van het studiegebied op land met Natura 2000-gebied Voordelta. Daarnaast kunnen soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld in deze Natura 2000-gebieden ook buiten de gebieden voorkomen en als gevolg daarvan een effect ondervinden (externe werking).

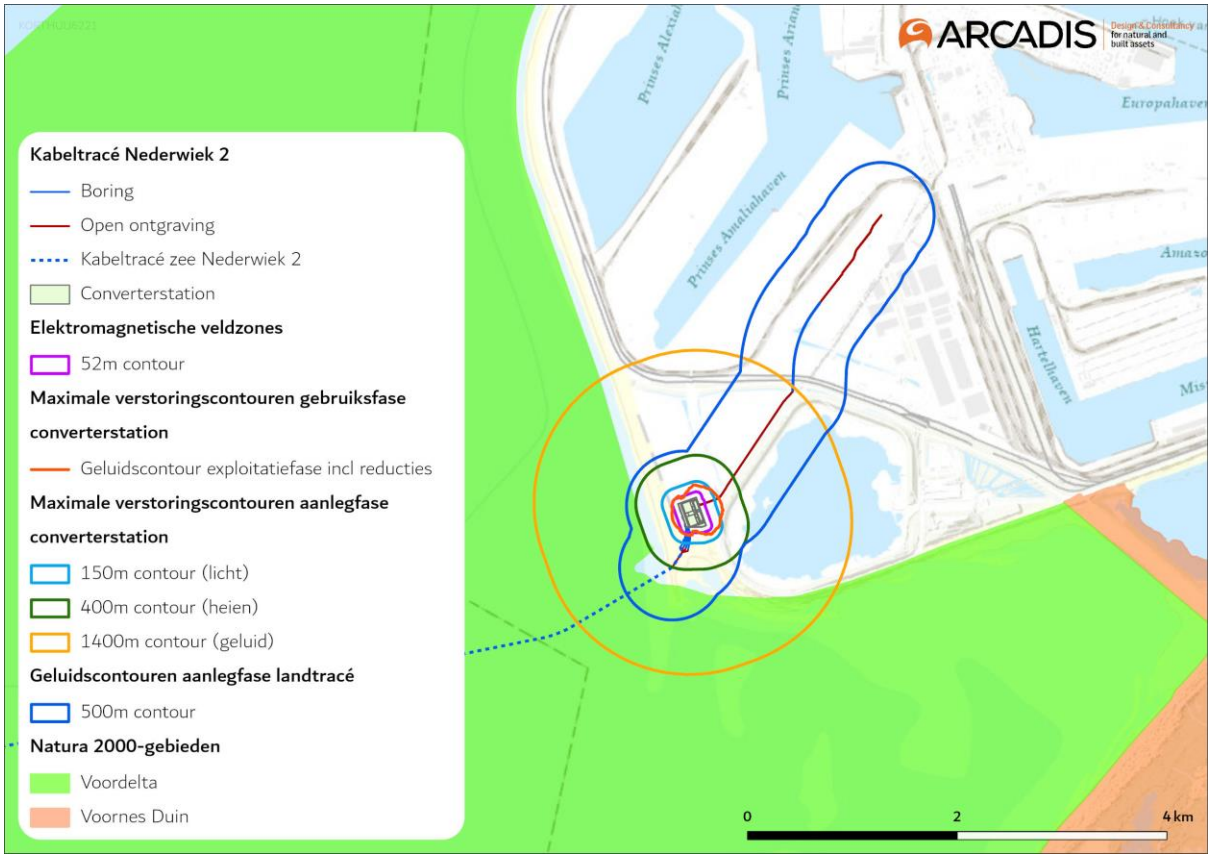
Per gevolg kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Vertroebeling: Vertroebeling reikt tot in Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten hiervan worden nader onderzocht. Externe effecten van vertroebeling op de aangewezen en niet-aangewezen soorten van Natura 2000-gebied de Bruine Bank kunnen optreden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Sedimentatie: Sedimentatie reikt niet tot in Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta. Sedimentatie wordt daarom niet verder beoordeeld. Externe effecten van sedimentatie op benthos, vogels en trekvissen zijn niet aan de orde.
- Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta. Er is geen sprake van externe effecten op zeezoogdieren of trekvissen die zich buiten deze Natura 2000-gebieden bevinden. Migratie van en naar de gebieden wordt niet geblokkeerd door het tracé. Verstoring door continu onderwatergeluid wordt nader onderzocht.
- Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt niet met Natura 2000-gebieden. Wel is er mogelijk sprake van externe effecten omdat zeezoogdieren of trekvissen toegewezen aan nabijgelegen Natura 2000-gebieden hier effecten van kunnen ondervinden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Bovenwaterverstoring op zee: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring op land: De verstoringscontour reikt tot in Natura 2000-gebied Voordelta. Dit wordt gezamenlijk met 'Bovenwaterverstoring op zee' meegenomen. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op zee: Het tracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op land (mechanische verstoring): Het tracé op land loopt niet door Natura-2000 gebied. Habitataantasting op land wordt niet verder beoordeeld.\
- Verontreiniging: Langs het tracé zijn historische klei- en veenbanken met arseen aangetroffen. Dit gebied ligt tegen de Bruine Bank aan. De effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op zee: De verstoringscontour van het magnetische veld (en geïnduceerde elektrische veld) overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta. Effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op land: De verstoringscontour van elektromagnetische velden op land reikt niet tot in Natura 2000-gebied en beïnvloedt geen gevoelige habitattypen. Elektromagnetische velden op land wordt niet verder beoordeeld.
- Verdroging: De bronbemalingen bij het converterstation leidt tot een grondwaterstanddaling in Natura 2000-gebied Voordelta. Binnen de verlagingscontouren van de bronbemaling liggen

echter alleen habitattypen en/of leefgebieden van grote open wateren. Deze kunnen door de grote omvang niet beïnvloed worden door bemaling. Verdroging wordt daarom niet verder onderzocht.



Figuur 4-1 Studiegebied op zee ten opzichte van omliggende Natura 2000-gebieden.



Figuur 4-2 Studiegebied op land ten opzichte van omliggende Natura 2000-gebieden.

In Tabel 4-1 is samengevat welke gevolgen beoordeeld worden in relatie tot welk Natura 2000-gebied.

Tabel 4-1 Optredende effecten per Natura 2000-gebied. X = ruimtelijke overlap van effect met een Natura 2000-gebied. E = extern effect.

Natura 2000-gebied	Vertroebeling	Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring door impuls onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring	Habitataantasting	verontreiniging	Elektromagnetische velden op zee
Voordelta	X	X	E	X	X		X
Bruine Bank	E	X		X		E	

4.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen

In Tabel 4-2 is samengevat welke soortgroepen en habitattypen, waar instandhoudingsdoelen voor zijn, een effect kunnen ondervinden van de vastgestelde gevolgen. In de volgende paragrafen is per Natura 2000-gebied aangegeven welke instandhoudingsdoelen een effect ondervinden.

Tabel 4-2 Mogelijk beïnvloedde soorten en habitattypen bij de vastgestelde gevolgen en effecten.

Gevolg	Effect	Mogelijk beïnvloedde groepen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, beïnvloedt vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	Primaire productie en Filterfeeders (kwaliteitselementen H1110, H1140) Zichtjagende vogels Trekvissen
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren, habitattypen, indirecte effecten op vogels via voedselbeschikbaarheid	Bodemdieren (H1110, H1140) Habitattypen Benthosetende vogelsoorten
Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Zeezoogdieren (Trek)vissen
Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoordrempelverschuiving, fysieke schade, sterfte	Zeezoogdieren (Trek)vissen
Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Verstoring tijdens rusten, broeden, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vogels Vleermuizen Reptielen Zoogdieren
Habitataantasting op zee	Beschadiging bodemleven, verlies habitat, verandering bodemdynamiek	Bodemdieren (H1110, H1140) Bodemsamenstelling (H1110, H1140) Vogels
Verontreiniging	Bioaccumulatie, remming van groei en reproductie, sterfte.	Bodemdieren (H1110, H1140) (Trek) vissen Vogels
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	Trekvissen Zeezoogdieren

4.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied

4.3.1 Bruine Bank

Effecten van bovenwaterverstoring (voor gevoelige vogels), continu onderwatergeluid, vertroebeling en verontreiniging reiken tot in de Bruine Bank. De Bruine Bank is aangewezen voor dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). In Tabel 4-3 zijn de natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden samengevat.[4]

Tabel 4-3 Natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X).

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht	Verontreiniging
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X	X	X
	A175	Grote jager	X	X	X
	A177	Dwergmeeuw	X	X	X
	A187	Grote mantelmeeuw	X	X	X

[4] Naar aanleiding van een zienswijze op aanwijzingsbesluit van Vogelbescherming worden in deze PB ook de volgende niet-aangewezen maar wel belangrijke soorten behandelen: drieteenmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, noordse stormvogels, papegaaiduikers, stormmeeuwen, zilvermeeuwen, grote sterns, visdieven noordse sterns.

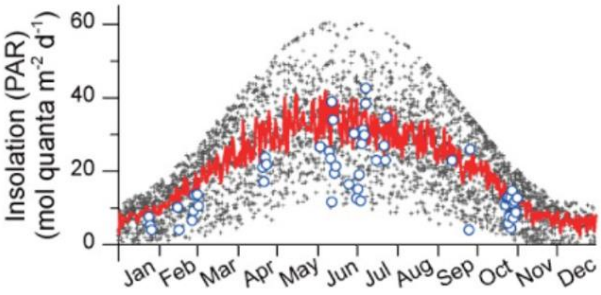
	A199	Zeekoet	X	X	X
	A200	Alk	X	X	X

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

Onderwaterverstoring
Verstoring door continu onderwatergeluid reikt tot in de Bruine Bank. Vogels rusten op het water, of vliegen, en ondervinden in principe geen hinder van continu onderwatergeluid. Theoretisch kunnen deze vogels tijdens het duiken het geluid wel horen. Impuls-onderwatergeluid treedt alleen op bij de aanleg van het platform en reikt tot in de Bruine Bank in het geval van deze werkzaamheden alleen wanneer de sterkte van het geluid sterk is afgenomen. In de praktijk is een groot deel van het geluid al uitgedoofd tegen de tijd dat dit de Bruine Bank bereikt. De kans dat deze vogels daarmee hinder van onderwatergeluid ervaren is dermate klein dat dit niet nader wordt onderzocht.

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

Ook de primaire productie door fytoplankton is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014), zie Figuur 4-3. Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (want er is genoeg zonlicht). Op de Bruine Bank en overige open zee is dit een tekort aan stikstof (N) of een combinatie van stikstof en forfor limitatie (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht (want er is minder lang zon, meer bewolking vanwege stormen en een verlaagde zonnesterkte). Alleen kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, waar nutriëntwaardes zeer laag zijn en dus de beperkende factor zijn, zijn hiervan uitgezonderd in de wintermaanden (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer (want de hoeveelheid stikstof (N) remt de primaire productie toch al), maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 4-3), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé langs de Bruine Bank in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie niet verder beoordeeld in deze toets.



Figuur 4-3 Fotosynthetisch actieve straling (een maat voor primaire productieactiviteit) van fytoplankton over de maanden heen. Zwarte stippen geven metingen (dagelijks tussen 2002-2012) middels satelliet weer waarvan de rode lijn het gemiddelde is. De blauwe punten geven fysieke (in situ) metingen weer. Aangepast van (Matsumoto et al., 2014).

Verontreiniging

Met de hiervoor beschreven vertroebeling kan ook arseen vrijkomen uit de historische lagen. Deze kan opgenomen worden door bodemdieren en vis, en tot bioaccumulatie in vogels leiden.

4.3.2 Voordelta

In de Voordelta reikt verstoring van vertroebeling, habitataantasting, elektromagnetische velden, verstoring door continu onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht tot in het Natura 2000-gebied. In Tabel 4-4 de natuurwaarden van de Voordelta waar mogelijk effecten optreden samengevat.

Tabel 4-4 Natuurwaarden van de Voordelta waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	X				
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	X				
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)					
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)					
	H1320	Slijkgrasvelden					
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)					
	H2110	Embryonale duinen					
	H2120	Witte duinen					
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik	X	X			X
	H1099	Rivierprik	X	X			X
	H1102	Elft	X	X			X
	H1103	Fint	X	X			X
	H1351	Bruinvis		X			X
	H1364	Grijze zeehond		X	X		X

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	H1365	Gewone zeehond		X	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker			X		
	A005	Fuut			X		
	A007	Kuifduiker			X		
	A017	Aalscholver			X		
	A034	Lepelaar			X		
	A043	Grauwe gans			X		
	A048	Bergeend			X		
	A050	Smient			X		
	A051	Krakeend			X		
	A052	Wintertaling			X		
	A054	Pijlstaart			X		
	A056	Slobeend			X		
	A062	Toppereend			X		
	A063	Eidereend			X		
	A065	Zwarte zee-eend			X		
	A067	Brilduiker			X		
	A069	Middelste zaagbek			X		
	A130	Scholekster			X		
	A132	Kluut			X		
	A137	Bontbekplevier			X		
	A141	Zilverplevier			X		
	A144	Drieteenstrandloper			X		
	A149	Bonte strandloper			X		
	A157	Rosse grutto			X		
	A160	Wulp			X		
	A162	Tureluur			X		
	A169	Steenloper			X		
	A177	Dwergmeeuw			X		
	A191	Grote stern			X		
	A193	Visdief			X		

Vertroebeling

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

Zoals ook in paragraaf 4.3.1 is besproken, is primaire productie afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en nutriënten. In de een brede strook langs de Nederlandse kust, waaronder de Voordelta, is de primaire productie gelimiteerd door nutriënten (fosfor (P)) gedurende de zomermaanden. In de wintermaanden is de gehele Noordzee, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, juist gelimiteerd door zonlicht. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de wintermaanden überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 4-3), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de Voordelta in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden

wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Voordelta niet verder beoordeeld in deze toets.

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

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

Bovenwaterverstoring
Bovenwaterverstoring door geluid, licht en visuele verstoring kan niet-broedvogels en rustende zeehonden verstoren.

Habitataantasting
Habitataantasting kan een effect hebben op habitattypen en schelpdierbanken.

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

5 Systeem- en gebiedsbeschrijving

5.1 Natura 2000-gebieden

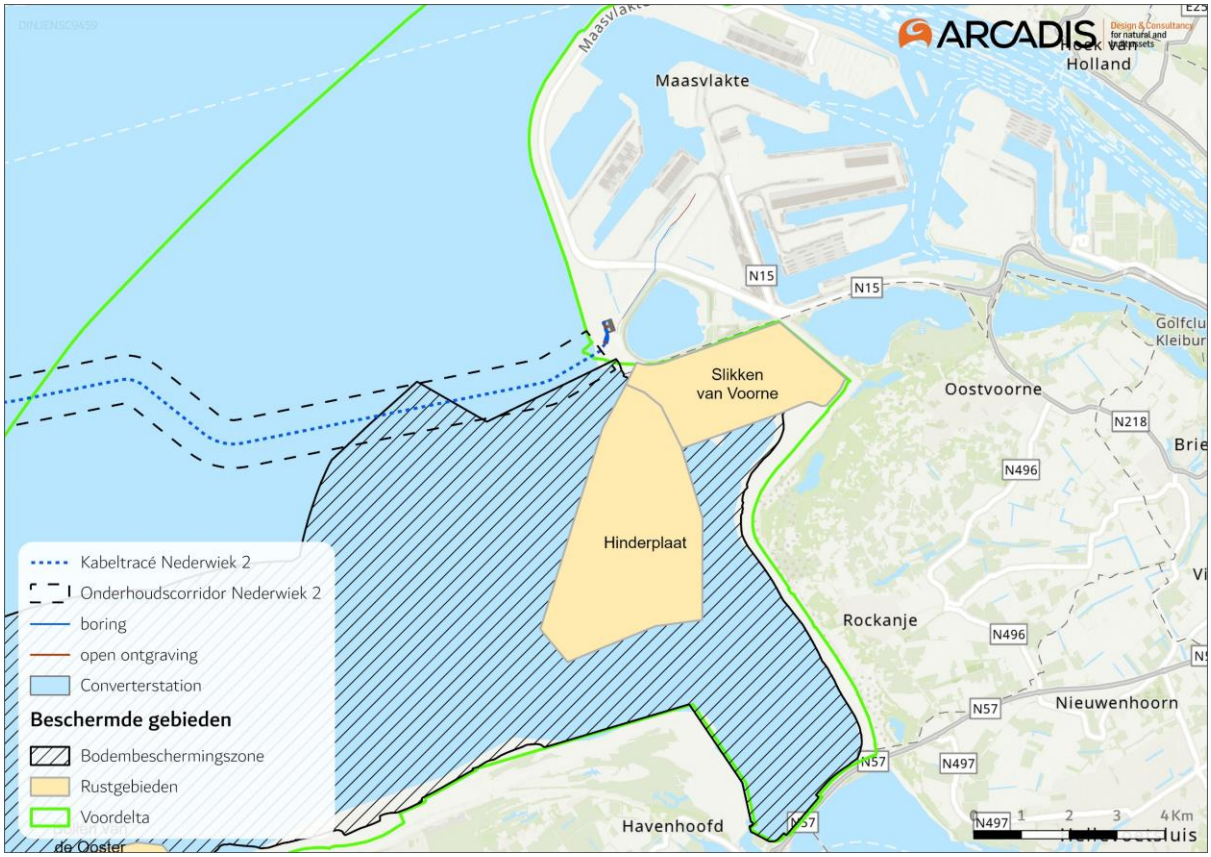
5.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank

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

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

5.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta

Natura 2000-gebied Voordelta ligt voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust, beginnend bij de Maasvlakte tot aan Walcheren. Het is onderdeel van het Nederlandse Deltagebied. Het gebied beslaat zo'n 900 km^2 (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Het gebied is een afwisseling tussen zoet, zout, diep en ondiep water en is hierdoor een belangrijk leef- en foerageergebied voor zeehonden, vissen en vogels (Noordzeeloket, 2019). Het open water in de Voordelta is van belang voor visetende vogels, zoals roodkeelduiker en aalscholver, maar ook voor schelpdiereters, zoals zwarte zee-eend en eider. Het intergetijdengebied wordt gebruikt door steltlopers en eenden zoals scholekster, drieteenstrandloper en bergeend. Het belangrijkste intergetijdengebied in de Voordelta is Slikken van Voorne (Figuur 5-1). Dit intergetijdengebied is van bijzondere betekenis voor trekvogels die hier een essentiële tussenstop hebben om te foerageren tijdens hun trektocht (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).



Figuur 5-1 De ligging van het kabeltracé tot het bodembeschermingsgebied en de rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat in de Voordelta.

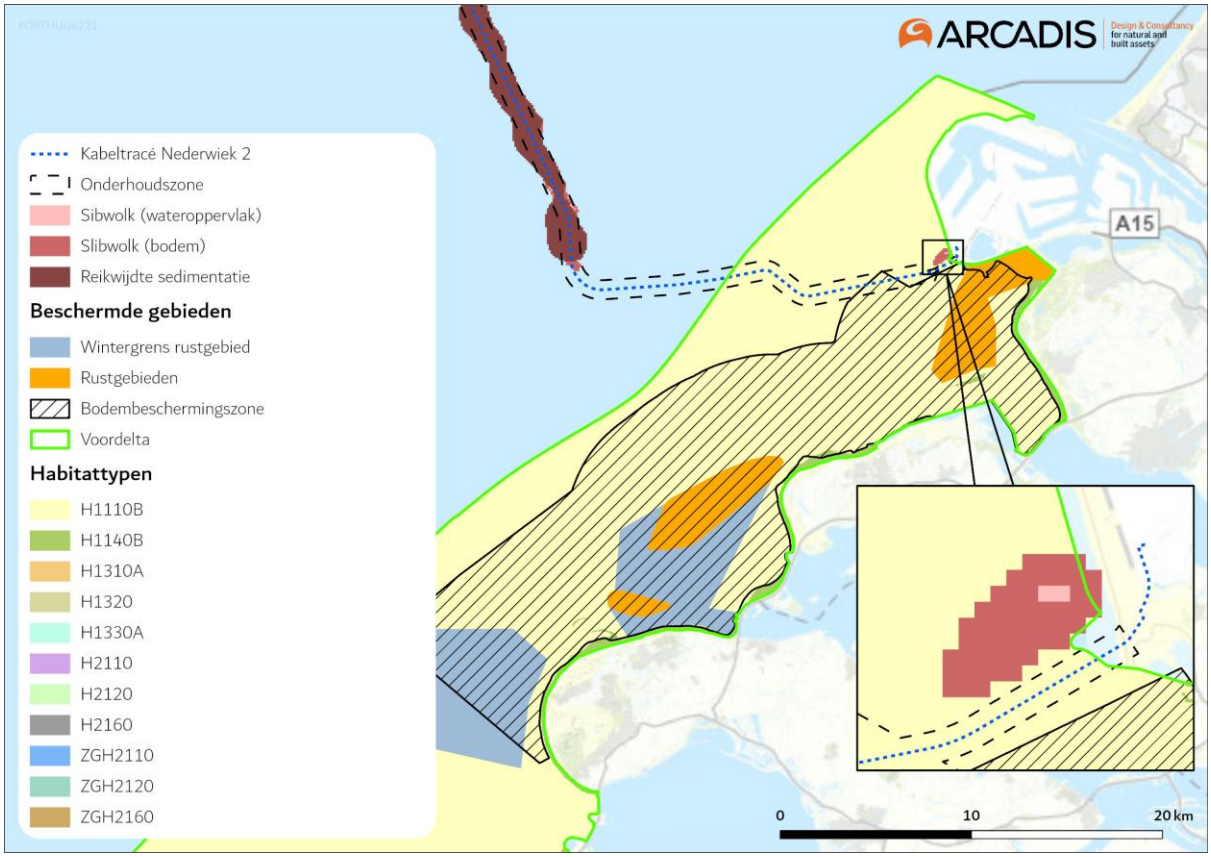
De aanleg van Maasvlakte 2 resulteerde in een verlies van 2,8% van het habitattype H1110B ("met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken van de Noordzeekustzone") in de Voordelta, met als gevolg dat ook de foerageerfuncties voor de grote stern, de visdief en de zwarte zee-eend achteruit zouden gaan. Hiervoor moesten compensatiemaatregelen genomen worden om de totale natuurwaarde in de Voordelta in stand te houden. In de Voordelta zijn daarom een bodembeschermingsgebied en vijf rustgebieden ingesteld (Figuur 5-1).

Binnen het bodembeschermingsgebied (BBG) mogen bepaalde vormen van bodemroerende visserij (zware boomkorvisserij >260 pk) niet plaatsvinden (Rijkswaterstaat, 2016). Het gekarteerde tracé en de onderhoudszone overlapt voor een deel met het BGG (Figuur 5-1 en Figuur 5-2).

5.2 Habitattypen

5.2.1 Inleiding

Het kabeltracé overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta. Habitattypen zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebied Voordelta. De aanwezigheid van habitattypen rond het kabeltracé is te zien in Figuur 5-2. De reikwijdte van habitataantasting en vertroebeling is eerder toegelicht in Hoofdstuk 4. Zoals te zien in het figuur vinden habitataantasting en vertroebeling (ter hoogte van de bodem) plaats in habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken. De overige habitattypen vallen buiten de reikwijdte.



Figuur 5-2 De verschillende habitattypen in de Voordelta i.r.t. het studiegebied.

5.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B)

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

Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) is een habitatsubtype hiervan. Dit habitatsubtype komt voor in de monding van de Westerschelde, de Noord- en Zuid-Hollandse kustzone, Voordelta en de zeegaten van de Waddenzee (CBS et al., 2014). Het beslaat een oppervlakte van 7.400 km^2 van de Nederlandse kustzone, waarvan 813 km^2 in de Voordelta (Goudswaard & van Bemmelen, 2010). Het omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan (onder LAT: Lowest Astronomical Tide). Dit habitatsubtype is van groot belang voor bodemfauna zoals wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen weer een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels (meeuwen en sterns) en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014; Ramaker, 2015). Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming) is dit habitatsubtype vrij soortenarm (Ministerie van LNV, 2014). Onderdeel zijn ook geulen, die fungeren als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder paling, schol, bot, rivierprik, zeeprik, elft en fint. Dit habitatsubtype dient ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben.

5.2.3 Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B)

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

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

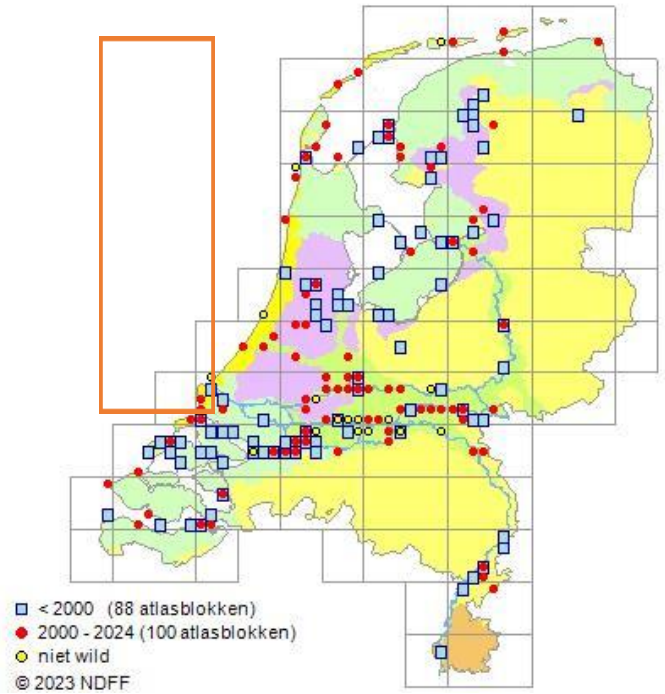
5.3 Habitatrichtlijnsoorten

Het kabeltracé overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank en Voordelta. Habitatrichtlijnsoorten zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebied Voordelta. In deze paragraaf is een ecologische beschrijving gegeven van de ecologie van deze aangewezen habitatrichtlijnsoorten. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

5.3.1 Zeeprik (H1095)

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

De zeeprik is een zeer zeldzame soort in Nederland die zich bij ons maar zeer beperkt voortplant. De soort wordt als 'gevoelig' bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren, zoals het aanleggen van (migratie)barrières en het aantasten van paaiplaatsen. De soort wordt sporadisch waargenomen in het Deltagebied en de Noordzeekustzone (Figuur 5-3). De zeeprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

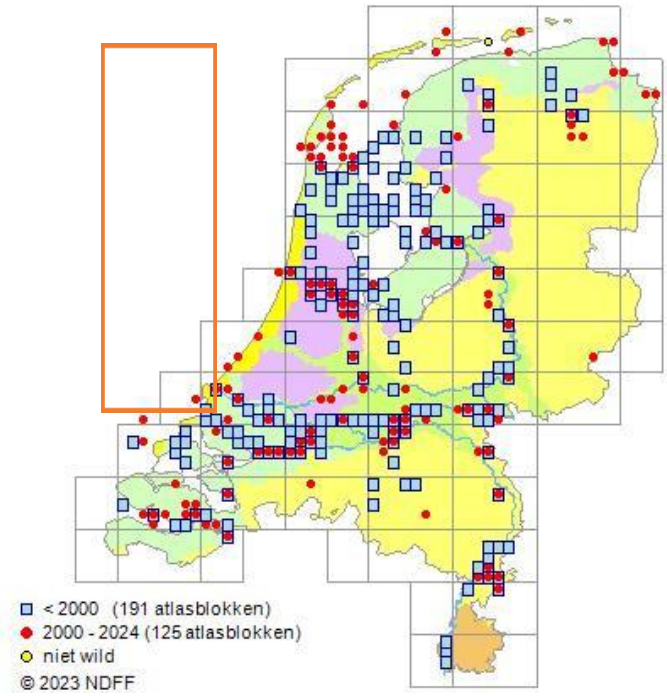


Figuur 5-3 Overzicht van waarnemingen zeeprik (RAVON, 2022). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.2 Rivierprik (H1099)

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

De rivierprik is een zeer zeldzame soort in Nederland en wordt als 'gevoelig' bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De rivierprik is de afgelopen jaren echter bezig met een opmars. De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren en beken waarbij migratiebarrières ontstaan en paaiplaatsen verdwijnen. De rivierprik komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone (Figuur 5-4). De rivierprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

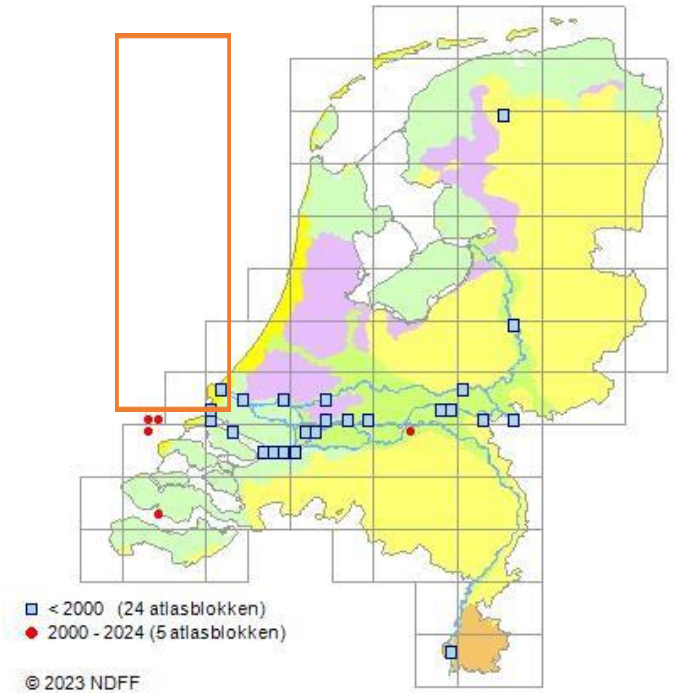


Figuur 5-4 Overzicht van waarnemingen rivierprik (RAVON, 2023c). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.3 Elft (H1102)

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

De elft is na begin 20e eeuw uitgestorven in de Rijn, onder andere door verstuwing, het rechttrekken van de rivierbochten en het verwijderen van geschikt (paai)habitat. Sindsdien wordt de soort weer (zeer) incidenteel aangetroffen in Nederland, waaronder in de Voordelta. In Figuur 5-5 is te zien dat de elft dicht in de buurt van het studiegebied voorkomt. Vangsten van volwassen elften in Nederland was tot voor kort uitgebleven, maar tijdens bevissing met zogenoemde zalmsteken (palen met netten) bij de Haringvlietsluizen in juni 2020 hebben onderzoekers drie volwassen elften gevangen. De vissen werden gevangen als ‘bijvangst’ van de visserij in het kader van het migratieonderzoek van Rijkswaterstaat. Nederland neemt ook deel aan dit herintroductieprogramma, als onderdeel hiervan zijn recentelijk, in juni 2021, 80.000 jonge elften uitgezet in de Waal bij Nijmegen (Waarlo, 2021).

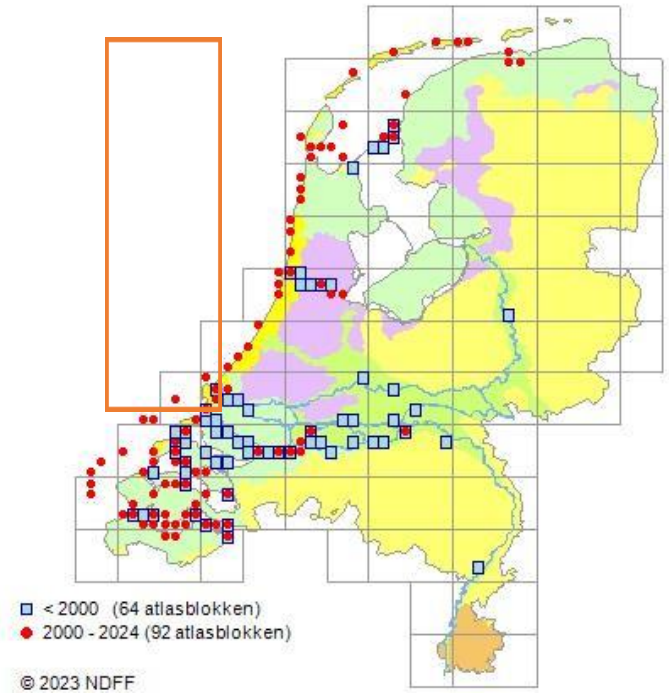


Figuur 5-5 Overzicht van waarnemingen elft (RAVON, 2023a). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.4 Fint (H1103)

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

Door de aanleg van dammen en stuwen zoals de Haringvlietdam verdween de Nederlandse paaipopulatie in de jaren zeventig van de vorige eeuw uit het benedenrivierengebied. Het ontbreken van natuurlijke zoet-zoutovergangen vormt een groot knelpunt voor de terugkeer van een voortplantingspopulatie in Nederland. Vanaf de jaren ‘90 lijkt het aantal finten langs de Nederlandse kust en in de benedenrivieren echter weer toe te nemen (Ministerie van Economische Zaken, 2008a). De fint komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone (Figuur 5-6). De fint komt daarmee in het studiegebied voor.



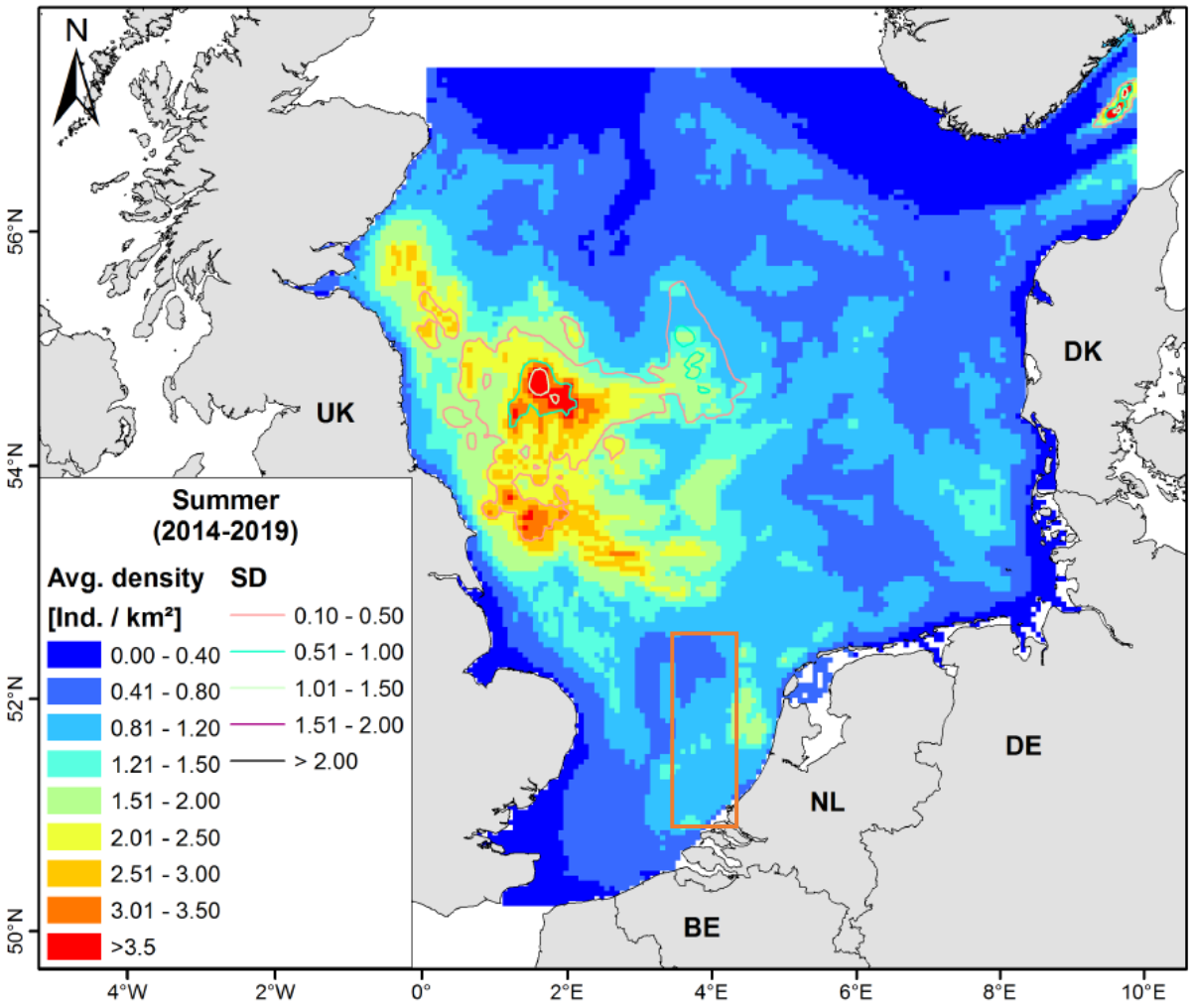
Figuur 5-6 Overzicht van waarnemingen fint (RAVON, 2023b). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.5 Bruinvis (H1351)

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 5-7). De soort komt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

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

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend (Figuur 5-7). Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.



Figuur 5-7 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van de periode maart tot en met mei. Data zijn van 2014 tot en met 2019 (Gilles et al., 2020). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen bevestigen de bruinvisdichtheden weergegeven in Figuur 5-7. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2019 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018; Heinis et al., 2022).

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

5.3.6 Gewone zeehond (H1364)

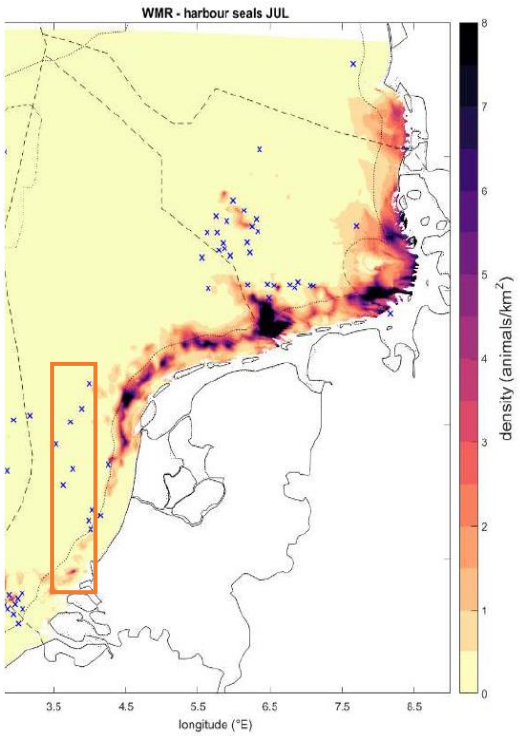
De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om

te foerageren. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt circa één maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en zeer verstoringsgevoelig (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

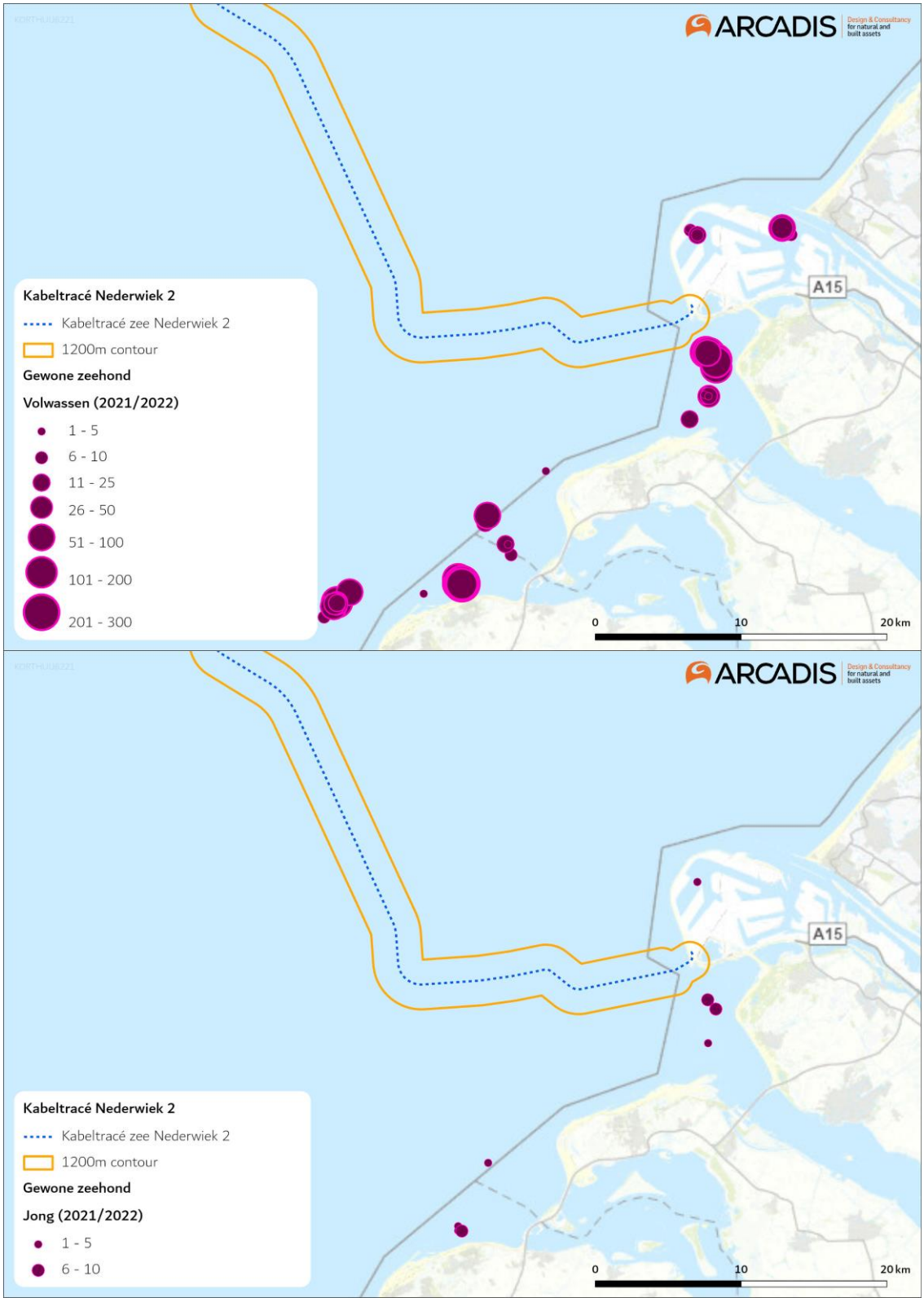
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

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

De gewone zeehond komt met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en de Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zeehonden is weergegeven in de zomer (Figuur 5-8) (Aarts, 2021). De gewone zeehond komt daarmee in het studiegebied voor. Liggebieden in het deltagebied zijn te zien in Figuur 5-9 en Figuur 5-10 (Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden).



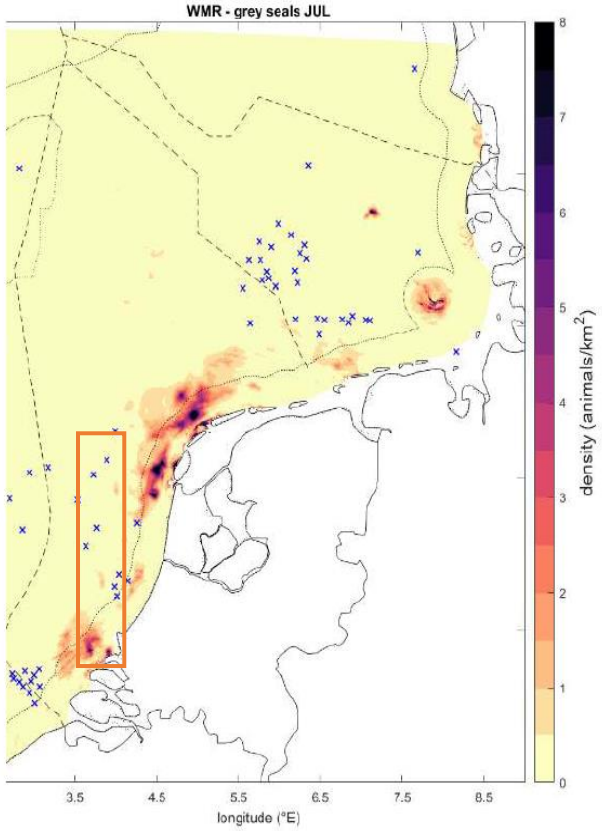
Figuur 5-8 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal gewone zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt ((Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



Figuur 5-9 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehond (boven) en jonge gewone zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

5.3.7 Grijze zeehond (H1365)

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 5-10.

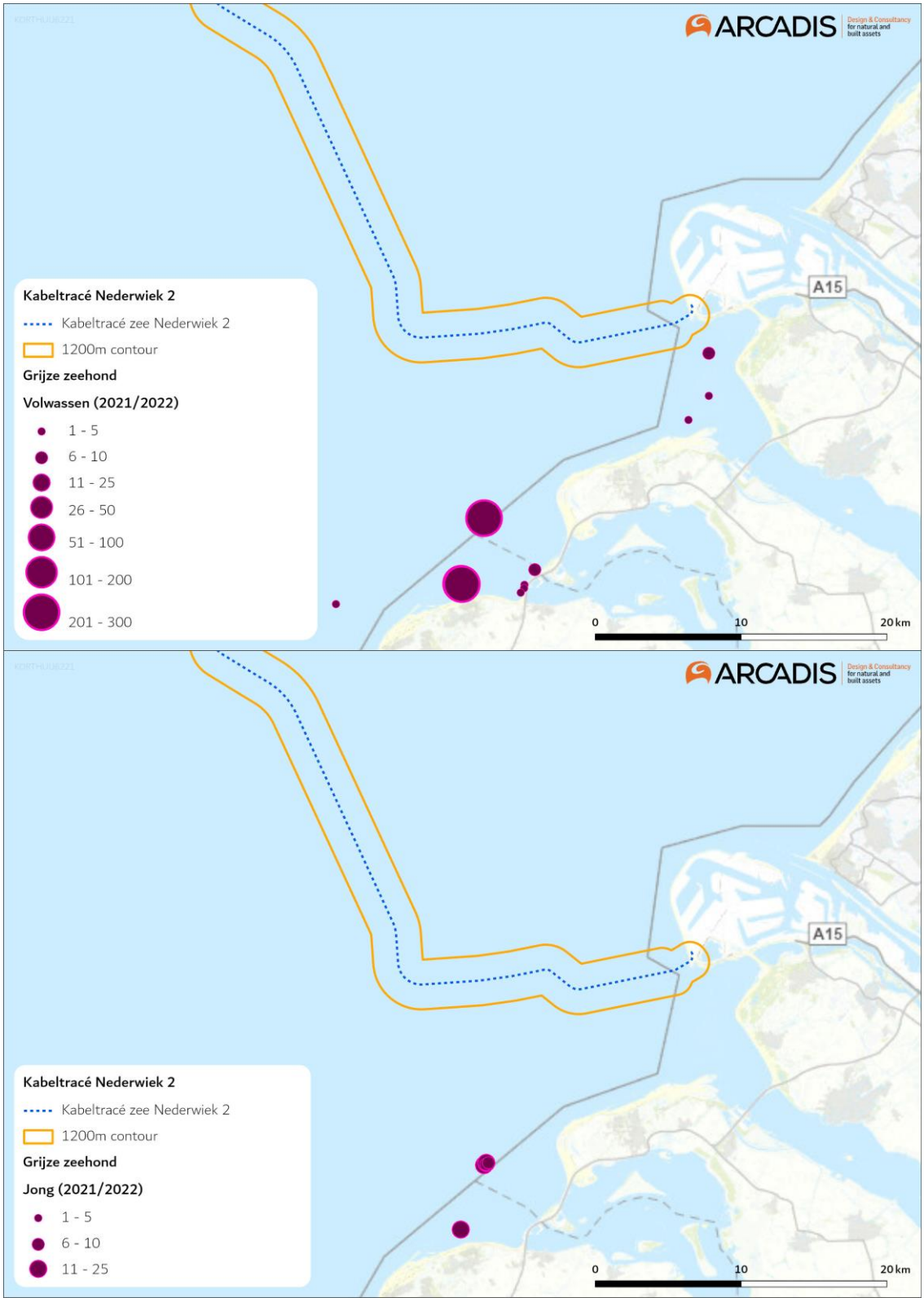


Figuur 5-10 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal grijze zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt ((Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.

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

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 5-11 (Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats. Binnen de

1.200 meter contour rondom het tracé is in het seizoen 2018/2019 een waarneming gedaan van een ligplaats van grijze zeehonden.



Figuur 5-11 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehond (boven) en jonge grijze zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

5.4 Niet-broedvogels

5.4.1 Inleiding

Het tracé van Nederwiek 2 overlapt met Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta. Niet-broedvogels zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta. In onderstaande tabellen is per Natura 2000-gebied relevante informatie samengevat omtrent de instandhoudingsdoelen en de huidige situatie van de aangewezen niet-broedvogelsoorten. Hierin is ook aangegeven tot welke soortgroep iedere soort is gerekend. Na de tabellen volgen ecologische beschrijvingen per soortgroep. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied. Indien relevant is ook soortspecifieke informatie beschreven (bijvoorbeeld specifieke perioden met afwijkende ruimtelijke verspreiding).

Voor Natura 2000-gebied Bruine Bank is een procedure aangespannen door de vogelbescherming om 9 extra vogelsoorten aan te wijzen. Om hiaten in deze Passende Beoordeling te voorkomen zijn deze extra vogelsoorten ook meegenomen, zie Tabel 5-1.

Als uitgangspunt is aangehouden dat aanwezigheid van niet-broedvogelsoorten aangewezen voor bovengenoemde Natura 2000-gebieden nooit uitgesloten kan worden. De verstoringscontouren van het tracé van Nederwiek 2 overlappen immers met aanzienlijke delen van deze Natura 2000-gebieden en de soorten zijn zeer mobiel. De aangewezen soorten worden daarom uit voorzorg allemaal behandeld in de effectbepaling.

*Tabel 5-1 Aangewezen niet-broedvogels voor de **Bruine Bank** met bijbehorende relevante informatie. De Bruine Bank is pas recentelijk aangewezen als Natura 2000-gebied (10-01 2022). Het heeft nog geen beheerplan en er is nog geen bevestiging of de behoudsdoelstellingen behaald worden. Ook 9 niet-aangewezen (niet-broedvogel) soorten zijn meegenomen, hiervoor loopt momenteel een procedure ten behoeve van aanwijzing. Deze soorten hebben geen instandhoudingsdoel en zijn in oranje weergegeven. Periode waarin de hoogste dichtheden aanwezig zijn o.b.v. aanwijzingsbesluit en (Fijn et al., 2022).*

Soort	Soortgroep	ISHD populatie	ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald	Periode met de hoogste dichtheden op de Bruine Bank
Zeekoet	Viseters (duikend)	Behoud	onduidelijk	Nov-feb
Alk	Viseters (duikend)	Behoud	onduidelijk	Jan-mar
Jan-van-gent	Viseters (vliegend)	Behoud	onduidelijk	Aug en nov-jan
Dwergmeeuw	Viseters (vliegend)	Behoud	onduidelijk	Apr en okt-nov
Grote jager	Viseters (vliegend) / Opportunisten	Behoud	onduidelijk	Aug*
Grote mantelmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	Behoud	onduidelijk	Nov-jan
Papegaaiduiker	Viseters (duikend)	n.v.t.	n.v.t.	Nov*
Grote stern	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr en aug*
Noordse stern	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr*
Visdief	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr*
Noordse stormvogel	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Apr
Drieteenmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Apr
Kleine mantelmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Jun
Stormmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Nov-jan*
Zilvermeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Nov-apr*

**Soort is slechtst in zeer lage dichtheden of sporadisch aanwezig. Bijvoorbeeld omdat de soort vooral dichter bij de kust aanwezig zijn (o.a. zilvermeeuw en grote stern) of omdat het een relatieve zeldzaamheid betreft voor het NCP (grote jager en papegaaiduiker).*

*Tabel 5-2 Aangewezen niet-broedvogels voor de **Voordelta** met bijbehorende relevante informatie. **++** = significant sterke toename van >5% per jaar, **+ =** significante matige toename van < 5% per jaar, **0** = stabiel, geen significante trend, **- =** matige significante afname van < 5% per jaar, **--** = sterke significante afname van >5% per jaar, **~** = geen trend aantoonbaar. Knelpunten zijn alleen aangegeven wanneer het ISHD niet wordt behaald.*

Soort	Soortgroep	ISHD populatie *(langjarig seizoens-gemiddelde)*	Trend sinds 1990	Trend sinds 2008	Huidig aantal *(seizoens-gemiddelde laatste 5 jaar o.b.v. jaarlijkse data Sovon)*	ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald	Knelpunten genoemd in beheerplan (bhp)
Brilduiker	Duikende benthoseters	330	-	-	76	Niet	Voedselbeschikbaarheid in combinatie met rust is onvoldoende gegarandeerd. Specifiek afname schelpdieren in de Haringvlietmonding
Eider	Duikende benthoseters	2500	++	~	285	Niet	
Topper	Duikende benthoseters	80	--	--	2	Niet	
Zwarte zee-eend	Duikende benthoseters	9700	~	~	697	Niet	
Grauwe gans	Ganzen en Zwanen	70	++	+	507*	Wel	
Bergeend	Grondeleenden	360	+	++	1237	Wel	
Krakeend	Grondeleenden	90	+	~	93	Wel	
Pijlstaart	Grondeleenden	250	+	+	326	Wel	
Slobeend	Grondeleenden	90	+	++	117	Wel	
Smient	Grondeleenden	380	+	~	457	Wel	
Wintertaling	Grondeleenden	210	0	++	368	Wel	
Lepelaar	Reigers en lepelaars	10	++	++	76	Wel	
Bontbekplevier	Steltlopers	70	0	~	135	Wel	
Bonte Strandloper	Steltlopers	620	0	+	1472	Wel	
Drieteenstrandloper	Steltlopers	350	++	++	1607	Wel	
Kluut	Steltlopers	150	+	++	200	Wel	
Rosse grutto	Steltlopers	190	0	+	196	Wel	
Scholekster	Steltlopers	2500	+	++	4792	Wel	
Steenloper	Steltlopers	70	+	++	158	Wel	
Tureluur	Steltlopers	460	-	-	248	Niet	Rust op Slikken van Voorne onvoldoende gewaarborgd door een onvoldoende omvang van het rustgebied, onvoldoende naleefgedrag en een niet optimale inrichting (van de palenrij en de betonning).
Wulp	Steltlopers	980	+	++	2457	Wel	
Zilverplevier	Steltlopers	210	0	+	326	Wel	
Aalscholver	Viseters (duikend)	480	0	0	573	Wel	
Fuut	Viseters (duikend)	280	0	~	78	Niet	Niet aangegeven

Kuifduiker	Viseters (duikend)	6	++	~	11	Wel	
Middelste zaagbek	Viseters (duikend)	120	+	+	250	Wel	
Roodkeelduiker	Viseters (duikend)	behoud	+	+	7	Niet	Rust bij Brouwersdam niet gegarandeerd
Dwergmeeuw	Viseters (vliegend)	behoud	+	~	56	Niet	
Grote stern	Viseters (vliegend)	behoud	?	?	?	?	Rust op platen niet gegarandeerd
Visdief	Viseters (vliegend)	behoud	?	?	?	?	

** gemiddelde van laatste 5 jaar van data 'functie slapen' en 'functie foerageren'*

5.4.2 Viseters (vliegend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: Jan-van-gent, noordse stern, visdief, grote stern, grote jager, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw en dwergmeeuw. Vliegende viseters foerageren op vis door vanuit de lucht duikvluchten te maken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De meeste soorten beperken zich tot prooivis die dicht bij het wateroppervlak zwemt. De jan-van-gent jaagt echter tot 25 m diep. Voor vliegende viseters is voldoende doorzicht van het water belangrijk. De verschillende soorten meeuwen zijn naast viseters ook opportunisten, dit wordt apart beschreven in de volgende paragraaf (5.4.3). Sterns en meeuwen hebben relatief lage verstoringsafstanden (grote mantelmeeuw en grote stern bijvoorbeeld 250 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus relatief weinig verstoringsgevoelig.

5.4.3 Opportunisten

Onder deze soortgroep vallen de soorten: Noordse stormvogel, stormmeeuw, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zilvermeeuw. Opportunisten eten vrijwel alles wat ze relatief eenvoudig te pakken kunnen krijgen, ze hebben daardoor veelzijdige manieren van voedsel zoeken en een gevarieerd dieet. Op zee en rond de kust wordt veel vis gegeten. De vis kan zelf zijn gevangen, maar ook zijn gestolen van andere vogels (zoals jan-van-genten en alken) of afkomstig zijn van vissersschepen. Soms worden eieren en kuikens of andere jonge/kleine dieren geroofd van nesten. Aan de kust worden ook etensresten van menselijke oorsprong gegeten. Zoals in voorgaande paragraaf toegelicht zijn meeuwen relatief weinig verstoringsgevoelig.

5.4.4 Viseters (duikend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: zeekoet, alk, papegaaiduiker, aalscholver, fuut, kuifduiker, middelste zaagbek en roodkeelduiker. Duikende viseters foerageren op vis door vanaf het wateroppervlak te duiken, hierbij kunnen ze grote dieptes bereiken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De vogels zoeken naar prooidieren terwijl ze zich onder water begeven. Hierbij is doorzicht van het water van enig belang. Voor bijvoorbeeld de fuut is wel vermeld dat het water 'niet zo heel helder hoeft te zijn', doorzicht tot op ca. 4 m diepte is voldoende (Ministerie van LNV, 2008c). De aalscholver profiteert soms juist zelfs van water met weinig doorzicht. Bij beperkt doorzicht van het water gaan aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie van LNV, 2008b). Duikende viseters rusten op open water hebben relatief hoge

verstoringsafstanden (roodkeelduiker bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.4.5 Duikende benthoseters

Onder deze soortgroep vallen de soorten: brilduiker, eider, topper en zwarte zee-eend. Duikende benthoseters foerageren door vanaf het wateroppervlak naar de bodem te duiken om daar op tast te zoeken naar schelp- en schaaldieren en andere macrofauna. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook kleine vis en zaden gegeten. Duikende benthoseters rusten op open water en hebben relatief hoge verstoringsafstanden (zwarte-zee eend bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.4.6 Reigers en lepelaars

Onder deze soortgroep valt de soort: lepelaar. Reigers en lepelaars foerageren voornamelijk op vis en ongewervelden. Dit doen ze al wadend in ondiep water (zowel zoet als zout), bij voorkeur in beschutte moerasgebieden, langs oevers of in ondiepe geulen en plassen op droogvallende platen in intergetijdengebied. Beide soorten prefereren helder, visrijk water. Lepelaars foerageren vooral op tast, ze 'maaien' met hun snavel door het water en voelen wat er tegen aan komt. De vogels rusten veelal in groepen, o.a. in de rustig gelegen en beschutte ondiepe wateren of oevers. Reigers en lepelaars hebben middelgrote verstoringsafstanden (lepelaar tot 500 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

5.4.7 Steltlopers

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, tureluur, wulp en zilverplevier. Steltlopers foerageren voornamelijk in ondiep water, zoals oeverzones, of op droogvallende zand-/slikplaten naar macrofauna (wormen, kleine kreeftachtigen, en ander bodemleven) en soms visjes. Sommige soorten foerageren ook naar wormen in voedselrijke graslanden. Steenloper foerageert als enige uitzondering vrijwel uitsluitend op hard substraat in de oeverzone, zoals dammen en dijken (vandaar zijn naam). Bij hoogtij worden in de omgeving gelegen permanent droogliggende terreinen ook gebruikt als hoogwatervluchtplaats, zoals zandbanken en dijken. Op hoogwatervluchtplaatsen kunnen grote dichtheden steltlopers rusten. De rustende steltlopers hebben hoge verstoringsafstanden (wulp en rosse grutto tot 2.000 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.4.8 Ganzen en Zwanen

Onder deze soortgroep valt de soorten: grauwe gans. Ganzen en zwanen eten delen van (water) planten en wieren in ondiep water, oeverzones en kwelders, maar ook in voedselrijke graslanden. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Ganzen en zwanen hebben middelgrote verstoringsafstanden (grauwe gans tot 1.000 m als niet-broedvogel, (Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

5.4.9 Grondeleenden

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bergeend, krakeend, pijlstaart, slobeend, smient en wintertaling. Grondeleenden foerageren vooral naar plantaardig voedsel en kleine macrofauna en zoöplankton aan het wateroppervlak in de oeverzone. Soms wordt ook op land gefoerageerd. Hierbij

filteren ze het wateroppervlak en/of dunne sliblagen met hun snavel door middel van ‘grondelen’. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Grondeleenden hebben middelgrote verstoringsafstanden (bijvoorbeeld pijlstaart tot 500 m als niet-broedvogel, (Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig. Bergeenden zijn tijdens de rui echter zeer verstoringsgevoelig en hebben een verstoringsafstand van 1.500 meter.

5.5 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving

In paragraaf 4.2 is per Natura 2000-gebied gekeken welke instandhoudingsdoelen mee moeten worden genomen in de effectbeoordeling. In de voorgaande paragrafen is in de gebiedsbeschrijving onder andere de verspreiding van de verschillende soorten en habitattypen verkend. Een soort of habitat kan mogelijk effecten ondervinden als de verspreiding overlapt met de effectcontouren van het betreffende gevolg van Net op zee Nederwiek 2. In onderstaande paragraaf wordt beoordeeld welke soorten om deze reden verder in de beoordeling meegenomen moeten worden. Instandhoudingsdoelen die in paragraaf 4.2 zijn gemarkeerd maar waarvan blijkt dat deze niet beïnvloed worden, zijn gemarkeerd in Tabel 5-3 en Tabel 5-4 met een NB (Niet Beïnvloed).

5.5.1 Bruine Bank

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren, moeten alle instandhoudingsdoelen die in paragraaf 4.2 per gevolg geselecteerd zijn meegenomen worden in de toetsing, zie Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Soorten met instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee Nederwiek 2 zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect).

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	E	X
	A175	Grote jager	E	X
	A177	Dwergmeeuw	E	X
	A187	Grote mantelmeeuw	E	X
	A199	Zeekoet	E	X
	A200	Alk	E	X
Aanvullende niet-broedvogels n.a.v. procedure t.b.v. aanwijzing	n.v.t.	Papegaaiduiker	E	X
	n.v.t.	Grote stern	E	X
	n.v.t.	Noordse stern	E	X
	n.v.t.	Visdief	E	X
	n.v.t.	Noordse stormvogel	E	X
	n.v.t.	Drieteenmeeuw	E	X
	n.v.t.	Kleine mantelmeeuw	E	X
	n.v.t.	Stormmeeuw	E	X
	n.v.t.	Zilvermeeuw	E	X

5.5.2 Voordelta

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen, habitatsoorten en niet-broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 3 en 5), zijn effecten van gevolgen op sommige instandhoudingsdoelen uitgesloten (zie ook “NB” in Tabel 5-4). Dit geldt voor de habitattypen H1110A Permanent overstroomde zandbanken, H1140A Slik- en zandplaten, H1310AB Zilte pionierbegroeiingen, H1320 Slijkgrasvelden, H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen. H2110 Embryonale duinen komen incidenteel voor op het Maasvlaktestrand, dit ligt buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied Voordelta. Voor de niet-broedvogels geldt dit voor A005 Fuut, A007 Kuifduiker en A034 Lepelaar.

Tabel 5-4 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee Nederwiek 2 zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect). NB staat voor niet beïnvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring.

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring als gevolg van geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	NB				NB	

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring als gevolg van geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X				X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	NB				NB	
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X				NB	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)					NB	
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)					NB	
	H1320	Slijkgrasvelden					NB	
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)					NB	
	H2110	Embryonale duinen					NB	
	H2120	Witte duinen					NB	
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik	X	X	E			X
	H1099	Rivierprik	X	X	E			X
	H1102	Elft	X	X	E			X
	H1103	Fint	X	X	E			X
	H1351	Bruinvis		X	E			X
	H1364	Grijze zeehond		X	E	X		X
	H1365	Gewone zeehond		X	E	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker				X		
	A005	Fuut				NB		
	A007	Kuifduiker				NB		
	A017	Aalscholver				X		
	A034	Lepelaar				NB		
	A043	Grauwe gans				X		
	A048	Bergeend				X		
	A050	Smient				X		
	A051	Krakeend				X		
	A052	Wintertaling				X		
	A054	Pijlstaart				X		
	A056	Slobeend				X		
	A062	Toppereend				X		
	A063	Eidereend				X		
	A065	Zwarte zee-eend				X		
	A067	Brilduiker				X		
	A069	Middelste zaagbek				X		
	A130	Scholekster				X	X	
	A132	Kluut				X	X	
	A137	Bontbekplevier				X	X	
	A141	Zilverplevier				X	X	
	A144	Drieteenstrandloper				X	X	
	A149	Bonte strandloper				X	X	
	A157	Rosse grutto				X	X	

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Impuls -onderwatergeluid	Verstoring als gevolg van geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A160	Wulp				X	X	
	A162	Tureluur				X	X	
	A169	Steenloper				X	X	
	A177	Dwergmeeuw				X		
	A191	Grote Stern				X		
	A193	Visdief				X		

6 Effectbepaling

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

6.1 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling, op trekvissen, zichtjagende vogels en filterfeeders beschreven op zee en het Veerse Meer. Hiervoor is de vertroebeling in de aanlegfase als worst-case genomen. Lokaal kan bij onderhoud in de gebruiksfase ook vertroebeling optreden, maar deze effecten zullen vele malen kleiner zijn dan die van de aanleg. Om het effect van vertroebeling in de aanlegfase te kunnen duiden wordt eerst een nadere verdieping uiteengezet van de reikwijdte en over de gebruikte studie en de achtergrondconcentraties.

6.1.1 Modelstudie

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

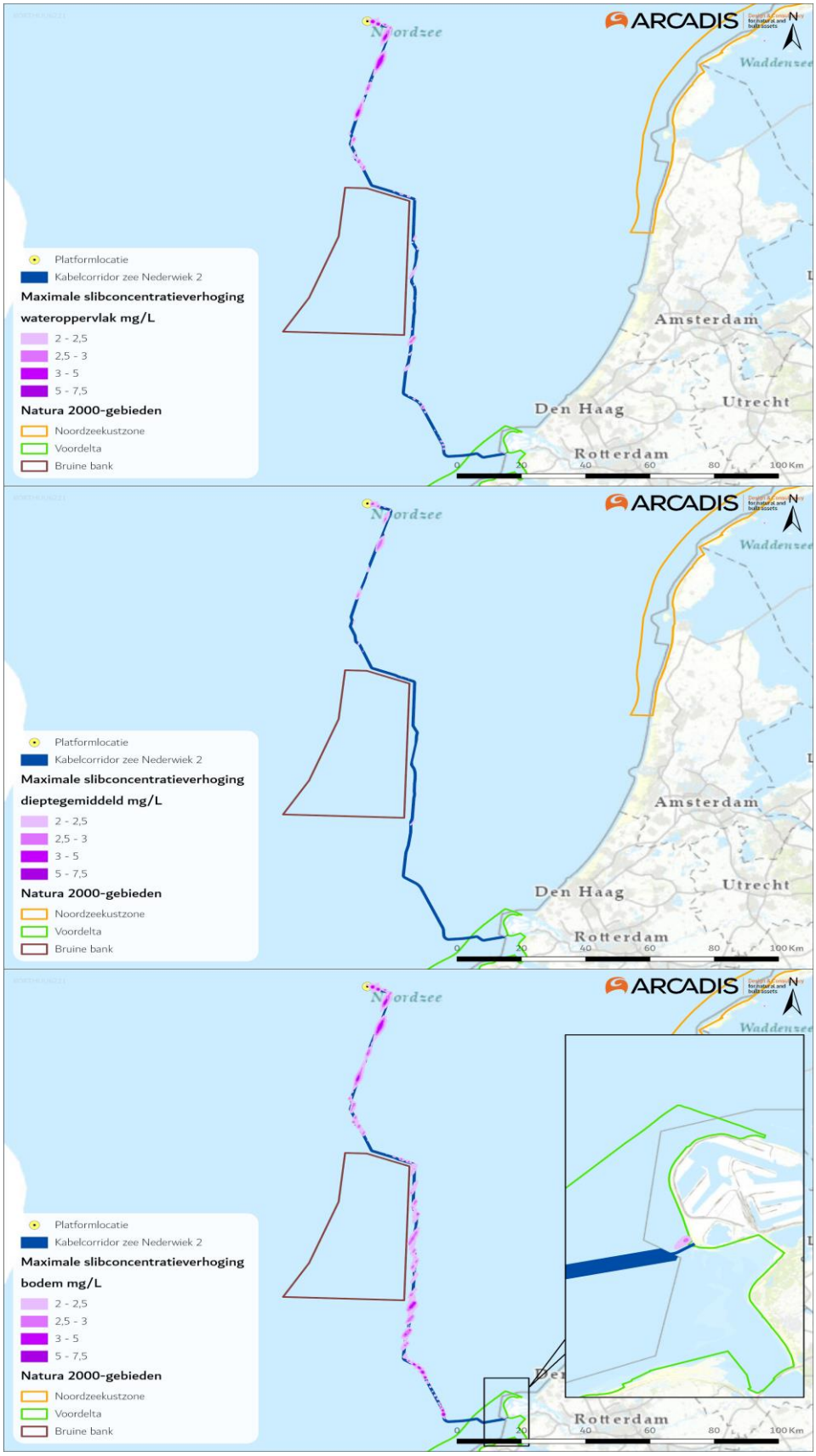
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn enkele aannames gedaan over de fasering van de aanleg van het tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is de algemene methodiek in de worst-case benadering om overal jet trenchen (2,5 meter diepte) toe te passen en op sommige stukken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

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

In deze effectbeoordeling wordt gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor het jachtsucces van zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen, voor

(dieper) duikende vogels en voor schelpdieren en andere filterfeeders. Wanneer vertroebeling een effect heeft of schelpdieren en andere filterfeeders kunnen er indirect ook effecten op vogels optreden die foerageren op schelpdieren. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen.

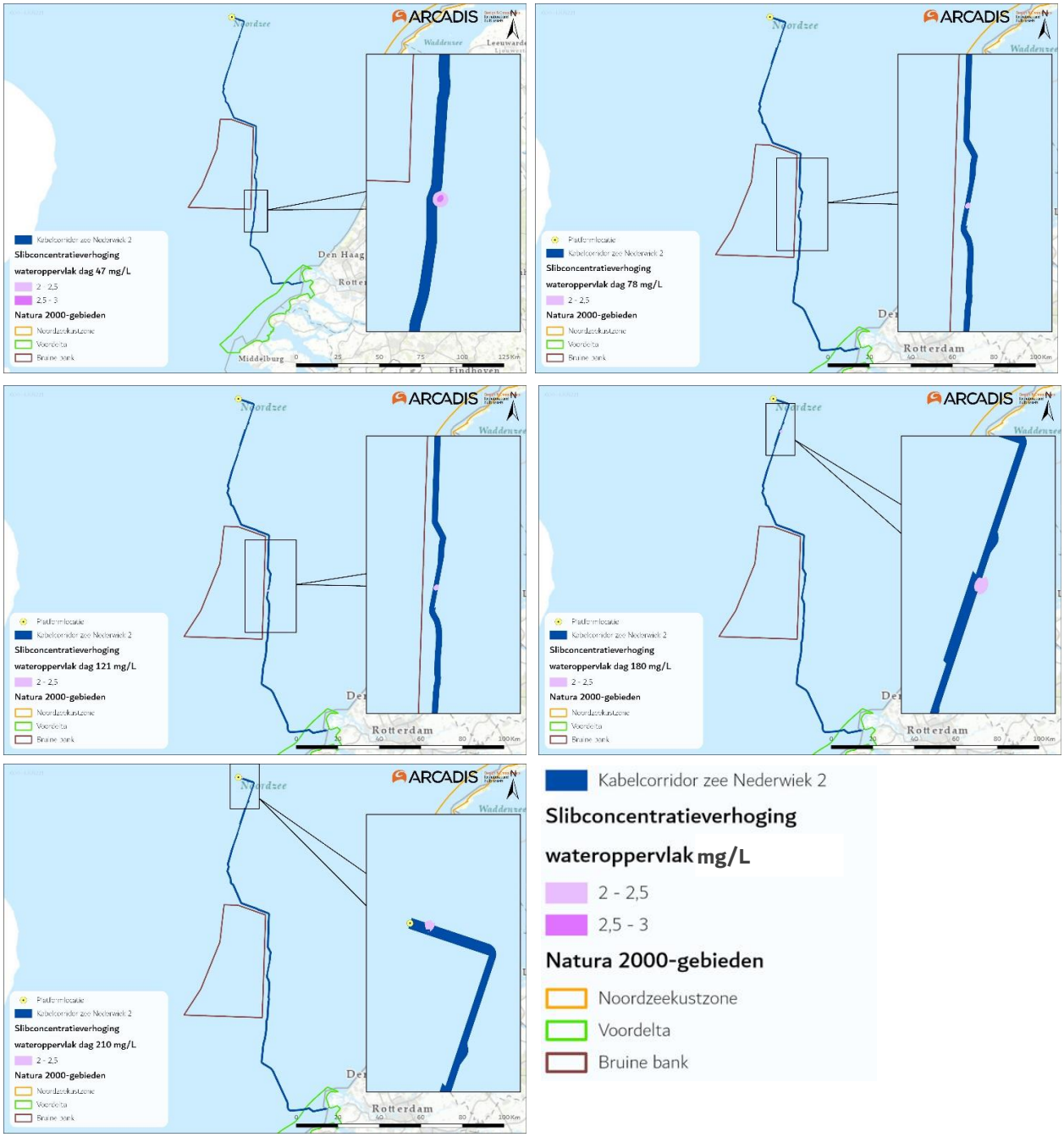
In Figuur 6-1 wordt het ruimtelijk beeld van de opgetelde maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak (11.309 ha), dieptegemiddeld (3.324 ha) en bodem (25.452 ha)) weergegeven.



Figuur 6-1 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), dieptegemiddeld (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).

Vertroebeling in ruimte en tijd – aan het oppervlak

De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 6-1 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 6-2 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk.



Figuur 6-2 Verspreiding van vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlakte van links naar rechts dag 47, 78, 121, 180, 210

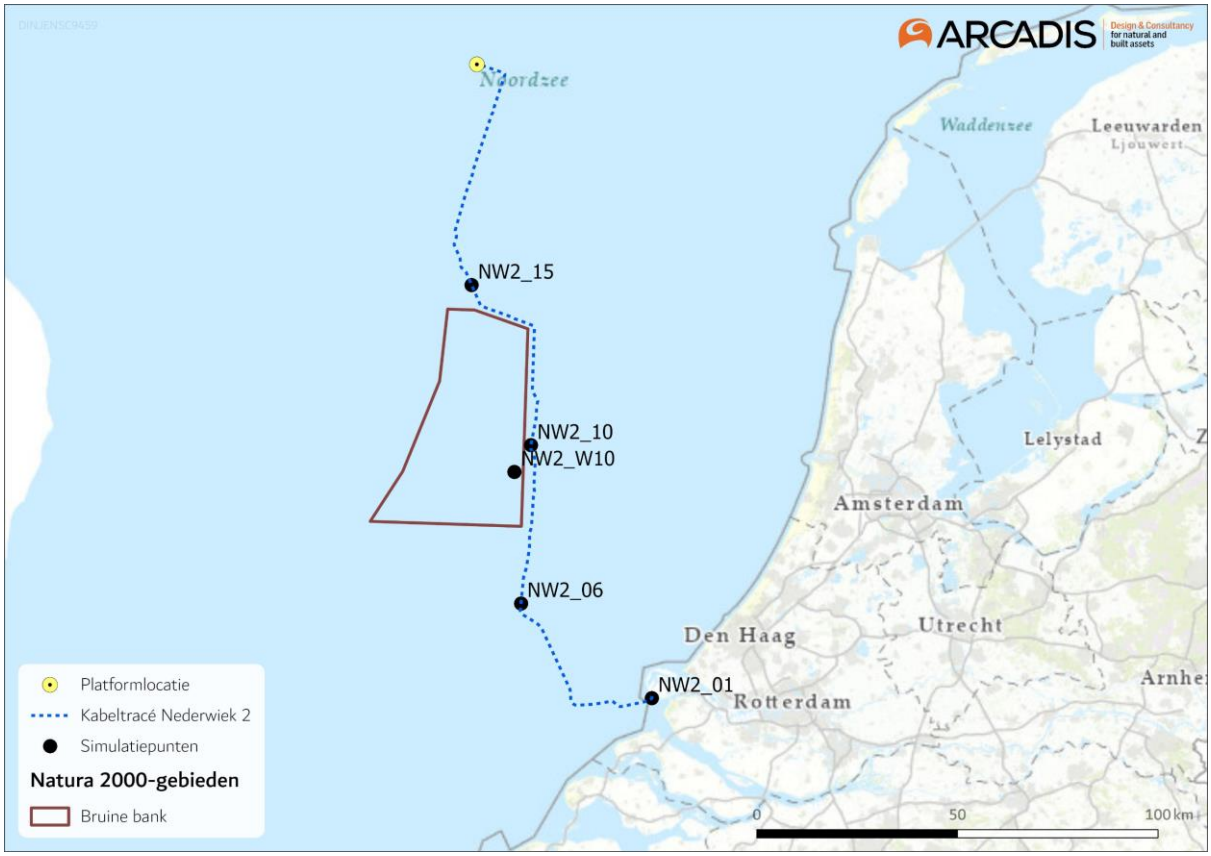
De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze circa 270 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling wordt beschouwd. De dagen die in de volgende figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 210, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (270) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productiesnelheid leiden en daarmee lagere concentratie vertroebeling en kleiner areaal. Op dag 210 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en is de slibwolk bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner.

Uit Figuur 6-2 valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het tracé en neemt snelt af.
- De slibwolk wordt nooit groter dan enkele hectares. De wolk zal binnen enkele dagen tot een week onder de 2,0 mg/L komen.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 3 mg/L.

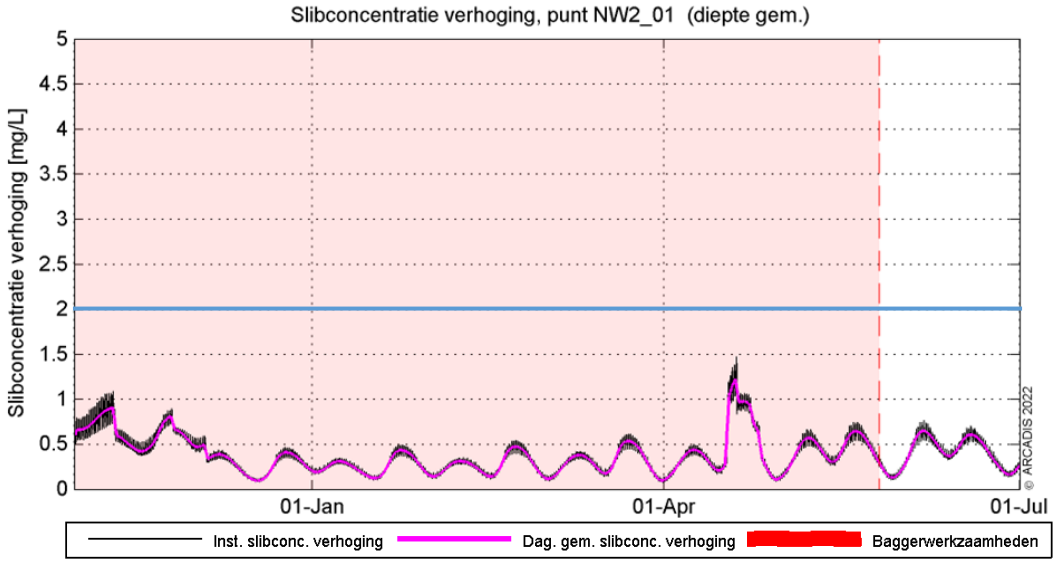
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 6-3 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (jet trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het tracé beschouwd.

In Figuur 6-4 tot en met Figuur 6-8 zijn de slibconcentraties (dieptegemiddeld) over de tijd weergegeven voor vier punten ten oosten van het tracé (Figuur 6-3). De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (circa 270 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.



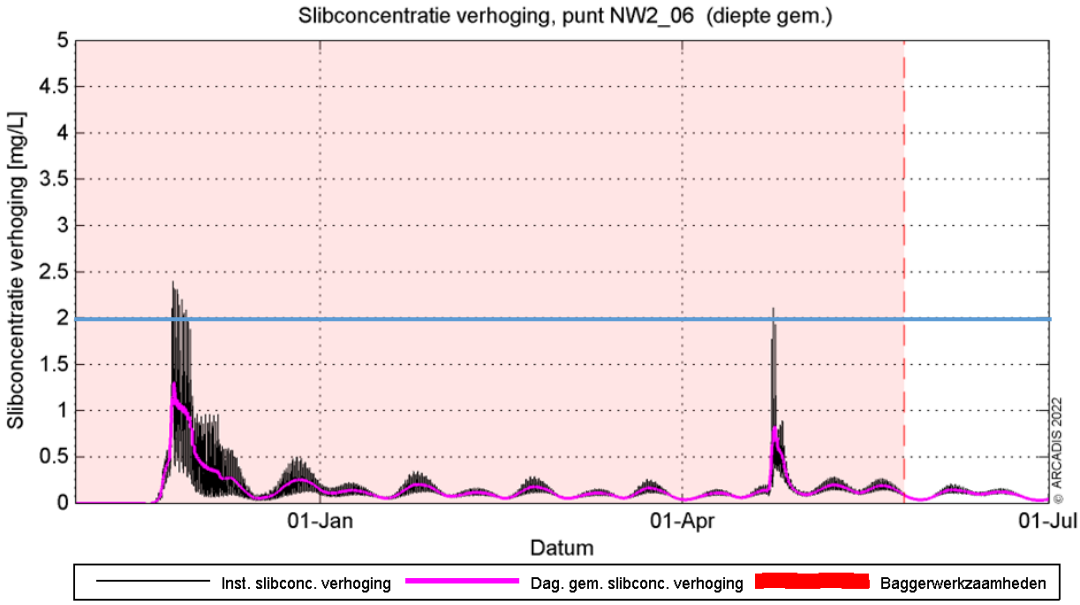
Figuur 6-3 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd.

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 6-3. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan 1 mg/L., zie Figuur 6-4. Alleen tegen het einde van de baggerwerkzaamheden wordt de grens van 1 mg/L overschreden.



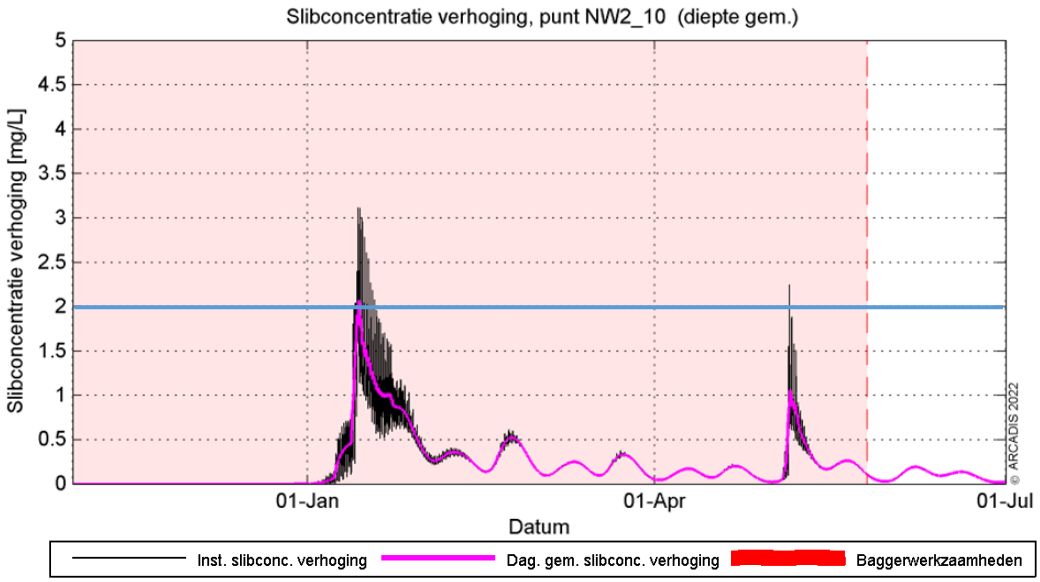
Figuur 6-4 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Rond simulatiepunt 6 (circa 20 kilometer uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Met uitzondering van de piek aan het begin van de werkzaamheden genereert dit proces een vertroebeling van maximaal tussen 1 en 1,5 mg/L daggemiddeld. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur *6-5* is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/L.

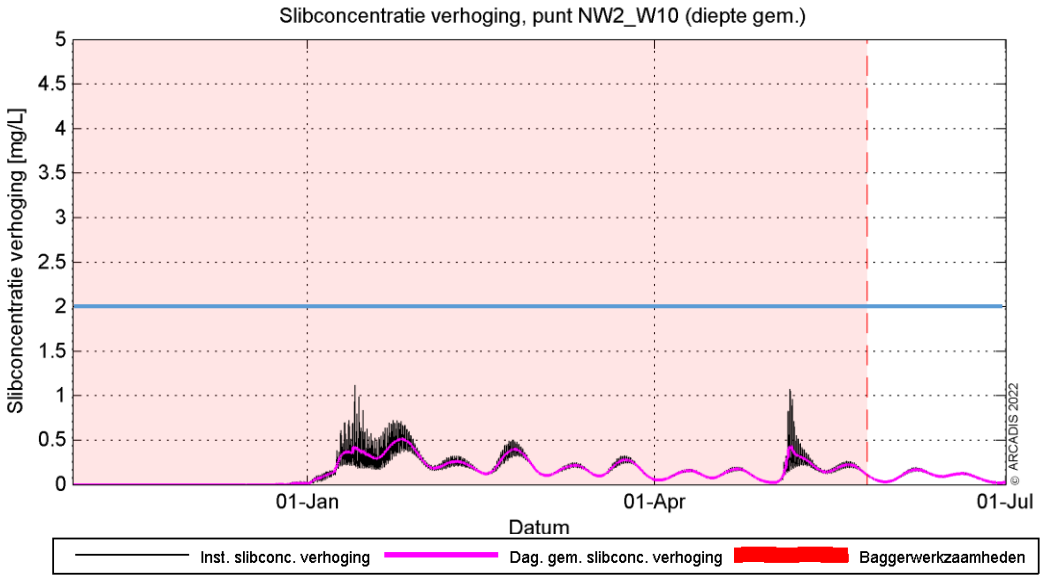


Figuur 6-5 Slibconcentratie dieptegemiddeld *in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.*

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging in de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 6-6. De werkzaamheden langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot 2 mg/L (daggemiddeld) en reikt eenmalig tot boven de grens van 2 mg/L. In Figuur 6-7 is het simulatiepunt W10 weergegeven. Dit simulatiepunt ligt in de Bruine Bank op circa 5 km vanaf het tracé. Te zien is dat op deze afstand van het tracé de grenswaarde van 2,0 mg/L niet wordt overschreden.

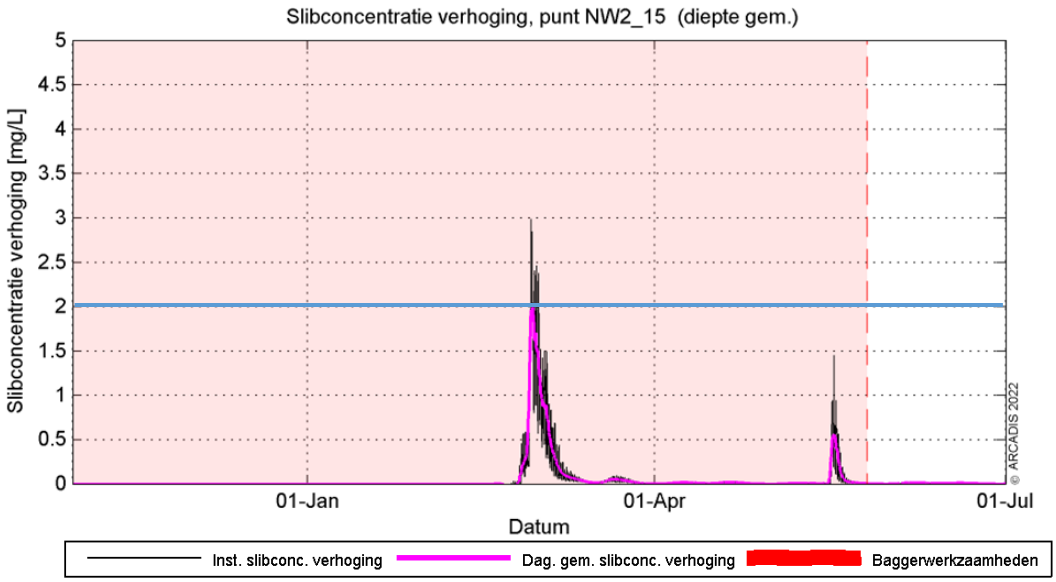


Figuur 6-6 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 10. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.



Figuur 6-7 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt W10, die in de Bruine Bank ligt. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Langs het tracé (nabij het platform) is er een enkele keer concentratieverhoging te zien (zie Figuur 6-8). Tijdens de periode ligt de concentratie eenmalig op de 2 mg/L grens. Daarna wordt deze waarde niet meer bereikt.



Figuur 6-8 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 15. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/L ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

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

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

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

6.1.2 Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen.

Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie, en bij sommige soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus, is deze paaitrek van essentieel belang. In de Voordelta treedt er alleen rond de aanlanding bij de Tweede Maasvlakte enkele hectare vertroebeling op aan de bodem. De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van de Nieuwe waterweg, het Haringvliet of richting de Westerschelde en er zullen geen effecten zijn op trekvissen.

6.1.3 Effecten op zichtjagende vogels

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10 kilometer) de kustzone van het tracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van de slibconcentraties ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. De dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk die worden aangewezen voor de Bruine Bank zijn allen zichtjagende vogels en komen in het studiegebied voor (zie paragraaf 5.5.1). Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied de Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

Deze zes vogelsoorten foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen, en duikers, die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Baptist & Leopold, 2010; Leopold & Baptist, 2007; Ortega et al., 2020). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. De slibpluim beweegt namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121 (zie Figuur 6-2) 61 hectare is. Ter indicatie, dit is circa 0,045% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De gemiddelde concentratieverhoging van de slibwolk is <2,5> mg/L en de hoogste waarde, direct langs het tracé, is niet hoger dan 3 mg/L (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging niet boven de 3 mg/L (daggemiddelde). Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/L.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het tracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs

het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels.

6.1.4 Effect op bodemdieren (filterfeeders)

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Circa 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen en hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de zwaardschede *Ensis directus* liet een verminderd filtervermogen zien bij hoge slibconcentraties van 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010). Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). De conclusie is dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkelpopulatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via ‘deposit feeding’, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Het nonnetje en de platte slijkgaper kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten, zoals het nonnetje en de platte slijkgaper, minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

Uit de slibmodelleerstudie op zee blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 7,5 mg/L en na een periode van dagen tot enkele weken weer afnemen tot het achtergrondniveau. Dit is een fractie (3,75%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

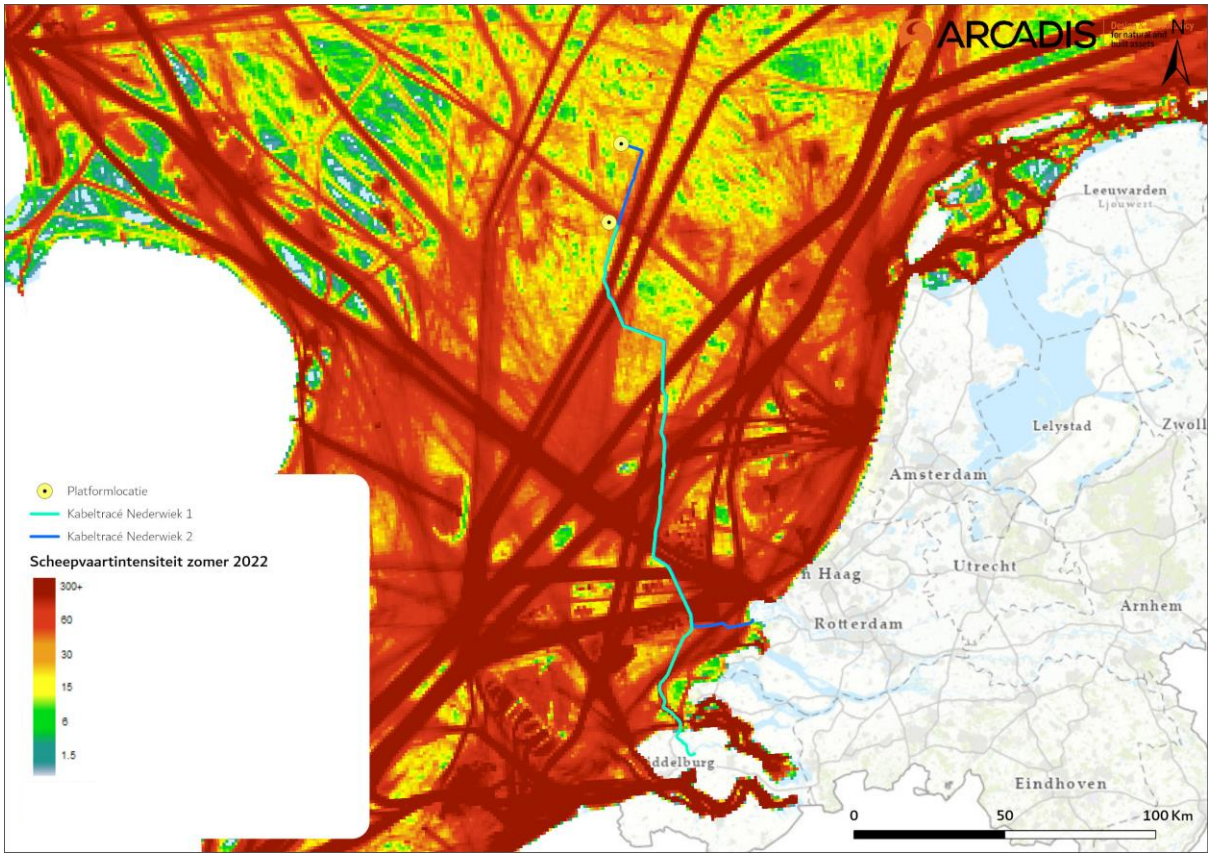
Concluderend kan worden gesteld dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Zodoende treedt er voor de meeste soorten geen effect op. Voor de enkele soorten die dit niet kunnen gaat het slechts om een relatief beperkt areaal.

6.2 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid wordt alleen behandeld voor instandhoudingsdoelen in de Voordelta. In Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn namelijk alleen vogels aangewezen, welke geen hinder ondervinden van continu onderwatergeluid. Eventuele doorwerkende effecten via vis zijn dermate onaannemelijk dat deze niet worden behandeld.

Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid kan af en toe optreden tijdens de gebruiksfase vanwege onderhoudswerkzaamheden, maar is vooral aanwezig gedurende de aanlegfase. De verstoring is tijdelijk van aard en treedt niet over het hele tracé tegelijk op, maar alleen ter plaatse van de werkzaamheden. In onderstaande alinea's wordt het effect van verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid beschreven.

De verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepsvaartintensiteit is op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 6-9. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. De werkzaamheden zullen een beperkt aantal schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt de intensiteit van de verstoring hierbinnen slechts marginaal vergroot en zal het oppervlakte verstoord gebied niet toenemen. Omdat de verstoring tijdelijk van aard is aangezien het passerende scheepvaartbewegingen betreft of tijdelijke werktuigen tijdens de aanleg, is de aanwezige geluidsbarrière veel kleiner en/of gefragmenteerder dan de worst-case aangeeft. Hierdoor zullen door de Voordelta migrerende zeezoogdieren of trekvissen geen barrière ondervinden van het continue onderwatergeluid als gevolg van de werkzaamheden.



Figuur 6-9 Aanwezige scheepsvaartintensiteit op het NCP in 2022 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Een donkerrode kleur geeft aan dat er >300 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) in de zomer op de desbetreffende km^2 worden gevaren.

In de Voordelta is het gebied dat verstoord wordt door continu onderwatergeluid tijdens de aanlegfase ca. 15.270 hectare (circa 18,3% van het totaaloppervlak). Bestaande vaarwegen zorgen in de Voordelta al voor een grote hoeveelheid onderwaterverstoring. Zodoende wordt de intensiteit van verstoring verhoogd maar is geen extra verstoord oppervlak. Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoordrempelverschuiving (TTS – Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoordrempelverschuiving (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en ook verwaarloosbaar.

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

6.3 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

6.3.1 Leeswijzer

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

6.3.2 Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt (zie Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid). Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor Nederwiek 2 uitgegaan van een totaal van 20 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is circa een dag per paal (worst-case), waarbij circa 2 tot 3 uur geheid wordt per paal. Het gebied is daarom tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. De heigeluidberekeningen voor Nederwiek 2 verschilt ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid.

6.3.3 Geluidsnormen

Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect van de uitrol van wind op zee geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 meter) wordt gebruikt.

De heigeluidberekeningen voor Net op zee Nederwiek 2 (Bijlage VII-E) laten zien dat er bij het heien van het platform impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

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

6.3.4 Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 614 km^2 tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en ‘soft and slow start’ zoals hieronder beschreven, de kans op PTS verminderen bij zeezoogdieren. Dit voldoet aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 en

zodoende valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op zeehonden binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Om zeezoogdieren te verjagen uit het projectgebied dient bij het heien een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 5-8 en Figuur 5-10). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau.

6.3.5 Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls onderwatergeluid door heiactiviteiten

Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoordrempelverschuiving van bruinvissen nabij de platformlocatie zo veel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten verder zwemmen dan zeehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls onderwatergeluid. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving (TTS en PTS) en naar verstorende effecten hiervan op de bruinvispopulatie niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders, waaronder het bruinvisbeschermingsplan en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van Wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen (met 95% zekerheid). Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit. Bruinvisverstoringsdagen is een indicator voor verstoring van bruinvissen door impulsgeluid en is afhankelijk van het verstoorde oppervlak, bruinvisdichtheid en werkdagen.

In het KEC 4.0 wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring als gevolg van impuls geluid onder de SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter grenswaarde valt, wordt aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 voor Nederwiek 2 voldaan en valt de activiteit, wanneer wordt voldaan aan hetzelfde aantal heidagen, en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 6.3.2 vindt er een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 meter) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter) plaats bij het heien van het platform Nederwiek 2. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.254 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en ‘soft and slow start’ de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de heigeluidberekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 meter in diameter voor platform Nederwiek 2 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 6.3.2 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor platform Nederwiek 2 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen). In verhouding met het totaal te heien palen voor Wind op zee parken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles). Tabel 6-2 geeft een overzicht van het aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

Tabel 6-2 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 601 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 473 verstoorde bruinvissen en dus 473 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,79 (473/601). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Nederwiek 2 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% achteruitgang (met 95% zekerheid) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.622 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,13 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.622 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,11 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en

'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter) op (zie paragraaf 6.3.3). Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform Nederwiek 2 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

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

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten.

6.3.6 Effecten van impuls onderwatergeluid op trekvissen

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

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

Door de tijdelijke aard van de effecten, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten.

6.3.7 Effecten van impuls onderwatergeluid op vogels

Zichtjagende vogels kunnen mogelijk ook verstoord raken door impuls onderwatergeluid. De kans hierop is echter zeer klein. Een recente studie liet zien dat zeekoeten (en naar verwachting ook alken) een reactie kunnen vertonen (i.e. verstoord raken tijdens het duiken) bij onderwatergeluid rond 110-137 dB re 1 µPa (Anderson Hansen et al., 2020). Deze bandbreedte is ongeveer gelijk aan de bandbreedte zoals weergegeven in Figuur 3-6. Deze verstoring overlapt slechts voor een klein deel met de Bruine Bank en veroorzaakt geen barrièrewerking tussen de Bruine Bank en broedgebieden, aangezien de broedgebieden zich in Groot-Brittannië bevinden. Over het algemeen zal deze verstoring van korte duur zijn, aangezien vogels zich maar korte perioden in het water bevinden en tijdens het heien makkelijk boven water kunnen uitwijken. Vogels ondervinden daarom geen langdurige effecten van impuls onderwatergeluid. Op het moment van schrijven (augustus 2023) zijn effecten op andere onderwater jagende vogels nog niet verder onderzocht. Er zijn tot nu toe weinig tot geen aanwijzingen dat impuls onderwatergeluid langdurige of permanente negatieve effecten heeft op duikende vogels. Er wordt daarom geen effect verwacht op (onderwater jagende) vogels.

6.4 Bovenwaterverstoring op zee

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

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

Het tracé loopt langs de Bruine Bank, wat een aangewezen Natura 2000-gebied is voor jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, alk en zeekoet. Vogelsoorten tijdens de rui zijn verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (voor alk en zeekoet 1.000 i.p.v. 500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van de Bruine Bank (zie paragraaf 5.4.1). Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied de Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

De verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels (jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw) raakt niet aan de Bruine Bank. De werkzaamheden kunnen een externe werking hebben op de vogelpopulaties op de Bruine Bank. De vogels die zich buiten de Bruine Bank bevinden en verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de

ruiperiode, maar ook minder verstoringsgevoelige soorten, kunnen echter uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Ook kunnen organismen wennen aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008). De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

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

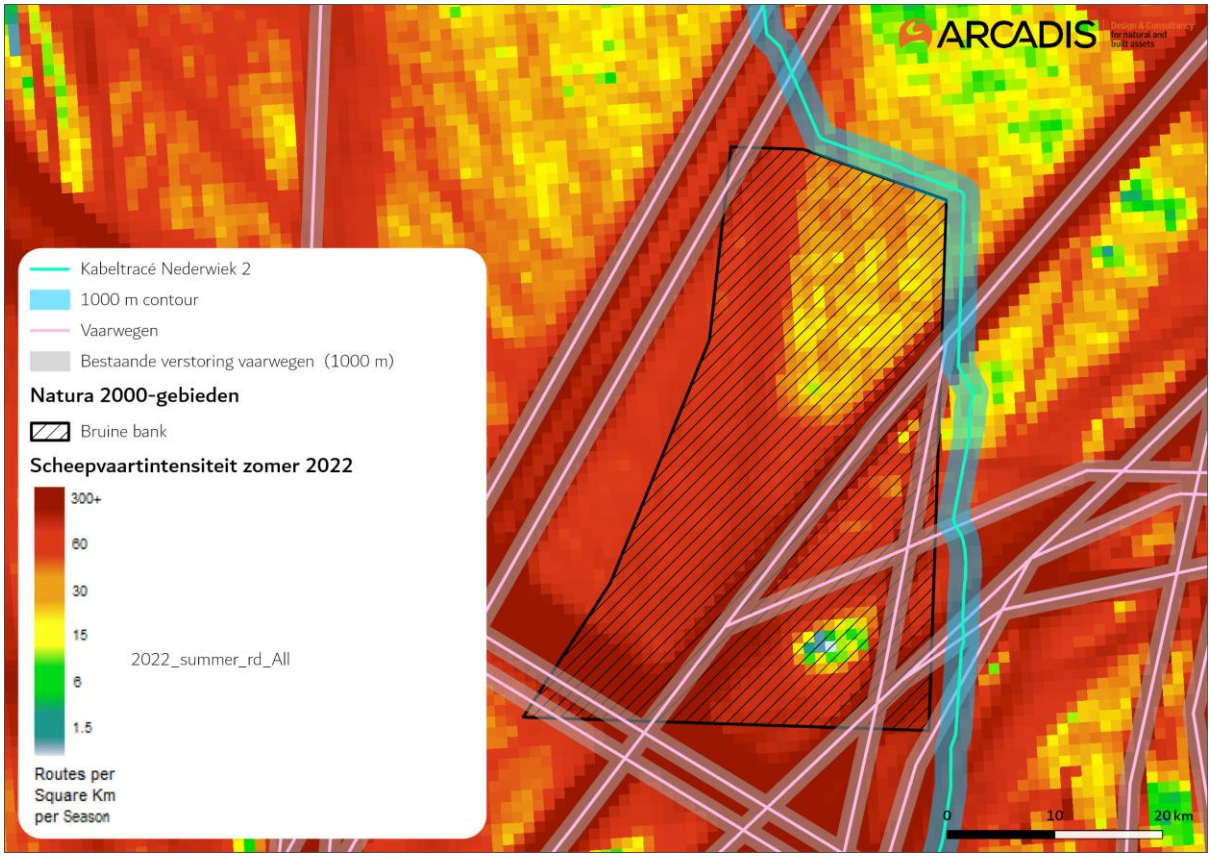
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; R. van Bemmelen et al., 2013). Tijdens de aanleg overlapt de verstoringscontour voor ruiende vogels (1.000 meter) voor circa 150 ha tegelijkertijd met de Bruine Bank. Dit is circa 0,1% van het totale oppervlak. In de praktijk zal de verstoring een kleiner oppervlak bedragen, aangezien de schepen slechts een klein stuk tegelijk verstoren. Deze verstoring vindt plaats in de buurt van scheepsvaarroutes, waardoor er dus gewenning zal optreden. Daarnaast is er voldoende verstoord areaal beschikbaar en zal de verstoring zeer plaatselijk zijn. Zodoende is geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soorten binnen het Natura 2000-gebied. Ook hier kan mogelijk externe werking optreden. Aangezien er hier echter al scheepsvaartroutes zijn, zal externe werking geen effect hebben op de populaties van zeekoeten en alken op de Bruine Bank, zie tekstkader. Alken en zeekoeten komen ook in wisselende aantallen voor buiten de begrenzingen van de Bruine Bank.

Berekening verstoorde alken en zeekoeten
De gevoeligste periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september en van december tot februari (R. van Bemmelen et al., 2013).
Het aantal verstoorde alken en zeekoeten kan aan de hand van het verstoorde oppervlakte (circa 35 km^2) oppervlakte van de Bruine Bank (1.366 km^2) en aantal alken en zeekoeten op de Bruine Bank in augustus en februari worden berekend.

In augustus leiden de werkzaamheden tot circa 12 verstoorde ruiende zeekoeten en geen verstoorde alken (deze zijn dan niet aanwezig op de Bruine Bank). Op een geschatte Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten en een Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van respectievelijk circa 2,5% en 0,00007% van de populatie. In februari worden er circa 177 zeekoeten en 108 alken verstoord. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 6.908 zeekoeten en 4.202 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 2,5 % van beide populaties.. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,011 % en circa 0,033 % van de populatie (Fijn et al., 2022). Zie de soortenbeschermingstoets voor een uitgebreide berekening van het aantal verstoorde zeekoeten.

Instandhoudingsdoelstellingen voor de populatie van alk en zeekoet in Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn ten tijde van schrijven niet gekwantificeerd. Het bovenstaande laat zien dat het percentage verstoorde alken en zeekoeten klein is. Tijdens de winterrui (van winter- naar zomerkleed) wanneer aantallen het hoogst zijn kunnen de vogels aangewezen voor de Bruine Bank nog vliegen en zodoende uitwijken. Wanneer de vogels niet kunnen wegvliegen zijn de aantallen lager. Aangezien het tracé gelegd wordt in een scheepvaartroute leiden de werkzaamheden niet tot extra verstoord oppervlak en is er geen externe werking op de populaties van zeekoeten en alken op de Bruine Bank. Negatieve effecten op populatieniveau zijn uit te sluiten, waarmee een mogelijk toekomstige specificatie van deze instandhoudingsdoelstelling niet in het geding komt. Daarnaast is ook aangetoond dat de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied tijdens de aanleg niet negatief worden beïnvloed.

Naast het gegeven dat het additioneel verstoord oppervlak op en in de buurt van de Bruine Bank klein is, is de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen op de Bruine Bank en langs het tracé op zee relatief hoog, zoals te zien in Figuur 6-10. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand is. De werkzaamheden voor Net op zee Nederwiek 2 zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



Figuur 6-10 Kabeltracé en reguliere vaarwegen met verstoringscontouren voor ruiende vogels samen met de scheepsvaartintensiteit van de zomer in 2022.

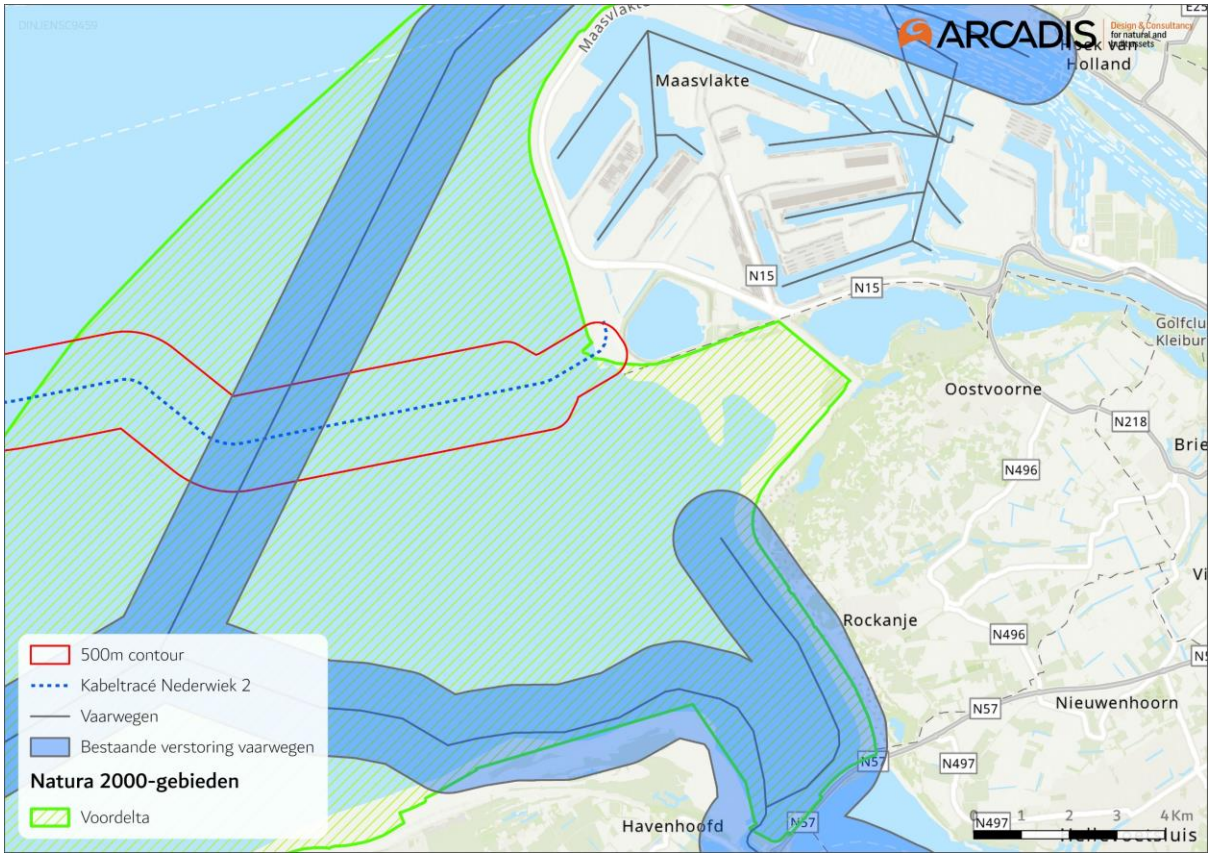
6.4.2 Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) en op land

In de Voordelta liggen ten zuiden van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte de Hinderplaat en de Slikken van Voorne, dit zijn rustgebieden voor zeehonden en foeragerende vogels (zie Figuur 5-1). Deze platen worden zowel door de verstoringscontouren van de werkzaamheden voor het tracé op land als op zee geraakt (zie Figuur 3-18 en Figuur 5-1). Deze worden hier beiden behandeld.

Niet-broedvogels

Het tracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta, waarvan – uitgaande van een verstoringscontour van maximaal 500 meter - circa 1.287 hectare (1,6%) open water wordt verstoord. In de omgeving van het tracé komt seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor. Deze twee soorten zijn extra gevoelig voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van 5.275 hectare leefgebied voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend. Dit is circa 6,6% van het totale areaal aan open water in de Voordelta. In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit, zie Figuur 6-9 en Figuur 6-11. In dit gebied is doorgaans een scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring als gevolg van scheepsvaart in dit gebied. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorde vogels gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele tracé tegelijk op. Er is alleen sprake van

verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen. De tijdelijke aard van de werkzaamheden en het beperkte additioneel verstoorde areaal (ten opzichte van de huidige situatie in het gebied) zorgen ervoor dat de roodkeelduiker en zwarte zee-eend op populatieniveau geen negatieve effecten zullen ondervinden. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.



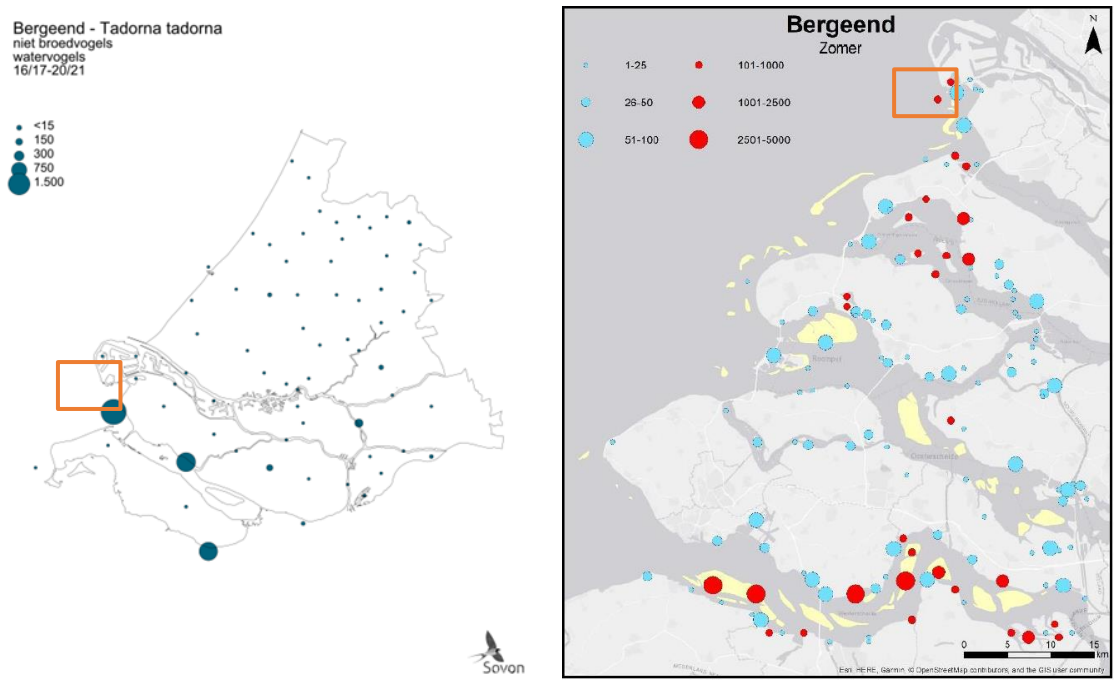
Figuur 6-11 Verstoringscontour van kabeltracé en reguliere scheepvaartroutes binnen de kustzone.

De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 5.2.2. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee (zie ook Figuur 5-1), de slikken en platen liggen op grotere afstand. De instandhoudingsdoelstellingen voor steltlopersoorten in Natura 2000-gebied Voordelta worden zodoende niet negatief beïnvloed.

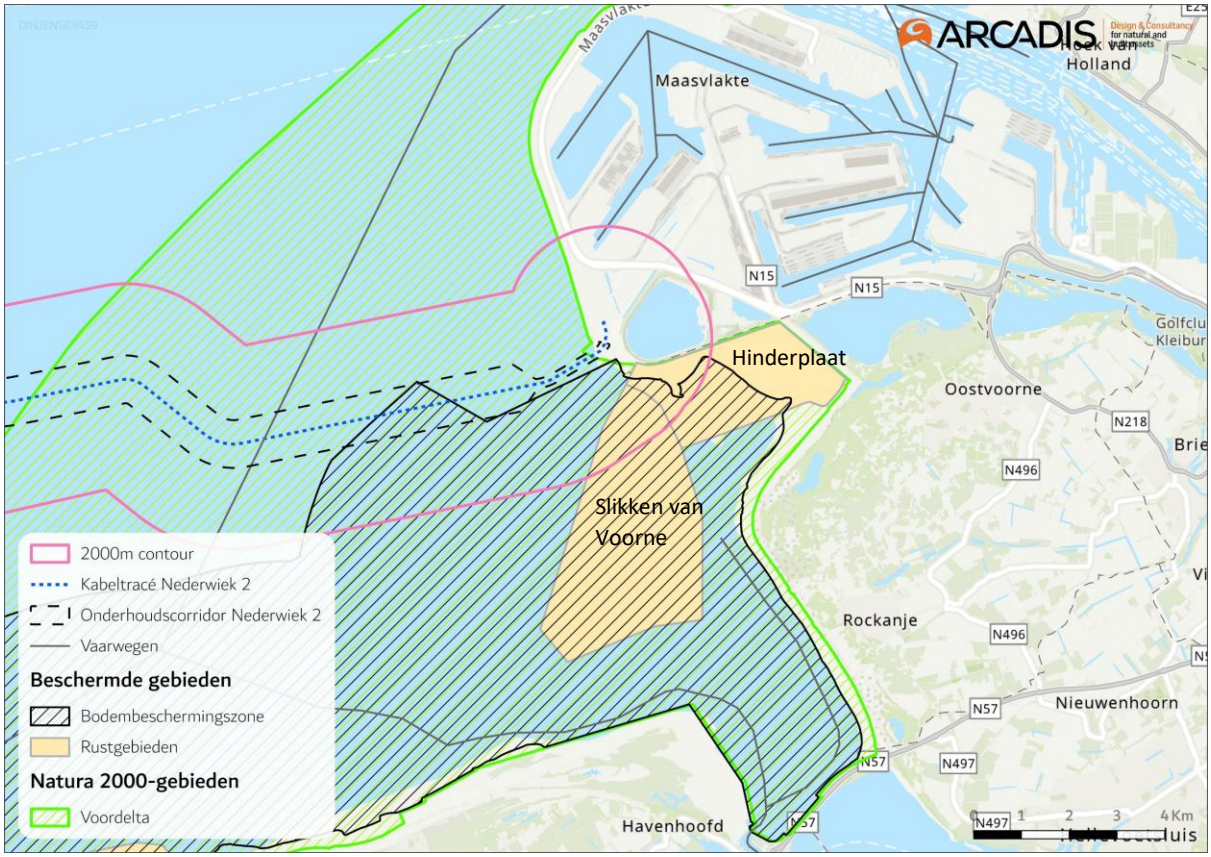
De 500 m-verstoringscontour van geluid, licht en beweging van de werkzaamheden aan land tijdens de aanleg reikt niet tot binnen Natura 2000-gebieden en leidt daardoor niet tot verstorende effecten op aangewezen Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten. De 1.400 m-verstoringscontour van de aanleg van het converterstation reikt deels tot in Natura 2000-gebied Voordelta tot over de Slikken van Voorne, zie Figuur 6-13. Voor een deel ligt een verhoging tussen de slikken en de werkzaamheden. De verhoging en begroeiing vormen een barrière tegen het zicht op licht en beweging en de verplaatsing van geluid. Hierdoor zullen de werkzaamheden minder zichtbaar zijn en de geluidsverstoring op de slikken gedempt. Zodoende is het verstoorde oppervlak kleiner. Daarnaast is dit deel van de Slikken van Voorne al aan verstoring onderhevig door het aanwezige verkeer en de draaiende windturbines. De verstoring is tijdelijk en beperkt zich tot de noordelijke rand van de slikken tegen de dijk aan. Een negatief effect op niet-ruiende vogels is zodoende uitgesloten.

Zoals Figuur 6-12 laat zien komen in de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.
Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 6-12**.** Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringscontour en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 9.2. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de bergeend worden uitgesloten.



Figuur 6-12 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 7– 2021 (Sovon, 2021). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 6-13 De ligging van het kabeltracé en de verstoringscontouren voor geluid, licht en visuele verstoring ten opzichte van de rustgebieden Slikken van Voorne en de Hinderplaat, en het bodembeschermingsgebied.

Zeehonden

De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour. Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het tracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn er daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen. In de huidige ligging van de platen in de Voordelta raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Slikken van Voorne in het noordelijke deel en de Hinderplaat in het westelijke deel, met zeer beperkte overlap (Figuur 5-1).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragrafen 5.3.6 en 5.3.7). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond circa mei-september en de grijze zeehond circa november-maart, zie paragrafen 5.3.6 en 5.3.7), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter (zie paragraaf 5.1.2), waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het tracé die door gewone en/of grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied. Om het

risico op verstoring van zogende zeehonden te ondervangen moet er als mitigerende maatregel een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in hoofdstuk 9.2.

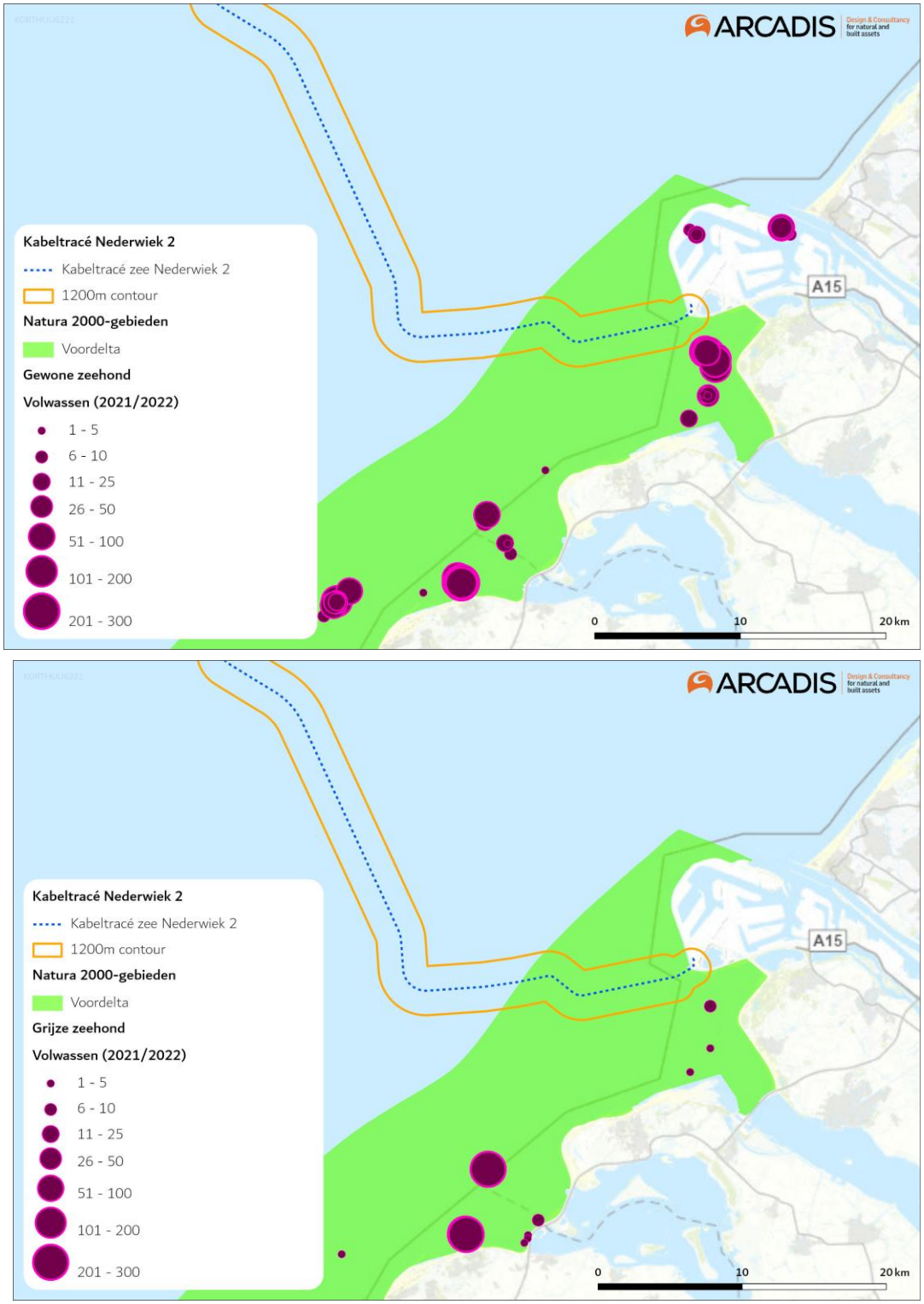
Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken (Figuur 6-14). De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring als gevolg van baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere en zodoende minder luide schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Buiten het zoogseizoen zijn negatieve effecten op de zeehondenpopulaties uitgesloten. Hiermee kunnen negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van de grijze- en gewone zeehond worden uitgesloten.

Verstoring tijdens de aanlegfase door geluid, licht en beweging van zogende zeehonden op de Hinderplaat is niet uitgesloten. Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring. Het gevoelige seizoen (het zoog- en verharingsseizoen) loopt voor de gewone zeehond van circa mei-september en de grijze zeehond circa november-maart. Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoringscontour reikt in de Slikken van Voorne in een deel dat al aan verstoring onderhevig is.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het beïnvloede habitat gelijk, conform de doelstelling. Vogels die toch worden verstoord hebben ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied tot hun beschikking. Dit geldt echter niet voor bergeenden omdat ruiende bergeenden niet weg kunnen vliegen van eventuele verstoringen. Als mitigerende maatregel moet een professionele vogelwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de ruiperiode (juni t/m september) waarneemt of er ruiende bergeenden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt.

Met toepassing van de voorgestelde mitigerende maatregelen worden negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen tijdens de aanlegfase uitgesloten.



Figuur 6-14 Rustplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven) en volwassen grijze zeehonden (onder) in seizoen 2021/2022. Verstoringscontouren van de werkzaamheden (rode contour) en bestaande vaarroutes (blauw vlak) (Hoekstein et al., 2023).

6.4.3 Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone

Tijdens de gebruiksfase kan lichtverstoring mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels en vleermuizen. Dit zal alleen plaatsvinden rondom het platform van Net op zee Nederwiek 2. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan

(Deel A hoofdstuk 2) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 meter van het platform. Hierdoor zal er slechts een zeer beperkt areaal buiten Natura-2000 gebieden verlicht zijn. Zodoende wordt er geen extern negatief effect verwacht.

6.4.4 Gebruiksfase op land

Het converterstation is een permanente geluidsbron in de gebruiksfase. De 42 dB-contour van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot maximaal 360 meter van het station (Figuur 3-10). Het geluid van het converterstation is tijdens de gebruiksfase niet meer dan de bestaande bedrijvigheid, komt niet tot aan een Natura 2000-gebied en leidt daardoor niet tot verstorende effecten op aangewezen Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten. Gezien de aard van de verstoring is externe werking op nabije Natura-2000 gebieden ook niet aan de orde.

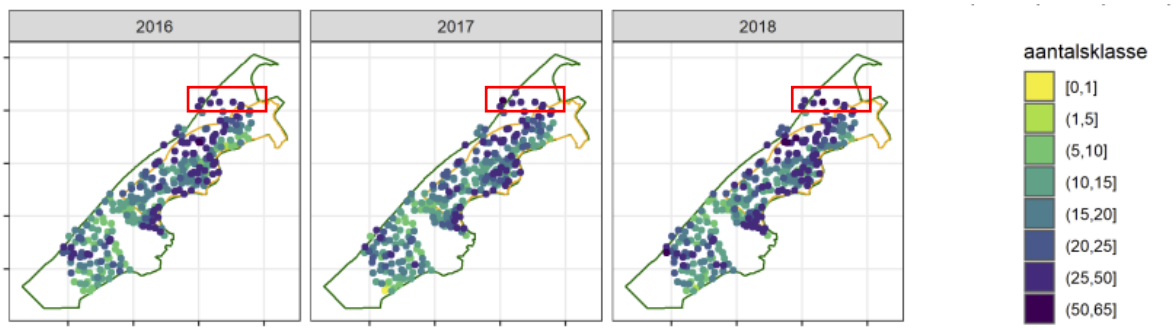
6.5 Habitataantasting

6.5.1 Habitataantasting op zee

Er is sprake van habitataantasting in Natura 2000-gebied Voordelta tijdens de aanleg van de kabels. In principe blijven in de gebruiksfase de kabels onaangeroerd, indien er toch onderhoud nodig is (in de Voordelta) zal het effect van habitataantasting veel lokaler zijn dan omschreven in de aanlegfase. Deze is daarom worst-case. De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.8.1. Voor het baggeren wordt een worst-case reikwijdte van 65 meter aangehouden en voor het jet trenchen 25 meter.

Het gehele tracé in de Voordelta gaat door het habitattype permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone, H1110B). In de Voordelta heeft habitataantasting effect op maximaal circa 162 hectare van habitattype permanent overstroomde zandbanken (Figuur 5-2). Dit is 0.2% van het totale areaal van dit habitattype in de Voordelta (circa 81.300 ha). Binnen de Voordelta loopt het tracé voor een deel door het bodembeschermingsgebied (Figuur 5-1). Hierbij wordt circa 20 hectare (maximaal 0,07%) van het totale bodembeschermingsgebied (29.937 ha) aangetast. In het bodembeschermingsgebied is zware bodem beroerende visserij (boomkor >260 pk) niet toegestaan. Zowel de boomkorvisserij als het leggen van de kabel voor Net op zee Nederwiek 2 zorgt voor habitataantasting. Habitataantasting door Net op zee Nederwiek 2 is echter eenmalig en na het leggen van de kabel kan de zeebodem herstellen. Bij de boomkorvisserij treedt habitataantasting meerdere keren op waardoor het habitat geen kans krijgt om volledig te herstellen. De effecten van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 hebben dus een veel kleiner effect dan boomkorvisserij op hetzelfde gebied.

Het habitattype permanent overstroomde zandbanken (H1110B) is van groot belang voor bodemfauna, waaronder schelpdieren, die een belangrijke voedselbron vormen voor vissen, zeevogels en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014a; Ramaker, 2015). In een studie door Moorsel et al. (2020) naar ruimtelijke trends van de bodemgemeenschap in de Voordelta, komt naar voren dat het gebied wat beïnvloed wordt door habitataantasting in de Voordelta van gemiddelde kwaliteit is op “diversiteit van soorten”- niveau (Figuur 6-15).



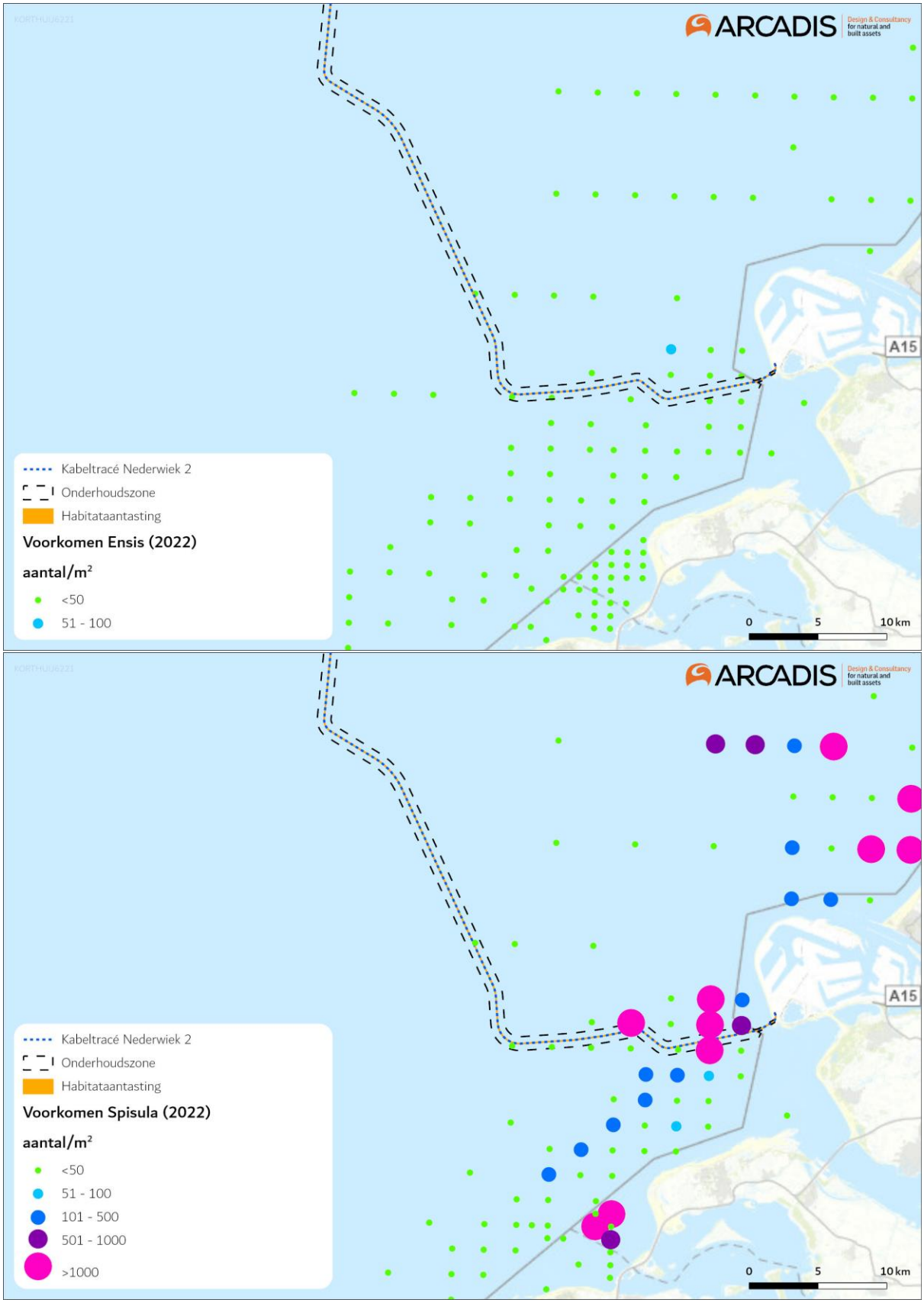
Figuur 6-15 Het aantal macrobenthostaxa per locatie in de loop der jaren. De rode rechthoek geeft het studiegebied weer (van Moorsel et al., 2020).

Jaarlijks wordt onderzoek gedaan naar de verspreiding van mesheften, halfgeknotte strandschelpen en andere veel voorkomende soorten met een potentieel belang voor visserij langs de kust. Hiervoor worden punten bemonsterd over een grid. Figuur 6-16 laat zien dat het tracé door een gebied aan de kust gaat waar voor de Tweede Maasvlakte relatief grote aantallen halfgeknotte strandschelpen *(Spisula subtruncata*) en in mindere mate mesheften (*Ensis*) worden gevonden. Ook andere schelpdieren mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*) of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het tracé gevonden (Troost et al., 2022). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.

De halfgeknotte strandschelp komt verspreid over de hele Voordelta voor (zie ook Figuur 6-16). Voor de Tweede Maasvlakte worden relatief hoge aantallen aangetroffen. Het tracé bij aanlanding loopt niet door de locatie waar de hoogste dichtheden (> 1.000/m^2) grote halfgeknotte strandschelpen zijn aangetroffen, maar gaat langs de rand van deze hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Ook de andere soorten komen verspreid in de Voordelta voor en hiervan lijken zich geen hotspots rond het tracé te bevinden.

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans één jaar, en 2 tot 5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een periode van maximaal vijf jaar waarin de biodiversiteit lager is dan in de uitgangsituatie zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Aangezien de kabelcorridor voor Net op zee Nederwiek 2 een veiligheidscorridor heeft waarin geen andere werkzaamheden zullen plaatsvinden, zal de kans op bodemaantasting door andere projecten miniem zijn.

Vanwege het beperkte aangetaste areaal, het feit dat de bodem en bodemfauna zich herstelt en dat het tracé bekende schelpenbanken mijdt zijn blijvende effecten van habitataantasting uit te sluiten. Hiermee is een (indirecte) negatieve beïnvloeding van de instandhoudingsdoelen, in zowel de aanleg- als de gebruiksfase, van habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en niet-broedvogels ook uitgesloten.



Figuur 6-16 Spisulabanken (boven) en Ensis banken (onder) in het kustgebied. Figuur aangepast uit .

6.5.2 Habitataantasting op land

Het tracé ligt parallel aan de Slikken van Voorne wat onderdeel is van het Natura 2000-gebied Voordelta. Op de grens van het Natura 2000-gebied gaat de zeekabel over op de landkabel. De landkabel op het Maasvlakte-strand zal via open ontgraving worden aangelegd, waardoor lokaal mechanische effecten en grondwateronttrekking op het strand aan de orde zijn. Dit is buiten het Natura 2000-gebied. Er kunnen incidenteel wel H2110 Embryonale duinen aanwezig zijn. Deze duintjes zijn niet stationair, maar ontstaan en verdwijnen voortdurend, alleen bij langdurige groei kunnen ze door ontwikkelen tot witte duinen en verdere successies zoals grijze duinen. Op deze locatie zorgt natuurlijke dynamiek (storm, getij) voor een meer cyclisch proces van aangroei en afslag. Daardoor zorgt de open ontgraving wel mogelijk voor plaatselijke aantasting van dit habitattype (mits op dat moment aanwezig), maar gaat dat op in het natuurlijke proces op deze locatie. De natuurwaarde is hier relatief laag door de hoge gebruiksdruk: het gebied voor de open ontgraving ligt tussen strandtenten, strandopgangen en parkeerplaatsen aan de ene zijde en de kitesurflocatie aan de andere zijde. Het gebied wordt geregeld bereden door voertuigen.

6.6 Verontreiniging

6.6.1 Historische verontreiniging op zee

Slibconcentraties en verspreiding

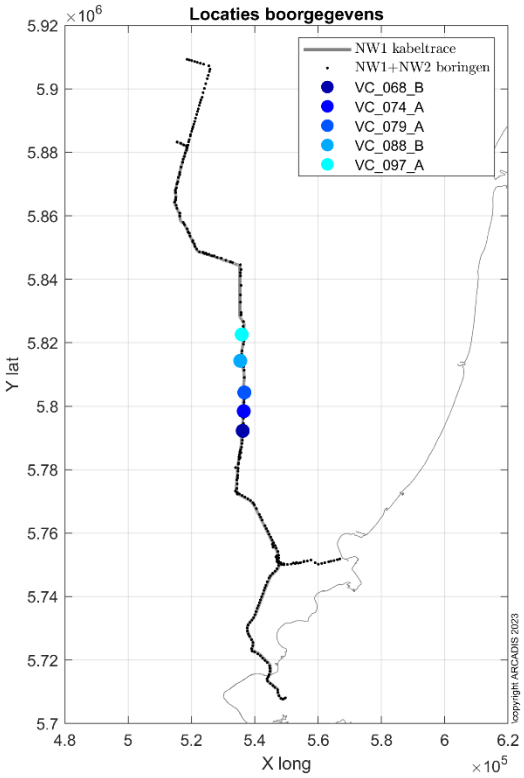
Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van de tracés. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn bruikbaar daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit. Ook bij het wateroppervlak is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Gemiddeld per dag komt de slibconcentratie over de hele waterkolom niet boven de 2 mg/l uit.

Arseenconcentraties in de bodem

De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 6-3 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 6-17, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 6-3 Arseenconcentraties in de diverse monsters.

Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54
VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46

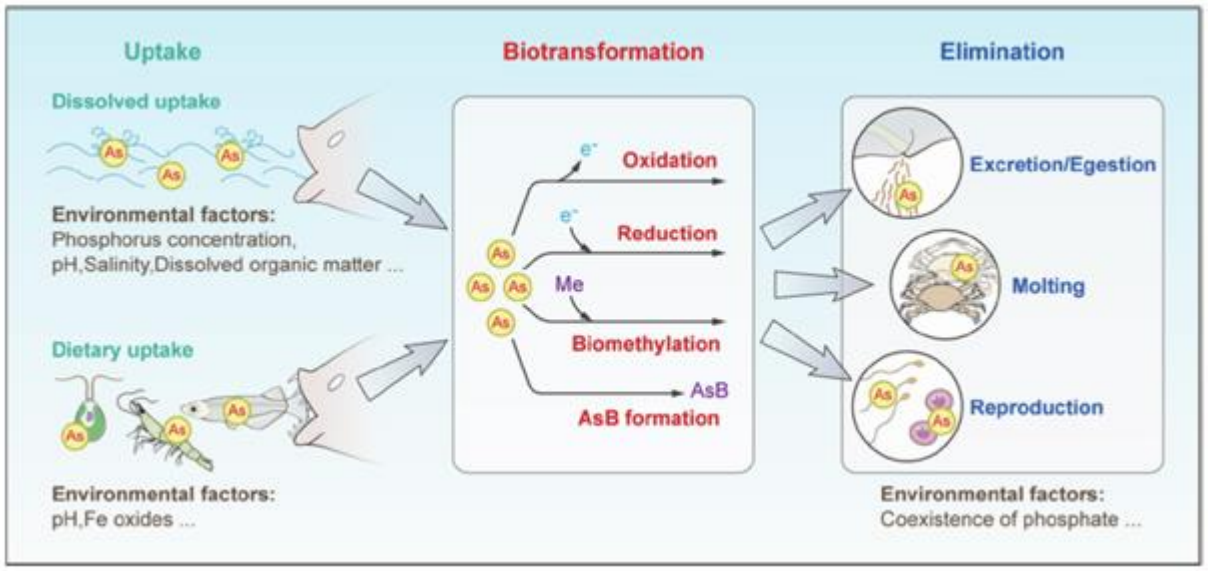


Figuur 6-17 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald.

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^{V}) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS).

Figuur 6-18 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 6-18 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen.

Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat het trenchen voldoende zuurstof toevoegt en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[5] In Tabel 6-4 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[6] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 6-4 genoemde normen voldoende bescherming wordt beargumenteerd op het stofgevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

[5] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[6] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Tabel 6-4 Normen en achtergrondconcentratie voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

Inschatting arseenconcentratie in het water
In (Arcadis, 2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

6.7 Elektromagnetische velden op zee

6.7.1 Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren

Elektromagnetische velden (EMV) treden alleen op tijdens de gebruiksfase en kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, ongewervelden en bepaalde zeezoogdieren. Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide toelichting van de effecten op vissen en evertebraten wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waarden nemen snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2020, 2021b), zie ook paragraaf 3.9. Een uitgebreide literatuurstudie over bovenstaande factoren is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee. In het studiegebied zijn vissen en zeezoogdieren alleen voor de

Voordelta aangewezen. Aangezien er geen aanwijzing is dat de beschermde vissoorten effecten zullen ondervinden, worden deze niet verder meegenomen in deze studie.

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de effecten op bruinvissen.

6.7.2 Effecten op bruinvissen

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden.[7] Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. (van Essen, 2021b)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen, zoals diepte of bodemsamenstelling. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt. [8]

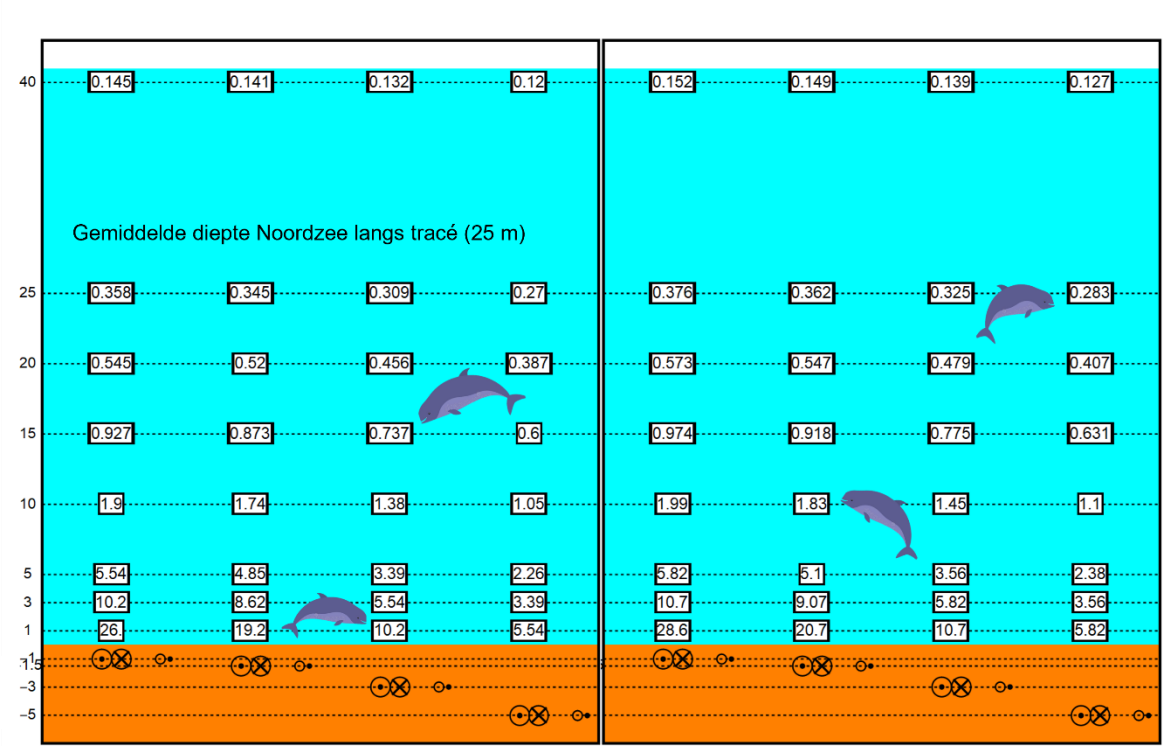
Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee Nederwiek 2 zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 6-19. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en van 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het

[7] De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-wisselstroomkabels, de kabels voor Nederwiek 2 hebben een groter voltage (spanning), namelijk 525 kV gelijkstroom. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren, waardoor kans op effecten groter wordt. De spanning op de kabel kan variëren aangezien de hoeveelheid stroom die afgevoerd wordt ook per dag fluctueert. Kanttekening hierbij is dat wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels verschillende magneetvelden veroorzaken.

[8] Het gaat hier echt alleen om correlatie, niet om causatie. De rapporten van Kirschvink zijn omstreden om de effectiviteit

wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte (van 300 meter) al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden.





Figuur 6-19 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabel op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2021b)*. De bovenste stippellijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-gelijkstroomkabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt.*

In het geval van een storing zal het elektromagnetisch veld op 40 meter hoogte een waarde van 1,15 µT hebben. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de normale waarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 µT (zoals beschreven in hoofdstuk 3.9.1). Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte, wat een belangrijke factor is om magneetveld te berekenen). Een kabel zoals die van Net op zee Nederwiek 2 heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van circa 7 µT in de waterkolom op 25 meter vanaf de kabel (uitgaand van een kabel van 185 mm die 3 meter onder de zeebodem ligt). Dit zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee Nederwiek 2. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-

gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen worden veroorzaakt. Er is daarmee geen reden om aan te nemen dat tijdens de gebruiksfase een negatief effect op instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta plaatsvindt, externe effecten meegenomen.

6.7.3 Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie

Er zijn nog kennisleemten over de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren. Alhoewel er geen aanwijzingen zijn dat grote effecten op populatieniveau zijn te verwachten, is er nog veel onbekend. Bestaande studies zijn gebaseerd op observaties uit de lucht of in windparken. Er zijn géén studies gedaan met gerichte praktijk experimenten waarin bijvoorbeeld gezenderde dieren over kabels zwemmen. Vanuit TenneT wordt er gewerkt aan een aanpak om deze leemten in te vullen.

6.8 Verzuring en vermesting

De effectbeoordeling voor stikstofdepositie is uitgebreid beschreven in een aparte rapportage, die los bijgevoegd is bij deze Passende Beoordeling (zie Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof). Hieruit volgt als overkoepelende conclusie dat significant negatieve effecten als gevolg van de projectdepositie met zekerheid zijn uitgesloten.

7 Cumulatie

7.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op land of zee. Wel zijn er vier gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten van impuls onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 6.3). Impuls onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt er ook naar andere projecten met impuls geluid gekeken.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat negatieve effecten van vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Wanneer echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling die mogelijk wel een effect sorteert. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Bovenwaterverstoring op zee.** Geconcludeerd wordt dat effecten op bovenwaterverstoring op zee kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord areaal aanwezig voor soorten. Door de parallelle ligging en mogelijk gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 wordt bovenwaterverstoring meegenomen in de cumulatietoets.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wnb (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de betrokken Natura 2000-gebieden kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een vergunning Wnb noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben, of in een Natura 2000-beheerplan kunnen worden opgenomen.

7.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of locatie. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (januari 2023) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 7-1 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (januari 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (december 2022) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Maasvlakte II wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Nederwiek 2.

Tabel 7-1 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Nederwiek 2.

Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee	2024-2029
Net op zee Nederwiek 1	Noordzee	2025-2030

7.3 Impuls onderwatergeluid

In de effectbepaling van impuls-onderwatergeluid voor Nederwiek 2 (zie paragraaf 6.3) is deze activiteit in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), waar de impact van Wind op zee projecten in samenhang wordt beschouwd. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schetst; zijn significant negatieve cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 uitgesloten.

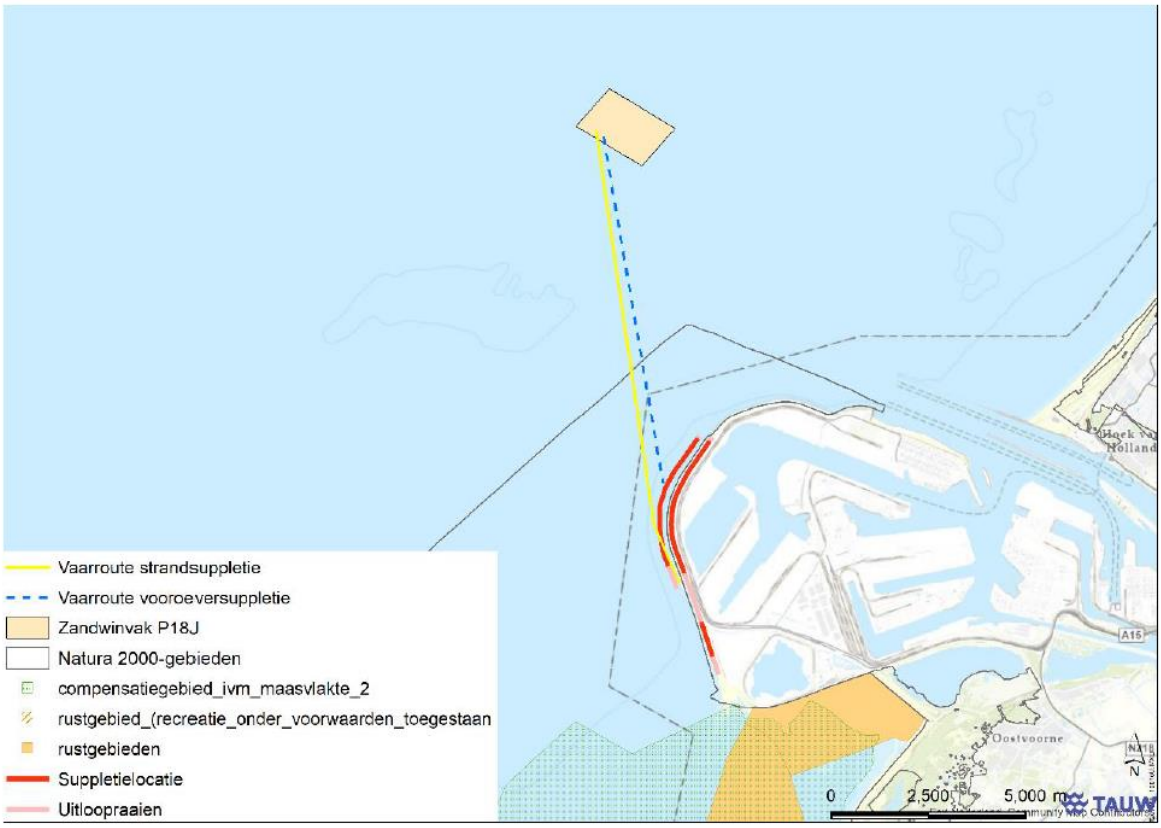
7.4 Vertroebeling

Hierbij wordt gekeken naar reeds vergunde projecten, en cumulatie tussen Netten op zee IJmuiden Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Door de parallelle ligging en mogelijke gelijktijdige aanleg van de hierboven genoemde Netten op zee kan op hetzelfde moment vertroebeling ontstaan door deze projecten. Van de vijf tracés worden er maximaal 4 tracés tegelijk aangelegd (door TenneT aangegeven uitgangspunt). De modelstudie laat de gecumuleerde vertroebeling van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 zien om een indicatie te geven van de vertroebelingswolk bij de aanleg van 4 tracés. Het kan zijn dat IJmuiden Ver Alpha i.p.v. een van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma of Nederwiek 1 wordt aangelegd in deze periode. Aangezien Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 1 het meeste overlap hebben met het tracé van Nederwiek 2 is dit de worst-case cumulatie in vertroebeling.

7.4.1 Vergunde projecten

Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Maasvlakte II onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt circa 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van Maasvlakte II (Figuur 7-1). Gezien de aanleg van Nederwiek 2 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd. De werkzaamheden voor Nederwiek 2 zullen in het zuidelijke deel aan de buitenkant van de zachte zeewering plaatsvinden. Deze overlap van werkzaamheden kan mogelijk cumulatie van vertroebeling veroorzaken. Zandsuppleties binnen de zeewering worden niet meegenomen in de cumulatiestudie. Op basis van de hydromorfologie wordt verwacht dat dit geen effect of overlap gaat veroorzaken, aangezien de vertroebeling van deze projecten niet de vaargeulen of havens zal uitkomen. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Nederwiek 2, maar noordelijker. Op deze locaties is erosie van de Maasvlakte gaande, waardoor er op deze locaties suppleties worden gedaan. Op de plek op de Maasvlakte waar het kabeltracé aan land komt, is er juist het effect van aanzanding. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie wordt er geen cumulatie verwacht tussen deze projecten.



Figuur 7-1 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

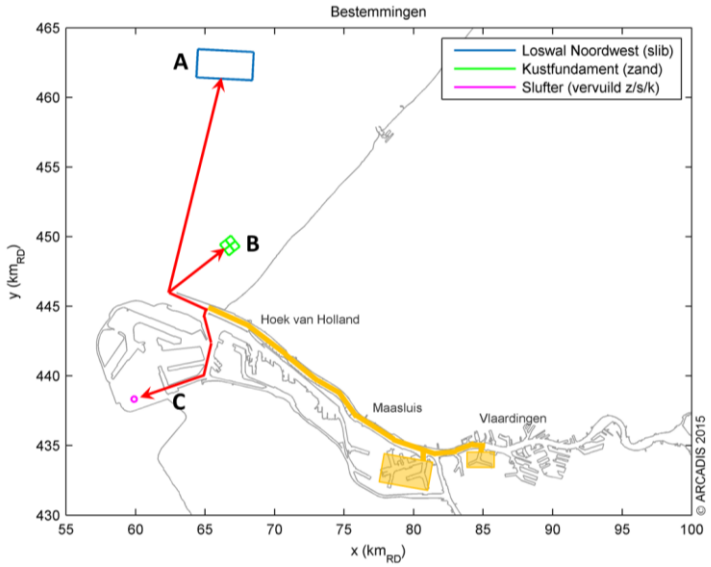
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3.

Aangezien de aanleg van Nederwiek 2 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de 2^e fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In fase 2 zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 7-2). Voor de worst-case wordt aangenomen dat Fase 2 (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van Fase 2 ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/L verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van Fase 2 nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat Fase 2 verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case

verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 7-2 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Nederwiek 2 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

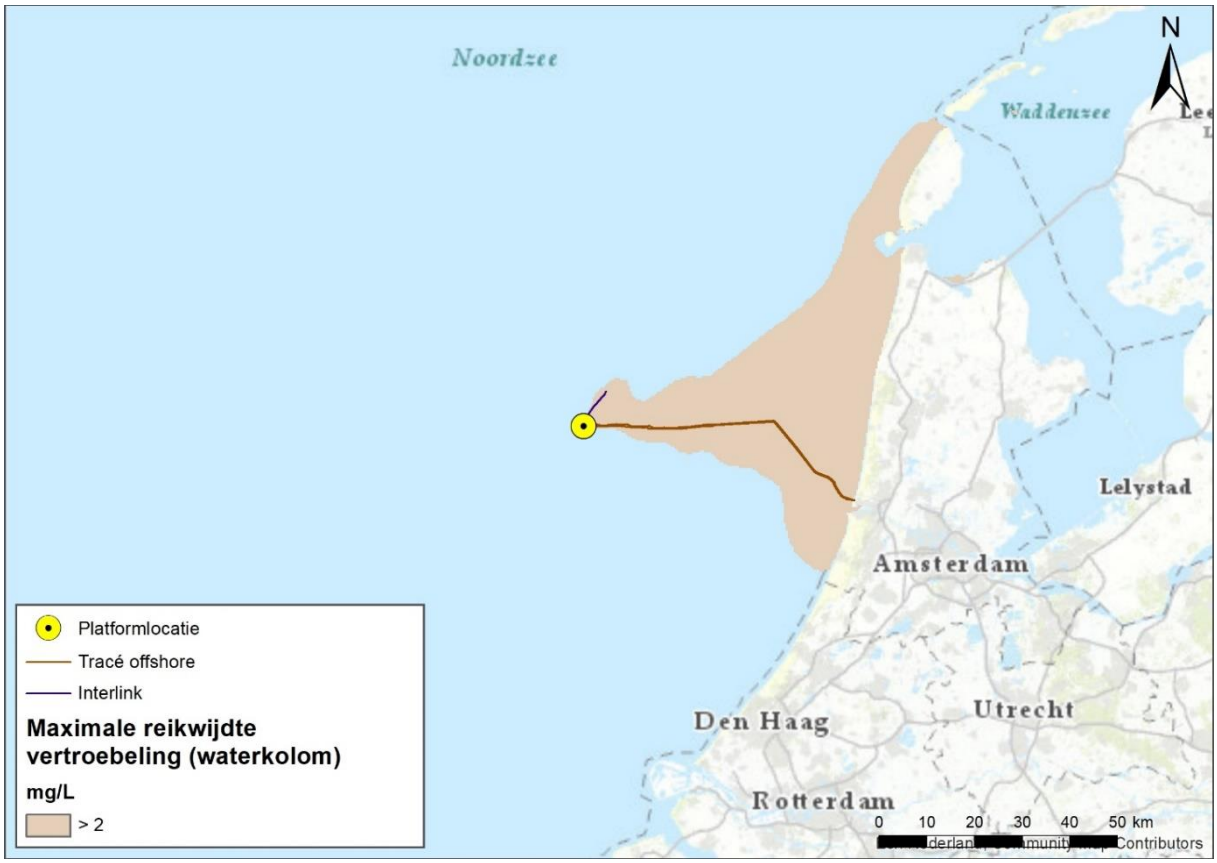
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de monding van de Oosterschelde.

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Nederwiek 1 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit.

Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Nederwiek 2. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Deze slibwolk verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 7-3*Figuur*) en zal zodoende niet in geografysische locatie overlappen met Nederwiek 2. Deze slibwolk verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 7-3) en zal zodoende niet in geografysische locatie overlappen met Nederwiek 2. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 7-3 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/L) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) rijkt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

7.4.2 Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2

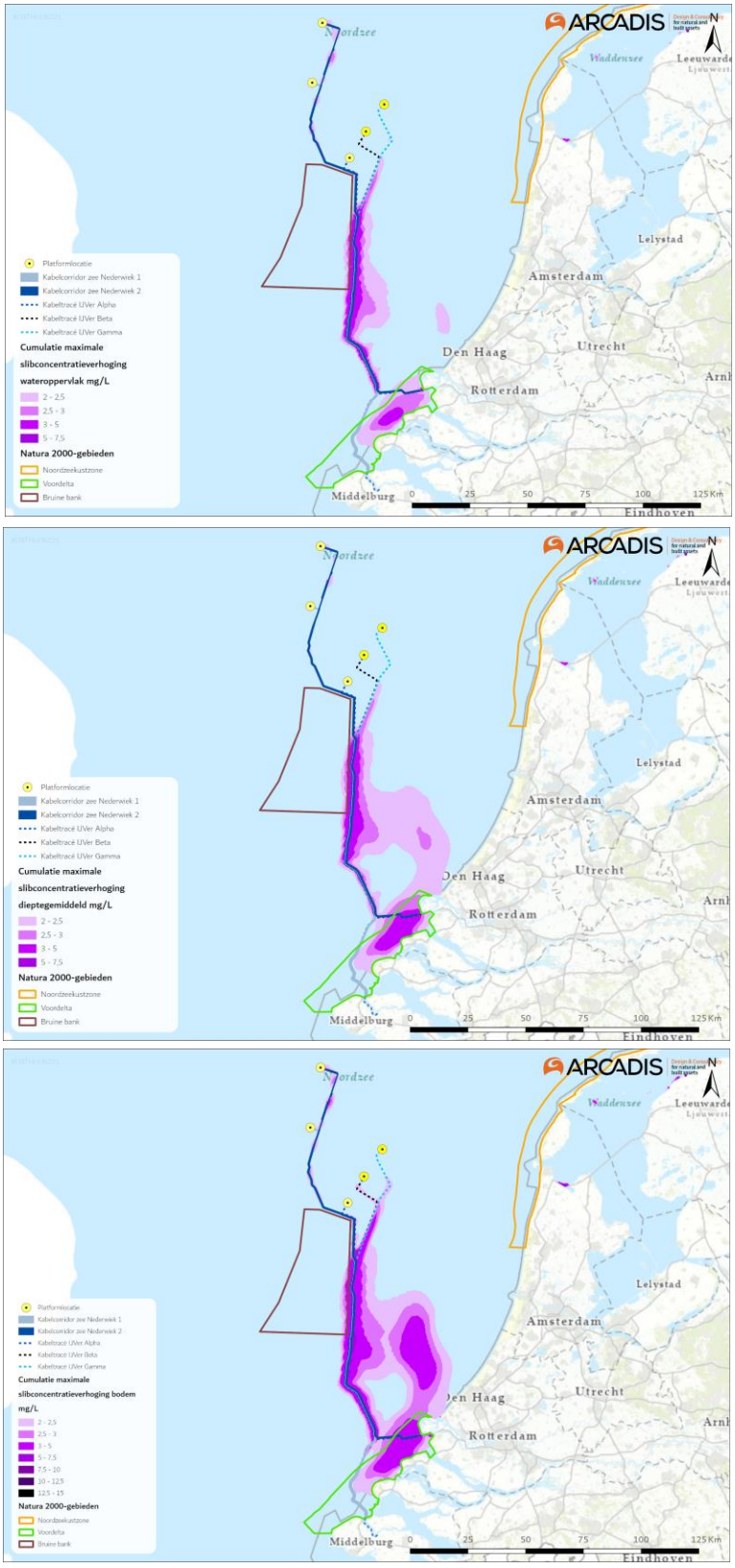
Toelichting

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels van Nederwiek 2 leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke toename van het slibgehalte, wat niet leidt tot effecten. Vertroebeling kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook vertroebeling optreedt door andere projecten. De aanleg van Nederwiek 2 rondt af in 2030. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. De aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 vindt naar verwachting in 2030 plaats. Vanwege de parallelle ligging van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 wordt vertroebeling in cumulatie beoordeeld.

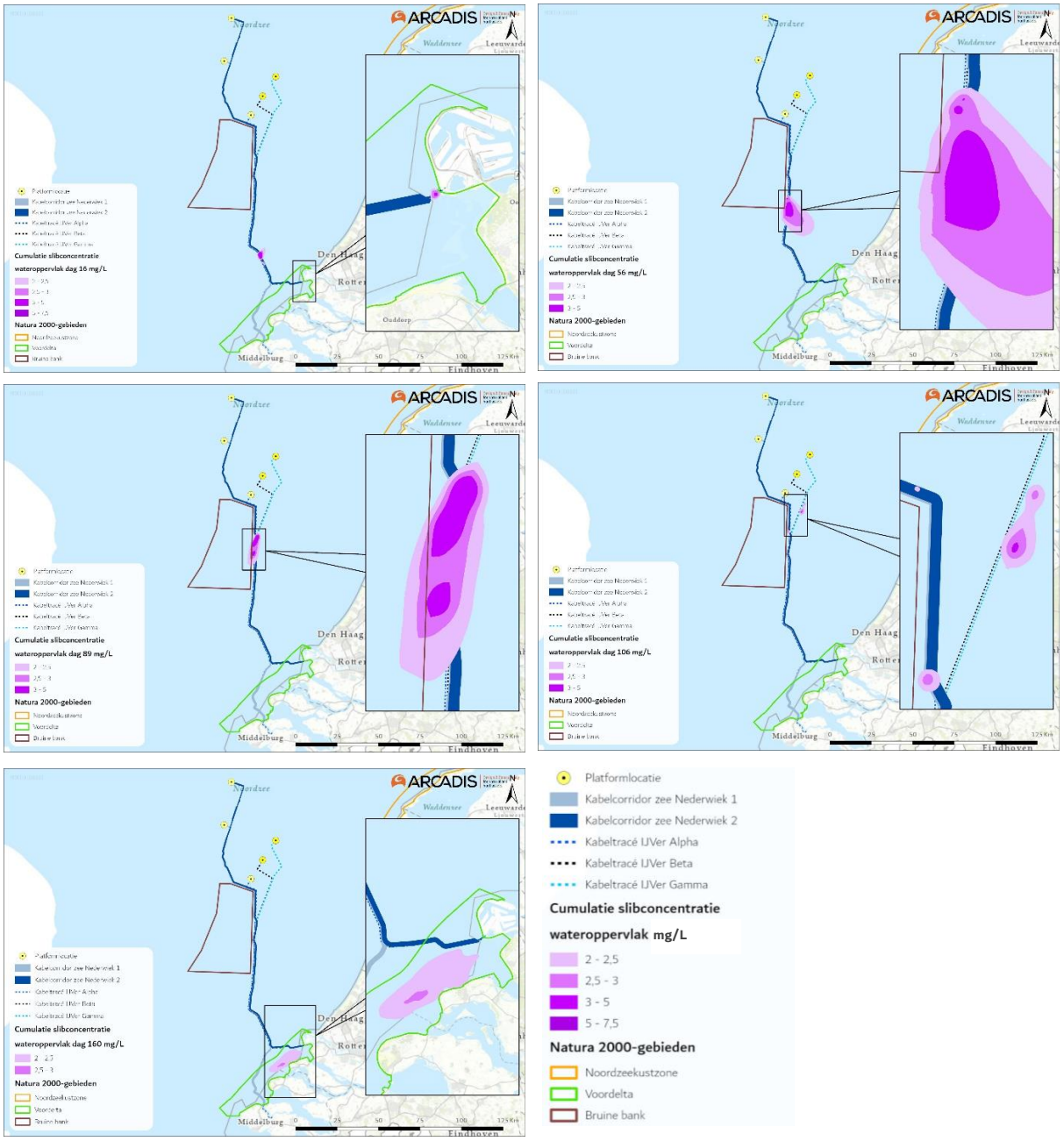
Figuur 7-4 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In het figuur is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land. Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

Figuur 7-4 toont voor elke locatie op de kaart de absolute mogelijke worst-case combinatie van mogelijke maximale vertroebeling van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 7-4, omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 meebeweegt en weer uitdooft. Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 7-4, omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 7-5 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost. Hier zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor Nederwiek 2 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 121) (zie paragraaf 6.1.2).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld niet hoger is als 7,5 mg/L en op de bodem niet hoger is dan 15 mg/L. De maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en de bodem in de Voordelta is 5 mg/L.



Figuur 7-4 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).



Figuur 7-5 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust, die veroorzaakt wordt tijdens de aanlegfase, heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen

de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen.

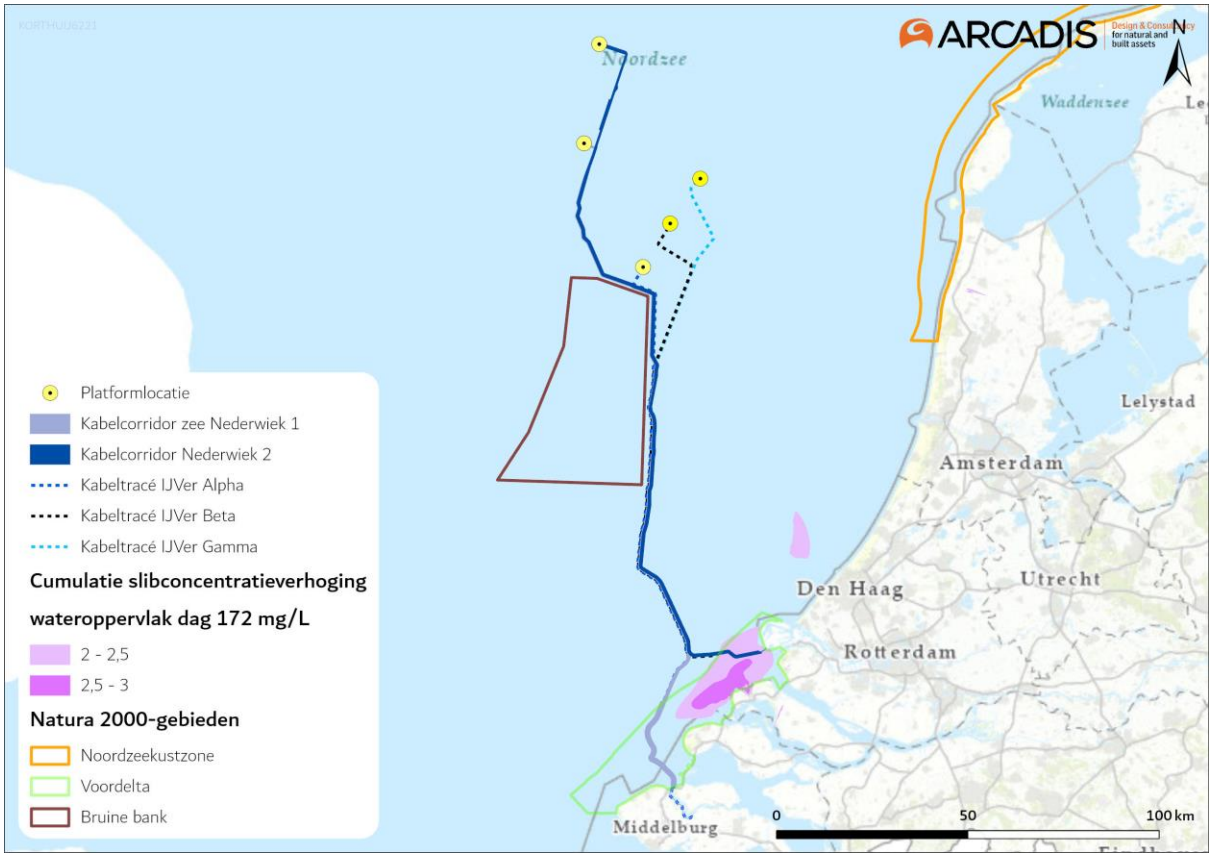
Migratie perioden
De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001). Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Jonge elften blijven enkele maanden in een estuarium hangen voordat zij doortrekken naar open zee (de Laak, 2009). Tabel 7-2 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperioden is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie, en dus gevoelige periode, van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 7-2 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (blauw) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen.

Soort	JAN		FEB		MRT		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV		DEC	
Zeeprik																								
Rivierprik																								
Fint																								
Elft																								

Vertroebeling Voordelta
In Figuur 7-6 is de situatie van de vertroebeling op dag 172 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de Voordelta. Het figuur laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na vijf dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van ‘blokkade’ van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 3 mg/L (Figuur 7-6). Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvissen omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de volgende paragraaf.



Figuur 7-6 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 172, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta.

Respons van vissen op vertroebeling

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en

(sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect wordt gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen tijdens de aanlegfase geen significante negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik. Deze benthische soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Maes & Ollevier, 2005). (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde een verwaarloosbaar klein effect heeft op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal er geen significant negatief effect zijn op deze soort.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvissen die langs de Tweede Maasvlakte trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel het grootste effect komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/L (Figuur 7-6*Figuur*). Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel het grootste effect komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/L (Figuur 7-6). De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie

Tabel 6-1). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is voor migratie van trekvissen en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 op trekvissen zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Bruine Bank)
In paragraaf 6.1.3 is de relatie van zichtjagende vogels bij de Bruine Bank met vertroebeling beschreven. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen vliegende viseters (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) waarvoor vertroebeling aan het oppervlak relevant is, en duikende viseters die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk) (die dieper duiken) waarvoor vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) relevant is. Effecteninschattingen worden op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. Een eventueel gecumuleerde slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt daarna uit (zie Figuur 7-5*Figuur 7-6*Figuur). Een eventueel gecumuleerde slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt daarna uit (zie Figuur 7-5). Aan de oostzijde van de Bruine Bank is de maximale concentratieverhoging aan het oppervlak en voor het dieptegemiddeld 7,5 mg/L. De hoogste concentratieverhoging bevindt zich direct langs het tracé. De vertroebeling zal met name ten oosten van het tracé (buiten de Bruine Bank) optreden. De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2.

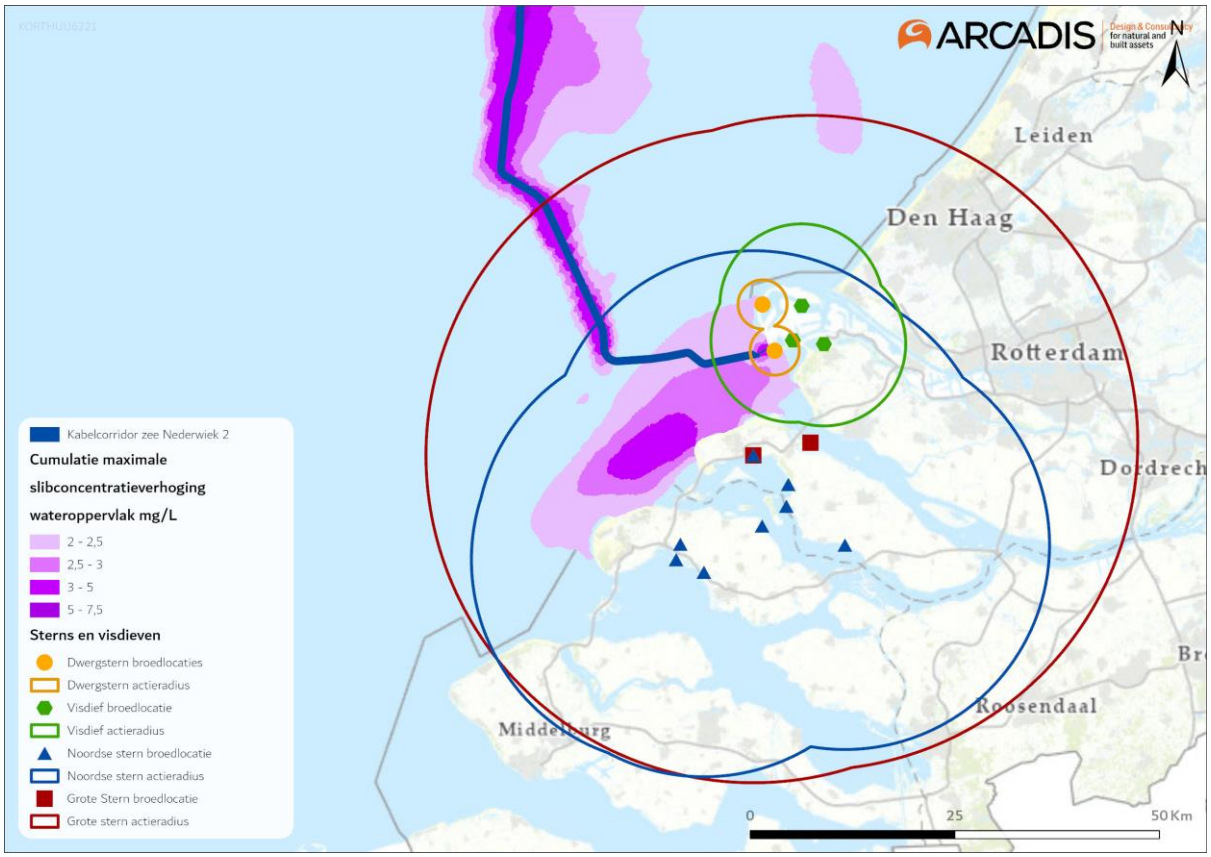
De slibwolk zal tijdelijk zijn en na enkele dagen tot weken zal de concentratie dalen tot onder de 2 mg/L. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels (zie Figuur 7-5). Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het tracé. Hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk uit. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 op zichtjagende vogels van de Bruine Bank zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Voordelta)
In cumulatie kan tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 7-4). De slibwolk reikt van de Voordelta tot net ten noorden van de Maasvlakte. Verschillende soorten sterns (grote stern, noordse stern, visdief en dwergstern) broeden op de Tweede Maasvlakte of in de omgeving (zie Figuur 7-7). Hoewel deze sterns niet broeden in Natura 2000-gebied Voordelta kunnen externe effecten optreden wanneer door een vertroebelingswolk aan het wateroppervlak sterns geen gebruik meer kunnen maken van essentieel foerageergebied.

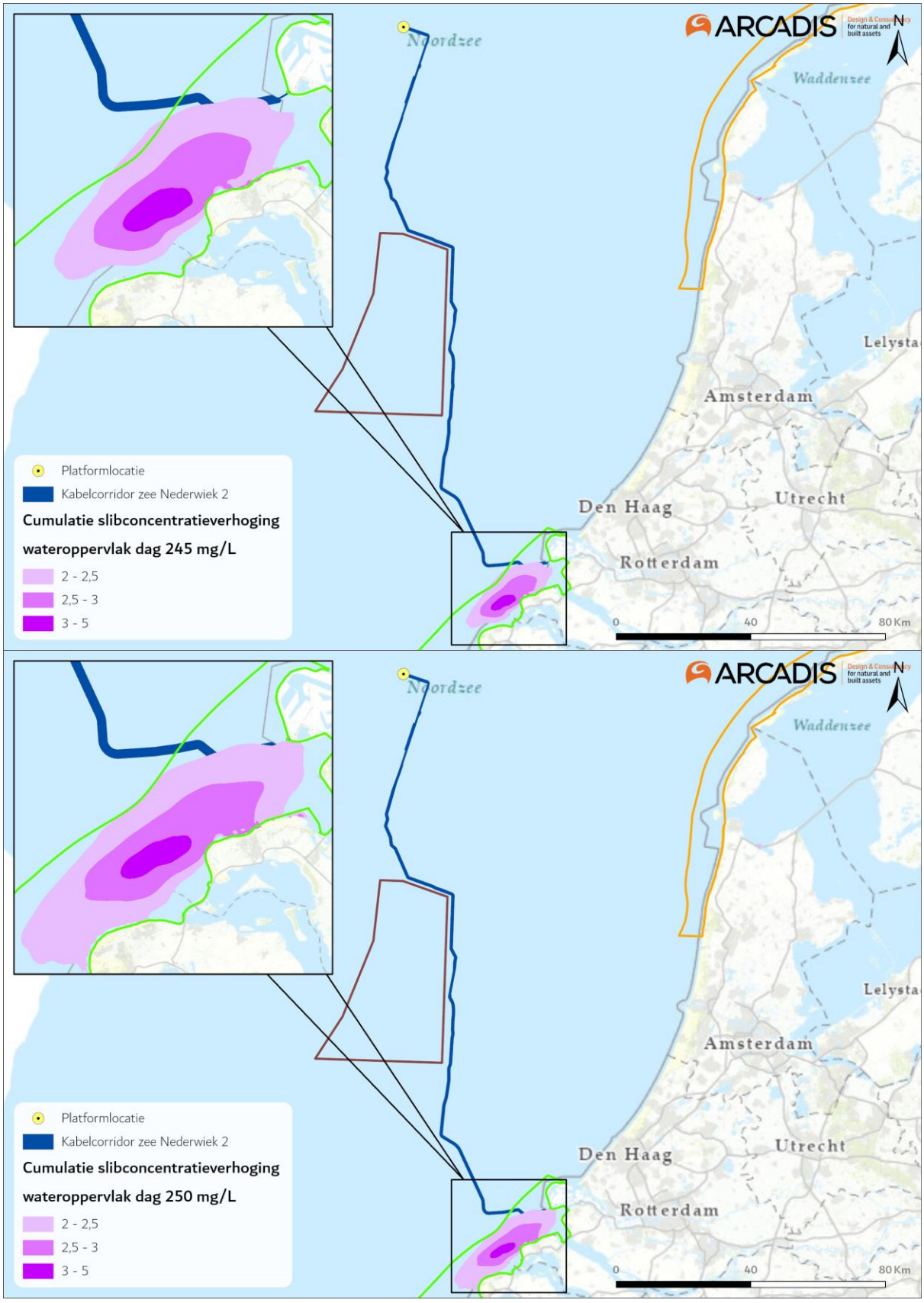
De verhoging van de slibconcentraties vindt niet plaats over het gehele tracé of over de gehele Voordelta, maar zal lokaal en tijdelijk zijn, waarbij de vertroebelingswolk rondom de Maasvlakte enkele (maximaal 4 dagen) aanhoudt, zie Figuur 7-8. Verder blijft de concentratieverhoging in de directe omgeving van de Maasvlakte, binnen de vliegafstand van dwergsterns, onder de 2,5 mg/L, zie Figuur 7-8. Verder van de Maasvlakte neemt de slibconcentratieverhogingen toe tot 5 mg/L, zie

Figuur 7-8. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie paragraaf 6.1.1). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie.

Doordat de slibwolk een concentratie van maximaal 5 mg/L heeft en maar enkele dagen (maximaal 4 dagen) aanhoudt ondervinden zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte hier geen effecten van, ook niet als dit in het broedseizoen gebeurt. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 op de populatie dwergsterns en visdieven zijn zodoende uitgesloten.



Figuur 7-7 Vertroebelingswolken aan het oppervlakte rondom de Tweede Maasvlakte die vrijkomen bij de aanleg van de Netten op Zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 voor de volledige periode.



Figuur 7-8 Vertroebelingswolken aan het wateroppervlak op dag 245 en dag 250 in de Voordelta.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)
In paragraaf 6.1.46.1.4 is de gevoeligheid van filterfeeders voor vertroebeling toegelicht. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/L. Na een periode van enkele dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (15 mg/L, 7,5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

7.5 Bovenwaterverstoring op zee

In hoofdstuk 6.5 zijn de effecten bepaald van bovenwaterverstoring op zee voor Net op zee Nederwiek 2. Tijdens de aanlegfase op zee, zowel buiten als binnen de kustzone, is de intensiteit van verstoring gering. De verstoring wordt veroorzaakt door slechts een paar schepen. De verstoring beslaat een beperkt areaal en is in vergelijking met de reguliere aanwezige scheepsvaartintensiteit klein. Er is geen sprake van negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor aangewezen soorten voor de Bruine Bank en de Voordelta.

Door de parallelle ligging van de tracés van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 en 2, en de mogelijk gelijktijdige aanleg hiervan kan er een groter areaal verstoord worden en bovenwaterverstoring cumuleren. De aanleg van de Netten op zee zal met maximaal vier kabels per jaar gebeuren. Cumulatie zal vooral optreden in het parallel liggende deel van de tracés van 79 kilometer op zee. Het aantal vaarbewegingen door de gelijktijdige aanleg van de kabels zal toenemen. Op dit deel van het tracé is de reguliere aanwezige scheepsvaarintensiteit al hoog, met op vele plekken >100 vaarbewegingen per vierkante kilometer per maand. Individuen zijn hierdoor al gewend aan verstoring door scheepsvaart in dit gebied. De schepen van de aanleg varen langzamer, maar zeker bij meer schepen in een seizoen op dezelfde locatie die hetzelfde patroon volgen kan ook daarvoor gewenning optreden. Naast het tracé is ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig waarnaar de soorten kunnen uitwijken.

Door cumulatie wordt de intensiteit van de verstoring verhoogd, maar de verstoring reikt niet verder dan die voor individuele schepen. Tijdens de aanleg buiten de kustzone, overlapt de verstoringscontour voor ruiende vogels (1.000 meter) niet met de Bruine Bank. Er is geen sprake van een negatieve invloed op de populatie ruiende vogels binnen het Natura 2000-gebied. Binnen de kustzone loop het tracé door Natura 2000-gebied Voordelta, een foerageergebied voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend. Bij aanleg gedurende het ruiseizoen van de bergeend wordt de aanleg stopgezet zodat er geen ruiende vogels worden verstoord. Dit geldt voor alle projecten. Door het beperkt additioneel verstoorde areaal in de Voordelta t.o.v. de reguliere vaarroutes, en de tijdelijke aard van de werkzaamheden is er geen sprake van een negatief effect op de populatie roodkeelduikers, bergeenden en zwarte zee-eenden binnen Natura 2000-gebied Voordelta.

Cumulerende effect van bovenwaterverstoring op zee als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 zijn daarom uitgesloten.

7.6 Habitataantasting op land

7.6.1 Netten op zee Nederwiek 2, IJmuiden Ver Beta en Gamma

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke habitataantasting, wat niet leidt tot gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen. Habitataantasting kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook habitataantasting optreedt door andere projecten. Vanwege de deels parallelle ligging op het strand van de Maasvlakte van Nederwiek 2 met Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma wordt habitataantasting in cumulatie beoordeeld. Vanaf de aanlanding lopen de twee Net op zee IJmuiden Ver tracés via een andere route naar het hoogspanningsstation. Voorbij het strand is er dus geen sprake van een parallelligging.

Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Beta liggen parallel aan Nederwiek 2. Hier is bepaald dat verstoring tijdens de aanleg niet leidt tot negatieve effecten op de habitattype en vogels. Deze redenatie blijft van toepassing. Negatieve effecten als gevolg van verstoring van de drie projecten samen zijn uitgesloten.

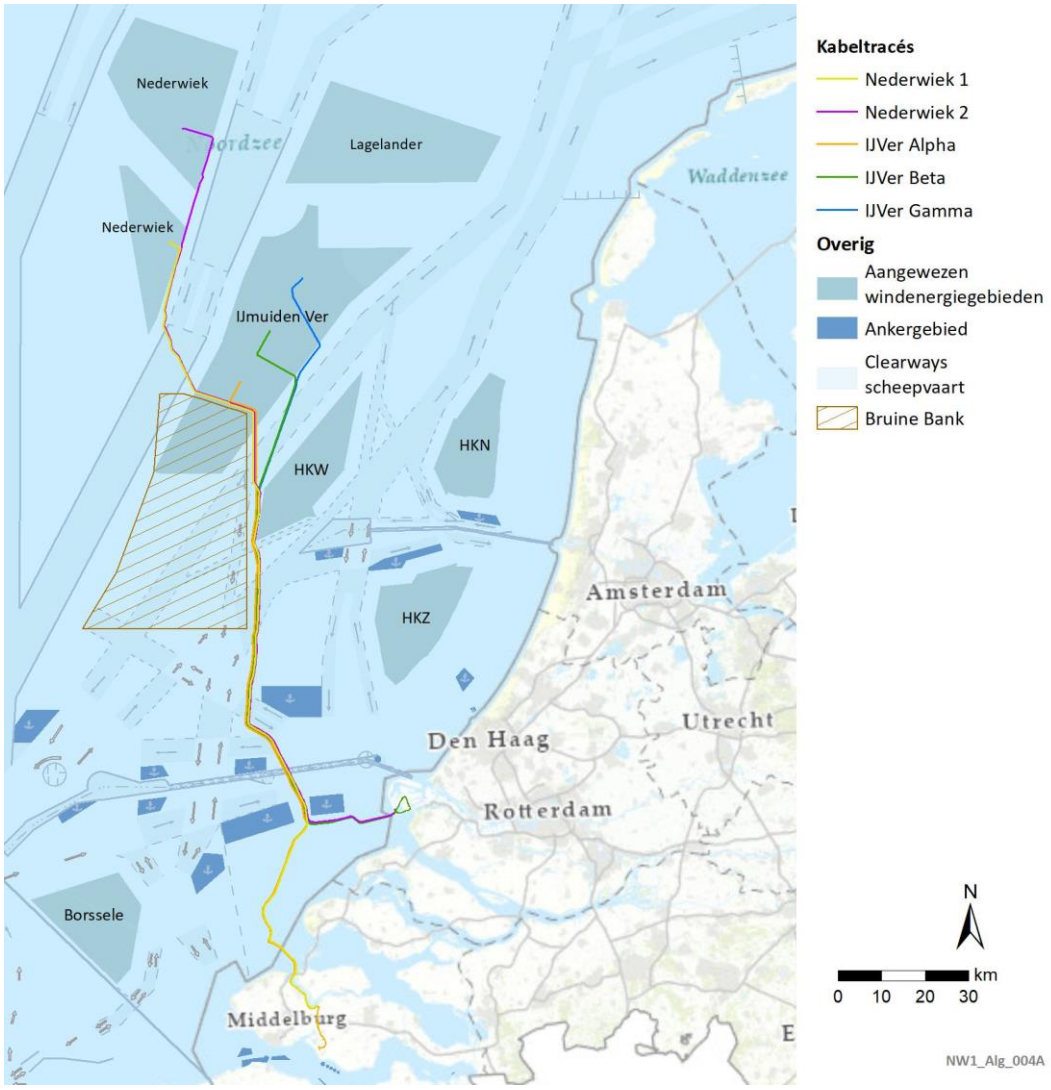
7.7 Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee Nederwiek 2 op zich (zie paragraaf 6.7). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

Figuur 7-9 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee Nederwiek 2 met de Wind op zee projecten, waarbij de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma (en in mindere mate Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het tracé (zie Figuur 7-10) evenals Britned. Net op zee Nederwiek 2 omvat, de realisatie van een platform op zee in windenergiegebied Nederwiek 2 en bekabeling om deze aan te sluiten op het landelijk elektriciteitsnet. De tracés van Netten op zee Nederwiek 2, IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma lopen over een lengte van circa 128 kilometer parallel waarvan ook 79 kilometer parallel loopt met Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha (zie Figuur 7-10). De kabels van Net op zee Nederwiek 2 en de naastgelegen kabel (afhankelijk van aanleg) liggen in het parallelgelegen deel van de tracés 200 meter uit elkaar.



Figuur 7-9 Overzicht windenergie op zee met gerealiseerde en geplande kabelroutes (april 2023).

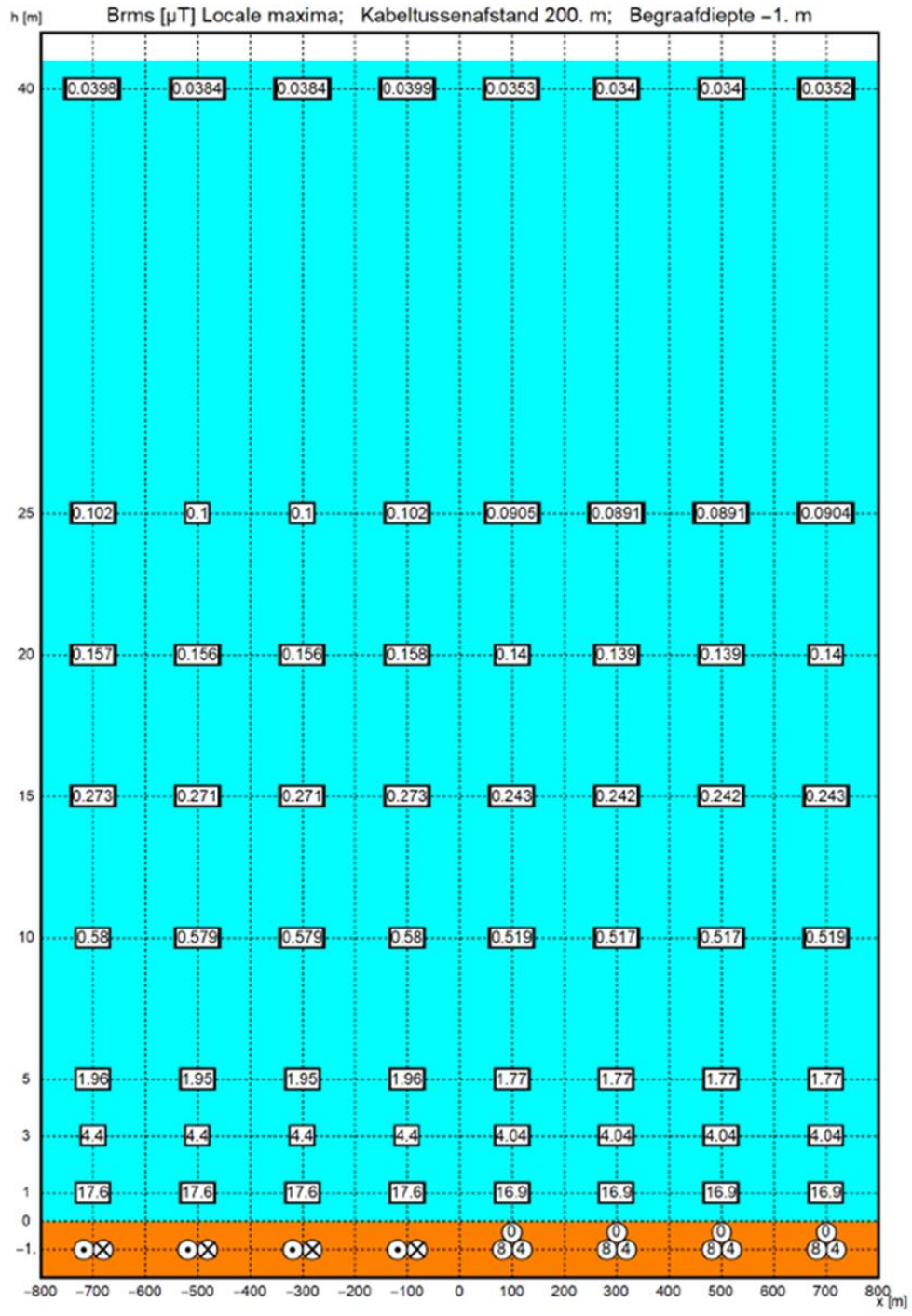


Figuur 7-10 Ligging van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 ten opzichte van andere Net op zee projecten.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van de Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha zouden overlappen, zal er slechts een licht of geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af op grotere hoogtes, zoals te zien in Figuur 7-11. In het geval van de kabels van Nederwiek 2 en de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma zal er echter geen effect zijn, aangezien de velden niet overlappen. In Figuur 3-13 is te zien dat het magnetisch veld van Nederwiek 2 niet verder rijkt dan 40 meter horizontaal. De kabels van de Nederwiek 2 en de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de tracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen versterkend effect zijn van cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Nederwiek 2.

Ook de gelijkstroom (interconnector) kabel van Britned loopt deels parallel aan Net op zee Nederwiek 2, in het laatste deel van het tracétracé tot de aanlanding bij de Maasvlakte. Net op zee Nederwiek 2 wordt een post-constructie exclusie zone aangehouden van 500 meter aan weerszijden (zie paragraaf 2.3.3 Deel A). De bekabeling van Britned zal buiten deze corridor liggen, dus op minstens 500 meter afstand. Hierdoor zal er geen cumulatie zijn tussen de velden. Wel zullen

elektromagnetische velden over een groter gebied waargenomen kunnen waardoor soorten mogelijk sneller effect kunnen ondervinden van een elektromagnetisch veld.
De kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande alsnog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor overlap en dus cumulatie van elektromagnetische velden is uitgesloten.



Figuur 7-11 Modelmatige weergave van accumulatie van elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a).

8 Toetsing

8.1 Inleiding en leeswijzer

In hoofdstuk 6 werden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven. In dit hoofdstuk wordt per gevolg het effect getoetst aan de Wnb, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt per Natura 2000-gebied vastgesteld of er effecten optreden én of deze een significante impact hebben op instandhoudingsdoelen. De conclusies worden samengevat in de instandhoudingsdoeltabellen. In de leeswijzer hieronder is toegelicht hoe deze tot stand zijn gekomen en hoe deze te interpreteren.

De worst-case effecten van de totale activiteit op instandhoudingsdoelen worden hier samengevat.

Leeswijzer en achtergrond tabel
In de tabel zijn de beïnvloedde habitattypen en soorten zoals die in hoofdstuk 4 geïdentificeerd zijn weergegeven. Soorten en habitattypen waarvan in hoofdstuk 5 is vastgesteld dat er geen ruimtelijke overlap en dus geen effect is zijn niet opgenomen. Aan de tabellen zijn de instandhoudingsdoelen toegevoegd. Per doel wordt aangegeven:

- Wat de landelijke staat van instandhouding is (SVI Landelijk):
  - \+ gunstig
  - \- matig ongunstig
  - -- zeer ongunstig
- Doelstelling oppervlakte en kwaliteit
  - \> verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
  - = behoudsdoelstelling
- Doelstelling populatie
  - \> verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
  - = behoudsdoelstelling
- Getal: doelstelling populatie aantal

In hoofdstuk 4 stond met een X aangegeven of er een effect was. In de onderstaande tabellen zijn deze aanduidingen vervangen door een tekstuele conclusie over de impact van het effect op het instandhoudingsdoel.

8.2 Bruine Bank

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat de doelsoorten van de Bruine Bank mogelijk effecten ervaren van vertroebeling (alle), verontreiniging en verstoring als gevolg van geluid, beweging en licht (alle). In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is onderzocht of er sprake is van cumulatie én in welke mate. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat.

Vertroebeling
Vertroebeling treedt op in het gebied rondom de aanleg van het tracé, op de oostgrens of net buiten de oostgrens van de Bruine Bank. De vertroebeling is tijdelijk, met een gematigde concentratie. Het vertroebelde gebied wordt tijdens de aanleg ook verstoord door geluid, beweging en licht. Gedurende de aanleg is daarom voortdurend een zich met de werkzaamheden verplaatsend klein areaal tijdelijk minder geschikt als foerageergebied. Er is ruim voldoende alternatief foerageergebied

waardoor significante effecten op aangewezen en niet aangewezen zichtjagende vogelpopulaties uitgesloten zijn. Het project heeft geen effect op het instandhoudingsdoel (behoud).

Bovenwaterverstoring
De verstoringscontour voor grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw, alk en zeekoet reikt niet tot in de Bruine Bank. Voor deze dieren is tijdens de werkzaamheden ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig. Jan-van-gent wordt mogelijk wel verstoord, maar kan tijdens de rui vliegen en uitwijken naar een alternatief leefgebied. Ook voor deze soort geldt dat er ruim voldoende alternatief leefgebied is. De verstoring is bovendien tijdelijk van aard waardoor er geen permanent verlies van leefgebied optreedt. Significante effecten op populaties jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw zijn daarom uitgesloten. Bovenwaterverstoring op zeevogels kan hooguit leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een ander leef- of foerageergebied, maar is geen sprake van significante effecten op populatieniveau. Significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Verontreiniging
Het vrijkomen van arseen uit historische lagen die tijdens het trenchen worden geraakt leidt niet tot een verhoging van de MAC-MKN, welke het ecosysteem beschermd tegen effecten. Significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van aangewezen zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 8-1.

Tabel 8-1 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Bruine Bank van de aangewezen soorten en samenvatting van effecten op niet-aangewezen soorten. GSE = geen significant effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	Instandhoudingsdoelen		SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	verontreiniging	Verstoring geluid, beweging, licht	Conclusie
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	=	=	=	=	Tijdelijk delen foerageergebied niet beschikbaar. Voldoende alternatief aanwezig.	Geen overschrijding van de MAC-MKN door trenchen door arseenrijke veenlagen. Ecosysteem v oldoende beschermd.	Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A175	Grote jager	=	=	=	=			Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A177	Dwergmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A187	Grote mantelmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A199	Zeekoet	=	=	=	=			Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan tijdens de winterrui uitwijken naar alternatief leefgebied. Tijdens de zomerrui weinig tot geen alken en zeekoeten aanwezig	GSE
	A200	Alk	=	=	=	=				GSE
Aanvullende niet-broedvogels n.a.v. procedure t.b.v. aanwijzing	A183	Kleine mantelmeeuw							Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	GSE
	A191	Grote stern								GSE
	A193	Visdief								GSE
	A194	Noordse stern								GSE
	n.v.t.	Noordse stormvogel								GSE
	n.v.t.	Drieteenmeeuw								GSE
	n.v.t.	Papegaaiduiker								GSE
	n.v.t.	Stormmeeuw								GSE
	n.v.t.	Zilvermeeuw								GSE

8.3 Voordelta

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat voor de doelsoorten van de Voordelta effecten kunnen optreden door vertroebeling, continu onderwatergeluid, impuls onderwatergeluid, verstoring als gevolg van geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is geconstateerd dat er geen sprake is van cumulatie. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat:

Vertroebeling
Er is sprake van vertroebeling op de bodem in de Voordelta op een oppervlakte van 53 hectare (zie paragraaf 6.1). De maximale concentratieverhoging op de bodem is 3 mg/L. Binnen enkele dagen daalt de concentratieverhoging tot onder de 2 mg/L. Dit beeld geldt ook voor de dagen waarop kleinere slibwolken ontstaan.

Doordat de vertroebeling tijdelijk is en habitattypen H1110B (permanent overstroomde zandbanken) en H1140B (slik- en zandplaten) gewend zijn aan een dynamisch systeem is er geen sprake van een significant negatief effect op de kwaliteit van de habitattypes (doelstelling behoud). Significant negatieve effecten op de landelijke en lokale staat van instandhouding van deze habitattypen treden niet op. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

In de waterkolom is er geen slibwolk aanwezig en treedt er geen barrière werking op voor trekvissen. Negatieve effecten op de populatiedoelstellingen voor trekvissen (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van vertroebeling op de staat van instandhouding van trekvissen (landelijk ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Continu onderwatergeluid
Er is sprake van tijdelijke verstoring door onderwatergeluid als gevolg van de voorgenomen activiteit in de Voordelta. Een deel van deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat (door recreatie- en scheepvaart). In deze gebieden is sprake van gewenning. Op deze locaties heeft de verstoring dus geen invloed op de kwaliteit van het habitat. Tijdelijke verstoring in rustigere gebieden zal ook geen permanent effect hebben op de habitatskwaliteit. Het project heeft geen negatieve invloed op de instandhoudingsdoelen voor de kwaliteit van het habitat van trekvissen of zeezoogdieren, namelijk behoud of verbetering. Er zijn ruim voldoende uitwijkmogelijkheden voor trekvissen en zeezoogdieren. Doordat het geluid zich verplaatst, is er geen sprake van barrièrewerking. De kans dat individuele zeezoogdieren TSS oplopen door de werkzaamheden, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten op de populatiedoelstelling (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van continu onderwatergeluid op de staat van instandhouding van zeezoogdieren of trekvissen (landelijk zeer ongunstig/ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Impuls onderwatergeluid
Impuls-onderwatergeluid door het heien van het platform reikt niet tot in de Voordelta. Zeezoogdieren en trekvissen waar in de Voordelta een instandhoudingsdoel voor is, kunnen wel buiten de Voordelta met het impuls-onderwatergeluid van dit project in aanraking komen. In de

Voordelta gelden instandhoudingsdoelen voor populatiebehoud en vergroting voor zeeprik, rivierprik, elft, fint, bruinvis, grijze zeehond, en gewone zeehond. Landelijk is de staat van instandhouding van deze soorten (zeer) ongunstig. Om effecten op individuen van deze en andere soorten te beperken zijn er drie mitigerende maatregelen genomen: het gebruik van een Acoustic Deterrent Device (ADD), een slow and soft start en het gebruik van een bellenscherm of vergelijkbare geluidsreducerende maatregel. Met toepassing van deze maatregelen blijkt uit hoofdstuk 6 dat individuele dieren mogelijk tijdelijk ander foerageergebied moeten zoeken, maar dat significante effecten op de bruinvis- en zeehonden populaties zijn uitgesloten. Voor trekvissen geldt dat de kans dat aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau verwaarloosbaar klein is. Significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeezoogdieren en trekvissen, zowel landelijk als in de Voordelta, zijn daarom uitgesloten. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Bovenwaterverstoring
De route van het tracé in de Voordelta loopt langs de Hinderplaat. Deze plaat wordt gebruikt door zogende grijze en gewone zeehonden, die tijdens het zoog- en verhaarseizoen verstoringsgevoelig zijn. De Hinderplaat is dynamisch en de toekomstige ligging is niet te voorspellen. Het nemen van een mitigerende maatregel (zie paragraaf 9.2) is daarom nodig om significante effecten van verstoring op de populatie gewone (verbeterdoelstelling) en grijze (doelstelling behoud) zeehonden in de Voordelta te voorkomen. Buiten het verstoringsgevoelige seizoen is een ruim oppervlak beschikbaar dat door de werkzaamheden niet verstoord wordt om naar uit te wijken en zijn significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeehonden daarom uitgesloten.

In de Voordelta geldt voor de kwaliteit van het habitat en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het habitat gelijk, conform de doelstelling. Binnen het verstoringsbereik van de vaargeul en het tracé bevinden zich verstoringgevoelige vogels zoals de roodkeelduiker, de zwarte zee-eend en de bergeend. Voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend is er ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf- en rustgebied. En zijn significante effecten van verstoring in de Voordelta op populaties van de zwarte zee-eend en de roodkeelduiker daarmee uitgesloten. Om te voorkomen dat er significante effecten op de bergeend populatie in de Voordelta optreden is er een mitigerende maatregel nodig (zie paragraaf 9.2).

Habitataantasting
In de Voordelta vindt aantasting plaats van habitattype H1110B, permanent overstroomde zandbanken (0.2 % van het areaal). Voor dit habitattype geldt een behoudsdoel voor kwaliteit en oppervlak in de Voordelta. Het verstoorde oppervlak is beperkt. Er kan aantasting plaatsvinden in het bodembeschermingsgebied (<0.07% van het areaal). In het bodembeschermingsgebied is zware bodemberoerende visserij niet toegestaan. Habitataantasting door Net op zee Nederwiek 2 is minder intensief dan de boomkorvisserij, voornamelijk omdat het eenmalig is waarna de bodem zich kan herstellen. Langs het tracé lijken zich geen hotspots te bevinden, behalve van halfgeknotte strandschelp bij de aanlanding. Het tracé loopt hier langs de rand van de hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Habitataantasting van dit relatief kleine areaal is tijdelijk en bodemfauna zal zich na 3 tot 5 jaar hersteld hebben. Op land is er een smalle strook van habitataantasting die overlapt met de Voordelta. Deze strook beïnvloedt geen habitattypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier ook niet aanwezig. Er zijn dus geen negatieve effecten op het behoud van de kwaliteit en het oppervlak op de lange termijn. Significante negatieve effecten op het instandhoudingsdoel als gevolg van habitataantasting zijn daarom uitgesloten.

Elektromagnetische velden
Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden, dat het niet aannemelijk is dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van populaties, of voor habitatkwaliteit voor deze soorten zijn daarmee uitgesloten.

Bruinvissen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. De landelijke staat van instandhouding van de bruinvis is ongunstig. In de Voordelta geldt een verbeteringsdoel voor de kwaliteit van het habitat en voor de omvang van de populatie. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij verstoring optreedt in het navigatievermogen (zie paragraaf 7.6 voor de uitgebreide toelichting). Het is daarom niet aannemelijk dat de populatie bruinvissen in de Voordelta of over het gehele NCP negatieve effecten ondervindt van elektromagnetische velden van de gelijkstroomkabel Net op zee Nederwiek 2. Uit berekeningen en kaarten bleek in paragraaf 7.7 dat (ac)cumulatie van velden is uitgesloten. De kwaliteit van het habitat voor bruinvis blijft daarom gelijk aan de huidige situatie. Dit project heeft daarom geen significant negatief effect op het instandhoudingsdoel voor habitatkwaliteit of populatieomvang van de bruinvis.

Samenvatting
Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 8-2.

Tabel 8-2 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Voordelta. NB = Niet Beinvloed. GSE = Geen Significant Effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwaterverstoring	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
Habitat-typen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	-	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				Tijdelijke aantasting op zeer kleine schaal. Habitat herstelt zich.		GSE
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	+	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				NB		GSE
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=						NB		GSE
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=						NB		GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwaterverstoring	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=						NB		GSE
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	=						NB		GSE
	H2110	Embryonale duinen	+	=	=						NB		GSE
	H2120	Witte duinen	-	=	=						NB		GSE
Habitat-soorten	H1095	Zeeprik	-	=	=	>	Geen effect op populatie niveau.	Tijdelijke verstoring in gebieden waar gewenning is opgetreden. Voldoende uitwijkmogelijkheden	Geen effect op populatie niveau en daarmee geen extern effect.			Geen effect	GSE
	H1099	Rivierprik	-	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1102	Elft	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1103	Fint	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1351	Bruinvis	-	=	>	=			Met toepassing van mitigerende maatregelen geen effect op populatie niveau en daarmee geen extern effect.			Geen verstoring navigatie-vermogen	GSE
	H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=			Geen effect op populatie	Met toepassing van		Geen effect	GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwaterverstoring	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	H1365	Gewone zeehond	-	=	>	>			niveau en daarmee geen extern effect.	mitigerende maatregel voor zogende grijze en gewone zeehonden geen effect op populatieniveau.		Geen effect	GSE
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker	-	=	=	n.v.t.				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden.			GSE
	A005	Fuut	-	=	=	280							GSE
	A007	Kuifduiker	+	=	=	6				NB			GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	480				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden.			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	10				NB			GSE
	A043	Grauwe gans	+	=	=	70				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A048	Bergeend	+	=	=	360				Met toepassing van een			GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwaterverstoring	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
										mitigerende maatregel voor de bergeend geen effect op populatieniveau.			
	A050	Smient	+	=	=	380				Tijdelijke verstoring in reeds verstoord gebied, voldoende uitwijk-mogelijk-heden.			GSE
	A051	Krakeend	+	=	=	90							GSE
	A052	Wintertaling	-	=	=	210							GSE
	A054	Pijlstaart	-	=	=	250							GSE
	A056	Slobeend	+	=	=	90							GSE
	A062	Toppereend	--	=	=	80							GSE
	A063	Eidereend	--	=	=	2500							GSE
	A065	Zwarte zee-eend	-	=	=	9700							GSE
	A067	Brilduiker	+	=	=	330							GSE
	A069	Middelste zaagbek	+	=	=	120							GSE
	A130	Scholekster	--	=	=	2500							GSE
	A132	Kluut	-	=	=	150							GSE
	A137	Bontbekplevier	+	=	=	70							GSE

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwaterverstoring	Habitat-aantasting	Elektromag-netische velden	Conclusie
	A141	Zilverplevier	+	=	=	210				NB			GSE
	A144	Drieteenstrandloper	-	=	=	350				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijkheden			GSE
	A149	Bonte strandloper	+	=	=	620				NB			GSE
	A157	Rosse grutto	+	=	=	190				NB			GSE
	A160	Wulp	+	=	=	980				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijk-mogelijkheden			GSE
	A162	Tureluur	-	=	=	460							GSE
	A169	Steenloper	--	=	=	70							GSE
	A177	Dwergmeeuw	-	=	=	=							GSE
	A191	Grote Stern	--	=	=	=							GSE
	A193	Visdief	-	=	=	=							GSE

9 Conclusie

9.1 Gebiedsbescherming

Het uitvoeren van Net op zee Nederwiek 2 leidt niet tot significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door vertroebeling in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Voordelta, en niet op significant negatieve effecten op vogelrichtlijnsoorten door verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Daarnaast is het uitgesloten dat aangewezen habitattypen en doelsoorten voor Natura 2000-gebied Voordelta significant negatieve effecten ondervinden als gevolg van continu onderwatergeluid, verstoring door geluid, beweging en licht, habitataantasting en elektromagnetische velden. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen (uitgelicht in paragraaf 9.2) zijn significant negatieve effecten als gevolg van impuls-onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebied Voordelta uitgesloten.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn, met inachtneming van de mitigerende maatregelen, eveneens uitgesloten. De activiteiten kunnen daarom uitgevoerd worden in overeenstemming met de bepalingen van de Wnb.

9.2 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen worden toegepast.

Ter beperking van onderwatergeluid:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter voorafgaand aan de heiwerkzaamheden.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het gebruik van een enkel of dubbel bellenscherm om onder de geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 meter) uit te komen.

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

- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie voor het beperken van onderwatergeluid bij heiwerkzaamheden het gewenste effect heeft worden ter controle project specifieke berekeningen uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 meter) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).

Ter beperking van verstoring door bovenwatergeluid:

- Bij werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de Tweede Maasvlakte wordt gebruik gemaakt van een professionele zeehondenwaarnemer. Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen,

mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer legt indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stil, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet automatisch voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. De zeehondenwaarnemer verifieert of er zeehonden aanwezig zijn binnen 1.200 meter vanaf het schip. De zeehondenwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap hij/zij hiervoor nodig heeft. De zeehondenwaarnemer moet tijdens de werkzaamheden op land, wanneer het kan, vanaf het strand de zeehonden waarnemen. Indien het zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen. Als onverhoopt de werkzaamheden hierdoor het gehele zoogseizoen geen doorgang kunnen vinden, worden deze na het zoogseizoen afgerond. De kans op complete stillegging van de werkzaamheden is klein aangezien de kans op zogende zeehonden bij hoogwater laag is. De werkzaamheden hoeven niet stilgelegd te worden als er een zeehond uit eigen beweging naast de boot komt zogen.

- Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (juni t/m september) van de Bergeend in de kustzone dient gebruikt gemaakt te worden van een professionele vogelwaarnemer die zich aan boord van het schip bevindt. Aangezien bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand de werkzaamheden voor één of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op de Maasvlakte dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1.500 meter van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap geschikt voor het waarnemen is. Indien het zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

Ter algehele borging worden de volgende maatregelen genomen:

- In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft, dat verlichting naar binnen is gericht, en dat deze naar buiten toe wordt afgeschermd.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen gedaan in deze toets in een ecologisch werkprotocol/ heiplan. Hierin komen alle bovenstaande maatregelen, en uitwerkingen van gevoelige periodes voor beschermde soorten en de daaruit volgende restricties te staan. In het ecologisch werkprotocol komen de maatregelen vanuit Natura 2000-wetgeving (voorliggende Passende Beoordeling) en de soortenbescherming (separate soortenbeschermingstoets) samen.

10 Referenties

Aarts, G. (2021). *Memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.

Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (Phoca vitulina) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, *November*, 43. http://dx.doi.org/10.18174/400306.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (*Uria aalge*), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *147*(6), 4069–4074. https://doi.org/10.1121/10.0001400

Apeldoorn, R. C. Van, & Smit, C. J. (2006). Vuurwerk en natuur. *Alterra Wageningen*, *Alterra-ra*(September).

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2021). *Mogelijke ecotoxicologische effecten van vervuild Veerse Meer slib.* (D10042366).

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns Sterna sandvicensis varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, *152*(4), 815–825.

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

BIJ12. (2017). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bijlsma, R. J., Janssen, J. A. M., Weeda, E. J., & Schaminée, J. H. J. (2014). *Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). *Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014*.

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.

Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.

Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2014). *Typische soorten van de Noordzeekust, 1994-2012. (Indicator 1562, versie 01 , 28 maart 2014)* .

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Cutts, N., Phelps, A., & Burdon, D. (2009). *Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance*.

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Laak, G. A. J. (2009). *Kennisdocument elft*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.

Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

European Environmental Agency. (2019). *EUNIS -Factsheet for Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*.

Fijn, R. C., & de Jong, J. W. (2019). *Vogelwaarden van een mogelijk Natura 2000-gebied Bruine Bank. Populatieschattingen van kwalificerende en niet-kwalificerende soorten binnen drie mogelijke gebiedsbegrenzingen.*

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (21–281). Bureau Waardenburg.

Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., & Grill, D. (2004). Effects of weak 16 3/2 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics*, *25*(8), 638–641. https://doi.org/10.1002/bem.20058

Foppen, R. P. B., & Roodbergen, M. (2020). *Vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse Haven Handreiking voor een beoordelingskader*. Sovon.

Freake, M. J., Borland, S. C., & Phillips, J. B. (2002). Use of a Magnetic Compass for Y-Axis Orientation in Larval Bullfrogs, Rana catesbeiana. *Copeia*, *2020*(2), 466–471.

Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.

Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.

Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.

Ghosh, D., Ghosh, A., & Bhadury, P. (2022). Arsenic through aquatic trophic levels: Effects, transformations and biomagnification—a concise review. *Geoscience Letters*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s40562-022-00225-y

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.

Goudswaard, K., & van Bemmelen, R. S. A. (2010). *Een verkenning naar de natuurwaarden van de Zeeuwse Banken*.

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

ICBR. (2009). *Afleiding milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

Jak, R., & Tamis, J. (2011). *Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming*.

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

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700.

Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, Lampetra fluviatilis (L.), Lampetra planeri (Bloch) and Petromyzon marinus (L.): A context for

conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Landler, L., & Gollmann, G. (2011). Magnetic orientation of the Common Toad: Establishing an arena approach for adult anurans. *Frontiers in Zoology*, *8*(1), 6. https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-6

Leopold, Mardik., & Baptist, M. J. (2007). *Wageningen IMARES Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies de Kustzee , Spisula en enkele beschermde soorten zeevogels Inhoudsopgave*. *C014/07*.

Levitt, B. B., Lai, H. C., & Manville, A. M. (2022). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. *Reviews on Environmental Health*, *37*(1), 81–122. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0026

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(11), 1944–1952.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. *Rivers, Ecology Series*, *3*.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.

Ministerie van Economische Zaken. (2008a). *Profielschets Fint H1103 (Alosa fallax)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2008b). *Profielschets Rivierprik H1099 (Lampetra fluviatilis)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2008c). *Profielschets Zeeprik H1095 (Petromyzon marinus)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

Ministerie van Infrastructuur & Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan*.

Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. (2021). *Ontwerpbesluit Natura 2000-gebied Bruine Bank*.

Ministerie van LNV. (2008a). *Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten* .

Ministerie van LNV. (2008b). *Profielen Vogels, Aalscholver (Phalacrocorax carbo) A017*.

Ministerie van LNV. (2008c). *Profielen Vogels, Fuut (Podiceps cristatus) A005*.

Ministerie van LNV. (2014). *H1110 Permanent overstroomde zandbanken*.

Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.

Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.

Moorsel, G. Van, Horssen, P. Van, & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel—Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat—Centraal Bureau voor de Statistiek*. *October*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

NextGeo. (2022). *Survey Data Nederwiek 1 and 2—Geotechnical Part 1 and Part 2.*

Noordzeeloket. (2019). *Voordelta*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Ortega, J. C. G., Figueiredo, B. R. S., da Graça, W. J., Agostinho, A. A., & Bini, L. M. (2020). Negative effect of turbidity on prey capture for both visual and non-visual aquatic predators. *Journal of Animal Ecology*, *89*(11), 2427–2439. https://doi.org/10.1111/1365-2656.13329

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.

Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).

Phillips, J. B. (1986). Magnetic compass orientation in the Eastern red-spotted newt (Notophthalmus viridescens). *Journal of Comparative Physiology. A, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, *158*(1), 103–109. https://doi.org/10.1007/BF00614524

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).

Ramaker, R. (2015). *Bruinvis weer thuis in schonere Westerschelde*. Resource - Wageningen University.

RAVON. (2022). *Zeeprik*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1228

RAVON. (2023a). *Elft*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1014

RAVON. (2023b). *Fint*.

RAVON. (2023c). *Rivierprik*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1156

RAVON. (2021). *Zeeprik*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/zeeprik

Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation 1997 6:4*, *6*(4), 567–581. https://doi.org/10.1023/A:1018385312751

Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.

Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).

RPS. (2018). *Review of Effects of Construction Noise on Birds in SSSI near springs Road Exploratory Wellsite Quality Management.* RPS.

Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, *41*(3), 24–32.

Smit, C. J., Brasseur, S. M. J. M., & Ens, B. J. (2007). *Effecten van schietoefeningen vanaf Fort Erfprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. Een inventarisatie van bestaande kennis en een voorstudie voor nader onderzoek*. *november*, 1–49.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

Sovon. (2021). *Bergeend*. https://www.sovon.nl/nl/soort/1730

Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel rivierprik*.

Staatscourant. (2016). Wet van 16 december 2015, houdende regels ter bescherming van de natuur (Wet natuurbescherming). *Staatsblad 2016*, *34*.

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van Bruggen, M., Swartjes, F. A., Pit, P., Griffioen, J., & Spijker, J. (2014). *Beoordeling gezondheidsrisico's van arseen op de Zandmotor.* (Briefrapport 2014-0063.). RIVM.

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels*.

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.

van Essen, M. (2021c). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

van Moorsel, G., Horssen, P. V., & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel—Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat—Centraal Bureau voor de Statistiek*. *October*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800

Waarlo, N. (2021). *Bijna een eeuw was er amper een elft in Nederland, vandaag worden er tachtigduizend uitgezet in de Waal*. Volkskrant.

Wang, N., Ye, Z., Huang, L., Zhang, C., Guo, Y., & Zhang, W. (2022). Arsenic Occurrence and Cycling in the Aquatic Environment: A Comparison between Freshwater and Seawater. *Water*, *15*(1), 147. https://doi.org/10.3390/w15010147

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Xu, C., Wei, S., Lu, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Song, T. (2013). Removal of the local geomagnetic field affects reproductive growth in Arabidopsis. *Bioelectromagnetics*, *34*(6), 437–442. https://doi.org/10.1002/bem.21788

Zhang, W., Miao, A.-J., Wang, N.-X., Li, C., Sha, J., Jia, J., Alessi, D. S., Yan, B., & Ok, Y. S. (2022). Arsenic bioaccumulation and biotransformation in aquatic organisms. *Environment International*, *163*, 107221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107221

Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof

COLOFON

Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 2

Projectnummer

Datum
30-08-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Ecologische beoordeling stikstof

Bijlage A bij de Passende Beoordeling van Net op zee Nederwiek 2
TenneT

31 augustus 2023

Contactpersoon

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

Inhoudsopgave

1 Aanleiding, doel en uitgangspunten 5
1.1 Inleiding en leeswijzer 5
1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie 5
1.2.1 Wet natuurbescherming 5
1.2.2 Cumulatie van effecten 6
1.3 Uitgangspunten 6
1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie 6
1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie 7
2 De ecologische betekenis van stikstof 8
2.1 Toelichting 8
2.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof 8
2.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie 9
2.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof 10
2.5 Kritische depositiewaarden 12
2.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland 13
3 Methode ecologische beoordeling 14
3.1 Inleiding 14
3.1.1 Aanpak 14
3.1.2 Instandhoudingsdoelen en KDW 14
3.2 Algemene reikwijdte projectdepositie 15
3.3 Relatieve bijdrage project 15
3.3.1 Landelijk beeld 15
3.3.2 Stikstofemissies en -deposities van het project 16
3.3.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie 17
3.4 Wijze van beoordelen 18
3.4.1 Hoogte van de depositie 18
3.4.2 Beoordelen effecten stikstofdepositie 18
3.4.3 Habitattypen versus leefgebieden en habitatrichtlijnsoorten 19
4 Effectbeoordeling habitattypen 20
4.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin 20
4.1.1 Wijze van beoordeling 20

4.1.2 Korte gebiedskarakteristiek 21
4.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin 22
4.1.3.1 H2120 Witte duinen 23
4.1.3.2 H2130A Grijze duinen (kalkrijk) 26
4.1.3.3 H2130B Grijze duinen (kalkarm) 29
4.1.3.4 H2130C Grijze duinen (heischraal) 32
4.1.3.5 H2180Ao Duinbossen (droog), overig 35
4.1.3.6 H2180C Duinbossen (binnenduinrand) 39
4.1.3.7 H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen 41
4.1.3.8 H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) 45
4.1.3.9 H1014 Nauwe korfslak 47
4.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin 51
4.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling 51

5 Algemene effectbeoordeling stikstofdepositie 52

5.1 Inleiding 52
5.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten 52
5.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie 53
5.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling 54
5.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie 55
5.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen 57
5.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen 59
5.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van overbelaste systemen 59
5.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang 60
5.10 Conclusie effect tijdelijk, lage stikstofdepositie 60

6 Beoordeling cumulatie 61

7 Conclusie 62

8 Bronnen 63

Bijlage Aerius berekeningen 65

1 Aanleiding, doel en uitgangspunten

1.1 Inleiding en leeswijzer

Deze Ecologische beoordeling stikstof gaat in op het effect van stikstofuitstoot als gevolg van het Net op zee Nederwiek 2 op de instandhouding van stikstofgevoelige beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden. Deze rapportage is een bijlage bij de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER). Het MER en inpassingsplan geeft een uitgebreide toelichting op de potentiële negatieve effecten van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg en het gebruik van het Net op zee Nederwiek 2.

Hiervoor is een berekening gedaan met de meest recente versie van Aerius ten tijde van schrijven (2023), waaruit blijkt dat sprake is van enige vorm van stikstofdepositie op hiervoor gevoelige habitattypen. Als eerst wordt ingegaan op de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor het berekenen en de effectbeoordeling. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van wat stikstof is, hoe het werkt in ecosystemen (de functie en gevolgen van stikstof) en waarom stikstofdepositie een knelpunt is in veel Nederlandse Natura 2000-gebieden. Op basis van deze kennis is vervolgens een effectbeoordeling uitgevoerd. Deze beoordeling bestaat uit twee delen: een specifiek deel, waarin de depositie gerelateerd wordt aan de kwaliteit van specifieke habitattypen die enige mate van extra stikstof ontvangen (hoofdstuk 4) en een meer algemeen deel waarin de hoeveelheid stikstofdepositie geanalyseerd wordt in relatie tot ecosystemen in het algemeen (hoofdstuk 5).

Op basis van de kennis, analyse en deelconclusies is vervolgens een eindoordeel gegeven of er een effect is van de projectdepositie en zo ja, wat dit betekent in relatie tot de Wet natuurbescherming.

Kader 1. Rekenresultaat stikstofdepositie als gevolg van aanleg Net op zee Nederwiek 2

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Uit de berekeningen blijkt dat gedurende de aanlegfase de hoogste depositie optreedt in het Natura 2000-gebied Voornes Duin. De depositie bedraagt maximaal 0,44 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. De depositie tijdens de gebruiksfase is niet hoger dan 0,00 mol N/ha/j.

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie

1.2.1 Wet natuurbescherming

Deze ecologische beoordeling stikstof is onderdeel van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER) die opgesteld is als verplichting uit de Wet natuurbescherming (Wnb). De Wnb is op 1 januari 2017 in werking getreden.

Het is verboden een plan vast te stellen dat niet vergunbaar is of zonder vergunning een project uit te voeren dat, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitattypen of leefgebieden van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatie significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning niet verleend voordat uit een Passende Beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een Passende Beoordeling is gemaakt en een nieuwe Passende Beoordeling geen nieuwe gegevens op inzichten op kan leveren. Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenseren maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.7 lid 2 en lid 3 onder a en 2.8 lid 1-8).

Dit betekent dat beoordeeld moeten worden of de effecten als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 1 leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van (relevante) Natura 2000-gebieden en wanneer dit het geval is

een vergunning nodig is. Een van de mogelijke effecten is verzuring en/of vermesting door verhoogde stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de realisatiewerkzaamheden en de gebruiksfase. Deze effectbeoordeling geeft invulling aan de bovenbeschreven verplichting uit de Wnb.

Voor een uitgebreide toelichting en beschrijving van het wettelijk kader wordt verwezen naar de hoofdrapportage van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER).

Programma Aanpak Stikstof (PAS)

In de Wnb was opgenomen dat een programmatische aanpak van (mogelijk) negatieve effecten toegestaan is. Voor de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden was het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2015 opgesteld. Het idee hierachter was dat generiek, op landelijk niveau de negatieve effecten van overmatige stikstofdepositie op voorhand beoordeeld werden en maatregelen getroffen zouden worden om deze effecten te niet te doen.

Op 29 mei 2019 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) een aantal uitspraken gedaan over het PAS. Met de PAS-uitspraken zijn de drempelwaarden die de Wnb in samenhang met het PAS bevatte voor vergunningplicht (1 mol N/ha/jaar) en meldingsplicht (0,05 mol N/ha/jaar) niet langer rechtsgeldig. Op grond hiervan geldt dat voor activiteiten die een depositie veroorzaken van meer dan 0,00 mol N/ha/jaar niet op voorhand een negatief effect op Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten en dat deze effecten moeten worden bepaald en beoordeeld. De uitspraken van de ABRvS hebben daardoor ook gevolgen voor projecten en activiteiten met een tijdelijk karakter, die kleine en tijdelijke verhogingen van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden tot gevolg hebben.

1.2.2 Cumulatie van effecten

In artikel 2.7 van de Wnb is aangegeven dat een project niet alleen op zichzelf, maar ook in combinatie met andere projecten beschouwd moet worden. In dit rapport gaat het om de cumulatie van de stikstofdepositie. Overige mogelijke cumulatie is beschreven in de Passende Beoordeling zelf. Cumulatie is relevant voor die Natura 2000-gebieden en die habitattypen waar als gevolg van het Net op zee Nederwiek 2 stikstofdepositie optreedt en daarmee een potentieel negatief effect niet bij voorbaat kunnen worden uitgesloten.

1.3 Uitgangspunten

Deze paragraaf geeft inzicht in de methode die is gebruikt om effecten als gevolg van tijdelijke stikstofemissies en daarmee samenhangende stikstofdeposities te kunnen bepalen. Het betreft de uitgangspunten die zijn gebruikt voor de berekeningen van de stikstofdeposities met behulp van het programma Aerius en om een beschrijving van het potentiële negatieve effect voor Natura 2000.

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie

De depositie op stikstofgevoelige natuur wordt bepaald met het instrument Aerius. Dit model van het RIVM vertegenwoordigt de best beschikbare methode hiervoor. Op 6 april 2023 is er een nieuwe Aerius-calculator (2022.1) beschikbaar gekomen. De berekeningen voor Net op zee Nederwiek 2 zijn met een Aerius-calculator versie van vóór 6 april 2023 uitgevoerd. Echter wordt er op de Aerius-website van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) vermeld dat rekenresultaten ongewijzigd blijven door de release van de Aerius-calculator van 6 april 2023.[1]

Om de depositie te bepalen zijn de emissiebronnen van het project geïnventariseerd. Het project is in onderdelen gesplitst en per onderdeel is bepaald welk materieel, met welk vermogen, hoe lang en waar wordt ingezet. Deze uitwerking is gebaseerd op een conservatieve inschatting van de verschillende activiteiten. Op basis van de uitvoering van vergelijkbare projecten is het aantal uren inzet van materieel bepaald, de gemiddelde emissiekarakteristiek (meestal op basis van leeftijd van materieel) en de zwaarte van het materieel. De locaties van de werkzaamheden liggen hiermee vast.

Op basis van de uitwerking is met de Aerius-calculator berekend welke deposities optreden. De uitgangspunten van de berekeningen met Aerius zijn voor de aanlegfase opgenomen in de bijlage van deze ecologische beoordeling

[1] https://www.aerius.nl/nl/nieuws/release-6-april-aerius-calculator-connect-20221-beschikbaar

stikstof. Uitgangspunt is dat het kabeltracé in een (2x2)-configuratie wordt aangelegd (in plaats van de (1x4)-kabelconfiguratie), omdat hiervoor een extra installatieschip nodig is. Hiermee is de (2x2)-kabelconfiguratie de worst-case aanlegmethode qua uitstoot. Daarnaast zijn deposities berekend voor de gebruiksfase, waarbij onderscheid is gemaakt in twee mogelijke scenario's: onderhoud per helikopter met materiaal per boot (scenario 1) en onderhoud per boot in combinatie met een helikopter (scenario 2). Voor beide scenario's geldt dat uit de Aerius-berekening volgt dat de maximale stikstofdepositie van 0,00 mol N/ha. Er is dus geen sprake van meetbare stikstofdepositie in de gebruiksfase en daarmee geen effect op Natura 2000-gebieden door de emissie van stikstof tijdens deze fase. Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie in de aanlegfase. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie op als gevolg van het project. De gebruiksfase komt daarom niet verder aan bod in deze ecologische beoordeling stikstof.

De NOx -emissies worden grotendeels door de baggerschepen uitgestoten. Door emissiebeperkende maatregelen aan de baggerschepen te treffen, kunnen de NO_x -emissies aanzienlijk worden verlaagd. Door het toepassen van bijvoorbeeld SCR (selective catalytic reduction) of het gebruik van ander brandstof zoals LNG in de baggerschepen, kunnen de NO_x emissies met naar verwachting minimaal 80% worden gereduceerd. Deze emissiereductie van 80% NO_x reductie op baggerschepen is meegenomen in de Aerius-berekening. In de rest van de toets is uitgegaan van deze berekening met emissiereductie.

De verwachting is dat de aanlegfase tenminste drie jaar zal duren. In de Aerius-berekening is uitgegaan van een totale depositie (alsof de depositie in één kalenderjaar plaatsvindt). Dit omdat het om een tijdelijke ingreep gaat (na realisatie is geen sprake meer van meetbare depositie) en op deze wijze inzicht verkregen wordt in het totale planeffect. Stikstof accumuleert in het ecosysteem, waardoor alleen inzicht in de (tijdelijke) jaarlijkse bijdragen geen goed beeld geeft van de daadwerkelijke depositie door de aanleg. De berekende planeffectwaarden worden gebruikt als toetswaarde ten opzichte van bijvoorbeeld de kritische depositiewaarde (die uitgaat van de mate van depositie per jaar), hiermee is de toetsing een worst-case benadering, omdat de depositie in werkelijkheid verspreid over de aanlegperiode neerkomt.

Voor de berekeningen is uitgegaan van de achtergronddepositie in het jaar 2023. Op basis van het ingezette beleid ten aanzien van duurzame energieopwekking en maatregelen om andere vormen van stikstofemissies te verminderen in onder andere de industrie, is de verwachting dat de komende jaren (ook gedurende de looptijd van de realisatie) de hoogte van de achtergronddepositie daalt. Dat de achtergronddeposities uit 2023 wordt gebruikt is hierdoor een worst-case uitgangspunt, namelijk het jaar met de verwachte hoogste achtergronddepositie.

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie

Potentiële negatieve effecten die als gevolg van stikstofdepositie optreden, zijn alleen van toepassing voor de aanlegfase. Tijdens de gebruiksfase is geen sprake van meetbare stikstofdepositie. Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie tijdens de aanlegfase. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie meer op.

Het project is bedoeld om elektriciteit van windturbines op zee naar land te transporteren en voorkomt daarmee in samenhang met de windparken dat deze zelfde elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen met bijkomende stikstofemissies. Het project Net op zee Nederwiek 2 draagt daarmee gedurende de gebruiksfase bij aan de gewenste daling van de landelijke stikstofdepositie.

Belangrijke negatieve effecten van stikstofdepositie komen voort uit structurele overbelasting. Een overbelasting aan stikstof cumuleert in het systeem omdat het niet verwerkt kan worden door afvoer door bijvoorbeeld begrazing of buffering door neutraliserende stoffen. Een overbelasting aan stikstof kan leiden tot vermesting en verzuring. De soortensamenstelling kan wijzigen, doordat soorten die beter of meer stikstof kunnen opnemen of sneller groeien, gaan domineren en de gewenste, veelal langzamer groeiende soorten (bestand tegen voedselarmere omstandigheden) uit het systeem verdwijnen. Over het algemeen zijn de gewenste soorten van het systeem, soorten van meer schrale (voedselarme) omstandigheden. In een groot aantal Natura 2000-gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen gesteld voor habitattypen die gevoelig zijn voor het verzurende of vermestende effect van stikstof. Eventuele aanwezige soorten die afhankelijk zijn van deze habitattypen kunnen daarmee eveneens een negatief effect ondervinden.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de functie van stikstof in het ecologisch systeem en de potentiële effecten van additionele stikstofdepositie, afhankelijk van de situatie die van toepassing is voor een habitattype.

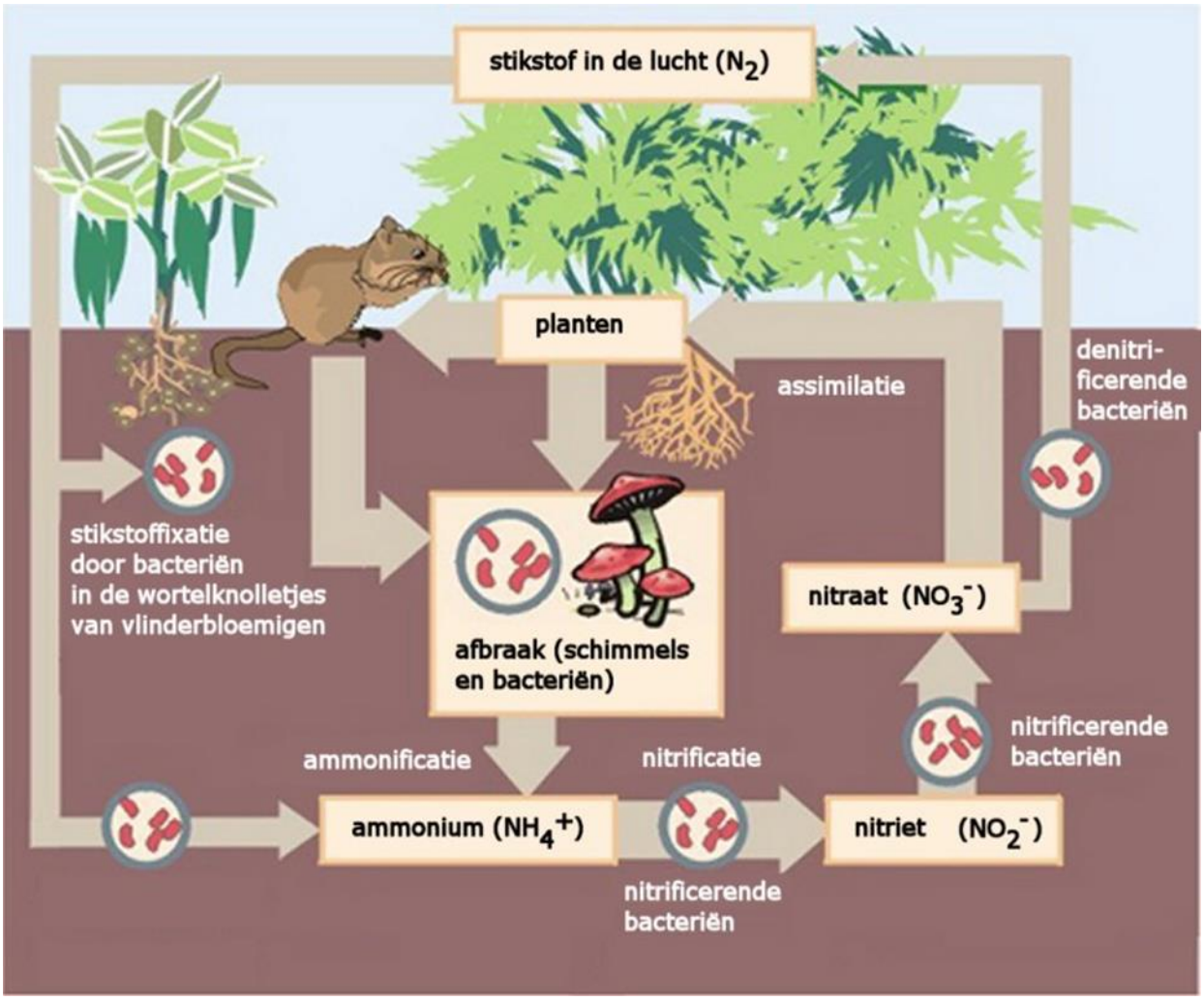
2 De ecologische betekenis van stikstof

2.1 Toelichting

In dit hoofdstuk is toegelicht hoe stikstof ingrijpt in natuurlijke systemen en welke potentiële negatieve effecten kunnen optreden. Belangrijke delen van deze paragraaf zijn overgenomen uit het rapport “Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Ecologische onderbouwing van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)” van Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken (Smits & Bal, 2012). Waar relevant zijn verwijzingen naar onderliggende bronnen overgenomen.

2.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof

Stikstof is één van de onmisbare bouwstenen voor het leven op aarde, en is daarmee in ecologisch opzicht van groot belang. Stikstof (N) komt in organisch materiaal onder andere voor in aminozuren en eiwitten. De problematiek rondom stikstofdepositie zit hem in de mate waarin dit element in reactieve vorm aan onze omgeving wordt toegevoegd als gevolg van menselijke activiteiten. De belangrijkste vormen van reactief stikstof zijn stikstofoxiden (NO_x) en ammonium (NH_4^+). Gebonden stikstof (N_2), dat 80% van de atmosfeer vormt, heeft geen directe invloed op het functioneren van ecosystemen.



Figuur 2-1 Vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop (bron: Wikipedia).

Planten kunnen stikstof via de wortels opnemen in de vorm van nitraat (NO_3^-). Stikstof dat in de vorm van ammonium (NH_4^+) in de bodem aanwezig is, moet daarom eerst via denitrificatie omgezet worden in nitriet en nitraat (Figuur 2-1). Ammonium kan zowel door depositie als door mineralisatie van organisch materiaal in de bodem terecht komen.

Stikstofverbindingen zijn in veel half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen beperkend voor de plantengroei. Nogal wat plantensoorten zijn aangepast aan nutriëntenarme omstandigheden en kunnen alleen succesvol voortbestaan op bodems met lage N-niveaus, omdat ze hier geen concurrentie ondervinden van snelgroeiende en stikstoftolerante soorten zoals grassen, bramen en brandnetels.

Stikstof kan op verschillende manieren in het leefmilieu van planten terechtkomen: door mineralisatie van organisch materiaal, aanvoer via water of de lucht en door natuurlijke of door mensen uitgevoerde bemesting (Figuur 2-1). Stikstof kan weer uit het leefmilieu worden verwijderd door denitrificatie door bacteriën, uitspoeling, opname in de voedselketen en oogst van gewas (waaronder ook cyclisch natuurbeheer valt).

2.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie

De uitstoot (emissie) van luchtverontreinigende stoffen is in West-Europa in de loop van de twintigste eeuw sterk toegenomen. Tot eind jaren zeventig van de vorige eeuw was zwaveldioxide (SO_2) de hoofdcomponent van luchtverontreiniging, maar daarna zijn stikstofverbindingen relatief en absoluut steeds belangrijker geworden. Stikstofoxiden (NO_x: vooral NO_2 en NO) ontstaan hoofdzakelijk bij de verbranding van fossiele brandstoffen in de industrie, elektriciteitscentrales, verwarmingsinstallaties en verkeer. De grootste bron hiervan is op dit moment het (vracht)verkeer. Ammoniakgas (NH_3) komt vooral vrij door vervluchtiging uit mest en urine bij beweiding, in de stal of opslag, en vroeger als de mest uitgereden werd over het land. Andere bronnen zijn de industrie, waar ammoniak vrijkomt bij enkele productieprocessen, het autoverkeer en de opslag van afvalwater.

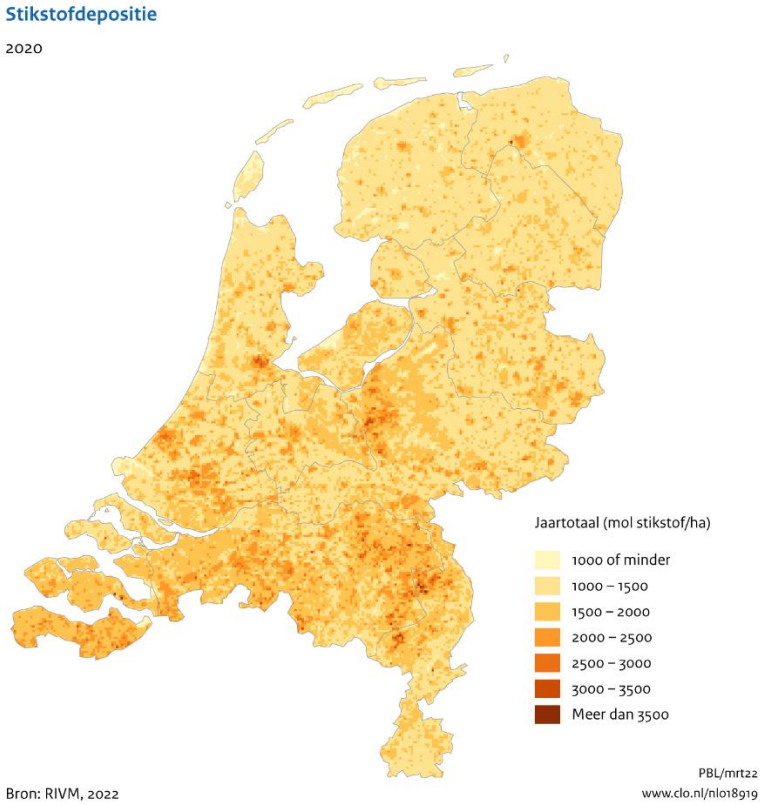
Stikstofoxiden en ammoniak komen na emissie in de atmosfeer terecht. Eenmaal in de lucht wordt het geëmitteerde gas meegevoerd door de wind, waardoor het wordt verspreid en verdunning van de concentraties aan stoffen optreedt. Ook ondergaan deze stoffen chemische reacties onder invloed van het zonlicht en de aanwezigheid van andere stoffen. Hierdoor veranderen zowel de chemische samenstelling als de vorm van de stikstofhoudende deeltjes. In de atmosfeer komen stikstofverbindingen daardoor zowel als gas, ion en aerosol (kleine vaste deeltjes) voor. Omzetting in aerosolen is onder meer van belang voor de afstand waarover de desbetreffende stoffen getransporteerd worden.

Hoe ver de verschillende componenten komen, wordt bepaald door een complex van factoren, waarbij vooral de emissiehoogte, de uitstroomsnelheid, de atmosferische omstandigheden (snelheid van luchtstromingen, turbulentie e.d.), de snelheid van chemische omzettingen, de depositiesnelheid van de desbetreffende verbinding en de aard en ruwheid van het aardoppervlak met zijn vegetatie van belang zijn. Uiteindelijk zullen al deze stoffen op het aardoppervlak terechtkomen. Dit proces wordt depositie genoemd en kan op verschillende manieren verlopen.

De directe afzetting of absorptie van gassen of aerosolen uit de atmosfeer aan het aardoppervlak (bodem, water of vegetatie) wordt droge depositie genoemd. Hoe hoger de snelheid van de depositie is, des te sneller wordt het gas of het deeltje uit de atmosfeer verwijderd. Zo is de transportafstand van NH_3 kort door de hoge depositiesnelheid van dit gas, terwijl die van het ammoniumaerosol door zijn lagere depositiesnelheid veel groter is. Een groot deel van de NO_2 wordt door het verkeer op lage hoogte uitgestoten. Echter, door de lage depositiesnelheid van NO_2 wordt deze stof toch veelal over grote afstanden getransporteerd.

Daarnaast treedt natte depositie op. Dit betreft het oplossen van emissies in wolken of regenwater en daaropvolgende neerslag van stikstofverbindingen. De natte depositie levert circa 25-30% van de totale N-depositie. De rest is droge depositie.

Door de ruimtelijke verspreiding van de bronnen en de verschillende transport- en omzettingsprocessen in de atmosfeer, is de depositie van N-verbindingen niet overal gelijk. Zelfs in een klein land als Nederland zijn de verschillen relatief groot: zo is de totale depositie van NOx (de som van droge en natte depositie van NO + NO_2 + HNO_3) in de stedelijke gebieden (o.a. in het westen van ons land) duidelijk hoger, terwijl de totale depositie van NHx (de som van droge en natte depositie van NH_4^+ en NH_3) hoger is in het landelijk gebied, waarbij de hoogste waarden in het Peelgebied, de Gelderse Vallei, Twente en de Achterhoek worden gevonden.



Figuur 2-2 Achtergronddepositie stikstof in 2020 (bron: Compendium voor de Leefomgeving 2022)

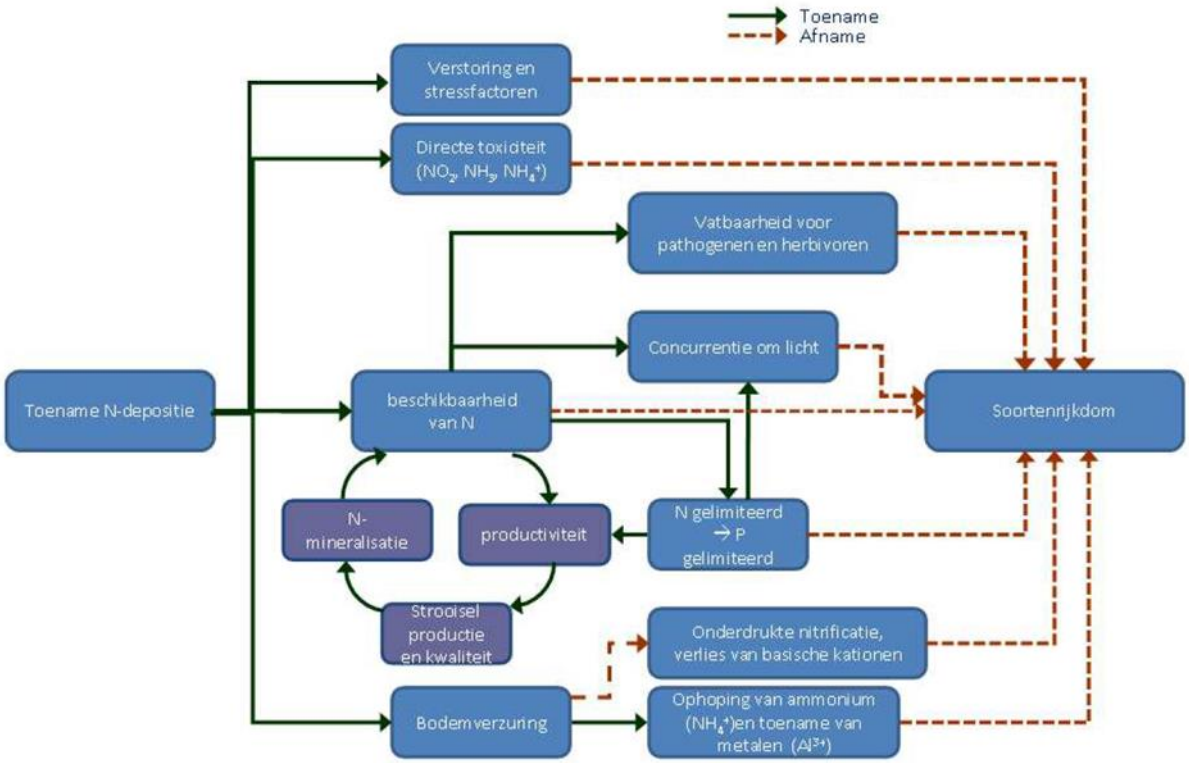
2.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof

De theoretische potentiële gevolgen die als gevolg van een te hoge toevoer van reactieve stikstof voor planten kunnen optreden, zijn:

- Directe toxiciteit van hoge concentraties van gassen op individuele plantensoorten. De huidige concentraties van NH_3 en NOx zijn in Nederland echter zo laag dat dit bijna niet meer voorkomt.
- Eutrofiëring door geleidelijke toename van de beschikbaarheid van stikstof. Een toename van de atmosferische stikstofdepositie in een voorheen onbelast gebied leidt in eerste instantie tot een toename van de beschikbaarheid van stikstof in bodem of water en aldus tot een verhoogde opname van stikstofverbindingen door de vegetatie. Dit proces wordt eutrofiëring genoemd. Door verhoogde toevoer en accumulatie van N-verbindingen zal de beschikbaarheid van stikstof voor planten geleidelijk toenemen. Als gevolg hiervan worden planten die in een stikstofarm milieu leven overheerst door (sneller) opkomende planten die gedijen bij veel stikstof, dit leidt bijvoorbeeld tot vergrassing.
- Verzuring van bodem en water. Verzuring, oftewel afname van de buffercapaciteit, is een langetermijnproces dat ook van nature plaatsvindt door carbonzuur of organische zuren maar wat (zeer sterk) versneld kan worden door de toevoer van zure of verzurende stoffen uit de atmosfeer. Afhankelijk van de bodemsamenstelling kan dit complexe proces leiden tot een lagere pH, verhoogde uitspoeling van kationen (calcium, magnesium of kalium), verhoogde concentraties aan toxische metalen (vooral van aluminium) en veranderingen in de verhouding tussen nitraat en ammonium in de bodem (Clark & Tilman, 2008). In deze situatie kunnen plantensoorten die resistent zijn tegen dergelijke zure omstandigheden gaan overheersen en verdwijnen veel van de soorten die voorkomen in een milieu met een meer neutrale pH.
- Negatieve effecten van de verhoogde beschikbaarheid van gereduceerd N (ammonium of opgelost ammoniak in (neerslag)water). In veel gebieden met hoge N-depositie heeft gereduceerd N een groot aandeel in de totale N-depositie. Dit kan tot gevolg hebben dat ammonium de overheersende N-vorm in de bodem is. Dit is vooral het geval in bodems met een van nature lage omzetting van nitraat naar ammonium (pH < 4,5) of wanneer de bodem is verzuurd door atmosferische depositie. De omzetting van nitraat naar ammonium is een microbieel proces dat

nitrificatie wordt genoemd. Verhoogde concentraties ammonium in de bodem of in het water kunnen allerlei negatieve gevolgen voor de plantengroei hebben. Deze effecten zijn het grootst in gebieden met voorheen matig gebufferde bodemcondities (pH 4,5-6,8) (Stevens et al., 2011). Juist zulke omstandigheden zijn vaak rijk aan bedreigde plantensoorten, zodat het aantal daarvan al gauw zal afnemen (Kleijn et al., 2008).

- Toegenomen gevoeligheid voor secundaire stressfactoren, zoals schimmelinfecties en insectenplagen en vorst- of droogteschade. Luchtverontreiniging kan de vitaliteit van soorten verminderen, waardoor deze gevoeliger worden voor aantasting door schimmels, bacteriën, virussen of insecten. Ook de verhoging van het stikstofgehalte in de bladeren of wortels kan verhoogde aantasting door herbivore (plaag)insecten zoals de heidekever veroorzaken (Berdowski, 1987). Door veranderingen in de fysiologie of groei kan bovendien de tolerantie van plantensoorten voor droogte of vorst veranderen.
- Verschuivingen in de chemische samenstelling (bijv. aminozuursamenstelling) van planten onder invloed van een grotere N-beschikbaarheid.



Figuur 2-3 Schamtisch overzicht van de effecten van stikstofdepositie (Bobbink & Hettelingh, 2011; Bobbink & Lamers, 1999; Kros et al., 2008).

Omdat soorten verschillend reageren op de invloed van stikstof, ontstaan veranderingen in groeisnelheid en daarmee in concurrentieverhouding tussen soorten. Dit leidt tot verdringing van minder concurrentiekrachtige soorten door stikstofminnende (nitrofiele) soorten, aangezien een groot deel van de soorten in half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen juist is aangepast aan een lage stikstofbeschikbaarheid in de bodem. De samenstelling van vegetaties (en daarmee ook van habitattypen) kan daardoor veranderen. Over het algemeen leidt dit tot verlies van langzaam groeiende, en voor de habitattypen kenmerkende soorten. De kwaliteit van de habitattypen neemt daardoor af. Daardoor verandert ook de kwaliteit van de betreffende vegetatie als voedsel voor herbivoren en leefgebied voor tal van diersoorten verbonden aan de betreffende habitattypen, met potentieel gevolgen voor diersoorten hoger in de voedselketen.

De situatie in Nederland is samen te vatten als een langdurige (decennia) hoge belasting van stikstof, hoger dan de kritische depositiewaardes (zie volgende paragraaf de toelichting hier op) van habitattypen. Als gevolg van deze langdurige hoge belasting kunnen, met uitzondering van directe schade, de effecten optreden zoals in deze paragraaf opgesomd. Inzake de omvang waarbij effecten optreden concludeert Mouissie (2019) op basis van de onzekerheden in de berekening van de kritische depositiewaarde en experimentele studies over dosis-effect relaties, dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer dan 70

mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen, aangezien bij kleinere hoeveelheden geen verandering in de plantensamenstelling is waar te nemen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de kritische depositiewaarde het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt verder soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de kritische depositiewaarde ligt (Bobbink & Hettelingh 2011; Caporn et al., 2016).

2.5 Kritische depositiewaarden

In deze beoordeling wordt het begrip kritische depositiewaarde (hierna KDW) gehanteerd. KDW's zijn gehanteerd om af te bakenen welke habitats als stikstofgevoelig worden beschouwd in dit project. De kritische depositiewaarde voor stikstof is gedefinieerd als "de grens, waarboven het risico niet kan worden uitgesloten dat de kwaliteit van het habitattype significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de atmosferische stikstofdepositie" (H. F. van Dobben & van Hinsberg, 2008).

De kritische depositiewaarden die in de herstelstrategieën als uitgangspunt worden genomen, zijn specifiek voor habitattypen in Nederland vastgesteld in (H. van Dobben et al., 2012). In dat rapport zijn verschillende kennisbronnen ten aanzien van kritische depositiewaarden met elkaar gecombineerd via een vast protocol (H. van Dobben et al., 2012). De kritische depositiewaarden konden worden vastgesteld met een nauwkeurigheid van 70 mol N/ha/jaar (= 1 kilogram N).

Van de 51 habitattypen die in Nederland voorkomen zijn 45 gevoelig voor stikstof. De kritische depositiewaarden van deze habitattypen variëren van 400 tot 2.400 mol N/ha/jaar.

Wanneer de achtergronddepositie ter plekke van een habitattype hoger is dan de KDW van dat habitattype, of wanneer door toevoeging de KDW wordt overschreden, kan niet worden uitgesloten dat een verdere toename van de stikstofdepositie leidt tot (verdere) aantasting van dat habitattype. In Nederland wordt de KDW op dit moment in zeer veel stikstofgevoelige gebieden en habitattypen overschreden.

De KDW van een habitattype is geen harde grens waarboven nadelige effecten op de vegetatie met zekerheid zullen optreden: "Deze unieke waarden moeten gezien worden als de meest waarschijnlijke waarde gezien de huidige stand van kennis. Wanneer de atmosferische depositie hoger is dan de KDW van het habitat bestaat er een duidelijk risico op een significant negatief effect, waardoor het instandhoudingsdoel voor een habitat (in termen van kwaliteit en oppervlakte) niet duurzaam kan worden gerealiseerd. Hoe hoger de overschrijding van het kritische niveau en hoe langduriger die overschrijding, hoe groter het risico op ongewenste effecten op de biodiversiteit" (H. van Dobben et al., 2012). In de uitspraak van de ABRvS inzake het PAS is aangegeven (r.o. 14.5 ECLI:NL:RVS:2019:1603):

Anders dan de Werkgroep ziet de Afdeling in het arrest [red. van de uitspraak van het Europese Hof van Justitie inzake de prejudiciële vragen over het PAS) geen aanknopingspunt dat de kritische depositiewaarde als een absolute grenswaarde zou gelden voor het bepalen van de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen. De mate en duur van de overschrijding van de kritische depositiewaarde zijn naar het oordeel van de Afdeling wel belangrijke indicatoren voor de beoordeling of de daling van de depositie door de PAS-bronmaatregelen en de effecten van de herstelmaatregelen in de gebieden al dan niet nodig zijn voor het behoud en het voorkomen van verslechtering van de stikstofgevoelige natuurwaarden. Zo zal voor een gebied waar sprake is van een ongunstige staat van instandhouding en een forse, nog jarenlang voortdurende overschrijding van de kritische depositiewaarde, eerder sprake zijn van maatregelen die nodig zijn voor het behoud of voorkomen van verslechtering, dan voor een gebied waar zeker is dat, bijvoorbeeld door de autonome ontwikkeling, de stikstofbelasting zodanig zal afnemen dat overschrijding binnen een afzienbare termijn de kritische depositiewaarde nadert.

In de kritische depositiewaarden is de invloed van andere bronnen (die leiden tot vermesting) dan depositie, zoals ammonificatie en denitrificatie en aanvoer via grond- en oppervlaktewater meegenomen. Ook is rekening gehouden met beheer van de habitattypen, als gevolg waarvan een aanzienlijk deel van de stikstof die opgeslagen is in het levende plantenmateriaal veelal weer uit het systeem wordt verwijderd.

2.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland

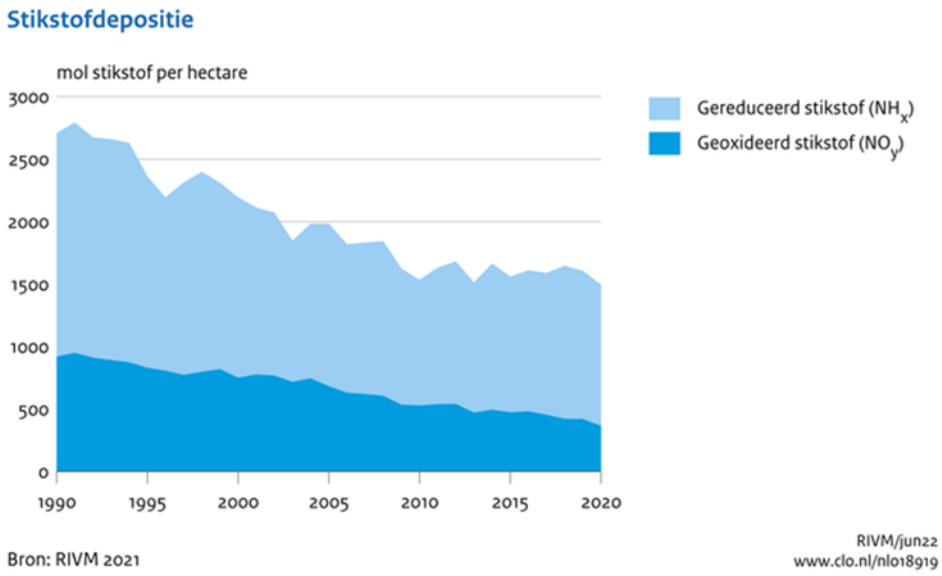
De totale stikstofdepositie is in Nederland na 1950 tot aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw sterk gestegen door de groei van de intensieve veehouderij en het gebruik van fossiele brandstoffen. De landelijk gemiddelde stikstofdepositie bedroeg in 1990 ruim 2.700 mol stikstof per hectare en is sindsdien geleidelijk gedaald tot ruim 1.700 mol stikstof per hectare in 2016 (zie Figuur 2-4). De daling is de laatste jaren afgevlakt. Dit komt onder andere doordat de ammoniakuitstoot niet meer daalde. Al drie tot vier decennia is gereduceerd stikstof (N) de overheersende vorm (> 75 %) van stikstofdepositie in Nederlandse natuurterreinen (de Haan et al., 2008).

Volgens de 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland - rapportage-2017' van het Planbureau voor de Leefomgeving (Smeets et al., 2017) zal de totale uitstoot en daardoor ook de depositie van stikstof in de toekomst weer verder afnemen. De daling in stikstofdepositie op lange termijn (1990-2016) is het gevolg van lagere emissies van zowel stikstofoxiden als van ammoniak (NH_3). De emissie van stikstofoxiden in Nederland daalde sinds 1990 met circa 65%. Deze daling is het resultaat van maatregelen bij het verkeer (o.a. invoering katalysator), bij de industrie en in de energiesector.

De NH_3-emissie door agrarische bronnen in Nederland is sinds 1990 met naar schatting 70% gedaald. Deze emissiedaling is het gevolg van maatregelen zoals verbeterde voersamenstelling, het gebruik van emissiearme stallen, het afdekken van mestsilo's en het direct onderwerken van mest bij de aanwending.

In de periode 2005-2016 lijkt de totale stikstofdepositie (N-totaal) gedaald, echter deze daling is niet statistisch significant. Over deze periode is de schijnbare daling van gereduceerde stikstof niet statistisch significant maar de daling van geoxideerde stikstof wel (dat zijn stikstofoxiden en opgeloste stikstofoxiden in (neerslag) water).

Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10%. Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.



Figuur 2-4 Ontwikkeling van stikstofdepositie in Nederland (CLO & RIVM, 2022)

3 Methode ecologische beoordeling

3.1 Inleiding

3.1.1 Aanpak

De rekenresultaten uit Aerius wijzen uit dat sprake is van depositie op een aantal stikstof gevoelige Nederlandse Natura 2000-gebieden. Aangezien voor een groot aantal Natura 2000-gebieden geldt dat een belangrijk deel van de habitattypen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen sprake is van een overbelasting ten gevolge van de achtergronddepositie, kunnen negatieve effecten niet op voorhand uitgesloten worden.

In deze ecologische beoordeling wordt geanalyseerd of deze depositie van stikstof door de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 tot significant negatieve effecten kan leiden voor de instandhoudingsdoelstellingen en de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Hierbij wordt de volgende aanpak gehanteerd:
- De beschrijving wordt beperkt tot habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen (IHD)[2] zijn vastgesteld.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zal de emissie ook geen effect hebben op het behalen van IHD's van soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied niet met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zullen eventuele effecten ook voor de soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen, beoordeeld moeten worden.

Uitzondering op de regel dat effecten op soorten zijn uit te sluiten wanneer effecten op habitattypen niet optreden is het mogelijke effect van stikstofdepositie op de nauwe korfslak. Deze soort kan een effect ondervinden van de maatregelen die getroffen worden om stikstofdepositie tegen te gaan. Deze soort wordt zodoende apart behandeld in paragraaf 4.1.3.9.

3.1.2 Instandhoudingsdoelen en KDW

Het vertrekpunt voor de beoordeling is de huidige staat van habitattypen waarvoor geldt dat in veel gevallen sprake is van een stikstofdepositie die autonoom (dus zonder het project) hoger ligt dan het niveau van de kritische depositiewaarde (KDW) voor de betreffende habitattypen. Voor veel van deze habitattypen geldt daarbij dat de gewenste omvang en kwaliteit van het habitattype in de huidige situatie niet voldoen aan het gestelde instandhoudingsdoel[3].

Het effect van de tijdelijke depositie op de instandhoudingsdoelstellingen wordt bepaald door te beoordelen welk negatief effect de tijdelijke toevoeging van depositie heeft. Er is reeds gedurende lange tijd (circa vier decennia) sprake van een hoge stikstofemissie in Nederland. Het effect van het project moet worden beoordeeld in het licht van de toevoeging die zij doet. Daarbij staat de vraag centraal of de tijdelijke depositie:
- Een direct effect kan hebben waardoor het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald en/of;
- Ertoe leidt dat het instandhoudingsdoel niet binnen redelijke termijn behaald kan worden.

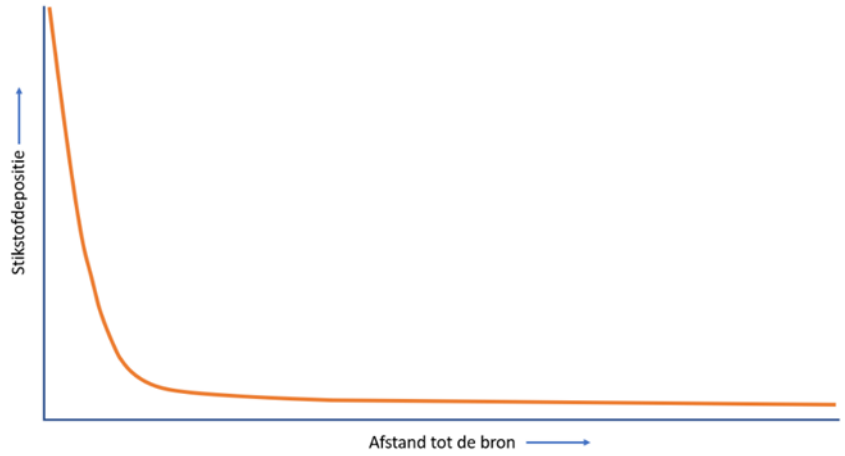
Op zichzelf geldt geen termijn voor het behalen van een gesteld instandhoudingsdoel op grond van de Habitat- of Vogelrichtlijn. Sinds de jaren '80 is sprake van zeer hoge stikstofemissies en -deposities. Deze deposities zijn indertijd ook als knelpunt voor de natuur geïdentificeerd en er zijn beleidsdoelstellingen gesteld en maatregelen getroffen[4]. De vraag is relevant wat bij het beoordelen van de haalbaarheid van instandhoudingsdoelstellingen een redelijke termijn is. Gezien de decennia met zeer hoge tot hoge belasting is duidelijk dat stikstof niet tot directe negatieve effecten leidt maar tot abiotische condities die ontwikkeling of kwaliteit belemmeren en/of beïnvloeden van het habitattype of leiden tot concurrerende begroeiing. Door verschillen van 10-tallen mollen of meer tussen achtergronddeposities en kritische

[2] Hierna worden habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen in het kader van een Natura 2000-gebied zijn gesteld, aangeduid met 'habitattypen'.
[3] Compendium voor de Leefomgeving. In de periode 2013-2018 was 12% van de habitattypen in een gunstige staat van instandhouding (https://www.clo.nl/indicatoren/nl1617-duiding-provinciale-indicatoren?ond=20893)
[4] Zure regen. Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland. (Velders et al, PBL, 2010).

depositiewaardes en de bijdrage van bronnen in de achtergrond waarop nationaal zeer beperkt invloed is (als gevolg van emissies uit het buitenland, zeescheepvaart, Europese emissie-eisen voertuigen), is het niet realistisch uit te gaan van een korte termijn voor het behalen van instandhoudingsdoelstellingen. Realistisch gezien kan niet anders worden aangenomen dan dat herstel een langere termijn behoeft van minimaal een decennium. Uiteraard geldt dit in combinatie met reguliere en periodieke beheermaatregelen die onderdeel zijn van de beheerplannen.

3.2 Algemene reikwijdte projectdepositie

Over het algemeen kan worden gesteld dat de hoogste depositie van stikstof optreedt op kortere afstand van de emissiebronnen. Verder van de bron wordt de depositie steeds lager totdat er uiteindelijk geen sprake meer is van depositie als gevolg van de emissie. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 3-1. Hierin is ook te zien dat de depositieafname op een bepaalde afstand als het ware afvlakt: terwijl de afstand tot de bron steeds groter wordt, neemt de depositie niet meer substantieel af.



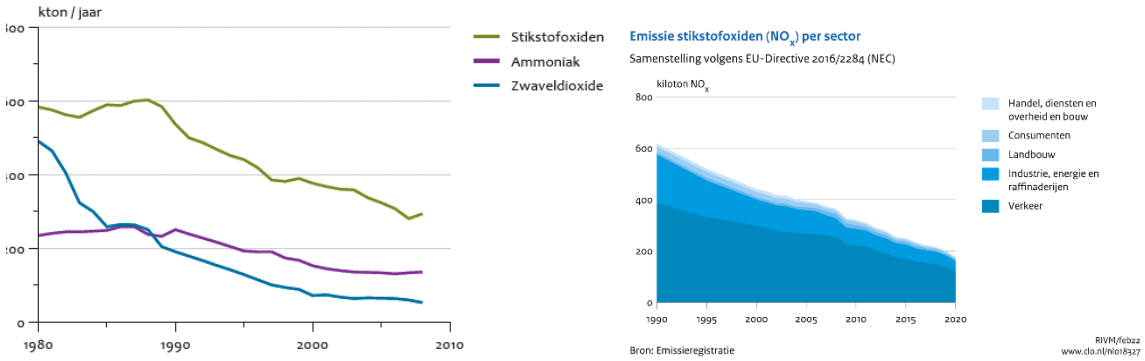
Figuur 3-1 Schematische weergave van een curve waarin de stikstofdepositie is afgezet tegen de afstand tot de bron.

De uitkomst van de in Aerius gemaakte berekening is opgenomen in de bijlage bij deze ecologische beoordeling stikstof. Uit de Aerius-berekening blijkt dat als gevolg van de aanlegwerkzaamheden depositie wordt berekend over stikstof gevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland. De hoogste berekende stikstofdepositie betreft 0,44 mol N/ha en treedt op binnen Natura 2000-gebied Voornes Duin. Dit is het Natura 2000-gebied dat op de kortste afstand van het kabeltracé ligt. Zoals eerder toegelicht neemt de depositie van stikstof vervolgens af naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

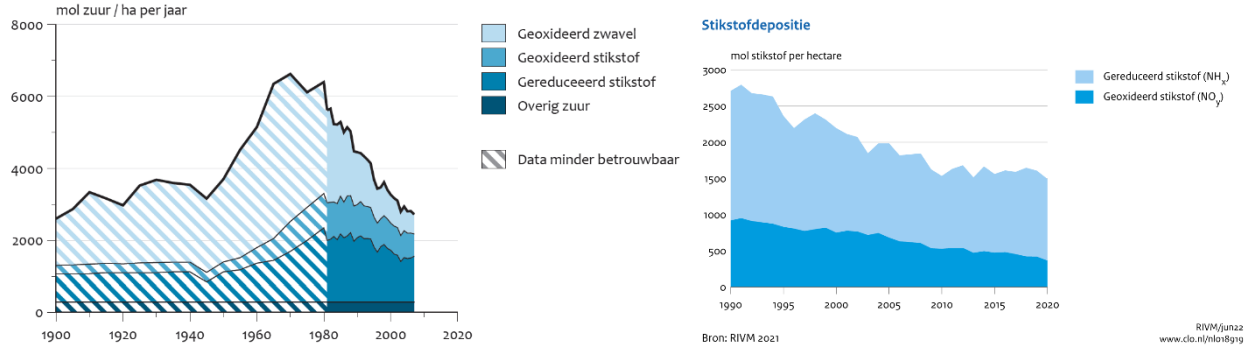
3.3 Relatieve bijdrage project

3.3.1 Landelijk beeld

De stikstofemissies naar de lucht en de deposities ten gevolge daarvan zijn historisch gezien reeds enkele decennia hoog. Zoals in paragraaf 2.3 van deze ecologische beoordeling is beschreven, zijn emissies naar de lucht vanuit verschillende beleidsterreinen een aandachtspunt. Beleid ten aanzien van de reductie is in de jaren ’80 in eerste instantie intensief opgepakt in het kader van het tegengaan van zure regen, waarin ook stikstofoxiden een rol spelen. Dit probleem is afdoende aangepakt, met name door de reductie van emissies van zwaveldioxide. De impact van stikstofoxiden is op dit moment, vanuit ecologisch perspectief, nog steeds relevant aangezien dit tot negatieve effecten leidt. De volgende figuren laten zien dat emissies van stikstof sinds de jaren ‘80 zeer hoog zijn geweest, maar sinds 1990 een dalende trend vertonen, zij het dat de trend van de daling afneemt. Dit is terug te zien in de deposities die, evenals de emissies, grofweg zijn gehalveerd tussen 1990 en 2010.



Figuur 3-2 Ontwikkeling stikstofemissies sinds 1980. (Buijsman e.a. 2010)



Figuur 3-3 Ontwikkeling depositie mol N/ha/jaar sinds 1980[5] (Buijsman et al., 2010; CLO & RIVM, 2023)

De daling van emissies en deposities is het gevolg van maatregelen die getroffen zijn op verschillende terreinen. Dit betreft bijvoorbeeld emissie-eisen aan voertuigen en verbrandingsinstallaties en eisen aan de landbouw. Uit de afvlakking van deze emissies volgt dat bij strengere emissie-eisen een verdere reductie steeds moeilijker bereikt wordt aangezien dit veelal gepaard gaat met significant hogere kosten.

In dat kader is te zien dat, mede vanuit de beleidsvelden ten aanzien van andere emissies (broeikasgassen), beleid gericht is op de introductie van meer hernieuwbare energie om inzet van fossiele brandstoffen te vermijden in plaats van te verschonen. Hiervoor wordt overgegaan op elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector, terwijl parallel de elektriciteit door middel van hernieuwbare bronnen wordt opgewekt. Elektrificatie is een sector-overstijgende hoofdlijn in het in juni 2019 afgesloten Klimaatakkoord ter uitvoering van de nationale klimaatdoelstellingen. Vaststaat dat de productie van dit verbruik in 2050 nagenoeg vrij is van emissies, behoudens elektriciteit opgewekt uit biomassaverbranding, aangezien bij wet is vastgelegd dat in 2050 de elektriciteitsproductie volledig CO_2-neutraal is (art. 2 lid 2 Klimaatwet).

De door de windparken op zee opgewekte elektriciteit vervangt energie opgewekt uit fossiele bronnen en voorkomt de stikstofemissies die daarbij vrijkomen. Het project Net op zee Nederwiek 2 levert een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening en is voorwaardelijk voor (duurzame) elektrificatie. Het project levert daarmee een belangrijke bijdrage én is voorwaarde scheppend voor het verder reduceren van de stikstofdeposities in Nederland.

3.3.2 Stikstofemissies en -deposities van het project

Er treden emissies op naar de lucht tijdens de aanleg van het project door de inzet van voer-, vaar- en werktuigen. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats op land en op zee. Er wordt een platform op zee gerealiseerd, een kabeltracé op zee, een kabeltracé op land en een converterstation op land. Bij de aanleg zijn er diverse emissiebronnen te

[5] De PBL-rapportage (Velders et al, 2010) geeft aan dat de betrouwbaarheid van de data inzake stikstofdeposities onvoldoende wordt geacht voor de periode voor 1980.

onderscheiden. In de bijlage bij deze ecologische beoordeling stikstof is een overzicht gegeven van de emissiebronnen van de aanlegfase van het project.

De emissies betreffen een conservatieve inschatting, om een zo reëel mogelijke effectbepaling te kunnen uitvoeren. In de werkelijkheid zijn de emissies, en daarom ook de deposities ten gevolge daarvan, lager. Emissies van stikstof zijn niet te vermijden gedurende de aanlegfase omdat de werktuigen en transportmiddelen die de grootste bijdrage leveren aan de stikstofemissie (kabellegschepen, baggerschepen, jack ups) niet emissieloos beschikbaar zijn. Het is niet ondenkbaar dat op (relatief lange) termijn emissies bij werkzaamheden aan soortgelijke projecten kunnen worden uitgesloten. Een alternatieve uitvoering van het project die vrij is van emissie is niet mogelijk met de huidige stand van de techniek. TenneT is zich sterk bewust van de mogelijkheden om emissies te beperken in de uitvoering door de selectie van materieel of werkmethoden die de inzet in tijd en daarmee emissie van werktuigen en transportmiddelen beperken. De aanscherping van emissie-eisen in de tijd vanuit IMO en de Europese Unie leveren hier een belangrijke bijdrage aan, echter dat gaat (zeer) langzaam aangezien dit doorwerkt via de vervanging van voer-, vaar- en werktuigen terwijl de levensduur van bijvoorbeeld schepen zeer lang is. In het onderhavige project Net op zee Nederwiek 2 wil TenneT daarom het beperken van emissies stimuleren ten opzichte van ‘business as usual’. Dit doet zij door:

- In de uitgangspunten is door TenneT al het uitgangspunt genomen dat op baggerschepen, die een groot aandeel in de emissie hebben, een grote reductie wordt toegepast. Dit is ook de minimale eis die TenneT stelt aan de markt;
- Voor de overige werkzaamheden wil TenneT de aannemers stimuleren extra maatregelen te nemen door dit te belonen met een hoge fictieve korting op de inschrijfprijs.
- De aannemer te informeren over de mogelijkheden voor stikstofreductie. In werksessies in de tenderfase wordt inzicht geboden in mogelijkheden, zoals selectie van materieel, gedragsregels tijdens de bouw (stationair draaien), elektrificatie mogelijkheden of ombouw van apparatuur (bijvoorbeeld inbouw SCR).

De projecten van TenneT vinden plaats binnen het kader van openbare aanbestedingstrajecten waardoor voor een lopend project informatie concurrentiegevoelig is of niet dwingend mag worden voorgeschreven.

TenneT zal echter de meerkosten accepteren van reductieopties die redelijk, zinvol en (maatschappelijk) te verantwoorden zijn, waardoor emissies met zekerheid lager zullen zijn dan in een business as usual-scenario.

3.3.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie

De emissies ten gevolge van het project leiden tot tijdelijke en geringe deposities van stikstof. De aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 maakt onderdeel uit van de totale uitrol van windenergie op zee: aanleg van windparken, inclusief de aansluiting via de netten op zee op het landelijke hoogspanningsnet. Door vervanging van fossiele energieopwekking levert de realisatie van het Net op zee Nederwiek 2 een significante bijdrage aan de verdere afname van de stikstofemissies en -deposities in Nederland ter plaatse van habitattypen in Natura 2000-gebieden.

3.4 Wijze van beoordelen

3.4.1 Hoogte van de depositie

Uit de Aerius-berekening komt naar voren dat er een tijdelijke en beperkte depositie ten gevolge van het project optreedt in een groot aantal Natura 2000-gebieden en binnen deze gebieden op een groot aantal habitattypen. Deze depositie is tijdelijk van aard aangezien die voortkomen uit de aanlegwerkzaamheden binnen een periode van drie jaar.

Uit de berekening volgt als hoogste depositie 0,44 mol N/ha, dit treedt op binnen Natura 2000-gebied Voornes Duin. Verder liggen de opvolgende hoogste waarden ook op habitattypen in Natura 2000-gebied Voornes Duin. Een tijdelijke stikstofdepositie treedt ook op binnen een groot aantal andere Natura 2000-gebieden, maar hier is de tijdelijke depositie (ruim) lager dan 0,44 mol N/ha. In de bijlage zijn de resultaten van de Aerius-berekening voor de aanleg opgenomen.

De Aerius-output geeft alleen de deposities weer van stikstofgevoelige habitattypen. Habitattypen die niet stikstofgevoelig zijn ondervinden geen negatieve effecten ten gevolge van de stikstofdepositie en een beoordeling is niet nodig. De samenvattende tabel van de Aerius-berekening geeft alleen het projecteffect weer en houdt geen rekening met een eventuele overschrijding van de kritische depositiewaardes (KDW). Voornoemde gegevens zijn wel beschikbaar in de Aerius-calculator en de achterliggende database. In de beoordeling is uitgegaan van de daadwerkelijke database en niet van de samenvattende pdf. Dit heeft geen effect op de beoordeling.

3.4.2 Beoordelen effecten stikstofdepositie

De ecologische effecten van depositie, ook van tijdelijke en beperkte deposities, zijn beoordeeld voor alle habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die gevoelig zijn voor stikstof en waar sprake is van een toename van stikstofdepositie als gevolg van het project. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle gebieden die een stikstofbelasting ontvangen.

De beoordeling vindt plaats op basis van het bepalen en toepassen van de potentiële effectrelaties van stikstofdepositie en ecosystemen. Deze effectrelaties zijn geldig voor alle habitattypen. De effecten van de depositietoenames op de betrokken Natura 2000-gebieden is als volgt beoordeeld:

1. Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling Voornes Duin (zie hoofdstuk 4)
2. Algemene effectbeoordeling gevolgen van een tijdelijke depositie (zie hoofdstuk 5)

Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling en aanvullende selectie habitattypen
Voor het Natura 2000-gebied dat de hoogste stikstofdepositie ontvangt en gevoelig is voor stikstof, is een gebiedsspecifieke effectbeoordeling uitgevoerd. Deze specifieke beoordeling is bedoeld om ook vanuit een inhoudelijke toetsing (een concreet Natura 2000-gebied en habitattype) het effect van de stikstofdepositie te beoordelen. Het geeft daarmee een concreet inzicht in wat de betekenis is van een tijdelijke, lage stikstofdepositie in het ecosysteem van habitattypen (al dan niet in een overbelaste situatie). De effectbeoordeling gaat in op de effecten op de habitattypen van het Natura 2000-gebied met de hoogste stikstofdepositie ten gevolge van het project, in dit geval de Voornes Duin.

Algemene beoordeling
De algemene beoordeling betreft de analyse van de mogelijke effecten van zeer kleine en tijdelijke toenames van stikstofdepositie in ecosystemen en daarmee op habitattypen in Natura 2000-gebieden. Hierin wordt onderbouwd dat een eenmalige, kleine depositie in algemene zin niet kan leiden tot zichtbare veranderingen in habitattypen en dat daarmee de natuurlijke kenmerken van betrokken Natura 2000-gebieden niet worden aangetast. De beoordeling voor Net op zee Nederwiek 2 is geldig voor alle habitattypen waar sprake is van een tijdelijke, kleine stikstofdepositie.

De beoordelingsaspecten, uitgewerkt in hoofdstuk 5, zijn gebaseerd op de uitgangssituatie dat de KDW is overschreden en het habitattype een ongunstige staat van instandhouding kent. Omdat niet alle KDW’s worden overschreden en niet alle habitattypes een ongunstige staat van instandhouding kennen, is dit een worstcase uitgangspunt. Andere omgevingsaspecten die een negatieve invloed hebben op een habitattype op een specifieke locatie kunnen een groter effect hebben, waardoor een eventueel effect van stikstof minder of niet relevant is.

3.4.3 Habitattypen versus leefgebieden en habitatrichtlijnsoorten

In Aerius wordt naast de habitattypen ook onderscheid gemaakt in zoekgebieden van habitattypen en leefgebieden van habitatrichtlijnsoorten. Zoekgebieden zijn die gebiedsdelen waar men verwacht of beoogd habitattypen te kunnen ontwikkelen. Deze worden niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitattype beschouwd. Leefgebieden zijn opgesteld en vastgesteld door Sovon in 2016 (Sierdsema et al., 2016) en fungeren als hulpmiddel voor het te voeren beheer en vergunningverlening. Daarnaast zijn de leefgebieden opgesteld voor de PAS om leefgebied van stikstofgevoelige soorten in kaart te brengen. Voor de leefgebieden zelf zijn geen instandhoudingsdoelen opgesteld per Natura 2000-gebied.

Een verslechtering van het leefgebied is in deze ecologische beoordeling gelijkgeschakeld met de beoordeling van de habitattypen waar deze leefgebieden door gevormd worden en zijn daarmee niet apart beoordeeld. Het effect op een habitattype is gelijk aan een effect op een leefgebied. De drempel van een merkbaar negatief effect ten gevolge van stikstof is voor soorten een stuk hoger dan voor een habitattype. Bijvoorbeeld de verandering in samenstelling van vegetatie door een verhoogde voedselrijkdom hoeft voor een vogel niet te betekenen dat de kwaliteit van het leefgebied is afgenomen. Voor de kwaliteit van het habitat is echter de samenstelling van de vegetatie wel een belangrijke maatstaf.

Het effect van stikstofdepositie op leefgebieden heeft hierdoor minder directe impact dan het effect op habitattypen. Leefgebieden worden daarom niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitattype beschouwd. Dit houdt ook in dat wanneer effecten zijn uitgesloten op habitattypen, ook geen sprake kan zijn van doorwerkende negatieve effecten op habitat- en/of vogelrichtlijnsoorten die gebruik maken van die stikstofgevoelige habitattypen als leefgebied. Habitatrichtlijnsoorten worden daarom ook niet apart behandeld.

Uitzondering op de regel is de nauwe korfslak. Dit omdat, naast een mogelijk effect van successie en verruiging, de korfslak ook een effect kan ondervinden van maatregelen die worden getroffen om effecten van depositie tegen te gaan. Deze kunnen gerekend worden tot indirecte effecten van stikstofdepositie en worden om deze reden los behandeld. Zie hiervoor verder paragraaf 5.1.3.10.

4 Effectbeoordeling habitattypen

4.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

4.1.1 Wijze van beoordeling

In dit hoofdstuk is een nadere uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In deze beoordeling is per habitattype een analyse gemaakt van het voorkomen en de kwaliteit van het habitattype zoals beoordeeld in beheerplannen en gebiedsanalyses. Dit is tevens ook beschreven voor de nauwe korfslak. Dit is de situatie in het gebied zoals die was voordat eventuele aanvullende instandhoudingsmaatregelen waren genomen. Ook is beschreven wat de huidige situatie is ten aanzien van stikstofdepositie en of, en zo ja in welke, mate nog sprake is van overschrijding van de KDW. Daarnaast zijn andere knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen beschreven.

In de beoordeling van het effect van de toename van de stikstofdepositie door de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 is uitgegaan van het reguliere beheer dat in de gebieden plaatsvindt. Dit beheer wordt al vele jaren tot decennia in natuurgebieden uitgevoerd door professionele instanties in opdracht van de overheid. De resultaten van het reguliere terreinbeheer, ten aanzien van de aard en kwaliteit van de aanwezige natuurwaarden is evident en staat wetenschappelijk niet ter discussie.

De maatregelen die in het kader van het PAS zijn geformuleerd in de gebiedsanalyses en zijn opgenomen in de beheerplannen voor de Natura 2000-gebieden worden onverkort doorgezet, ondanks het wegvallen van het PAS als instrument voor vergunningverlening. Rijk en provincies, als verantwoordelijke overheden voor Natura 2000, zien de realisatie van deze maatregelen als een belangrijke pijler voor het oplossen van de stikstofcrisis. In aanvulling op de al eerder gereserveerde middelen voor de uitvoering van de PAS-maatregelen (€ 500 miljoen), zijn aanzienlijke extra budgetten gereserveerd voor verdere versterking van de Natura 2000-gebieden (€ 300 miljoen per jaar gedurende 10 jaar).

Veel van de aanvullende maatregelen zijn nog niet of recent getroffen, waarbij het resultaat nog niet gemonitord of gedocumenteerd is. Bovendien zal een deel van de maatregelen pas op enige termijn tot meetbaar resultaat leiden, vanwege de ontwikkelingstijd van de betrokken ecosystemen. In deze effectbeoordeling zijn alleen de aanvullende instandhoudingsmaatregelen in beschouwing genomen die tot en met 2020 zijn uitgevoerd. Maatregelen die hierna nog niet zijn uitgevoerd, zijn niet in de effectbeoordeling betrokken, omdat het effect van de maatregel of de uitvoering nog niet vaststaat (hoewel het zeer aannemelijk is dat deze maatregelen uitgevoerd worden gezien het omvangrijke beschikbaar gestelde budget, en het belang van de maatregelen als bijdrage aan de oplossing van de stikstofcrisis). Daar waar resultaten van maatregelen niet bekend zijn, is aangesloten op de wetenschappelijke beoordeling van de effectiviteit van beheermaatregelen ten aanzien van het voorkomen of beperken van effecten van stikstof. Deze wetenschappelijke inzichten zijn opgenomen in de PAS-herstelstrategieën, die voor alle habitattypen zijn opgesteld.

Maatregelen die zich richten op systeemherstel, zoals herstel van verstuivingsdynamiek in duinen, leiden tot een directe verbetering in de robuustheid van de betrokken systemen, ook ten aanzien van de effecten van nog optredende te hoge stikstofdeposities. Vormen van regulier beheer als begrazing, maaien, periodiek plaggen en chopperen en opslag verwijderen, leiden tot een permanente verwijdering van stikstof uit het systeem en hebben daarmee ook onmiddellijk resultaat ten aanzien van het voorkomen van effecten van te hoge stikstofdeposities.

Bij de ecologische beoordeling van de effecten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- PAS-gebiedsanalyse van het Natura 2000-gebied Voornes Duin;
- Beheerplan bijzondere natuurwaarden Voornes Duin
- Profieldocumenten van de betrokken habitattypen;
- Herstelstrategieën PAS voor de betrokken habitattypen;
- Actuele gegevens over uitvoering van generiek beheer en aanvullende instandhoudingsmaatregelen, verzameld in opdracht van TenneT;
- Natuurkennis.nl.

4.1.2 Korte gebiedskarakteristiek

Voornes Duin bestaat uit het duingebied bij Oostvoorne, de zilte oeverlanden van het Brielse Gat en het Rak van Scheelhoek met een uitloper langs het Haringvliet ten zuiden van de weg over de Haringvlietsluizen (N57). Het gebied behoort tot de botanisch meest waardevolle duingebieden van ons land, met een hoge soortenrijkdom en grote verscheidenheid aan levensgemeenschappen. In Voornes Duin komen, anders dan in veel van de Hollandse duinen, geen oude duin- en strandafzettingen voor. De noordwest flank bestaat tot 20 meter diepte uit jonge duin- en strandzanden; dit is zeer kalkrijk zand. Het overige deel van het gebied bestaat uit een afwisseling van jonge duin- en strandzanden van variabele dikte.

Voornes Duin ligt op een bijzondere landschappelijke plek nabij het mondingsgebied van een aantal grote rivieren. De omvang en dikte van de zandpakketten is naar verhouding gering, waardoor slechts lokaal en beperkt water is onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening. De aanwezigheid van slecht doorlaatbare klei- en veenlagen ondiep in de ondergrond zorgen ervoor dat natte milieus goed zijn vertegenwoordigd, onder andere in de vorm van twee natuurlijke duinmeren met permanent open water (Breede Water en Quackjeswater). Het gebied bestaat verder uit een afwisselend duingebied met ook meerdere kleine poelen, moerassen, grote oppervlaktes bos en struweel, duingraslanden en een groot aantal natte en vochtige duinvalleien. Aan de binnenduinrand liggen een aantal landgoedbossen met stinzenflora.

Naast gradiënten in bodemvocht zorgen gradiënten in kalkgehalte van de bodem (de naar verhouding oude duingedeelten zijn kalkarm, de jonge kalkrijk), humusvorming, ophoping van nutriënten, overgangen tussen zout en zoet, en dynamiek van zee en wind voor de opmerkelijke variatie aan levensgemeenschappen. Voornes Duin is zowel een Vogelrichtlijn- als Habitatrichtlijngebied. De stikstofgevoelige habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen staan in Tabel 4-1. Daarnaast zijn de nauwe korfslak (H1014) en de groenknolorchis (H1903) aangewezen als instandhoudingsdoelsoort voor het gebied. Deze twee soorten zijn ook stikstofgevoelig. In het gebied is sprake van een snelle successie. Dit heeft naast directe effecten op de vegetatie en de structuur en functie van het habitattype ook een indirect effect op typische diersoorten. Snelle successie leidt tot een achteruitgang van duinspecifieke diersoorten. Daarnaast treden de volgende knelpunten op in het gebied, welke deels een relatie hebben met een versnelde successie:

- Afname van natuurlijke dynamiek door verminderde zoutaanvoer en zandbeweging
- Vrijwel ontbreken van verstuivingen
- Wegvallen van vroegere beweiding/ ontbreken van intensief begrazingsbeheer
- Terugval van konijnenpopulatie
- Stikstofdepositie
- Versnippering

Veel van de instandhoudingsdoelstellingen van Voornes Duin zijn kenmerkend voor de jonge stadia van de successie (witte duinen, grijze duinen, vochtige duinvalleien) en ook de Habitatrichtlijnsoorten, groenknolorchis en Noordse woelmuis. Wanneer dynamische processen (zoals verstuiving) de overhand hebben, ontstaat ruimte voor jonge stadia van de landschappelijke ontwikkeling en kan naar een beheer van zo veel mogelijk niets doen worden gestreefd. Zo profiteert niet alleen het habitattype witte duinen van verstuiving, ook de kalkrijke grijze duinen profiteren hiervan door de invloed van zand- en saltspray te vergroten.

De natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind is echter overal beperkt; alleen het buitentalud van de zeereep is op bescheiden schaal dynamisch te noemen. Voor het herstel van de natuurlijke (vegetatie)gradiënten is functioneel herstel van het systeem noodzakelijk door middel van verstuiving. Herstel van (grootschalige) verstuiving is in Voornes Duin niet mogelijk vanwege kustveiligheid. De natuurlijke processen in het duingebied kunnen wel worden gestimuleerd door het zeereepbeheer zo veel mogelijk te beperken: kleine verstuivingen en kale plekken worden geaccepteerd en er wordt weinig of geen helm of rijshout ingeplant.

Dit is echter onvoldoende om de instandhoudingsdoelstellingen te behouden of te herstellen. Beheer is noodzakelijk om het duin open te houden. Door beheer kunnen de jonge stadia veel langer worden behouden en kunnen jonge successiestadia in oudere, nu dicht gegroeide delen worden hersteld. Hierbij speelt vooral begrazing een belangrijke rol. Door het ontbreken voldoende begrazing door konijnen en door stikstofdepositie treedt vergrassing op. Met begrazing kan de successie worden vertraagd en ontstaat geschikt habitat voor konijnen, waardoor de populatie zich kan herstellen. Hiermee ontstaat ondanks de beperkte dynamiek een samenhangend landschap met gradiënten, wat

goed aansluit bij de kernopgaven voor het Natura 2000-gebied. Het is hiervoor van groot belang dat de bevordering van de dynamiek via het beheer geïnitieerd (of versterkt) wordt.

4.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin

In Tabel 4-1 is aangegeven voor welke habitattypen in het Natura 2000-gebied de kritische depositiewaarden in de huidige situatie (dus zonder dat hierbij het projecteffect is meegenomen) worden overschreden en wat het aandeel in oppervlakte is waarop deze overschrijding plaatsvindt. Deze gegevens zijn gebaseerd op de relevante habitattypenkartering en achtergronddepositiegegevens van het jaar 2020, beiden versie 17-02-2023

In de tabel zijn een aantal habitattypen groen gemarkeerd. Dit zijn habitattypen waar binnen 0,00% van het gekarteerde oppervlak sprake is van (naderende) overbelasting. Voor deze habitattypen geldt dat de achtergronddepositie over het gehele gekarteerde areaal meer dan 70 mol/ha/jr onder de KDW ligt. In dat geval is een effect van een kleine tijdelijke toename van de depositie op de kwaliteit van het habitattype op voorhand uitgesloten. De groen gemarkeerde habitattypen worden daarom niet verder behandeld.

Tabel 4-1 Habitattypen en het bijbehorende gekarteerde oppervlak (in ha) aangewezen in Natura 2000-gebied Voornes Duin. Het aandeel waar wel en geen sprake is van een (naderende) overbelaste situatie is weergegeven, zowel in oppervlak als percentage van het totaal oppervlak. Groen gemarkeerde rijen indiceren habitattypen waarvoor geen sprake is van (naderende) overbelasting. Getallen op basis van de achtergronddepositie en habitattypekartering versie 17-02-2023.

Habitattype		Relevant gekarteerd oppervlak (ha)	Niet (naderend) overbelast (ha)	(%)	Wel (naderend) overbelast (ha)	(%)
H2120	Witte duinen	23,74	23,46	*98,86%*	0,27	*1,14%*
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	69,12	6,59	*9,53%*	62,53	*90,47%*
H2130B	Grijze duinen (kalkarm) (incl. zoekgebied ZGH2130B)	1,15	0,00	*0,00%*	0,07	*100,00%*
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	1,40	0,00	*0,00%*	1,40	*100,00%*
H2160	Duindoornstruwelen	159,33	159,33	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2170	Kruipwilgstruwelen	0,27	0,27	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2180Ao	Duinbossen (droog), overig	80,77	17,03	*21,08%*	63,74	*78,92%*
H2180B	Duinbossen (vochtig)	197,23	197,23	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	189,01	122,28	*64,70%*	66,73	*35,30%*
H2190Ae	Vochtige duinvalleien (open water), (matig) eutrofe vormen	24,53	24,53	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2190Aom	Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	7,04	0,05	*0,72%*	6,99	*99,28%*
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	55,27	53,49	*96,79%*	1,77	*3,21%*
Lg12	Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	151,64	139,22	*91,81%*	12,41	*8,19%*

De achtergronddepositie in het Natura 2000-gebied Voornes Duin varieert globaal tussen 500 en 2.300 mol N/ha/jaar. De tijdelijke toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,44 mol N/ha over een periode van enkele jaren, bedraagt tussen de 0,01 en 0,02% van de hoeveelheid stikstof die vanuit andere bronnen in het gebied terecht komt tijdens de aanlegfase van het project. Ook ten opzichte van de kritische depositiewaarde van de betrokken habitattypen is de toename van de stikstofdepositie zeer klein. Deze varieert van 0,01 en 0,07% van de KDW's.

Als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 vindt in dit Natura 2000-gebied een eenmalige verhoging van de stikstofdepositie van maximaal 0,44 mol N/ha plaats op de volgende habitattypen waarvoor sprake is van (naderende) overbelasting binnen in ieder geval één hexagoon:

- H2120 Witte duinen
- H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

- H2130B Grijze duinen(kalkarm)
- H2130C Grijze duinen (heischraal)
- H2180Ao Duinbossen (droog), overig
- H2180C Duinbossen (binnenduinrand)
- H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen
- H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)
- Lg12 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen (leefgebied)

De depositie op deze habitattypen wordt in de volgende paragrafen op de kaart inzichtelijk gemaakt en de mogelijke effecten worden besproken.

4.1.3.1 H2120 Witte duinen

Beschrijving habitattype
Witte duinen ontstaan door natuurlijke successie uit embryonale duinen (H2110). Embryonale duinen stuiven dusdanig ver aan dat het gebied buiten de overstromingszone van zeewater en buiten de invloed van zout grondwater komt. Hier vestigt vervolgens vegetatie in de vorm van helmgrassen. Daarnaast vormen witte duinen zich door het overstuiven of uitstuiven van grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières. De invloed van de zee is belangrijk in de vorm van inwaai van fijne zoutdruppeltjes. Witte duinen vormen zich langs de zeereep en op actief stuivende paraboolduinen.

Dit habitattype betreft door Helm, Noordse helm of Duinzwenkgras gedomineerde delen van de buitenduinen. Naast helmplanten komen soorten voor als zandzegge, zandhaver en zeemelkdistel. Daarnaast zijn er diverse paddenstoelen soorten die voornamelijk saprofytisch op helm groeien. De vegetatie groeit op matig voedselarme tot matig voedselrijke, droge en basisch tot zwak zure bodem. Het grondwater is hier zeer zoet tot brak. Voor vitale helmgroei is het met name een aanvoer van vers zand noodzakelijk. Dynamiek in het gebied is van essentieel belang voor het functioneren van witte duin (H2120).

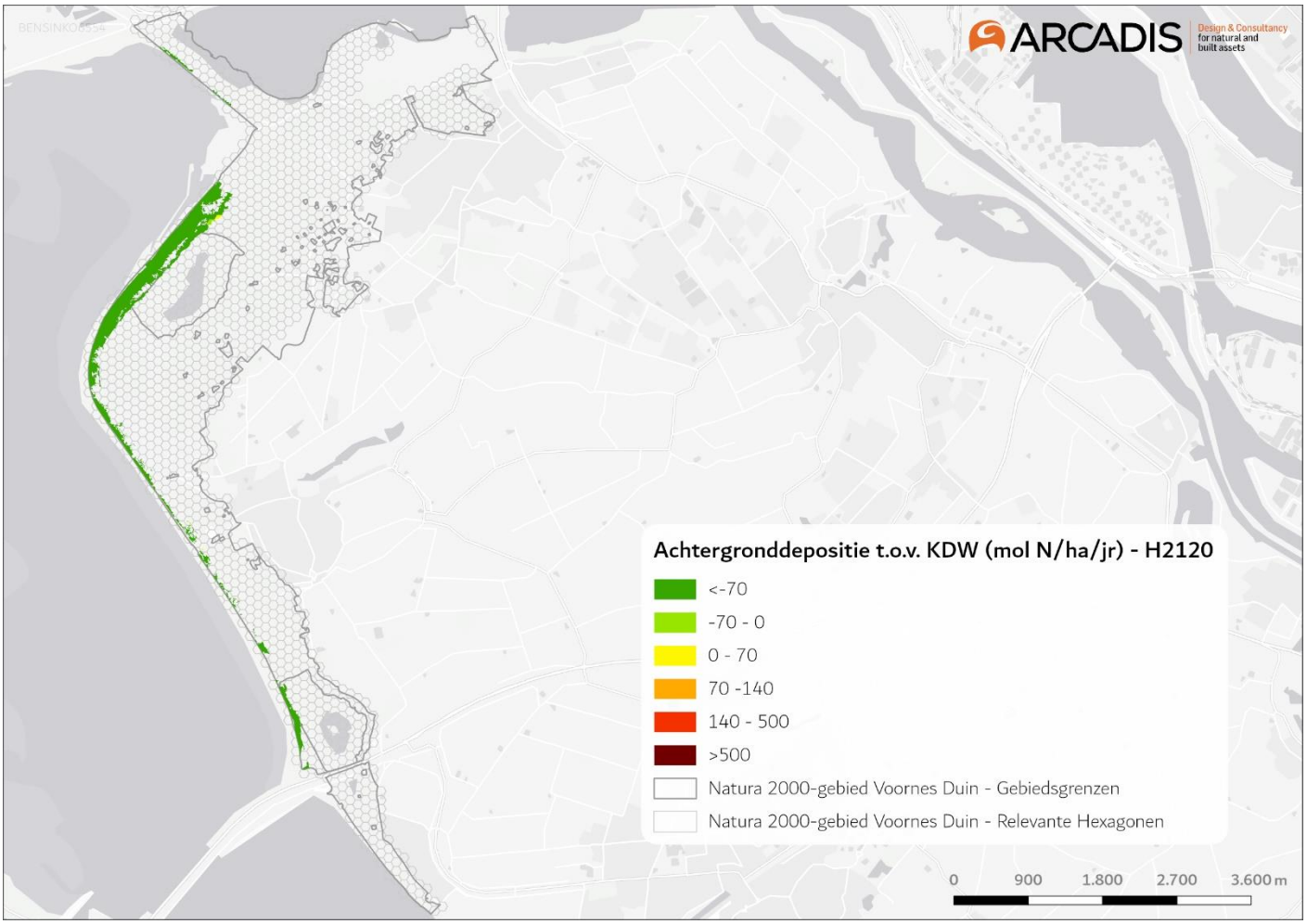
Stikstofdepositie heeft vooral invloed op de groei van algen en vegetatiegroei in witte duinen. Op locaties waar minder dynamiek aanwezig is heeft stikstofdepositie een grotere invloed. Stikstofdepositie versnelt de vastlegging en afname van dynamiek door verruiging. Voor de kenmerkende vogelsoorten betekent dit dat er minder open plekken zijn om te fungeren als geschikt foerageergebied. Daarnaast zorgt de toename van begroeiing voor een koeler en vochtiger microklimaat wat negatief is voor de duinsabelsprinkhaan.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel
Behouden van oppervlak en kwaliteit

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 1,14% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2120 in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-1 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-1 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2120 in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 23,74 ha gekarteerd als Witte Duinen. Binnen 1,14% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in een smalle strook langs de zeereep, zie bovenstaand figuur.

Het oppervlak van dit habitattype is beperkt omdat de zeereep op veel plaatsen dichtgegroeid is met Duindoornstruwelen. Uit de vegetatieopnamen blijkt dat de karakteristieke plantengemeenschappen in alle opnamen aanwezig zijn, maar niet alle typische soorten zijn aanwezig. Met name in deelgebied Gemeente Duin ontbreken waarschijnlijk de meeste typische soorten.

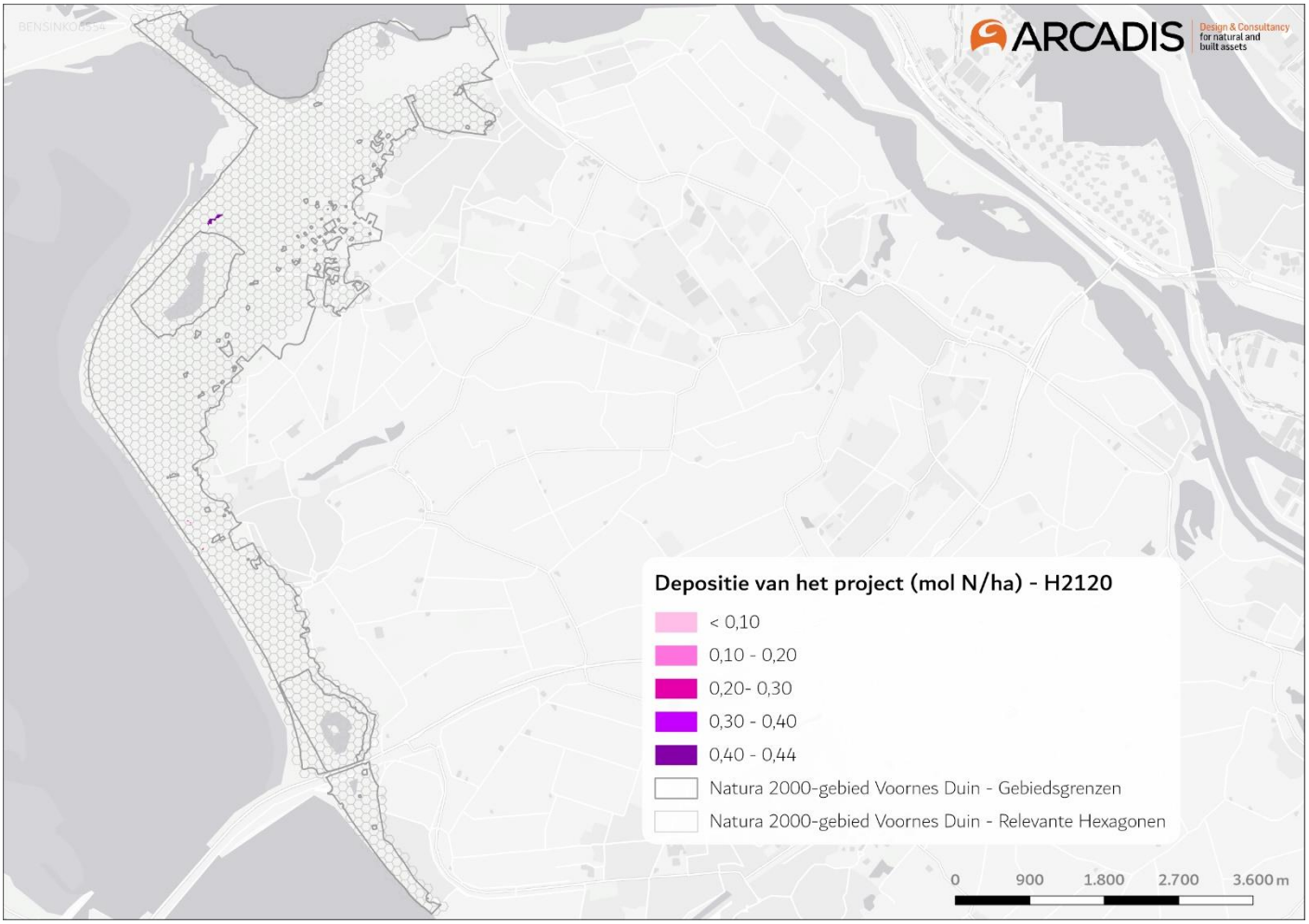
Als gevolg van het verzwaren van de zeereep met gebiedsvreemd zand ontbreken de kenmerken van goede structuur en functie. In het gebied Breede Water is door herstelwerkzaamheden een verbetering van de structuur en functie in gang gezet.

Samenvattend verkeerd het grootste deel van het habitattype in de deelgebieden van matige kwaliteit door het deels ontbreken van typische soorten en de matige structuur en functie van het habitattype.

Overige knelpunten
In alle deelgebieden waar het type voor komt, is sprake van een matige kwaliteit van het aspect structuur en functie. Dit is gekoppeld aan de mate van vastlegging als gevolg van de waterkerende functie van de duinen en de eerdere verzwaring van de zeereep waarbij gebruik is gemaakt van gebiedsvreemd (slibhoudend) zand. Hierdoor is er sprake van weinig verstuiving, weinig kaal zand, verstruiking, een onregelmatige vegetatiestructuur en een onregelmatig reliëf.

Regulier beheer
Het beheer is voor het grootste deel van dit habitattype de verantwoordelijkheid van het waterschap. Het Waterschap Hollandse Delta voert het waterkeringbeheer op grond van bevoegdheden van de Keur. In de praktijk is dit zeer beperkt. Bij het onderhoud van de zeewering is de laatste jaren meer ruimte gekomen voor natuurlijke processen. Zolang de veiligheid niet in het geding is, mag het zand van de kering stuiven. Wanneer te veel zand kan stuiven wordt helm ingeplant.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-2 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2120 Witte duinen waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (nader) overbelaste hexagonen is 0,43 mol N/ha.



Figuur 4-2 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2120 Witte Duinen waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Witte duinen is vooral het ontbreken van dynamiek een groot knelpunt, problematiek als gevolg van de depositie van stikstof speelt een minder grote rol. Het gaat om een zeer beperkt oppervlak waarbinnen sprake is van tijdelijke depositie van het project. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,43 mol N/ha kan nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zeker wanneer dit in verhouding wordt gezien met de jaargemiddelde variaties in stikstofconcentraties en -deposities, deze liggen in de orde van grootte van 10 procent (Hoogerbrugge et al., 2020). Dit zijn al snel variaties van 100-200 mol N/ha/jr ten opzichte van de vigerende achtergronddeposities.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft ook geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.2 H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

Beschrijving habitattype
Grijze duinen zijn alle duingraslanden met een min of meer droge, gesloten gras-, mos- of korstmosmat. Ze zijn aanwezig in alle kustduinen, van Schiermonnikoog tot aan het Zwin. Ontwikkeling van grijze duinen verloopt door successie via Embryonale duinen en Witte duinen.

Deze duinen liggen meer landinwaarts dan de met helm begroeide Witte duinen (H2120). Op deze locaties is de door de wind veroorzaakt dynamiek voldoende laag voor het ontstaan van gesloten begroeiingen met kruiden en mossen. Mosduinen gaan dan verder evolueren naar duingraslanden. Eerst met een aantal pioniersoorten zoals duinviooltje. Later in de successie volgt het duingrasland, een soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Vermengd met deze begroeiingen kunnen kruidenrijke zoombegroeiingen graslanden met dominantie van de dwergstruik duinroos voorkomen. Duingraslanden komen dan vaak voor in complex met mosduinen, kruipwilg- of duinroosjesdwergstruwelen.

Door de bodemvorming ontstaat een zogenoemde ‘AC-horizont’ met een grijze kleur, vandaar de naam van het habitattype. Dynamiek in de vorm van lichte overstuiving, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type. Vanwege de positieve invloed van verstuiving, worden ook stuifplekken binnen graslandcomplexen tot het habitattype gerekend.

Het ontstaan van duingraslanden is weliswaar een natuurlijk proces, maar de uitgestrektheid van de graslanden in de Nederlandse duinen is waarschijnlijk mede veroorzaakt door menselijke activiteiten (met name beweiding, maar ook grondwateronttrekking).

De hoge soortenrijkdom is voor een belangrijk deel karakteristiek voor de grazige vegetaties zelf, maar een deel van de soorten is juist (mede) afhankelijk van onbegroeide delen (blauwvleugelsprinkhaan), konijnenholen (tapuit) of bloemrijke zomen (duin- en grote parelmoervlinder).

Onaangetaste duingebieden zijn sterk dynamische milieus, met een intensieve wisselwerking tussen hydrologie, wind, moedermateriaal, bodemvorming, vegetatieontwikkeling en herbivoren. Een reden voor de grote vegetatievariatie van duinen is de aanwezigheid van zogenaamde ‘shifting mosaics’. Dit zijn in de tijd variabele ruimtelijke patronen van successiestadia, waarbij verschillende plekken zich in andere ontwikkelingsstadia bevinden. Hierdoor kunnen veel soorten, elk kenmerkend voor een bepaald stadium of een combinatie daarvan, vlak naast elkaar voorkomen.

De kalkrijke variant H2130A van het habitattype komt voor op kalkrijk duinzand dat oppervlakkig nog weinig of niet is ontkalkt. Door natuurlijke ontkalking van de bodem gaat het type over naar de kalkarme variant H2130B. De graslanden komen voor op droge gronden. Het aanwezige substraat is matig voedselarm tot licht voedselrijk.

Voor de instandhouding van een goede kwaliteit is het noodzakelijk dat de begroeiing kort en open is. Zonder afvoer van biomassa en (zo nu en dan) enige overstuiving groeien grove grassoorten hoog uit (vergrassing), ten koste van de kruiden en van andere soorten die afhankelijk zijn van een open structuur. Bovendien vindt opslag van struiken en/of bomen plaats (verstruweling).

Afvoer van biomassa kan plaatsvinden door konijnenbegrazing. Bij een lage konijnenstand en/of een verhoogde toevoer van atmosferische stikstofdepositie is aanvullend beheer noodzakelijk (begrazing met koeien, paarden, schapen of geiten, maaien, branden).

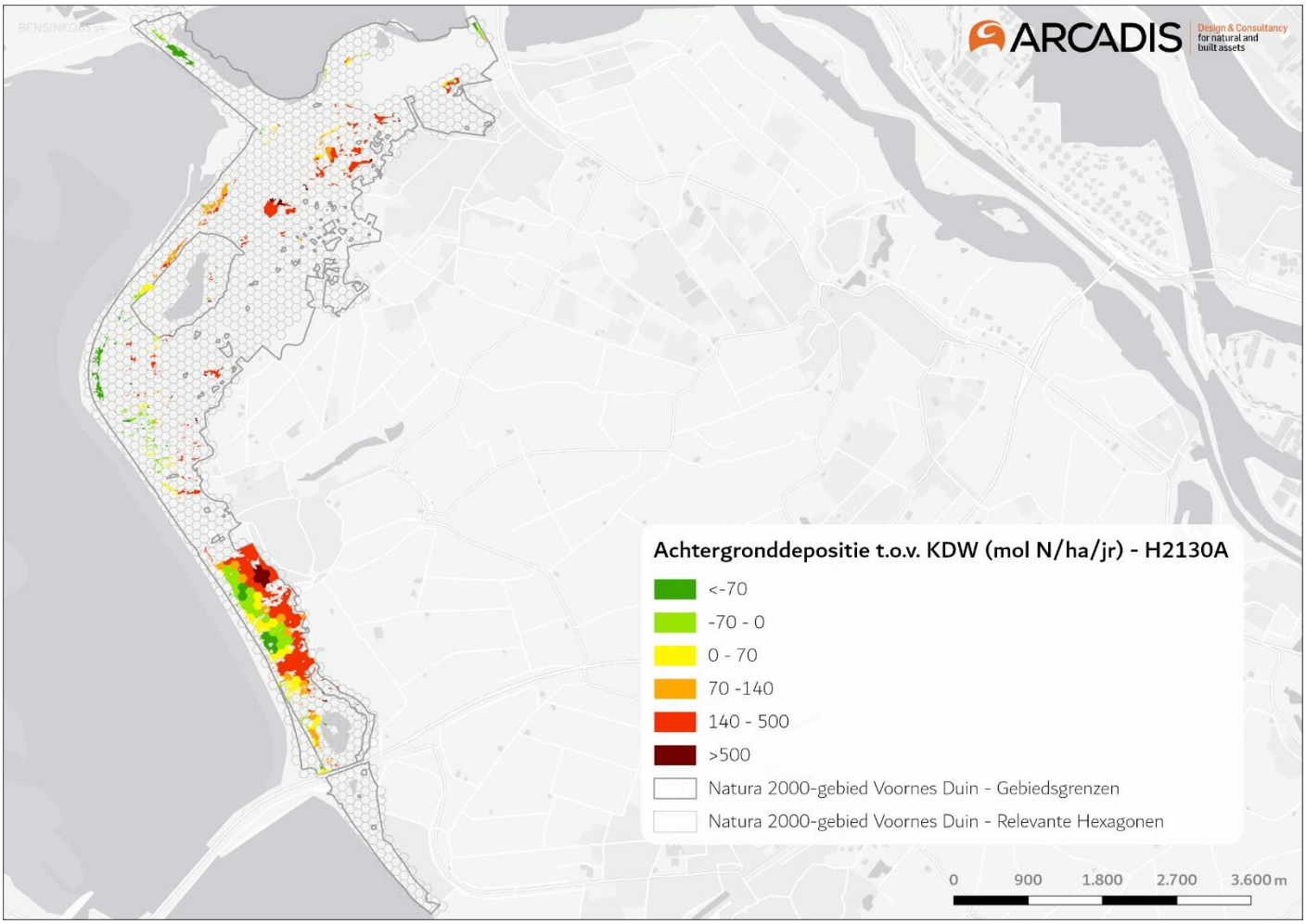
Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van oppervlak en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 90,47% van het habitattype H2130A in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-3 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-3 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130A in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 69,12 ha gekarteerd als Grijze duinen (kalkrijk). Binnen 90,47% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in een smalle strook achter de zeereep, een omvangrijke cluster in de zuidelijke helft van het gebied en in diverse kleinere clusters in de noordelijke helft, zie bovenstaand figuur.

Het kwaliteitsaspect structuur en functie is in alle deelgebieden matig. Er is in alle deelgebieden veel opslag van struweel, er zijn te weinig konijnen om de graslanden open te houden, er is weinig verstuiving en ook de schaal is in de meeste gevallen niet goed. Uit de vegetatieopnamen blijkt echter dat de karakteristieke plantengemeenschappen in alle opnamen wel aanwezig zijn. In de deelgebieden met de grootste oppervlaktes zijn ook de meeste typische plantensoorten aanwezig. Typische vogelsoorten van het open duin zoals de Tapuit en Veldleeuwerik ontbreken echter in veel van de deelgebieden. De Tapuit is in de noordelijke duingebieden wel een aantal keer waargenomen. Het is niet duidelijk of deze hier ook broedt. De Kommavlinder ontbreekt in alle deelgebieden. Heivlinder, Kleine

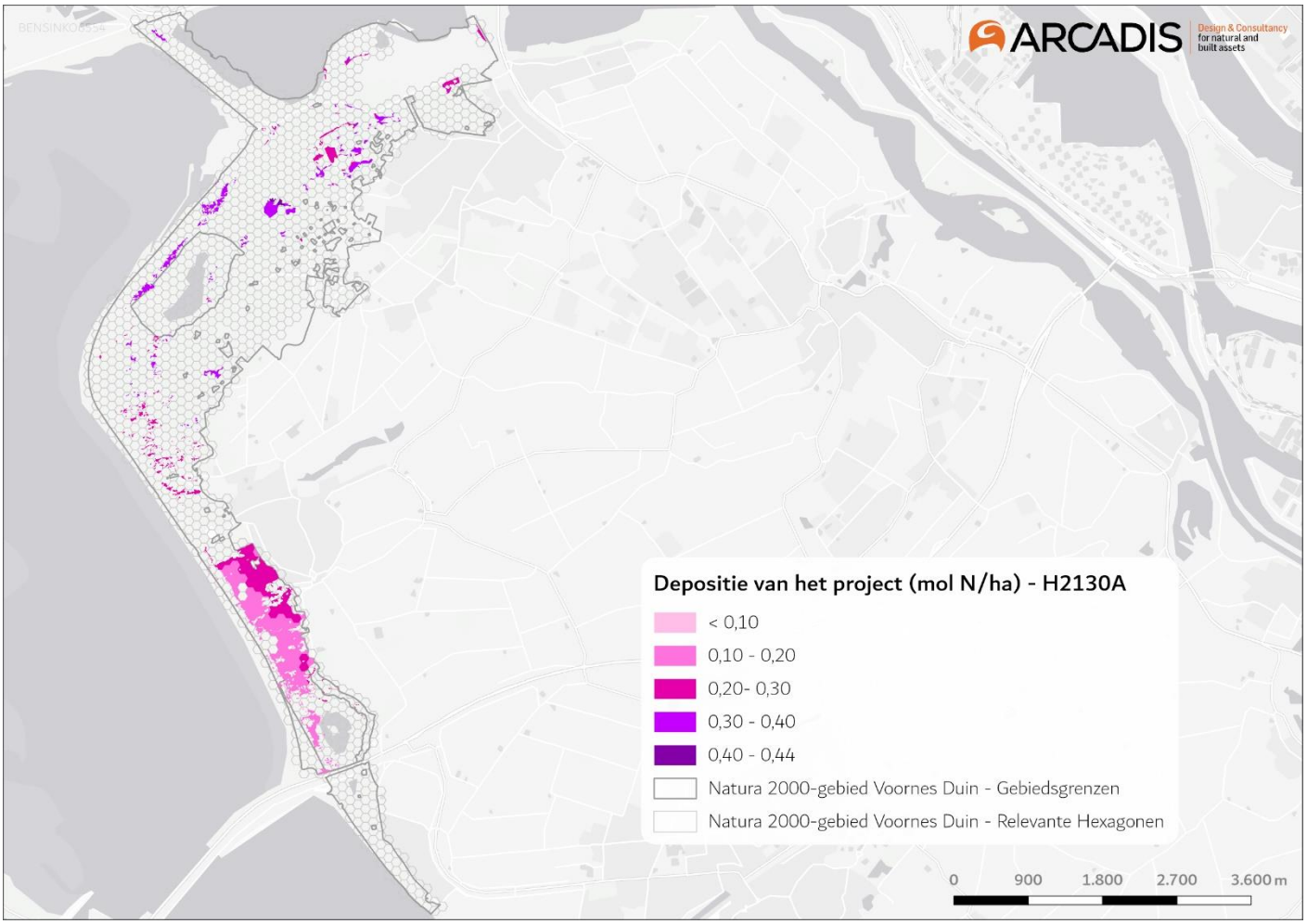
parelmoervlinder, Knopsprietje, Duinsabelsprinkhaan en Blauwvleugelsprinkhaan zijn wel in de meeste deelgebieden aanwezig. De Zandhagedis komt in alle drie deze deelgebieden voor.

Overige knelpunten
Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke grijze duinen in Voornes Duin is de snelle successie naar struwelen, waardoor het oppervlak in de afgelopen tijd sterk is afgenomen. Een andere oorzaak voor het ontbreken van overstuiving met kalkrijk zand is het ontbreken van stuifkuilen, van waaruit verstuiving kan plaatsvinden. Een derde oorzaak voor de snelle successie is de afwezigheid van (semi-)agrarische begrazing in het verleden en het wegvallen van de begrazing met konijnen. Stikstofdepositie kan de successie, die al versneld is door het ontbreken van dynamiek en konijnenbegrazing, verder versnellen. Gezien de hoge kalkrijkdom van de bodems op Voorne speelt verzuring als gevolg van stikstofdepositie niet direct een rol. Voor Voornes Duin leidt de stikstofdepositie zodoende met name tot vergrassing en niet tot verzuring (Kooijman & Besse, 2002). Vergrassing lijkt echter nauwelijks op te treden in Voornes Duin.

Regulier beheer
Voor dit habitattype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen
Voor H2130A vindt compensatie plaats die reeds is opgelegd in het kader van besluitvorming over Maasvlakte 2. Dit betreft de aanleg van een duincompensatiegebied van 15,8 ha (Spanjaardsduin). De tijdige uitvoering van deze compenserende maatregelen is geborgd en wordt gemonitord. Uit de rapportages blijkt dat meer dan de hiervoor genoemde 15,8 ha kan worden gerealiseerd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-4 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2130A waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,41 mol N/ha.



Figuur 4-4 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (kalkrijk) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- het ontbreken van verstuiving en begrazing ook grote knelpunten. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,41 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.3 H2130B Grijze duinen (kalkarm)

Beschrijving habitattype

Kalkarme grijze duinen komen voort uit kalkrijke grijze duinen bij voortschrijdende ontkalking van de bodem. Dit is een natuurlijk proces in de duinen. In kalkarme duingebieden kunnen de grijze duinen ook (vrijwel) direct ontstaan uit Witte duinen [H2120]. De algemene beschrijving van het habitattype H2130 (zie paragraaf 4.1.3.2) is ook op dit habitattype van toepassing.

H2130B wordt gevormd door duingraslanden van bodems die van nature kalkarm zijn of waarvan de toplaag ontkalkt is. Vooral in dit subtype kunnen korstmossen een opvallende plaats innemen. Bij verdergaande verzuring in de kalkarme duinen en in de diep ontkalkte oude, van nature kalkrijke duinen, ontstaan uit dit habitattype droge duinheides (H2140B en H2150).

Dit subtype komt voor op kalkarm duinzand, en op kalkrijk duinzand dat in de eerste paar decimeters zo ver is ontkalkt dat zwak tot matig zure omstandigheden zijn ontstaan (pH < 6,5).

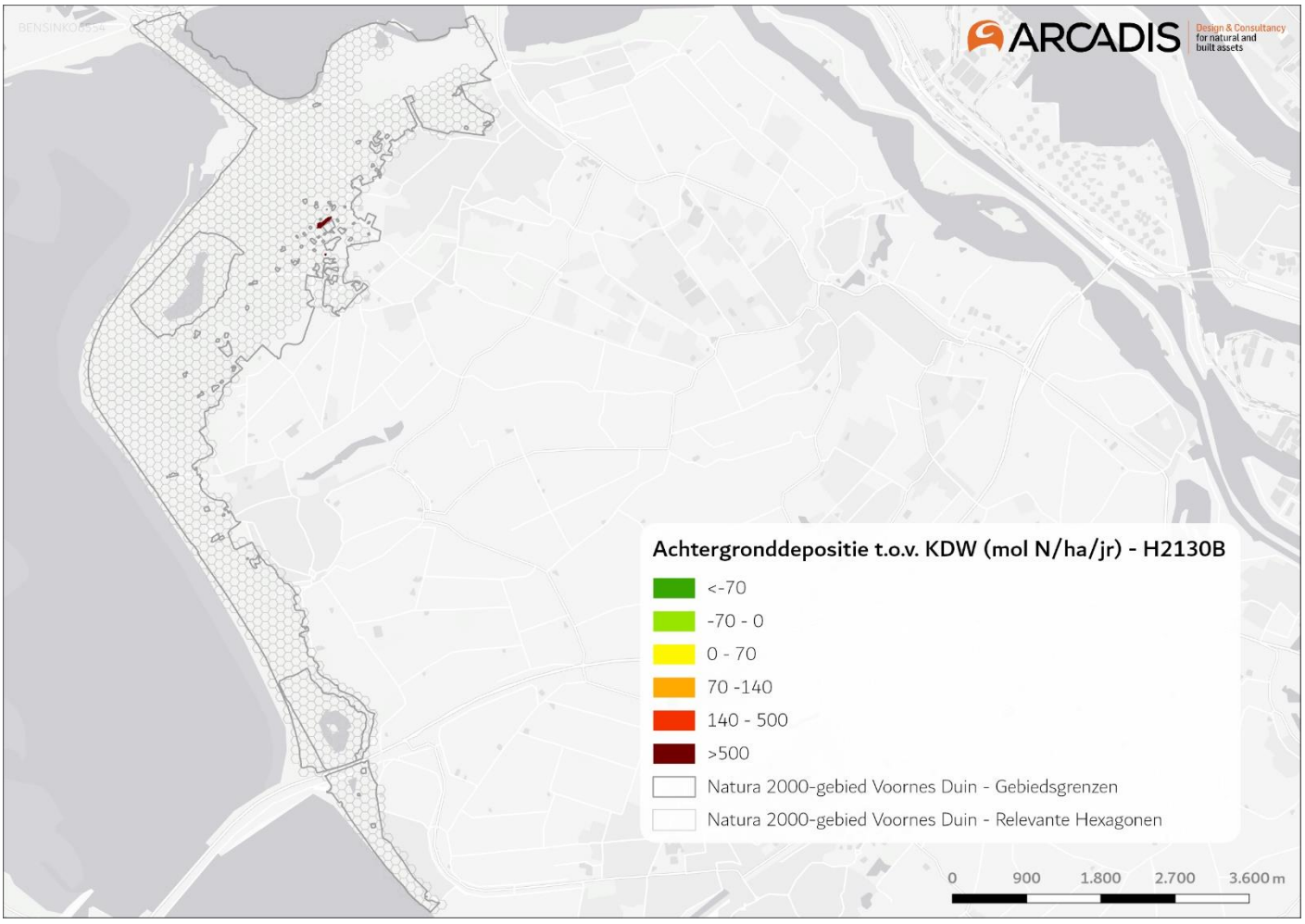
In de van nature kalkarme duinen kan overstuiving vanuit in de omgeving aanwezige actieve stuifkuilen, loop- en paraboolduinen en dergelijke de verzuring en daarmee de successie richting duinheide vertragen. Het belang hiervan speelt in ongestoorde situaties met name op de lange termijn, maar is op de korte termijn bevorderlijk voor herstel van verruigde graslanden. In de kalkrijke jonge duinen komt het subtype voor op de ontkalkte delen van de binnenduinen en hier kan verstuiving juist leiden tot het verdwijnen van het subtype, omdat te kalkrijk zand aan de oppervlakte wordt gebracht door betreding door mensen en grote grazers.

Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over het totale oppervlak van het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) in Natura 2000-gebied Voornes Duin sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-5.



Figuur 4-5 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130B in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

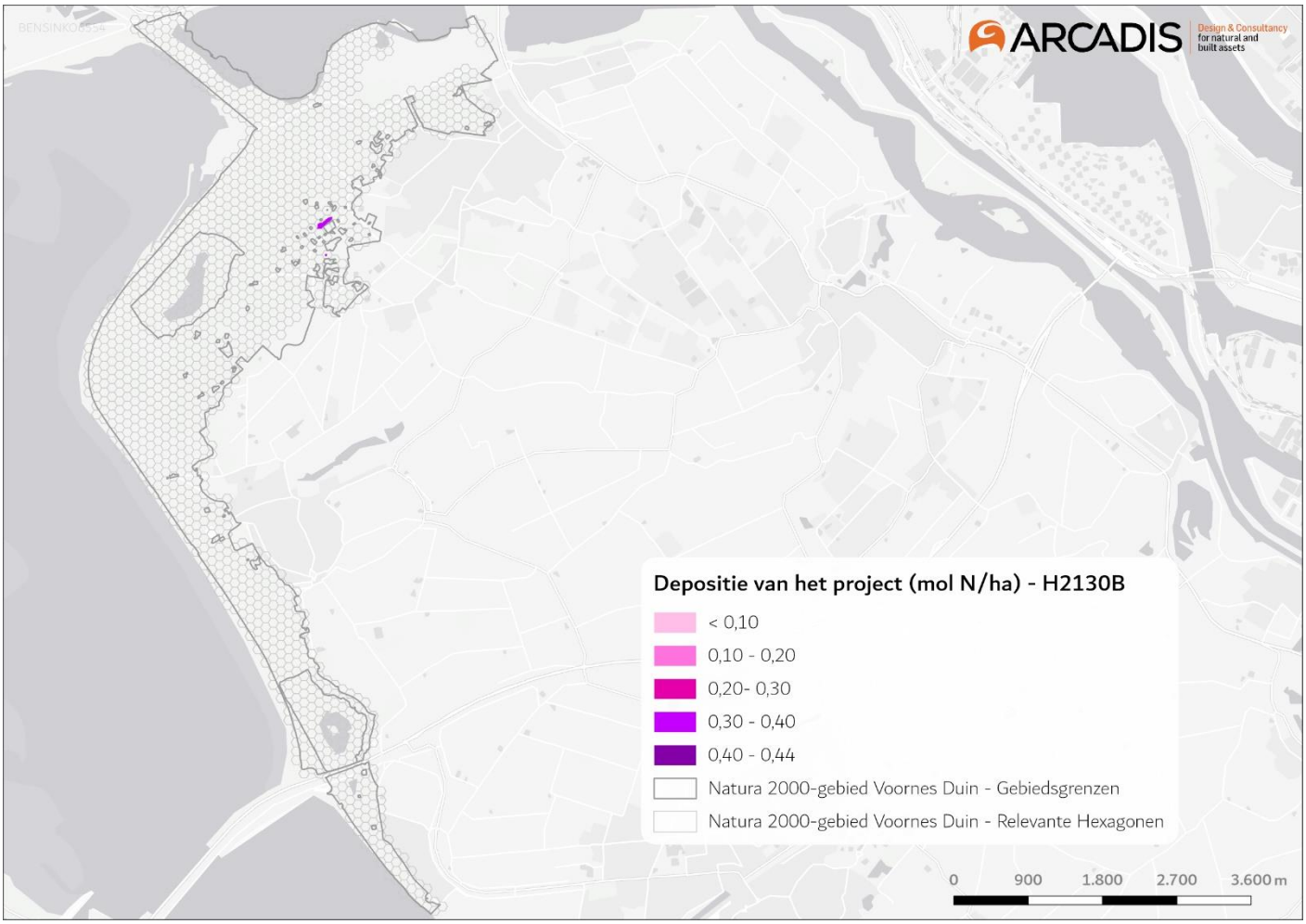
Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 1,15 ha gekarteerd als H2130B (waarvan 1,08 ha zoekgebied, dit oppervlak is in het kader van een worstcase beoordeling meegenomen als ‘volwaardig’ H2130B). Binnen 100% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt uitsluitend voor in één cluster in het meer centrale deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

In de gebiedsanalyse wordt niets beschreven over H2130B, mogelijk omdat het vrijwel uitsluitend zoekgebied betreft.

Overige knelpunten
Naast stikstofdepositie spelen er voor het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) nog een aantal additionele knelpunten. Een groot knelpunt is het ontbreken van grootschalige verstuiving, vaak als gevolg van vastlegging, waardoor geen nieuwe grijze duinen worden gevormd. Door vastlegging ontbreekt dus de natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind. Het proces van het vastleggen van het zand wordt versterkt door het wegvallen van de konijnbegrazing. Het ontbreken van (optimaal) begrazingsbeheer kan hierdoor ook tot knelpunten leiden. Bij het (gedeeltelijk) ontbreken van begrazing treedt vergrassing eerder op en groeien duinen eerder dicht met soorten als Amerikaanse vogelkers, kruipwilg of duindoorn.

Regulier beheer
Specifiek beheer voor H2130B in Voornes Duin is niet bekend. Het is goed mogelijk dat voor dit habitattype eenzelfde soort beheer wordt toegepast als eerder beschreven voor H2130A, te weten: begrazing, maaien en het verwijderen van opslag van bomen en struiken.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-6 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,32 mol N/ha.



Figuur 4-6 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (kalkarm) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- het ontbreken van verstuiving en begrazing ook grote knelpunten. Het gaat om 100,0% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (1,15 ha). Desalniettemin kan de tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,32 mol N/ha op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddepositities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.4 H2130C Grijze duinen (heischraal)

Beschrijving habitattype

Habitattype H2130C ‘grijze duinen heischraal’ bestaat uit duingraslanden op bodems die humeuzer en vochtiger zijn dan die van subtypen A en B. Vaak gaat het om smalle overgangen van die droge graslanden naar natte duinvalleivegetaties (H2190) of vochtige tot natte heischrale graslanden (H6230). Dit subtype ontstaat op plekken waar de zuurgraad langdurig gebufferd wordt. Toevoer van basenrijk grondwater is noodzakelijk om de bodem gebufferd te houden. Het habitattype doorloopt van nature een gestage ontkalking waarna het overgaat in kalkarme duinen. De natuurlijke ontkalking van de kalkrijke duinen wordt versterkt door de hoge atmosferische depositie. De vermestende werking van de depositie leidt in kalkarme duinen tot de toename van hoge grassen (Smits & Kooijman, 2014).

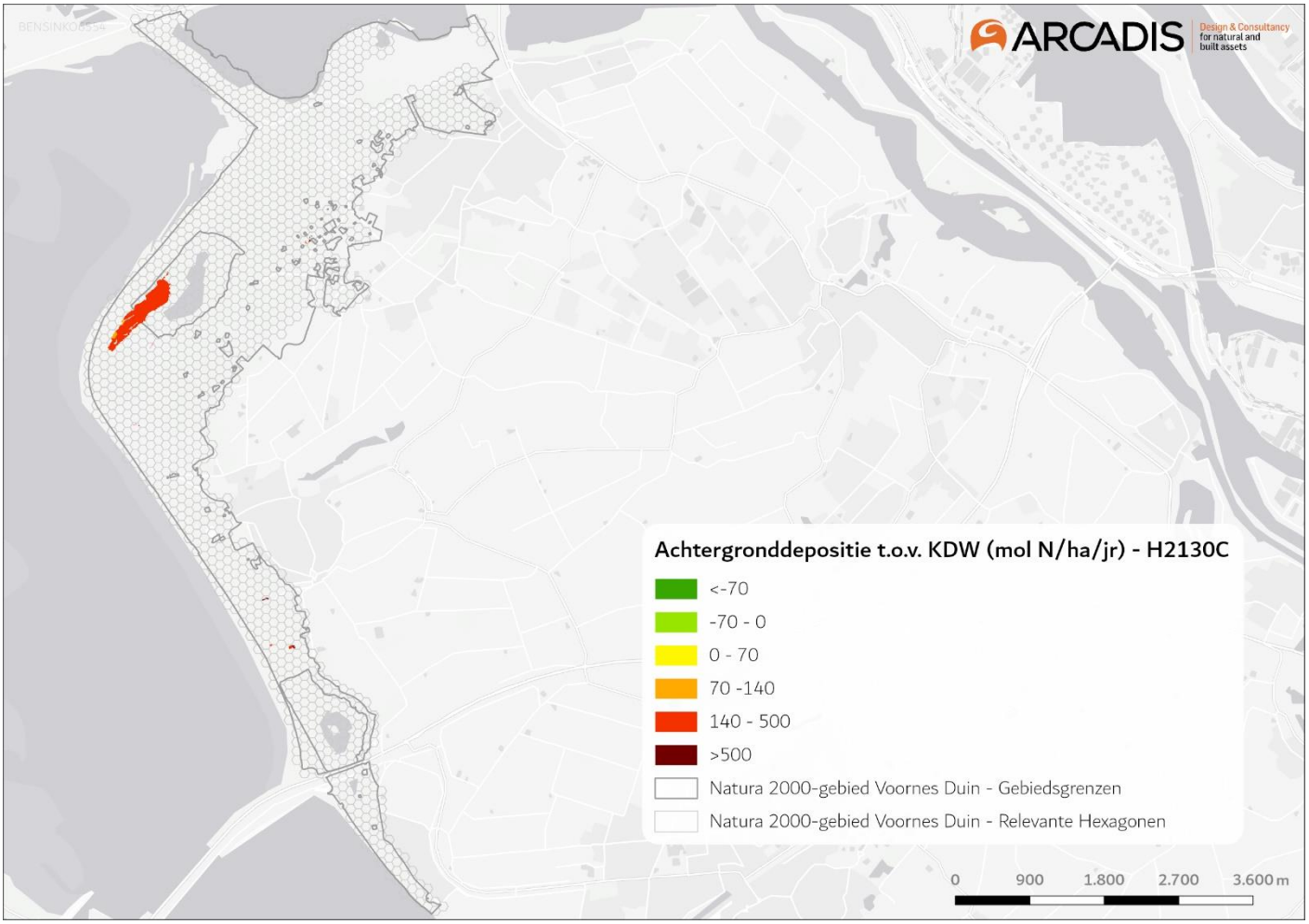
Typische soorten voor H2130C zijn onder andere het duinviooltje (*Viola curtisii*), kleverige reigersbek (*Erodium lebelii*) en de veldgentiaan (*Gentianella campestris*) (Ministerie van LNV, 2008; Provincie Zuid-Holland, 2016). Een aantal typische plantensoorten van heischrale grijze duinen groeit ook in kalkarme grijze duinen, waardoor zij mogelijk in dit habitattype groeien in plaats van in de kleine plukjes heischrale grijze duinen.

Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat een overschrijding van de KDW plaatsvindt binnen het totale gekarteerde oppervlak (1,40 ha) van het habitattype H2130C in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-7 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-7 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130C in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW. Het oppervlak op de kaart lijkt hoger dan hetgeen daadwerkelijk gekarteerd is, dit komt doordat de daadwerkelijke bedekking ('coverage') van het habitattype binnen het afgebeelde oppervlak zeer laag is.

Huidige omvang en kwaliteit
Het habitattype komt over een zeer klein oppervlakte in Voornes Duin voor. De meest recente kartering van heischrale grijze duinen in Natura 2000-gebied Voornes duin, in de Natuurdoelanalyse (Provincie Zuid-Holland, 2022), noteert 0,69 ha. Dit oppervlak is minder dan wat er vermeld is in het beheerplan (resp. 0,96) (Provincie Zuid-Holland, 2016). H2130C komt voornamelijk voor in kleine laagte en langs poeltjes in de deelgebieden Duinen van Oostvoorne, Breede Water en Quakjeswater (Provincie Zuid-Holland, 2016). Binnen 100% van dit is sprake van (naderende) overbelasting

In alle deelgebieden met heischrale Grijze duinen was veel sprake van opslag van struweel, zijn er te weinig konijnen om de graslanden open te houden en is er weinig verstuiving. Daarnaast is de schaal in de deelgebieden onvoldoende. Het kenmerk structuur en functie scoort daarom in alle deelgebieden matig. Uit de vegetatieopnamen blijkt echter dat de plantengemeenschappen die duiden op een goede kwaliteit in alle opnamen wel aanwezig zijn. Ook bijna alle typische plantensoorten komen in alle drie de deelgebieden voor. Een aantal typische plantensoorten van heischrale Grijze duinen groeien ook in Kalkarme grijze duinen, waardoor zij mogelijk in dit habitattype groeien in plaats van in de kleine plukjes heischrale Grijze duinen. De typische diersoorten Kommavlinder en Grote parelmoervlinder ontbreken in alle deelgebieden.

Een groot deel van de vegetatiekundige kwaliteit in Voornes Duin is onbekend (0,4 ha), 33% classificeert als goed. Het habitattype kent in totaal 15 typische soorten, waarvan 11 relevant in Voornes Duin. In deelgebied Quackjeswater en omliggend deelgebied zijn de meest typische soorten van het habitattype gevonden (27%) (Provincie Zuid-Holland, 2022). De typische diersoorten Kommavlinder (*Hesperia comma)* en Grote parelmoervlinder (*Speyeria aglaja*) ontbreken in alle deelgebieden (Provincie Zuid-Holland, 2016). In het geheel worden de typische soorten als slecht en matig beoordeeld. De abiotische randvoorwaarden zijn geclassificeerd als overwegend matig. In het gebied is de kalkrijkdom van de grond goed, maar is het gebied te nat.

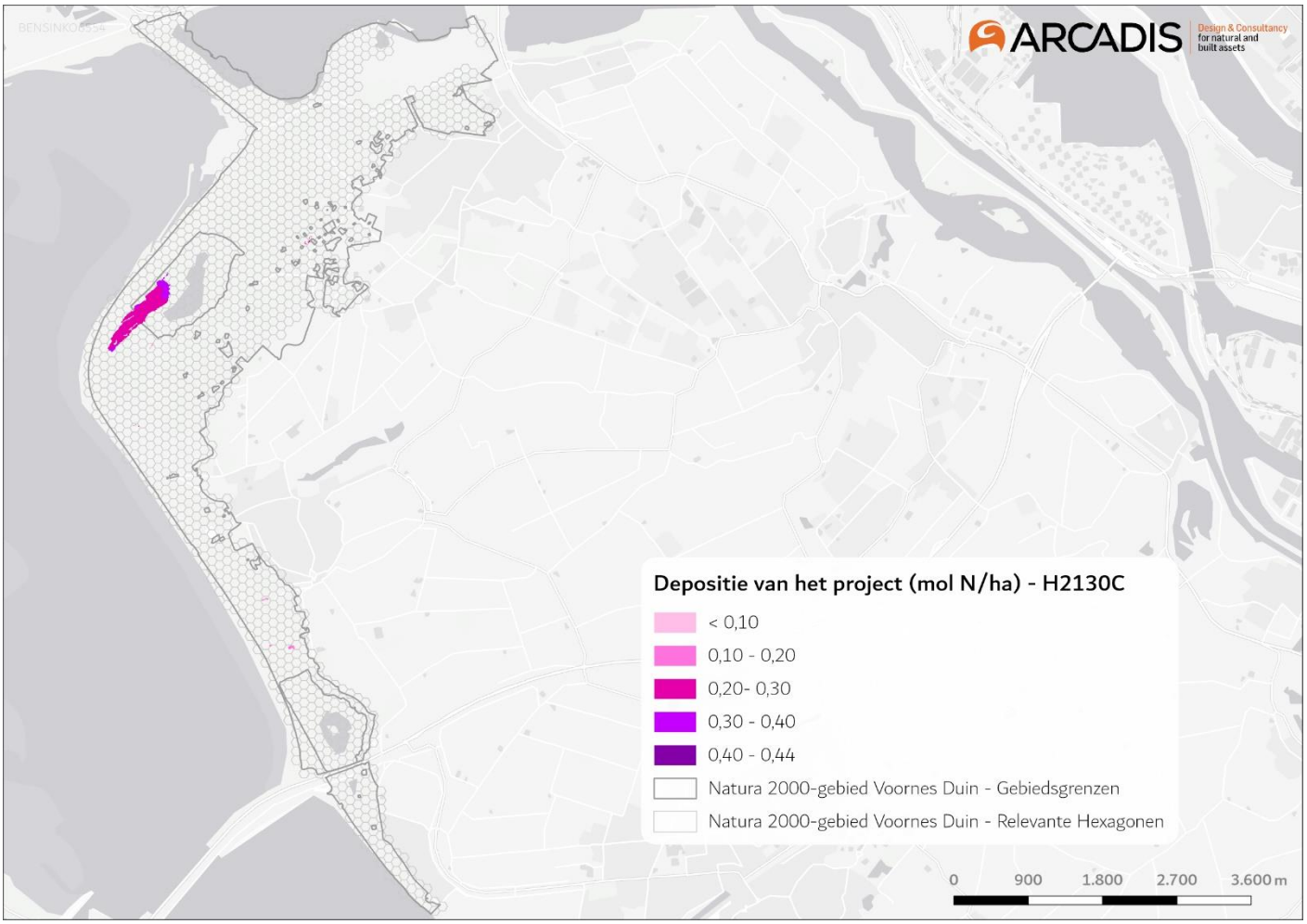
Overige knelpunten
De matige kwaliteit van het habitattype is het gevolg van de beperkte schaal. Er is voor het habitattype geen indicatie dat er onvoldoende invloed is van gebufferd grondwater in de wortelzone. In vergelijking net de andere subtypes van dit habitattype, heeft H2130C de hoogste calciumconcentratie. De gevoeligheid voor verzuring van dit habitattype is hierdoor laag.

Als gevolg van te weinig konijnen om de graslanden open te houden en te weinig verstuiving is er, net als in de kalkrijke grijze duinen, in alle deelgebieden veel opslag van struweel. Ondanks pogingen om het konijn terug in het gebied te brengen, wordt er niet voldaan aan de vereiste begrazing voor het habitattype en daarmee de benodigde aanwezigheid van stuifplekken (Provincie Zuid-Holland, 2022). De totale oppervlakte van het habitattype (beperkte schaal) is onvoldoende waardoor het kenmerk structuur en functie in alle deelgebieden matig scoort.

Regulier beheer
Voor dit habitattype geldt dat het in vrijwel alle deelgebieden wordt beheerd doormiddel van begrazing. Daarnaast wordt er gemaaid en wordt opslag van bomen en struiken verwijderd als onderdeel van het reguliere beheer.

Additionele maatregelen
Rond de Spartelvijver in de Grote Heveringen (deelgebied Duinen van Oostvoorne) zijn herstelmaatregelen uitgevoerd ten gunste van dit habitattype. Doordat bos en struweel is verwijderd, kunnen zich op deze locatie de komende beheerplanperiode op kleine schaal (0,5 ha) heischrale grijze duinen ontwikkelen. Gezien de ontwikkeltijd van heischrale grijze duinen (vele jaren tot decennia) zal dit echter nog niet tot een concrete uitbreiding in de eerste beheerplanperiode leiden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-8 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2130C waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,40 mol N/ha.



Figuur 4-8 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 locaties met habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (heischraal) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- het ontbreken van begrazing en verstuiving ook grote knelpunten. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,40 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.5 H2180Ao Duinbossen (droog), overig

Beschrijving habitattype

Dit habitattype betreft natuurlijke of half-natuurlijke loofbossen in de kustduinen, met sterk uiteenlopende kenmerken. Vaak is zomereik de dominante boomsoort, maar met name in duinvalleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol. De kruidlaag kan zeer soortenrijk zijn. Een nogal afwijkende samenstelling daarvan (met verwilderde bol- en knolgewassen) is te vinden in de zogenoemde stinzenbossen, die veelal hun bestaan danken aan de vestiging van landgoederen. De meeste van de samenstellende vegetaties komen ook (of zelfs vooral) buiten de duinen voor. Het aantal werkelijk kenmerkende soorten is dan ook gering.

Doordat het grootste deel van het duingebied relatief jong is en tot het begin van de twintigste eeuw intensief werd begraasd, zijn er maar weinig oude bossen die een beeld geven van het type vegetatie dat bij ongestoorde ontwikkeling te verwachten is. De oudste bossen zijn te vinden op de strandwallen en aan de binnenduinrand. Deze bossen zijn echter sterk beïnvloed door gebruik als hakhout of zijn aangeplant als parkbos. In de middenduinen en de

buitenduinen is spontane bosvorming vrijwel beperkt tot de duinvalleien, waar zich in eerste instantie vooral berkenbossen vormen. Op de hogere delen van de midden- en buitenduinen is de natuurlijke vegetatiesuccessie meestal nog niet verder gekomen dan hoge struwelen, en zijn de meeste bossen recent aangeplant (met bijvoorbeeld grauwe abeel). Het is daarom lastig een goede karakterisering van (natuurlijke) duinbossen te geven.

Bossen bestaande uit naaldbomen en/of exoten, worden niet tot het habitattype gerekend. Deze bossen hebben in sommige gevallen wel potentie voor omvorming naar het habitattype. Vanwege de zeer grote verschillen in standplaats en daarmee samenhangende soortensamenstelling, worden drie subtypen onderscheiden.

Tot het droge subtype A behoren de bossen op de meest voedselarme en droge standplaatsen. Het gaat met name om berken-eikenbossen en bossen met beuk. Ze komen vooral voor in de oude duinen, op de hogere delen van de strandwallen en op de meest diep ontkalkte delen in de binnenduinrand van de jonge duinen. Het zijn de oudste bossen in het duingebied, deels met een verleden als hakhoutbos. Ze zijn meestal relatief zuur en hebben dan een slechte strooiselvertering. De meest soortenrijke vegetaties zijn te vinden op de strandwallen, met hun iets lemiger zandgronden. In het jongere midden- en buitenduin is de vegetatie-ontwikkeling meestal niet zo ver voortgeschreden dat zich al droge duinbossen hebben ontwikkeld. Daarbij komt dat de mogelijkheden voor bosontwikkeling hier sterk geremd worden door de invloed van zeewind en inwaai van zand en zout. De meeste droge duinbossen zijn hier aangeplant en worden niet zelden aan de loefzijde geleidelijk weer door de wind opgerold. Een uitzondering is de droge vorm van het Meidoorn-Berkenbos in beschutte valleien. Dit bostype is veel basenrijker dan de eiken- en de beukenbossen.

In droge duinbossen bevat de bodem nauwelijks leem en is ook het gehalte aan organische stof laag. De kalk spoelt daardoor gemakkelijk uit. Veel droge duinbossen liggen op bodems die momenteel oppervlakkig al volledig zijn ontkalkt. Het gaat daarbij voornamelijk om locaties op de strandwallen. Het verzuringsfront zakt gestaag verder naar beneden. De duinbossen in het noordelijk deel van het kustgebied liggen van oudsher al op kalkarm substraat. Droge duinbossen komen voor bij een pH beneden 6,5. De grote ecologische variatie binnen droge duinbossen hangt voor een belangrijk deel samen met de grote range van de zuurgraad. Het gaat hierbij in de eerste plaats om verschillen in initieel kalkgehalte, maar ook de verschillende mate van ontkalking speelt hierbij een grote rol. De omstandigheden zijn verder matig droog tot droog. Het habitattype komt voor op licht voedselrijke tot zeer voedselarme bodems. Binnen deze range zijn er kwalificerende vegetatietypen die enkel voorkomen in de meest arme voedselrijkdomklasse, maar er is ook een type dat alleen in de licht voedselrijke klasse voorkomt.

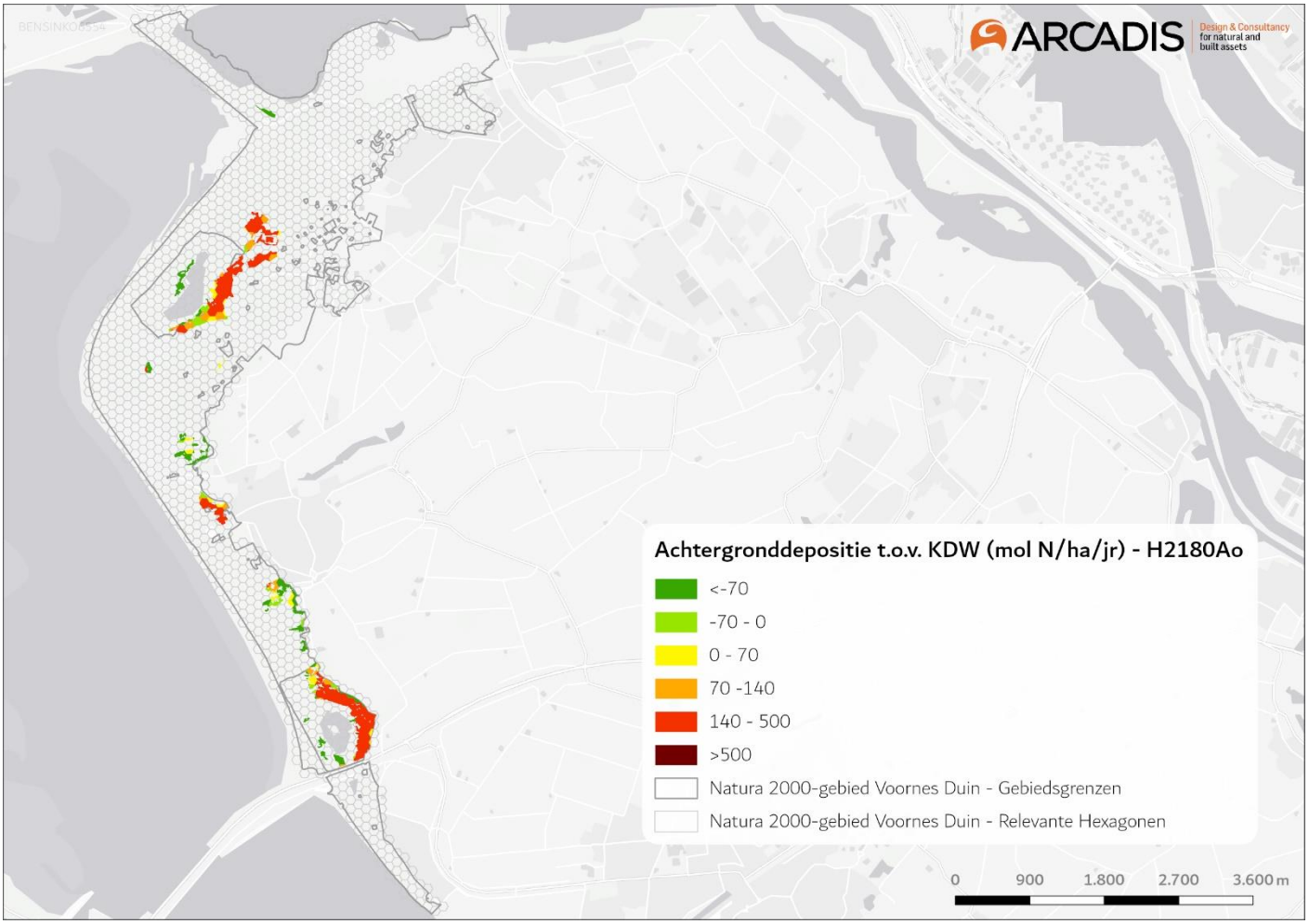
In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding
Gunstig

Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlak en verbetering van kwaliteit. Oppervlakte mag afnemen ten koste de uitbreiding van habitattypen met een uitbreidingsdoelstelling.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 78,92% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2180Ao in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-9 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-9 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2180Ao in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

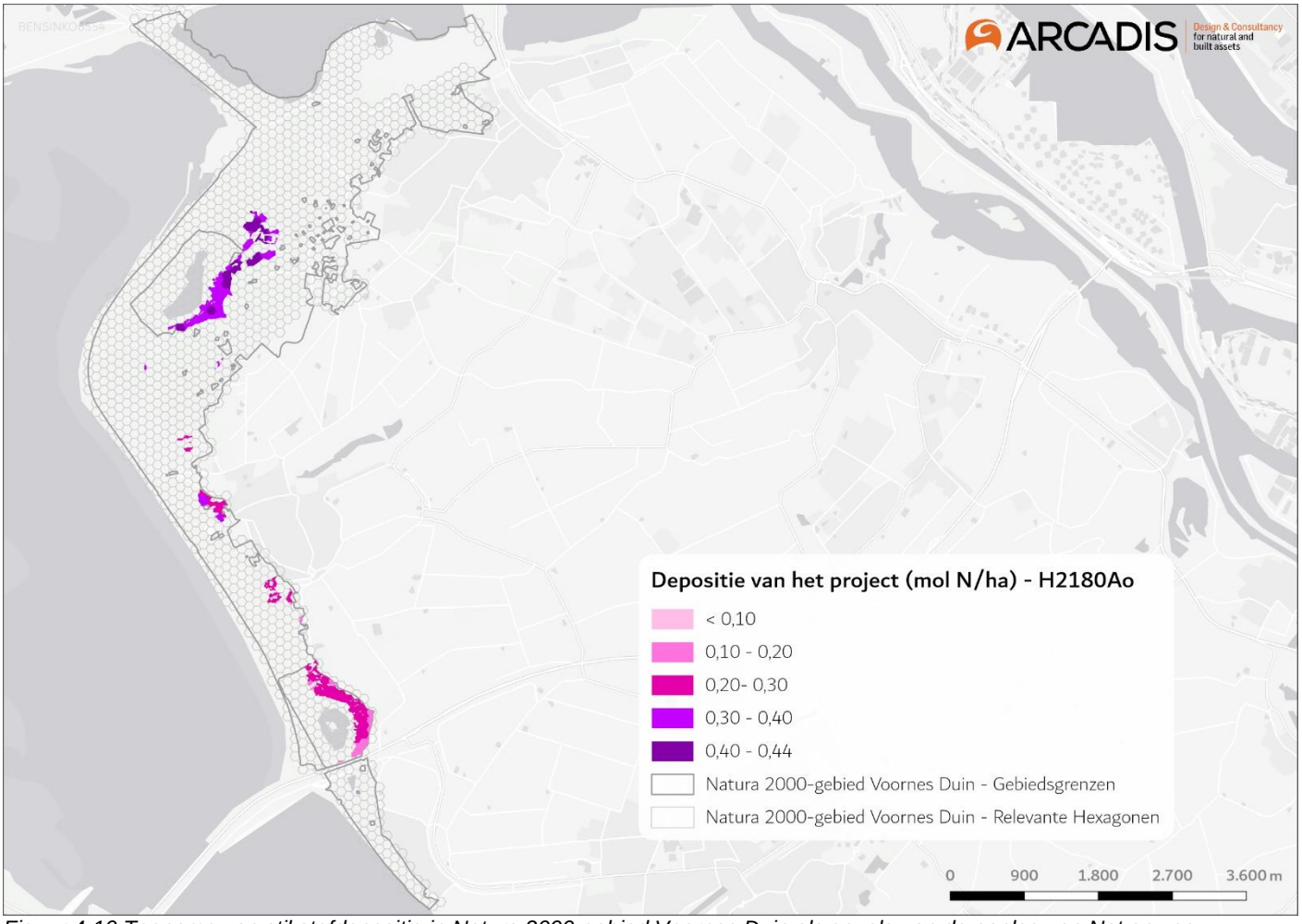
Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 80,77 ha gekarteerd als Duinbossen (droog), overig. Binnen 78,92% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in diverse aaneengesloten clusters in het centrale en oostelijke deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Kenmerken van een goede structuur en functie zijn erg wisselend. Er komen goed ontwikkelde (jonge) stukken duinbos voor, maar ook delen met slechte kwaliteit. In de delen met slechte kwaliteit heeft het bos een eenzijdige leeftijdsopbouw, is er een groot aandeel van naaldhout, is er weinig dood hout aanwezig en kent de ondergroei een grote mate van betreding. Het droge duinbos aan de oostkant van het Quackjeswater is van goede kwaliteit. Hier zijn diverse grotere en kleinere open plekken aanwezig, deels door nog niet dichtgegroeide stukjes duin, deels door afsterven van grotere bomen. Ook is er een aanzienlijke lengte bosrand aanwezig. Dit is ook het enige deelgebied waar de typische vlindersoort eikenpage is waargenomen. In het gebied dat beheerd wordt door Natuurmonumenten heeft 35 ha een goede kwaliteit en 30,6 ha een matige kwaliteit. Gegevens over typische soorten zijn beperkt beschikbaar. Vanwege het ouder worden van de droge duinbossen (successie) wordt een toename in typische (vogel)soorten verwacht.

Overige knelpunten
De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de droge duinbossen zijn de beperkte ouderdom en de aanwezigheid van exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. In de Duinbossen (droog) zijn er, ondanks de overschrijding van de KDW, geen aanwijzingen dat stikstofdepositie een knelpunt vormt.

Regulier beheer
Het reguliere beheer bestaat uit selectieve kap (lokaal), creëren goed gestructureerde open plekken en bosranden, dood hout laten liggen en het tegengaan van betreding.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-10 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2180Ao waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,44 mol N/ha.



Figuur 4-10 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2180Ao Duinbossen (droog), overig, waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Duinbossen (droog) vormen - naast alleen de depositie van stikstof- de aanwezigheid van exoten en de beperkte ouderdom ook belangrijke knelpunten. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,44 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.6 H2180C Duinbossen (binnenduinrand)

Beschrijving habitattype

De tot dit subtype behorende bossen zijn over het algemeen sterk door de mens beïnvloede (park)bossen die overwegend voorkomen op wat jongere, kalkhoudende bodems. Ze zijn vaak onderdeel van landgoederen die in de 18e eeuw aan de binnenduinrand werden aangelegd op afgegraven duingronden. Door vergraving zijn hier diepere, nog niet ontkalkte zanden weer aan de oppervlakte gekomen. Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn binnenduinrandbossen vaak aangelegd op overstoven kleigronden. Daarbij heeft het historisch beheer van deze bossen, waarbij o.a. werd bemest, bekalkt en gewoeld, de bodems sterk beïnvloed en de buffercapaciteit vergroot. De grondwaterstanden zijn hier te diep voor de vestiging van ‘natte’ soorten, maar vaak wel zo ondiep dat capillaire opstijging vanuit het grondwater zorgt voor een iets betere vochtvoorziening en zuurbuffering. De standplaatscondities (goed gedraineerde, iets vochthoudende, basenrijke, rulle en humeuze bodems in combinatie met een open bosstructuur die zorgt voor voldoende licht) zijn zeer geschikt voor de groei van allerlei van oorsprong uitheemse bolgewassen die hier in het verleden op grote schaal zijn aangeplant en nu deel uitmaken van de zogenaamde ‘stinzenflora’. In tegenstelling tot wat de naam van het subtype kan suggereren, worden niet alle bossen van de binnenduinen tot dit subtype gerekend: het betreft alleen de bossen op matig voedselrijke, vochtige bodems. Op andere standplaatsen komen ook subtype A (droger, voedselarmer) en in veel mindere mate B (natter, voedselrijker) voor.

Binnenduinrandbossen komen voor een deel voor op bodems die hun kalkhoudendheid overwegend hebben te danken aan menselijke ingrepen in het verleden. Ze zijn aangelegd op bodems waarvan de ontkalkte lagen zijn afgegraven, waar kalkrijk zand is opgebracht of waar actief is bemest en bekalkt. Aangezien de aanwezige kalk geleidelijk uitspoelt en meestal geen nieuwe kalk wordt aangevoerd, kan de bodem in dit type verzuren onder natuurlijke omstandigheden en wordt deze ontwikkeling versneld door zuurvormende depositie. Voor binnenduinrandbossen zijn matig zure tot neutrale omstandigheden optimaal met een pH tussen 5,0 en 7,5, terwijl in de bovengrond ook zure omstandigheden mogen heersen met een pH tussen 4,5 en 5,0. Voor het habitattype zijn zeer vochtige tot matig droge standplaatsen optimaal. Het habitattype kan zich alleen optimaal ontwikkelen bij matig voedselrijke omstandigheden, terwijl zeer voedselrijke omstandigheden suboptimaal zijn.

In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten overheersen over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%, en de bedekking van voorjaarsflora is groter dan 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding

Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel

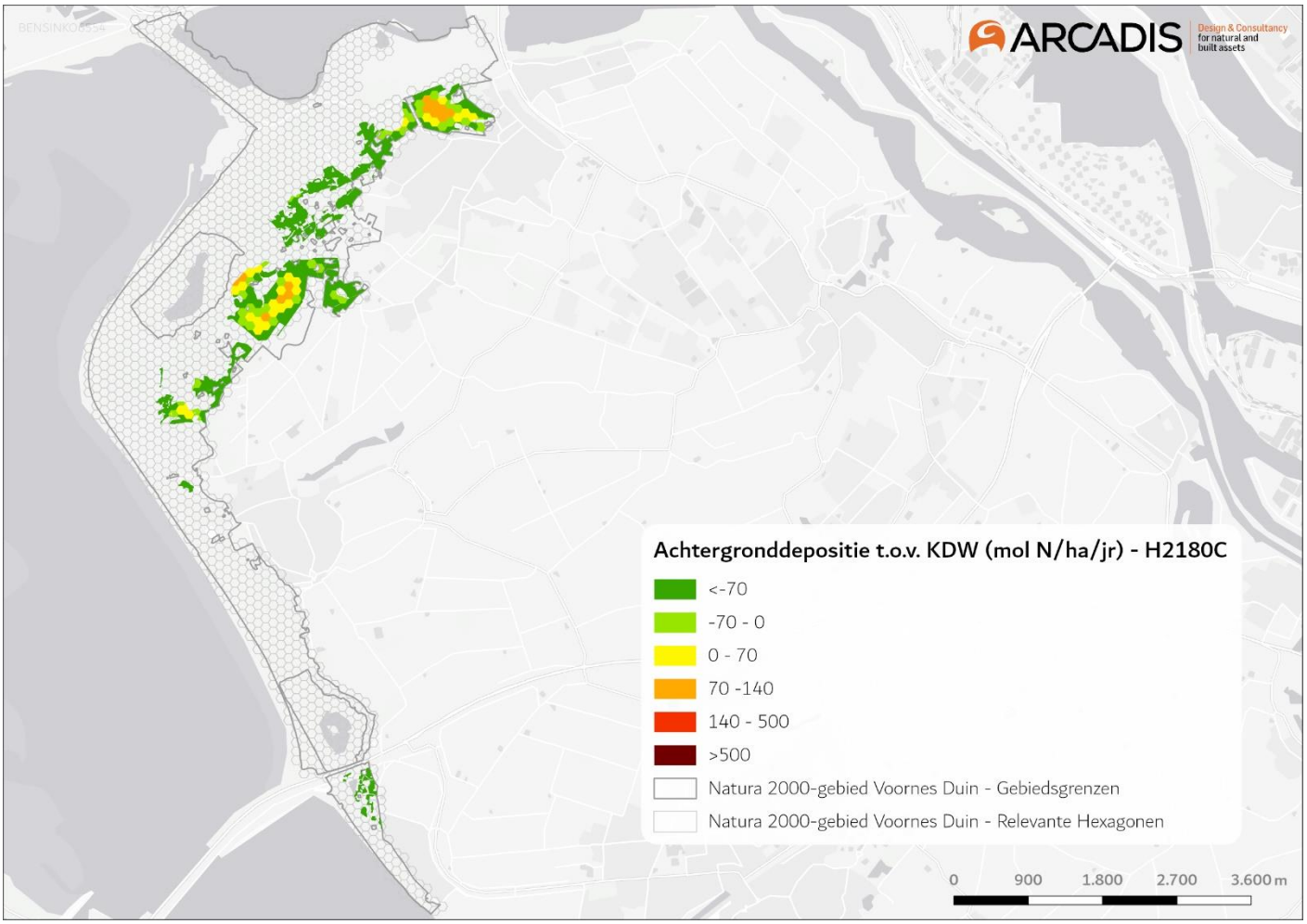
Behoud van oppervlak en kwaliteit. Oppervlakte mag afnemen ten koste de uitbreiding van habitattypen met een uitbreidingsdoelstelling.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.786 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake van (naderende) overbelasting binnen 35,30% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2180C in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-11 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-11 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2180C in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 189,01 ha gekarteerd als Duinbossen (binnenduinrand). Binnen 35,30% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in het noordoostelijke deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

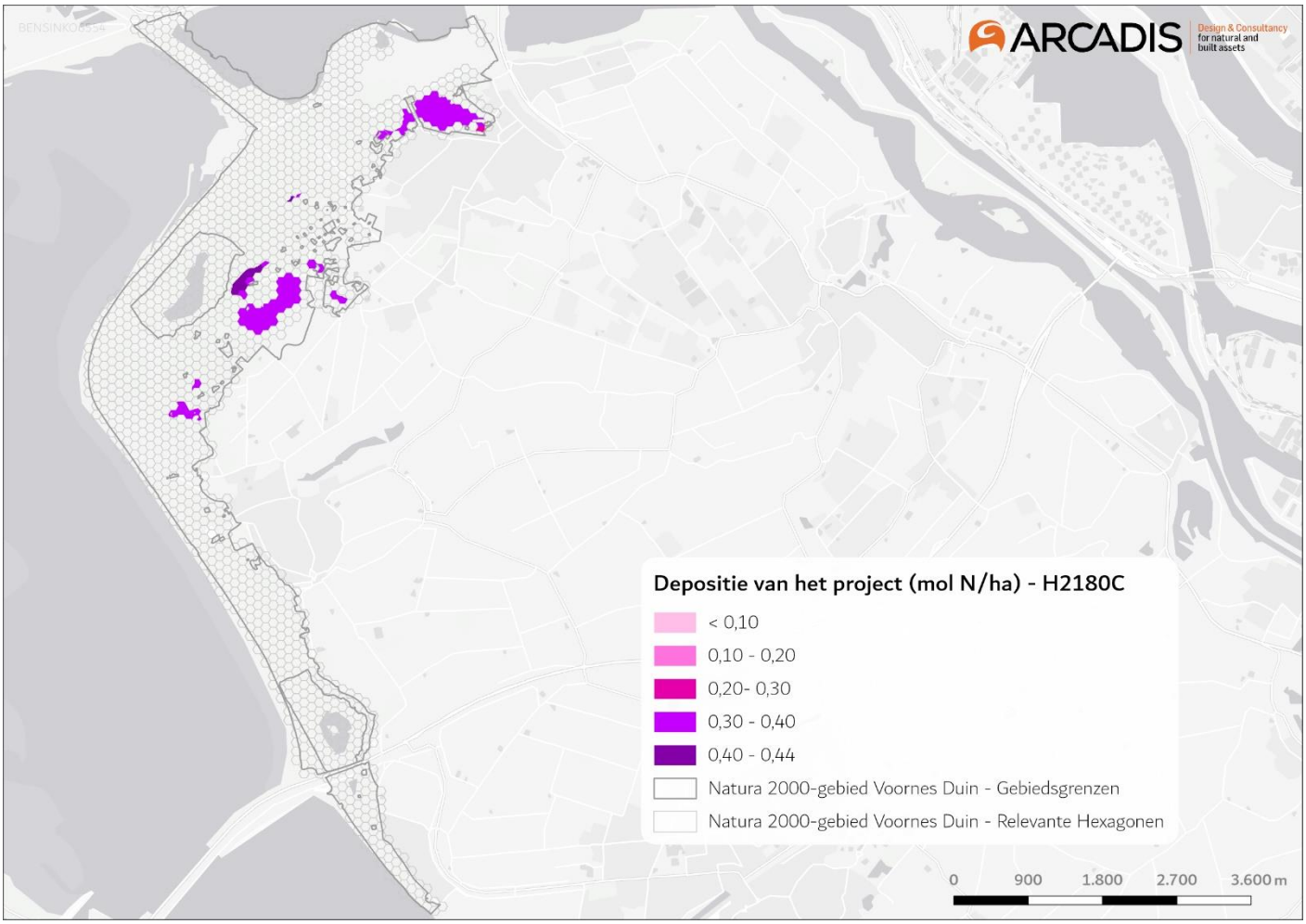
Alle Duinbossen van de binnenduinrand hebben een matige kwaliteit omdat de kenmerken van een goede structuur en functie ontbreken, in één deelgebied is sprake van slechte kwaliteit door aanwezigheid van veel gebiedsvreemde soorten. In de meeste binnenduinrandbossen is geen sprake van een uitbundige bedekking (>25%) van voorjaarsflora. Ook hebben de binnenduinrandbossen geen tot een beperkt aantal open plekken en een geringe lengte bosrand. Bovendien ontbreekt het vaak aan oude en dikke bomen. In de meeste deelgebieden zijn echter wel veel van de typische vogel- en plantensoorten aanwezig.

Overige knelpunten
De belangrijkste beperkingen voor de kwaliteit van de Duinbossen (binnenduinrand) zijn de beperkte ouderdom, het beperkt aantal open plekken en de geringe lengte bosrand. Lokaal speelt de aanwezigheid van gebiedsvreemde soorten exoten en naaldhout. Beide staan waarschijnlijk los van de stikstofdepositie. Geconcludeerd wordt dan ook dat er waarschijnlijk geen stikstof gerelateerde knelpunten zijn.

Regulier beheer
De kwaliteitsverbetering van droge Duinbossen wordt verwezenlijkt via natuurlijke veroudering van de bossen.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-12 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2180C waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,43 mol N/ha.



Figuur 4-12 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Vooral het gebrek aan open plekken, de geringe lengte bosrand en de aanwezigheid van exoten vormen een knelpunt voor dit habitattype, niet zo zeer depositie. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,43 mol N/ha kan daarom op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.7 H2190Aom Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen

Beschrijving habitattype

Het habitattype Vochtige duinvalleien is veelomvattend, het betreft open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, alle voor zover voorkomend in (min of meer natuurlijke) laagten in de duinen. Mede door de grote ecologische variatie is het aantal kenmerkende soorten zeer groot. Het gaat om relatief jonge successiestadia. Begroeiingen van oudere (al dan niet verdroogde) successiestadia in duinvalleien behoren tot andere habitattypen.

Vochtige duinvalleien kunnen van nature op twee manieren ontstaan. Primaire duinvalleien ontstaan doordat strandvlakten door duinen worden afgesneden van de zee. Secundaire duinvalleien ontstaan doordat stuifkuilen uitstuiven tot op het grondwaterniveau. Daarnaast kunnen vochtige duinvalleien worden ontwikkeld door inrichtingsmaatregelen. Onder invloed van neerslagwater vormt zich in het duinlichaam een zoetwaterlens van vele tientallen tot meer dan honderd meter dik die op het brakke grondwater drijft. Zo wordt in de duinen een zoetwaterbel gevormd, die zorgt voor zoete tot zeer licht brakke situaties in de wat oudere duinvalleien. Vooral in brede duingebieden reageert de grondwaterstand vertraagd op fluctuaties in neerslag en verdamping. Dat betekent dat boven op de seizoensdynamiek, met hogere grondwaterstanden in de winter en lagere grondwaterstand in zomer, ook sprake is van een langjarige dynamiek, met duinvalleien die in een periode met natte jaren vrijwel permanent onder water staan en in perioden met weinig neerslag vrijwel permanent droog staan. Er kunnen zo jaren achtereen optreden waarin (grond)waterstanden ver boven, of juist onder het gemiddelde niveau liggen.

Binnen vochtige duinvalleien bestaat een grote variatie aan standplaatscondities, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis, leeftijd, waterregime en kalkgehalte van de bodem of het kwelwater. Om die reden zijn de vochtige duinvalleien in een aantal subtypen opgesplitst. Waterdiepte, vegetatiestructuur en kalkgehalte zijn bepalend voor de verschillen tussen de subtypen.

Habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) komt voor in de laagste delen van het duingebied, waar in gemiddelde jaren het water tot ver in het groeiseizoen boven maaiveld staat en die hooguit kort droogvallen in het groeiseizoen. Binnen de duinwateren bestaat grote variatie in ecologische omstandigheden, variërend van brak tot zoet, van voedselarm tot voedselrijk, en van basisch tot zuur. De opslag van struiken, bomen en/of hoge grassen is beperkt tot maximaal 10%.

In de meeste duingebieden, en zeker in de grotere duinwateren, is het oppervlaktewater door een kalkhoudende ondergrond en aanvoer van basenrijk grondwater tamelijk hard. In duingebieden die zeer arm aan kalk zijn, komen duinplassen voor die verwant zijn aan die van het habitattype Zwakgebufferde vennen (H3130).

In de kalkrijke duingebieden zijn de grotere duinwateren van nature vrij voedselrijk als gevolg van de aanvoer van nutriënten met doorstromend grondwater en de aanvoer van organisch materiaal met oppervlakkig afstromend regenwater en door inwaai van blad. Door de geringe zuurgraad van het water wordt het aangevoerde organische materiaal redelijk snel afgebroken. Ook zijn duinmeertjes een favoriete broedplek voor kolonievogels en rustplek voor watervogels. Dit kan zorgen voor een extra aanvoer van nutriënten met mest.

In feite is er een tweedeling in de open wateren in de duinen die onder het habitattype vallen, in oligo- en mesotrofe wateren (subtype H2190Aom) enerzijds en eutrofe wateren anderzijds. De duinplassen hebben een bereik vanaf pH (H_2O) 4,5 van matig zuur tot basisch. Duinplassen bevatten meestal tamelijk hard tot hard water, alleen in de sterkst ontkalkte delen van de duinen in het Waddendistrict komen enkele zwak gebufferde tot zure duinplassen voor. Net als bij vennen is de hardheid van het water een belangrijke sturende factor. Duinplassen komen voor in diep water tot op inunderende standplaatsen. Jonge duinvalleien in recent afgesnoerde strandvlakten kunnen nog incidenteel met zeewater overstromen. Dit is optimaal voor pioniervegetaties die afhankelijk zijn van brak water. De trofiegraad varieert van zeer voedselarm tot zeer voedselrijk.

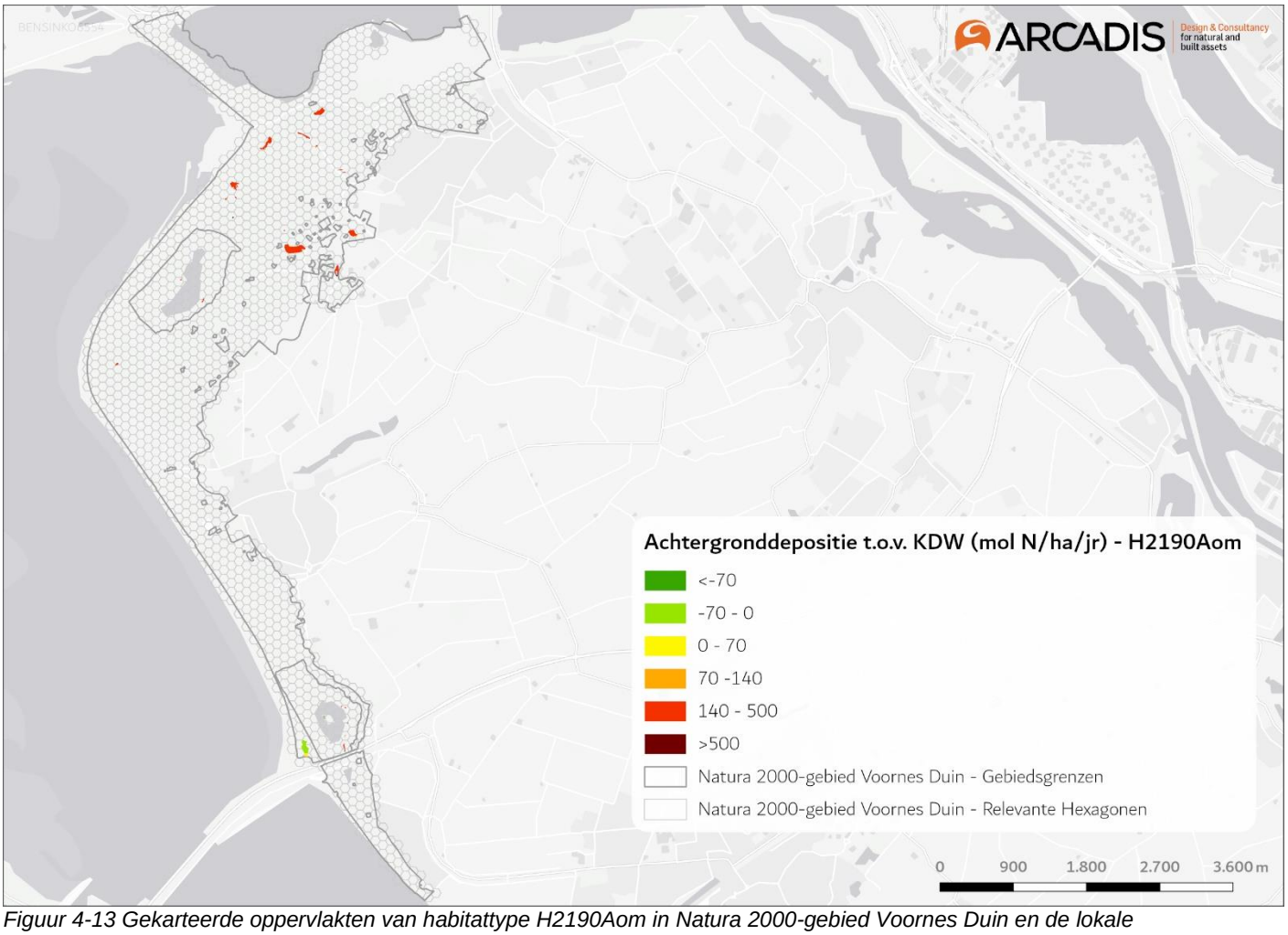
Voor het behoud van het scala aan duinvalleien op lange termijn is het noodzakelijk dat steeds nieuwe jonge valleien bijkomen. Het gaat daarbij om valleien met kale grond of vegetatieloos water. Bij aangroeiende kusten ontstaan van nature zogenoemde primaire duinvalleien door afsnoering van strandvlakten. In het duingebied zelf kunnen zogenoemde secundaire duinvalleien ontstaan door uitstuiving van zand tot op de grondwaterspiegel (of door herstel van verouderde, verdroogde of voor infiltratie gebruikte valleien).

Landelijke staat van instandhouding
Matig gunstig

Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlak en kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.000 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat (naderende) overbelasting van de KDW plaatsvindt binnen bijna het totale gekarteerde oppervlak (99,28%) van het habitattype H2190Aom in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-13 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-13 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2190Aom in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 7,04 ha gekarteerd als Vochtige duinvalleien (open water) oligo- tot mesotrofe vormen. Binnen 99,28% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt voor in diverse relatief kleine clusters verspreid door het gebied, zie bovenstaand figuur.

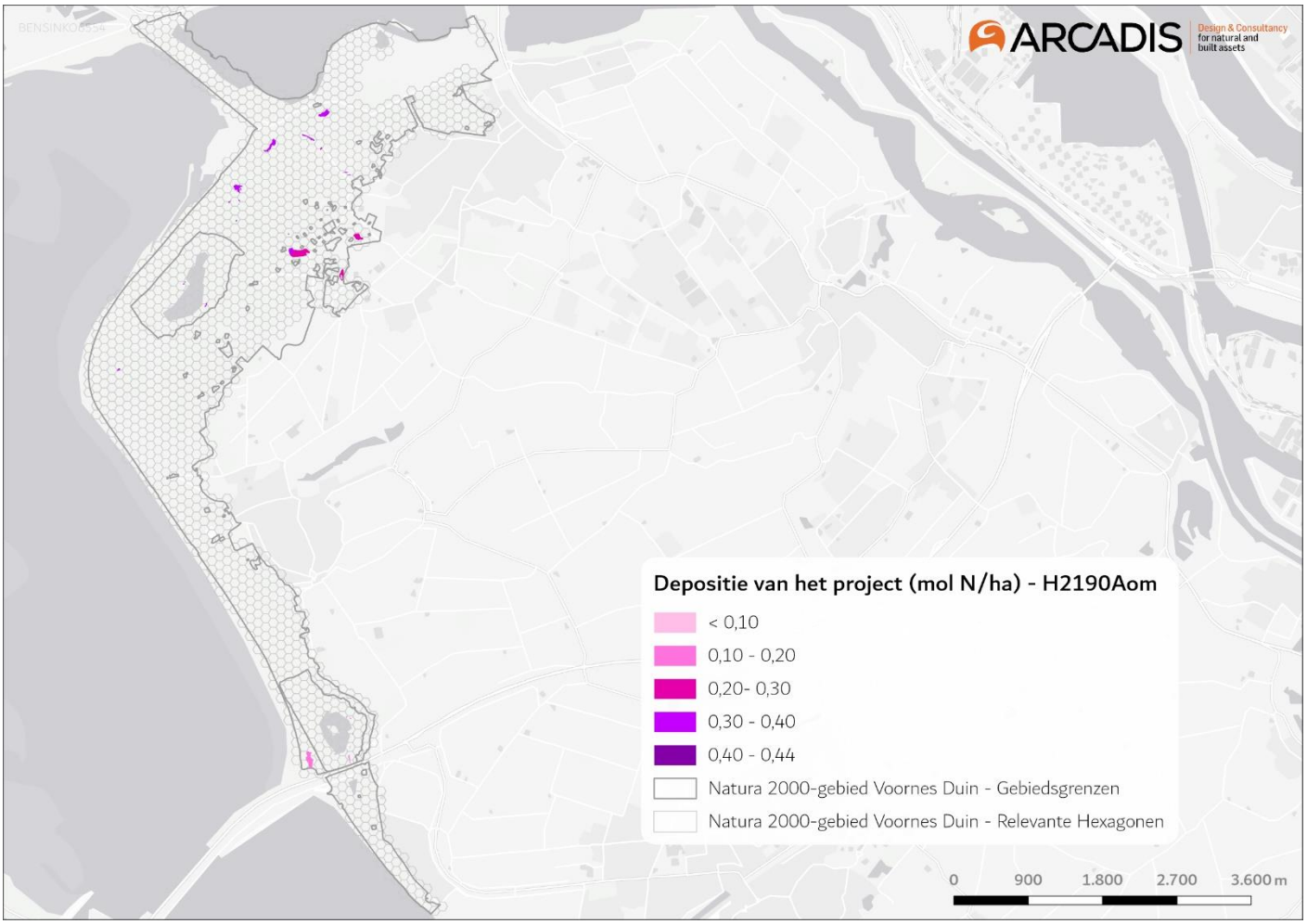
De open wateren zijn erg belangrijk voor vogels (onder andere Dodaars, Geoorde fuut, Slobeend, Waterral en Lepelaar). Mede hierdoor zijn de open wateren wel ten dele geëutrofieerd. Het aantal typische soorten is in deelgebied Duinen van Oostvoorne het hoogst, hier is de kwaliteit goed. Ook in deelgebied Breede Water komen vrij veel typische soorten voor, maar door achteruitgang van de waterkwaliteit is hier het eindoordeel matig. Door het ontbreken van een aantal typische plantensoorten heeft deelgebied Quackjeswater ook een matige kwaliteit.

Overige knelpunten
Door successie treedt verondieping/verlanding op. Door de beperkte dynamiek in het duingebied ontstaan er geen nieuwe vochtige duinvalleien met pioniersstadia. In bestaande, oudere duinvalleien treedt (versnelde) successie op. De versnelde successie kent verschillende oorzaken, die moeilijk te scheiden zijn. Verhoogde atmosferische stikstofdepositie en ook een verminderde aanvoer van kalkrijk en ijzerrijk grondwater versnellen de opbouw van organische stof in de valleien. Daarnaast treedt vermesting op door vogels die op het water verblijven.

Regulier beheer
De vochtige duinvalleien (open water) kennen een (intensief) beheer wat leidt tot een goede kwaliteit van dit habitattype, ondanks de te hoge stikstofdepositie. Door schonen kan de successie worden teruggezet. Knelpunten als gevolg van de hoge stikstofdepositie wordt dus met het huidige beheer al opgelost.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-14 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2190Aom waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,43 mol N/ha.



Figuur 4-14 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2190Aom waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Dit habitattype kent naast alleen de depositie van stikstof veel andere knelpunten, waaronder een gebrek aan dynamiek, verondieping, eutrofiëring en verminderde aanvoer van kalkrijk en ijzerrijk grondwater. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,43 mol N/ha kan daarom op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddepositie. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.8 H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk)

Beschrijving habitattype
Dit subtype komt voor in geheel of vrijwel geheel verzoete primaire duinvalleien en in secundaire duinvalleien die zijn ontstaan door uitstuiving van zand. Kenmerkend zijn vooral de natte omstandigheden, waarbij de standplaatsen in de winter onder water staan en in voorjaar droogvallen. Vanwege de afwijkende dynamiek van het duinwatersysteem kunnen echter ook jaren optreden waarin valleien vrijwel permanent onder water staan, en jaren waarin de valleien ook in de winter droog staan.

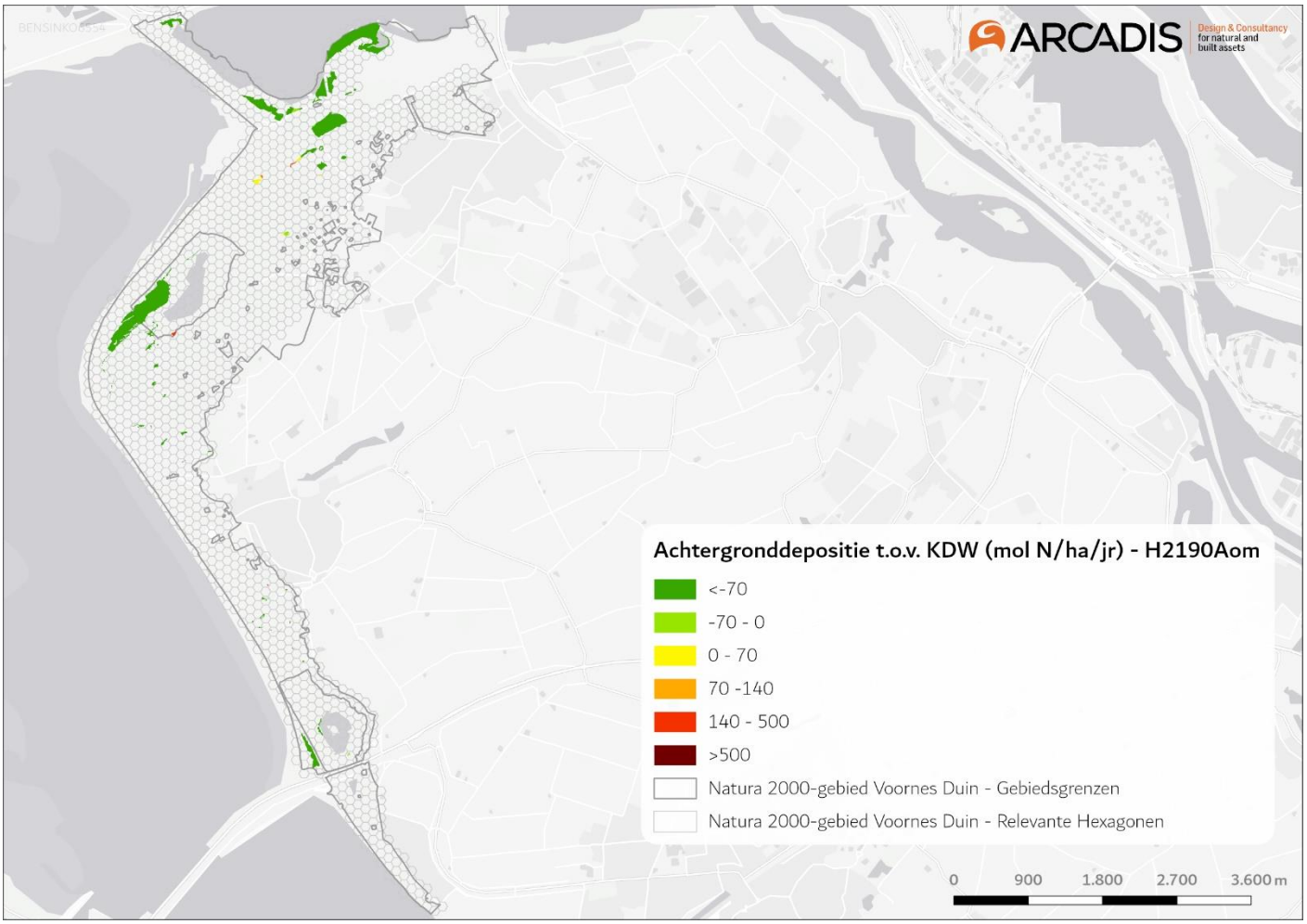
Dit kan leiden tot schijnbaar dramatische verschuivingen in de vegetatiesamenstelling, maar in een natuurlijk duinsysteem met voldoende natte valleien en veel variatie in maaiveldhoogte is de veerkracht van de populaties voldoende om dit soort extremen te overleven. Ten opzichte van vochtige kalkarme duinvalleien (subtype C) onderscheiden de kalkrijke duinvalleien zich door een grotere basenrijkdom en een hogere pH. In de kalkrijke duinen is het vooral het kalkgehalte van de bodem, dat zorgt voor de neutrale tot basische condities. In de kalkarme duinen is aanvoer van basenrijk grondwater nodig voor instandhouding van kalkrijke duinvalleivegetaties. In jonge primaire duinvalleien en in verzoetende strandvlaktes kan ook incidentele overstroming met brak water of nog in de bodem aanwezig brak grondwater zorgen voor zuurbuffering.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 3,21% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2190B in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-15 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-15 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2190B in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 55,27 ha gekarteerd als Vochtige duinvalleien (kalkrijk). Binnen 3,21% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt voor in diverse relatief kleine clusters verspreid door het gebied, zie bovenstaand figuur.

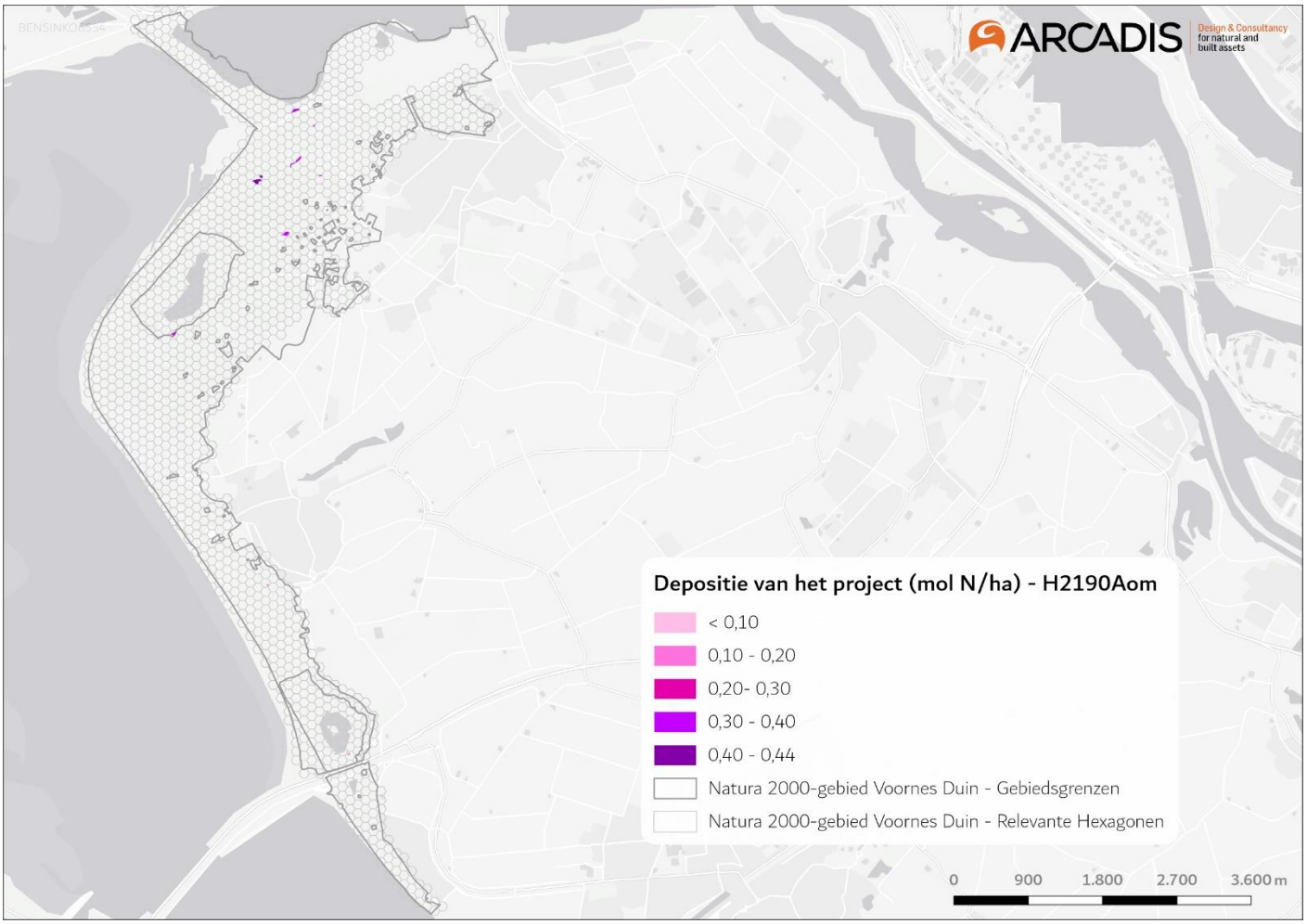
Het overgrote deel van de gebieden van dit habitattype heeft een goede kwaliteit. Het percentage typische plantensoorten is hoog, ook zijn veel typische diersoorten aanwezig. Daarnaast groeien er weinig struiken en grassen in de meeste delen die gekarteerd zijn. Rond Quackjeswater ligt wel een stuk H2190B met veel wilgenopslag. Dit gebied kent een onnatuurlijke oorsprong (afgraving). Door de kunstmatige ontstaanswijze is de bodem niet vergelijkbaar met gewone duinvalleien, mogelijk heeft dit te maken met de matige kwaliteit waar hier sprake van is.

Overige knelpunten
Het belangrijkste knelpunt voor kalkrijke vochtige duinvalleien is de successie. Er zijn geen wisselende waterstanden (’s winters nat en zomers droog) en door het ontbreken van kwel is er te weinig aanvoer van kalk. Dit heeft als gevolg dat de valleien snel verzuren en de condities voor basenminnende soorten minder worden.

Regulier beheer
Het reguliere beheer bestaat uit het kappen van bomen en struweel. Waar nodig wordt ook de bodem geplagd.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-16 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het habitattype H2190B waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende)

overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,42 mol N/ha.



Figuur 4-16 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met habitattype H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Vochtige duinvalleien (kalkrijk) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- de afwezigheid van fluctuerende (grond)waterstanden en ontkalking door het ontbreken van kwel belangrijke knelpunten. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,42 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.9 H1014 Nauwe korfslak

Beschrijving habitatrichtlijnsoort

De Nauwe korfslak is een klein landslakje met een linksgewonden huisje. De soort leeft in en onder het bodemstrooisel en tussen de begroeiing op vochtige, vaak min of meer kalkrijke terreinen. De dieren leven op plaatsen waar een zo gelijkmatig mogelijke luchtvochtigheid heerst en waar zowel de kans op uitdrogen als de kans op overstroming gering is. Het gaat daarbij vooral om ruimtelijke overgangen van nat naar droog, bijvoorbeeld halverwege hellingen. De Nauwe korfslak leeft hoofdzakelijk maar niet uitsluitend in bladstrooisel. De soort zit ook op boomstronken en de voet van boomstammen, vooral waar het licht en warm is. De soort wordt vooral in het bladstrooisel gevonden, tussen mossen en grassen onder en in de buurt van struiken en bomen in meer open duingebieden. In de Nederlandse duinen wordt de nauwe korfslak vaker bij populierachtigen gevonden dan bij andere

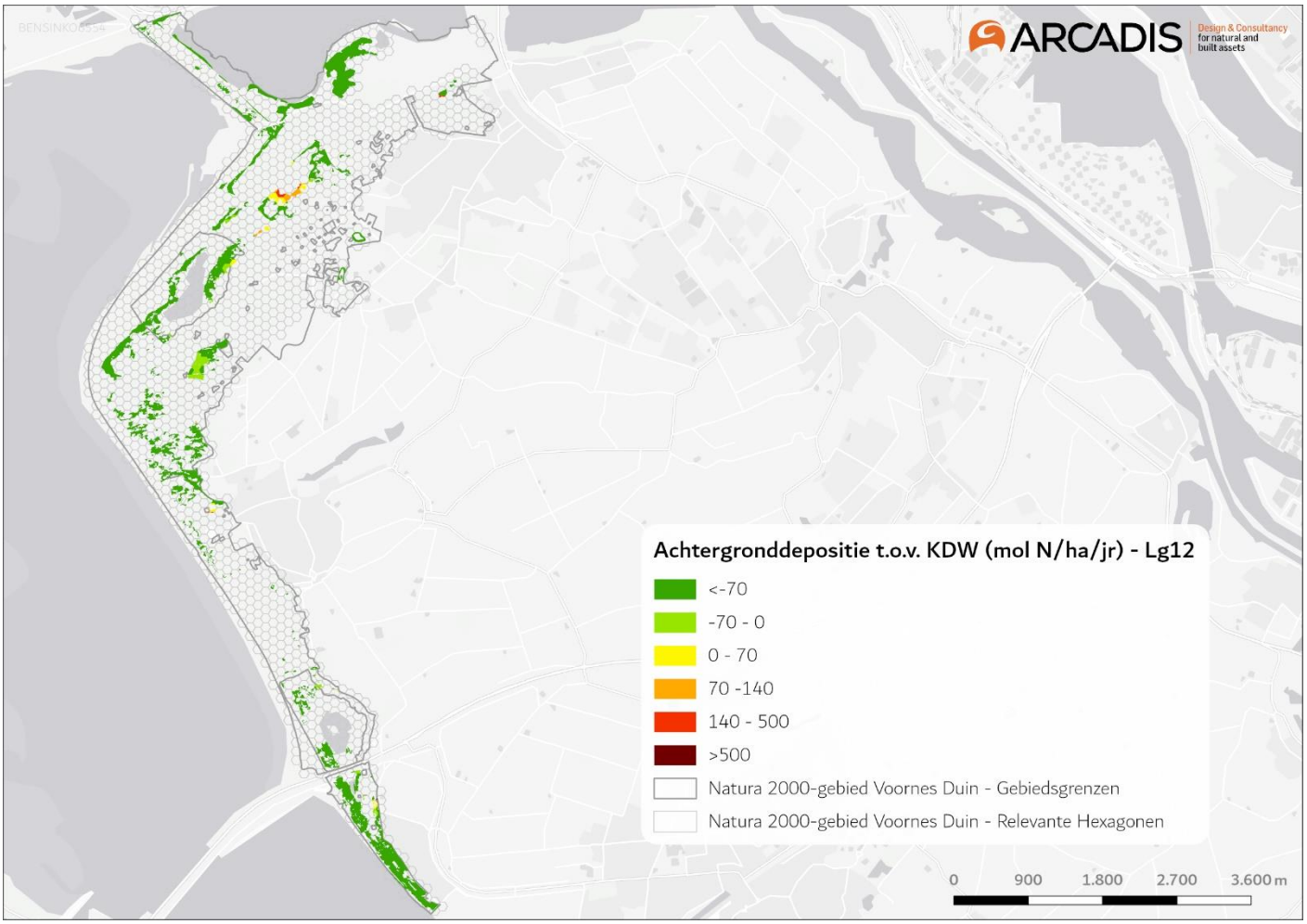
soorten bomen en struiken. Ook in het bladstrooisel onder en nabij meidoorn, liguster en duindoorn is de kans om de soort aan te treffen relatief groot. Onder en nabij naaldbomen en eiken is de Nauwe korfslak weinig of niet aanwezig. In Voornes Duin komt de Nauwe korfslak met relatief hoge dichtheden voor en wordt de soort ook regelmatig aangetroffen tussen vegetaties met veel soorten kruiden.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel
Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het leefgebied van de nauwe korfslak is gevoelig voor stikstofdepositie. De soort maakt o.a. gebruik van H2130A en H2190B als leefgebied maar als overkoepelend leefgebied wordt Lg12 ‘Zoom, mantel en droog struweel van de duinen’ aangehouden. De kritische depositiewaarde van Lg12 is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 8,19% van het gekarteerde oppervlak van Lg12 in Natura 2000-gebied Voornes Duin. In Figuur 4-17 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-17 Gekarteerde oppervlakten van Lg12 in Natura 2000-gebied Voornes Duin en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Voornes Duin is 151,64 ha gekarteerd als leefgebied Lg12. Binnen 8,19% van dit oppervlak is

sprake van (naderende) overbelasting. Het leefgebied komt voor in diverse grote en kleinere clusters verspreid door het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de onderzoeksgegevens na 2000 blijkt dat de nauwe korfslak in vrijwel alle kilometerhokken binnen het gebied is waargenomen (Gmelig Meyling & de Bruyne, 2006). In 2010 is uitgebreid onderzoek naar Nauwe korfslak gedaan (Gmelig Meyling & Boesveld, 2010). Uit dit onderzoek kwam naar voren dat vooral het centrale deel van Voornes Duin van groot belang is als leefgebied voor de soort. Tijdens het onderzoek is de nauwe korfslak op 21 van de 33 onderzochte locaties waargenomen. Op 10 locaties werden meer dan 100 exemplaren aangetroffen in 3 liter strooisel. Op drie locaties, alle in het zuidelijk deel van Breede Water en omliggend duingebied, zelfs meer dan 800 exemplaren. Ook in het noordelijke en zuidelijke deel zijn grote populaties aangetroffen.

Het voorkomen van de nauwe korfslak binnen Voornes Duin heeft een optimum in open tot halfopen vegetaties. Daarnaast heeft de soort een voorkeur voor vegetaties niet of slechts extensief worden beheerd. Boesveld, Gmelig Meyling, en de Bruyne (2012) komen met betrekking tot de geschikte leefgebieden voor nauwe korfslak binnen Voornes Duin tot onderstaande tabel.

Tabel 4-2 belangrijke en marginaal belangrijke vegetaties voor de nauwe korfslak. Bron: beheerplan Voornes Duin

Belangrijke vegetaties	**Marginaal belangrijke vegetaties**
• Struweel op kalkrijke, vochtige zandbodems (duindoorn, wegedoorn, dauwbraam, vlier, meidoorn) • Ruigten op kalkrijke zandbodems (brandnetel, leverkruid) • Struweel randen op kalkrijke, vochtige zandbodems • Onbeheerde graslanden op kalkrijke zandbodems (langhalmige grassen) • Abelenbosjes	• Struweel Kruipwilg • Struweel op droge (zand)bodems (Zuurbes, Wilde liguster) • Open duin met lage (mos)vegetaties op droge kalkrijke zandbodems (Groot duinsterretje evt. met Buntgras en/of rendiermos) • Graslanden (vochtig tot nat, gemaaid) • Graslanden (vochtig tot nat, begraasd en gemaaid) • Graslanden (droog)

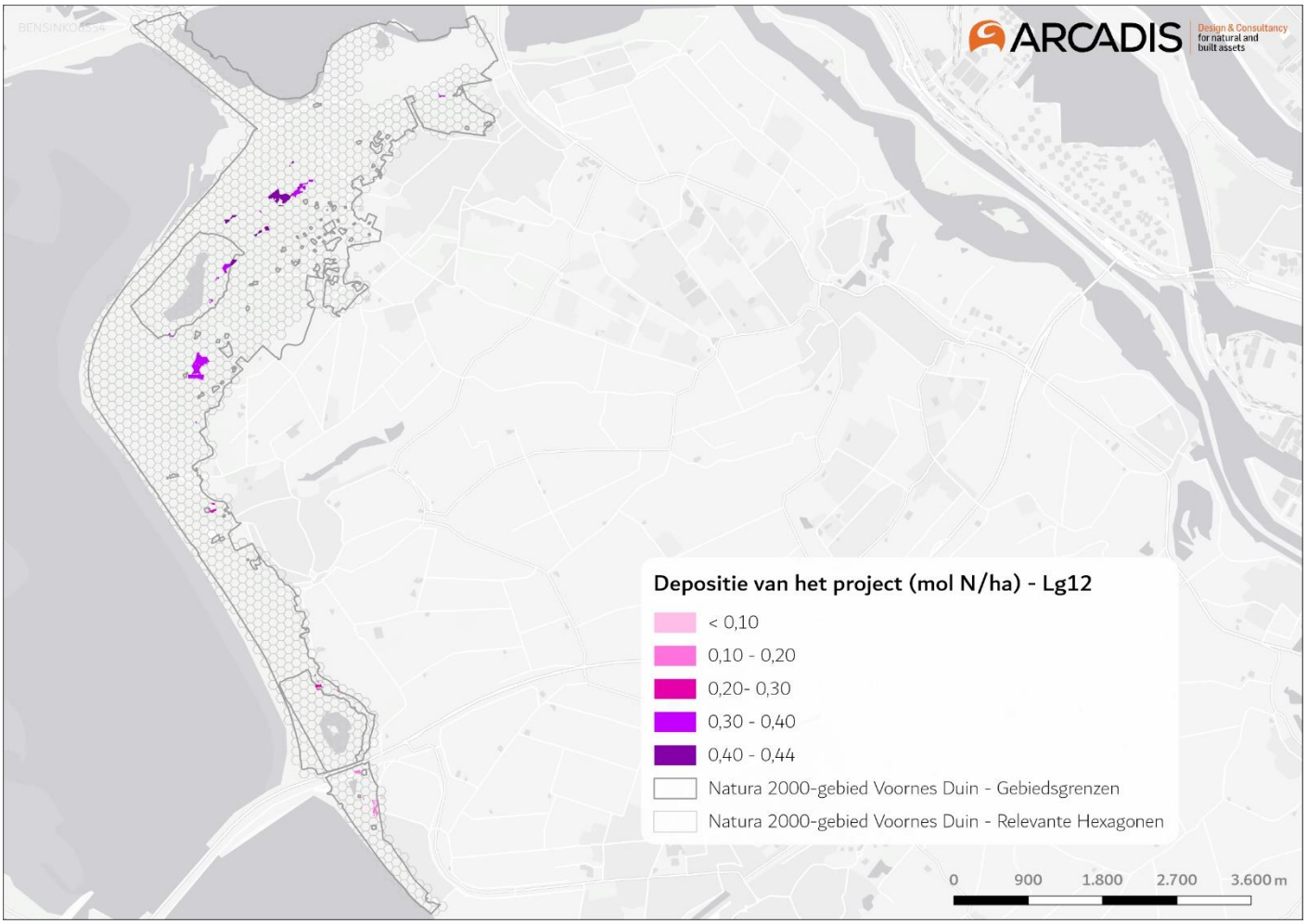
Het oppervlak binnen Voornes Duin waar geschikt leefgebied voor de nauwe korfslak aanwezig is, is dan ook zeer groot. Gezien de grote aantallen waarin de nauwe korfslak aanwezig is, het feit dat geschikt leefgebied in grote oppervlaktes voorkomt in het gebied populaties zich op korte afstand van elkaar bevinden waardoor uitwisseling gewaarborgd is leidt tot het eindoordeel dat de huidige situatie voor de nauwe korfslak in Voornes Duin voor het hele gebied als goed wordt beoordeeld en dat de instandhoudingsdoelen worden behaald.

Huidige situatie stikstofdepositie
De nauwe korfslak kan in een grote diversiteit aan leefgebieden voorkomen, zie Tabel 4-2. Voor tal van locaties waarbinnen de nauwe korfslak voorkomt geldt dat de KDW in de huidige situatie wordt overschreden. Zodoende is de huidige situatie met betrekking tot de stikstofdepositie hier minder relevant.

Overige knelpunten
Als knelpunt worden in het beheerplan vooral het verwijderen van houtopslag in duingraslanden en vochtige duinvalleien genoemd. Dit knelpunt kan worden geïnterpreteerd als een secundair effect van stikstofdepositie; wanneer stikstofgevoelige leefgebieden en habitattypen verruigen door stikstofdepositie en opslag verwijderd wordt om deze verruiging tegen te gaan kan het leefgebied van de korfslak worden vernietigd.

Regulier beheer
Op de lange termijn is de soort gebaat bij het duurzaam behoud van zoom- en mantelbegroeiingen van de droge duinen. Dergelijke zoomgemeenschappen in de zeereep behoeven geen beheer vanwege de werking van wind (aanvoer zand en zout), meer landinwaarts is extensief maaibeheer (eenmaal per twee á drie jaar maaien) of extensieve begrazing noodzakelijk voor instandhouding (Nijssen et al., 2012).

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-18 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven op delen van het leefgebiedtype Lg12 waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,43 mol N/ha.



Figuur 4-18 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Voornes Duin als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op locaties met Lg12 waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Het knelpunt dat voor de nauwe korfslak tot negatieve effecten zou kunnen leiden is het verwijderen van opslag ter bestrijding van verruiging en verbossing. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,43 mol N/ha kan nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit leefgebiedtype. Met deze marginale toename in stikstofdepositie is in geen geval een extra beheerinspanning nodig om verruiging tegen te gaan. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2120 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. Negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de nauwe korfslak zijn daarom uitgesloten.

4.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Voornes Duin

In voorgaande paragrafen is onderzocht of de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 significante gevolgen kan hebben voor beschermde natuurwaarden van Natura 2000-gebied Voornes duin. Hierbij is aandacht besteed aan onder meer de ecologische vereisten, knelpunten en huidige kwaliteit van de habitattypen. Voor ieder van de behandelde habitattypen is uiteindelijk geconcludeerd dat de tijdelijke en beperkte toename in depositie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden, niet kan leiden tot significant negatieve effecten. De aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 leidt daarom niet tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Voornes Duin.

Tabel 4-3 geeft per habitattype een overzicht van de maximale toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 en de bijbehorende conclusie van de uitgevoerde effectbeoordeling.

Tabel 4-3 Samenvatting maximale depositie en effectbeoordeling per habitattype voor Natura 2000-gebied Voornes Duin

Habitat-type		Max. tijdelijke depositie (mol N/ha)	Effectbeoordeling
H2120	Witte duinen	0,43	Geen significant negatief effect
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	0,41	Geen significant negatief effect
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	0,32	Geen significant negatief effect
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	0,40	Geen significant negatief effect
H2180Ao	Duinbossen (droog), overig	0,44	Geen significant negatief effect
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	0,43	Geen significant negatief effect
H2190Aom	Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	0,43	Geen significant negatief effect
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,42	Geen significant negatief effect
Lg12 / H1014	Zoom, mantel en droog struweel van de duinen (t.b.v. Nauwe korfslak)	0,43	Geen significant negatief effect

4.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling

In de vorige paragrafen is het Natura 2000-gebied beschreven dat de hoogste belasting ondervindt als gevolg van de stikstofemissies van de realisatie van Net op zee Nederwiek 2. Beoordeeld is of de stikstofdepositie als gevolg van het project ertoe kan leiden dat de instandhoudingsdoelen voor habitattypen in gevaar komen of dat het behalen wordt belemmerd.

Samengevat wordt -na de gebiedsspecifieke beoordeling per habitattype- geconcludeerd dat de depositie als gevolg van het project zodanig klein is dat deze nooit een ecologisch effect teweeg kan brengen. Een significant negatief effect is daarom uitgesloten. De hoogte van de extra belasting valt onder andere ruim binnen de natuurlijke variatie van de stikstofkringlopen van de vegetaties. Ook geldt dat de projectbelasting optreedt in de situatie die al langdurig overbelast is en dat de projectbijdrage ten opzichte van deze overbelaste situatie of de kritische depositiewaarden, dermate klein is dat deze met zekerheid niet tot een significant negatief effect leidt (valt weg in de al optredende depositie en ophoping in het systeem). De hoeveelheid toegevoegde stikstof wordt ruim met de al bestaande beheermaatregelen afgevoerd, deze toevoeging vraagt met zekerheid geen extra beheerinspanning. Tenslotte zijn er vaak andere factoren die sterk sturend zijn op de kwaliteit of aanwezigheid van een habitattype, zoals beheer(intensiteit), aan/afwezigheid van dynamiek, aanwezigheid invasieve exoten, (grond)waterbeschikbaarheid of extern fysische invloeden (zoals inundatie of fixatie).

5 Algemene effectbeoordeling stikstofdepositie

5.1 Inleiding

De aanlegwerkzaamheden voor het project leiden tot een tijdelijke depositie. De hoogste depositie op een overbelast stikstofgevoelig habitattype bedraagt in totaal 0,44 mol N/ha gedurende de aanlegfase, wat overeenkomt met ca. 6 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het <0,001 gram stikstof. In het vorige hoofdstuk is een uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Voornes Duin waar de depositietoename het hoogst is. In dit hoofdstuk wordt een algemene effectbeoordeling gegeven, niet gericht op een specifiek Natura 2000-gebied en habitattype. Het gaat hier dus om een generieke effectbeoordeling voor natuurwaarden in verder gelegen Natura 2000 gebieden, dit kunnen ook gebieden over de Nederlandse grens zijn. Deze Natura 2000-gebieden ontvangen ten alle tijden minder projectdepositie dan Voornes Duin. Voor de beschermde natuurwaarden in Voornes Duin is in Hoofdstuk 4.1.3 reeds geconcludeerd dat geen sprake is van significant negatieve effecten.

De ecologische effecten van de depositie worden beoordeeld aan de hand van een aantal aspecten. Afhankelijk van het habitattype en de aard en omvang van de depositie zijn één of meerdere aspecten relevant voor de beoordeling van een eventueel effect. In deze paragraaf wordt per aspect de achtergrond en onderbouwing van de beoordeling beschreven. De volgende aspecten worden gehanteerd voor de ecologische beoordeling:

3. Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten (zie paragraaf 5.2);
4. Hoeveelheid stikstof uit depositie die ter beschikking komt aan de vegetatie (zie paragraaf 5.3);
5. Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling (zie paragraaf 5.4);
6. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie (zie paragraaf 5.5);
7. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen (zie paragraaf 5.6);
8. Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen (zie paragraaf 5.7);
9. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie (zie paragraaf 5.8);
10. Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang (zie paragraaf 5.9).

De beoordeling gaat uit van de meest recente wetenschappelijke inzichten en biedt daarmee wetenschappelijk zekerheid inzake de eventuele schadelijke gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen en daarmee natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden.

5.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten

Beschrijving

Hoge concentraties van gasvormige stikstofverbindingen en hoge concentraties van ammonium (NH_4^+) in de bodem, kunnen directe toxische effecten veroorzaken op planten. Dit betekent dat deze hoge concentraties een directe schadelijke werking uitoefenen op de (cel)fysiologie van planten. Bij indirecte effecten, wat aan de orde is bij stikstofdeposities via de atmosfeer zoals als gevolg van de aanleg van het kabeltracé, treden de schadelijke effecten op door geleidelijke veranderingen in het bodemmilieu (waarbij overigens ook giftige stoffen zoals aluminium kunnen ontstaan) en/of door veranderingen in beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. Het gaat dan niet om een directe toediening op een plant.

De huidige concentraties van NH_3, NO_x en SO_2 zijn in Nederland zo laag dat directe toxische schade aan planten (bijna) niet meer voorkomt. Een negatief effect in de vorm van directe schade is daarom in Nederland niet aan de orde als het gaat om atmosferische depositie van stikstof. Dit volgt ook uit het gegeven van de continue hoge achtergronddepositie. De kritische depositiewaarde voor een habitattype moet ook gezien worden als waarde waarboven een negatief effect niet is uit te sluiten.

(Mouissie, 2019) concludeert op basis van de onzekerheden in de berekening van de KDW en experimentele studies over dosis-effect relaties dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen

optreden bij een toename van meer 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de KDW het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt (verder) soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de KDW ligt (Bobbink & Hettelingh, 2011; Caporn et al., 2016).

Beoordeling
Ten opzichte van de laagste kritische depositiewaarde van stikstofgevoelige habitattypen in Nederland (H3110 Zeer zwak gebufferde vennen met een KDW van 429 mol/ha/jaar) vormt de hoogste projectdepositie (0,44 mol/ha) slechts 0,11% van de KDW. Dit is van een dusdanige orde, dat directe meetbare ecologische relevante aantasting ten gevolge van stikstofdepositie van planten niet aan de orde is. Het verdwijnen van de vegetaties met een lage stikstoftolerantie wordt veroorzaakt door concurrentie en niet door directe schade aan de planten.

Geconcludeerd wordt dat de tijdelijke toevoeging van een beperkte hoeveelheid stikstof, in het geval van het project maximaal 0,44 mol N/ha gedurende de gehele aanlegfase (een periode van drie jaar), met zekerheid niet tot waarneembare effecten en daarom ook niet tot directe schade aan planten of vegetaties leidt.

5.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie

Beschrijving
Nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+) zijn stikstofverbindingen die oplossen in water en zo via de bodem door plantenwortels kunnen worden opgenomen. Nitraat wordt vrijwel niet geabsorbeerd door bodemdeeltjes en is direct beschikbaar voor planten. Ammonium in de oplossing is in evenwicht met het ammonium dat aan bodemdeeltjes geadsorbeerd is. Vooral in bodem met een hoog aandeel kleideeltjes kan het aandeel gebonden ammonium hoog zijn. De gebonden ammonium is voor een deel beschikbaar voor planten (Mengel, 1991). Als de hoeveelheid opgelost stikstof in de bodem hoog is en deze niet door planten wordt opgenomen, dan kan een deel van de stikstof uitspoelen.

In terrestrische systemen spoelt stikstof bijna altijd uit in de vorm van nitraat, aangezien ammonium in de bodem weinig mobiel is en maar zeer beperkt naar het grondwater verdwijnt. Alleen in natte systemen, waaronder veengronden, kan ammoniumuitspoeling naar het grondwater ook kwantitatief van belang zijn (Kros et al., 2008). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater is in de loof- en naaldbossen van Europa sterk gerelateerd aan de totale stikstofdepositie die op en in het bos terechtkomt (de Vries, 2008; Dise et al., 2009; Dise & Wright, 1995). Bij stikstofdepositions onder de 8-10 kg N/ha/jaar (571-714 mol N/ha/jaar) spoelt in bossen vrijwel geen nitraat uit naar het grondwater. Daarboven neemt de uitspoeling met een toenemende stikstofdepositie significant toe.

Uitspoeling is afhankelijk van het soort bodem, waarbij in zandgronden de meeste stikstof uitspoelt en in veengrond de minste. In volgorde van meeste naar minste uitspoeling is het zand, klei en veen, waarbij met name in zandgronden ook de grondwatertrap een belangrijke rol speelt (RIVM, 2007). Daarbij geldt dat hoe droger de bodem, hoe groter de concentratie uitspoeling is (Schoumans et al., 2008). De hoeveelheden stikstof die uitspoelen na het groeiseizoen op landbouwgrond is ter indicatie opgenomen in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Fractie van het stikstofoverschot op de bodembalans dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater (uitspoelingsfractie) per bodemgebruik en grondsoort. De romeinse cijfers geven de grondwatertrappen: I = zeer nat en VIII = zeer droog). (Naar tabel 3.1 en 3.2 uit RIVM, 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven)

Bodemgebruik	Zand									Klei	Veen
	I/II/II*	III	III*	IV	V	V*	VI	VII	VIII		
Bouwland	0,04	0,07	0,28	0,38	0,45	0,43	0,58	0,74	0,89	0,36	-
Grasland	0,02	0,04	0,14	0,20	0,23	0,22	0,30	0,38	0,46	0,12	0,04

Tabel 5-1 geeft de situatie weer in bemeste landbouwgebieden. In natuurgebieden is de uitspoeling naar het grond- of oppervlaktewater niet het gevolg van bemesting, maar het gevolg van atmosferische depositie, aanvoer via inundatie

en mineralisatie van organische stof. De jaarlijkse nutriëntenvrachten van het uit- en afspoelende water uit natuurgebieden in zandgebieden varieert in de periode 2016-2030 tussen 4 en 16 kg N/ha/jaar bij een gemiddelde depositie van 33 kg N/ha/jaar (Schoumans et al., 2008).

Bij het bepalen van de KDW's is in beginsel rekening gehouden met het feit dat een deel van de atmosferische depositie in habitattypen weer uit het systeem verdwijnt. Bij het beoordelen van het effect van een tijdelijke toename van deposities geldt echter dat een deel van de stikstof uit de wortelzone zal verdwijnen voordat deze vastgelegd wordt (en later weer ter beschikking kan komen voor de plant) of direct opgenomen wordt door de planten. De hoogte van de depositie en daarmee de beschikbaarheid van de atmosferisch toegevoegde stikstof heeft geen relatie met de KDW. Wanneer een groot deel uitspoelt, zal de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid lager zijn. Buiten het groeiseizoen nemen planten relatief weinig voedingsstoffen op uit de bodem. In het najaar en de winter zal daarom een groter deel van de depositie uit de wortelzone verdwijnen dan in het voorjaar en de zomer.

Hoewel het moeilijk is om betrouwbare kwantitatieve onderbouwingen te geven voor de mate waarin stikstof die als gevolg van atmosferische depositie in een natuurgebied terecht komt weer uitspoelt en daarom niet ter beschikking komt aan de vegetatie, kan een aantal algemene conclusies getrokken worden:

- Een deel van de stikstof die via droge of natte depositie in een habitattype terecht komt, zal niet direct worden opgenomen door de plant, maar worden gebonden in de bodem of spoelt uit naar het grond- of oppervlaktewater.
- Nitraat wordt slecht gebonden in de bodem en blijft of gaat daardoor in oplossing in het bodemwater. Uitspoeling van stikstof zal daarom vooral in de vorm van nitraat plaatsvinden.
- Deze uitspoeling is vooral relevant in habitattypen van zandgronden en is groter naarmate deze habitattypen verbonden zijn aan drogere omstandigheden. In klei- en vooral veenbodem is uitspoeling van stikstof aanzienlijk geringer.
- Bij de activiteiten waarbij sprake is van emissies door verbrandingsmotoren (vaak overheersend bij bouw- en realisatiewerkzaamheden) is vooral sprake van uitstoot van NO_x, wat in de vorm van opgelost nitraat in het bodemmilieu terecht komt.
- In specifieke gevallen (drogere omstandigheden in zandgronden) verdwijnt een deel van de depositie (tot meer dan 50%) weer uit het systeem voordat het opgenomen wordt door planten.

Beoordeling
De stikstofdeposities als gevolg van het project zijn het hoogste in de duingebieden langs de kust, met onder andere het Natura 2000-gebied Voornes Duin (0,44 mol N/ha). Het zijn ook met name de habitattypen van de (arme) zandgronden die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. Deze (droge) zandbodems zullen een hogere mate van uitspoeling kennen, waardoor voor habitattypen van (droge) zandgronden[6] gesteld wordt dat een belangrijk deel van de depositie niet beschikbaar komt. Het daadwerkelijk potentieel aan stikstof is daarmee aanzienlijk kleiner dan de hoeveelheid stikstof die neerkomt op het habitattype

5.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling

Beschrijving
De toename van stikstof als gevolg van depositie kan leiden tot effecten op planten als gevolg van vermesting en verzuring.

Bij vermesting is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof (nitraat en ammonium), dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeiende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen t.o.v. minder snelgroeiende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen kenmerkende soorten. Afname van deze soorten leidt tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.

[6] Duinen: H2110, H2120, H2130, H2140B, H2150, H2160, H2170), stuifzanden en heiden: H2310, H2320, H2330, H4030, H5130 en sommige graslanden: H6110, H6120, H6230 (droog).

Om een beeld te krijgen van de vermestende invloed van een éénmalige en kleine depositietoename van circa 1 mol N/ha is de volgende berekening illustratief:

- Een depositie van 0,44 mol N/ha/jaar komt overeen met een jaarlijkse toevoeging van 7 gram stikstof per hectare;
- De productie van natuurlijke habitattypen loopt uiteen tussen 2.000 en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp et al., 2006).
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (bron: Nutrinorm.nl).
- Voor de biomassaproductie van natuurlijke habitattypen is dus gemiddeld 30 - 90 kg N/ha/jaar nodig (1,5% van 2.000 tot 6.000 kg). Dit komt overeen met circa 2.150 - 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).
- Een depositie van 7 gram N/ha/jaar komt overeen met <0,01 en 0,02 % van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Deze 7gram stikstof draagt bij aan de vorming van circa 700 gram biomassa per ha, oftewel <0,1 gram biomassa per m2. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie.

Dermate geringe percentages leiden niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking zou komen aan de vegetatie. Daardoor ontstaan ook geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten ten opzichte van elkaar in de vegetatie voorkomen. Hieruit wordt geconcludeerd dat een eenmalige kleine depositietoename de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar verandert of aantast.

Beoordeling
Een kleine tijdelijke toename van de depositie van maximaal 0,44 mol N/hectare leidt niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten, daar is de hoeveelheid beschikbare stikstof te klein voor. Er ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de depositietoename door het project de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar aantast.

5.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie

Beschrijving
Om een beeld te geven wat de omvang is van de deposities als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 2, wordt weergegeven wat deze toename is, gerelateerd aan de totale depositie in een gebied, de gevoeligheid van de habitattypen en leefgebieden en de nauwkeurigheid waarmee effecten kunnen worden vastgesteld. Dit geeft inzicht in de mate van relevantie van de tijdelijke depositie door het project.

Hoeveel is 1 mol stikstof per hectare per jaar?
Een mol stikstof komt overeen met 14 gram N (of in de vorm van stikstofverbindingen met 62 gram NO_3^- of 18 gram NH_4^+). 14 gram N komt overeen met het gewicht van circa 4 suikerklontjes (of één eetlepel suiker). Als gevolg van deze depositie, wordt deze hoeveelheid gedurende een jaar gelijkmatig in tijd en ruimte verdeeld over een oppervlakte die gelijk is aan circa twee voetbalvelden. Per vierkante meter is dit 0,0014 gr of 1,4 mg.

Hoe verhoudt toename zich tot achtergrondbelasting in een bepaald gebied?
Op alle Natura 2000-gebieden in Nederland vindt als gevolg van natuurlijke en door mensen beïnvloede oorzaken depositie van stikstof plaats. Deze achtergronddepositie (ADW) varieert tussen circa 700 en 4.000 mol N/ha/jaar, afhankelijk van de locatie. Deze deposities vinden al gedurende decennia permanent plaats, zij het dat ze in de afgelopen decennia aanzienlijk gedaald zijn.

De achtergrondwaarden worden vastgesteld met behulp van modelberekeningen, die gebaseerd zijn op metingen van stikstofconcentraties in de lucht en van deposities. Een aantal factoren is van invloed op de nauwkeurigheid van deze

informatie. Naast de nauwkeurigheid van het gebruikte model zijn nog enkele andere bronnen van onzekerheid te noemen. Het detailniveau van de gebruikte informatie over emissiebronnen in binnen- en buitenland kent om praktische redenen zijn beperkingen. Hetzelfde geldt voor meteorologische en omgevingsfactoren die van invloed zijn op de verspreiding van luchtverontreiniging. Binnen een gridcel is bovendien de werkelijke concentratie niet overal gelijk. Een onzekerheidsmarge rond de weergegeven waarden is het gevolg. De onzekerheid bedraagt, afhankelijk van stof en jaar, van 15% tot 30% voor concentraties en van 50% tot 100% voor deposities (RIVM, 2020).

Hoewel er sprake is van een langjarige trend waarbij de emissies en achtergronddepositie dalen, variëren de achtergronddeposities op een specifieke locatie van jaar tot jaar. Dit heeft met name te maken met jaarlijkse verschillen in weersomstandigheden (temperatuur, windrichting en hoeveelheid neerslag). Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10% (Compendium voor de Leefomgeving, 2019). Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.

Een beperkte dosis stikstof, hier maximaal 0,44 mol N/ha op een gebieden op de meeste locaties aanmerkelijk minder, als gevolg van tijdelijke activiteiten is zeer gering ten opzichte van de jaarlijkse en al lang bestaande permanente deposities in de afgelopen decennia (<0,1% tot 0,5% van de jaarlijkse achtergronddepositie). En ook vanuit de natuurlijke fluctuatie in stikstofdepositie en de nauwkeurigheid waarmee de achtergronddeposities zijn vastgesteld.

Ter vergelijking: de natuurlijke achtergronddepositie (zonder menselijk ingrijpen) ligt naar verwachting tussen de 71 en 357 mol N/hectare/jaar (of 1 tot 5 kg N) (Arcadis, 2011). De eenmalige maximale toename als gevolg van het project (0,44 mol N/hectare op het Natura 2000-gebied Voornes Duin) komt overeen met 0,2% van de gemiddelde natuurlijke jaarlijkse achtergronddepositie.

Hoe verhoudt de toename zich tot de kritische depositie van habitattypen en leefgebieden?
De kritische depositiewaarden geven aan beneden welke totale depositie (in mol N/ha/jaar) significante effecten als gevolg van stikstofdepositie op een habitattype of leefgebied met zekerheid kunnen worden uitgesloten (zie ook paragraaf 3.5). Bij deze KDW's gaat het om de gevoeligheid van blootstelling van habitattypen en leefgebieden aan stikstofverbindingen gedurende langere perioden.

De kritische depositiewaarden zijn afgerond op hele kilo's stikstof. Deze zijn daarna teruggerekend naar mol. Een meer precieze bepaling van de KDW's is op grond van beschikbare kennis en modeluitkomsten niet mogelijk. Een verschil van 100 gram (één decimaal) geeft reeds een verschil en daarmee onzekerheidsmarge van 7,14 mol/ha/jaar. Dit betreft permanente en dus langdurige jaarlijkse depositieniveaus. De kleine tijdelijke depositietoename als gevolg van het project (maximaal 0,44 mol N/ha) bevindt zich ruim binnen de onzekerheidsmarges waarmee de KDW's toegepast kunnen worden.

De kleine dosis aan stikstof als gevolg van de tijdelijke activiteiten is daarom zeer gering, zowel ten aanzien van de nauwkeurigheid waarmee de KDW's zijn vastgesteld en ten aanzien van de hoogte van deze KDW's als lange termijn grenswaarde.

Beoordeling
Voor de stikstofdeposities ten gevolge van de aanleg van het project geldt dat de maximale bijdrage van 0,44 mol N/ha:

- Wegvalt tegen de jaarlijkse fluctuatie in stikstofdepositie ten gevolge van meteorologische condities door het jaar en over de jaren heen;
- Verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de jaarlijkse achtergronddepositie;
- Binnen de onzekerheidsmarges c.q. nauwkeurigheid van de KDW's en de bepaling van de achtergronddeposities valt.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat een kleine depositietoename van maximaal 0,44 mol N/hectare gedurende de aanlegperiode de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet aantast

5.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen

Beschrijving

Atmosferische depositie is niet de enige bron van stikstof in het leefmilieu van planten. Ook via andere mechanismen en routes komt stikstof beschikbaar. De belangrijkste hiervan zijn:

- Toestroming via grond- en oppervlaktewater. Van nature zijn oppervlaktewateren en (met name) grondwater relatief arm aan stikstofverbindingen. Door menselijke invloeden (bemesting, afvalwaterlozing) bevatten grond- en oppervlaktewater in Nederland momenteel echter aanzienlijk meer stikstofverbindingen, zowel nitraat als ammonium. In habitattypen die onder invloed staan van toestromend grondwater (kwel) of overstroming met oppervlaktewater (beek- en rivierbegeleidende habitattypen) kunnen op deze wijze een verhoogde aanvoer van stikstof ondergaan. Bij overstroming kan daarbij ook voedselrijk slib nog een rol spelen.
- Mineralisatie (verdroging). In organisch materiaal in de bodem is stikstof geaccumuleerd die niet direct ter beschikking is voor levende planten. Door mineralisatie, waarbij bodemmicroben de immobiele stikstof omzetten naar vrij beschikbare stikstofverbindingen, komt deze geaccumuleerde stikstof weer vrij, in eerste instantie in de vorm van ammoniak. Via nitrificatie moet ammoniak eerst omgezet worden in nitraat, alvorens de stikstof beschikbaar is voor planten. Mineralisatie en nitrificatie is een natuurlijk proces, maar kan versneld worden in situaties waar veel zuurstof beschikbaar is. Dit gebeurt o.a. in habitattypen waar veel organische stof aanwezig is in de bodem, en waar de beluchting van de bodem toeneemt als gevolg van verdroging (verlaging van de grondwaterstand).

Beide vormen van stikstofaanvoer zijn niet of nauwelijks van natuurlijke oorsprong, maar kunnen in bepaalde situaties wel aanleiding geven tot een aanzienlijk aanvoer van voedingsstoffen:

- In het Natura 2000-gebied Bunder- en Elsloërbos bijvoorbeeld, is de gemiddelde belasting van het grondwater circa 75 mg/l nitraat, wat overeenkomt met circa 17 mg N/l. In het gebied komt dit water via talloze bronnetjes (circa 150) aan de oppervlakte. De afvoer van een gemiddelde bron in het Bunderbos is circa 1 m^3/uur. Per jaar komt daardoor per bron een vracht van ruim 9.000 mol N in het gebied. Het gebied heeft ruim 150 van deze bronnen. Via de bronnen komt daardoor ruim 8.000 mol N/ha/jaar het gebied binnen. Daarnaast komt er ook grondwater buiten de bronnen aan de oppervlakte. Een aanzienlijk deel van deze stikstof zal ook weer het gebied verlaten via de afvoer van het water door de beken, maar een deel van de stikstof zal opgenomen worden in de bodem en in de vegetatie.
- In riviersystemen is met name in de uiterwaarden van de rivier de dynamiek uit de rivier leidend. Naast dat de overspoeling door erosie voor een deel aanwezige stoffen wegspoelt, voert de rivier ook stoffen aan. Als de Rijn als voorbeeld wordt genomen, dan is het gehalte aan stikstof circa 2,5 mg/l. Deze hoeveelheid is ook ongeveer de streefwaarde voor alle rivieren. Het gemiddelde debiet van de Rijn is circa 2.200 m3/s (variatie tussen 600 en 16.000 m3/s)[7]. Dit betekent dat de Rijn per seconde gemiddeld 5,5 kg stikstof aan- en afvoert, wat neerkomt op circa 400 mol N per seconde. Daarnaast zal in het slib dat wordt achtergelaten ook een grote hoeveelheid stikstof achterblijven.

Naast aanvoer van stikstof, vindt in natuurlijke en half-natuurlijke systemen ook afvoer van stikstofverbindingen plaats. De belangrijkste daarvan zijn:

- Uitspoeling van stikstof. Een deel van de stikstof die in het systeem terecht komt wordt direct (na depositie) of indirect (na vrijkomen als gevolg van mineralisatie en nitrificatie) opgelost in het bodemwater, en via infiltratie of uitspoeling naar het oppervlaktewater uit het systeem verwijderd. Met name in drogere habitattypen van zandgronden kan het aandeel van stikstof dat op deze wijze verdwijnt aanzienlijk zijn.
- Natuurlijke denitrificatie. Hierbij zetten bacteriën nitraat om in gasvormig stikstof, dat ontsnapt naar de atmosfeer. Dit is een natuurlijk proces, waarmee in de bepaling van de KDW's van habitattypen en leefgebieden reeds

[7] https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/afvoer/

rekening is gehouden. Van de stikstof die als gevolg van een eenmalige kleine depositietoename in het milieu terecht komt, zal een zeer geringe fractie op deze wijze verdwijnen.

- Immobilisatie van stikstof in organisch materiaal. Deze stikstof is eerst door planten opgenomen en daarna in de planten omgezet tot organische stikstofverbindingen. Plantenresten worden als organisch materiaal in de bodem opgeslagen. Afhankelijk van het bodemtype blijven ze daar langere of kortere tijd immobiel. Als gevolg van mineralisatie kunnen ze weer omgezet worden in ammonium en (via nitrificatie in) nitraat. Met name in habitattypen in veengebieden kan aanzienlijke accumulatie van stikstof in organisch materiaal optreden.
- Cyclisch beheer. Cyclisch beheer is voor veel habitattypen een basisvoorwaarde voor instandhouding van habitattypen. Dit beheer is gericht op het verwijderen en (meestal ook) afvoeren van organisch materiaal. Voortzetting van dit beheer is een vanzelfsprekendheid en vastgelegd in beheerplannen en is al decennia een pijler onder natuurbeheer en heeft zijn resultaten (wetenschappelijk) ruim bewezen. De meest toegepaste beheermethoden zijn maaien, beweiden/begrazen, plaggen en chopperen (verwijderen zode met organisch materiaal) en snoeien. De stikstof wordt meestal uit het systeem verwijderd doordat het materiaal geoogst en/of afgevoerd wordt. Als gevolg van toegenomen aanvoer van nutriënten en daardoor veroorzaakte verhoogde biomassaproductie is de intensiteit van dit beheer in veel gevallen, noodgedwongen, toegenomen. Dit beheer is echter ook resultaatgericht: de biomassa of bovengrond wordt tot een bepaald niveau verwijderd. Een eventuele tijdelijke geringe toename van stikstofdepositie wordt daarmee eveneens weggenomen. Tabel 5-2 geeft enkele voorbeelden van de mate van afvoer weer per type beheer.

Tabel 5-2 Effect beheermaatregel ten aanzien van afvoer stikstoffen uit de vegetatie. Sommige maatregelen worden jaarlijks genomen zoals maaien en begrazen, andere worden meer incidenteel uitgevoerd zoals plaggen en baggeren (bron: (van den Berg et al., 2014)).

Beheermaatregel	Range van stikstofafvoer (mol/ha)
Plaggen	81.000 – 381.000
Chopperen	14.000 – 169.000
Baggeren	40.000 – 860.000
Maaien	1.000 – 10.000
Begrazen	140 – 1.200
Branden	1.000 – 10.000
Hakhoutbeheer en dunnen	11.000 – 15.000
Opslag verwijderen	500 – 15.000
Ingrijpen in soortensamenstelling boomlaag	2.200 – 15.000

Beoordeling

Ten aanzien van de verwijdering van stikstof uit het systeem blijkt uit het voorgaande dat de tijdelijke kleine depositietoename wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die weer uit het systeem verdwijnen. Met name bij (cyclisch) beheer zal de in de planten opgenomen stikstof, die afkomstig is uit de depositietoename, weer grotendeels uit het systeem verwijderd worden door het gevoerde vegetatiebeheer. De tijdelijke beperkte toevoeging heeft geen invloed op het terugbrengen van de depositie tot de KDW of het behouden van de depositie beneden de KDW.

Bij beheer van de heischrale graslanden met schapenbegrazing betekent een eenmalige depositie van 1,0 mol/ha stikstof het volgende. Een plant heeft voor de aangroei van 1 gram circa 0,2 gram stikstof nodig (Ter Steege, 1996). De depositie van 1 mol (=14 gram) zal dus, ervan uitgaande dat de helft van de stikstof ook daadwerkelijk wordt benut en de andere helft uitspoelt, leiden tot een aanwas van 70 gram vegetatie van het habitattype per hectare. Een schaap heeft een voedselbehoefte van 1,7 kg droge stof per dag (WUR, 2002). Uitgaande van een drogestofgehalte van de graslandvegetatie van maximaal 50% eet een schaap per dag 3,4 kg vegetatie. Uitgedrukt in schaapdagen (hoeveelheid vegetatie die één schaap op één dag graast) is 3,4 kg dus 1 schaapdag. Om de jaarlijkse extra aanwas van 70 gram vegetatie uit het systeem te halen, is dus (70/3.400 =) 0,024 schaapdag nodig. Uitgaande van een graasduur van 8 uur per dag (gescheperde kudde), komt 0,44 mol overeen met ca. 40 seconden begrazing door

kudde van 50 schapen. Een tijdelijke depositie van bijvoorbeeld 0,44 mol/ha komt overeen met 0,44 x 70 gram = 30,8 gram per hectare (per 10.000 m^2) en valt daarmee ruim binnen de beheerinspanning in geval van schapenbegrazing.

Ter illustratie kan worden gekeken naar maaibeheer. Bij beheer van graslanden door maaien wordt tussen de 24 en 63 kg stikstof per hectare verwijderd[8]. Op basis van het gegeven dat een plant voor de aangroei van 1 gram circa 0,2 gram stikstof nodig heeft (Ter Steege, 1996), geldt een extra aanwas per 10.000 m2 van 70 gram ten gevolge van 1 mol (/ha). De hoeveelheid stikstofdepositie ten gevolge van het project Net op zee Nederwiek 2 valt weg tegen de hoeveelheid stikstof die wordt verwijderd met maaien.

Op grond hiervan volgt dat een tijdelijke beperkte stikstofdepositie geen invloed heeft op habitattypen in geval van een situatie met cyclisch beheer die stikstof uit het systeem verwijderd, aangezien de eventuele bijdrage wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die periodiek door beheer worden verwijderd.

5.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen

Beschrijving
In sommige situaties is in Natura 2000-gebieden bij specifieke habitattypen sprake van een hoge mate van overbelasting. De achtergronddepositie (ADW) is dan aanzienlijk hoger dan de kritische depositiewaarde (KDW). In de gebiedsanalyses wordt gesproken van een sterke overbelasting wanneer de ADW twee keer zo hoog is als de KDW. Bij grote overschrijdingen kunnen zich twee situaties voordoen:

- De kwaliteit van het habitattype is goed, ondanks de hoge overschrijding van de KDW. In dergelijke gevallen zijn andere factoren dan stikstof sturend en/of beperkend voor de ontwikkeling van het habitattype, bijvoorbeeld omdat fosfaat beperkend is, of omdat er sprake is van een goede buffercapaciteit door toestroming van kwelwater.
- De kwaliteit van het habitattype is slecht, (mede) als gevolg van de veel te hoge aanvoer van stikstof. In dergelijke situaties zijn maatregelen opgenomen in het beheerplan om de kwaliteit van de habitattypen te herstellen. Dit kunnen zowel systeemgerichte maatregelen zijn (bijvoorbeeld herstel van de waterhuishouding) als maatregelen die de geaccumuleerde stikstof uit het gebied verwijderen. Door de tijdelijke en kleine depositietoename zal de situatie in dergelijke gebieden niet wijzigen. De depositietoename zal ook geen gevolgen hebben voor de aard, omvang en succes van de maatregelen die genomen moeten worden.

Beoordeling
In geval van habitattypes met een overbelasting geldt dat tijdelijke kleine deposities op grond van voorgaande beschrijving nooit de oorzaak zijn, die tot gevolg heeft dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

5.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van overbelaste systemen

Beschrijving
Zoals in paragraaf 5.7 aangegeven is de achtergronddepositie in een groot aantal gebieden sinds een groot aantal jaren ruim hoger dan de kritische depositiewaardes die optreden. Dit is één van de oorzaken voor het niet bereiken van instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen. Sinds 1980 zijn emissies hoog, zij het dat ze langzaam aan het afnemen zijn onder invloed van bijvoorbeeld strenge emissie-eisen.

De werkzaamheden voor het project vinden voor het grootste deel op zee plaats. De tijdelijke deposities van het project vinden plaats tussen de emissies van voornamelijk zeescheepvaart en visserij. Deze activiteiten vinden verspreid over de Noordzee plaats naast projectmatige activiteiten als olie- en gaswinning, zand- en schelpwinning, kustverdedigingswerkzaamheden en luchtvaartbewegingen. Uit de gegevens van het CBS ten aanzien van de uitstoot in de periode 1990 tot 2018 blijkt dat de zeescheepvaart en visserij samen een uitstoot kenden van 94,6 miljoen kg stikstof in 1990, die is toegenomen tot 98,4 miljoen kg stikstof in 2018. Gezien de omvang van deze emissies, zonder

[8] Dit betrof graslanden in Californië (VS) in een mediterraan klimaat met voornamelijk Lolium multiflorum en Bromus diandrus met Lupine albifrons, waar verspreid nog kleine oppervlaktes liggen met de originele vegetatie zonder lupine. (Maron & Jefferies, 2001)

de andere genoemde activiteiten, is het aannemelijk dat een tijdelijke kleine bijdrage wegvalt in het heersende beeld van emissies en als toevoeging verwaarloosbaar is.

Beoordeling
De aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 veroorzaakt een totale emissie van 812,3 ton stikstof. Per jaar is dit gemiddeld 270,8 ton stikstof. Ten opzichte van de jaarlijkse emissies van activiteiten die bekend zijn van scheepvaart en visserij (77.500 ton stikstof in 2018[9]) betekent dit (worst-case) een gemiddelde bijdrage van ca. 0,35% op jaarbasis, zonder rekening te houden met andere activiteiten als bijvoorbeeld zandwinning, olie- en gaswinning en kustversterking. Dit is verwaarloosbaar en niet te onderscheiden, naast het gegeven dat een groot deel van de activiteiten wordt uitgevoerd door schepen die in voorgaande jaren andere activiteiten in de Noordzee hebben uitgevoerd en dus op zichzelf geen toevoeging op de achtergronddepositie vormen. De emissie van het project kan daarom, ook als het als toevoeging wordt beschouwd, niet tot een significant negatief effect leiden op habitattypen.

5.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang

Beschrijving
Stikstofdepositie leidt tot verzuring of vermesting zoals bij de algemene beschrijving van effecten opgenomen. Niet alle habitattypen zijn gevoelig voor stikstof. Van de voor stikstofgevoelige habitattypen geldt dat, eventueel in specifieke omstandigheden/locaties, andere drukfactoren bepalend zijn voor het kunnen behalen en/of behouden van de gewenste kwaliteit en omvang van het habitattype. Dat wil zeggen dat ook onder overbelaste omstandigheden de kwaliteit van habitattypen wel op orde kan zijn. Wanneer de kwaliteit niet overal behaald wordt, geeft weer dat andere factoren bepalend zijn.

Beoordeling
In het geval dat stikstofdepositie niet de voornaamste drukfactor is voor het behalen en/of behouden van een instandhoudingsdoelstelling voor een habitattype, geldt dat projectdepositie niet de oorzaak zal zijn die tot gevolg heeft dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

5.10 Conclusie effect tijdelijk, lage stikstofdepositie

Samenvattend wordt op basis van de hierboven beschreven acht aspecten gesteld dat een tijdelijke en lage stikstofdepositie in de praktijk niet leidt tot een significant negatieve aantasting van een vegetatie of ecosysteem. De primaire, veel terugkomende reden is dat de hoeveelheid stikstof die neerkomt in het systeem als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 2 te gering is om een (meetbare) verandering teweeg te brengen. In veel gevallen is tevens sprake van dat meer dan één aspect aan de orde is waarom de kwaliteit wel of niet gehaald wordt, waardoor de zekerheid dat geen effecten optreden als gevolg van de projectdepositie in de vegetaties of het systeem verder vergroot wordt.

[9] CBS Statline

6 Beoordeling cumulatie

Omdat uit de beoordeling blijkt dat de tijdelijke depositie ten gevolge van het project met zekerheid geen significant negatief effect heeft, is cumulatie in feite niet aan de orde; in combinatie met andere plannen en projecten is de tijdelijke bedrage nooit de druppel die leidt tot een significant negatief effect in de hierboven bedoelde zin.

Meer in het bijzonder geldt dat de tijdelijke bijdrage van het project plaatsvindt in het licht van een overbelaste situatie. Dit gegeven is het vertrekpunt bij de ecologische beoordeling van het project aangezien het de huidige situatie betreft.

Cumulatie betreft het gelijktijdig optreden van effecten van andere projecten of activiteiten die al wel vergund zijn, maar nog niet zijn uitgevoerd. Cumulatie kan alleen plaatsvinden indien projecten of activiteiten in dezelfde periode als de werkzaamheden van het Net op zee Nederwiek 2 zijn voorzien, aangezien het project slechts een tijdelijke emissie en daarmee bijdrage aan de depositie veroorzaakt.

De bijdrage van het project in combinatie met andere projecten of activiteiten zal niet leiden tot andere effecten dan hiervoor geconcludeerd voor het project op zich. Andere projecten en activiteiten die vergund maar nog niet gerealiseerd zijn, veroorzaken eveneens een additionele bijdrage aan de autonome situatie die voor een belangrijk deel overbelast is. Dit leidt niet tot een andere conclusie voor de effecten van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2. Een toevoeging van andere projecten/activiteiten maakt die situatie niet anders en is ook niet van invloed op de uitgevoerde beoordeling en de conclusie die hieruit volgt. Die conclusie is dat de bijdrage ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee Nederwiek 2 er niet toe kan leiden dat instandhoudingsdoelstellingen niet meer of moeilijker kunnen worden behaald.

De conclusie ten aanzien van eventuele effecten van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 is daarom eveneens geldig in cumulatie.

Tot slot: de aanleg van het Net op zee Nederwiek 2 maakt een vergaande reductie van stikstofdepositie mogelijk, doordat de elektriciteit die wordt opgewekt door de windparken die door het project worden aangesloten op het hoogspanningsnet op land, voorkomen dat stikstofemissies ontstaan wanneer deze elektriciteit wordt opgewekt met behulp van fossiele energie. Ook wordt door het project verdergaande elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector mogelijk gemaakt, hetgeen tevens leidt tot reductie van depositie. In zoverre levert dit project als zodanig een belangrijke bijdrage aan het doorzetten van de dalende trend aan stikstofemissies en -depositie op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden in Nederland.

7 Conclusie

De beoordeling van de effecten van de stikstofdepositie ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee Nederwiek 2 zijn in de voorgaande hoofdstukken op diverse manieren beoordeeld.

Het project Net op zee Nederwiek 2 leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in diverse Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van drie jaar. Na realisatie is geen sprake meer van stikstofdepositie boven de 0,00 mol N/ha/j. Gelijktijdig leidt de exploitatiefase van het project tot een grootschalige reductie van stikstofemissies als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit deze ecologische beoordeling stikstof komt naar voren dat significant negatieve effecten, als gevolg van de tijdelijke projectbijdrage stikstofdepositie, met zekerheid zijn uitgesloten voor de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden en de voor deze gebieden gestelde instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen of de soorten die hiervan afhankelijk zijn.

Uit de algemene effectbeoordeling en de effectbeoordeling van de habitattypen van de Voornes Duin blijkt dat - onafhankelijk van de exacte hoogte van de projectdepositie en het habitattype waarop de depositie neerkomt - deze in alle gevallen van dusdanig beperkte omvang is, dat deze nooit een meetbare invloed heeft op de (vegetatie) kwaliteit van het habitattype en het kunnen behalen van de doelen in zowel tijd als ruimte. In alle gevallen komt de effectbeoordeling tot de conclusie dat, mede gezien de tijdelijke aard van de depositie, de hoeveelheid stikstofdepositie te laag is om tot een effect op vegetatie te kunnen leiden. Deze beoordeling is geldig voor alle in Nederland voorkomende voor stikstofdepositie gevoelige habitattypen die een tijdelijke belasting ondervinden ten gevolge van het project.

De bijdrage van het project is te gering om een (meetbare) verandering teweeg te brengen in het ecosysteem, de hoeveelheden zijn te laag om een effect te hebben op de groei van vegetaties en vallen tevens binnen de onzekerheidsmarges van bestaande achtergronddeposities. Evenmin is sprake van cumulatie van effecten. Met zekerheid heeft de projectdepositie daarom geen invloed op de huidige situatie of kwaliteit of de mogelijkheden om een verbetering van de instandhouding te bereiken, het halen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in gevaar en wordt niet vertraagd.

Geconcludeerd wordt dat als gevolg van stikstofdepositie door de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de door de depositie geraakte Natura 2000-gebieden met zekerheid zijn uit te sluiten. Het behouden en/of kunnen behalen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in het geding.

8 Bronnen

Arcadis. 2011. Stikstof en zwavel in de grijze duinen, aanvullingen op het Arcadis-rapport uit 2008 naar aanleiding van het StAB-advies over de stikstofdepositie van de energiecentrales van NUON en RWE/ESSENT.

Berdowski, J. J. M. 1987. 'The catastrophic death of Calluna vulgaris in Dutch heathland'. Dissertatie Utrecht 132.

van den Berg, Leon, Roos Loeb, en Roland Bobbink. 2014. Mitigatie N-depositie Zeetoegang IJmond : inschatting stikstofafvoer door PAS-herstelmaatregelen.

Bobbink, Roland, en J. P. Hettelingh. 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. doi: www.rivm.nl/cce.

Bobbink, Roland, en Leon P. M. Lamers. 1999. Effects of increased nitrogen deposition. Air pollution and plant life 2nd edition (eds. J.N.B. Bell, M. Treshow). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.

Boesveld, A., A. W. Gmelig Meyling, en R. H. de Bruyne. 2012. 'Veranderingen in tiet voorkomen van de Nauwe korfslak in vier Zuid-Hollandse duingebieden (Natura2000), in relatie tot het beheer en de verwachte uitstoot van stikstof en ammoniak van op de Maasvlakte te bouwen kolencentrale.'

Boesveld, A., S. van Leeuwen, J. de Boer, en A. W. Gmelig Meyling. 2018. 'Nauwe korfslak Beheeradviezen'. Nauwe korfslak Beheeradviezen. Geraadpleegd 2 juni 2022 (https://www.anemoon.org/projecten/natura2000/beheeradvies/nauwe-korfslak).

Buijsman, E., J. M. M. Aben, J. P. Hettelingh, A. Van Hinsberg, R. B. A. Koelemeijer, en R. J. M. Maas. 2010. Zure regen Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland.

Caporn, S., C. Field, R. Payne, N. Dise, A. Britton, B. Emmett, L. Jones, G. Phoenix, S. Power, L. Sheppard, en C. Stevens. 2016. 'Assessing the effects of small increments of atmospheric nitrogen deposition (above the critical load) on semi- natural habitats of conservation importance'. Natural England.

Clark, C. M., en D. Tilman. 2008. 'Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grassland'. Nature 451:712–15.

CLO, en RIVM. 2019. 'Stikstofdepositie 1990 - 2018'. 1. Geraadpleegd 22 januari 2021 (https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie).

Compendium voor de Leefomgeving. 2019. 'Vermestende depositie, 1990-1017'. Geraadpleegd 9 juli 2020 (https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie).

Dise, N. B., J. J. Rothwell, V. Gauci, C. van der Salm, en W. de Vries. 2009. 'Predicting dissolved inorganic nitrogen leaching in European forests using two independent databases'. Science of the total Environment 407:1798–1808.

Dise, N. B., en R. F. Wright. 1995. 'Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition'. Forest Ecology and Management 71:153–61.

van Dobben, H. F., en A. van Hinsberg. 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen. Wageningen. doi: Alterra rapport 1654.

Dobben, Han van, Roland Bobbink, Dick Bal, en Arjen van Hinsberg. 2012. 'Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000'. Alterra-rapport 2397:68. doi: 10.1029/2004JB003221.

Ghenai, G. 2012. 'Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment'. InTech. doi: ISBN: 978-953-51-0165-9.

Gmelig Meyling, A. W., en A. Boesveld. 2010. 'Voorkomen van de Nauwe korfslak Vertigo angustior in diverse vegetatietypen en biotopen op Voorne en Goeree alsmede adviezen voor beheer.'

Gmelig Meyling, A. W., en R. H. de Bruyne. 2006. 'Inhaalslag Verspreidingsonderzoek mollusken van de Europese habitatrichtlijn. Inventarisatieperiode 2004-2005 Nauwe korfslak Vertigo angustior.'

de Haan, B. J., J. Kros, R. Bobbink, J. A. van Jaarsveld, W. De Vries, en H. Noordijk. 2008. Ammoniak in Nederland. Bilthoven. doi: 500125003.

Haapala, K. R., en P. Preedanood. 2014. 'Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines'. Sustainable Manufacturing 3(2).

Kleijn, D., R. M. Bekker, R. Bobbink, M. C. C. De Graaf, en J. G. M. Roelofs. 2008. 'In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species'. Journal of Applied Ecology 45:680–87.

Kooijman, A. M., en M. Besse. 2002. 'The higher availability of N and P in lime-poor than in lime-rich coastal dunes in the Netherlands'. Journal of Ecology 90:394–403.

Kros, J., B. J. de Haan, R. Bobbink, J. A. van Jaarsveld, J. G. M. Roelofs, en W. de Vries. 2008. Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur. Wageningen. doi: Alterra-rapport 1698.

Leefomgeving, C. v. (2019). *Vermestende depositie, 1990-1017*. Retrieved from https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Maron, John L., en Robert L. Jefferies. 2001. 'Restoring enriched grasslands: Effects of mowing on species richness, productivity, and nitrogen retention'. Ecological Applications 11(4):1088–1100. doi: 10.1890/1051-0761(2001)011[1088:REGEOM]2.0.CO;2.

Mengel, K. 1991. 'Available nitrogen in soils and its determination by the "Nmin-method" and by electroultrafiltration (EUF)'. Fertilizer Research 28:251–62.

Mouissie, M. 2019. Stikstofdepositie en woningbouwontwikkeling; verkennend onderzoek naar de bijdrage van woningbouwontwikkeling aan de stikstofdepositie. De Bilt. doi: Rapport SWNL0250596.

Nijssen, M., A. S. Adams, H. M. Beije, J. Bouwman, D. Groenendijk, en N. A. C. Smits. 2012. 'Herstelstrategie zoom, mantel en droog struweel van de duinen (leefgebied) versie april 2012'.

RIVM. 2007. 'De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven'.

RIVM. 2020. 'Onzekerheden GCN & GDN kaarten'. Geraadpleegd (https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden).

Schoumans, O. F., P. Groenendijk, L. Renaud, en F. J. E. van der Bolt. 2008. Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Wageningen. doi: Alterra rapport 1700.

Sierdsema, Henk, André van Kleunen, Loes van den Bremer, Laurens Sparrius, John Smit, Adriaan Gmelig Meyling, Tim Termaat, Jan Kranenbarg, Hans Hollander, & Ronald Zollinger, en Julia Stahl. 2016. Leefgebiedenkaarten van de Natura 2000-gebieden en PAS-gebieden.

Smeets, W., G. Geilenkirchen, P. Hammingh, D. Nijdam, S. van der Sluis, K. Peek, en B. Jimmink. 2017. Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland– Rapportage 2017. Den Haag. doi: PBL-publicatienummer: 2946.

Smits, N. A. C., en D. Bal. 2012. 'Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats Deel 1: Algemene inleiding herstelstrategieën: beleid, kennis en maatregelen'. Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken.

Ter Steege, M. W. 1996. Regulation of nitrate uptake in a whole plant perspective Changes in influx and efflux of nitrate in spinach. Groningen. doi: ID: 33047.

Stevens, C. T., P. Manning, en L. J. L. van den Berg. 2011. 'Ecosystem responses to reduced and oxidised nitrogen inputs in European terrestrial habitats'. Environmental Pollution 159:665–76.

Tolkamp, G. W., C. A. van den Berg, G. J. M. M. Nabuurs, en A. F. M. Olsthoom. 2006. 'Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen'. 46. doi: Alterra Report 1380.

de Vries, W. 2008. Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid. Wageningen. doi: Alterra-rapport 1699.

WUR. 2002. Handboek Schapenhouderij. ISSN 0169_. onder redactie van Praktijkonderzoek Veehouderij. Praktijkonderzoek Veehouderij.

Bijlage Aerius berekeningen

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	Duur inzet [uur]	Duur inzet motor belast [%]	Duur inzet motor stationair [%]	Duur inzet motor belast [uren]	Duur inzet motor stationair [uren]	Belasting [%]	Vermogen tijdens stationair/stand-by [%]	Gemiddelde belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	motoreff.	Brandstofverbruik [liter/uur]	Totaal brandstofverbruik [liter]	Totaal AdBlueverbruik [liter]	Klasse	NOx-emissievracht [kg]	Bronmaatregelen	NOx emissievracht na bronmaatregelen [kg]	NH3-emissievracht [kg]	Aantal motorvoertuig-bewegingen
Maasvlakte Station (Converterstation)																									
Onshore converterstation (locatie midden)																									
Algemene transport bewegingen	Personentransport			105	45000 BEW	45000																	-		45.000
Algemene transport bewegingen	Vrachttransport			350	5940 BEW	5940																	-		5.940
Heien palen	Heistelling			180	217 D	1733	50%	50%	867	867	80%	10%	45%	124.800	2,60	0,9900	23,1	40.459	1.213,76	C	461,8	0%	461,80	9,71	-
Hijswerkzaamheden	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
Graafwerkzaamheden	Rupsgraafmachine	1		120	8 M	1280	70%	30%	896	384	70%	10%	52%	75.264	0,90	0,9606	17,5	22.429	1.345,72	D	127,5	0%	127,51	5,38	-
Kabeltrek	Liermachine	5700 m	35 m/u	120	163 U	163	70%	30%	114	49	20%	10%	17%	2.736	0,90	0,9606	6,4	1.037	62,21	D	6,4	0%	6,41	0,25	-
Kabelhaspel transport	Vrachttransport			350	16 BEW	64																			64,0
Transporten tbv ophoging	Zandvrachtwagen			315	1.760 BEW	1760																	-		1.760,0
Kranen tbv verspreiden grond tbv ophoging	Rupsgraafmachine			120	10 W	400	70%	30%	280	120	70%	10%	52%	23.520	0,90	0,9606	17,5	7.009	420,54	D	39,8	0%	39,85	1,68	-
Aanleg tijdelijk werkterrein en																									
Leveren fundering en asfalt	Vrachtwagen 30 ton				317 BEW						70%														
Verdichten bestaand terrein	Trilrolwals				88 U						90%														
Verdichten fundering en asfalt	Wals				176 U						80%														
Aanbrengen en afwerken fundering en asfalt	Wiellaadschop 2000 liter				88 U						80%														
Aanbrengen asfalt	Asfaltmachine Asfaltset C				48 U						90%														
Totaal converterstation																					993,6		993,6	32,07	**52.764**
																									7.764,00
Alternatief Nederwiek 2 (incl. paralellligging op zee met Nederwiek 1, IJVER Alpha, Beta en Gamma; gebundelde aanleg, post lay-burial)																									
Kabeltracé offshore																									
Baggeren NW2 (baggeren)	Hopper (baggeren)	6E+06 m3	**1,82** kg BS/m3											########	49,0	g NOx/kg Brandst.					577.886,40	80%	115.577,28		
anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	6E+06 m3		#####	3.240 U	3.240					60%			########	39,20						1.066.731,12	80%	213.346,22		
Aanleg kabel NW2 (194,3km)	Kabellegschip I	194300 m	500 m/u	#####	389 U	389					85%			6.606.200	9,4						62.119,39	0%	62.119,39		
	Kabellegschip II	194300 m	500 m/u	#####	389 U	389					85%			6.606.200	9,4						62.119,39	0%	62.119,39		
	Trenchingsupport vessel I	194300 m	250 m/u	#####	777 U	777					85%			6.606.200	9,4						62.119,39	0%	62.119,39		
	Trenchingsupport vessel II	194300 m	250 m/u	#####	777 U	777					85%			6.606.200	9,4						62.119,39	0%	62.119,39		
	Guard vessel	6		900	4.663 U	4.663					60%			2.518.128	9,4						23.678,45	0%	23.678,45		
Kruising kabel NW2 (27 stuks)	Fall pipe vessel	27 -	14 u	#####	378 U	378					70%			2.646.000	9,4						24.880,86	0%	24.880,86		
Joint kabel NW2 (6 stuks)	Kabellegschip	6 -	120 u	#####	720 U	720					60%			8.640.000	9,4						81.243,61	0%	81.243,61		
Totaal baggeren offshore																					**1.644.617,5**		**328.923,5**		
Totaal IMO Tier II offshore																					**378.280,5**		**378.280,5**		
Totaal NOx-emissie offshore																					**2.022.898,0**		**707.204**		
Kabeltracé nearshore (post lay-burial)																						per bron	353.602		
Baggeren NW2 (baggeren)	Hopper (baggeren)	300000 m3	**1,82** kg BS/m3											546.000	49,0	g NOx/kg Brandst.					26.754,00	80%	5.350,80		
anders dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden anders dan baggeren)	300000 m3		#####	150 U	150					60%			1.260.000	39,20						49.385,70	80%	9.877,14		
Aanleg kabel NW2 (9,5 km)	Kabellegschip	9500 m	150 m/u	#####	63 U	63					85%			1.076.667	9,4						10.124,11	0%	10.124,11		
	Trenchingsupport vessel	9500 m	65 m/u	#####	146 U	146					85%			1.242.308	9,4						11.681,66	0%	11.681,66		
	Guard vessel	2		900	292 U	292					60%			157.846	9,4						1.484,26	0%	1.484,26		
Totaal baggeren nearshore																					**76.139,7**		**15.227,9**		
Totaal IMO Tier II nearshore																					**23.290,0**		**23.290,0**		
Totaal NOx-emissie nearshore																					**99.429,7**		**38.518**		
Onshore AC-kabeltracé																									
mof 1	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	588	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 2	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	588	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
Kabelhaspel transport	Vrachttransport	10500 m		350	12 BEW	48																			48
Boren (HDD)	Boorinstallatie	2		300	5 W	400	80%	20%	320	80	50%	10%	42%	48.000	0,90	0,9606	35,0	14.010	840,59	D	77,7	0%	77,65	3,36	
Boren - transport buis	Vrachttransport	8		350	16 BEW	64																			64
Kabeltrek (gehele landtracé)	Liermachine	10500 m	35 m/u	150	300 U	300	70%	30%	210	90	20%	10%	17%	6.300	0,90	0,9606	7,8	2.347	140,82	D	14,2	0%	14,17	0,56	
Sleuf graven (incl mof ruimte)	Rupsgraafmachine	1600 m	5 m/u	120	320 U	320	70%	30%	224	96	70%	10%	52%	18.816	0,90	0,9606	17,5	5.607	336,43	D	31,9	0%	31,88	1,35	
Transport naar gronddepot	Vrachttransport	768 m3	50 m3/u	350	51 BEW	51																			51
Sleuf dichten plat vlak	Rupsgraafmachine	1600 m	6,25 m/u	120	256 U	256	70%	30%	179	77	70%	10%	52%	15.053	0,90	0,9606	17,5	4.486	269,14	D	25,5	0%	25,50	1,08	
Testen en montage eindsluiting	Vrachttransport	6 st	8 u/st	350	12 U	12																			12
Totaal onshore kabeltracé																					151,2		**151,2**	**6,43**	**175**
Totaal onshore kabeltracé excl. HDD																							**73,5**	**3,07**	
HDD-broingen																							**77,7**	**3,36**	

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet		Duur inzet [uur]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	NOx-emissievracht [kg]
Platform												
Jacketplatform												
Aanbrengen stortsteen tbv platform	Fall pipe vessel			10.000	144	U	144	50%	720.000	9,40		6.770
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1		54.000	168	U	168	50%	4.536.000	9,40		42.653
	Sleepboot	1		14.000	48	U	48	20%	268.800	9,40		2.528
	Sleepboot	1		14.000	48	U	48	20%	268.800	9,40		2.528
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1		89.600	24	U	24	15%	322.560	9,40		3.033
Installeren	Jack-up barge	1		1.000	12	W	2.016	30%	604.800	9,40		5.687
Offshore noodstroomgenerator				1.500	6	M	6	100%	9.000	5,70		51
Totaal IMO Tier I												
Totaal IMO Tier II												**63.199**
Totaal incl. noodstroomgenerator												**63.249,8**

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	kW	Duur inzet (aantal vluchten p.j. x d		Duur inzet [uur]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	NOx-emissievracht [kg]
Helideck op platform												
Gebruik helicopter												
Aanlegfase platform gebruik van helicopter	Helicopter	1	365	3.000	365	U	365	70%	766.500			-

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	kW	Duur inzet (verkeersvertrekkende v		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]
Helideck op platform									
Gebruik helicopter									
Aanlegfase platform gebruik van helicopter	Helicopter	1	365	3.000	82	U	500	11,4	**468**

NW1

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	(aantal vluchten p.j. x duur re	Snelheid (km/h)	Afstand [km]	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	Emissievracht LTO-cycli [kg]
Helideck op platform											
Gebruik helicopter											
0	0	0 0	365	0 356 U	240	117	77	423	8,4	11,4	**230**

NW2

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	(aantal vluchten p.j. x duur re	Snelheid (km/h)	Afstand [km]	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	Emissievracht LTO-cycli [kg]
Helideck op platform											
Gebruik helicopter											
0	0	0	365	341 U	240	112	77	423	8,4	11,4	**220**

Platform exploitatiefase

Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform												
Gebruik helicopter												
Exploitatiefase platform gebruik van helicopter voor onderhoud	Helicopter (crew transfer)	1,17	41	3.000	48	U	77	423	8,4	11,40	**26,52**	**231,32**

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/10km]
													0,75	10
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter														
Varende schepen														
Exploitatiefase platform bevoorradingschip vanwege onderhoud per helicopter (varen)	Bevoorradingsschip (SOV)	1	4	8	10	19	140	59	U	465	49,0	**1.343**	**7,2**	**95,9**
												-		
Onderhoud kabel Nederwiek 2	Fugro Helmert	1	2	4	5	10	204	86	U	172	49,0	**724**		
Stationair schepen			**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (SOV)	Bevoorradingsschip (SOV)	1	4	1,5	nvt	nvt	nvt	6	U	284	49,0	**83**		

Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0,75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/10km]
Helideck op platform													0,75	10
Gebruik helicopter														
Varende schepen														
Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (W2WV) vanwege onderhoud per boot	Bevoorradings- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)	1	4	8	11,4	22	140	52	U	404	49,0	**1.024**	**5,5**	**73,1**
												-		
Onderhoud kabel Nederwiek 2	Fugro Helmert	1	2	4	5	10	204	86	U	172	49,0	**724**		
Stationair schepen			**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (W2WV)	Bevoorradings- en crewschip (W2WV-Olympic Delta)	1	4	5,5	nvt	nvt	nvt	22	U	200	49,0	216		

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform												
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter												
Exploitatiefase platform helicopter vanwege onderhoud per schip	Helicopter	1,17	16	3.000	19	U	77	423	8,4	11,4	**10,3**	**90,3**

Landstation exploitatiefase

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	
Algemene transport bewegingen	Personentransport			105	100	BEW

Overzicht invoer Aerius

Activiteit/emissiebron	Nederwiek 2 [kg NOx/jaar]	
	Scenario 1	Scenario 2
Helikopter platform op zee LTO-cycli	26,5	10,3
Helikopter platform op land LTO-cycli	26,5	10,3
Helikopter vliegen (Cruise mode)	231	90,3
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) haven-hoofdroute (0,75km)	7,2	5,5
Bevoorradingsschepen (SOV/W2WV) hoofdroute-platform (10km)	96	73
onderhoud kabel	724	724
Schepen stationair (SOV/W2WV)	83	216
Transportbewegingen wegverkeer	0,0	0,0
Totaal excl. transportbewegingen	**1195**	**1129**

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 2
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 2 - 2x2 bundeling (Reductie) (augustus 2023)

Berekening

AERIUS kenmerk	Rs6crP5PNxby
Datum berekening	02 augustus 2023, 10:37
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 2 - Reductie (augustus 2023) - Beoogd	2023	42,4 kg/j	812,3 ton/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 2 - Reductie (augustus 2023) - Beoogd	0,44 mol/ha/j	3961962	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.203,61 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	0,44 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

Nederwiek 2 - Reductie (augustus 2023) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | jacketplatform	-	63,2 ton/j
2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | offshore (1)	-	353,6 ton/j
3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | offshore (2)	-	353,6 ton/j
4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | nearshore	-	38,5 ton/j
5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | onshore converterstation dieselmaterieel	33,4 kg/j	1.025,9 kg/j
6 Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (1)	-	821,4 kg/j
7 Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (2)	-	821,4 kg/j
8 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	220,3 kg/j
9 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	220,3 kg/j
10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	6,9 g/j	0,2 kg/j
17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	8,2 g/j	0,2 kg/j
18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	11,6 g/j
23 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	42,2 g/j	1,0 kg/j
24 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	-	0,0 kg/j
25 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
26 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	22,5 g/j	0,5 kg/j

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
27	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	3,5 kg/j
28	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
29	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	22,5 g/j	0,5 kg/j
30	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	-	0,0 kg/j
31	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	3,5 kg/j
32	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	3,1 kg/j
33	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
34	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	22,6 g/j	0,5 kg/j
35	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	10,4 kg/j
36	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
37	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
38	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
39	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
40	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
41	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	10,4 kg/j
42	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
43	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	22,9 g/j	0,5 kg/j
44	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	10,4 kg/j
45	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,0 kg/j	0,0 kg/j
46	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
47	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	23,0 g/j	0,6 kg/j
48	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	7,5 g/j	0,2 kg/j
49	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,0 kg/j	0,0 kg/j
50	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	32,3 g/j	0,8 kg/j
51	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	22,9 g/j	0,5 kg/j
52	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	43,1 g/j	1,0 kg/j
53	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	43,1 g/j	1,0 kg/j

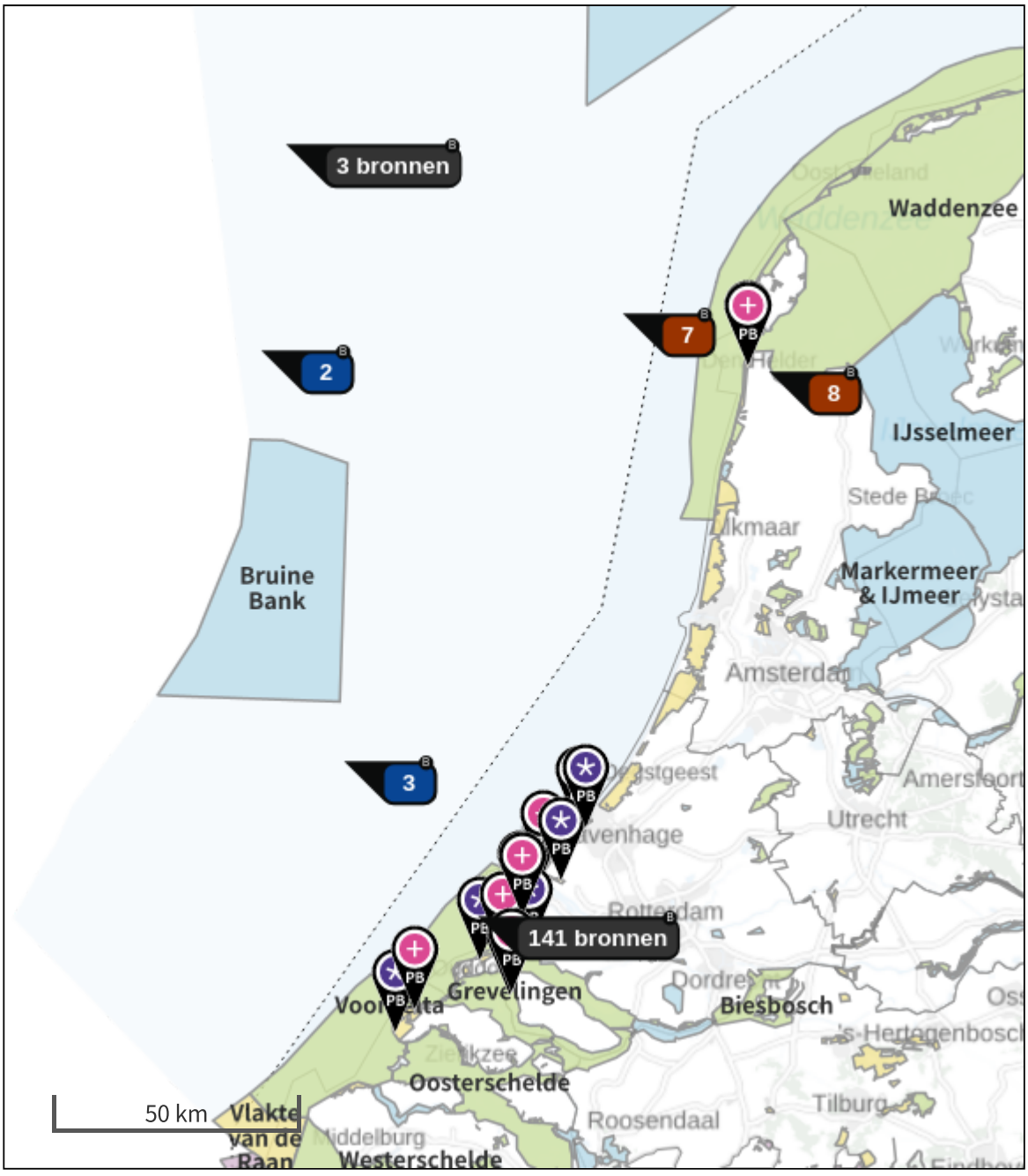
Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
54 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	43,1 g/j	1,0 kg/j
55 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
56 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
57 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
58 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
59 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
60 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
61 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,0 g/j	24,8 g/j
62 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,5 kg/j
63 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,5 kg/j
64 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,5 kg/j
65 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,5 kg/j
66 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,5 kg/j
67 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,6 kg/j
68 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,6 kg/j
69 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,6 kg/j
70 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,6 kg/j
71 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	2,6 kg/j
72 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	40,3 g/j	1,0 kg/j
73 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,2 g/j	28,4 g/j
74 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	40,3 g/j	1,0 kg/j
75 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
76 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	42,2 g/j	1,0 kg/j
77 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,2 g/j
78 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	-	0,0 kg/j
79 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
80 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
81 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
82 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
83 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
84 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	4,0 g/j	94,6 g/j
85 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
86 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	4,0 g/j	94,6 g/j
87 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
88 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	4,0 g/j	94,6 g/j
89 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	2,0 g/j	47,7 g/j
90 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	4,0 g/j	94,5 g/j
91 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,0 g/j
92 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,7 g/j	0,2 kg/j
93 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,8 g/j	0,2 kg/j
94 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
95 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	42,2 g/j	1,0 kg/j
96 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,2 g/j
97 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	8,4 g/j	0,2 kg/j
98 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	27,1 g/j	0,6 kg/j
99 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	9,1 g/j	0,2 kg/j
100 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	9,7 g/j	0,2 kg/j
101 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	27,1 g/j	0,6 kg/j
102 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	4,0 g/j	94,6 g/j
103 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	37,9 g/j
104 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	3,9 g/j	94,4 g/j
105 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,2 g/j	28,4 g/j
106 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	2,0 g/j	47,7 g/j
107 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	42,2 g/j	1,0 kg/j

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
108 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
109 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,2 g/j	28,5 g/j
110 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,1 g/j
111 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,2 g/j
112 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
113 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
114 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
115 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
116 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
117 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
118 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,0 g/j
119 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,0 g/j
120 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	2,0 g/j	47,6 g/j
121 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	37,9 g/j
122 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	38,2 g/j
123 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 g/j	37,9 g/j
124 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,2 g/j	28,3 g/j
125 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	2,0 g/j	47,8 g/j
126 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,4 kg/j	10,4 kg/j
127 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,4 kg/j	10,4 kg/j
128 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,4 kg/j	10,4 kg/j
129 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,0 kg/j	22,7 g/j
130 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	55,1 g/j	1,3 kg/j
131 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	3,1 kg/j
132 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,2 kg/j	4,4 kg/j
133 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	55,0 g/j	1,3 kg/j
134 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	0,1 kg/j	3,1 kg/j

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
135	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	8,4 g/j	0,2 kg/j
136	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	21,4 g/j	0,5 kg/j
137	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	16,6 g/j	0,4 kg/j
138	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	27,8 g/j	0,7 kg/j
139	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,1 kg/j	3,4 kg/j
140	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | telecombuis	8,8 g/j	0,2 kg/j
141	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	32,7 g/j	0,8 kg/j
142	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,1 kg/j	3,2 kg/j
143	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,2 kg/j	3,6 kg/j
144	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	8,4 g/j	0,2 kg/j
145	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	6,5 g/j	0,2 kg/j
146	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	9,2 g/j	0,2 kg/j
147	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,1 kg/j	3,1 kg/j
148	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	6,3 g/j	0,2 kg/j
	Verkeersnetwerk	2,6 kg/j	52,9 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



Habitatrichtlijn

Vogelrichtlijn

Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn

Niet bepaald

Grootste toename (projectberekening)

Grootste afname (projectberekening)

Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 2 - Reductie (augustus 2023)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	2.203,61	2.311,07	2.203,61	0,44	0,00	0,00

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Voornes Duin (100)	539,81	2.311,07	539,81	0,44	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,04	1.090,04	0,04	0,31	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	336,94	2.227,31	336,94	0,27	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	363,83	1.327,94	363,83	0,21	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	899,74	1.740,84	899,74	0,17	0,00	0,00
Grevelingen (115)	4,83	1.574,70	4,83	0,13	0,00	0,00
Westduinpark & Wapendal (98)	46,80	2.268,61	46,80	0,03	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	11,62	1.433,80	11,62	0,01	0,00	0,00

Nederwiek 2 - Reductie (augustus 2023), Rekenjaar 2023

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	jacketplatform	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	63,2 ton/j
Locatie	X:14617,43 Y:596096,29	Warmteinhoud	2,640 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	353,6 ton/j
Locatie	X:9791,74 Y:553432,23	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	99.195,20 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	353,6 ton/j
Locatie	X:26678,02 Y:468310,49	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	94.671,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	38,5 ton/j
Locatie	X:54369,98 Y:436488,42	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	10.061,76 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	onshore converterstation dieselmaterieel	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1.025,9 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	33,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Locatie	X:58670,44 Y:438260,4				
Oppervlakte	3,94 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

6 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	821,4 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:34037,49 Y:585824,98				
Lengte	47.622,94 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	821,4 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:84445,15 Y:560908,2				
Lengte	64.836,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	220,3 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	220,3 kg/j
Locatie	X:14617,43 Y:596096,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59879,53 Y:440247,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58734,12 Y:438225,58	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58744,48 Y:438229,26	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58734,11 Y:438225,58	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58739,3 Y:438227,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58744,48 Y:438229,26	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58727,75 Y:438239,05	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	6,9 g/j
Lengte	43,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58724,89 Y:438235,81	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,2 g/j
Lengte	51,96 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58697,98 Y:438325,17	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58708,34 Y:438328,88	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58697,98 Y:438325,17	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58703,16 Y:438327,02	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,6 g/j
Locatie	X:58708,34 Y:438328,88	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	3,07 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

23 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:58844,38 Y:438373	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	42,2 g/j
Lengte	266,87 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

24 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,0 kg/j
Locatie	X:58920,05 Y:438410,54	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	0,01 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

25 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59474,81 Y:439226,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

26 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:59579,2 Y:439364,75	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	22,5 g/j
Lengte	142,51 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

27 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,5 kg/j
Locatie	X:59151,84 Y:438746,63	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	912,40 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

28 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59474,39 Y:439226,97	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,57 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

29 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:59578,67 Y:439364,92	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	22,5 g/j
Lengte	142,20 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

30 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,0 kg/j
Locatie	X:58921,64 Y:438408,6	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	0,01 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

31 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,5 kg/j
Locatie	X:59152,41 Y:438745,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	913,35 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

32 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,1 kg/j
Locatie	X:59178,69 Y:438785,7	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	817,60 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

33 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59475,23 Y:439226,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

34 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:59579,72 Y:439364,59	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	22,6 g/j
Lengte	142,82 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

35 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59668,42 Y:439865,68	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	897,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

36 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59874,58 Y:440251,03	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

37 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59875,82 Y:440250,18	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

38 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59878,29 Y:440248,49	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

39 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59880,76 Y:440246,79	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

40 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59873,34 Y:440251,88	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

41 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59665,62 Y:439866,82	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	899,15 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

42 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59476,26 Y:439225,72	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

43 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:59581,45 Y:439364,55	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	22,9 g/j
Lengte	144,71 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

44 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59667,02 Y:439866,24	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	897,99 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

45 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,0 kg/j
Locatie	X:58900,55 Y:438411,47	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	0,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

46 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59477,09 Y:439225,16	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

47 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,6 kg/j
Locatie	X:59582,5 Y:439364,21	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	23,0 g/j
Lengte	145,34 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

48 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58726,12 Y:438237,87	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	7,5 g/j
Lengte	47,66 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

49 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,0 kg/j
Locatie	X:58900,32 Y:438412,03	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	0,03 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

50 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59476,68 Y:439225,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,3 g/j
Lengte	204,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

51 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:59581,98 Y:439364,38	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	22,9 g/j
Lengte	145,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

52 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59992,69 Y:440400,24	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	43,1 g/j
Lengte	272,53 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

53 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59993,09 Y:440399,93	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	43,1 g/j
Lengte	272,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

54 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59992,33 Y:440400,58	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	43,1 g/j
Lengte	272,59 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

55 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59905,19 Y:440289,3	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

56 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60446,12 Y:441063,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

57 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60445,33 Y:441064,31	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

58 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60446,91 Y:441063,08	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

59 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60448,49 Y:441061,85	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

60 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60447,7 Y:441062,46	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

61 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	24,8 g/j
Locatie	X:60449,28 Y:441061,23	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,0 g/j
Lengte	6,55 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

62 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:60252,7 Y:440788,61	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	671,32 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

63 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:60253,09 Y:440788,3	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	671,32 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

64 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:60253,49 Y:440787,99	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	671,32 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

65 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:60252,3 Y:440788,92	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	671,31 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

66 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:60251,91 Y:440789,22	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	671,31 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

67 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,6 kg/j
Locatie	X:60253,47 Y:440784,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	676,47 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

68 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,6 kg/j
Locatie	X:60253,86 Y:440784,43	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	676,48 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

69 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,6 kg/j
Locatie	X:60254,26 Y:440784,12	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	676,48 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

70 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,6 kg/j
Locatie	X:60253,07 Y:440785,05	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	676,47 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

71 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2,6 kg/j
Locatie	X:60252,68 Y:440785,35	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	676,47 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

72 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59987,78 Y:440393,18	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	40,3 g/j
Lengte	255,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

73 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	28,4 g/j
Locatie	X:59906,37 Y:440290	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,2 g/j
Lengte	7,50 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

74 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59986,99 Y:440393,8	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	40,3 g/j
Lengte	255,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

75 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59904,8 Y:440289,61	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

76 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59992,82 Y:440396,76	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	42,2 g/j
Lengte	267,22 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

77 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,2 g/j
Locatie	X:59907,21 Y:440287,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

78 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,0 kg/j
Locatie	X:60061,47 Y:440476,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	0,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

79 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59904,51 Y:440284,39	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

80 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59906,48 Y:440286,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

81 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59902,49 Y:440285,99	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

82 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59904,46 Y:440287,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

83 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59900,52 Y:440284,3	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

84 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,6 g/j
Locatie	X:59889,24 Y:440266,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	4,0 g/j
Lengte	24,99 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

85 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59898,97 Y:440281,41	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

86 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,6 g/j
Locatie	X:59888,84 Y:440267,17	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	4,0 g/j
Lengte	24,98 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

87 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59898,57 Y:440281,72	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

88 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,6 g/j
Locatie	X:59889,63 Y:440266,55	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	4,0 g/j
Lengte	24,99 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

89 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	47,7 g/j
Locatie	X:59900,15 Y:440282,1	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	2,0 g/j
Lengte	12,61 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

90 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,5 g/j
Locatie	X:59891 Y:440265,46	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	4,0 g/j
Lengte	24,97 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

91 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,0 g/j
Locatie	X:59901 Y:440279,82	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,04 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

92 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59617,66 Y:439430,06	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,7 g/j
Lengte	17,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

93 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59620,66 Y:439429,97	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,8 g/j
Lengte	17,43 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

94 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59626,62 Y:439429,37	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

95 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59993,21 Y:440396,45	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	42,2 g/j
Lengte	267,23 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

96 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,2 g/j
Locatie	X:59907,6 Y:440287,38	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

97 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58705,27 Y:438310,36	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	53,32 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

98 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,6 kg/j
Locatie	X:58799,72 Y:438356,51	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	27,1 g/j
Lengte	171,65 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

99 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58703,31 Y:438310,2	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	9,1 g/j
Lengte	57,24 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

100 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58701,15 Y:438309,96	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	9,7 g/j
Lengte	61,57 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

101 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,6 kg/j
Locatie	X:58799,31 Y:438357,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	27,1 g/j
Lengte	171,65 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

102 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,6 g/j
Locatie	X:59891,4 Y:440265,15	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	4,0 g/j
Lengte	25,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

103 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	37,9 g/j
Locatie	X:59901,4 Y:440279,52	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

104 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	94,4 g/j
Locatie	X:59890,61 Y:440265,76	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	3,9 g/j
Lengte	24,95 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

105 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	28,4 g/j
Locatie	X:59899,81 Y:440279,12	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,2 g/j
Lengte	7,51 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

106 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	47,7 g/j
Locatie	X:59906,04 Y:440287,01	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	2,0 g/j
Lengte	12,61 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

107 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:59992,45 Y:440397,1	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	42,2 g/j
Lengte	267,31 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

108 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59414,88 Y:439137,68	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

109 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	28,5 g/j
Locatie	X:59416 Y:439138,45	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,2 g/j
Lengte	7,54 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

110 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,1 g/j
Locatie	X:59414,47 Y:439137,96	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

111 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,2 g/j
Locatie	X:59417,02 Y:439136,23	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

112 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59414,56 Y:439132,71	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

113 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59416,39 Y:439134,55	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

114 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59412,71 Y:439130,88	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

115 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59412,43 Y:439134,14	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

116 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59414,25 Y:439135,99	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

117 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59410,57 Y:439132,32	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

118 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,0 g/j
Locatie	X:59409,27 Y:439129,32	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,03 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

119 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,0 g/j
Locatie	X:59408,85 Y:439129,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,04 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

120 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	47,6 g/j
Locatie	X:59410,4 Y:439130,1	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	2,0 g/j
Lengte	12,58 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

121 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	37,9 g/j
Locatie	X:59411,41 Y:439127,89	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,01 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

122 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,2 g/j
Locatie	X:59417,43 Y:439135,95	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

123 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	37,9 g/j
Locatie	X:59411,83 Y:439127,61	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 g/j
Lengte	10,01 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

124 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	28,3 g/j
Locatie	X:59410,28 Y:439127,11	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,2 g/j
Lengte	7,47 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

125 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	47,8 g/j
Locatie	X:59415,85 Y:439135,48	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	2,0 g/j
Lengte	12,64 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

126 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59674,13 Y:439863,85	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,4 kg/j
Lengte	893,83 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

127 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59672,69 Y:439864,27	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,4 kg/j
Lengte	894,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

128 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	10,4 kg/j
Locatie	X:59671,25 Y:439864,69	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,4 kg/j
Lengte	895,30 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

129 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	22,7 g/j
Locatie	X:59902,54 Y:440282,7	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,0 kg/j
Lengte	6,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

130 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,3 kg/j
Locatie	X:58810,03 Y:438356,41	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	55,1 g/j
Lengte	349,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

131 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,1 kg/j
Locatie	X:59180,98 Y:438784,18	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	817,61 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

132 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	4,4 kg/j
Locatie	X:59083,4 Y:438639,82	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,2 kg/j
Lengte	1.166,10 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

133 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	1,3 kg/j
Locatie	X:58809,05 Y:438357,33	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	55,0 g/j
Lengte	348,20 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

134 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,1 kg/j
Locatie	X:59180,14 Y:438784,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	817,61 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

135 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:59623,66 Y:439429,49	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	16,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

136 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,5 kg/j
Locatie	X:58613,47 Y:438154,63	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	21,4 g/j
Lengte	135,65 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

137 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,4 kg/j
Locatie	X:58572,86 Y:438230,89	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,6 g/j
Lengte	105,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

138 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,7 kg/j
Locatie	X:58520,56 Y:437808,01	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	27,8 g/j
Lengte	175,68 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

139 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,4 kg/j
Locatie	X:58629,74 Y:438053,37	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	297,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

140 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	telecombuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58603,62 Y:438217,87	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,8 g/j
Lengte	55,60 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

141 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:58549,9 Y:438289,8	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	32,7 g/j
Lengte	206,99 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

142 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,2 kg/j
Locatie	X:58602,69 Y:438058,31	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	276,10 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

143 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,6 kg/j
Locatie	X:58641,45 Y:438050,46	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,2 kg/j
Lengte	309,13 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

144 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58559,53 Y:437905,31	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	8,4 g/j
Lengte	53,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

145 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58585,36 Y:437894,17	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	6,5 g/j
Lengte	41,05 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

146 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58598,25 Y:437886,59	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	9,2 g/j
Lengte	57,96 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

147 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3,1 kg/j
Locatie	X:58617,37 Y:438047,71	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,1 kg/j
Lengte	271,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

148 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,2 kg/j
Locatie	X:58571,45 Y:437900,48	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	6,3 g/j
Lengte	39,68 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

149 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	wegverkeer onshore converterstation + kabeltracé				NO_x	52,1 kg/j
Locatie	X:59212,3 Y:438853,67	Type scherm	-	-	NO_2	14,6 kg/j
Lengte	1.474,26 m	Hoogte	-	-	NH_3	2,5 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	45.000,0 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	8.081,0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 p/jaar	0,0 %

150 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	wegverkeer landkabeltracé				NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:59211,68 Y:438854,13	Type scherm	-	-	NO_2	0,3 kg/j
Lengte	1.476,59 m	Hoogte	-	-	NH_3	22,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	175,0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 p/jaar	0,0 %

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022.2_20230704_bb872f8ea4
Database versie	2022.2_bb872f8ea4

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 2
Toelichting	N-depositie t.g.v. gebruiksfase van Nederwiek 2 - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Berekening

AERIUS kenmerk	RwmGjhV6cYw4
Datum berekening	17 februari 2023, 09:51
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) - Beoogd	2023	3,4 g/j	1.194,4 kg/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
1	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (1)	-	352,1 kg/j
2	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (2)	-	336,1 kg/j
3	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel nearshore	-	35,7 kg/j
4	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats | Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	83,0 kg/j
5	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (1)	-	115,7 kg/j
6	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (2)	-	115,7 kg/j
7	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	26,5 kg/j
8	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	26,5 kg/j
9	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	95,9 kg/j
10	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	7,2 kg/j
	Verkeersnetwerk	3,4 g/j	29,0 g/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald

- Grootste afname van depositie
- Grootste toename van depositie
- Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot), Rekenjaar 2023

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (1)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	352,1 kg/j
Locatie	X:9791,74 Y:553432,23				
Lengte	99.195,20 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (2)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	336,1 kg/j
Locatie	X:26678,02 Y:468310,49				
Lengte	94.671,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	35,7 kg/j
Locatie	X:54369,98 Y:436488,42				
Lengte	10.061,76 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	6,0 m 0,017 MW	NO_x	83,0 kg/j
Locatie	X:14980,22 Y:595975,22				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	610,0 m 0,000 MW	NO_x	115,7 kg/j
Locatie	X:34037,49 Y:585824,98				
Lengte	47.622,94 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	610,0 m 0,000 MW	NO_x	115,7 kg/j
Locatie	X:84445,15 Y:560908,2				
Lengte	64.836,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	26,5 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	26,5 kg/j
Locatie	X:14617,43 Y:596096,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	95,9 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:19851,13 Y:594323,34				
Lengte	10.286,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

10 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO_x	7,2 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Locatie	X:99436,79 Y:497391,1				
Lengte	378,77 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

11 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Personentransport naar converterstation				NO_x	29,0 g/j
Locatie	X:59212,3 Y:438853,67	Type scherm	-	-	NO_2	6,5 g/j
Lengte	1.474,26 m	Hoogte	-	-	NH_3	3,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	100 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022_20230126_290cbff6e8
Database versie	2022_290cbff6e8

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 2
Toelichting	N-depositie t.g.v. gebruiksfase van Nederwiek 2 - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Berekening

AERIUS kenmerk	RiX46XxMS442
Datum berekening	17 februari 2023, 09:55
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) - Beoogd	2023	3,4 g/j	1.129,4 kg/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
1	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (1)	-	352,1 kg/j
2	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (2)	-	336,1 kg/j
3	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel nearshore	-	35,7 kg/j
4	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats | Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	216,0 kg/j
5	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (1)	-	45,1 kg/j
6	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (2)	-	45,1 kg/j
7	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	10,3 kg/j
8	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	10,3 kg/j
9	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	73,1 kg/j
10	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	5,5 kg/j
	Verkeersnetwerk	3,4 g/j	29,0 g/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald

- Grootste afname van depositie
- Grootste toename van depositie
- Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

Nederwiek 2 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter), Rekenjaar 2023

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (1)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	352,1 kg/j
Locatie	X:9791,74 Y:553432,23				
Lengte	99.195,20 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (2)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	336,1 kg/j
Locatie	X:26678,02 Y:468310,49				
Lengte	94.671,02 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte Warmteinhoud	12,0 m 0,304 MW	NO_x	35,7 kg/j
Locatie	X:54369,98 Y:436488,42				
Lengte	10.061,76 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform (SOV/W2WV)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	6,0 m 0,017 MW	NO_x	216,0 kg/j
Locatie	X:14980,22 Y:595975,22				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	610,0 m 0,000 MW	NO_x	45,1 kg/j
Locatie	X:34037,49 Y:585824,98				
Lengte	47.622,94 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte Warmteinhoud	610,0 m 0,000 MW	NO_x	45,1 kg/j
Locatie	X:84445,15 Y:560908,2				
Lengte	64.836,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	10,3 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	10,3 kg/j
Locatie	X:14617,43 Y:596096,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	73,1 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:19851,13 Y:594323,34				
Lengte	10.286,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

10 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO_x	5,5 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Locatie	X:99436,79 Y:497391,1				
Lengte	378,77 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

11 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Personentransport naar converterstation				NO_x	29,0 g/j
Locatie	X:59212,3 Y:438853,67	Type scherm	-	-	NO_2	6,5 g/j
Lengte	1.474,26 m	Hoogte	-	-	NH_3	3,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	100 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022_20230126_290cbff6e8
Database versie	2022_290cbff6e8

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Net op zee Nederwiek 2

Soortenbeschermingstoets



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding soortbeschermingstoets 5
1.1 Algemene toetsingen 5
1.2 Doelstelling Soortenbeschermingstoets 5
1.3 Leeswijzer 5
2 Wettelijk kader 7
2.1 Wet natuurbescherming 7
2.2 Zorgplicht 7
2.3 Categorieën 7
2.4 Verbodsbepalingen 8
2.5 Gedragscodes en vrijstellingen 9
2.6 Ontheffing 10
3 Afbakening 12
3.1 Inleiding 12
3.2 Vertroebeling 12
3.3 Sedimentatie 15
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 16
3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 17
3.6 Bovenwaterverstoring op zee 23
3.6.1 Geluid en visuele verstoring 23
3.6.2 Verstoring door licht 25
3.7 Verstoring op land 26
3.7.1 Geluid 27
3.7.2 Licht 32
3.7.3 Visuele verstoring 33
3.8 Habitataantasting 33
3.8.1 Habitataantasting op zee 33
3.8.2 Habitataantasting op land 34
3.9 Elektromagnetische velden 35
3.9.1 Elektromagnetische velden op zee 35
3.9.2 Elektromagnetische velden op land 38
3.10 Verontreiniging op zee 40
3.10.1 Bronnen van verontreiniging 40
3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 40

3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 41
3.11 Warmteontwikkeling 42
3.12 Verdroging op land 42
3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 43
4 Aanwezigheid van beschermde soorten 47
4.1 Methode 47
4.1.1 Fasering onderzoek 47
4.1.2 Bureauonderzoek 47
4.1.3 Veldonderzoek 47
4.2 Beschermde soorten op zee 48
4.2.1 Vogels 48
4.2.2 Vleermuizen 73
4.2.3 Zeezoogdieren 74
4.2.4 Vissen 82
4.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd) 85
4.3 Beschermde soorten op land 86
4.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat 86
4.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied 88
4.3.3 Verwachte aanwezige soorten 89
4.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten 106
4.4.1 Op zee 106
4.4.2 Op land 106
5 Effectbepaling 107
5.1 Vogels 107
5.1.1 Vertroebeling 107
5.1.2 Sedimentatie en habitataantasting op zee 109
5.1.3 Bovenwaterverstoring 112
5.2 Vleermuizen 119
5.2.1 Verstoring op zee 119
5.3 Zeezoogdieren 120
5.3.1 Continu onderwatergeluid 120
5.3.2 Impuls onderwatergeluid 121
5.3.3 Bovenwaterverstoring 126
5.3.4 Elektromagnetische velden 128
5.4 Vissen 130
5.4.1 Vertroebeling 130

5.4.2 Continu en impuls onderwatergeluid 132
5.4.3 Elektromagnetische velden 133
5.4.4 Historische verontreiniging op zee 134
5.5 Rugstreeppad 137
5.6 Glad biggenkruid 138
5.7 Niet beschermde soorten 138
5.7.1 Zandkokerworm 139
5.7.2 Rode lijst-soorten: flora 144
6 Cumulatie 145
6.1 Toelichting 145
6.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets 146
6.3 Vertroebeling 149
6.3.1 Aanleg en onderhoud Maasvlakte II 149
6.3.2 Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven 149
6.3.3 Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering 150
6.3.4 Net op zee Hollandse Kust (west Beta) 150
6.3.5 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 151
6.4 Impuls onderwatergeluid 159
6.5 Bovenwaterverstoring 160
6.6 Elektromagnetische velden 162
6.7 Verstoring op land 167
6.8 Habitataantasting op land 169
7 Toetsing 170
7.1 Vogels 170
7.1.1 Zichtjagende vogels 170
7.1.2 Trekvogels 170
7.1.3 Broedvogels 170
7.2 Vleermuizen 171
7.3 Zeezoogdieren 171
7.3.1 Zeehonden 172
7.3.2 Bruinvissen 172
7.4 Vissen 173
7.5 Rugstreeppad 173
7.6 Glad biggenkruid 174
7.7 Zandkokerworm(riffen) 174
7.8 Mitigerende maatregelen 174

7.8.1 Ruiende eenden 174
7.8.2 Broedvogels 175
7.8.3 Zeehond 176
7.8.4 Bruinvis 177
7.8.5 Rugstreeppad 178
7.8.6 Glad biggenkruid 178
7.8.7 Zorgplicht 180
7.9 Conclusie 180
7.9.1 Op zee 180
7.9.2 Op land 181
8 Referenties 182
Colofon 198

1 Inleiding soortbeschermingstoets

Net op zee Nederwiek 2 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

Voor de activiteit van Net op zee Nederwiek 2 wordt aan de volgende wettelijke kaders voor natuur getoetst.

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

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

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

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets).

1.2 Doelstelling Soortenbeschermingstoets

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 (negatieve) effecten heeft op beschermde natuurwaarden, waaronder beschermde soorten. Het voorliggende rapport betreft een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A).

1.3 Leeswijzer

De Soortbeschermingstoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Soortbeschermingstoets staan de aanleiding (Hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (Hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 2 weergegeven.

In deel B van de Soortbeschermingstoets (voorliggend document) wordt in Hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader. In Hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op beschermde soorten en nader onderzocht dienen te worden. De effecten zijn gerelateerd aan de activiteiten zoals beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen plaatsvinden en wat het studiegebied is. In Hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde beschermde soorten binnen het studiegebied. In Hoofdstuk 5 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en

zijn mitigerende maatregelen opgenomen. In Hoofdstuk 6 worden de effecten getoetst en conclusies getrokken. In Hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Soortbeschermingstoets wordt de volgende terminologie gebruikt:

- De activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het aanleggen van ondergrondse kabels, het realiseren van een offshore platform en de bouw van een converterstation op land.
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door het verspreiden van sediment in de waterkolom door baggeren.
- Effect: het effect op staat van instandhouding, bijvoorbeeld migratiehinder voor trekvissen ten gevolge van vertroebeling.

Het proces dat doorlopen wordt in deze Soortbeschermingstoets is weergeven in een stroomschema in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Een overzicht van de werkwijze die is gehanteerd voor de Soortbeschermingstoets. De groene vakken zijn opgenomen in deel A Inleiding en activiteitenbeschrijving. De blauwe vakken worden hier (deel B) beschreven.

2 Wettelijk kader

2.1 Wet natuurbescherming

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

2.2 Zorgplicht

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat iedereen voldoende zorg in acht moet nemen om schade aan soorten te voorkomen, ook voor soorten die niet beschermd zijn (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).

2.3 Categorieën

De wet onderscheidt drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:
- Soorten Vogelrichtlijn, ook wel Vogelrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.1).
- Soorten Habitatrichtlijn, ook wel Habitatrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.2).
- Andere soorten (Wnb §3.3).

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

Soorten Habitatrichtlijn
In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in (artikel 3.5, lid 1):
- Bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn,
- Bijlage II bij het Verdrag van Bern of;
- Bijlage I bij het Verdrag van Bonn;
- En (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in (artikel 3.5, lid 5):Bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of;
- Bijlage I bij het Verdrag van Bern.

Het gaat hierbij dus om meer dan alleen de soorten van de Habitatrichtlijn (namelijk ook soorten van de conventies van Bern en Bonn). Omdat echter in de Wnb §3.2 “soorten Habitatrichtlijn” als titel heeft, wordt dit ook hier zo gebruikt om deze groep van beschermde soorten aan te duiden.

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

2.4 Verbodsbepalingen

Voor Vogelrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.1):
- In het wild levende vogels te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen (lid 2).
- Eieren te rapen en deze onder zich te hebben (lid 3).
- Opzettelijk te storen (lid 4), tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Voor Habitatrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.5):
- In het wild levende dieren in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk te verstoren (lid 2).
- Eieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen (lid 3).
- De voortplantingsplaatsen of rustplaatsen te beschadigen of te vernielen (lid 4).
- Planten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (lid 5).

Voor Andere soorten is het verboden om (artikel 3.10, lid 1):
- In het wild levende dieren opzettelijk te doden of te vangen (onderdeel a);
- De vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren opzettelijk te beschadigen of te vernielen (onderdeel b).

Vaatplanten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (onderdeel c).

Hierboven is voor Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten aangegeven dat verstoring niet is toegestaan. Niet iedere verstoring is in het kader van de wet relevant. Het moet gaan om verstoring die voor soorten in potentie wezenlijke gevolgen heeft. Een tijdelijke verandering van gedrag valt hier niet zonder meer onder.

Niet iedere toename van verstoringsbronnen leidt dus tot een daadwerkelijk effect dat in het kader van de wet is voorzien als verstoring. Voor een individu geldt dat sprake is van opzettelijke verstoring als niet in de directe omgeving (tijdelijk) uitwijkmogelijkheden voor handen zijn en de functionaliteit van het leefgebied door verstoring wordt aangetast. Dit is verschillende keren bevestigd door de Raad van State (jurisprudentie). Zo is in de zaak ECLI:NL:RVS:2009:BI3701 geoordeeld dat de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 21 november 2007 in zaak nr. 200607283/1) als uitgangspunt geldt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving, moet worden aangemerkt als een opzettelijke verontrusting in de zin van artikel 10 van de Flora- en faunawet. In zaak

ECLI:NL:RVS:2020:1125 heeft de Afdeling overwogen (onder meer in de uitspraak van 23 juni 2010, ECLI:NL:RVS:2010:BM8836) dat bij de uitleg van artikel 10 van de Flora- en faunawet als uitgangspunt geldt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving een opzettelijke verontrusting is in de zin van die bepaling. Het tijdelijk (doen) wegvluchten voor werkzaamheden naar een rustiger plek kan niet worden aangemerkt als opzettelijke verontrusting in de zin van deze bepaling. De Afdeling volgt deze interpretatie eveneens ten aanzien van het in het vierde lid van artikel 3.7, vierde lid, van de Wnb neergelegde verbod van opzettelijke storing.

2.5 Gedragscodes en vrijstellingen

Gedragscodes

De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van LNV vastgestelde gedragscode (artikel 3.31, lid 1). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

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

Vrijstellingen

Provinciale staten en de minister van LNV kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (artikel 3.3, lid 2-4; artikel 3.8, lid 2-5; artikel 3.10, lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten. Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden.

Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van LNV en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZ het bevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie. In het geval van de aanleg van stroomkabels voor Net op zee Nederwiek 2 is de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) namens het ministerie van LNV bevoegd gezag voor het verlenen van de ontheffing. De onderstaande soorten zijn provinciaal vrijgesteld:

Tabel 2-1 Soorten waarvoor een vrijstelling geldt

Soort		
Amfibieën	**Zoogdieren**	
• Bruine kikker • Gewone pad • Kleine watersalamander • Meerkikker • Middelste groene kikker	• Aardmuis • Bosmuis • Bunzing • Dwergmuis • Dwergspitsmuis • Egel • Gewone bosspitsmuis • Haas • Hermelijn • Huisspitsmuis	• Konijn • Ondergrondse woelmuis • Ree • Rosse woelmuis • Tweekleurige bosspitsmuis • Veldmuis • Vos • Wezel • Wild zwijn

2.6 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 (artikel 3.3 lid 1 en 3; artikel 3.8 lid 1 en 3; artikel 3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per beschermingscategorie:

Voor Vogelrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.3, lid 4):

- er is geen andere bevredigende oplossing;
- de activiteit is nodig:
    - in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
    - in het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
    - voor het voorkomen van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
    - ter bescherming van flora en fauna;
    - voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt; of
    - 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; en
- de activiteit niet leidt tot verslechtering van de staat van instandhouding van de relevante soort(en).

Voor Habitatrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.7, lid 5):

- er is geen andere bevredigende oplossing;
- de activiteit is nodig:
    - in het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
    - voor het voorkomen van ernstige schade aan met name gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;

  - 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;
  - voor onderzoek en onderwijs, repopulatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daarvoor benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten; of
  - om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de vergunning vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, respectievelijk een beperkt bij de vergunning vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben; en
- de activiteit geen afbreuk doet aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

Voor andere soorten geldt in aanvulling op alle voorwaarden voor Habitatrichtlijnsoorten ook dat het project nodig is voor één of meerder van de aanvullende wettelijke belangen (artikel 3.10, lid 2):

- In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden of van kleinschalige bouwactiviteiten, met inbegrip van het daaropvolgende gebruik van het gebied of het gebouwde.
- Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes, of begraafplaatsen.
- 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.
- Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren.
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw.
- 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.
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied.
- In het algemeen belang.
- Bestendig gebruik.

Geen andere bevredigende oplossing betekent -ook in combinatie met de in artikel 1.11 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, een ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied.

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit Hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen plaats van de aanleg en het gebruik van het Net op zee Nederwiek 2 voor het worst-case scenario. De voorgenomen activiteiten, zoals beschreven in 'Deel A – Inleiding en activiteitenbeschrijving', hebben een aantal gevolgen die in potentie een effect kunnen hebben op individueel niveau, populatieniveau en de staat van instandhouding van beschermde soorten.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van gesuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid, als gevolg van scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls onderwatergeluid, als gevolg van het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring, als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land en de operationele fase van het platform.
- Habitataantasting, als gevolg van mechanische effecten op zee en land.
- Elektromagnetische velden, als gevolg van het gebruik van de kabel op zee en op land.
- Verontreiniging, als gevolg van het in suspensie raken van eventueel aanwezige bodemverontreiniging tijdens de aanleg van platform en kabels en tijdens het gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling in zee, als gevolg van de hitte die opgewekt wordt in de kabel tijdens de gebruiksfase.
- Verdroging op land, als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.
- Verzuring en vermesting, als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen tijdens de werkzaamheden.

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

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van

sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op staat van instandhoudingen van binnen het studiegebied voorkomende soorten. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling in de waterkolom of op de bodem kan ertoe leiden dat:

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

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

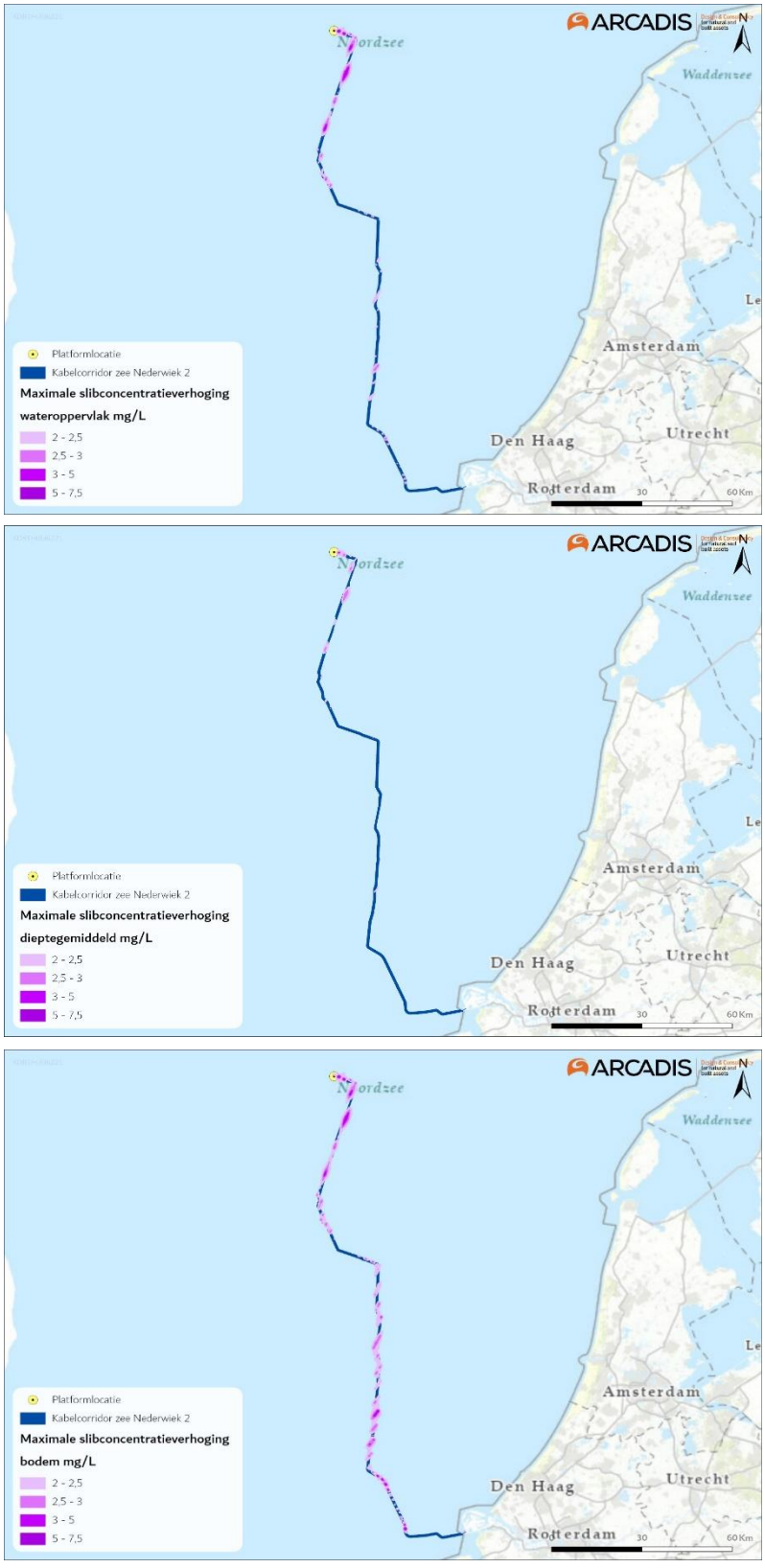
- Primaire productie (i.e. algengroei onder invloed van zonlicht die dient als de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

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

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 3-1laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale slibconcentratie op van de slibwolk op de bodem in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er alleen direct bij de aanlanding vertroebeling op (max 0,23 ha). Langs het gehele tracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/l.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.



Figuur 3-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. In een natuurlijke situatie of bij lage sedimentatie kunnen de dieren in of op de bodem zich omhoog bewegen. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling, op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels en duikende vogels. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid in suspensie gekomen specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal sedimentatie op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, slangpier *Capitella capitata*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigen de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben. Demersale vissoorten ondervinden normaliter geen effect, aangezien deze soorten mobiel zijn en wegzwemmen in het geval van sedimentatie. Zodoende worden dermesale vissen niet verder meegenomen voor sedimentatie (Kjelland et al., 2015).

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

Figuur 3-2 geeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt en maximaal ca. 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het kabeltracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.



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

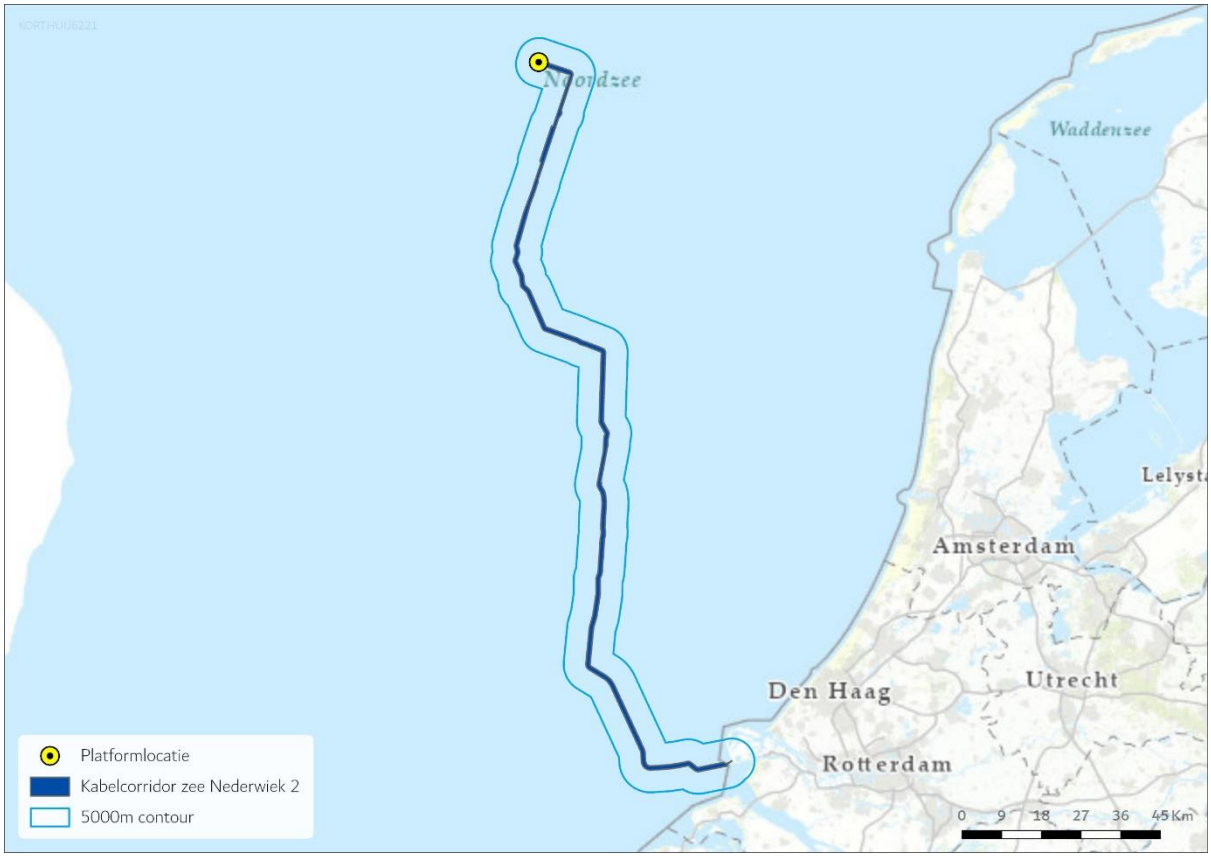
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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

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

In Figuur 3-3 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde

vaarroutes naar het platform voor onderhoud. Dit zijn relatief kleine routes in de aanlegfase en de verstoringen zullen niet hoger zijn dan de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. Onderhoud aan de kabels kan lokaal ergens op het tracé plaatsvinden. De verstoring tijdens de aanleg wordt als worst-case gehanteerd omdat dan de grootste arealen worden verstoord en er het meeste verkeer is.



Figuur 3-3 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

Door heiactiviteiten voor de aanleg van het platform en de geofysische surveys treedt er impuls onderwatergeluid op. Voor de surveys die impuls onderwatergeluid produceren komt dit door het gebruik van een sub bottom profiler (SBP). Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact op bruinvissen en zeehonden berekend van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle wind op zee parken. Uitgangspunt bij de aanleg van wind op zee parken op de Noordzee is dat de bruinvis- en zeehond populaties in de Noordzee niet meer dan 5% (met 95% zekerheid[1]) mogen afnemen. Het gebruik van het KEC in deze Passende Beoordeling is onderaan

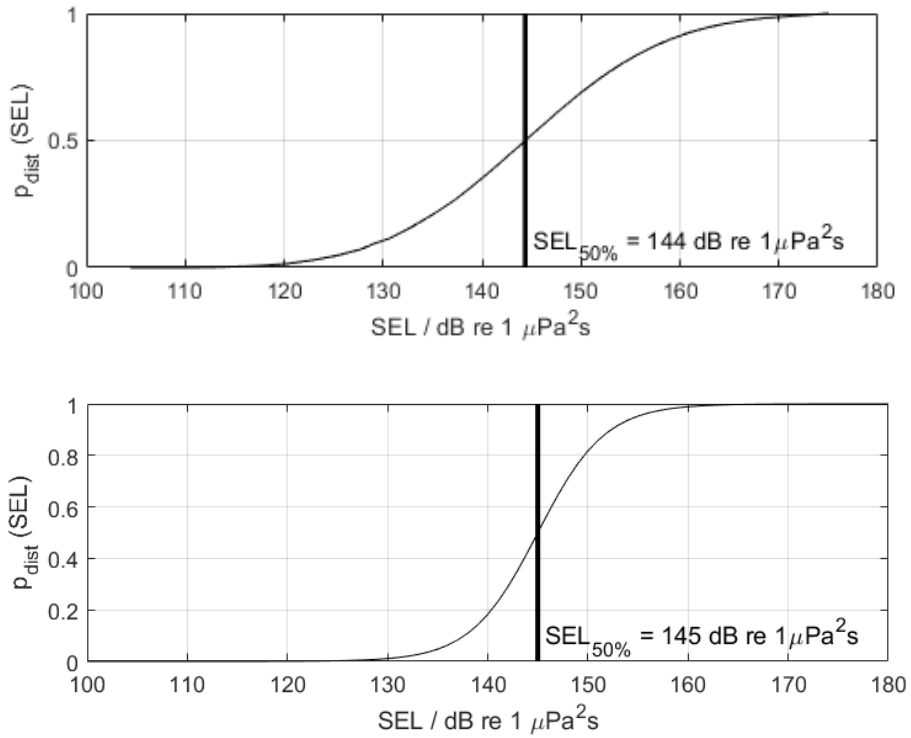
[1] Bij een reductie van de populatie van 5% of minder kan er met 95% zekerheid worden gesteld dat de populatie niet verder afneemt.

paragraaf 3.5 toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC an sich geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de (geofysische) surveys die gebruik maken van een SBP van Net op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2 is reeds een ontheffing verleend (Kenmerk: WNB/2022/025.toek). Ten behoeve van de aanvraag om ontheffing voor deze surveys is een natuurtoets uitgevoerd door ATKB| Buro Bakker. Hierin wordt geconcludeerd dat met de huidige kennis van de surveywerkzaamheden met een SBP het aantal berekende bruinvisverstoringsdagen op 911 uitkomt, waar het KEC uitgaat van circa 2.000 bruinvisverstoringsdagen. Middels de berekende bruinvisverstoringsdagen in het KEC is geconcludeerd dat de gunstige staat van instandhouding van de bruinvis door de inzet van de SBP, in cumulatie met de overige verstoring die bij de aanleg van de beoogde windparken optreedt, niet in het geding komt. Er is geen overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen uit het KEC (911 ten opzichte van 2.000) en daarmee is uitgesloten dat de surveywerkzaamheden met een SBP een negatief effect hebben op de populatie van de bruinvis. In de huidige toetst wordt alleen de heiaciviteiten meegenomen bij de verdere beoordeling van het deelaspect impuls onderwatergeluid.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van de bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van de het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

Uit bovenstaande afbeelding blijkt dat 50% kans op verstoring van de dieren optreedt bij de volgende waardes:

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

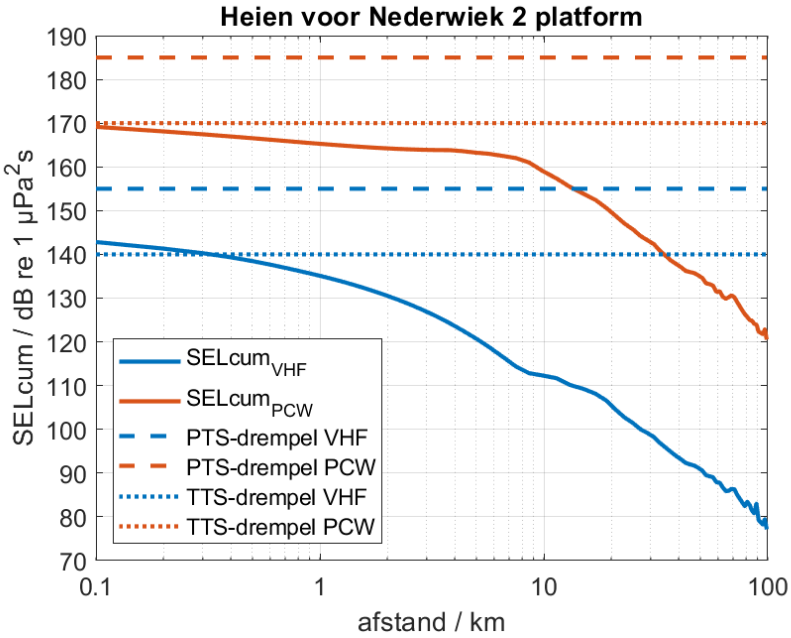
Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waardes berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:

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

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. In de berekeningen van het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen.
De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

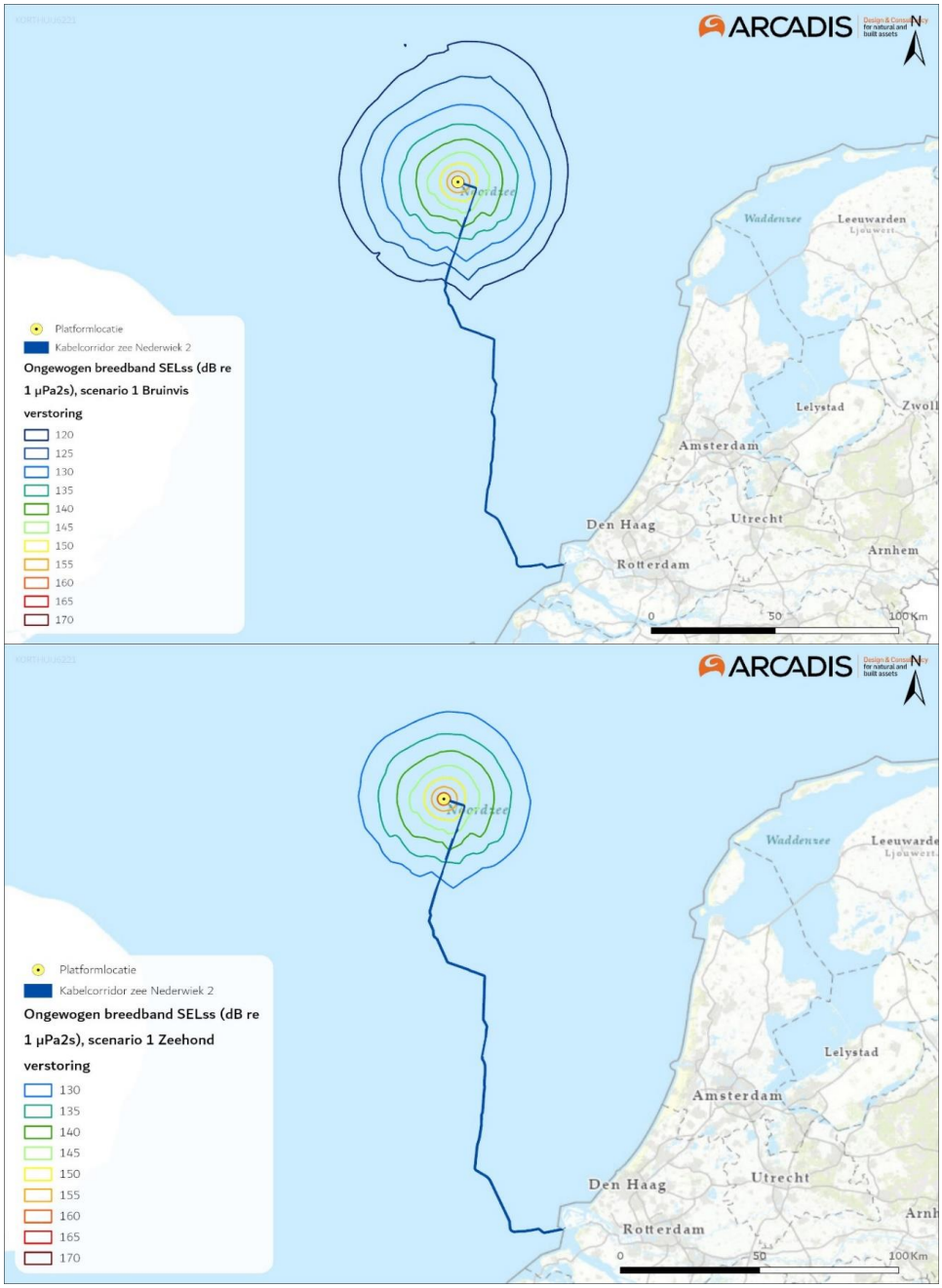
Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens de TNO berekening is er een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 meter van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 3-5). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.



Figuur 3-5 Berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), (de Jong & de Krom, 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 meter zonder mitigatie(de Jong & de Krom, 2022). De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 614 km^2 en voor bruinvissen 1.254 km^2 (zie Figuur 3-6).



Figuur 3-6 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee Nederwiek 2, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder).

Gebruik van het KEC 4.0 voor Nederwiek 2

Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle wind op zee parken en platforms van de netten op zee, waaronder Nederwiek 2, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geeft daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten (zie paragraaf 3.5).
Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen voor het heien van een platform, namelijk:

- Jaarrond heien is mogelijk
- Maximale hei-energie van 2.000 kJ voor een platform
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 m
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid wordt gebaseerd op (Gilles et al., 2020)

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd dan de uitgangspunten voor een individueel park. voor Nederwiek 2 zijn deze beschreven in paragraaf 5.3.2, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehond populaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Nederwiek 2 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 5.3.2, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragrafen 5.3.2 en 5.4.2 wordt de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Nederwiek 2, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% (met 95% zekerheid) populatiereductie optreedt.

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is door de hoeveelheid en de frequentie van het scheepsverkeer. Effecten in de gebruiksfase bij bijvoorbeeld onderhoud zullen altijd kleiner zijn.

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

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. De 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen bij verstoring de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels

kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

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

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

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 3-7. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.



Figuur 3-7 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.6.2 Verstoring door licht

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

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b), waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de

bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan[2] uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

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

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

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platformverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Net op zee Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de aanlegfase binnen de reikwijdte van geluid, tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Het gebruik van licht (zonder geluid) in de gebruiksfase wordt daarom apart behandeld.

3.7 Verstoring op land

Geluid, licht en visuele verstoring kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede

[2] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het bevoegd gezag.

populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect. Er is door Sovon een handreiking voor beoordelingskader opgesteld voor vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse haven (Foppen & Roodbergen, 2020), hier in wordt voornamelijk gefocust op permanente verstoring.

3.7.1 Geluid

Verstoring als gevolg van geluid treedt voor wat betreft de kabels op land alleen op in de aanlegfase door gebruik van materieel en vrachtverkeer. Ook de aanleg van het converterstation zal leiden tot geluidsverstoring. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door geluid door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase wordt door het converterstation wel geluid geproduceerd waardoor een zeker mate van verstoring kan optreden.

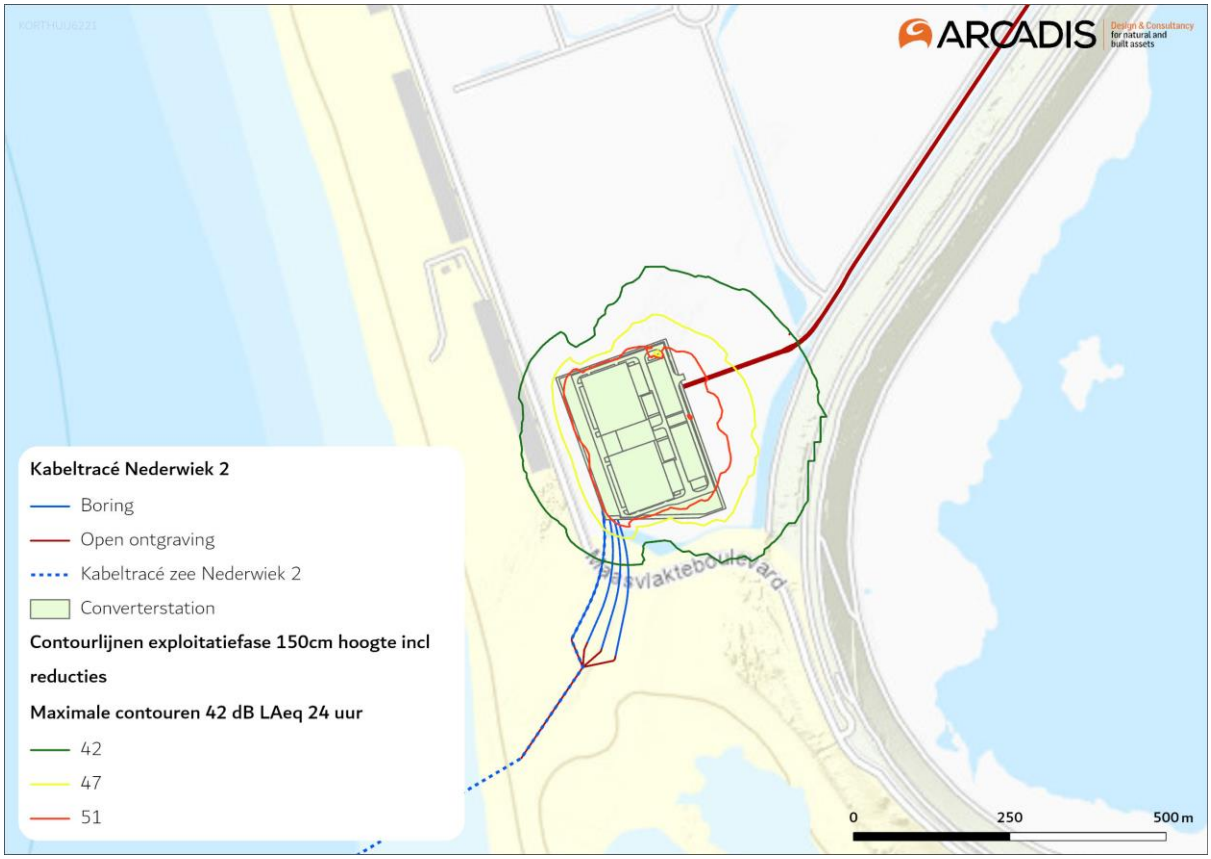
Belangrijke geluidbronnen in de aanlegfase zijn graafmachines, boorinstallaties voor het boren van de kabel en de werkzaamheden, waaronder heien, bij de realisatie van het converterstation. In de gebruiksfase is alleen sprake van geluidemissie door het converterstation. Geluidsgolven verspreiden zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effectrelatie van verstoring als gevolg van geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren, waaronder vleermuizen en amfibieën, eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn.

Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). De 42 dB(A)$_{24eq}$-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter en die van de bouwwerkzaamheden van het converterstation op circa 1.400 meter (zie Figuur 3-8). Tijdens de gebruiksfase produceert het converterstation geluid. De geluidemissie van het converterstation wordt vooral bepaald door de transformatoren, de converterkoelers en de converterhallen. Uit de project-specifieke berekeningen blijkt dat de geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 204 meter (zie Figuur 3-9).





Figuur 3-8 Geluidscontouren aanlegfase kabel en converterstation.

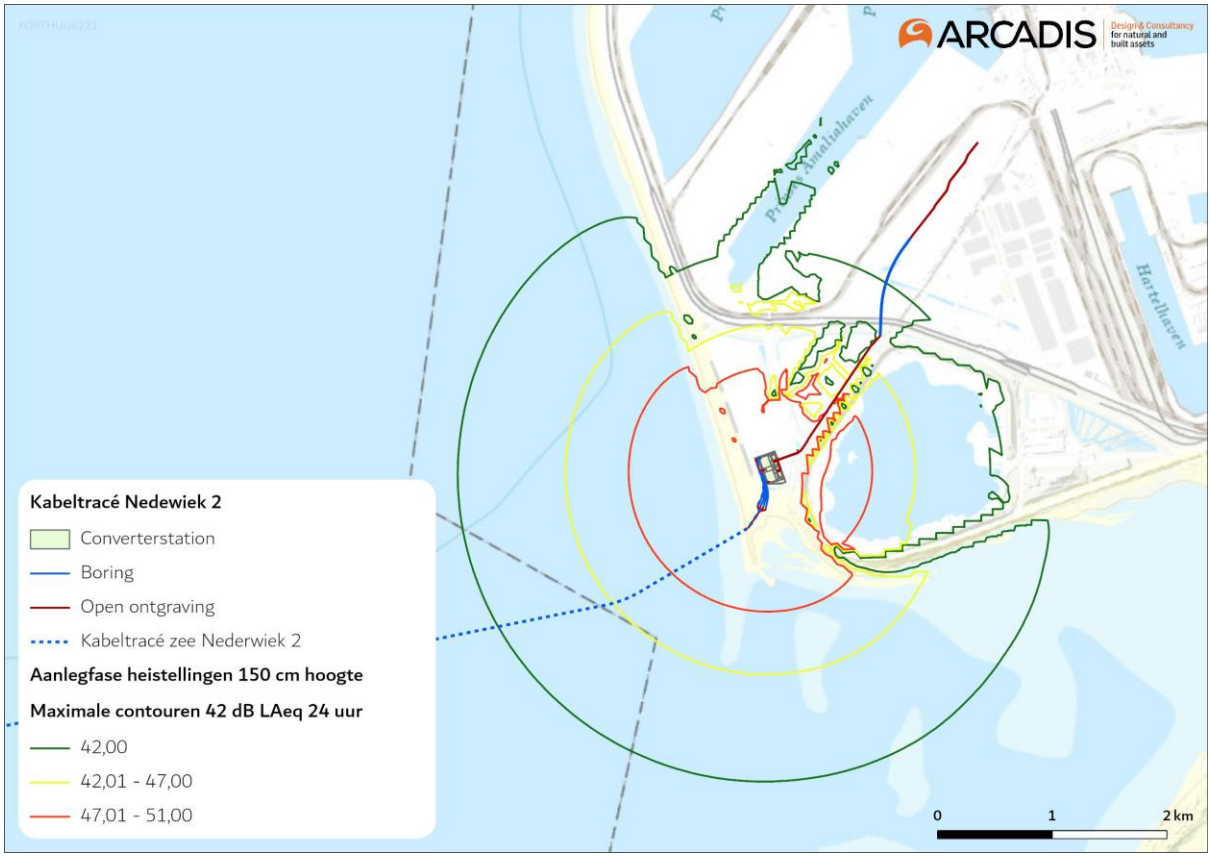


Figuur 3-9 Geluidscontouren in de gebruiksfase van het converterstation.

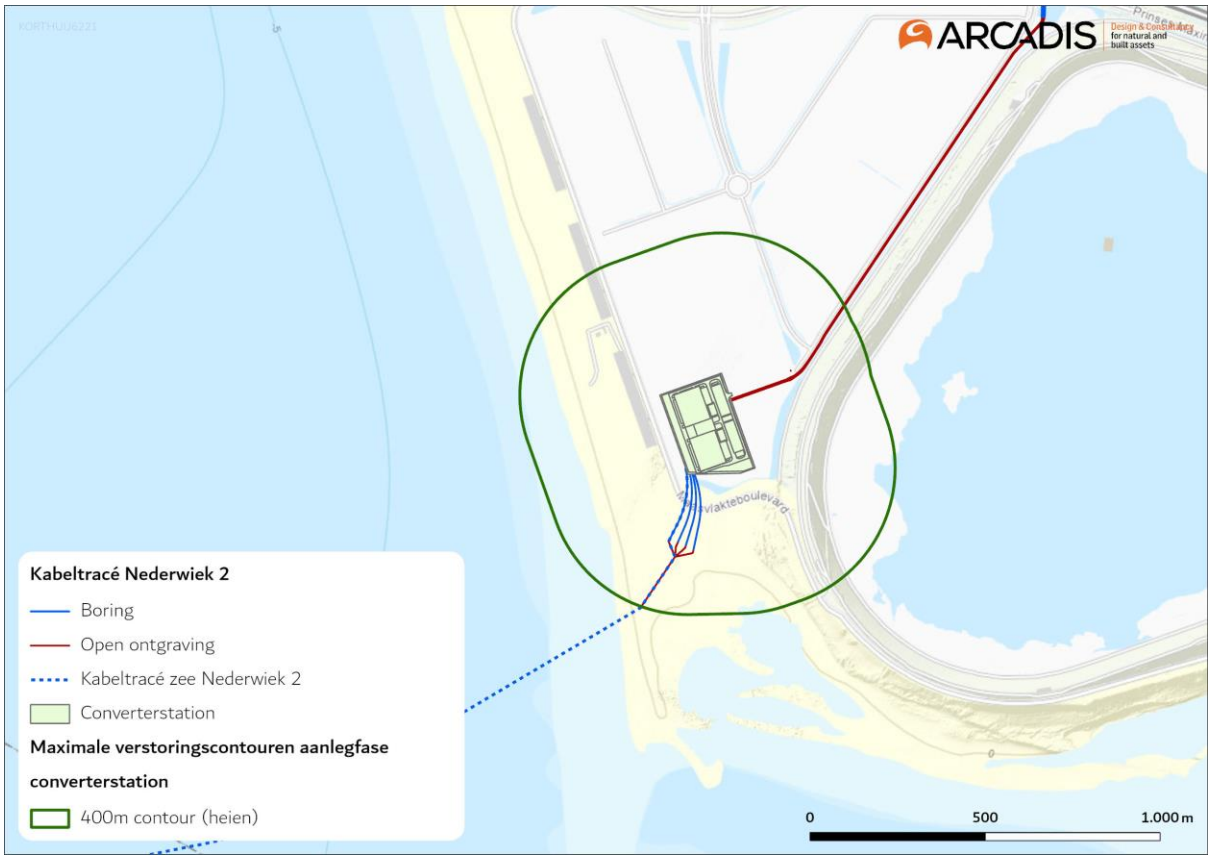
Naast verstoring als gevolg van continue bronnen kan ook verstoring optreden door impulsgeluid. Voor verstoring als gevolg van impulsgeluid, zoals heiwerkzaamheden voor het converterstation, gelden andere drempelwaarden vergeleken met continue bronnen. Dit als gevolg van de aard van de geluidbelasting (hoge, maar korte pieken). Over de gevoeligheid van dieren voor impulsgeluid is eveneens weinig literatuur beschikbaar. In twee wat oudere studies zijn de effecten van knalgeluiden onderzocht (Apeldoorn & Smit, 2006; Smit et al., 2007). In beide rapporten wordt een inschatting gegeven van de effecten van knalgeluid (respectievelijk van schietoefeningen en vuurwerk). Daarbij wordt een vrij breed overzicht gegeven van de op dit punt beschikbare literatuur. De meeste studies geven afstanden vanaf de bron aan tot waarop effecten (uitgedrukt in opvliegen, over de grond verplaatsen, onrust) merkbaar zijn. Zelden worden daarbij bronniveaus of geluidniveaus genoemd op de locatie waar het effect wordt waargenomen. Op basis van onderzoeken naar impulsgeluid op watervogels wordt aangenomen dat impulsen van meer dan 60 dB(A) leiden tot een reactie bij foeragerende, rustende en broedende vogels (Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007). Bij herhaald terugkerende drempel overschrijdende impulsen kan langdurige of min of meer permanente mijding van het verstoorde gebied optreden. Bij welke frequentie dit optreedt, valt niet met zekerheid te zeggen. Wel kan gesteld worden dat bij langdurig optredende drempeloverschrijdingen mijding door een deel van de foeragerende, rustende of broedende vogels op zal treden (Apeldoorn & Smit, 2006; Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007).

Het bronvermogen voor het heien bij het converterstation is 129dB(A) per stuk (3 x 129 dB(A)). In Figuur 3-10 is de bijbehorende de 42 dB(A)$_{24eq}$-contour voor het heien weergegeven.
In een effectenanalyse van (RPS, 2018) wordt bevestigd dat onder 70 dB(A) er geen of geringe effecten zijn. Bij zeer hoge piekgeluiden worden er effectafstanden tot 400 meter geschat (Foppen &

Roodbergen, 2020). In Figuur 12 is de 400 meter contour voor heiwerkzaamheden voor de aanleg van het converterstation weergegeven.



Figuur 3-10 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden van het converterstation.



Figuur 3-11 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van heigeluid op land rond het converterstation.

3.7.2 Licht

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

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017b), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

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

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn. Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan in het zomerhalfjaar wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring. Er is echter op de Tweede Maasvlakte al algemene hoge lichtemissie i.v.m. straatverlichting en verlichting vanuit industrie (*Kaart Lichtemissie*, 2021). Het effect van extra verlichting tijdens de aanlegfase is hiermee verwaarloosbaar.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om

verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

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

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

3.7.3 Visuele verstoring

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

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Tijdens de onderhoudsfase zal incidenteel een auto rijden, dit zorgt niet voor een verschil in visuele verstoring ten opzichte van de referentiesituatie. Visuele verstoring is voor het converterstation in de gebruiksfase is minimaal en valt binnen de algemene visuele verstoring die al aanwezig is op de Tweede Maasvlakte.

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

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord, en veranderd de

zeebodem tijdens de gebruiksfase van zacht naar hard substraat. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel varieert (met of zonder zandgolven) langs het tracé zijn op verschillende locaties, verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 3.2). Buiten (>10 km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Langs het grootste deel van het tracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Vanaf circa 2 kilometer tot de kust wordt de onderhoudscorridor smaller en is die circa 200 meter breed. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak, voor het jet trenchen van een 1x4 kabelbundel is de breedte van de ingreep circa 60 cm. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De effecten van habitataantasting op zee worden verder behandeld in Hoofdstuk 5. Op het kabeltracé gaat het hierbij voornamelijk om effecten tijdens de aanlegfase en zeer sporadisch en lokaal om onderhoud in de gebruiksfase, en bij het platform treedt aantasting op tijdens de aanleg, en verandering in de gebruiksfases.

3.8.2 Habitataantasting op land

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

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

Mechanische effecten kunnen korte- en langetermijneffecten hebben. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere

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

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

Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het tracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving is maximaal 6 meter breed, inclusief werkstrook is een breedte nodig van circa maximaal 29 meter. Permanente aantasting is relevant voor het converterstation, dat een oppervlakte van 3,9 ha zal beslaan.

3.9 Elektromagnetische velden

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

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld.[3] De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee Nederwiek 2.

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

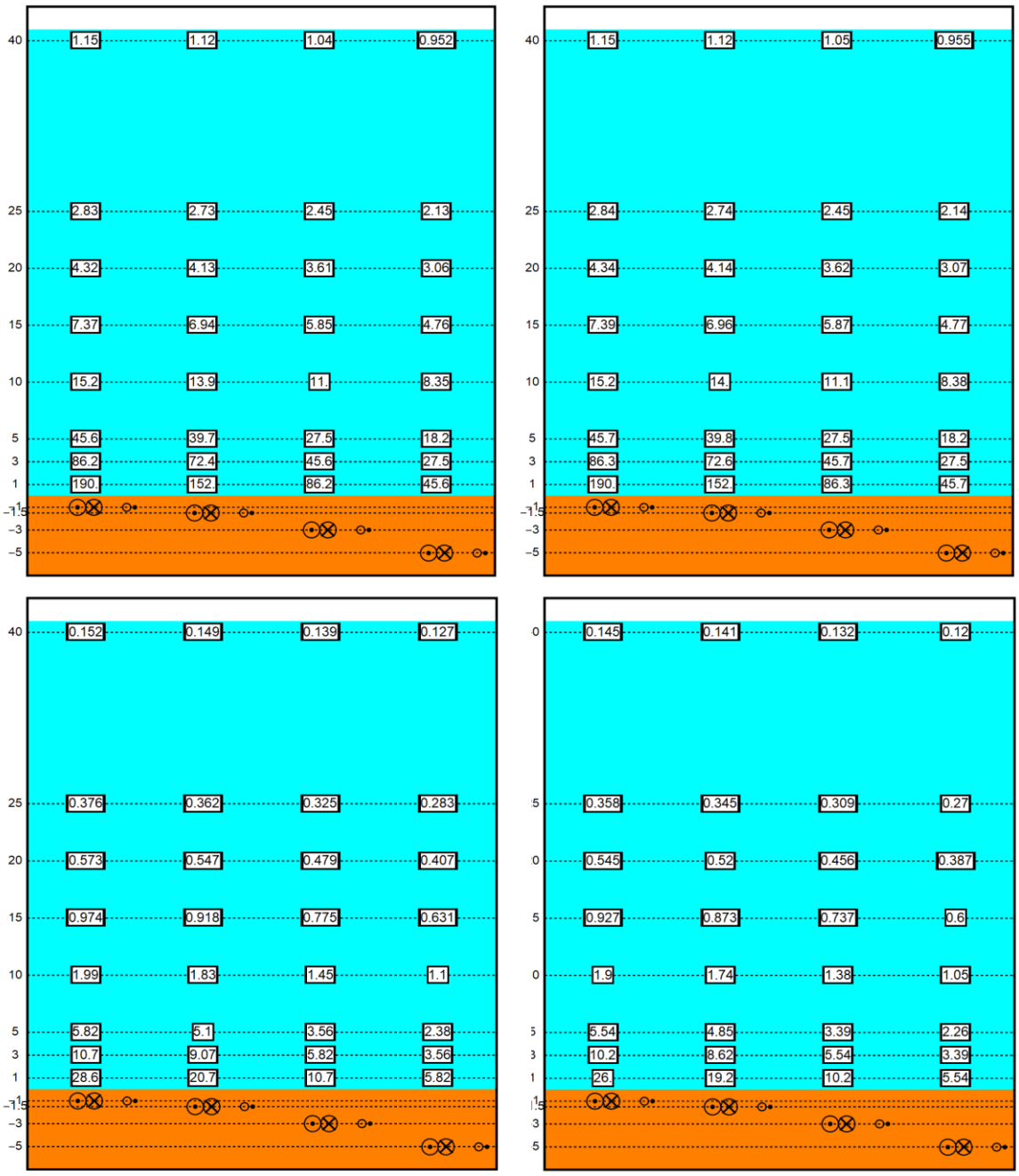
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 3-12 is de worst-case magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in

[3] Een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016).

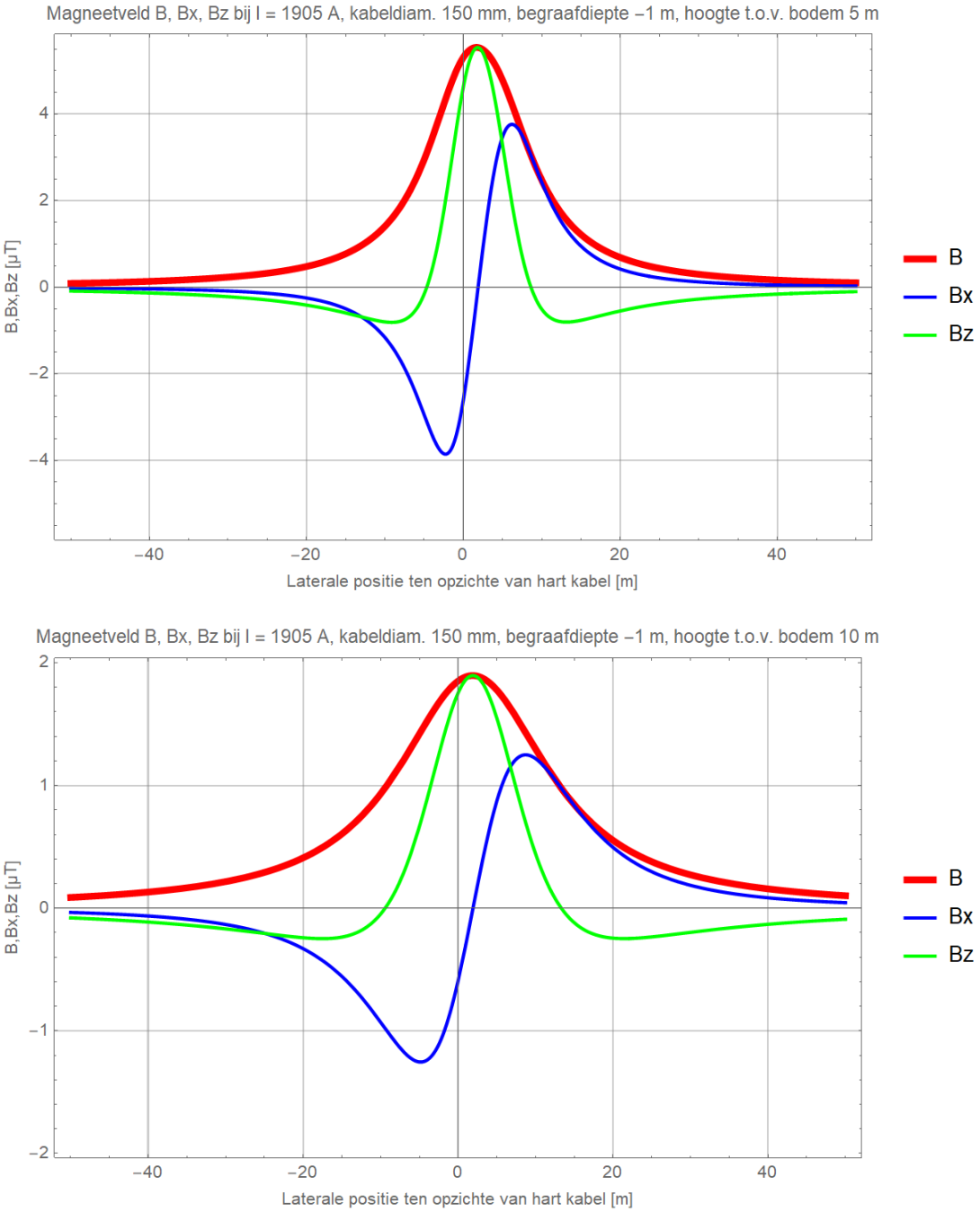
sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van het elektromagnetische veld van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 3-13. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)). Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

In Figuur 3-12 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 8 keer (40 meter boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud kunnen optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar.

In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een gelijkstroomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT ipv. 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 3-12 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).



Figuur 3-13 Elektromagnetische veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021c).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door veel terrestrische soorten. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2021). Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat

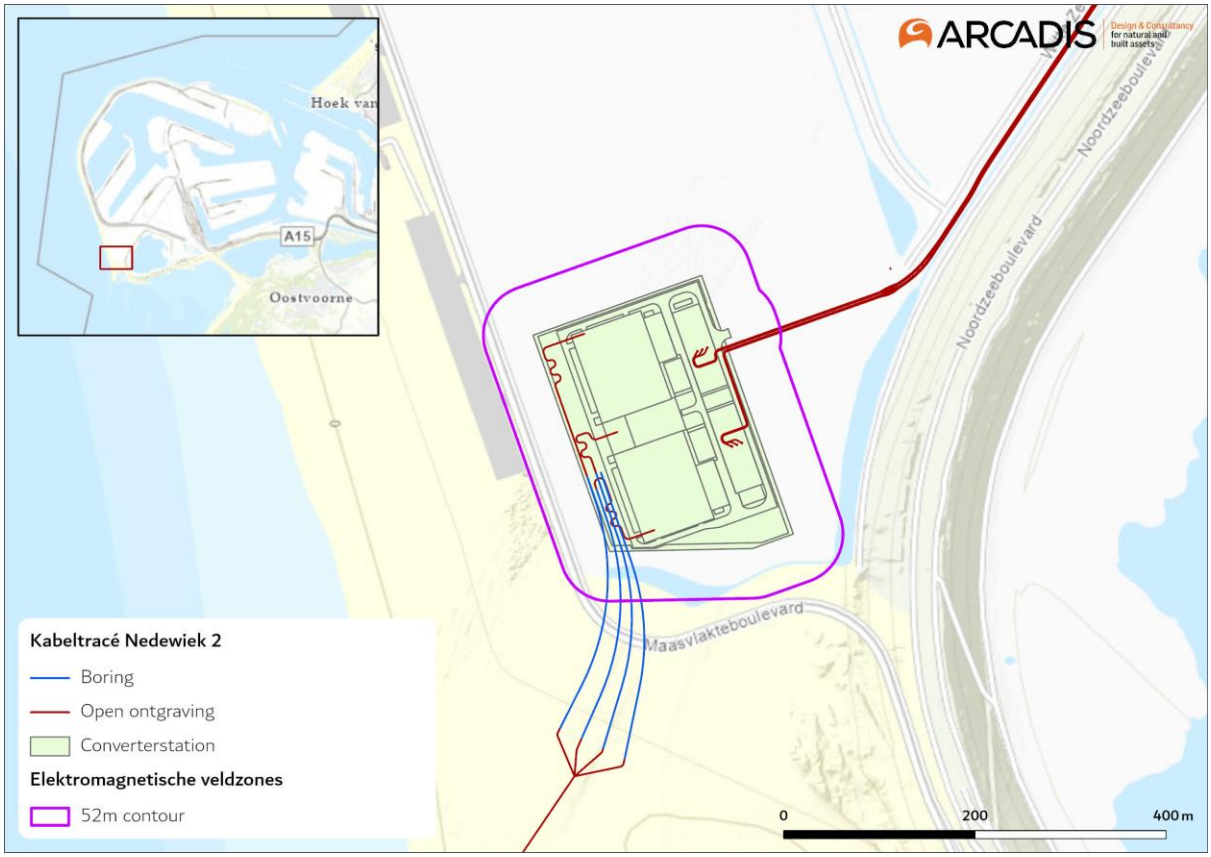
langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan antropogene elektromagnetische velden. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie.

Amfibieën gebruiken elektromagnetische velden van het aardmagnetisch veld om te navigeren. Van ingegraven kabels zijn EMV-sterktes op het maaiveld ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan mogelijk enig effect hebben op de navigatie van amfibieën (Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken bij het navigeren ook andere zintuigen: reuk en zicht. Hierdoor wordt het effect van antropogene elektromagnetische velden op amfibieën laag geacht. Voor amfibieënsoorten met een jaarlijkse migratie tussen vaste voortplantingswateren en overwinteringslocaties is het wel mogelijk dat navigatie middels het aardmagnetisch veld een relatief belangrijke rol speelt ten opzichte van reuk en zicht.

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door elektromagnetische velden. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming. Een uitgebreidere literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op terrestrische soorten is te vinden in Bijlage VIII-B.

Uit de EMV-studie (Van Essen, 2021c) blijkt dat het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld heeft. In Figuur 3-14 is de elektromagnetische veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Net op zee Nederwiek 2 reikt normaal gebruik tot circa 52 meter vanaf de randen van de geleiders van converterstation Net op zee Nederwiek 2. Het magneetveld van de kabels van Nederwiek 2 reikt tot circa 22 m vanaf de kabels.

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



Figuur 3-14 Elektromagnetische veldzones rondom het converterstation.

3.10 Verontreiniging op zee

3.10.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie deze stoffen, waarmee de verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei.

Daarnaast kunnen lokale verontreiniging optreden op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier bijvoorbeeld om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms of plekken waar blusschuim is toegepast.

3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

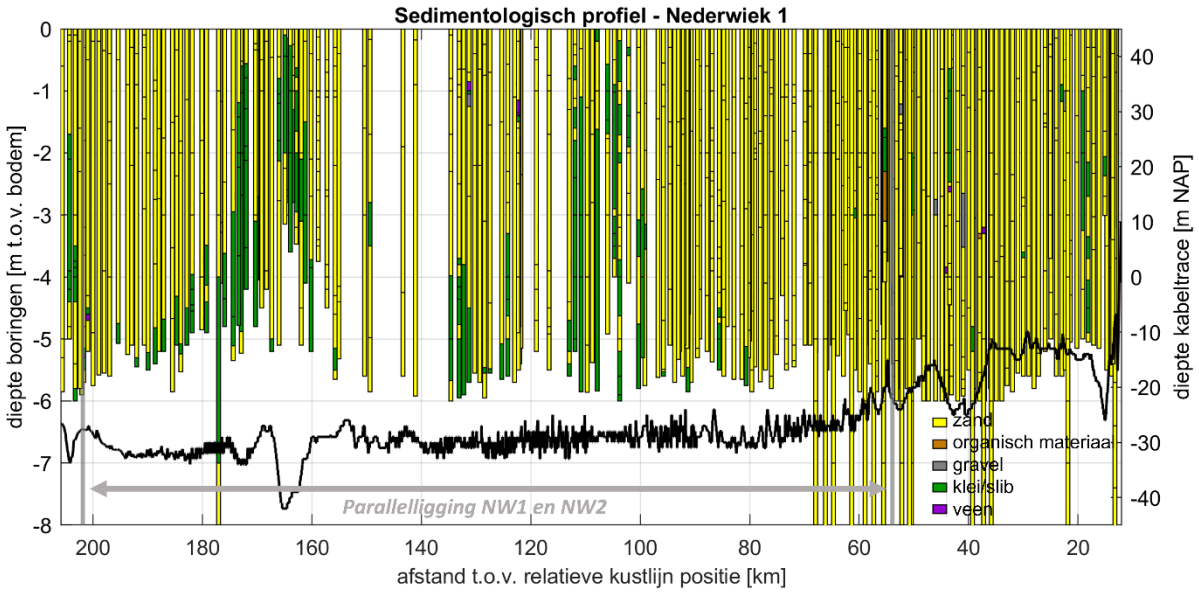
In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging

Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging worden op voorhand uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie

Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 3-15 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022).



Figuur 3-15 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden op rond het tracé, en zijn gekoppeld aan de slibwolk zoals getoond in Figuur 3-1.

3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het

hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd. Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

3.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De langetermijneffecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd. Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de DC-kabels van Nederwiek 2 relatief diep worden ingegraven (1-3 meter, nabij de kust nog dieper), is de temperatuursverhoging van het zeebodemoppervlak gering. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, zal de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar zijn (Müller et al., 2016), naast dat deze zeer lokaal is. Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel (ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

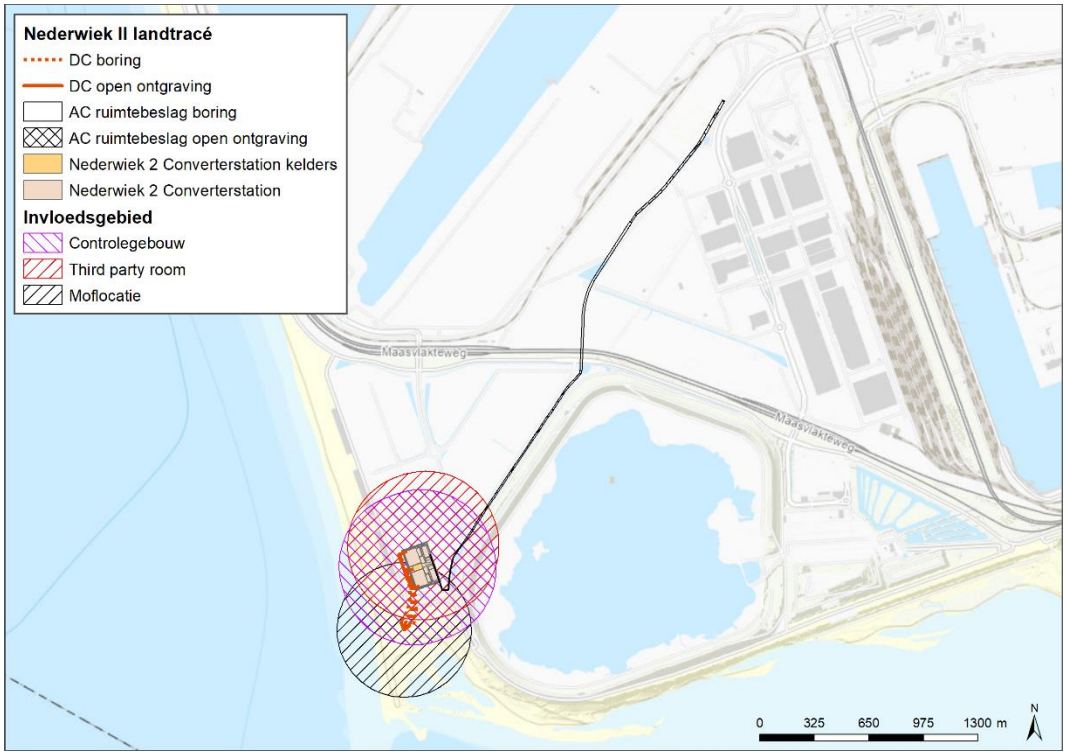
3.12 Verdroging op land

Bemaling van grondwater voor het aanleggen van kabels en de aanwezigheid van objecten onder de grond kan van tijdelijke of langere invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden. Er wordt van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de aeratie van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht, 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.

Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door bronbemaling (Bijlage VI-A van het MER). 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 een bemalingsduur van 28 dagen (4 weken), wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal 900 meter van de bemalingslocatie. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen verdroging op.



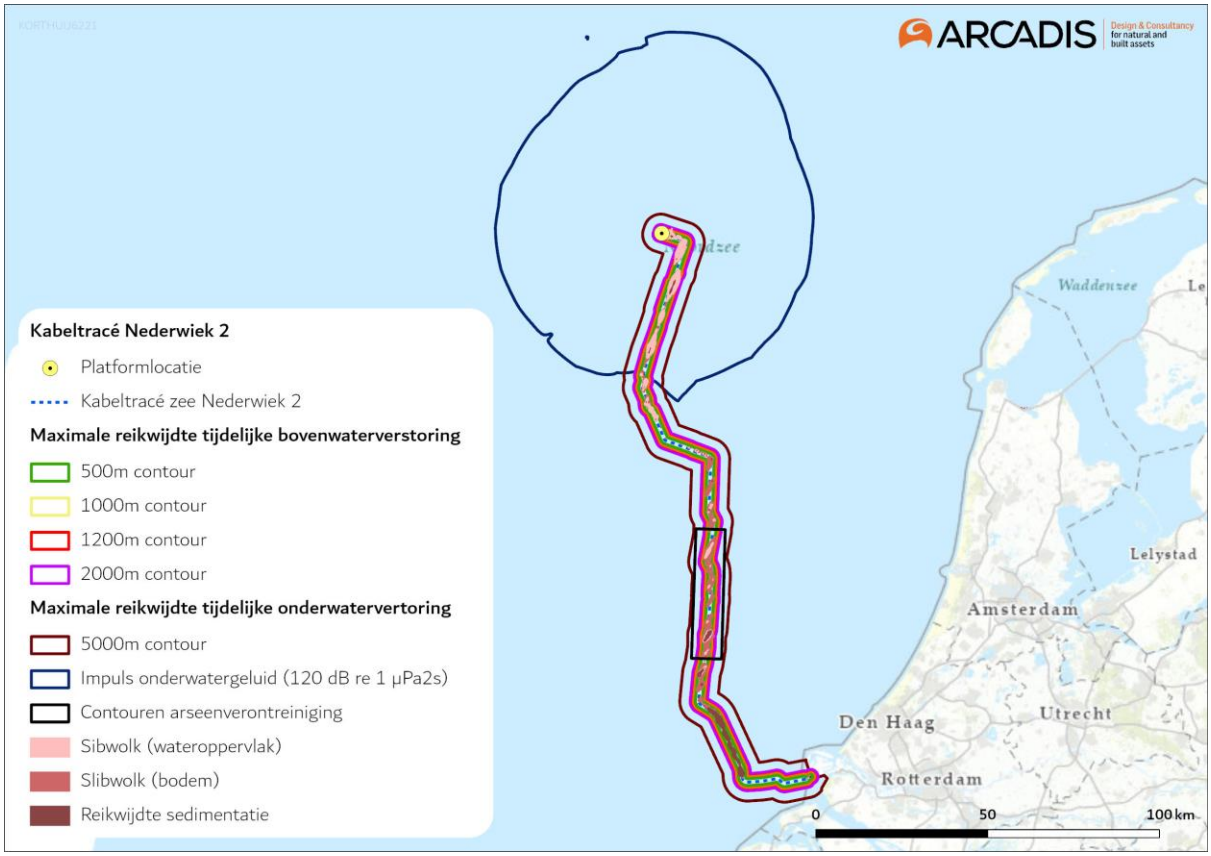
Figuur 3-16 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling.

3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

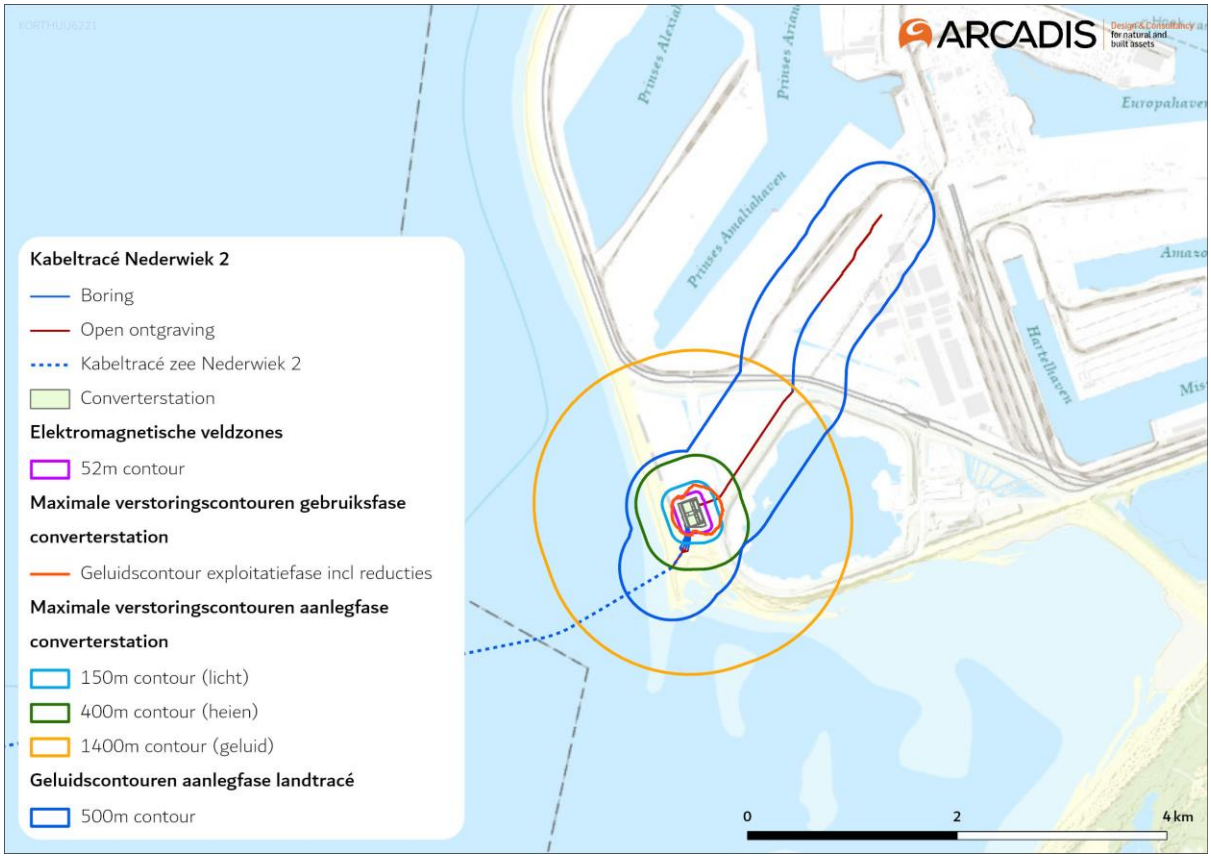
In Tabel 3-1is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op land of op zee optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. Indien een gevolg voor beide fases relevant is wordt de worst-case benoemd en beoordeeld. In Figuur 3-17 en Figuur zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 3-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.

Gevolg		Op zee / op land	Aanleg-/ gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het tracé tot enkele tientallen meters en reikt niet tot de kustzone.
Sedimentatie		Zee	Beide, aanleg is worst-case	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé ca. 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 km.
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.254km^2 en zeehonden 614 km^2) en trekvissen.
Bovenwater verstoring	**Geluid en visueel**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 m voor vogels 1.000 m voor gevoelige vogels. 1.200 m voor zeehonden. 2.000 m voor extra gevoelige vogels.
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 m voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van het platform.
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Beide, aanleg is worst-case	Boorwerkzaamheden ca. 500 m. Aanleg converterstation ca. 1.400 m. Heiwerkzaamheden converterstation ca. 400 m. Gebruik converterstation maximaal 360 m.
	Licht	Land	Aanleg	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 m vanaf de grens van de werklocaties.
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Beide, aanleg is worst-case	25 m voor pre-sweepen en baggeren en jet trenchen Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting
		Land	Aanleg	Maximaal 30 m voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot circa 40 m en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	52 m vanaf de randen van de geleiders en 22 m vanaf de kabels.
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Aanwezigheid van arseen niet uitgesloten in diepe historisch gevormde bodemlagen. Deze komen op deel van het tracé voor. De slibwolk waar het arseen is gebonden bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
Warmteontwikkeling		Zee	Gebruik	Geen effect, geen nadere beoordeling.
Verdroging		Land	Aanleg	Mogelijke effecten ter plaatse van de aanleg op land in een radius van maximaal 900 m.



Figuur 3-17 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringscontouren.



Figuur 3-18 Studiegebied werkzaamheden op land met verstoringscontouren.

4 Aanwezigheid van beschermde soorten

4.1 Methode

4.1.1 Fasering onderzoek

Voor het onderzoek naar beschermde soorten op zee is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in het studiegebied waarbinnen de effecten van de gevolgen mogelijk op kunnen treden.

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

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

4.1.2 Bureauonderzoek

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar. Voor mogelijk aanwezige beschermde soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties en open ontgravingen.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF), maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Provincie Zuid-Holland, de Natura 2000-beheerplannen, verspreidingsatlassen en de natuurwijzer viewer van het havenbedrijf Rotterdam (Natuurwijzer (2022 Update), 2022). Voor het Maasvlakte-terrein is tevens gebruik gemaakt van het Ecologische Werkprotocol Realisatie fase Hollandse Kust (zuid), Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam (Buijs Ecoconsult BV, 2019; Bureau Stadsnatuur, 2013). Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

4.1.3 Veldonderzoek

Er zijn meerdere veldonderzoeken uitgevoerd voor het deel op land. Het laatste veldbezoek heeft plaatsgevonden in september 2022. De onderzoeken hebben zich gericht op de soort(groep)en flora, vogels in het algemeen, rugstreeppad en zandhagedis.

De uitgevoerde soortenonderzoeken bieden afdoende informatie voor de effectbepaling in het kader van het MER, het inpassingsplan/projectbesluit en ontheffingsaanvraag. Specifieke informatie over standplaatsen van beschermde flora of leefgebieden van beschermde fauna, alsmede aantallen en locaties van verblijfplaatsen zijn via veldonderzoeken verkregen en opgenomen in de betreffende stukken voor het MER en het inpassingsplan/projectbesluit. Voor de daadwerkelijke ingreep (de uitvoeringsperiode) zal een actualiserende en completerende soorteninventarisatie nodig zijn. Dit

vanwege het tijdsverloop en de daarmee gepaard gaande natuurlijke ontwikkelingen. Tegen die tijd zullen ook een definitief uitvoeringsontwerp en werkplanning beschikbaar zijn.

Alle veld- en bureauonderzoeken zijn uitgevoerd door ecologen van Arcadis die aantoonbare kennis en ervaring hebben met het verstrekken van ecologisch advies en het begeleiden van werkzaamheden op het gebied van habitats en soorten. Arcadis is lid van het Netwerk Groene Bureaus.

4.2 Beschermde soorten op zee

4.2.1 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 4-1 laat de resultaten zien van de tellingen van 2021-2022. Daarnaast komen er ook veel verschillende soorten vogels langs de kust voor die gebruik maken van de zee, ook deze vogels worden in dit hoofdstuk beschreven. Er wordt hierbij in de soortbeschrijvingen ook ingegaan op de broedlocaties van de vogels.

In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden voor de talrijkste soorten of voor soorten waarvoor het studiegebied van bijzonder belang is.

Tabel 4-1 Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2021-2022 op het totale Nederlands Continentaal Plat (NCP) (van Bemmelen et al., 2022).

Soort		**Aantal waarnemingen**	**Aantal individuen**	**Gemiddelde groepsgrootte**	**Maximale groepsgrootte**
Species		*Number of observations*	*Number of individuals*	*Average group size*	*Maximum group size*
aalscholver	*Phalacrocorax carbo*	250	1,212	4.8	504
alk	*Alca torda*	1,348	3,496	2.6	26
alk/zeekoet	*Alca/Uria*	115	242	2.1	15
kleine alk	*Alle alle*	4	11	2.8	5
papegaaiduiker	*Fratercula arctica*	12	15	1.2	2
zeekoet	*Uria aalge*	5,904	12,434	2.1	40
duiker spec	*Gavia sp.*	7	7	1.0	1
ijsduiker	*Gavia immer*	1	1	1.0	1
parelduiker	*Gavia arctica*	2	2	1.0	1
roodkeelduiker	*Gavia stellata*	467	672	1.4	10
bergeend	*Tadorna tadorna*	2	5	2.5	3
brilduiker	*Bucephala clangula*	2	12	6.0	9
eend spec.	*Anatidae*	1	9	9.0	9
eider	*Somateria mollissima*	71	1,262	17.8	210
grote zee-eend	*Melanitta fusca*	6	18	3.0	7
ijseend	*Clangula hyemalis*	1	9	9.0	9
middelste zaagbek	*Mergus serrator*	13	59	4.5	12
slobeend	*Anas clypeata*	2	6	3.0	5
smient	*Anas penelope*	1	2	2.0	2
topper	*Aythya marila*	1	1	1.0	1
wilde eend	*Anas platyrhynchos*	3	15	5.0	8
zomertaling	*Anas querquedula*	1	6	6.0	6
zwarte zee-eend	*Melanitta nigra*	524	33,492	63.9	11,100
fuut	*Podiceps cristatus*	88	705	8.0	90
grauwe gans	*Anser anser*	3	18	6.0	12
rotgans	*Branta bernicla*	4	53	13.2	40
grote jager	*Stercorarius skua*	25	26	1.0	2
kleine jager	*Stercorarius parasiticus*	4	4	1.0	1
middelste jager	*Stercorarius pomarinus*	3	3	1.0	1
jan van gent	*Morus bassanus*	1,030	2,350	2.3	250
drieteenmeeuw	*Rissa tridactyla*	2,833	5,488	1.9	200
dwergmeeuw	*Hydrocoleus minutus*	470	4,136	8.8	500
geelpootmeeuw	*Larus michahellis*	1	1	1.0	1
grote burgemeester	*Larus hyperboreus*	2	2	1.0	1
grote mantelmeeuw	*Larus marinus*	421	1,373	3.3	100
grote meeuw spec.		22	5,243	238.3	2,000
kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus*	1,474	13,168	8.9	1,000
kleine meeuw spec.		3	6	2.0	4
kokmeeuw	*Chroicocephalus ridibundus*	173	426	2.5	50

Soort *Species*		Aantal waarnemingen *Number of observations*	Aantal individuen *Number of individuals*	Gemiddelde groepsgrootte *Average group size*	Maximale groepsgrootte *Maximum group size*
mantelmeeuw spec.		1	2	2.0	2
meeuw spec	*Laridae*	16	1,375	85.9	300
pontische meeuw	*Larus cachinnans*	1	1	1.0	1
stormmeeuw	*Larus canus*	594	2,806	4.7	300
vorkstaartmeeuw	*Xema sabini*	1	1	1.0	1
zilvermeeuw	*Larus argentatus*	1,186	8,267	7.0	1,500
zwartkopmeeuw	*Larus melanocephalus*	1	2	2.0	2
blauwe reiger	*Ardea cinerea*	1	1	1.0	1
grote zilverreiger	*Casmerodius albus*	5	32	6.4	20
bruine kiekendief	*Circus aeruginosus*	2	2	1.0	1
slechtvalk	*Falco peregrinus*	1	1	1.0	1
bonte strandloper	*Calidris alpina*	4	24	6.0	12
drieteenstrandloper	*Calidris alba*	1	2	2.0	2
groenpootruiter	*Tringa nebularia*	1	1	1.0	1
rosse grutto	*Limosa lapponica*	2	7	3.5	5
scholekster	*Haematopus ostralegus*	3	23	7.7	20
steltloper spec	*Limicolae*	1	2	2.0	2
tureluur	*Tringa totanus*	1	1	1.0	1
dwergstern	*Sternula albifrons*	4	4	1.0	1
grote stern	*Thalasseus sandvicensis*	1,036	2,130	2.1	100
noordse stern	*Sterna paradisaea*	70	130	1.9	6
visdief	*Sterna hirundo*	1,424	5,036	3.5	150
visdief/noordse stern		7	7	1.0	1
zwarte stern	*Chlidonias niger*	36	64	1.8	6
grauwe pijlstormvogel	*Puffinus griseus*	2	2	1.0	1
noordse pijlstormvogel	*Puffinus puffinus*	2	7	3.5	6
noordse stormvogel	*Fulmarus glacialis*	722	1,208	1.7	30
velduil	*Asio flammeus*	1	1	1.0	1
graspieper	*Anthus pratensis*	1	1	1.0	1
grote zangvogel spec		1	12	12.0	12
kleine zangvogel spec		1	7	7.0	7
kramsvogel	*Turdus pilaris*	1	1	1.0	1
postduif	*Columba livia domestica*	1	1	1.0	1
spreeuw	*Sturnus vulgaris*	4	36	9.0	15
veldleeuwerik	*Alauda arvensis*	5	43	8.6	20
knobbelzwaan	*Cygnus olor*	1	1	1.0	1

Viseters (vliegend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: Jan-van-gent, noordse stern, visdief, grote stern, grote jager, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw en dwergmeeuw. Vliegende viseters foerageren op vis door vanuit de lucht duikvluchten te maken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De meeste soorten beperken zich tot prooivis die dicht bij het wateroppervlak zwemt. De jan-van-gent jaagt echter tot 25 m diep. Voor vliegende viseters is

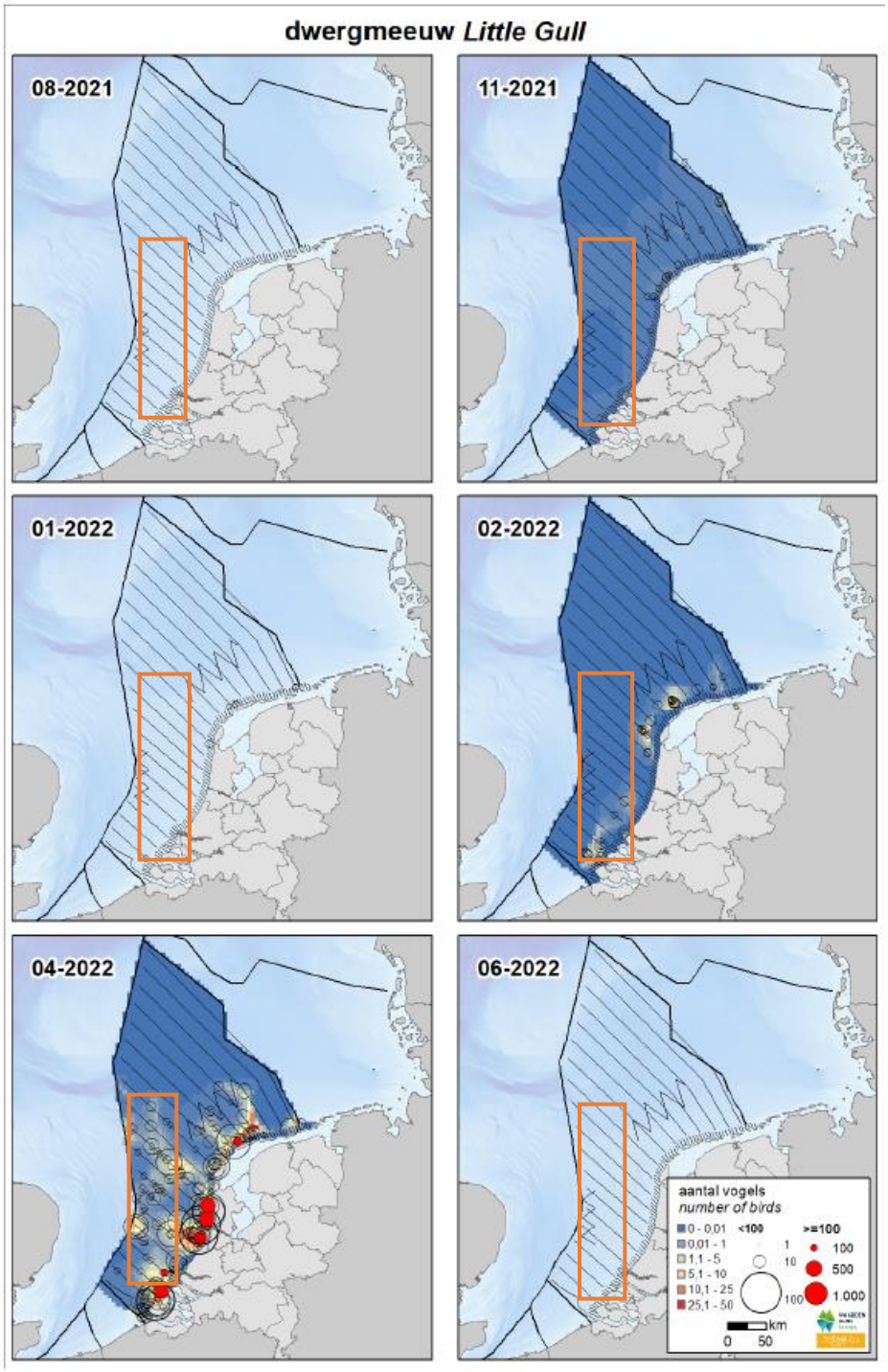
voldoende doorzicht van het water belangrijk. De verschillende soorten meeuwen zijn naast viseters ook opportunisten, dit wordt apart beschreven in de volgende paragraaf. Sterns en meeuwen hebben relatief lage verstoringsafstanden (grote mantelmeeuw en grote stern bijvoorbeeld 250 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus relatief weinig verstoringsgevoelig.

Dwergmeeuw

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Tijdens de trek van het voorjaar 2021 werd het aantal exemplaren op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) geschat op 95.900 (Fijn et al., 2022). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.

De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust, Figuur 4-1 (Fijn et al., 2022). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de aflopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is.

De dwergmeeuw komt sporadisch voor in het plangebied, en gebruikt het als trekgebied tijdens de wintermaanden richting hun overwinteringsplaats in het zuiden van Europa. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de dwergmeeuw.



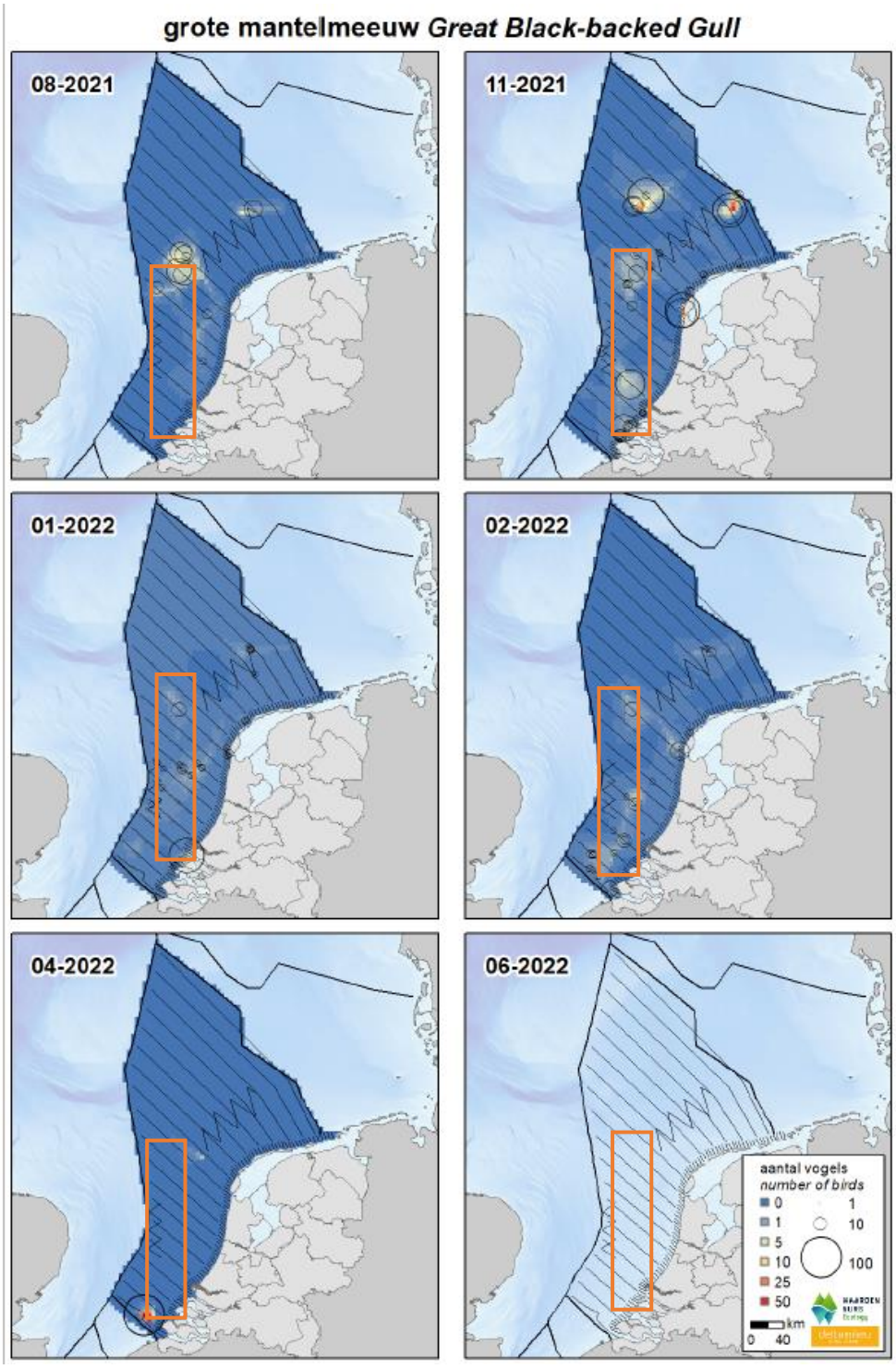
Figuur 4-1 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Grote mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw is de grootste meeuwensoort van Nederland. In alle tellingen zijn grote mantelmeeuwen gezien, met de hoogste aantallen in november: ca. 26.000 exemplaren op het NCP buiten de kustzone (tabel 45) en ca. 4.500 exemplaren.

De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 4-2. De grote mantelmeeuw is een bekende wintergast aan de Nederlandse kust en grote kolonies foerageren op de Bruine Bank. Binnen het plangebied komt de soort geregeld voor maar gebruikt het vooralsnog niet als

broedfunctie, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de grote mantelmeeuw.



Figuur 4-2 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Opportunisten

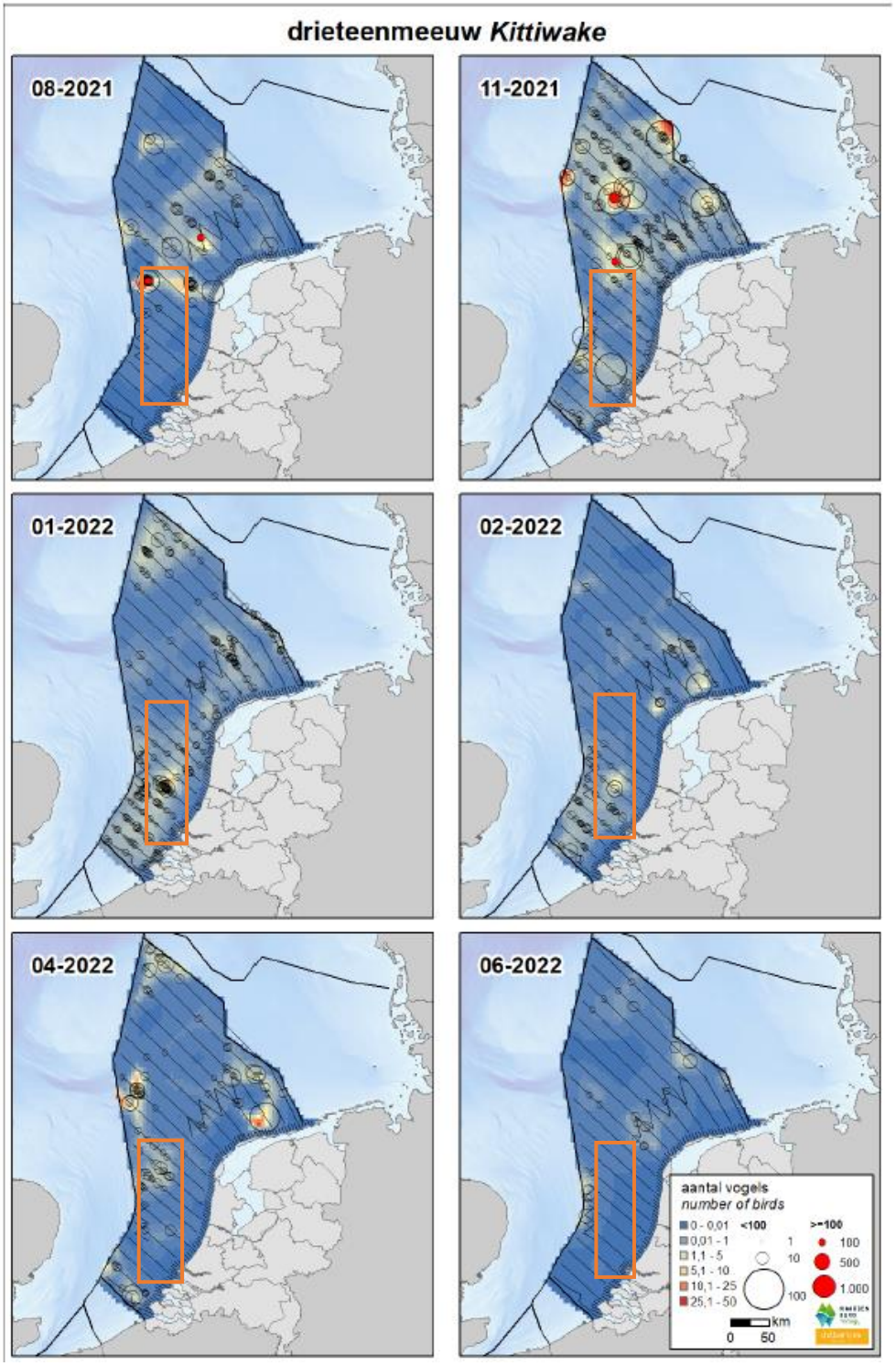
Onder deze soortgroep vallen de soorten: noordse stormvogel, stormmeeuw, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zilvermeeuw. Opportunisten eten vrijwel

alles wat ze relatief eenvoudig te pakken kunnen krijgen, ze hebben daardoor veelzijdige manieren van voedsel zoeken en een gevarieerd dieet. Op zee en rond de kust wordt veel vis gegeten. De vis kan zelf zijn gevangen, maar ook zijn gestolen van andere vogels (zoals jan-van-genten en alken) of afkomstig zijn van vissersschepen. Soms worden eieren en kuikens of andere jonge/kleine dieren geroofd van nesten. Aan de kust worden ook etensresten van menselijke oorsprong gegeten. Zoals in voorgaande paragraaf toegelicht zijn meeuwen relatief weinig verstoringsgevoelig.

Drieteenmeeuw

De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest voorkomende meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2022). In november zijn de meeste drieteenmeeuwen waargenomen op het NCP buiten de kustzone, ca. 145.000 exemplaren. Met name het Friese Front, maar ook de Bruine Bank zijn van belang voor deze soort, zie Figuur 4-3.

De drieteenmeeuw broedt op olieplatformen uit de kust op het NCP (Leopold, 2017). Hij broedt met name op de Noordzee aan de zuidwest kant van het Friese Front. Het leefgebied van de drieteenmeeuw beslaat een groot deel van de NCP en de soort wordt dan ook, gedurende de wintermaanden, veel waargenomen in het plangebied. Omdat dit gebied niet gebruikt wordt als broedfunctie, wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de drieteenmeeuw.



Figuur 4-3 Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

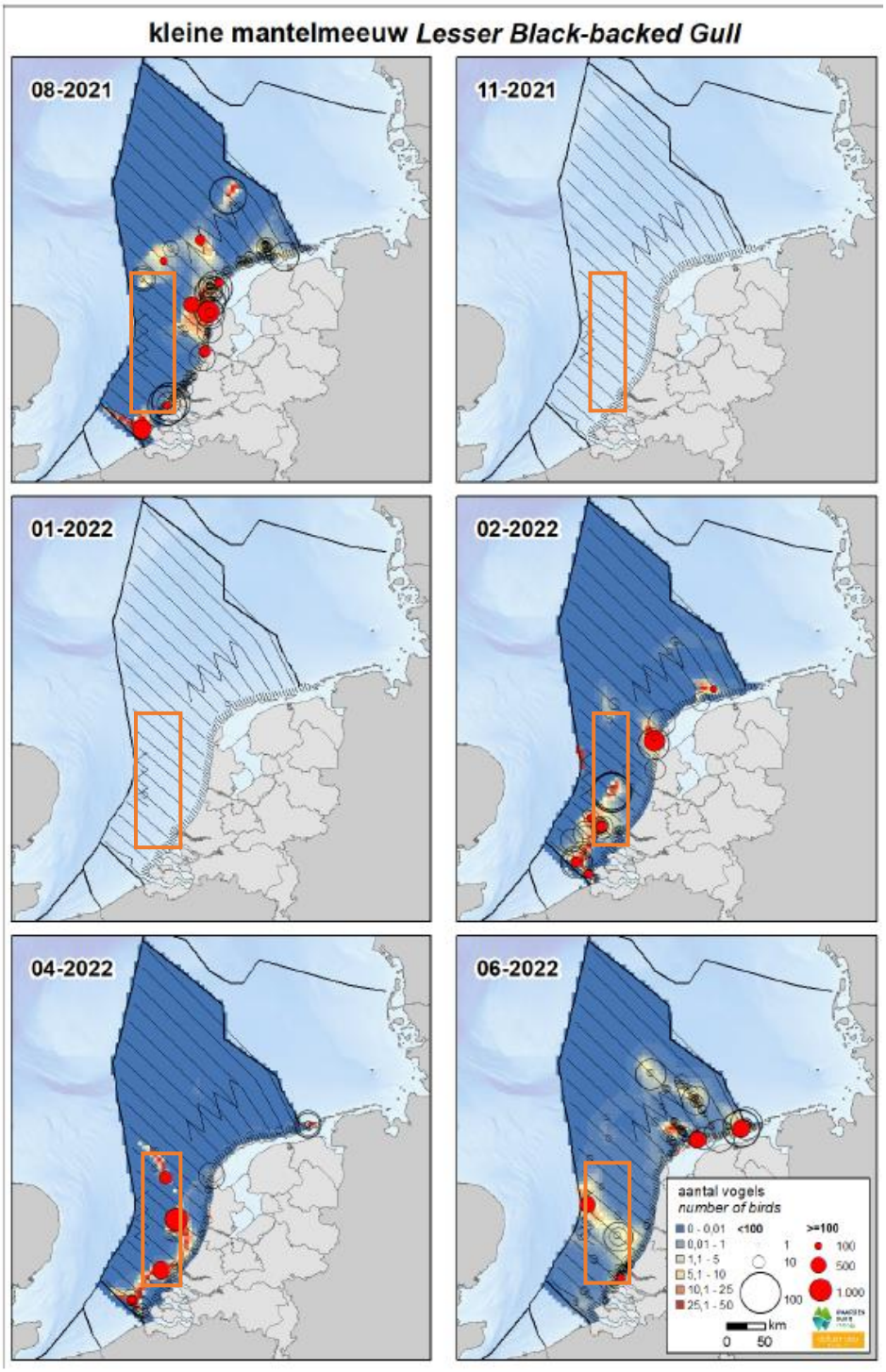
Kleine mantelmeeuw

De kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 80.000-85.00 (Fijn et al., 2022). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De kleine mantelmeeuw broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren/kwelders (Ministerie van LNV, 2008b). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels

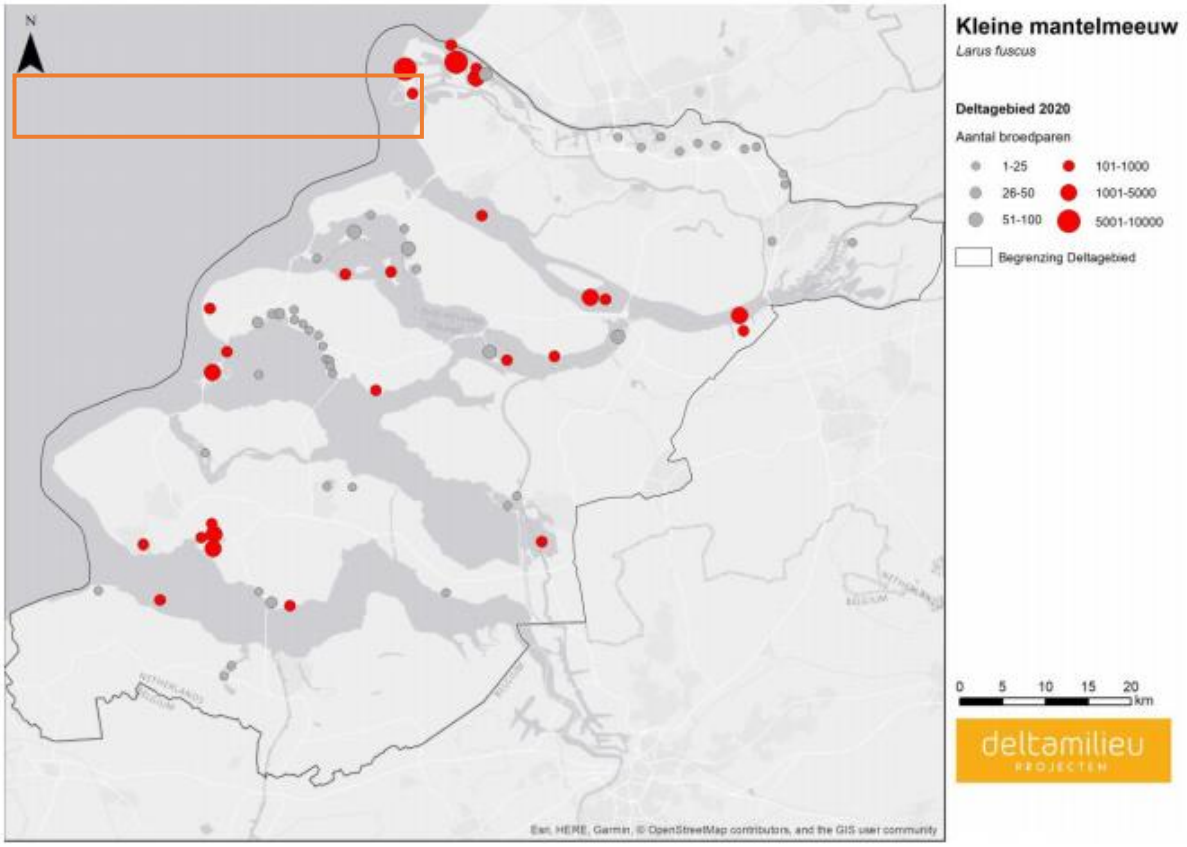
weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2022). Figuur laat de verspreiding zien van de kleine mantelmeeuw in 2020-2021. Figuur 4-5 laat de verspreiding van de klein mantelmeeuw langs het tracé aan de kust zien.

Doorgaans worden in augustus de grootste aantallen waargenomen. In 2022 is een piek van vergelijkbare grootte in de februari-telling waargenomen. Deze telling werd in maart uitgevoerd, ten tijde van aankomst van kleine mantelmeeuwen. In totaal werden ca. 95.000 individuen geschat voor het NCP buiten de kustzone, en nog eens 13.000 in de kustzone.

De kustzone is een belangrijk broedgebied voor de kleine mantelmeeuw. Rondom de aanlanding bevinden zich geen broedplaatsen, hierdoor wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de kleine mantelmeeuw beschouwd.



Figuur 4-4 Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.



Figuur 4-5 Verspreiding kleine mantelmeeuw 2016-2018 in Zuid-Holland en het deltagebied als broedvogel

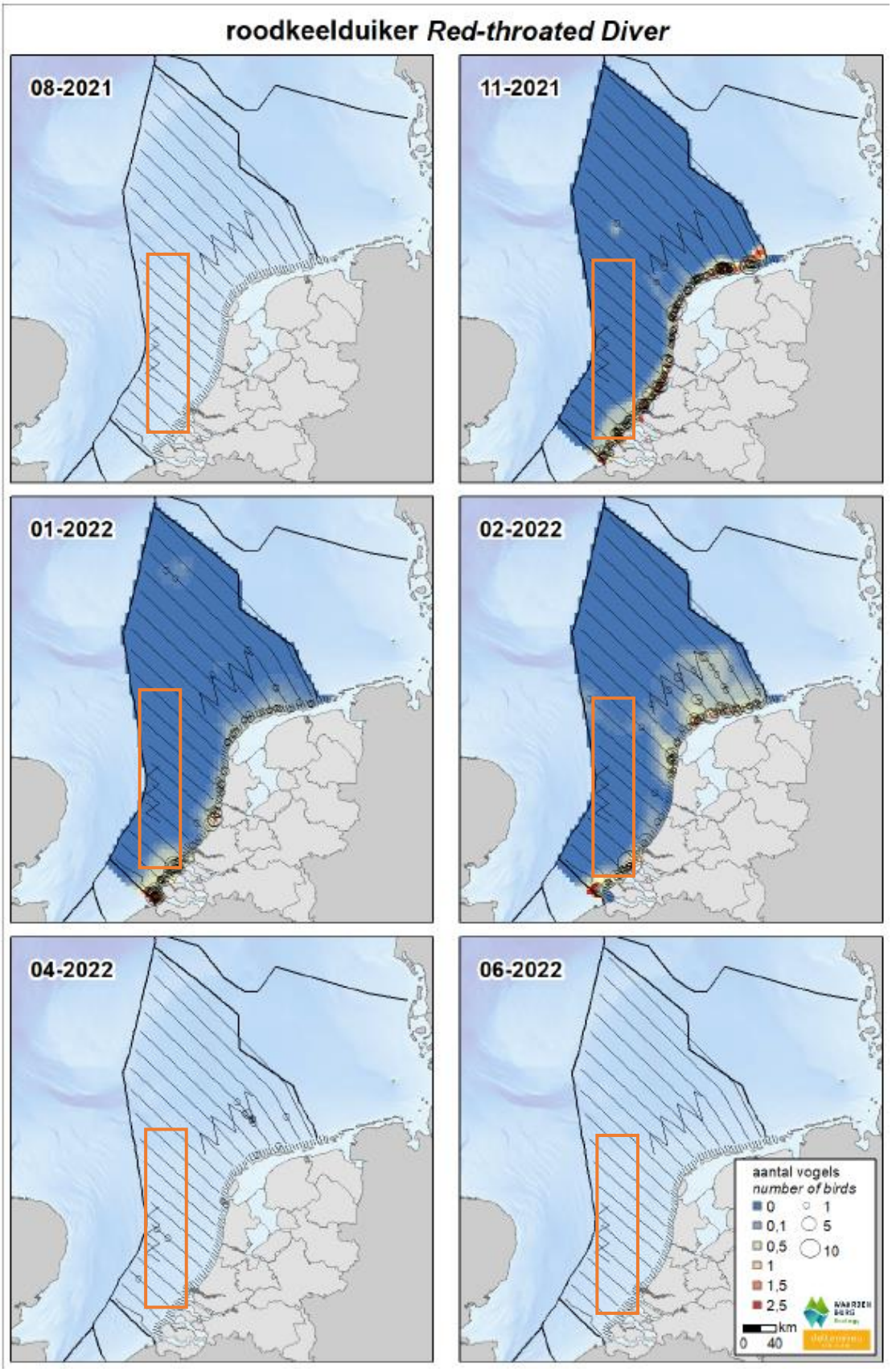
Viseters (duikend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: zeekoet, alk, papegaaiduiker, aalscholver, fuut, kuifduiker, middelste zaagbek, parelduiker en roodkeelduiker. Duikende viseters foerageren op vis door vanaf het wateroppervlak te duiken, hierbij kunnen ze grote dieptes bereiken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De vogels zoeken naar prooidieren terwijl ze zich onder water begeven. Hierbij is doorzicht van het water van enig belang. Voor bijvoorbeeld de fuut is wel vermeld dat het water 'niet zo heel helder hoeft te zijn', doorzicht tot op ca. 4 m diepte is voldoende (Ministerie van LNV, 2008d). De aalscholver profiteert soms juist zelfs van water met weinig doorzicht. Bij beperkt doorzicht van het water gaan aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie van LNV, 2008c). Duikende viseters rusten op open water hebben relatief hoge verstoringsafstanden (roodkeelduiker bijvoorbeeld tot 2000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

Roodkeelduiker

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021c). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2022). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn et al., 2020). Op het NCP werden de hoogste aantallen roodkeelduikers vastgesteld in februari met circa 3.500 individuen.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). De roodkeelduiker eet enkel vissen zoals kabeljauwachtigen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, haring, sprot en zandspiering (Ministerie van LNV, 2008e; Verdaat, 2006). De roodkeelduiker foerageert voornamelijk in het zuidelijke deel van de Voordelta. De soort komt sporadisch in lage aantallen in het plangebied voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie, zie Figuur 4-6. Hierdoor wordt het plangebied niet als belangrijk beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de roodkeelduiker.

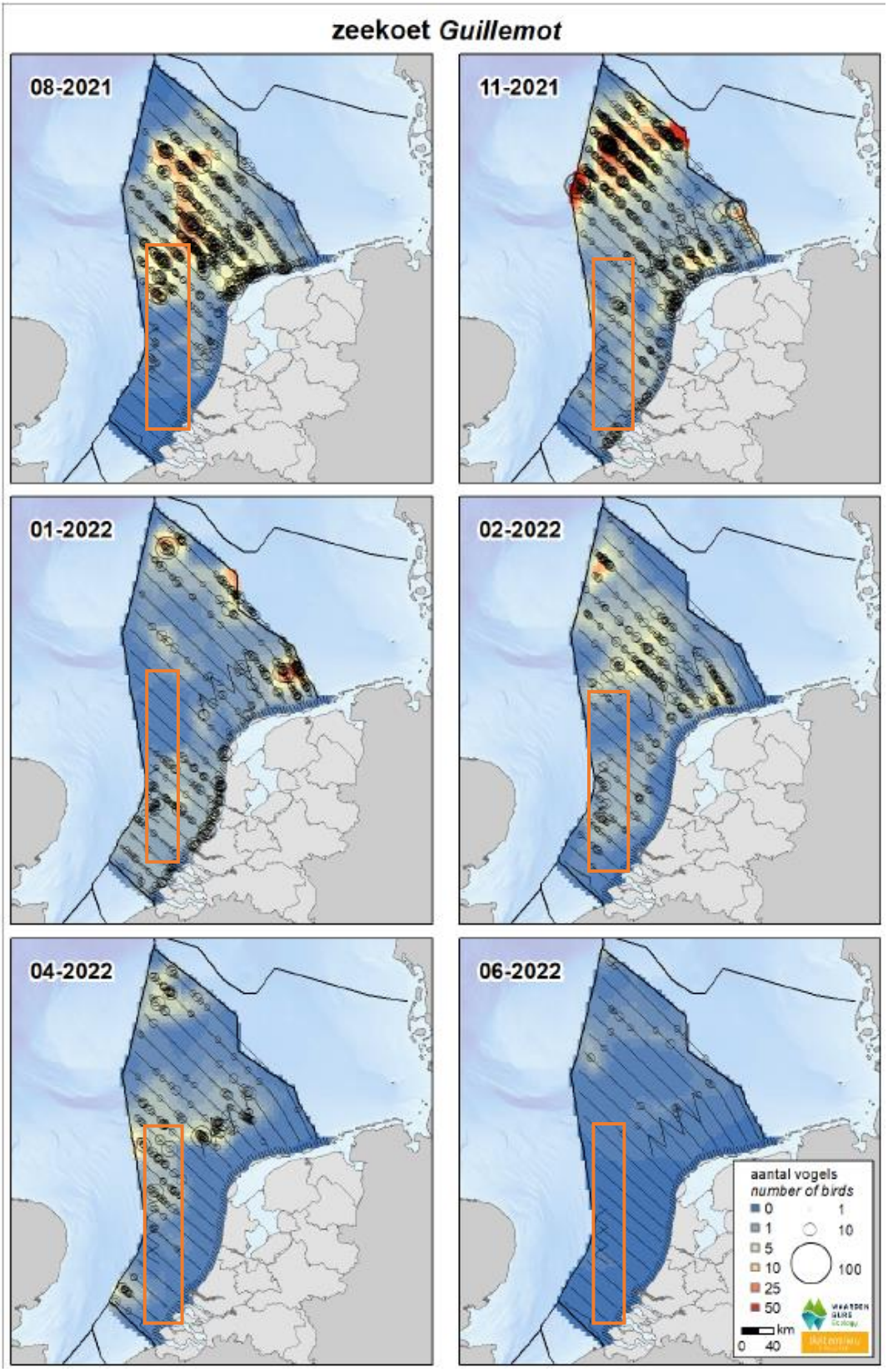


Figuur 4-6 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Zeekoet

De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 4-7).
De zeekoet is de talrijkste vogel op het NCP buiten de kustzone. In augustus en november zijn de grootste aantallen geschat, met respectievelijk ca. 290.000 en 363.000 exemplaren. De aantallen in januari-februari zijn circa de helft daarvan: ca. 158.000 en 143.000 exemplaren. In juni is de soort schaars op het NCP. Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 4-7.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed (zie Tabel 4-2). De zeekoet is het meest kwetsbaarst tijdens de ruiperiode in de zomer, gedurende deze maanden zijn de waarnemingen in het plangebied gering. De zeekoet foerageert in Nederland voornamelijk op de Bruine Bank. De soort komt in kleine tientallen voor binnen het plangebied, en voor de soort heeft het plangebied geen invloed op de landelijke instandhouding van de zeekoet.



Figuur 4-7 Verspreiding van de zeekoet op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Alk

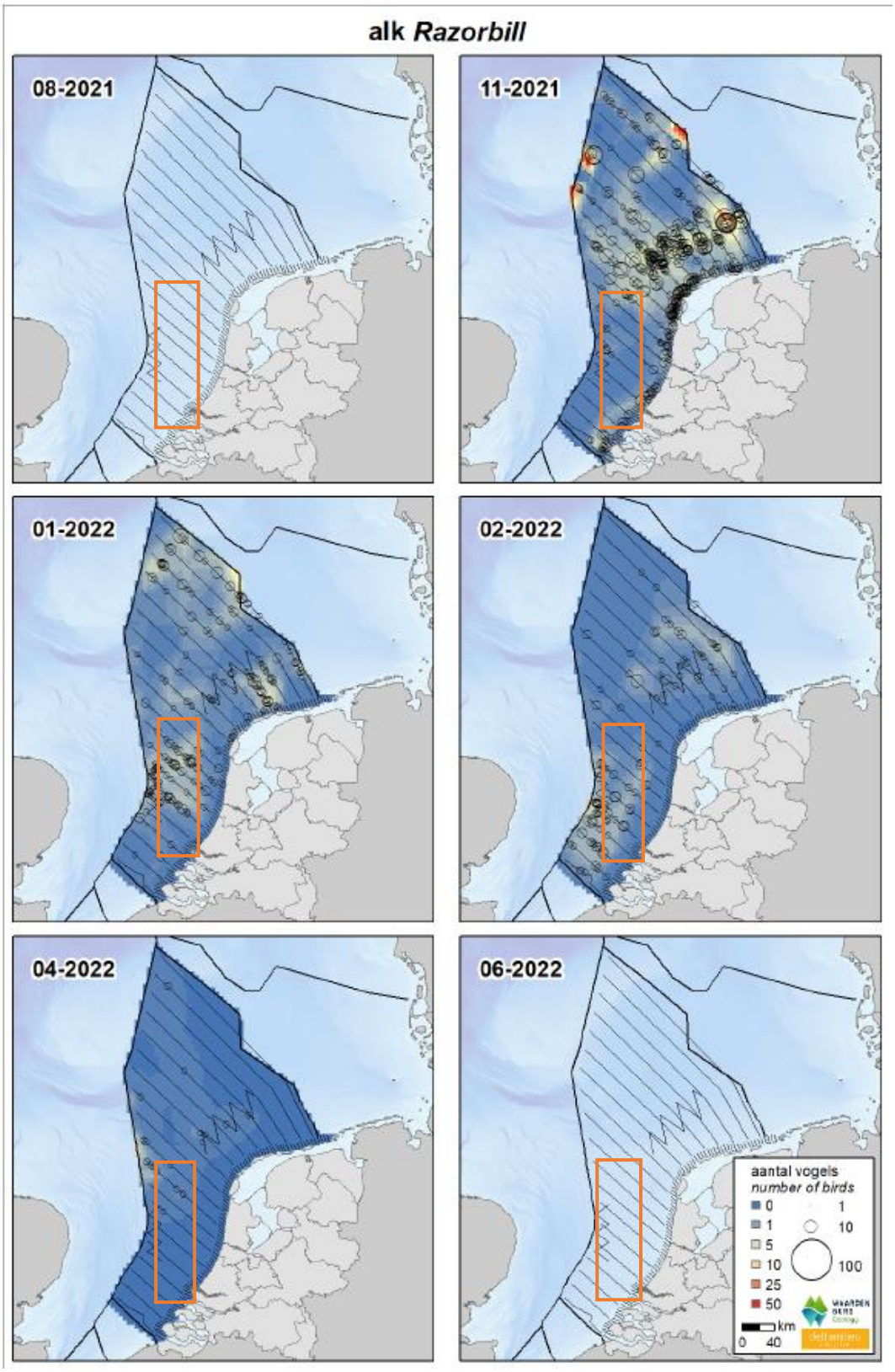
De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 4-8). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee. De grootste aantallen alken zijn in november geschat op circa 167.000 exemplaren op het NCP buiten de kustzone. Ook in de kustzone viel de piek in november, met ca. 16.000 individuen.

Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (van Bemmelen et al., 2012). In de ruiperiode kunnen de alken, net als de zeekoet, hun vliegvermogen verliezen waardoor ze tijdens de aanlegactiviteiten van het tracé en platform lastig kunnen uitwijken en dus extra gevoelig zijn voor de verstoring. Het aantal alken en zeekoeten zijn weergeven in de onderstaande tabellen en figuren, zie Tabel 4-2.

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

Tabel 4-2 Geschatte populatiedichtheid en populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2021-2022 op de Bruine Bank (van Bemmelen et al., 2022).

Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km^2)	Populatie	Dichtheid (km^2)	Populatie
Aug	0,348	476	0	0
Nov	1,334	1.822	0,498	668
Jan	5,057	6.908	3,076	4.202
Feb	4,906	6.702	2,316	3.164
Apr	1,245	1.700	0	0
Jun	0,038	52	0	0



Figuur 4-8 Verspreiding van de alk op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

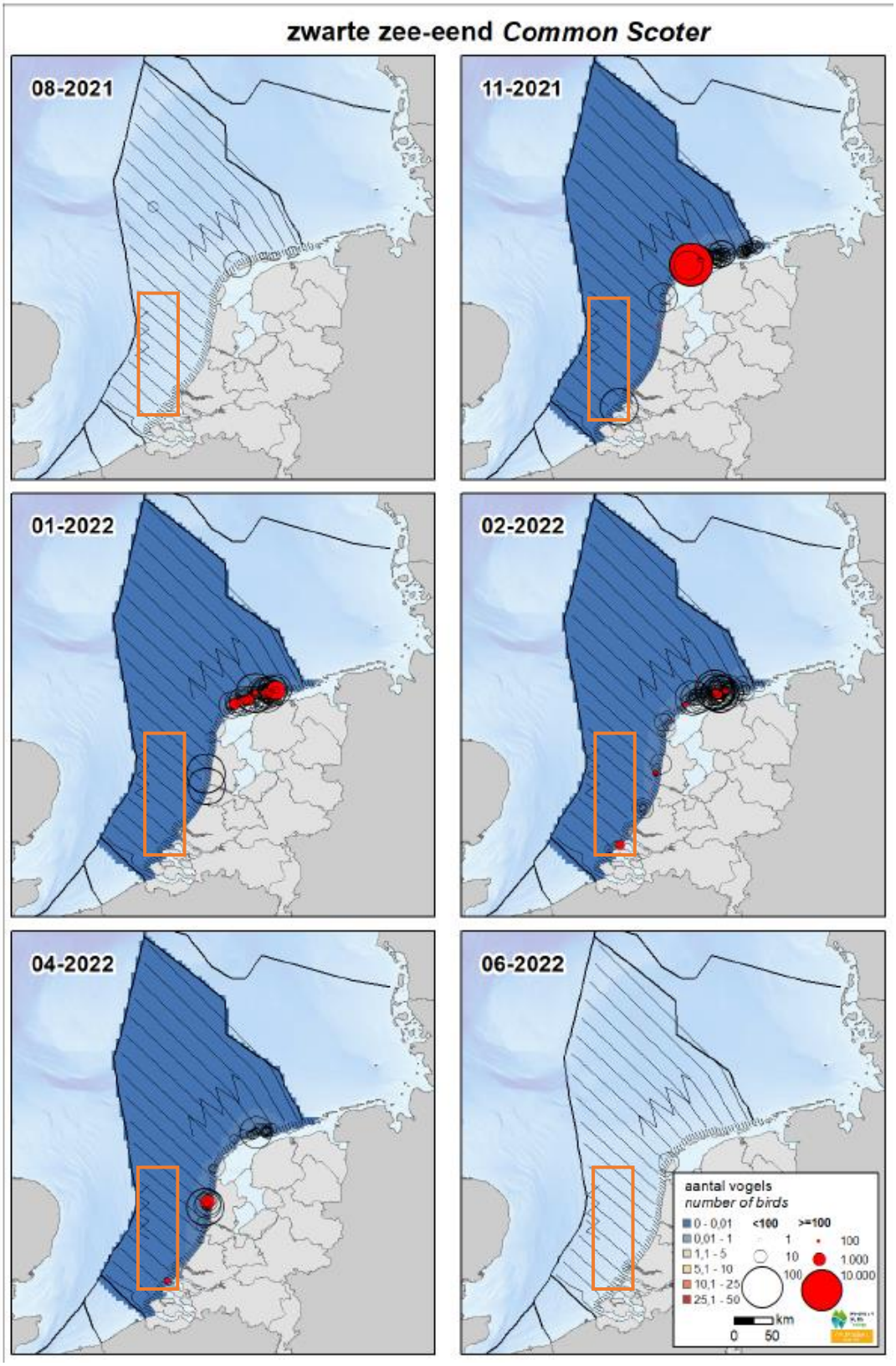
Duikende benthoseters
Onder deze soortgroep vallen de soorten: brilduiker, eider, topper, zwarte zee-eend, dodaars, meerkoet en kuifeend. Duikende benthoseters foerageren door vanaf het wateroppervlak naar de bodem te duiken om daar op tast te zoeken naar schelp- en schaaldieren en andere macrofauna. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook kleine vis en zaden gegeten. Duikende benthoseters rusten op open water en hebben relatief hoge verstoringsafstanden (zwarte zee-eend bijvoorbeeld tot 2000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

De duikende benthoseter die met de grootste aantallen waargenomen is in 2020/2021 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is de zwarte zee-eend.

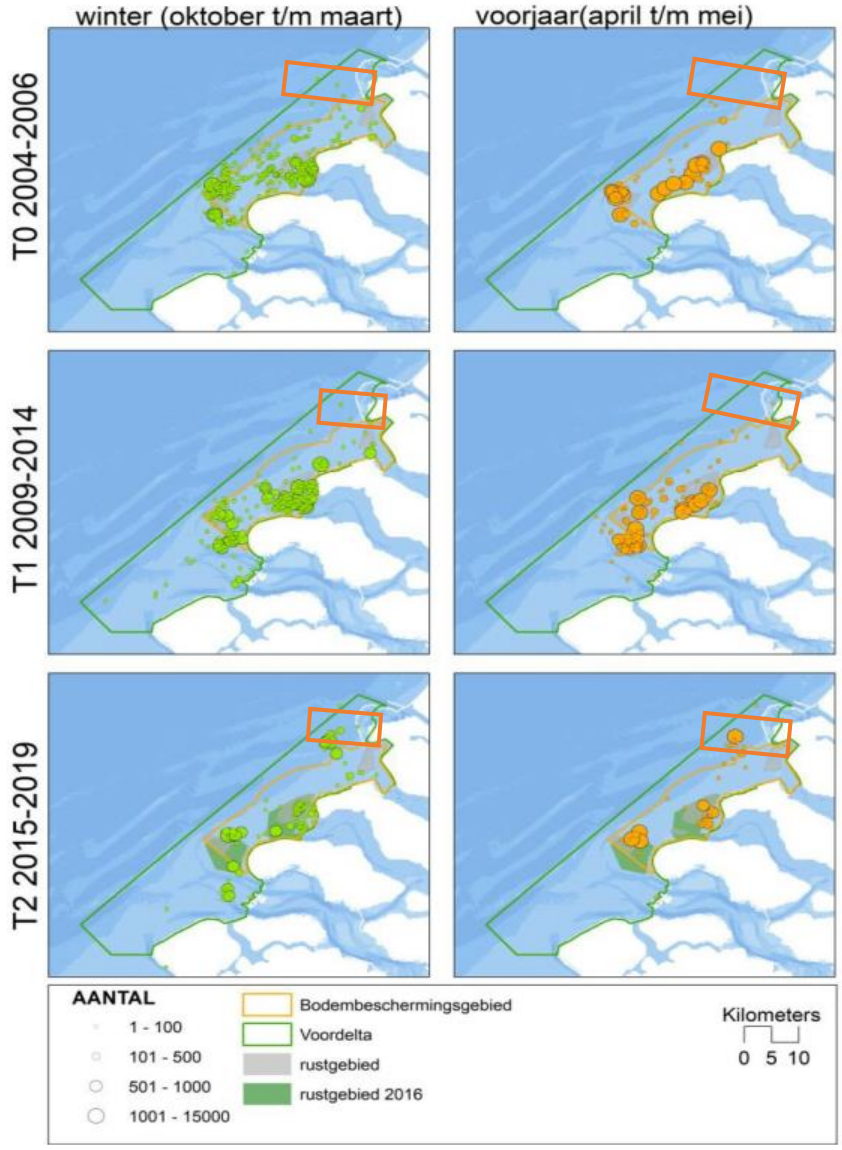
Zwarte zee-eend
De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts et al., 2016). In recente jaren waren er incidenteel in de Voordelta wel grote aantallen zwarte zee-eenden aanwezig (Hoekstein, Arts, Lilipaly, van Straalen, et al., 2020). Zo werd er in april 2018 een groep van 12.500 zee-eenden waargenomen voor de kust van Schouwen (Arts et al., 2019). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het tracé voorkomen (Figuur 4-9 en Figuur 4-10). In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer in Nederland (Ministerie van LNV, 2008f).

De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen. Buiten de broedtijd wordt de zwarte zee-eend rond onder andere de Hinderplaat in het Voordelta-gebied aangetroffen (Ministerie van LNV, 2008f).

De zwarte zee-eend is een doortrekkende soort die in heel Nederland op zee voorkomt. In het plangebied komt de soort sporadisch, in lage aantallen, voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie (Sovon, 2021e). Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de zwarte zee-eend.



Figuur 4-9 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 4-10 Verspreiding van de zwarte zee-eend in verschillende seizoenen over verschillende jaren in de Voordelta (Prins et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

Reigers en lepelaars

Onder deze soortgroep vallen de soorten: kleine zilverreiger en lepelaar. Reigers en lepelaars foerageren voornamelijk op vis en ongewervelden. Dit doen ze al wadend in ondiep water (zowel zoet als zout), bij voorkeur in beschutte moerasgebieden, langs oevers of in ondiepe geulen en plassen op droogvallende platen in intergetijdengebied. Beide soorten prefereren helder, visrijk water. Lepelaars foerageren vooral op tast, ze 'maaien' met hun snavel door het water en voelen wat er tegen aan komt. De kleine zilverreiger jaagt op zicht, en doet dit ook vanaf de oever. De vogels rusten veelal in groepen, o.a. in de rustig gelegen en beschutte ondiepe wateren of oevers. Reigers en lepelaars hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zilverreiger tot 500 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

Lepelaar

Het merendeel van de populatie niet-broedvogels en broedvogels van lepelaars in Nederland bevindt zich in het Waddengebied en in de Zoute Delta. Sinds de jaren '70 is de broedpopulatie

Nederland van 70 naar rond de 3.000 broedparen gegaan. In Figuur 4-11 wordt de verspreiding van de lepelaar als broedvogel en niet-broedvogel weergegeven. De lepelaar broedt in Nederland van eind maart tot eind juli. In september/oktober trekt de lepelaar weg, om vanaf februari/maart weer terug te keren. Lepelaars waden door ondiep water, zoals op schorren in het deltagebied en vangen met hun snavel zowel zoetwaterprooien als stekelbaars, amfibieën en insecten maar ook zoutwaterprooi als garnaal en jonge platvis.

De lepelaar kan sporadisch voorkomen in het projectgebied. Het projectgebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de lepelaar.



Figuur 4-11 Verspreiding van lepelaar als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in het projectgebied in de kustzone.

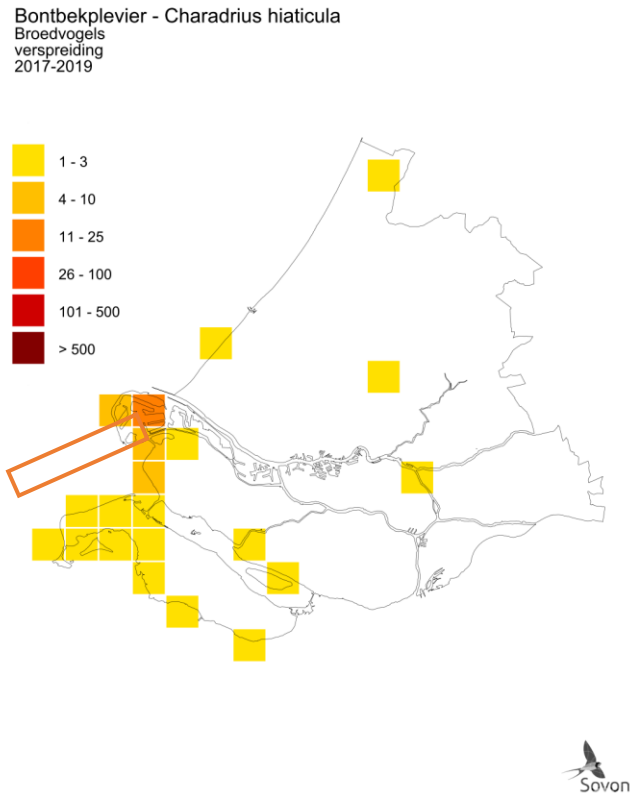
Steltlopers

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, tureluur, wulp, zilverplevier en goudplevier. Steltlopers foerageren voornamelijk in ondiep water, zoals oeverzones, of op droogvallende zand-/slikplaten naar macrofauna (wormen, kleine kreeftachtigen, en ander bodemleven) en soms visjes. Sommige soorten foerageren ook naar wormen in voedselrijke graslanden. Steenloper foerageert als enige uitzondering vrijwel uitsluitend op hard substraat in de oeverzone, zoals dammen en dijken (vandaar zijn naam). Bij hoogtij worden in de omgeving gelegen permanent droog liggende terreinen ook gebruikt als hoogwatervluchtplaats, zoals zandbanken en dijken. Op hoogwatervluchtplaatsen kunnen grote dichtheden steltlopers rusten. De rustende steltlopers hebben hoge verstoringsafstanden (wulp en rosse grutto tot 2.000 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

Bontbekplevier

Bontbekplevieren kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied (Ministerie van LNV, 2008a). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en Deltagebied. De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen nemen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021a). De meeste broedparen bevinden zich in het Wadden – en Deltagebied. Langs de Noordzeekustzone komen ook enkele broedvogels voor.

De bontbekplevier komt in kleine aantallen voor in het plangebied, maar broed vooral ten zuiden van hier, rond het Grevelingenmeer, de Oosterschelde en de Westerschelde, zie Figuur 4-12 en Figuur 4-13. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bontbekplevier.



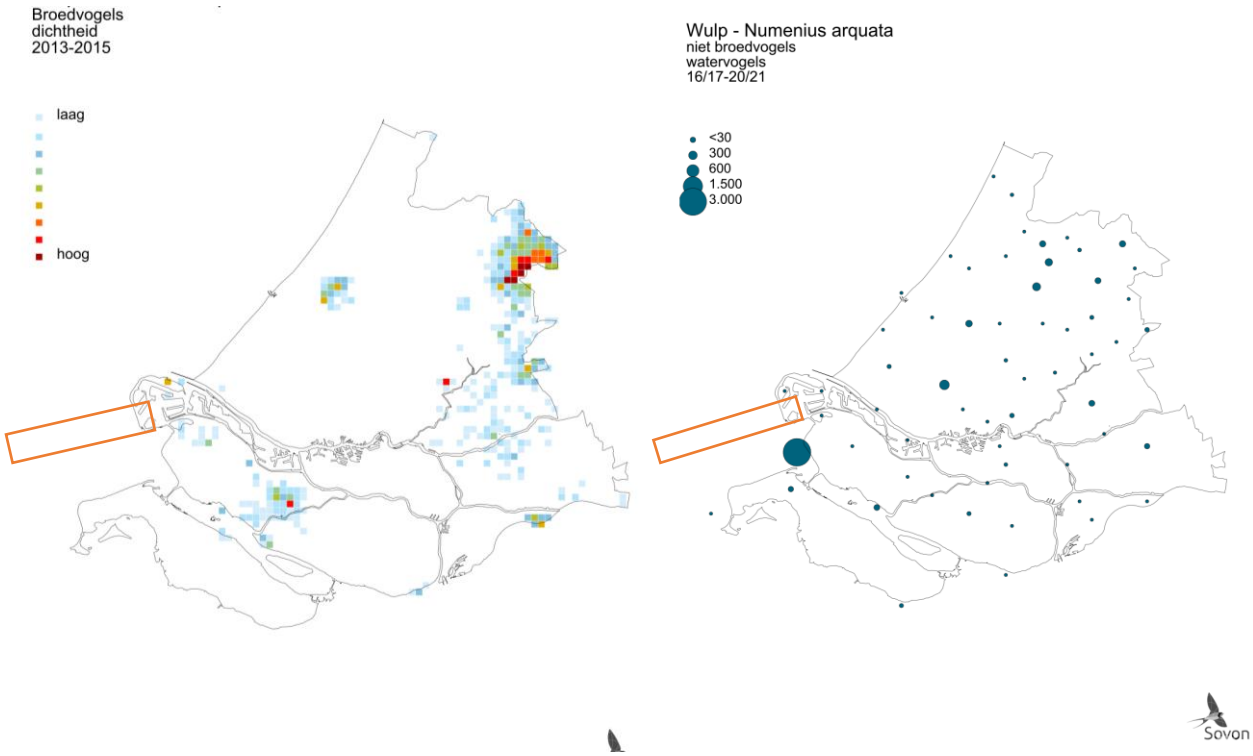
Figuur 4-12 Verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel in de periode 2017-2019. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).



Figuur 4-13 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in Zuid-Holland in de periode 16/17 - 20/21. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).

Wulp

De Wulp is de grootste steltloper van ons land, met lange poten en een zeer opvallende lange, omlaag gebogen snavel. De wulp eet een breed spectrum aan voedsel, van mollusken en pieren, tot krabben, kleine vis, hagedissen en jonge vogels. In augustus en september zijn er tot 200.000 in Nederland aanwezig, met de nadruk op het Waddengebied en in mindere mate de Delta. De aantallen in de winter zijn wat lager, maar een grote uittocht vindt alleen plaats bij langdurige strenge vorst. Vanaf januari of februari nemen de aantallen weer wat toe, deels door de aankomst van de Nederlandse broedvogels. De verspreiding van wulpen rondom het projectgebied is te zien in Figuur 4-14.



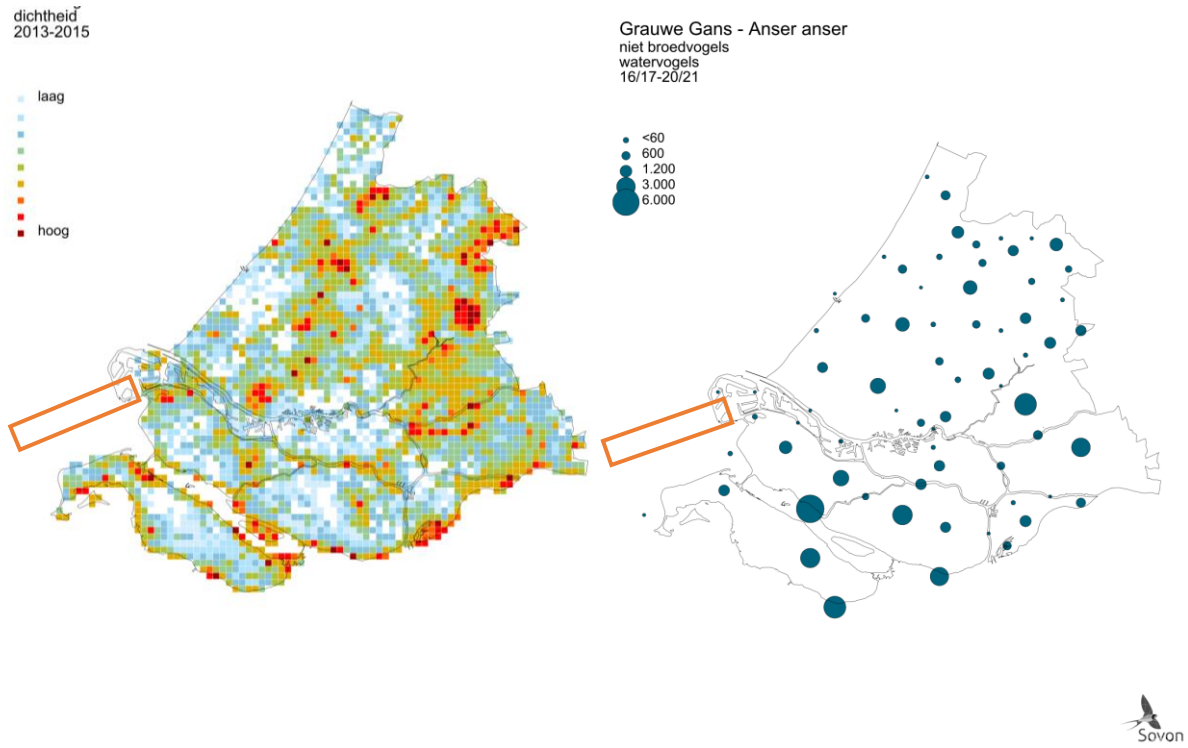
Figuur 4-14 Verspreiding van de wulp als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied in de kustzone aan (Sovon, 2021f)

Ganzen en zwanen

Onder deze soortgroep vallen de soorten: grauwe gans, kolgans, rotgans, brandgans en kleine zwaan. Ganzen en zwanen eten delen van (water) planten en wieren in ondiep water, oeverzones en kwelders, maar ook in voedselrijke graslanden. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Ganzen en zwanen hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zwaan tot 1.000 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

Grauwe gans

De grauwe gans (*Anser* anser) is een inheemse soort die nagenoeg is uitgestorven als gevolg van biotoopvernietiging. In het begin van de jaren 60 is de soort opnieuw uitgezet in Nederland en gezamenlijk met spontane hervestiging in dezelfde periode is er een gemixte populatie ontstaan (Voslamber, 2010). In de periode 2013 – 2015 was de broedpopulatie tussen de 67.000 en 111.000 individuen. Geschatte wintermaxima zijn tussen de 550.000 en 670.000 en de doortrekmaxima tussen de 550.000 en 670.000 (november) (Sovon, 2023).



Figuur 4-15 Verspreiding van de grauwe gans als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in Zuid-Holland. Het oranje kader geeft het studiegebied in de kustzone aan (Sovon, 2021f)

Grondeleenden

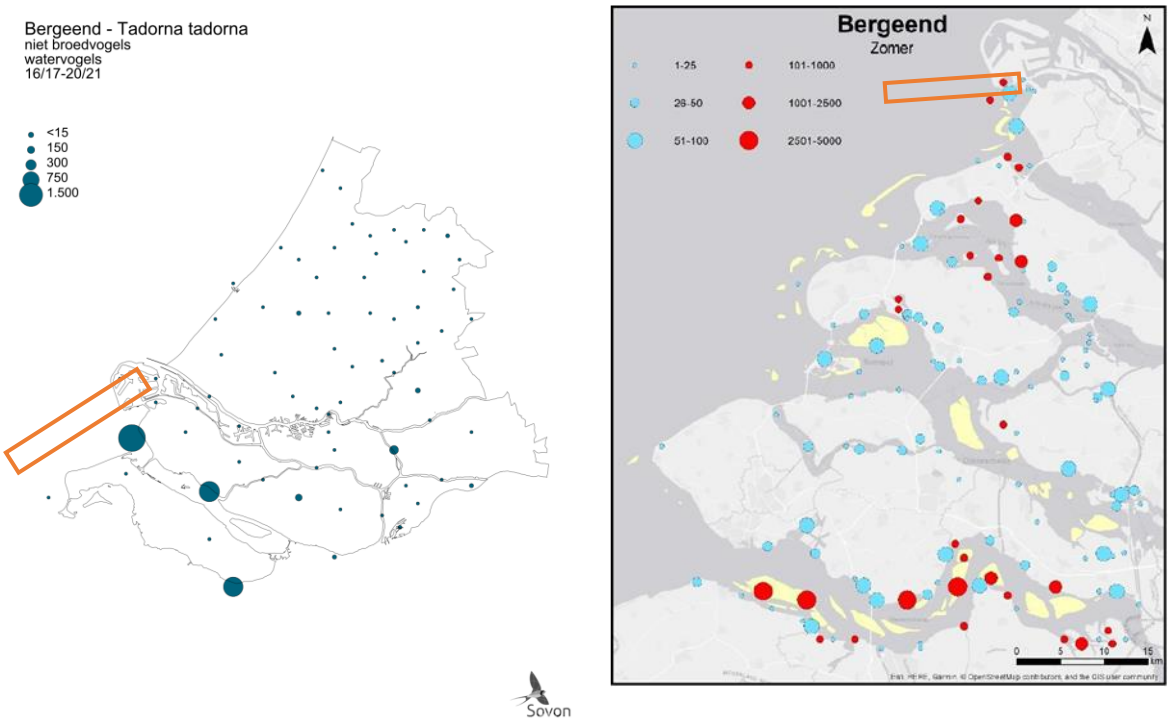
Onder deze soortgroep vallen de soorten: bergeend, krakeend, pijlstaart, slobeend, smient, wintertaling en wilde eend. Grondeleenden foerageren vooral naar plantaardig voedsel en kleine macrofauna en zoöplankton aan het wateroppervlak in de oeverzone. Soms wordt ook op land gefoerageerd. Hierbij filteren ze het wateroppervlak en/of dunne sliblagen met hun snavel door middel van 'grondelen'. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Grondeleenden hebben middelgrote verstoringsafstanden (bijvoorbeeld pijlstaart tot 500 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig. Bergeenden zijn tijdens de rui echter zeer verstoringsgevoelig en hebben een verstoringsafstand van 1.500 meter.

Bergeend

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 4-16. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Circa twee-derde van de Nederland populatie bergeenden komt voor in het Waddengebied, waar ze heen trekken voor de ruiperiode. In plangebied zijn enkele honderdtallen van de bergeend

waargenomen, een klein percentage van de Nederlandse populatie die dit gebied gebruikt als foerageerplek. Voor de landelijke staat van instandhouding van de bergeend wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 4-16 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2017 – 2021. Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

4.2.2 Vleermuizen

Vleermuizen maken net als vogels ook gebruik van het NCP als trek- en foerageergebied. Hier jagen de vleermuizen dan op insecten. Insecten worden aangetrokken door structuren als boten en windturbines. Overdag schuilen vleermuizen op boorplatformen en in windparken. Het gaat om de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Deze soorten zijn verspreid over de gehele Noordzee (Noordzeeloket, 2017). De aanwezigheid van de ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis op zee is sterk seizoensgebonden, wat erop duidt dat de soorten die worden waargenomen aan het migreren zijn (Lagerveld et al., 2017). Tussen 2013 en 2019 heeft ringonderzoek aangetoond dat vleermuizen de Noordzee met succes kunnen oversteken (Bat Conservation Trust, 2020). In het onderzoek van (Lagerveld et al., 2017) werden op offshore locaties zoals platformen de hoogste aantallen vleermuizen waargenomen tijdens de migratieperiode naar de winterverblijven (eind augustus/september). Tijdens migratieperiode in het voorjaar tussen maart en juni, wanneer de vrouwtjes terugkeren om kraamkolonies te vormen werden vleermuizen waargenomen. In juli en begin augustus waren de vleermuizen zeldzaam.

Er komen verschillende vleermuissoorten in de gebieden langs de kust voor. Dit betreft soorten zoals de ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, grootoorvleermuis, meervleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis (Verspreidingsatlas, NDFF). Ze jagen tussen zonsondergang en -opkomst op verschillende soorten insecten. Hierbij zijn lijnvormige elementen als lanen, bosranden, bomenrijen, houtwallen en oeverbegroeiing van belang als oriëntatielijnen tijdens het vliegen tussen

verblijfplaats en jachtgebied. Vleermuissoorten hebben verschillende zomer en winterverblijven. De afstanden die vleermuizen afleggen tussen de zomer en winterverblijven zijn soort afhankelijk. Zo gelden laatvliegers als zogenaamde standvleermuizen die zich vaak verplaatsen over enkele kilometers, hooguit 45 kilometer. Daarentegen zijn er andere vleermuissoorten zoals de tweekleurige vleermuis en de ruige dwergvleermuis die vergelijkbaar met vogels trekgedrag vertonen. De ruige dwergvleermuis trekt vanaf augustus/september uit Midden- en Oost-Europa in zuidwestelijke richting om onder andere in Nederland te overwinteren. In het voorjaar trekken de vrouwtjes weer terug naar Midden- en Oost-Europa om daar kraamkolonies te vormen en de jongen groot te brengen. De belangrijkste trekroute volgt de kustlijn van de Oost- en Noordzee, zie Figuur 4-17.

Het plangebied fungeert als migratiezone voor vleermuizen maar bied geen essentieel leef- en rustgebied. Daarmee is het dus niet essentieel voor de landelijke instandhouding van deze soorten.



Figuur 4-17 Belangrijke migratie route van de ruige vleermuis (UNEP/GRID-Arendal, 2011)

4.2.3 Zeezoogdieren

Op het Nederlands Continentaal Plat komen verschillende soorten zeezoogdieren voor. De meest voorkomende soorten zijn de bruinvis, de gewone zeehond en de grijze zeehond. Deze soorten zijn het jaar rond te vinden op het NCP. De overige soorten worden op het eind kort behandeld.

Bruinvis

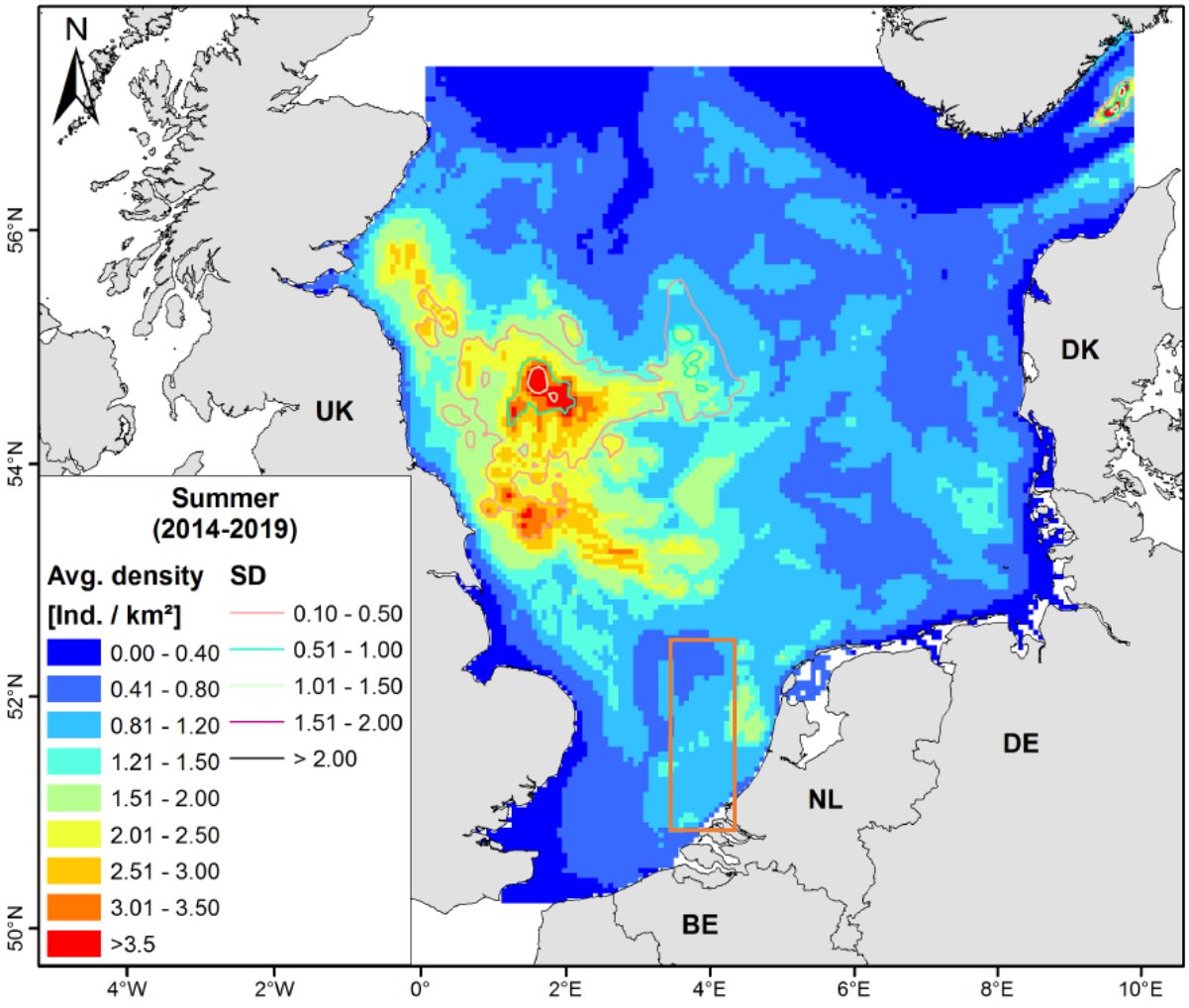
De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 4-18). De soort komt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

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

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend (Figuur 4-18). Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen bevestigen de bruinvisdichtheden weergegeven in Figuur 4-18. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2019 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018; Heinis et al., 2022).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied (Figuur 4-18). Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 4-18 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van de periode maart tot en met mei. Data zijn van 2014 tot en met 2019 (Gilles et al., 2020). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.

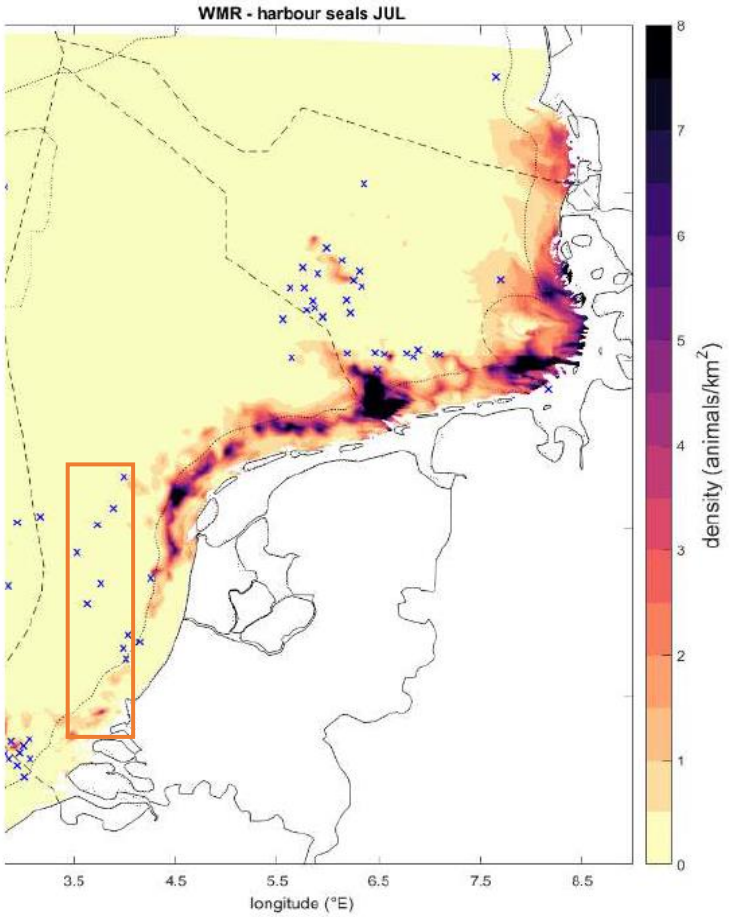
Gewone zeehond

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

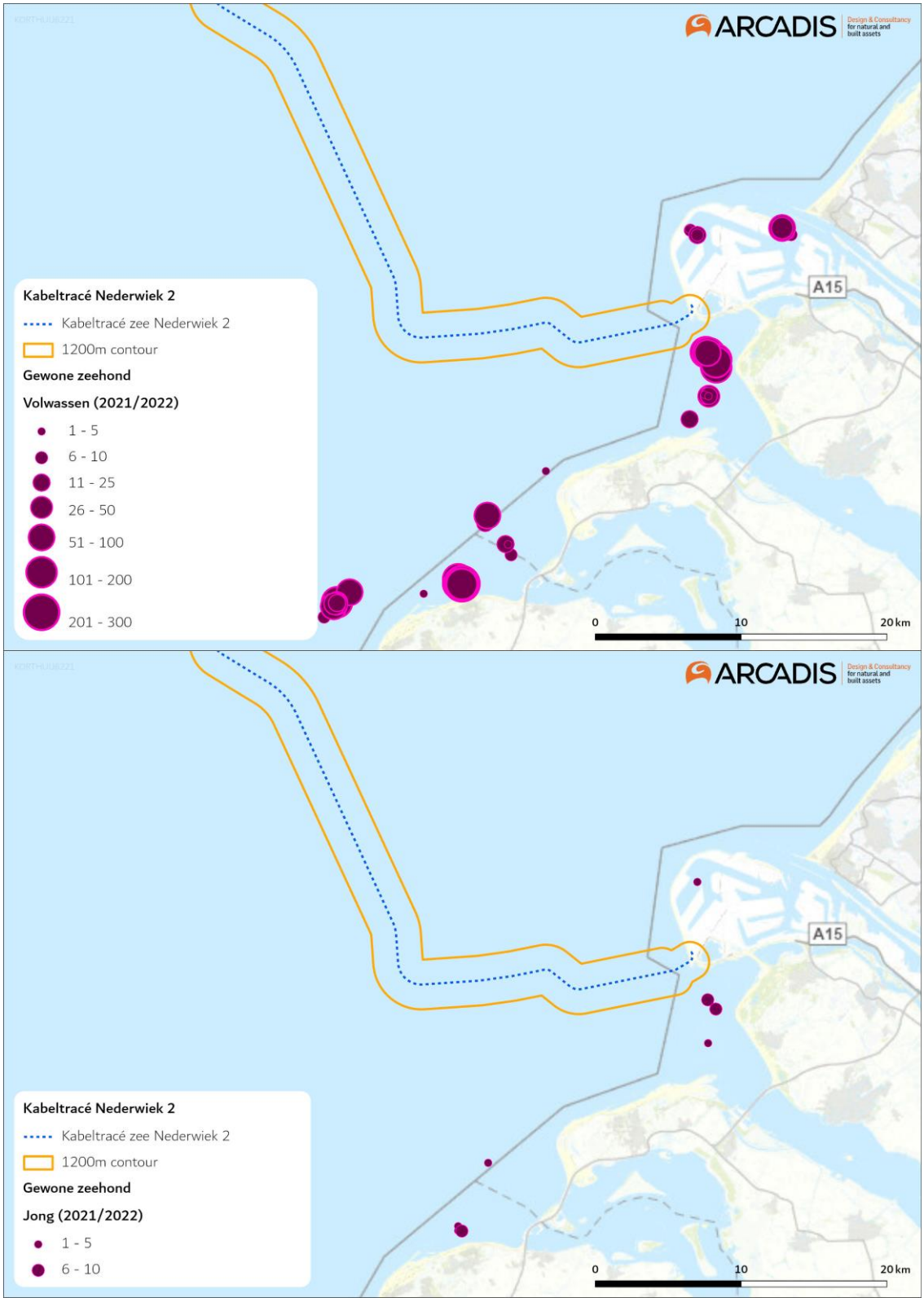
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

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

De gewone zeehond komt met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en de Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zeehonden is weergegeven in de zomer (Figuur 4-19) (Aarts, 2021). De gewone zeehond komt daarmee in het studiegebied voor. Liggebieden in het deltagebied zijn te zien in Figuur 4-20 (Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden). Binnen de 1200 meter contour rondom het tracé zijn in het seizoen 2018/2019 geen waarnemingen van (jonge) gewone zeehonden gedaan.



Figuur 4-19 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal gewone zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



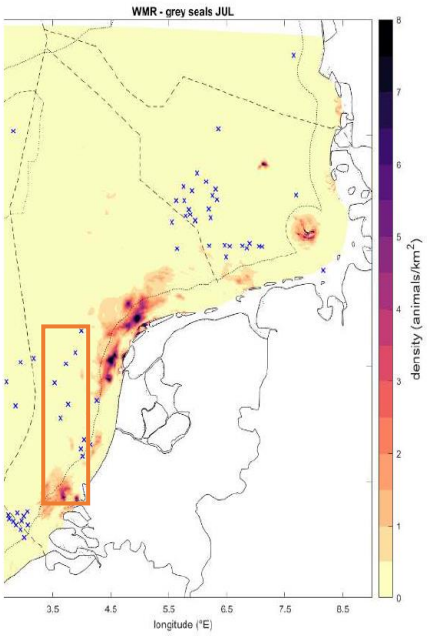
Figuur 4-20 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven), gebaseerd op alle tellingen in 2021/2022. Data naar (Hoekstein et al., 2023).

Grijze zeehond

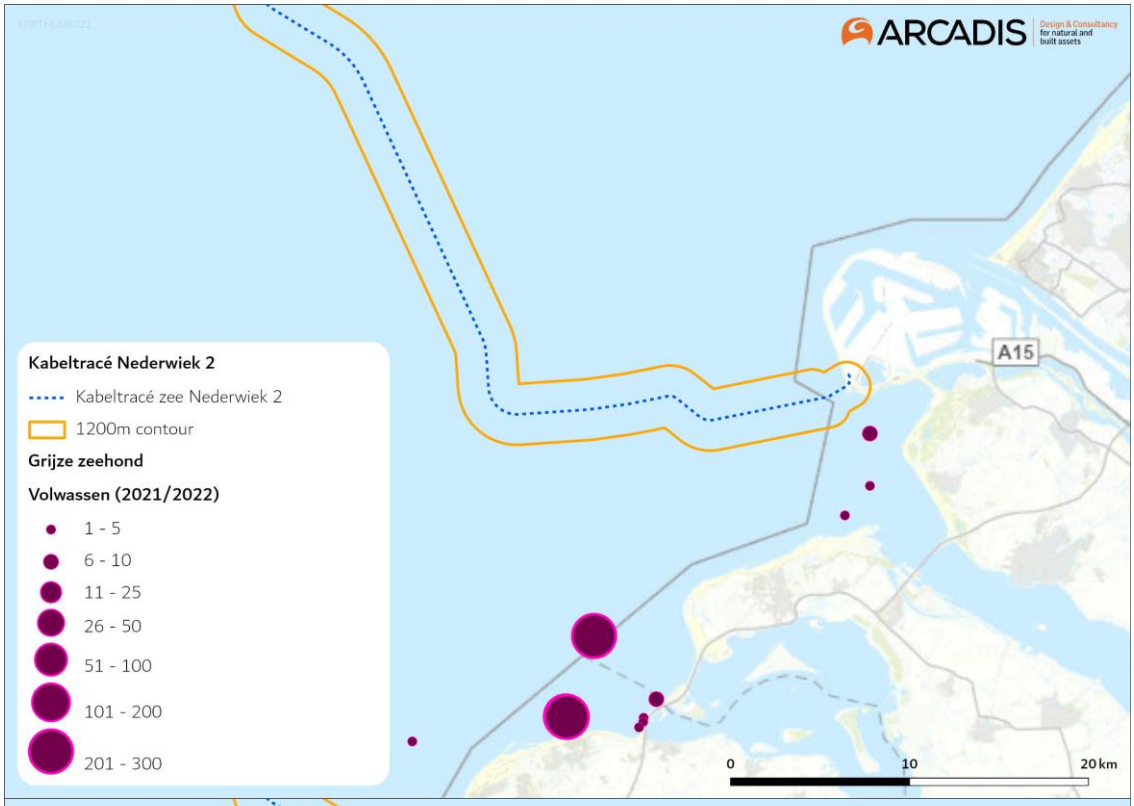
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 4-21.

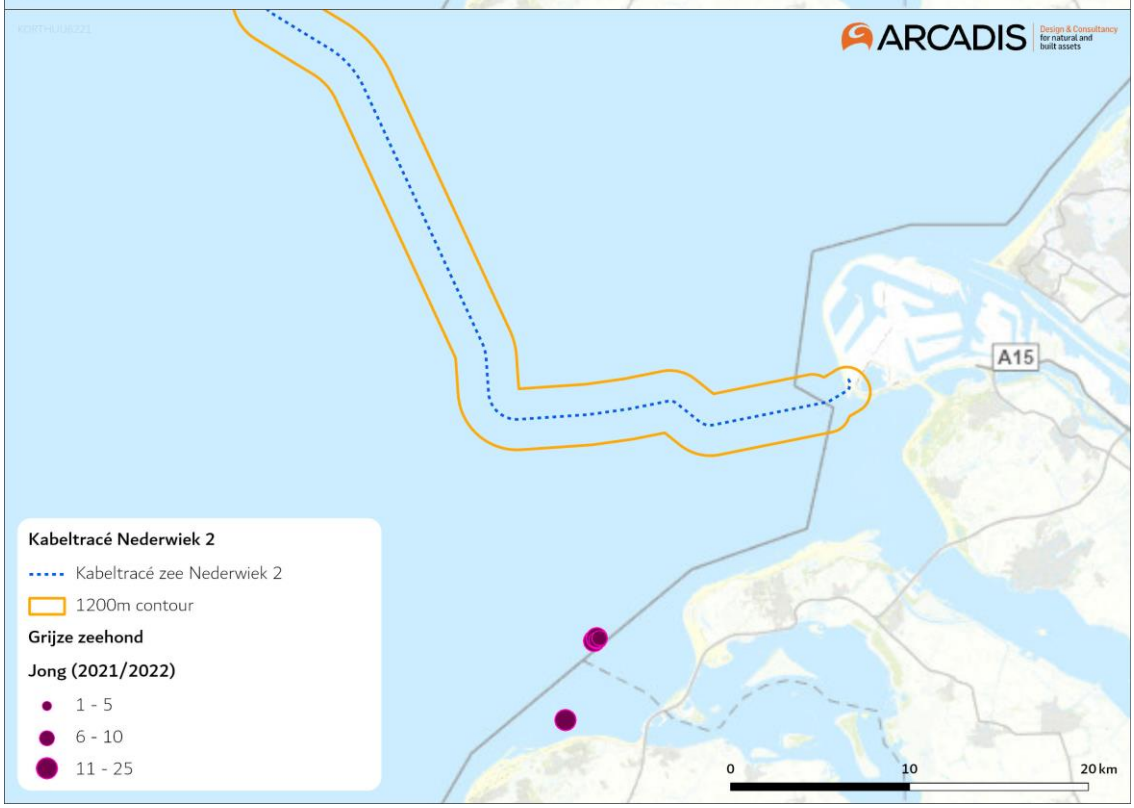
Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van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

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 4-22(Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden). Binnen de 1200 meter contour rondom het tracé is in het seizoen 2018/2019 een waarneming gedaan van een ligplaats van grijze zeehonden.



Figuur 4-21 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal grijze zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt ((Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)).. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.





Figuur 4-22 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehond (boven) en jonge grijze zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

Overige zeezoogdieren

De dwergpotvis, gestreepte dolfijn, gewone spitsdolfijn, gewone vinvis, grijze dolfijn, kleine zwaardwalvis, narwal, Noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfijn zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2020) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2018 tot 2023, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptea novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot circa 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. De laatste jaren zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2023a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring.

De gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfijnsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit ’zandloperpatroon’ op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfijnen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2015 en 2020 waren dan ook veelal van solitaire individuen (Waarneming.nl, 2023b). Gewone dolfijnen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfijnachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinnen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn er in 2015 en 2018 waarnemingen gedaan van 1 (2018) tot 8 à 10 (2015) dieren (website NDFF, 2023).

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfijn met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren ’60 door afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). Van 2015 tot 2020 zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfijn met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfijnensoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfijnsoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). Van 2014 tot 2022 zijn er waarnemingen bekend met aantallen van 1 tot 7 dieren rond Den Haag en Wijk aan Zee (NDFF, 2023). In 2019 is de witsnuitdolfijn op de overtocht tussen Nederland en Groot-Brittannië zeven keer geteld (Rugvin, 2020). Het blijft moeilijk om de gewone dolfijn, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en in het studiegebied. De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

4.2.4 Vissen

De visbiodiversiteit in de Noordzee is groot. Onder de Wnb geldt de zorgplicht voor alle vissen in het plangebied. Om een afgebakende situatieschets te kunnen geven is in deze paragraaf alleen aandacht besteed aan beschermde vissoorten, ter illustratie van de effecten op alle vissen. Vanuit de Wnb-soortenbescherming zijn de houting en de steur beschermde soorten. Onder de Wnb-gebiedsbescherming zijn zeeprik, rivierprik, elft en fint beschermd.

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens jaarlijkse monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014 tot 2018 zijn deze soorten niet gevangen (Goverse, 2018; Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal ook niet verwacht in het studiegebied.

In het projectgebied op zee kunnen echter de Europese steur en houting voorkomen. Deze soorten worden hieronder verder behandeld.

Europese steur

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren en op open zee leeft. De Europese steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Voor de voortplanting trekken de volwassen dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens blijkt dat de paaitrek altijd plaatsvond tussen half mei en eind juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai gebeurt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge

steuren zakken na circa twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2021). Onvolwassen vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet.

Oorspronkelijk kwam de Europese steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Europese steur zich nog voortplant.

Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen door (beroeps)vissers. Echter betreft dit in de meeste gevallen exotische steursoorten afkomstig van tuincentra. Deze exotische soorten bemoeilijken de herintroductie van de inheemse Europese steur waar momenteel aan gewerkt wordt. Als onderdeel van dit herintroductieprogramma van de Europese steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Om de herintroductie van de steur te monitoren is een website gelanceerd waar waarnemingen van de Europese steur bijgehouden worden (https://steuren.ark.eu), zie Figuur 4-23. In dit figuur is te zien dat ook bij de monding van het Haringvliet Europese steur is waargenomen.

De Europese steur is een anadrome vis die paait in de Nederlandse rivieren. Het plangebied ligt aan de uitmonding van de Haringvliet, waar enkele steuren zijn waargenomen die richting zee trekken om te volgroeien. Aangezien het om enkele waarnemingen gaat, wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de Europese steur.

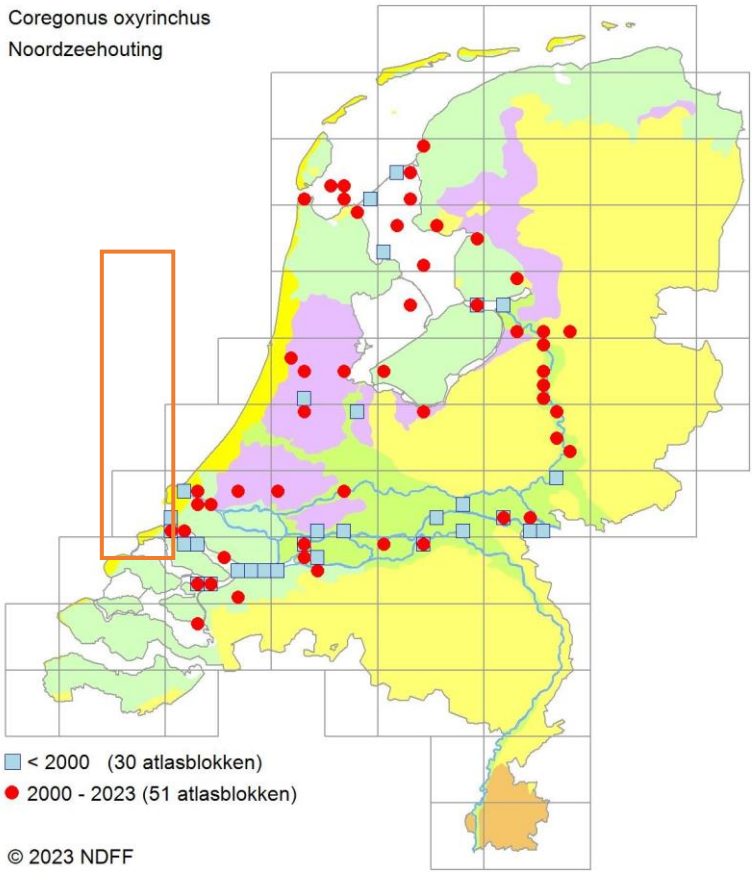


Figuur 4-23 Recente waarnemingen (laatste 10 jaar) van de Europese steur, van: steuren.ark.eu (09-03-2023)

Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2023). De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van het Nederlandse Deltagebied en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde en de Haringvlietmonding nabij het plangebied hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als ‘gevoelig’ beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2023). Er zijn succesvolle her-populatieprogramma’s gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 4-24. Uit de meeste recente visatlas van Zeeland (Calle et al., 2020) blijkt dat houting inmiddels voorkomt in het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta. Onderzoekers van RAVON zagen tijdens de metingen in 2018 ten behoeve van het Kierbesluit jonge exemplaren van deze soort de rivier afzakken van de Biesbosch naar de Voordelta.

De houting is, net als de Europese steur, een anadrome trekvis die in zijn volwassen stadium richting de kustwateren trekt. Het leefgebied van de houting beslaat het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta, waarin het plangebied ligt. Bij de uitmonding van het Haringvliet zijn er enkele vissen waargenomen, maar omdat het plangebied maar een klein deel van het leefgebied beslaat, wordt het niet als essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de houting.



Figuur 4-24 Verspreiding houting 2000-2023. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (RAVON, 2023). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven.

4.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd)

Op het NCP, rondom de Bruine Bank, bevinden zich zandkokerwormriffen. Zandkokerwormen zijn nog niet aangewezen als beschermde soort, maar kunnen dat in de toekomst mogelijk wel worden (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020), en worden daarom in deze soortenbeschermingstoets meegenomen.

De gestekelde zandkokerworm, *Sabellaria spinulosa*, is onder aandacht gekomen door een onderzoek in 2019 van OCEANA over de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen op de Bruine Bank (Garcia et al., 2019). In het noordoosten van de Bruine Bank zijn riffen aangetroffen van 1600m^2. Voorheen werd er gedacht dat riffen van deze soort niet meer op de Noordzee voorkwamen (Stichting de Noordzee, 2018). Bij het opstellen van de wetgeving rondom Natura 2000 gebieden en Kaderrichtlijn Mariene strategie zijn de riffen dan ook niet aangewezen als beschermd. Recent zijn in het Noordzeeakkoord (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020) afspraken gemaakt over mogelijke aanvullende natuurgebieden op de Noordzee. In het akkoord is opgenomen dat er vanaf 2020 een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid en de verspreiding van de zandkokerwormenriffen. Als dat onderzoek tot toepasbare conclusies leidt kunnen relevante locaties beschermd worden via de beschermingsmaatregelen van habitatrichtlijn of Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Om deze reden worden de zandkokerwormriffen dan ook uit voorzorg meegenomen in dit rapport.

De gestekelde zandkokerworm is een rifvormende zandkokerworm. De wormen omringen zich met een koker van zandkorrels, steentjes en schelpenstukjes. Dit is ook de reden dat de zandkokerworm vooral in zanderige gebieden voorkomt. Daarnaast heeft het een sterke influx van water nodig om voedsel uit te kunnen vangen. Om deze redenen zijn zandkokerwormen veelal te vinden in de diepere geulen van de Noordzee, waar de stroming sterk is en er veel zand aanwezig is voor het bouwen van riffen. Deze riffen zijn gevoelig voor habitataantasting en sedimentatie (Arcadis, 2020). De gestekelde zandkokerworm wordt voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied. De wormen hebben wel zelf hard substraat nodig om hun kokers aan te hechten, maar vormen op zichzelf ook hardsubstraat dat als geschikt habitat voor allerlei verschillende soorten kan dienen. Binnen de riffen zijn verhoogde aantallen mosselen, krabben, garnalen en andere wormen gevonden. Bovendien lijken ze ook uiterst geschikte kraamkamers te vormen voor platvissen, wat vervolgens kan doorwerken op de rest van de voedselketen.

De gestekelde zandkokerworm komt vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voor, in de diepere delen van de Noordzee voor, rond Groot-Brittannië. Binnen het plangebied zijn enkele zandkokerwormen waargenomen, maar dit beslaat een klein deel van het leefgebied van de soort. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding voor de gestekelde zandkokerworm.

4.3 Beschermde soorten op land

4.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat

Het tracé op land ligt voornamelijk op braakliggend terrein met vegetaties van pioniersomstandigheden. Dergelijke pioniersvegetaties met open zand zijn geschikt voor verschillende beschermde flora en fauna. Zo zijn hier glad biggenkruid, rugstreeppad, zandhagedis en diverse algemene tot schaarse broedvogels bekend (Website NDFF, 2022).

Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens, zijn in Tabel 4-3 per soortgroep de soorten opgenomen die rond het tracé voorkomen. Per soort(groep) is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn en of dit gebied betreft nabij het kabeltracé en het converterstation. Algemene soorten grondgebonden zoogdieren en amfibieën kunnen incidenteel voorkomen in het plangebied. Deze zijn vrijgesteld van een ontheffing bij ruimtelijke ontwikkeling en daarom niet meegenomen in de inventarisatie en effectbeschrijving. De Zorgplicht is voor alle soorten van toepassing, hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 0.

Tabel 4-3 Beschermde soorten uit de omgeving van het tracé en het converterstation.

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen	Nader beoordelen
Vogels			
Diverse soorten, waaronder Rode lijst-soorten	Duinen, struweel, strand en ruderale gebieden op bedrijventerreinen	Strandbroeders Meeuwenkolonies	Ja
Soorten met jaarrond beschermde nestlocaties (m.n. roofvogels en uilen)	Bosgebied en struweel, singels, erven met opgaande beplanting	Nee	Nee
Zoogdieren			
Konijn	Droge, zandige gebieden en halfopen landschappen	Aangetroffen nabij het werkterrein, echter alleen holen en geen burchten.	Nee
Noordse woelmuis	Alle (duin)graslanden en waterrijke gebieden	Waarnemingen bekend uit Voornes Duin en Westplaat	Ja
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	Nee	Nee
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Nee	Nee
Reptielen			
Zandhagedis	Duingebieden of ander open zand	Bekend nabij Slufter	Ja
Amfibieën			
Rugstreeppad	Duinen, polders en industrieterrein	Aangetroffen nabij Slufter en converterstation	Ja
Insecten			
Bruin blauwtje, oranje zandoogje, heivlinder, grote parelmoervlinder, grote vos, kleine parelmoervlinder (geen beschermde soorten cf. Art 3.5 en 3.10)	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	Geen leefgebied bekend nabij de tracés en het converterstation, of betreft zwervende exemplaren	Nee
Flora			
Glad biggenkruid	Akkers, open gronden langs spoorwegen en industrieterreinen	Aangetroffen bij het tracé en converterstation Maasvlakte	Ja
Diverse Rode lijst-soorten	Natuurterreinen, duinvalleien en zandplaten.	Aangetroffen ten zuiden van de Noorzeeboulevard nabij het tracé	Ja

4.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied

In Tabel 4-4 is een overzicht van de werklocaties op land weergegeven.

Tabel 4-4 Overzicht werklocaties

Locatie	Resultaat
	*Converterstation locatie en wisselstroomkabels* Het tracé loopt over het strand en embryonaal duin. Het converterstationsterrein bestaat uit open zand met typische lage pioniersvegetatie en gras. Relevante beschermde waarden aanwezig Glad biggenkruid Rugstreeppad Broedvogels, met name strandbroeders en meeuwenkolonies Noordse woelmuis Zandhagedis
	*Zuidkant van het tracé (rode lijn)* Het tracé loopt grotendeels door de berm (open duin en pioniervegetatie) naast het fietspad en sloot en de Witte Zeeweg. Relevante beschermde soorten: Glad biggenkruid Rugstreeppad Rode lijst soorten (flora) Noordse woelmuis Zandhagedis



Noordkant van het tracé (rode lijn)

Braakliggend terrein met laag struweel en vegetaties van pioniersomstandigheden met ten zuiden een waterplas.

Relevante beschermde soorten:
- Glad biggenkruid
- Rugstreeppad
- Broedvogels, met name meeuwen

4.3.3 Verwachte aanwezige soorten

Broedvogels

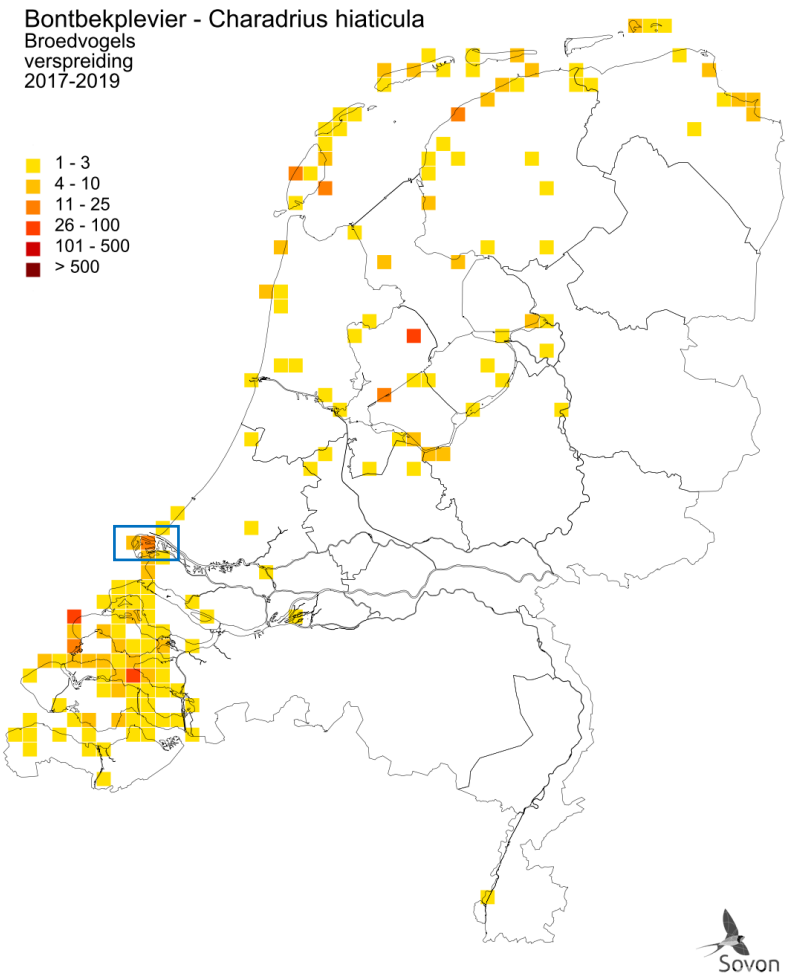
Strandbroeders

Het tracé voor de aanlandingskabel gaat deels over een droog stuk Maasvlaktestrand . Hier bevinden zich zandruggen en schelpenbanken. Dit vormt broedgebied voor op stranden broedende soorten als bontbekplevier, strandplevier en dwergstern. In 2022 bevond zich hier een kolonie dwergsterns van 26-50 broedparen en ook >5 broedparen van bontbekplevier[4].

Bontbekplevier

Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) huist meestal op kale of schaars begroeide terreinen in het Wadden- en Deltagebied. Het voorkomen in het binnenland is vrijwel beperkt tot West- en Noord-Nederland. Deze zeldzame broedvogel van Rode Lijst (kwetsbaar) broedt op kwetsbare plaatsen op de grond: strand met veel schelpen en zandbanken. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 320-390 paren (2020). Sinds 1990 is de landelijke populatie significant afgenomen, maar de laatste 12 jaar is er geen significante aantalsverandering (stats.sovon.nl). De soort broedt op stranden in met name het Deltagebied (Figuur 4-25). Het broedseizoen begint half april. Het broeden duurt circa een maand, de jongen zijn nestvlieders (Vogelbescherming, 2023a).
Het plangebied wordt door >1% van de Nederlandse populatie als broed- en foerageerplek gebruikt. Voor de landelijke staat van instandhouding van de bontbekplevier wordt het plangebied als essentieel beschouwd en belangrijk in het behoud van voldoende broedgebieden. Het Slufterstrand fungeert niet alleen als broedgebied maar ook als opgroeigebied voor genoemde soorten; zij blijven aanwezig tot de jongen vliegvlug zijn. De bontbekplevieren maken hierbij veel gebruik van de aanwezige getijdepoelen als foerageergebied.

[4] Deltamilieu Projecten *in prep*. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2022.

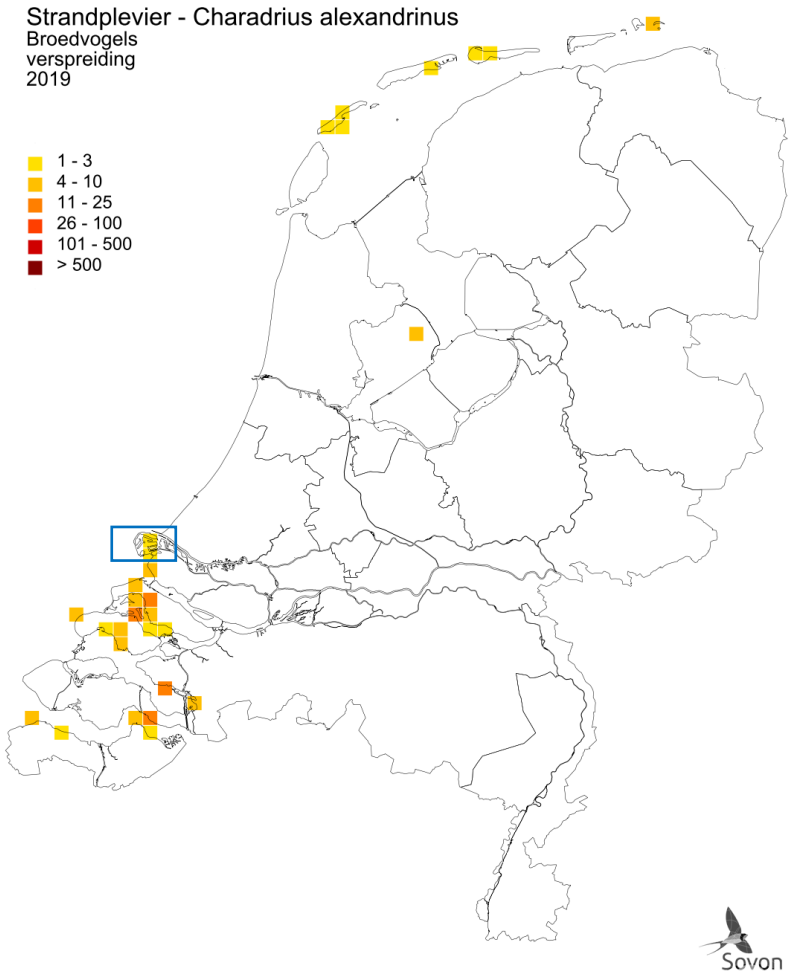


Figuur 4-25. Verspreiding broedplekken van bontbekplevier (stats.sovon.nl, februari 2023). Het blauwe kader geeft het globale studiegebied weer.

Strandplevier

Strandplevier (*Charadrius alexandrinus)* huist meestal op kale of schaars begroeide terreinen in het Wadden- en Deltagebied. In het binnenland komt de soort niet voor. Deze zeldzame broedvogel van Rode Lijst (bedreigd) broedt op kwetsbare plaatsen op de grond: strand en zandplaten. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 175-190 paren (2020). Sinds 1990 is de landelijke populatie significant afgenomen, maar de laatste 12 jaar is er geen significante aantalsverandering (stats.sovon.nl). De soort broedt op stranden in met name het Deltagebied (*Figuur* 4-26). Het broedseizoen begint na april. Het broeden duurt circa een maand, de jongen zijn nestvlieders (Vogelbescherming, 2023b).

In sommige jaren broeden er strandplevieren op het Slufterstrand. Het plangebied wordt dan al snel door >1% van de Nederlandse populatie als broed- en foerageerplek gebruikt. Voor de landelijke staat van instandhouding van de strandplevier wordt het plangebied dan als essentieel beschouwd en belangrijk in het behoud van voldoende broedgebieden. Het Slufterstrand fungeert niet alleen als broedgebied maar ook als opgroeigebied voor genoemde soorten; zij blijven aanwezig tot de jongen vliegvlug zijn. De strandplevieren maken hierbij veel gebruik van de aanwezige getijdepoelen als foerageergebied.

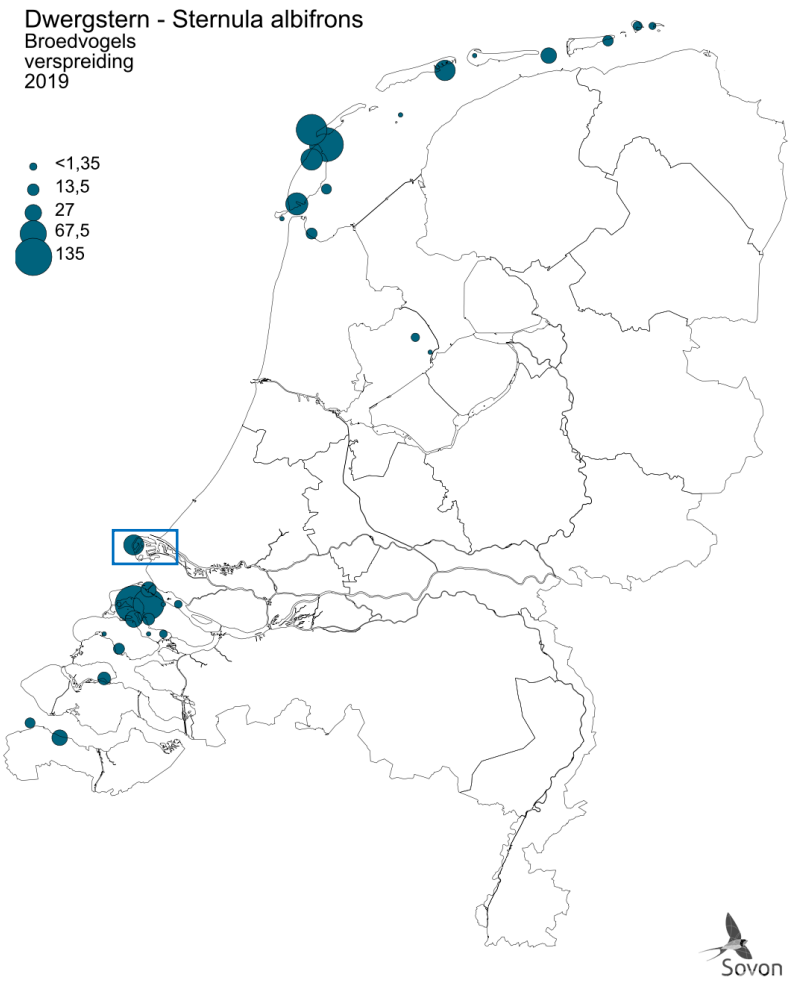


Figuur 4-26. Verspreiding broedplekken van strandplevier (stats.sovon.nl, februari 2023). Het blauwe kader geeft het globale studiegebied weer.

Dwergstern

Dwergstern (*Sternula albifrons)* broedt meestal op kale of schaars begroeide terreinen in het Wadden- en Deltagebied. Deze broedvogel van de Rode Lijst (kwetsbaar) broedt in kolonies van meestal 40-100 paren. In een uitzonderlijk geval solitair broedend in of nabij een visdiefkolonie. Dwergsterns arriveren in april en vertrekken in september weer naar de overwinteringsgebieden voor de kust van West-Afrika. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 1.000-1.025 paren (2020). Sinds 1990 is de landelijke populatie significant toegenomen (<5% per jaar), evenals de laatste 12 (stats.sovon.nl). De soort broedt op stranden in met name het Deltagebied (*Figuur* 4-27). Het broedseizoen begint na april (Vogelbescherming, 2023b).

In jaren dat een kolonie dwergsterns broedt op het Slufterstrand gaat het om <50 broedparen. Het plangebied wordt dan door <1% van de Nederlandse populatie als broed- en foerageerplek gebruikt. Voor de landelijke staat van instandhouding van dwergstern wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd, maar wel belangrijk in het behoud van voldoende broedgebieden.



Figuur 4-27. Verspreiding broedplekken van dwergstern (stats.sovon.nl, februari 2023). Het blauwe kader geeft het globale studiegebied weer.

Meeuwenkolonies

Het onbebouwde havengebied van de 2e Maasvlakte bestaat hoofdzakelijk uit zandvlakten of ruderaal terrein met een vegetatie van pionierssoorten. Hierdoor zijn deze terreinen zeer geschikt als broedterrein voor diverse vogelsoorten waaronder meeuwen. De bodem en vegetatiestructuur komen overeen met het natuurlijk broedhabitat van deze soorten: kwelders, open duinen en groene stranden. In het havengebied van Rotterdam broeden met name stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw (Lensink, 2015). Ook andere soorten meeuwen en sterns kunnen in een vergelijkbaar habitat broeden, zo broeden jaarlijks een aantal exemplaren van de kokmeeuw en de visdief in het havengebied.

In het havengebied van Rotterdam broeden naar schatting rond de 22.000 paar kleine mantelmeeuwen en 3.000 paar zilvermeeuwen. Aanwezigheid van meeuwenkolonies gaat niet altijd goed samen met menselijke bedrijvigheid. In de tijd dat de kuikens nog niet vliegvlug zijn vertonen de oudermeeuwen agressief gedrag tegen personen. De agressie kan leiden tot letsel, angst en daardoor onzorgvuldig werken van mensen. Dit laatste kan leiden tot onveilige situaties op de bedrijfsterreinen. Risicovolle situaties kunnen ook ontstaan door uitwerpselen van meeuwen die bedrijfsinstallaties aantasten (Van Bommel Faunawerk & Faunabeheereenheid Zuid-Holland, 2022). Daarom is het Faunabeheerplan Meeuwen opgesteld. Dit bevat een beschrijving en onderbouwing van de in de periode 2022 t/m 2027 voorgenomen noodzakelijke maatregelen tegen in de havengebieden van Rotterdam, Dordrecht en Alblasserdam broedende kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen, op grond van de volgende belangen: volksgezondheid, openbare veiligheid en veiligheid van het luchtverkeer.

De beheerder heeft echter ook een verantwoordelijkheid voor het behouden van een gunstige staat van instandhouding van de aanwezige meeuwensoorten. Daarom zijn in het Faunabeheerplan Meeuwen tevens delen van de Maasvlakte gereserveerd voor verschillende meeuwensoorten om te kunnen broeden, om te zorgen dat de gunstige staat van instandhouding van deze soorten niet in geding komt (Van Bommel Faunawerk & Faunabeheereenheid Zuid-Holland, 2022). In Figuur 4-28 is te zien dat de Slufter beschikbaar wordt gehouden als broedgebied voor meeuwen. Het kabeltracé en het converterstation bevinden zich aan de andere kant van de dijk waarmee het buiten dit broedgebied ligt. Daarmee wordt dit gebied, zowel de bestaande omvang als de functie, niet beïnvloedt.

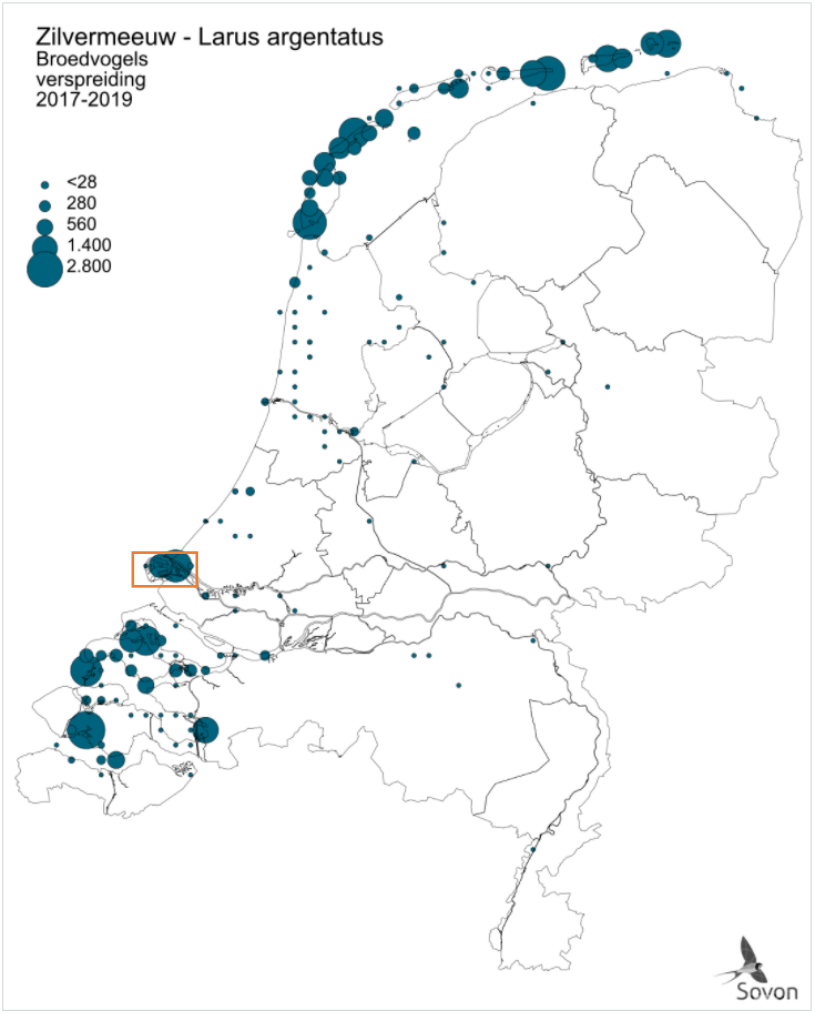


Figuur 4-28 Beschikbare broedterreinen voor meeuwen op de Maasvlakte. In het Faunabeheerplan meeuwen zijn de groene gebieden gereserveerd als broedgebied voor meeuwen. Figuur uit Faunabeheeerplan Meeuwen – Havengebieden van Rotterdam, Dordrecht en Alblasserdam 2022 t/m 2027 (Van Bommel Faunawerk & Faunabeheereenheid Zuid-Holland, 2022).

Zilvermeeuw

Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) is een kolonievogel en komt het gehele jaar voor in Nederland. Het landelijke aantal broedparen wordt geschat op 32.000-35.000 paren (Fijn et al., 2022). De soort broedt in kolonies in duingebieden, vooral op de Waddeneilanden en in het Deltagebied (Figuur 4-29). Het broedseizoen begint eind april. Het broeden duurt circa een maand waarna de jongen nog zeker vijf tot zeven weken op het nest blijven (Vogelbescherming, 2020b).

Het plangebied wordt door een klein percentage van de Nederlandse populatie als broed- en foerageerplek gebruikt. Voor de landelijke staat van instandhouding van de zilvermeeuw wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.

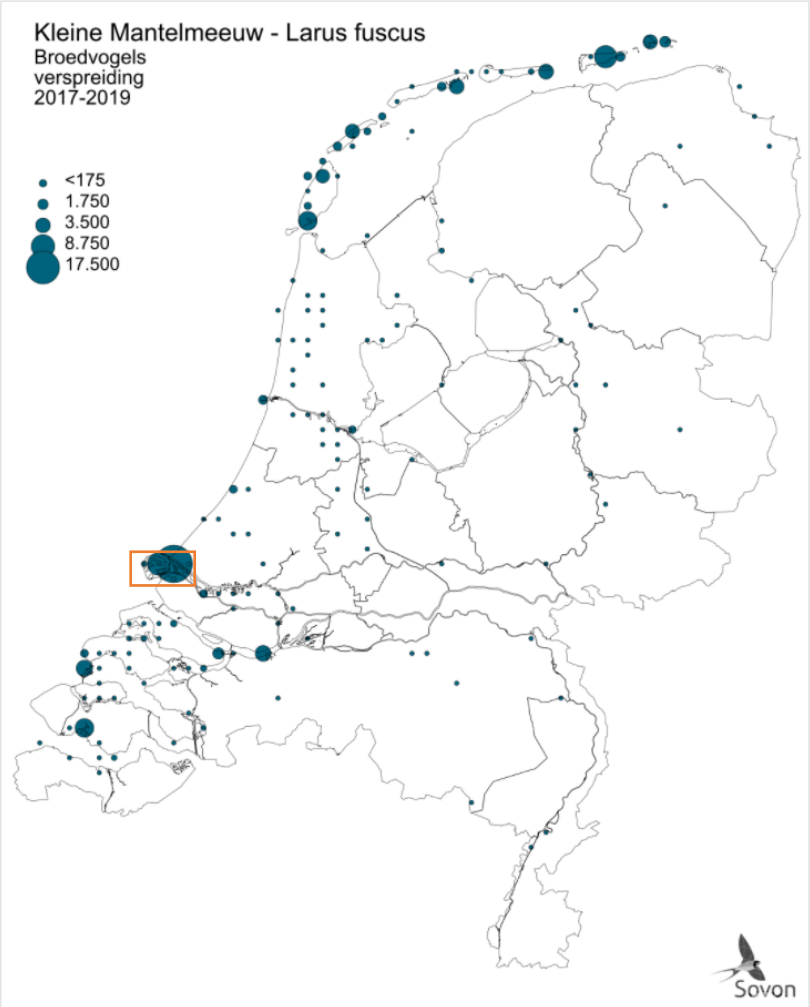


Figuur 4-29. Verspreiding broedplekken van de zilvermeeuw (Sovon, 2021d). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Kleine mantelmeeuw

Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland vooral voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 80.000-85.000 (Fijn et al., 2022). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De soort broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren en kwelders (Ministerie van LNV, 2008b). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2020). De broedperiode begint eind april, twee maanden later kunnen de jongen vliegen. De kolonie op de Maasvlakte wordt geschat op 30.000 paren, mogelijk de grootste van Europa (Vogelbescherming, 2020a).

Het plangebied beslaat een deel van de Maasvlakte-Europort, waar een van de grootste broedpopulaties van de kleine mantelmeeuw in Europa zich vestigen, zo'n 30.000 paren (Figuur 4-30). Voor de gunstige instandhouding nationale schaal zijn ten minste 20 sleutel populaties (400 paren) vereist (Ministerie van LNV, 2008b), hierdoor wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de kleine mantelmeeuw. Het plangebied beslaat namelijk maar een klein gedeelte van de broedpopulatie die zich op de Maasvlakte-Europort bevindt.



Figuur 4-30 Verspreiding broedplekken van de mantelmeeuw (Sovon, 2021b). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Overig relevant vogelbroedgebied

Naast de meeuwenkolonies zijn ook enkele andere geschikte broedlocaties in de omgeving van het tracé en converterstation aanwezig. Dit betreffen de Vogelvallei en speciedepot de Slufter.

De Vogelvallei is in verband met de aanleg van de Maasvlakte Plaza tijdens de winter van 2015/2016 heringericht en uitgebreid, zie Figuur 4-31. Het gebied heeft een oppervlakte van 21 hectare en bestaat uit zes eilanden van verschillende grootte en grondsoort. De eilanden zijn omgeven door een vrij diepe zoetwaterpartij. De vegetatie bestaat uit snelgroeiende ruigtekruiden (o.a. witte honingklaver, akkerdistel, grassen). Sinds 2019 is op enkele eilanden ook opslag van houtige gewassen zoals wilg en duindoorn. De enige begrazing is die door konijnen en diverse ganzensoorten. In het gebied zijn in 2019 broedparen waargenomen van lepelaar (26 paar), kluut (1 paar), kokmeeuw (354 paar), zwartkopmeeuw (3 paar), kleine mantelmeeuw (223 paar), zilvermeeuw (22 paar) en visdief (66 paar) (Lilipaly et al., 2020).



Figuur 4-31 Vogelvallei heringericht en uitgebreid met een oppervlakte van 21 hectare bestaande uit een zestal eilanden.

Het grootschalige baggerdepot is in 1985 aangelegd ten behoeve van de berging van verontreinigd slib uit het Rotterdamse havengebied. Het depot heeft een bergingscapaciteit van 150 miljoen m^3 specie en een oppervlakte van circa 300 hectare en is omgeven door een ringdijk met een hoogte van NAP +24 m. Doordat het depot langzaam gevuld raakt met baggerspecie vallen inmiddels aan de randen enkele slikplaten en eilandjes permanent droog. Deze drooggevallen gronden worden door kluten, kokmeeuwen en visdieven als broedgebied gebruikt. In 2008 werd een drijvend eiland “de Visdief” aangelegd en in het noordwestelijke deel van de Slufter voor anker gelegd. In 2019 zijn in het gebied broedparen waargenomen van kluut (202 paar), bontbekplevier (1 paar), kokmeeuw (13 paar), stormmeeuw (1 paar) en visdief (577 paar) (Lilipaly et al., 2020).

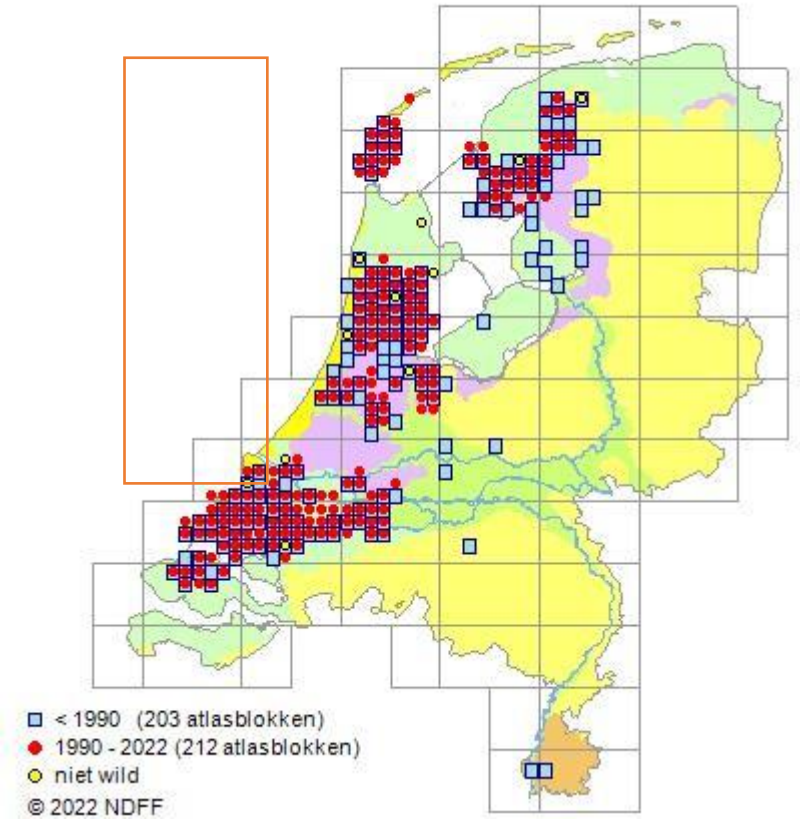
Noordse woelmuis

De noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) is een grote woelmuis met in het algemeen een donkerbruine rugvacht en een lichte buikvacht (BIJ12, 2017a). De noordse woelmuis is endemisch voor Nederland en is erg gevoelig voor concurrentie met onder andere de aardmuis en veldmuis. De soort leeft voornamelijk onder de grond in een gangenstelsel met nest- en voorraadkamers. Hij komt voor in regio’s waar voldoende voedsel aanwezig is en een variatie aan vegetatie, zoals diverse kruiden, zeggen en overgangszones tussen land en water met riet (BIJ12, 2017a). Hij wordt ook wel een moerasbewoner genoemd (Ministerie van LNV, 2016), dit uit zich ook in het landelijke verspreidingsgebied. De populatie in het Deltagebied, waar het plangebied aan grenst (zie Figuur 4-32), is relatief stabiel.

De kwetsbare perioden van de noordse woelmuis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt van april tot en met september.

De kwetsbare periode van de winterrust loopt van november tot en met februari (BIJ12, 2017a). Uit 2019 is een waarneming bekend van noordse woelmuis ten zuiden van de Noordzeeboulevard in de Slikken van Voorne nabij het tracé (Bekker, 2020; NDFF, 2021). De vindplaats betreft de buitendijkse delen van de kwelders die onder invloed staan van getijdewerking. De bermen van het tracé zijn geen geschikt biotoop van noordse woelmuis. Aangezien ook andere woelmuisachtigen zijn waargenomen (veldmuis), die de noordse woelmuis vaak wegconcurreren en geen geschikt habitat rond het tracé aanwezig is voor deze soort, zal deze soort geen leefgebied hebben rondom de werkzaamheden.

De noordse woelmuis komt voor rondom, maar niet op de Tweede Maasvlakte. Het plangebied ligt op de rand van het verspreidingsbied. Voor de landelijke staat van instandhouding van de noordse woelmuis wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 4-32 Verspreidingsgebied van de noordse woelmuis (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

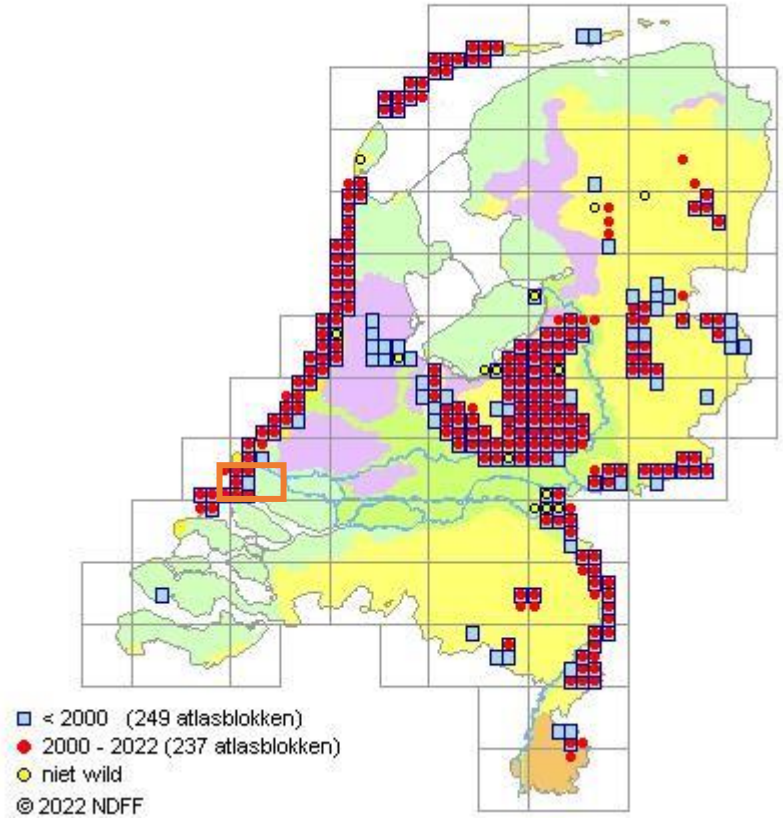
Zandhagedis

Zandhagedis (*Lacerta agilis*) is een vrij robuust gebouwde hagedis die tot 21 centimeter groot kan worden. Hij eet voornamelijk geleedpotigen (zoals insecten). De soort is in Nederland sterk gebonden aan duin- en heidegebieden. In kalkrijke duinen komt de soort voornamelijk voor in open duin struweel. In de kalkarme duinen bevindt hij zich vooral in droge struikheideterreinen. Zandhagedis prefereert een habitat waarbij de bodem bestaat uit open zand en een mozaïek van rijk gestructureerde duinvegetatie. De kwetsbare perioden van de zandhagedis zijn de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare periode van de voortplanting loopt

van april tot en met augustus. De kwetsbare periode van de winterrust loopt van half september tot en met maart (Bij12, 2017).

Nabij het tracé zijn in de laatste vijf jaar meerdere individuen van zandhagedissen waargenomen (NDFF, 2022), die deel uitmaken van de Zuid-Hollandse duinen-populatie. Deze waarnemingen bevonden zich buiten het tracé, aan de zuidkant langs de Noordzeeboulevard. Hier biedt het struweel en de ruigte aan de zuidkant van de Noordzeeboulevard geschikte dekking als habitat voor de soort (Bij12, 2017). Het gebied waar het tracé door loopt en het converterstation zich bevindt heeft geen geschikt struweel of duinvegetatie.

De zandhagedis komt voor rondom de Tweede Maasvlakte (zie Figuur 4-33). Het plangebied ligt op de rand van het verspreidingsbied. Voor de landelijke staat van instandhouding van de zandhagedis wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



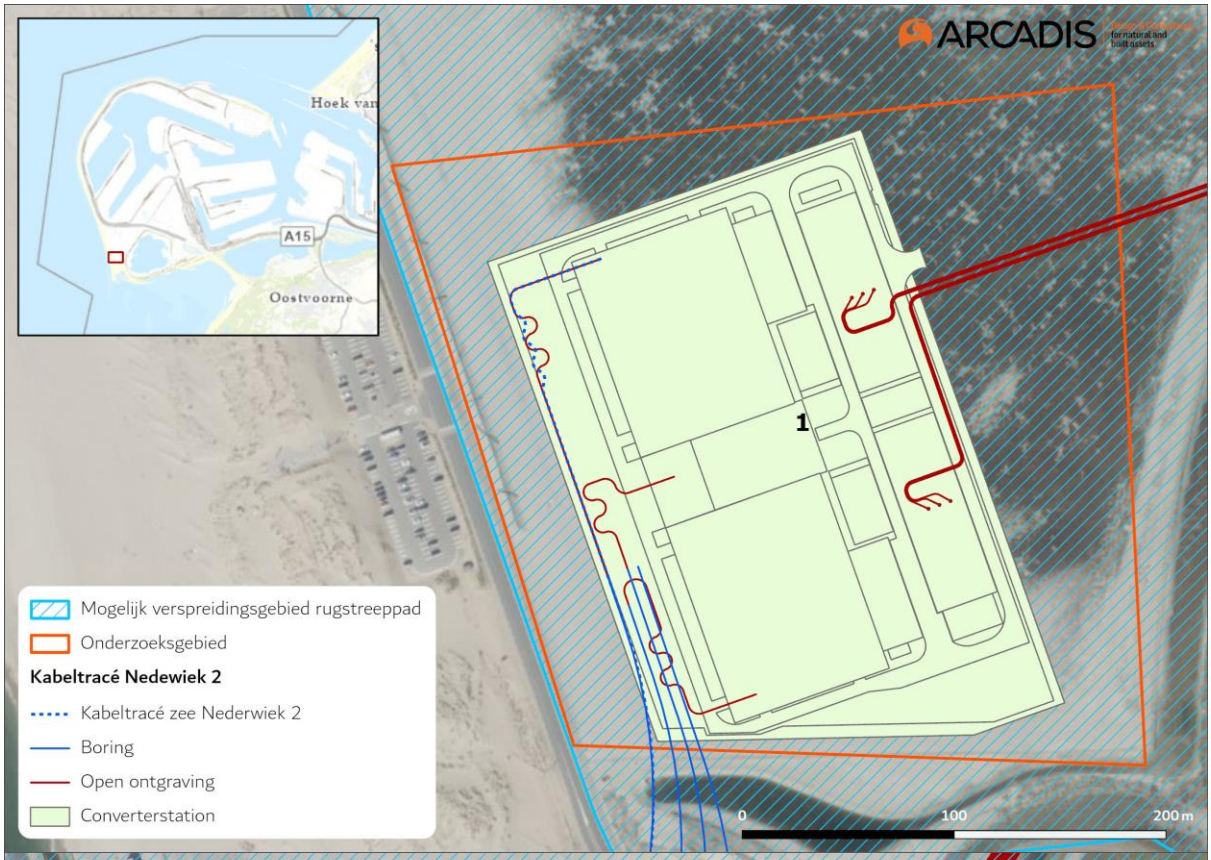
Figuur 4-33 Verspreidingsgebied van de zandhagedis (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

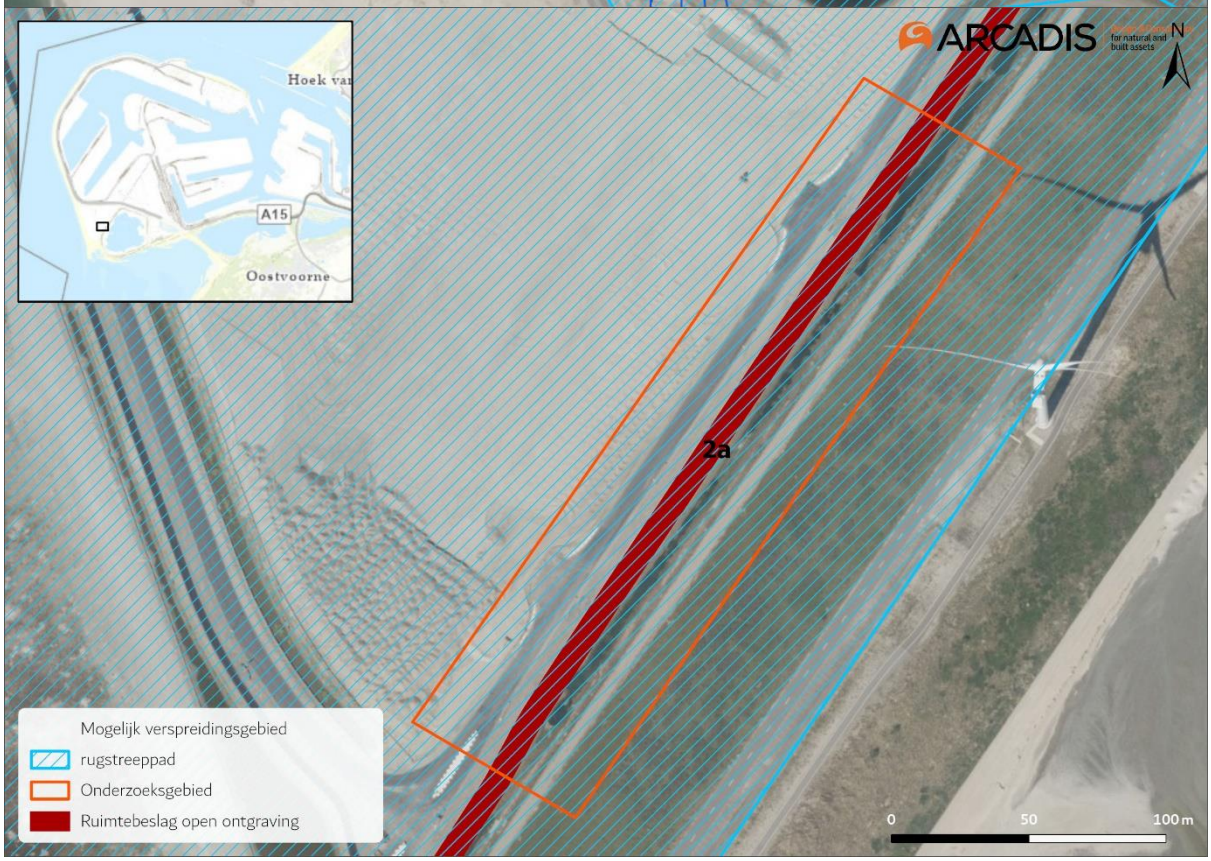
Rugstreeppad

Rugstreeppad (*Epidalea calamita*) is een bekende soort uit het duingebied en van de Maasvlakte. Het is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën, waterinsecten of vis. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering ondiepe oeverzones.

Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. De soort is alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems waarin rugstreeppad zich ingraaft. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals opgeslagen tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes. Het winterrustgebied moet boven grondwaterniveau zijn en vorstvrij.

De Slufter op de Tweede Maasvlakte vormt ideaal leefgebied voor rugstreeppadden. Langs de noordwestzijde van de Slufter en het gebied ten noorden van de Maasvlakteweg zijn tijdens het veldbezoek in 2022 waarnemingen van de rugstreeppad gedaan (zie Figuur 4-34). De inschatting is dat het totaal gaat om enkele tientallen individuen.

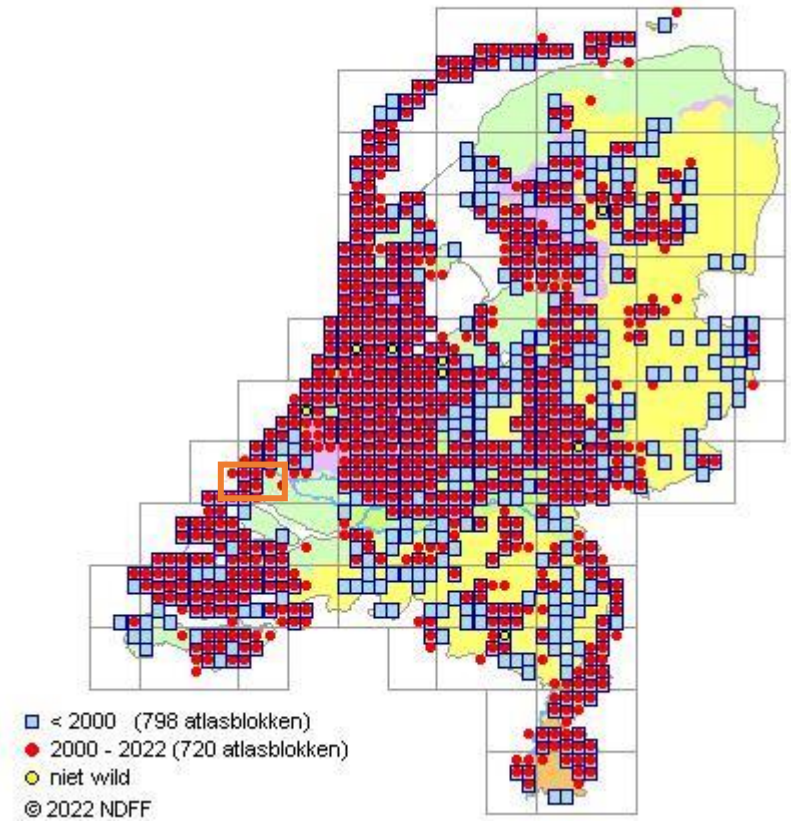

Hoek van
A15
Oostvoorne
1
Mogelijk verspreidingsgebied rugstreeppad
Onderzoeksgebied
Kabeltracé Nedewiek 2
Kabeltracé zee Nederwiek 2
Boring
Open ontgraving
Converterstation
0
100
200 m


Hoek van
A15
Oostvoorne
2a
N
Mogelijk verspreidingsgebied
rugstreeppad
Onderzoeksgebied
Ruimtebeslag open ontgraving
0
50
100 m



Figuur 4-34. Mogelijk verspreidingsgebied van rugstreeppad op basis van waarnemingen tijdens het veldbezoek in 2022.

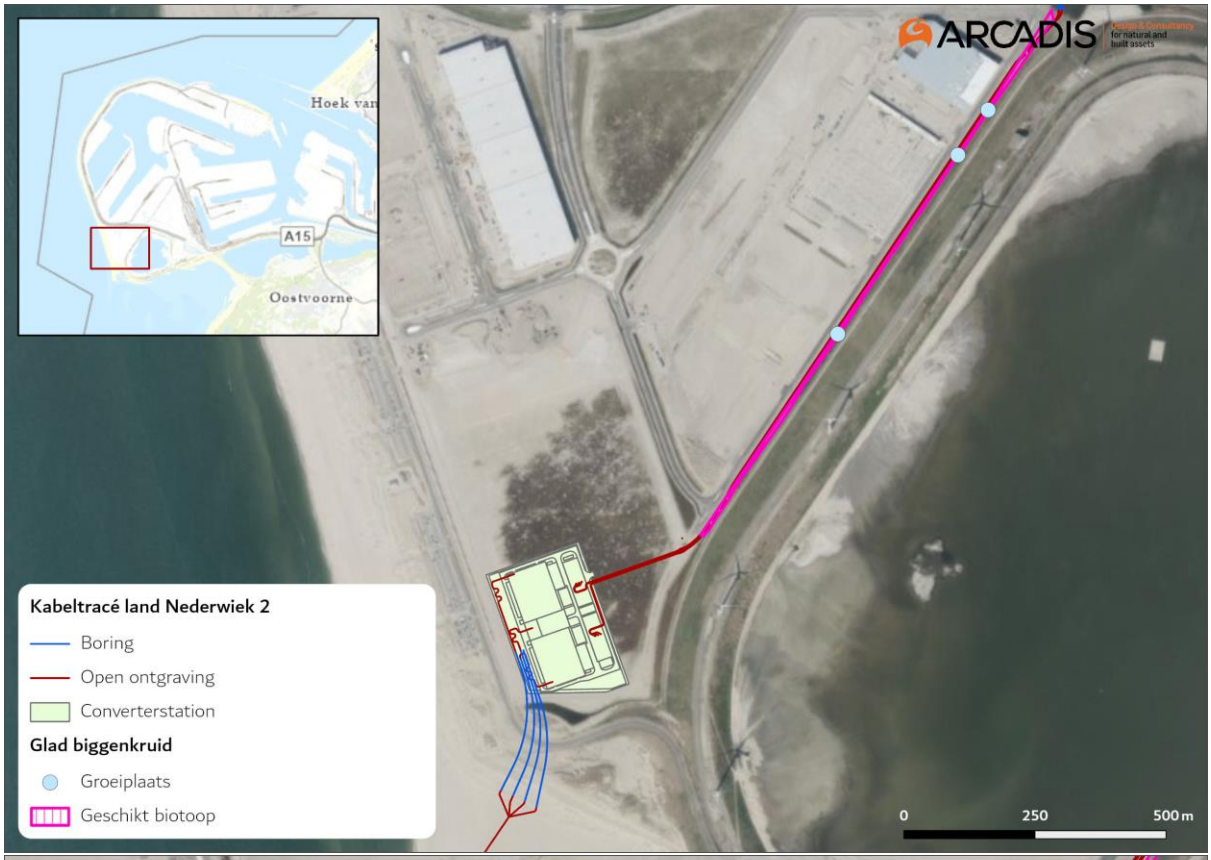
De rugstreeppad komt voor op de Tweede Maasvlakte en binnen het plangebied. De soort komt in het grootste gedeelte van Nederland voor, met name in duinen, het rivierengebied en polders (zie Figuur 4-35). Voor de landelijke staat van instandhouding van de rugstreeppad wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



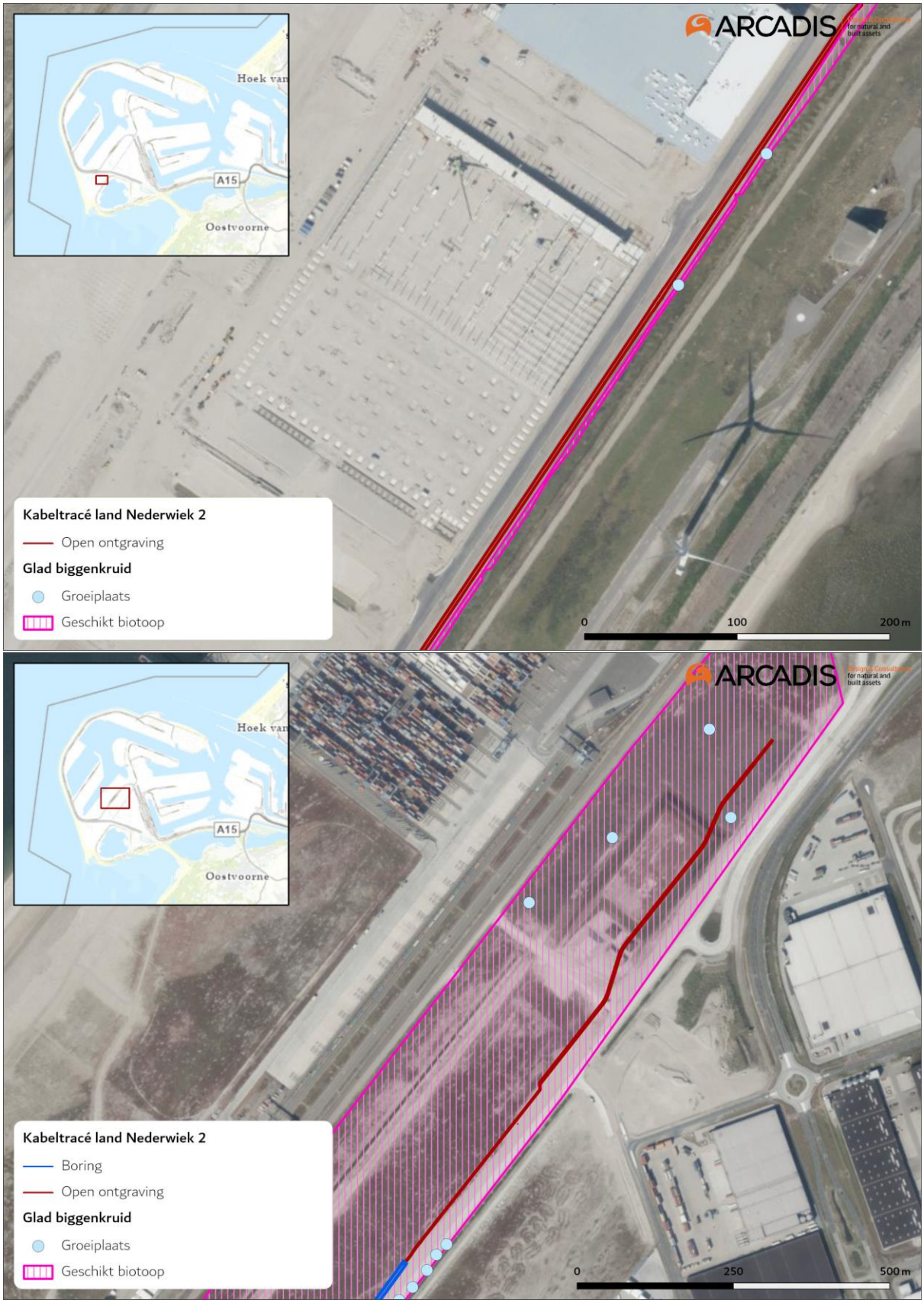
Figuur 4-35 Verspreidingsgebied van de rugstreeppad (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een lage (10-30 cm), eenjarige, zomerbloeiende akkerplant. De bloeiende plant heeft lichtgele bloemen. Glad biggenkruid bloeit van juli tot oktober. Zaden kiemen in zowel het voorjaar als het najaar (Bakker et al., 2000). De plant komt in Nederland vooral voor op akkers, maar komt ook voor in kalkarme, open duingraslanden, zoals de Tweede Maasvlakte en ook ter plaatse van het tracé en het converterstation (zie *Figuur 4-36*). De waarnemingen zijn gedaan tijdens het soortgericht onderzoek in 2022.

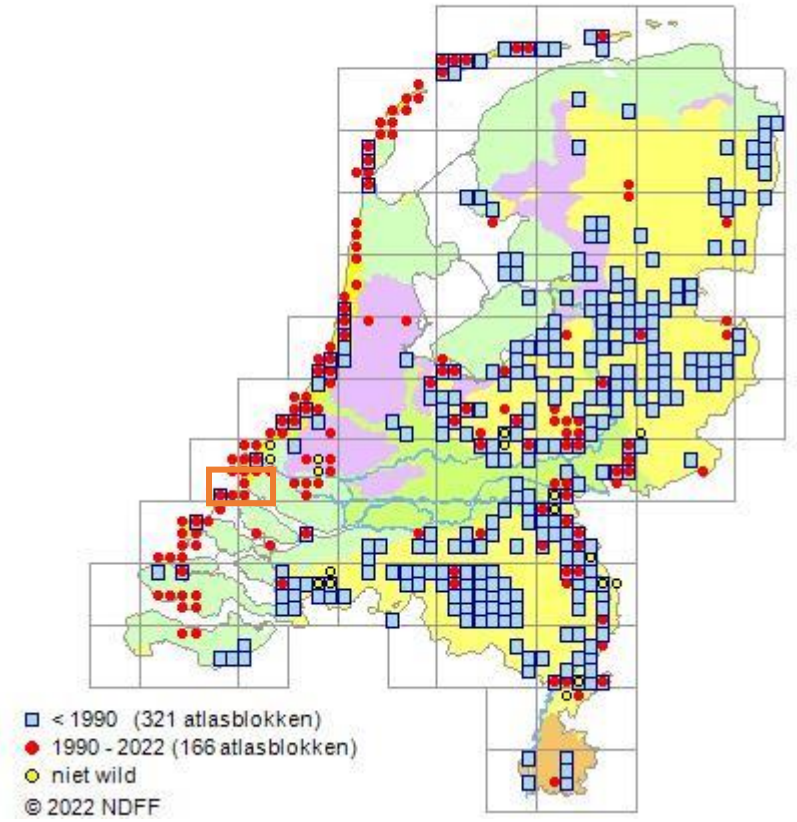

Hoek van
A15
Oostvoorne
Kabeltracé land Nederwiek 2
Boring
Open ontgraving
Converterstation
Glad biggenkruid
Groeiplaats
Geschikt biotoop
0
250
500 m


Hoek van
A15
Oostvoorne
Kabeltracé land Nederwiek 2
Open ontgraving
Glad biggenkruid
Groeiplaats
Geschikt biotoop
0
100
200 m



Figuur 4-36 Groeiplaatsen en geschikt biotoop van glad biggenkruid in of nabij de werkzaamheden tijdens het soortgericht onderzoek in 2022.

Glad biggenkruid komt voor op de Tweede Maasvlakte en binnen het plangebied. Op een groot deel van het tracé is glad biggenkruid waargenomen of is geschikte biotoop voor de soort aanwezig. De soort komt op dit moment ter plaatse van het converterstation niet voor, omdat de locatie nu in gebruik is. Het is echter wel geschikt biotoop voor de soort om bij braakligging weer op te groeien. De soort komt echter langs de gehele kust in Nederland voor en ook verspreid over de rest van het land (zie Figuur 4-37). Voor de landelijke staat van instandhouding van het glad biggenkruid wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 4-37 Verspreidingsgebied van glad biggenkruid (NDFF, 2022). Het oranje kader geeft het globale studiegebied weer.

4.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten

4.4.1 Op zee

Voor alle eerder beschreven beschermde soorten op zee kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden niet op voorhand worden uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in Hoofdstuk 5.

4.4.2 Op land

Voor de aangetroffen beschermde soorten op land kunnen negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden voor broedvogels in het algemeen, maar met name strandbroeders en meeuwen, rugstreeppad en glad biggenkruid niet op voorhand worden uitgesloten. Negatieve effecten op overige soorten die onderdeel uitmaken van de Rode-lijst zijn niet op voorhand uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in Hoofdstuk 5.

5 Effectbepaling

5.1 Vogels

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vogels op zee verder toegelicht. Vogels kunnen gevolgen ondervinden van vertroebeling, sedimentatie en bovenwaterverstoring. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen twee gebieden: op zee (zowel binnen als buiten de kustzone) en op land. Voor de vogels op zee worden effecten beschreven van vertroebeling, sedimentatie, bovenwaterverstoring en verstoring door licht. Voor vogels op land worden effecten door verstoring op land beschreven.

5.1.1 Vertroebeling

Op zee

Vertroebeling treedt in principe alleen op in de aanlegfase. Als onderhoud aan kabels nodig is kan Lokaal in de gebruiksfase ook vertroebeling optreden, maar deze effecten zullen vele malen kleiner zijn dan die van de aanleg. De aanleg is daarom als worst-case uitgebreid beoordeeld. Vertroebeling kan een effect hebben op vogels die foerageren op schelpdieren en op zichtjagende vogels zoals sternsoorten, futen, zaagbekken, zeekoeten en aalscholvers.

Schelpdieren die een voedselbron vormen voor vogels kunnen omgaan met hoge concentraties van vertroebeling. Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus)* liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/l (Witbaard & Kamermans, 2010).

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/l en na een periode van dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau. Deze concentratieverhoging is een fractie (5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen lieten zien. Tevens is de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Indirecte effecten, zoals die van vertroebeling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn hierdoor verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven. De modelstudie van vertroebeling is beschreven in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie.

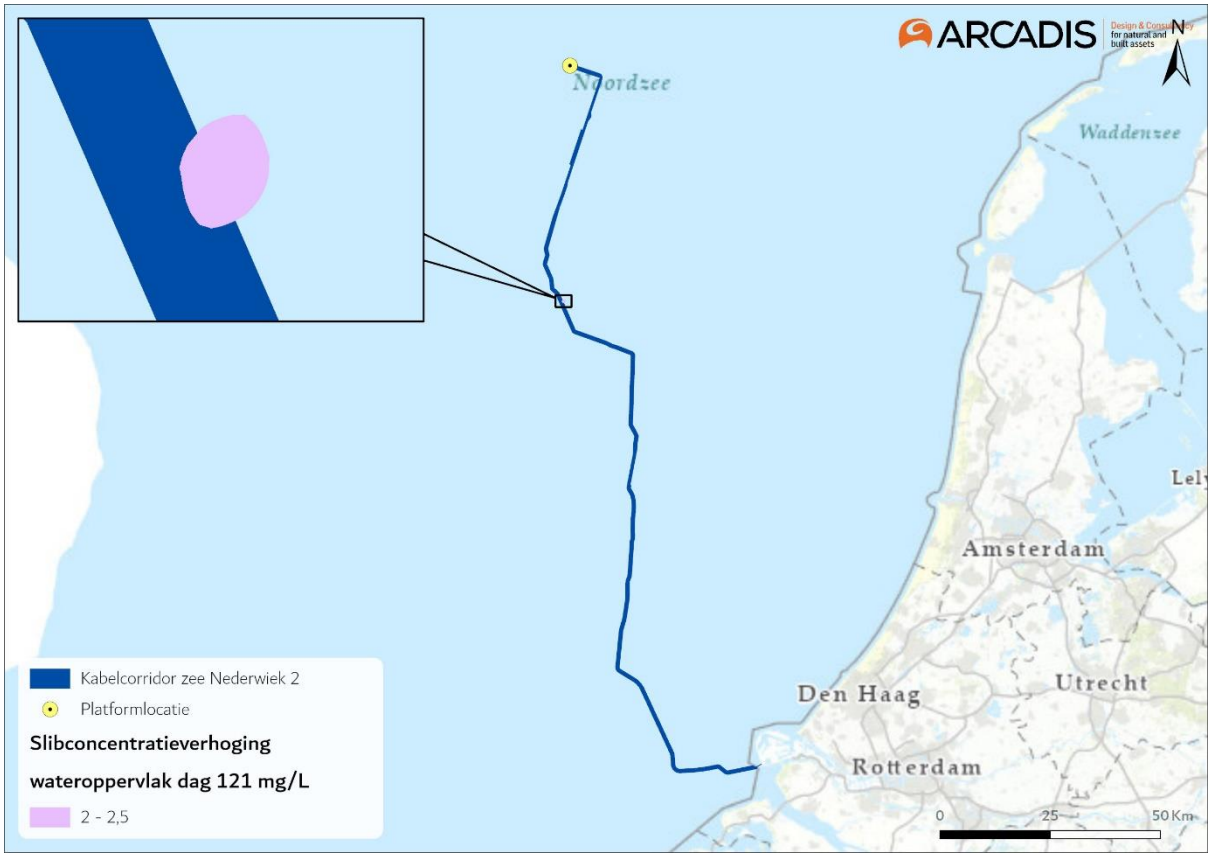
Effecten op zichtjagende vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10 km) de kustzone van het tracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Voor soorten als dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk is de Bruine Bank belangrijk foerageergebied (zie paragraaf 4.2.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen vliegende viseters (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikende viseters die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (bijvoorbeeld zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele

waterkolom ook van belang is, de zogenoemde dieptegemiddelde vertroebeling. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze literatuurstudie geeft geen uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gedaan.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit, zoals te zien in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden, voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121, 61 hectare is. Dit is 0,04% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De maximale waarde, direct langs het tracé, is niet hoger dan 3 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet is de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging te verwaarlozen. Zo is de maximale oppervlakte van de vertroebelingswolk voor het dieptegemiddeld enkele hectare en komt de concentratie niet boven de 2,5 mg/l (daggemiddeld). Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l.



Figuur 5-1 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 121, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 3 mg/l is. De slibpluim beweegt mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het

tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere 'directere' verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels. Zodoende is er geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Effecten op zichtjagende vogels in de kustzone
In de kustzone (<10 km) treedt er minieme vertroebeling op. Hierdoor zijn effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels in de kustzone uitgesloten. Het overtreden van verbodsbepalingen is niet aan de orde.

5.1.2 Sedimentatie en habitataantasting op zee

Sedimentatie en habitataantasting op zee worden samen beoordeeld omdat beide verstoringen dezelfde soorten beïnvloeden en er veel overlap is in de reikwijdtes van beide verstoringen. Zo treedt er in het gebied waar habitataantasting optreedt vaak sedimentatie en bedekking op. Gebieden waar de reikwijdte van sedimentatie verder reikt dan die van habitataantasting worden beschreven in de paragrafen hieronder. In paragrafen 3.3 en 3.8 zijn de reikwijdtes van sedimentatie en habitataantasting beschreven.

Zowel sedimentatie als habitataantasting treedt in principe alleen op in de aanlegfase. Als lokaal onderhoud nodig is in de gebruiksfase dan zullen effecten tijdelijk en veel lokaler zijn dan die van de aanleg. De aanleg is daarom als worst-case beoordeeld. Sedimentatie en habitataantasting kunnen een effect hebben op bodemdieren wat weer door kan werken op vogels. Door het leggen van de kabels wordt langs het gehele tracé de bodem aangetast. Afhankelijk van de aanlegmethode is dit worst-case 65 meter. In dit gebied zal ook sedimentatie plaatsvinden. In Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie is de slibstudie weergegeven, waarop het sedimentatiemodel is gebaseerd. Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment wat kan doorwerken op het voedselaanbod voor vogels. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde sediment en type sediment hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al., 1998). (Baan et al., 1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

Door Bijkerk, (1988a) is de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppigen als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden van sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort.

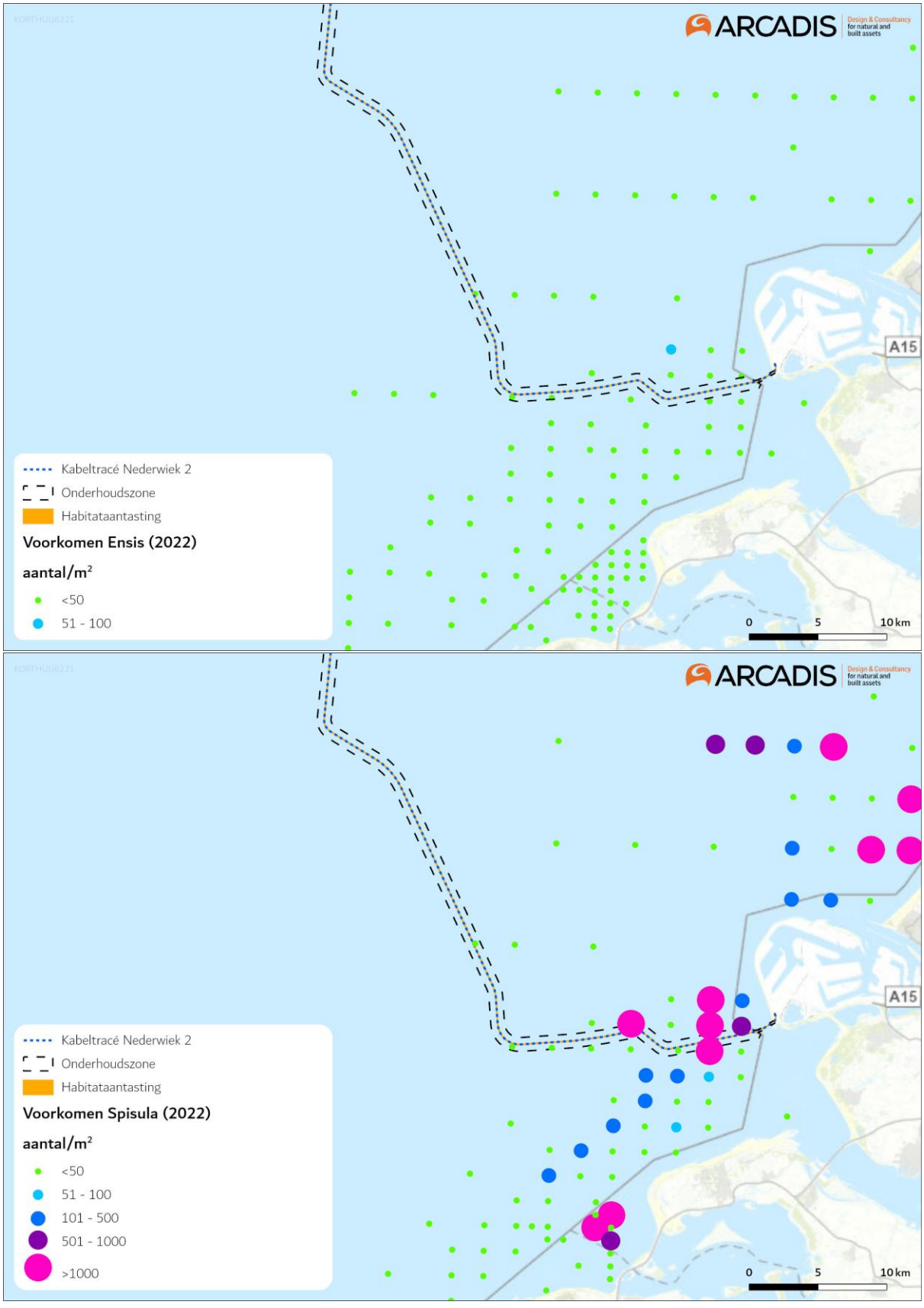
Op zee

Sedimentatie buiten de kustzone

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag van het door het verspreiden opgewerveld slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Buiten de kustzone betreft het een oppervlakte van circa 45,3 km^2. In dit gebied komen echter geen schelpdierbanken voor en zullen vogels geen effecten ondervinden van sedimentatie. Negatieve effecten zijn niet merkbaar op systeemniveau.

Sedimentatie in de kustzone

In de kustzone waar schelpdierbanken voorkomen, zie Figuur 5-2, treedt geen sedimentatie op van boven de 0,33 mm/dag. Langs het tracé zijn er enkele meetpunten waar hoge dichtheden halfgeknotte strandschelpen zijn aangetroffen. Deze soort komt echter ook op meerdere plaatsen in hogere dichtheden voor.



Figuur 5-2 Habitataantasting en Ensisbanken (boven) en Spisulabanken (onder) (Troost et al., 2022).

Habitataantasting buiten de kustzone
Buiten de kustzone treedt habitataantasting alleen op in het gebied direct rondom het tracé. In gebieden waar habitataantasting optreedt hebben de effecten van habitataantasting een grotere impact dan sedimentatie. Zoals beschreven onder sedimentatie, zijn er geen schelpdierbanken aanwezig in het gebied langs het tracé en waar sedimentatie en habitataantasting optreedt. Vogels zullen geen effecten ondervinden van sedimentatie. Negatieve effecten zijn niet merkbaar op systeemniveau.

Habitataantasting binnen de kustzone
Schelpdierbanken kunnen wel een effect ondervinden door habitataantasting. Het aangetaste areaal is zeer klein en de dichtheden van de schelpdieren zijn laag, zie Figuur 5-2. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau. Er blijft voldoende voedsel voor vogels (zoals duikeenden) beschikbaar, zie Figuur 5-2.

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van habitataantasting. Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna.

Conclusie: Er is geen (indirect) negatief effect van sedimentatie en habitataantasting op vogels.

5.1.3 Bovenwaterverstoring

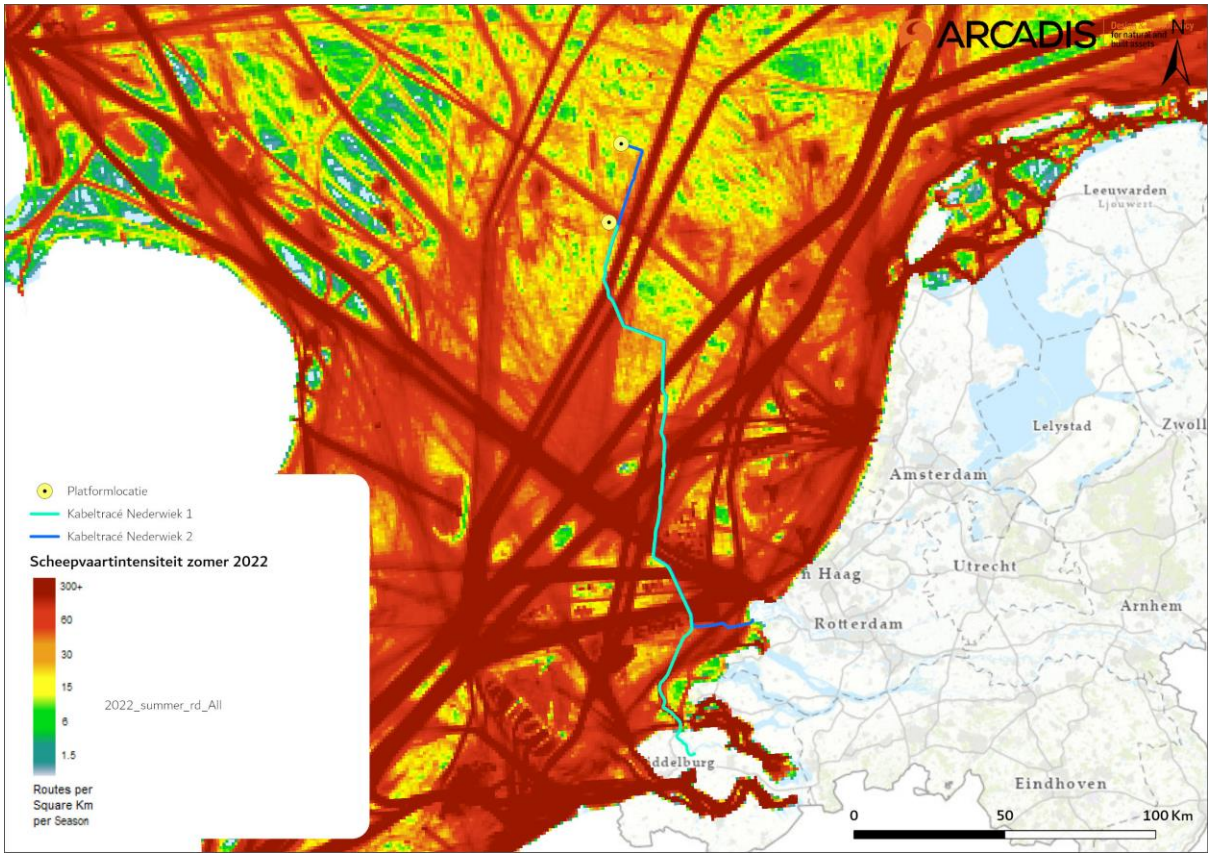
Verstoring door geluid en licht, en visuele verstoring treedt tijdens de aanlegfase treedt tijdens de aanlegfase en bij onderhoud door schepen gelijktijdig op en kan doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 2.2.9 van deel A). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de aanlegfase buiten 150 meter uitgesloten. Doordat de verstoringscontour van licht binnen dat van geluid en beweging valt tijdens de aanlegfase wordt er voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en visuele verstoring. Tijdens de gebruiksfase is licht op het platform echter wel een op zichzelf staande verstoringsbron. Lichtverstoring kan leiden tot aantrekking of desoriëntatie van bijvoorbeeld trekvogels. Effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de gebruiksfase kunnen niet worden uitgesloten binnen de 150 meter contour.

Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op droogvallende platen), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. Zoals eerder vermeld in paragraaf 3.6.1 is de verstoringsafstand voor de meeste vogelsoorten op groot open water 500 meter. Dit biedt voldoende zekerheid tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Voor ruiende en verstoringsgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) heeft verstoring boven water een maximale reikwijdte van 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringscontour van 2.000 meter gebruikt binnen (<10km) de kustzone.

In het plangebied voorkomende foeragerende en duikende vogels kunnen tijdens periode van de werkzaamheden verstoord worden. Daarnaast kunnen ruiende vogels worden verstoord wanneer de werkzaamheden in de ruiperiode worden uitgevoerd.

In totaal wordt er langs het gehele tracé van Net op zee Nederwiek 2 voor gevoelige vogels een areaal van maximaal 1.022 km^2 verstoord (tracé lengte tot aanlanding * 2.000 *2 (weerzijdes schip) + 2.000^2 * π (straal voor en achter)). Voor brilduiker, eidereend, zeekoet en alk is dit 606 km^2. De verstoring is echter tijdelijk en zal maar op één à twee plaatsen tegelijk optreden (straal van 1.000/ 2.000 meter rondom de kabelinstallatieschepen en bij het platform) en niet in de hele contour tegelijk. Hiermee wordt maximaal circa 25 km^2 (2 schepen* 12,5 km^2 verstoringsoppervlak) aan areaal gelijktijdig verstoord door bovenwaterverstoring.

Bovendien is de verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepvaartintensiteit op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 5-3. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig, zie Figuur 5-3. De werkzaamheden zullen slechts een beperkt aantal schepen aan deze scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt naast het oppervlakte verstoord gebied, ook de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot.



Figuur 5-3 Aanwezige scheepvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km^2 worden gevaren.

In de onderstaande paragrafen is de effectbeschrijving van bovenwaterverstoring als gevolg van (werkzaamheden aan) het tracé op vogels opgedeeld in vier stukken:

- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte binnen (<10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de gebruiksfase (platform)
- Het gedeelte op land

Op zee buiten de kustzone, tijdens de aanlegfase
Zeevogels zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw zijn rondom het tracé buiten (>10km) de kustzone te vinden (Leopold & van Der Wal, 2015; van Bemmelen et al., 2022). Zoals toegelicht in paragraaf 3.6 zijn vogelsoorten tijdens de rui (verstoringscontour 1.000 meter) verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van het gebied rondom het platform en het tracé (met name rond de Bruine Bank, zie 4.2.1).

Als minder gevoelige vogels verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, kunnen zij uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 4.2.1). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Zeekoeten kunnen tijdens de winterrui geheel niet vliegen. De zeekoet en alk zijn in relatief grote getalen aanwezig rondom het tracé (4.2.1). Zoals toegelicht zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september. De ruiperiode van winterkleed naar zomerkleed (voor de zeekoet van december tot februari en voor de alk van januari tot en met maart) zijn ze minder gevoelig omdat ze hun vliegvermogen behouden (Dunn et al., 2019; van Bemmelen et al., 2013).

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor rondom het tracé (zie Tabel 4-2). Aantallen voor de Bruine Bank worden gebruikt aangezien het tracé dicht langs de Bruine Bank gaat, en omdat verwacht wordt dat de vogels in soortgelijke dichtheden hier kunnen voorkomen. Dichtheden in het gebied zijn berekend aan de hand van aantallen alken en zeekoeten op de Bruine Bank en het oppervlak van de Bruine Bank (1.366 km^2). Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2021-2022 van circa 5,057 (januari) tot 4,906 (februari) individuen per km^2 en voor de alk 0 (augustus) tot 0,489 (november) individuen per km^2 (van Bemmelen et al., 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar (Figuur 4-8 en Figuur 4-9) en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé, is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te

sluiten. In de andere periode waarin zeekoeten ruien op de Bruine Bank, van juli tot en met de eerste helft van september, zijn de aantallen ruiende vogels lager (zie Tabel 4-2 en Figuur 4-9). De maximale dichtheid van de zeekoet lag in augustus 2021 rond de 0,348 individuen per km^2. Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren. Aanwezigheid van ruiende zeekoeten op of in de buurt van het tracé is in deze periode niet uit te sluiten, maar de trefkans is lager.

De werkzaamheden leiden met een verstoringscontour van 2.000 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 kilometer tot een verstoord oppervlak van circa 35 km^2.
Met de berekende dichtheden op basis van aantallen uit van Bemmelen et al. (2022) en het oppervlak van de Bruine Bank, is het aantal verstoorde zeekoeten en alken ten gevolge van de werkzaamheden berekend voor augustus en januari. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met maximaal geschatte aantallen uit 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022), zie Figuur 4-7 en Figuur 4-8. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van januari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In augustus 2021-2022 is de geschatte populatiegrootte op de Bruine Bank 476 zeekoeten en 0 alken. Gebaseerd op de populatiegrootte van de alk in augustus op de Bruine Bank zullen er geen alken verstoord worden tijdens werkzaamheden in augustus. Het aantal zeekoeten is hoger in augustus. De dichtheid zeekoeten op de Bruine Bank is in de maand augustus 0,348 ind./km^2 (476/ 1.366 (oppervlakte de Bruine Bank)). De werkzaamheden in de ruiperiode in augustus leiden tot 12 (0,348* 35) verstoorde zeekoeten.

Op een geschatte de Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten is dit verstoring van circa 2,5 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,0007 % van de populatie (van Bemmelen et al., 2022). Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker (zie Figuur 4-7). Hoewel dit een aanzienlijk deel van de zeekoetpopulatie is van de Bruine Bank, is dit een worst-case waarde. De draagkracht van het gebied is namelijk veel groter. Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit is natuurlijk afhankelijk van voedselaanwezigheid, maar over het algemeen is er genoeg ruimte in het gebied voor de zeekoet om weg te zwemmen van de verstoring naar rustiger gebied. Aangezien de verstoring ook rustig vaart, van grote afstand zichtbaar is en in de praktijk slechts een klein gebied beslaat, zijn effecten op de populatie niet aan de orde.

In de ruiperiode in januari werden er in 2021/2022 6.908 zeekoeten en 4.202 alken waargenomen. De dichtheid op de Bruine Bank in januari voor de zeekoet is 5,057 ind./km^2 (6.908 /1.366) en voor de alk is 3,076 ind./km^2 (4.202/1.366). De werkzaamheden in de ruiperiode in januari leiden tot 177 (5,057* 35) verstoorde zeekoeten en 108 (3,076 * 35) verstoorde alken. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 6.908 zeekoeten en 4.202 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 2,5 % van beide populaties. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,011 % en circa 0,033 % van de populatie (van Bemmelen et al., 2022).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winterrui plaatsvindt worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord (Figuur 5-3), zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is zullen effecten geen of nauwelijks effect hebben op de populatie. Daarnaast geldt dat ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag is t.o.v. de verstoring door regulier aanwezige scheepvaartintensiteit (Figuur 5-3). Hierdoor kan enige mate van gewenning optreden bij de vogels, individuen die hier wel hinder van ondervinden hebben zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour gevestigd.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels buiten (>10km) de kustzone uitgesloten.

Op zee binnen de kustzone, tijdens de aanlegfase
Het tracé loopt voor een klein stuk door het kustgebied. Voor minder gevoelige vogels resulteert het plaatsen van het tracé in een tijdelijke verstoring van circa 1,5% (1.277 ha) van het totale areaal van het open water van de Voordelta. De soorten hebben echter genoeg ruimte en aangezien de verstoring klein is, zal maar een zeer klein deel van de populatie verstoord worden.

In de omgeving van het tracé komen lage aantallen roodkeelduiker en zwarte zee-eend voor. Deze soort is gevoeliger voor verstoring, met een verstoringscontour van 2.000 meter. In totaal wordt er 3.939 ha verstoord voor de roodkeelduiker, dit is circa 5% van het oppervlak van de Voordelta. Hierbij treedt de verstoring niet over het hele gebied tegelijkertijd op maar beweegt met de werkzaamheden mee. Eventueel verstoorde individuen hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden.

In de omgeving komen ook zwarte zee-eend voor. Ook deze soort is gevoeliger voor verstoring, met een verstoringscontour van 2.000 meter. In totaal wordt er 4.023 ha verstoord voor de zwarte zee-eend, dit is circa 5% van het oppervlak van de Voordelta. Hierbij treedt de verstoring niet over het hele gebied tegelijkertijd op maar beweegt met de werkzaamheden mee. Zoals beschreven 4.2.1 kunnen er zwarte zee-eenden voor de Tweede Maasvlakte aanwezig zijn, tijdens het ruiseizoen. Hoewel dit niet gaat over grote getalen, is het echter niet uit te sluiten dat er verstoring van ruiende zwarte zee-eend plaatsvindt. Deze mogelijke verstoring kan effecten hebben op de staat van instandhouding van deze soort.

In de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat komen in totaal zo'n 1.000 – 2.500 ruiende bergeenden voor. Ruiende bergeenden zijn erg gevoelig voor verstoring. Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden op zee en land, bij het aanleggen van de kabel richting het converterstation.

Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken voor de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie 4.2.1. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Deze mogelijke verstoring kan effecten hebben op de staat van instandhouding van deze soort.

In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt ook verstoring plaats door reeds aanwezige reguliere scheepvaart (Figuur 5-3). Hier is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Eventuele individuen die toch worden verstoord hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. Roodkeelduiker en zwarte zee-eend zullen op populatieniveau geen negatieve effecten ondervinden van deze verstoring.
De Slikken van Voorne en de Hinderplaat zijn echter aangewezen rustgebieden en onder andere van belang voor steltlopers en zwarte zee-eend (zoals toegelicht in paragraaf 4.2.1). Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour.

Bij het aanlandingspunt bevindt een deel van het Maasvlaktestrand zich binnen de 500-meter verstoringscontour, welke voor recreatieve doeleinden wordt gebruikt. Daarnaast bevindt er zich een doorgaande weg. Dit tezamen zorgt ervoor dat het gebied al enige mate van verstoring ondervindt. Het betreft bovendien geen essentieel leefgebied voor in de omgeving voorkomende vogels, waaronder verschillende soorten steltlopers.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels binnen (<10km) de kustzone niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden op de bergeend te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting van zwarte zee-eend op zee en bergeenden op land plaatsvinden.

Op zee buiten de kustzone, tijdens de gebruiksfase
Tijdens de gebruiksfase kan lichtverstoring mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels. Dit zal alleen rondom het platform van Net op zee Nederwiek 2 zijn. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan (Hoofdstuk 2 in deel A) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 meter van het platform. Hierdoor zal er slechts een zeer beperkt areaal verlicht zijn. Zodoende wordt er geen extern negatief effect verwacht.

Op land
Kabeltracé op het strand
De aanlanding van de kabel gaat door het noordelijke deel van het gebied dat (vrijwel) jaarlijks door strandbroeders (bontbekplevier, strandplevier en dwergstern) wordt gebruikt als broedlocatie en opgroeigebied (Figuur 5-4). In het broedseizoen en direct daarna kunnen werkzaamheden grote

gevolgen hebben voor het broedsucces: sterfte of verwonding van vogels, kuikens en/of eieren, nesten kunnen worden beschadigd en vogels kunnen worden gestoord tijdens broeden, rusten en foerageren. Vluchtafstanden zijn hier niet zonder meer te gebruiken, omdat er sprake is van veel ernstiger verstoring wanneer een vogel van de kuikens of eieren vliegt dan wanneer een vogel opvliegt van een foerageer- of rustgebied. En ook wanneer geen sprake is van opvliegen van het nest, kan het broedsucces nog steeds lager zijn door verstoring (Krijgsveld et al., 2022). Daarnaast kunnen de specifieke eigenschappen die dit strand geschikt maken als broedgebied voor deze zeldzame soorten, iets hogere ligging op het strand en aanwezigheid van schelpen, (tijdelijk) worden aangetast. Na de aanleg is het gebied weer beschikbaar.



Figuur 5-4 Broedgebieden bontbekplevier, dwergstern en strandplevier op Slufterstrand, Strand van Oostvoorne en Groene punt in 2021.

Converterstation

Hoewel bij het terrein van het converterstation geen broedende meeuwen zijn waargenomen tijdens de veldinventarisatie in 2022, is niet uit te sluiten dat in komende seizoenen wel meeuwen (of andere vogels) broeden. Voor dit terrein gelden dat de effecten deels tijdelijk zijn bij de aanleg en permanent. Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden kunnen worden vernietigd of verstoord.

De verstoring die optreedt tijdens de werkzaamheden door middel van geluid, licht en optiek reikt wel verder dan het terrein. Het converterstation ligt nabij bestaande industrie en toegangswegen, N-wegen en spoorbanen die ook tot verstoring leiden van het potentiële broedgebied. Hierdoor zijn de soorten al enigszins blootgesteld aan continu (werk)geluid. Het valt echter niet uit te sluiten dat broedende vogels worden verstoord door werkzaamheden tijdens het broedseizoen.

Door de aanleg van het converterstation verdwijnt circa 3,9 hectare potentieel broedgebied. Het converterstation ligt buiten gereserveerd broedgebied van het Faunabeheerplan Meeuwen. Hierdoor leidt de afname van 3,9 hectare potentieel broedgebied, niet tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding van de soorten kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw. Beide soorten zijn niet honkvast en lopen geen populatieverlies op.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op vogels door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

5.2 Vleermuizen

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vleermuizen verder toegelicht. Vleermuizen kunnen verstoring ondervinden van licht.

5.2.1 Verstoring op zee

Tijdens de aanleg- en gebruiksfase is er verlichting aanwezig op het platform en op de schepen benodigd voor werkzaamheden ten behoeve van onder andere de veiligheid. Vleermuizen worden hierdoor aangetrokken of raken gedesoriënteerd. Alle aspecten omtrent verlichting worden ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO). Gezien dit verlichtingsplan als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op vleermuizen als gevolg van verstoring door licht, uitgesloten.

Zoals eerder genoemd is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog, zoals te zien in Figuur 5-3. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vleermuizen op zee uitgesloten.

5.3 Zeezoogdieren

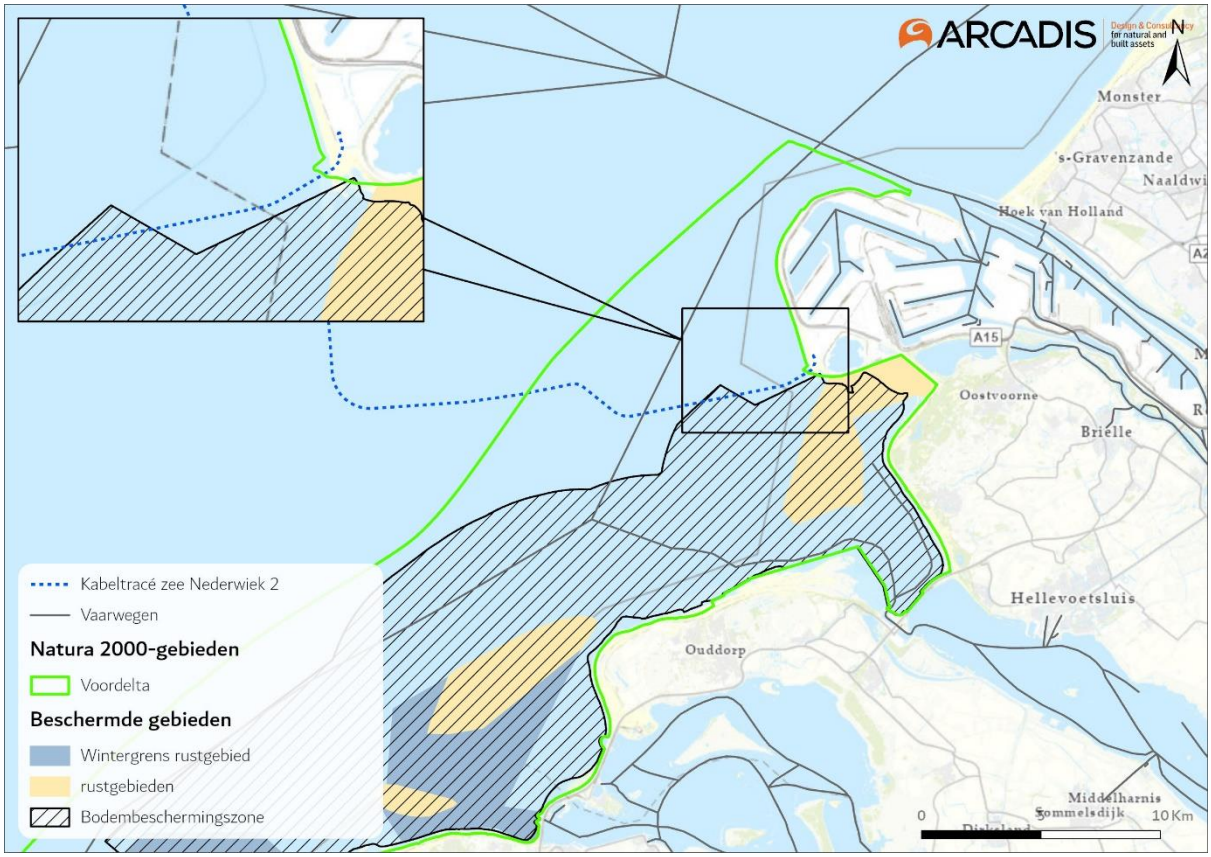
In de volgende deelparagrafen worden de effecten op zeezoogdieren verder toegelicht. Zeezoogdieren kunnen verstoring ondervinden van continu-onderwatergeluid, impuls onderwatergeluid, bovenwaterverstoring en elektromagnetische velden.

5.3.1 Continu onderwatergeluid

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, en kan, gebaseerd op zeezoogdierdichtheden, 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. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar. Effecten als gevolg van externe werking zijn dus uit te sluiten.

Nabij de kust loopt het tracé door een bestaande vaarweg (zie Figuur 5-5). Zoals eerder besproken is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepsvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied al relatief hoog, zoals te zien in Figuur 5-3. Uit dit figuur blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. De toegevoegde verstoring is relatief laag boven op de verstoring die al plaatsvindt in het gebied als gevolg van de reguliere scheepvaart. Dit geldt zowel in de aanleg als in de gebruiksfase.



Figuur 5-5 Tracé Net op zee Nederwiek 2 in de kustzone en ligging van vaarwegen en beschermingsgebieden.

De tijdelijke kleine toename van verstoring in een deel van reeds verstoord leefgebied heeft geen gevolgen voor de fitness van populaties. 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.

Conclusie: Er zijn geen effecten van continu onderwatergeluid op zeezoogdieren in de aanleg- en gebruiksfase. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.

5.3.2 Impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen besproken. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringsafstanden.

Impuls onderwatergeluid vindt alleen plaats tijdens de aanlegfase en wordt geproduceerd bij heien van het platform. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 3.5. Ook geldt er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is

gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten
Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor Net op zee Nederwiek 2 uitgegaan van een totaal van 20 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is circa een dag per paal (worst-case), waarbij circa 2 tot 3 uur geheid wordt per paal. Het gebied is daarom tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. In de TNO-modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (de Jong & de Krom, 2022). De berekeningen van de TNO studie voor Net op zee Nederwiek 2 verschillen ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 à 3 palen per dag geheid.

Geluidsnormen
Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect, van de uitrol van windenergie op zee, geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) wordt gebruikt. In de rapportage van TNO en FME die onderdeel zijn van het KEC 4.0 is deze analyse uitgevoerd.

De TNO studie laat zien dat er bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 2 impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & de Krom, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter met een mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020).

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

Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden
Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 614 km^2 tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, zoals hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en ‘soft and slow start’ hieronder beschreven, de kans op PTS verminderen bij zeezoogdieren. Dit voldoet aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 en zodoende valt de activiteit en de daarmee gepaard gaande effecten op zeehonden binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid[5]) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Om zeezoogdieren te verjagen uit het projectgebied dient bij het heien een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden

[5] Bij een reductie van de populatie van 5% of minder kan er met 95% zekerheid worden gesteld dat de populatie niet verder afneemt.

de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (de Jong & de Krom, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Conclusie
Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden en zal de grenswaarde van 5% (met 95% zekerheid) populatie reductie bij zeehonden niet overschreden worden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking op de staat van instandhouding voor de grijze en/of gewone zeehond, kunnen daarmee worden uitgesloten.

Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen
Bruinvissen reageren hetzelfde op het impuls onderwatergeluid veroorzaakt door heien als zeehonden. Wanneer een bruinvis bevind binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie veroorzaakt, zwemt het dier weg met een snelheid van 2 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoordrempelverschuiving van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden omdat zij gevoeliger zijn voor impuls onderwatergeluid. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving (TTS en PTS) en naar verstorende effecten hiervan op de bruinvispopulatie niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders, waaronder het bruinvisbeschermingsplan en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van Wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen (met 95% zekerheid). Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit. Bruinvisverstoringsdagen zijn een indicator voor de verstoring van bruinvissen door impulsgeluid en is afhankelijk van het verstoorde oppervlak, bruinvisdichtheid en werkdagen.

In het KEC 4.0 wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring als gevolg van impuls geluid onder de SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m grenswaarde valt, wordt aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 voor Nederwiek 2 voldaan en valt de activiteit, wanneer wordt voldaan aan hetzelfde aantal heidagen, en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 3.5 vindt er een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) plaats bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 2. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.254 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 meter in diameter voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 3.5 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen). In verhouding met het totaal te heien palen voor windparken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 5-1 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten (in de periode 2016-2030).

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 601 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 473 verstoorde bruinvissen en dus 473 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,79 (473/601). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Nederwiek 2 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.622 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,13 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.622 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,11 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en ‘slow and soft start’ zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) op. Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

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

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden worden wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP daarmee uitgesloten. Hiermee wordt ook voldaan aan de gestelde verwachting vanuit het KEC. Mogelijke effecten hebben geen negatief effect op de staat van instandhouding voor de populatie van bruinvissen.

5.3.3 Bovenwaterverstoring

Bovenwaterverstoring kan optreden tijdens de gebruiksfase maar is worst-case in de aanlegfase. De Hinderplaat wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen uit 2019 van zogende zeehonden (Figuur 5-6).

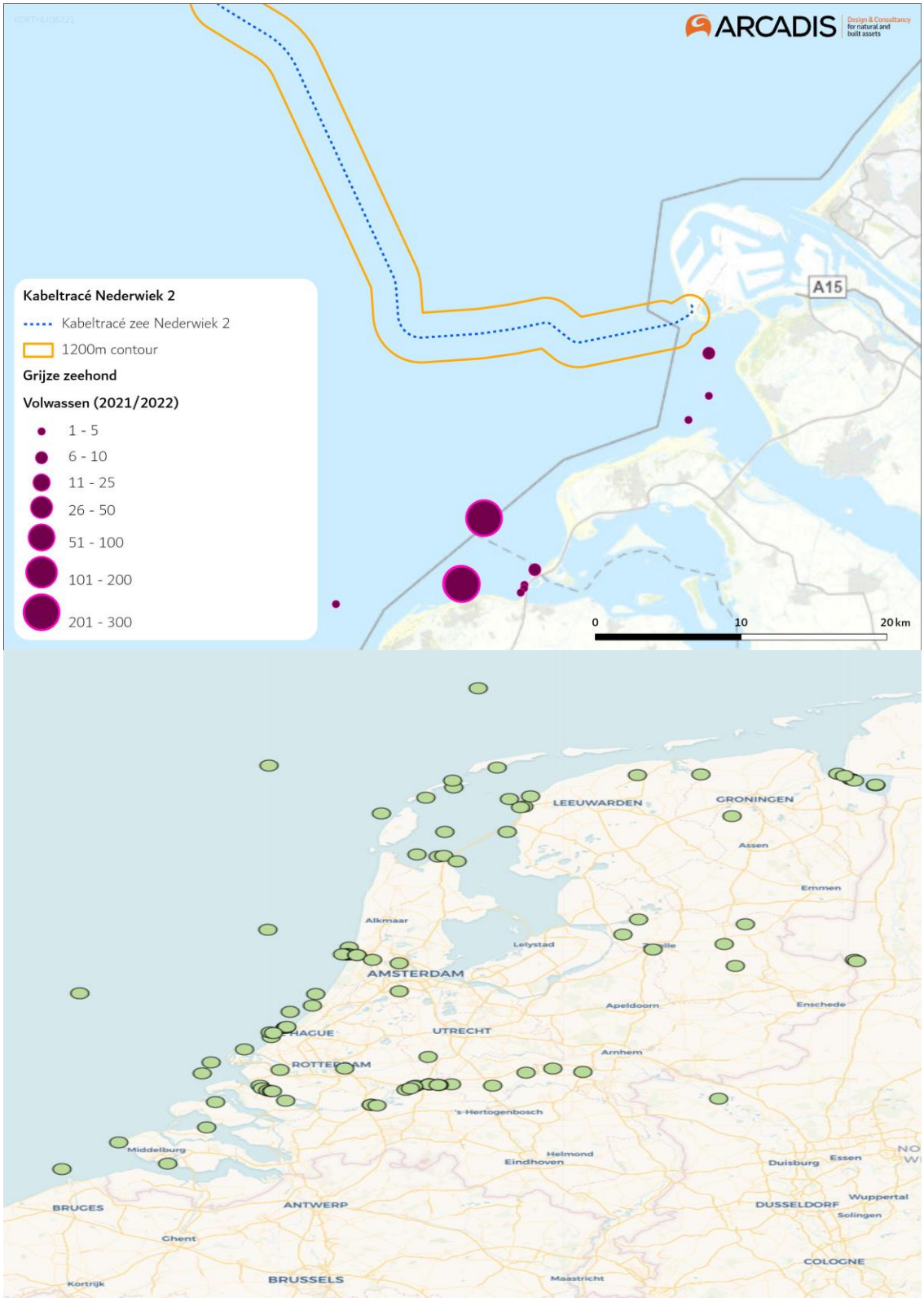
Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is toegankelijk voor bezoekers en er loopt een doorgaande weg niet ver vandaan. Dit gebied is zodoende al verstoord. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragraaf 4.2.3). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond circa mei-september en de grijze zeehond circa november-maart, zie paragraaf 4.2.3), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter, waardoor het lastig is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren in dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Mitigerende maatregel: Als mitigerende maatregel kan een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Deze maatregel is verder toegelicht in Hoofdstuk 7.8.

Conclusie: Indien deze maatregel uitgevoerd wordt, zal er geen negatief effect ontstaan voor jonge en zogende zeehonden.



Figuur 5-6 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehond (boven) en jonge gewone zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022. Data van (Hoekstein et al., 2023).

5.3.4 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase. Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Zodoende wordt in de volgende paragraaf verder gekeken naar de mogelijke effecten op bruinvissen.

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) toont aan dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit toont aan dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-kabels, de kabels voor Net op zee Nederwiek 2 hebben een groter voltage, namelijk 525 kV. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren.

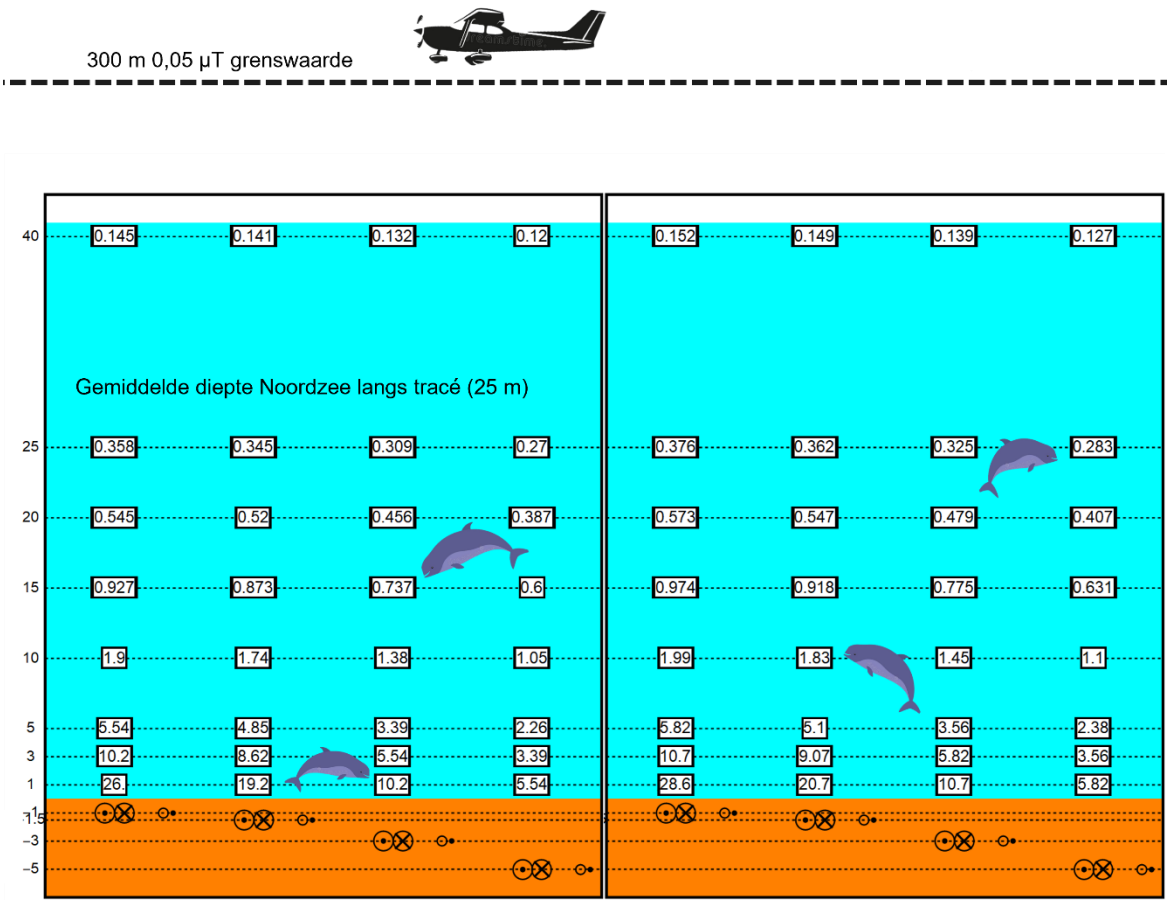
Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. (van Essen, 2021b)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 à 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen, zoals diepte en bodemsamenstelling. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld (Snoek et al., 2016), maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee Nederwiek 2 zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 5-7. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot

een effect leiden. In het geval van een storing zal het elektromagnetisch veld een waarde van 1,15 µT hebben op 40 meter hoogte. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de standaardwaarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 µT. Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte). Een kabel zoals die van Net op zee Nederwiek 2 heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. In vergelijking is dat meer dan 100 maal zo veel. Een stroom van 145 kA resulteert dan in een magnetisch veld van circa 7 µT in de waterkolom op 25 meter (vanuit gaand van een kabel van 185 mm en 3 meter onder de grond). Dit scenario zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee Nederwiek 2. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel het navigatievermogen van bruinvissen verstoord wordt.

Conclusie: Op basis van de huidige gegevens bovenstaand en in Bijlage VII-D blijkt er geen negatief effect te zijn op bruinvissen.



Figuur 5-7 Magneetveldzone in µT van de 525kV-zeekabel bij een kabeldiameter van 185 (links) en 150 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2020). De bovenste zwarte lijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-zeekabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt.

5.4 Vissen

5.4.1 Vertroebeling

Trekvissen zoals houting en Europese steur kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. Deze trekvissen zijn anadrome trekvissen. Dit geldt ook voor andere trekvissen in het gebied waarvoor vanuit gebiedsbescherming instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld; de rivierprik, zeeprik, elft en fint. Anadrome vissen trekken vanuit de zee de rivieren op om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie, en bij sommige soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus, is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust, die veroorzaakt wordt tijdens de aanlegfase, heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen. Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvissen omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de volgende paragraaf.

Respons van vissen op vertroebeling

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001a). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste

onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect wordt gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003a). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een slibwolk terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979a). Maes et al. (Maes et al., 1998a) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen tijdens de aanlegfase geen negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten Europese steur. Deze benthische soort is al een hoge mate van vertroebeling gewend door de bodemgebonden levenswijze en wordt hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Maes & Ollevier, 2005). (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen.

Pelagische trekvissoorten als houting zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen houtingen die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvissen die langs de Tweede Maasvlakte trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel het grootste effect komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/l (Figuur 6-8). De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l (Haskoning, 2007). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is voor migratie van trekvissen en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Verder treedt in de

kustzone maar enkele hectare vertroebeling op van het wateroppervlak en bodem rond de aanlanding (Figuur 3-2). De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van het Haringvliet en er zullen geen effecten zijn op trekvissen.

Conclusie: Vertroebeling van de werkzaamheden heeft geen negatief effect op trekvissen.

Effect van vertroebeling op vissen in het algemeen (zorgplicht)
Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uiteengezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003b). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979b). Maes et al. (1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren.

Conclusie: Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op vissen in het algemeen.

5.4.2 Continu en impuls onderwatergeluid

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. Die, zoals eerder besproken, doorgaans in hoge mate aanwezig zijn in het projectgebied, zie Figuur 5-3. Het beperkte aantal schepen t.b.v. de werkzaamheden tijdens de aanlegfase en voor onderhoud in de gebruiksfase voegt zodoende maar een kleine fractie toe ten opzichte van de al aanwezige reguliere scheepvaart.

Continu onderwatergeluid
De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (gemiddeld bereik ligt tussen de 50-500 Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Haringachtigen, zoals de fint, zijn gevoeliger voor geluid door fysiologische verschillen met andere vissen. De range van deze soorten licht veel hoger (tot 4000 Hz) (Ladich & Fay, 2013). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 meter voor normale vaartuigen tot 400 meter voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 meter bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden zijn de effecten van continu onderwatergeluid van varende schepen tijdens de aanlegfase op vissen verwaarloosbaar op het NCP. Tijdens de migratie trekken trekvissen naar gebieden toe. Hierdoor zijn de vissen minder verspreid over het NCP en komen zij in hogere aantallen voor in delta's (Winter et al., 2021). Er zijn ook soorten, zoals de houting, die niet ver de open zee optrekken omdat houting geen voorkeur heeft voor volledig zout

water (Winter et al., 2021). Voor deze soorten zijn de kustzone en het deltagebied van groot belang (Winter et al., 2021). Bij een worst-case aanname dat er binnen 500 meter van de bron verstoring optreedt is er aantasting van 2,9% van het areaal in de kustzone <10 km.

Conclusie: Er is geen negatief effect van continu-onderwatergeluid op (trek)vissen tijdens de aanlegfase.

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 gehoordrempelverschuiving, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (Akker van den & Veen van den, 2013; Duin et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

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

Conclusie: Er is geen negatief effect van impuls onderwatergeluid op (trek)vissen tijdens de aanlegfase.

5.4.3 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, evertebraten en bepaalde zeezoogdieren.

Voor verschillende soorten vissen en ongewervelden die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en ongewervelden wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 3 meter onder de grond). Deze waarden nemen echter snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zullen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2021c) en weergegeven in Figuur 5-7 (waardes tussen 1- 0,1 µT).

Conclusie: Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.

5.4.4 Historische verontreiniging op zee

Slibconcentraties en verspreiding

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van de tracés. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn bruikbaar daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit, zoals zichtbaar is in Figuur 3-1. Ook bij het wateroppervlak is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Gemiddeld per dag komt de slibconcentratie over de hele waterkolom niet boven de 2 mg/l uit.

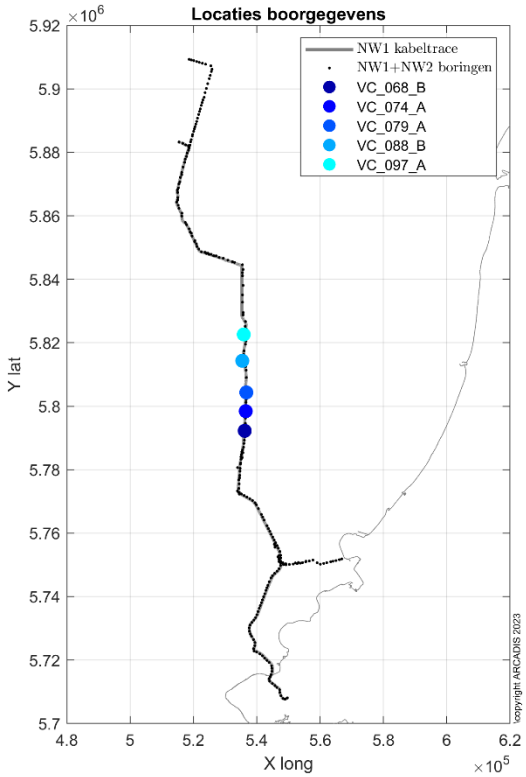
Arseenconcentraties in de bodem

De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 5-2 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 5-8, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 5-2 Arseenconcentraties in de diverse monsters.

Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54

VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46

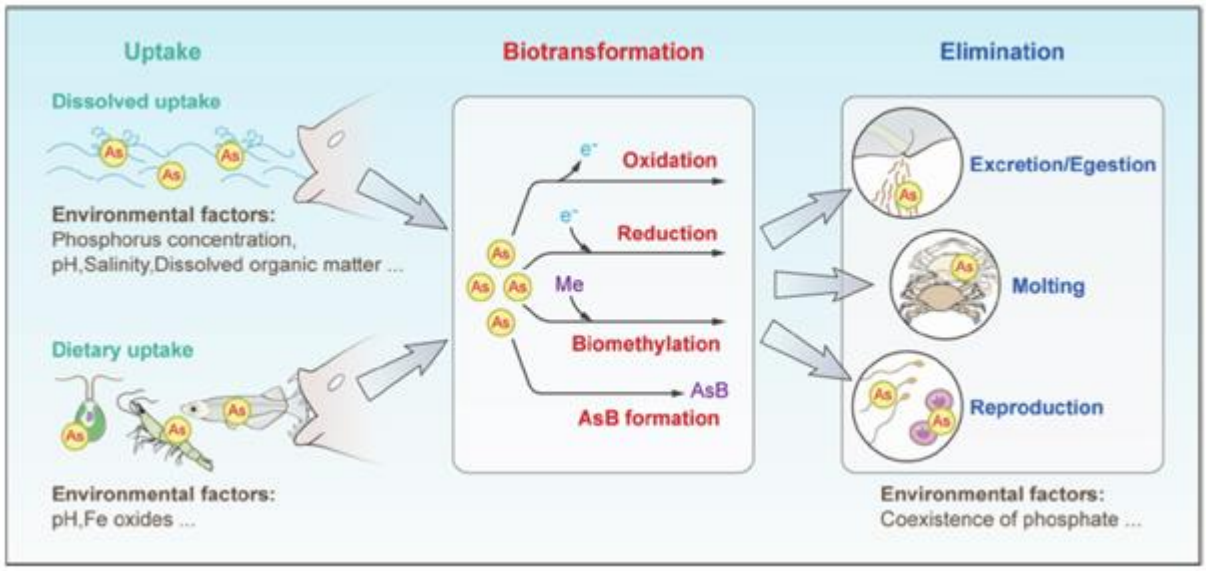


Figuur 5-8 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald.

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^{V}) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS).

Figuur 5-9 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 5-9 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen.

Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat het trenchen voldoende zuurstof toevoegt en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[6] In Tabel 5-3 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[7] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 5-3 genoemde normen voldoende bescherming wordt beargumenteerd op het stofgevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

[6] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[7] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Tabel 5-3 Normen en achtergrondconcentratie voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

Inschatting arseenconcentratie in het water
In (Arcadis, 2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

5.5 Rugstreeppad

Rugstreeppad is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatie loos en zonder concurrentie van andere amfibieën of waterinsecten. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt 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, hier graven de rugstreeppadden zich in. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes.

Zoals beschreven in paragraaf 4.3.3 is het gebied rondom de Slufter geschikt als leefgebied voor rugstreeppad. Ook zijn er waarnemingen gedaan van de rugstreeppad nabij het converterstation en op en nabij het tracé. Aangezien het niet uit te sluiten is dat rugstreeppad in de directe omgeving van het converterstation en het tracé overwintert, kunnen werkzaamheden in het winterseizoen (van oktober tot en met maart), leiden tot directe aantasting van de winterrustverblijven en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven plaatsvinden. Bovendien wordt de soort aangetrokken door pioniersomstandigheden met open zand en tijdelijk water, wat vaak ontstaat op bouwterreinen, hierdoor kan bij de werkzaamheden en herinrichting de soort ineens opduiken op dergelijke locaties. Indien dat gebeurt, treedt door de bouwwerkzaamheden verstoring en schade aan individuen en/of leefgebied op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming.

Het geluidsniveau van het converterstation is tijdens de gebruiksfase niet hoger dan door de bestaande bedrijvigheid en leidt daardoor niet tot verstorende effecten op rugstreeppad. Doordat rugstreeppad een pioniersoort is met een opportunistische levenswijze zal het zeer lage EMV van de kabel (lokaal maximaal vergelijkbaar met het aardmagnetisch veld) niet leiden tot een negatief effect. Voor deze soort zijn factoren als de aanwezigheid van geschikte open grond en voortplantingswateren van groter belang voor de voortplanting en het voortbestaan van de populatie.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.5.

5.6 Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een typische, eenjarige zomerbloeier en groeit op open, zonnige plaatsen. Deze soort komt voor op droge, kalkarme, meestal zwak zure, betrekkelijk voedselarme zandgrond. Dit kan in open grasvegetaties op humus- en stikstofarm zand, op akkers en in de duinstreek ook op droog, licht betreden grasland en duinzand dat oppervlakkig ontkalkt is. De soort is een bekende soort van duinvegetaties, maar komt ook voor op door mensen gerealiseerde locatie met vergelijkbare groeiomstandigheden als spoortaluds en braakliggende terreinen (met opgebracht zand).

Door de aanleg van het tracé op land worden groeiplaatsen van glad biggenkruid vergraven. Ter plaatse van het converterstation werd rond september 2022 opgebouwd voor een expositie, waardoor de gehele locatie was leeggehaald voor de opbouw. Er kan echter niet worden uitgesloten dat er weer glad biggenkruid kan groeien, wanneer het terrein weer braak ligt. Ter plaatse van het converterstation gaat het om permante effecten, omdat na de bouw van het converterstation geen glad biggenkruid meer kan groeien. Ter plaatse van het tracé en werkterreinen gaat het om tijdelijke effecten, omdat na aanleg de groeiplaatsen hersteld kunnen worden. Omdat glad biggenkruid een soort is van pioniersomstandigheden zal de soort zich na de werkzaamheden weer kunnen vestigen op deze locatie.
De zeer lage EMV van de kabel (lokaal maximaal vergelijkbaar met het aardmagnetisch veld) zal niet leiden tot een negatief effect op de populatie van glad biggenkruid. Voor deze soort zijn factoren als de aanwezigheid van geschikte pioniersomstandigheden van groter belang voor het voortbestaan van de populatie.

Conclusie: Negatieve effecten (vernielen, ontwortelen) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.6.

5.7 Niet beschermde soorten

In deze paragraaf zijn enkele bijzondere soorten behandeld die niet zijn beschermd via Wnb artikel 3.1, 3.5 of 3.10. Voor alle soorten geldt echter wel de zorgplicht. In het kader daarvan is bepaald om effecten op onderstaande rode-lijstsoorten en zandkokerworm te onderzoeken. Voor de rode-lijstsoorten is dit nodig geacht omdat deze soorten als ‘bedreigd’ zijn gekwalificeerd. Voor

zandkokerwormriffen geldt dat lang gedacht werd dat deze niet meer aanwezig waren in het Nederlandse deel van de Noordzee. Aangezien dit habitat recent is aangetroffen en (potentieel) een kwetsbare en belangrijke soort is, is het besloten deze nader te belichten in deze soortbeschermingstoets.

5.7.1 Zandkokerworm

Zandkokerwormen (*S. spinulosa*) zijn belangrijke bodemorganismen die hun omgeving en daarmee het ecosysteem beïnvloeden door het bouwen van riffen. Zandkokerwormen kunnen mogelijk effecten ondervinden van sedimentatie, vertroebeling, habitataantasting en verontreiniging. De effecten worden in de onderstaande paragrafen nader uitgelegd.

Sedimentatie
S. spinulosa riffen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Bij grotere hoeveelheden zijn de wormen niet meer in staat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker', met de dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand, wat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden. Sedimentatie van >1 mm/dag komt beperkt voor direct op het tracé. Het kan worden aangenomen dat sedimentatie geef effect heeft op *S. spinulosa*.

Vertroebeling
Uit Pearce, (2017) blijkt dat *S. spinulosa* waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom. Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/l suspended particulate matter) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconcludeerd dat S*. spinulosa* riffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/l komen, en dit is niet het geval. De verhoging bedraagt maximaal tot 5 mg/l (zie paragraaf 3.2). Het kan worden aangenomen dat vertroebeling geen effect heeft op *S. spinulosa* riffen.

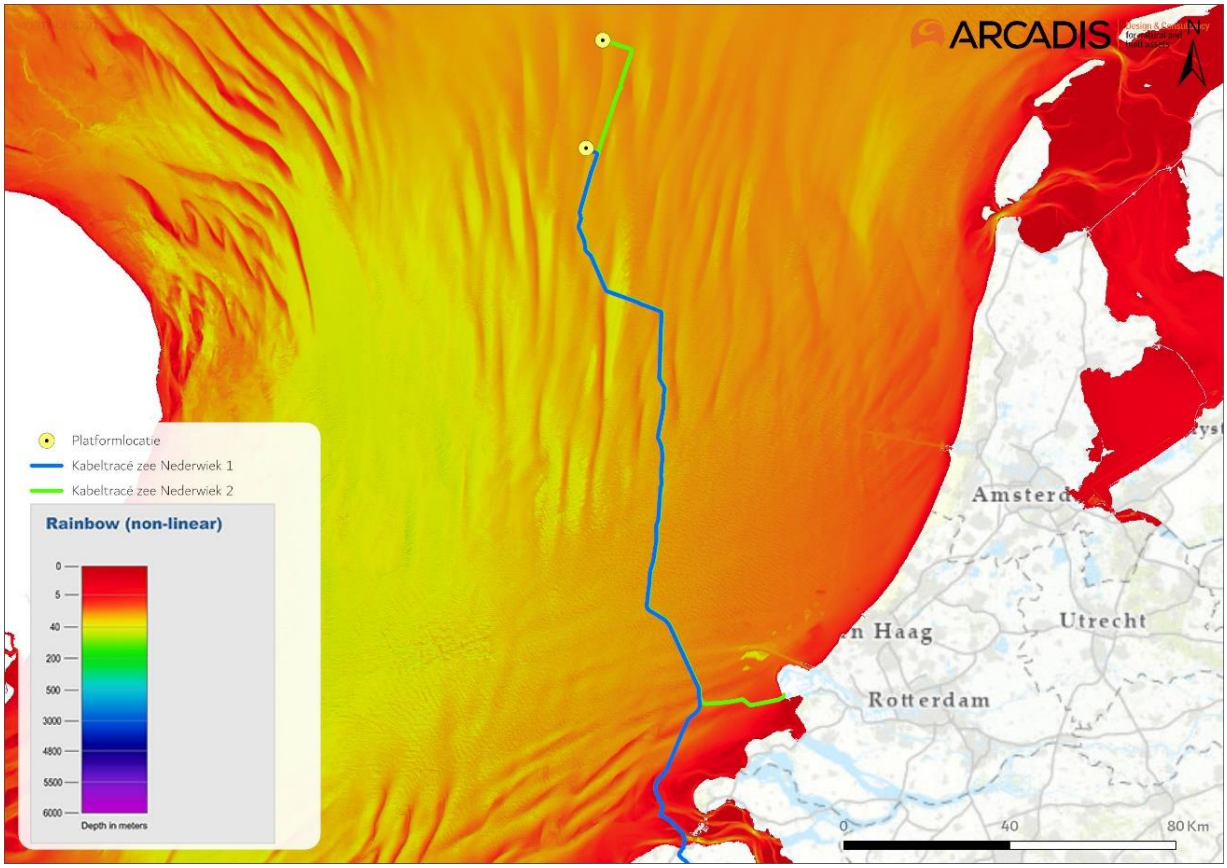
Habitataantasting
Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding tot het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig verdwenen riffen gaan. In het algemeen wordt aangenomen dat het beperkte voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (Garcia et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). Omdat bodemvisserij binnen het Windpark Nederwiek in de toekomst niet meer is toegestaan bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

Het valt echter niet uit te sluiten dat er op het voorkeurstracé riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 5-10 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa*, zie Figuur 5-11 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn echter niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *´De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'.* Tevens is met behulp van een Sonar Image Detection model en sonar beelden gekeken of op en rondom de voorgenomen platformlocatie *S. spinulosa* riffen aanwezig zijn. Dit model is gebaseerd op een al bestaand model dat bepaalde structuren, zoals *S. spinulosa riffen,* op de zeebodem kan herkennen (Harrison et al., 2011). Uit dit model is gebleken dat *Sabellaria* riffen niet aanwezig zijn in het onderzoeksgebied. Hier moet wel de kanttekening bijgeplaatst worden dat het model nog niet volledig accuraat is. Dit komt omdat er een beperkt aantal trainingsbeelden (van *S. spinulosa* riffen) is, en de resolutie van de Side Scan Sonar relatief laag is. Meer sonar beelden van *S. spinulosa* riffen zullen leiden tot een accurater model. Het model heeft dus een onzekerheidsmarge en de voorgenomen platform locatie ligt wel in de buurt van bekende *S. spinulosa riffen.* Het is daarom niet mogelijk om de aanwezigheid van deze riffen met zekerheid uit te sluiten. Wel kan gesteld worden dat de aanwezigheid van riffen niet waarschijnlijk worden geacht. Als het platform eenmaal is geïnstalleerd, kunnen nieuwe riffen vormen op het harde substraat rondom het platform (Vanagt et al., 2013).

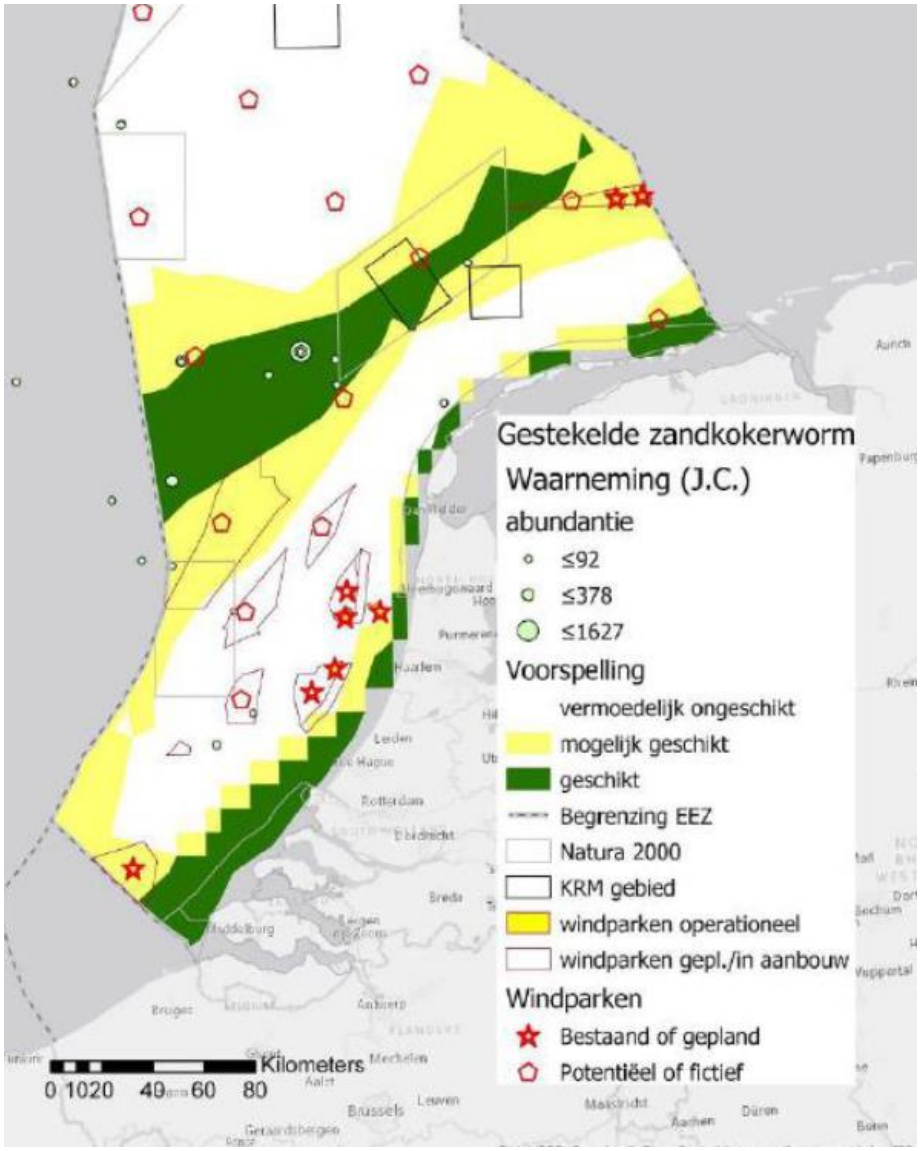
De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het tracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal beperkt blijven tot de reikwijdte van het baggeren/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de *S. spinulosa* riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke verwoesting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting kunnen (grotendeels) lege velden na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).
Om negatieve effecten op de soort te voorkomen dienen de volgende maatregelen te worden getroffen:

- Met de huidige informatie kan niet worden vastgesteld of en waar de riffen op de tracés voorkomen. Door het analyseren van Side scan sonar data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Side scan sonar of gericht onderzoek kan worden bekeken of een optimalisatie van het tracé mogelijk is binnen de aangestelde corridor.
- De resultaten van de Side scan sonar analyse, evenals de keuze voor de optimale route die hierop wordt gebaseerd, dienen vastgelegd te worden in een logboek.

De bovengenoemde maatregelen zijn gericht op het voorkomen van incidentele schade, echter is kans op verstoring of doden van exemplaren tijdens de werkzaamheden niet uit te sluiten. Voor de zandkokerwormriffen gelden momenteel nog geen beschermingsmaatregelen, waardoor een ontheffing voor het overtreden van verbodsbepalingen niet aan de orde is. De algemene zorgplicht is wel van toepassing.



Figuur 5-10 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee Nederwiek 1 en 2, bathymetriegegevens (EMODnet, n.d.).

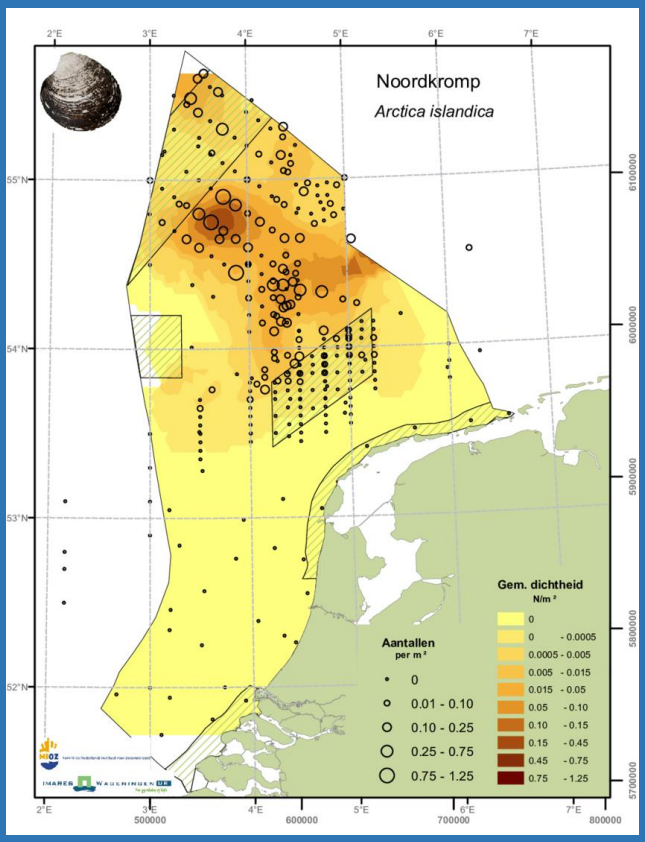


Figuur 5-11 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor S. spinulosa *uit (Bos et al., 2019).*

Overige benthische soorten

In de Noordzee en kustzone kunnen andere benthossoorten sporadisch voorkomen langs het tracé die niet zijn behandeld in de huidige studie, bijvoorbeeld de noordkromp (*Arctica islandica*). De noordkromp komt vooral in het Noorden van het NCP voor, zie Figuur . De soort is kwetsbaar voor bodemverstoring (onder andere als gevolg van aanleg van kabels) door zijn leefwijze, namelijk ondiep onder het oppervlak van de zeebodem (de Bruyne et al., 2013). In het projectgebied komt de noordkromp sporadisch voor. Uitgaande van de worst-case aannames, zoals beschreven in Hoofdstuk 3, kunnen effecten op soortniveau van sporadisch voorkomende benthische soorten zoals de noordkromp worden uitgesloten.

De noordkromp heeft in gebieden die worden gebruikt voor platvisvisserij erg te lijden. Mogelijk dat de noordkromp profiteert van de aanwezige Wind op zee parken aangezien er in deze parken niet gevist mag worden (Lindeboom et al., 2008).



Figuur 5-12 Verspreiding van de noordkromp op het Nederlandse Continentaal Plat. (Lindeboom et al., 2008).

5.7.2 Rode lijst-soorten: flora

Ten aanzien van de Rode lijst-soorten zijn met name ten zuiden van de Noordzeeboulevard groeiplaatsen bekend. De werkzaamheden hebben een negatief effect op Rode lijst-soorten, het materieel kan (onbedoeld) leiden tot schade.

De vegetatielaag met bijzondere vegetatie dient intact gehouden te worden. Dit wordt gedaan door het tijdelijk (en ter plaatste indien mogelijk) op depot zetten van de vegetatielaag, wanneer er bijzondere vegetatie op staat. De vegetatielaag wordt na de aanleg van de kabels als laatste teruggeplaatst.

De bekende groeiplaatsen dienen daarom vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld gemarkeerd met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen en ander materieel.

6 Cumulatie

Voor cumulatie worden paragrafen ingedeeld op effectketens in plaats van op soortgroepen zoals in Hoofdstuk 5. Dit wordt gedaan om herhalingen in teksten van de verschillende soortgroepen te voorkomen.

6.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op zee. Er zijn op land effecten door verstoring en habitataantasting vastgesteld. Er zijn voor op zee en land verder wel gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten door impuls onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 5.3.2). Impuls onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende ongestoord alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt ook naar andere projecten gekeken die tot impuls onderwatergeluid leiden.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat negatieve effecten door vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Wanneer echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling wat mogelijk wel een effect heeft. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Bovenwaterverstoring op zee.** Geconcludeerd wordt dat effecten door bovenwaterverstoring op zee kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord areaal aanwezig voor soorten. Door de parallelle ligging en mogelijk gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 wordt bovenwaterverstoring meegenomen in de cumulatietoets.
- **Verstoring op land:** Geconcludeerd wordt dat dat de effecten door verstoring tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Verstoring wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2.
- **Habitataantasting op land.** Geconcludeerd wordt dat de effecten door habitataantasting door het kabeltracé tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Habitataantasting wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2. Geconcludeerd wordt dat de permanente effecten van de aanleg van het converterstation kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord gebied aanwezig voor soorten. Door de aanleg van meerdere converterstations van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 wordt habitataantasting meegenomen in de cumulatietoets.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1. Daarom wordt dit gevolg in deze cumulatietoets meegenomen.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wet natuurbescherming (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de soorten kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een vergunning noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben.

6.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of ruimte. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juli 2023) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 6-1 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (juli 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV alleen gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (maart 2023) nog niet vergund zijn.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Maasvlakte II wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Nederwiek 2. In Tabel 6-2 worden de potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen opgesomd. In paragrafen 6.3 t/m 6.8 wordt per autonoom project beschreven of er potentiële cumulerend effecten optreden of niet.

Tabel 6-1 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Nederwiek 2.

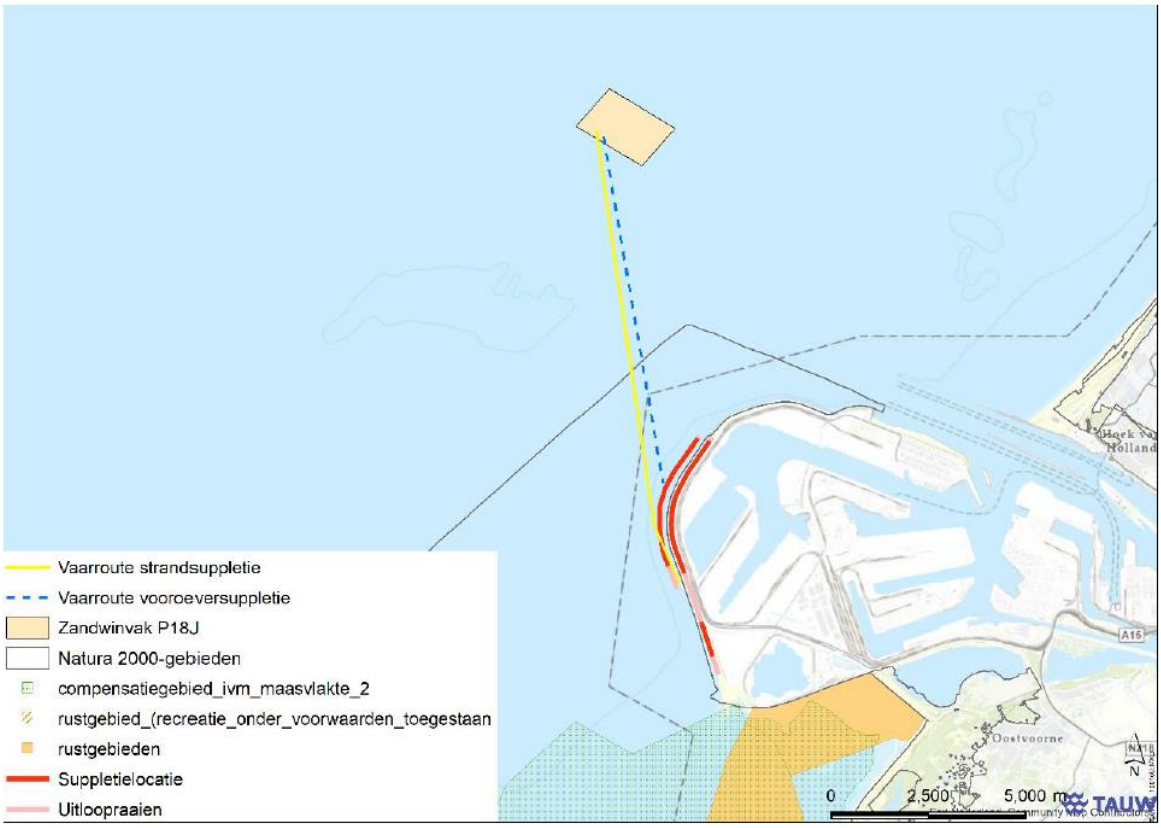
Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee en Tweede Maasvlakte	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee en Tweede Maasvlakte	2024-2029
Net op zee Nederwiek 1	Noordzee	2025-2029

Tabel 6-2 Potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 2 en autonome ontwikkelingen (een X betekent dat er mogelijk cumulerende effecten zijn).

Projectnaam	Vertroebeling	Impuls-onderwater-verstoring	Bovenwater-verstoring	Verstoring op land	Habitat-aantasting op land	Elektro-magnetische velden
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	X					
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	X					
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	X					
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	X	X				
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	X	X	X	X	X	X
Net op zee IJmuiden Ver Beta	X	X	X			X
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	X	X	X			X
Net op zee Nederwiek 2	X	X	X			X

Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Tweede Maasvlakte onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt circa 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van de Tweede Maasvlakte (Figuur 6-1). Werkzaamheden voor de aanleg en onderhoud van de Tweede Maasvlakte kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.



Figuur 6-1 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3. Werkzaamheden voor de verdieping van de Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de

monding van de Oosterschelde. Werkzaamheden voor baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Nederwiek 2. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2
Naast Net op zee Nederwiek 2 zijn worden ook Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 aangelegd. De aanleg van Nederwiek 2 rondt af in 2029. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma rond naar verwachting in 2029 af. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 worden vertroebeling, impuls-onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, elektromagnetische velden, verstoring op land en habitataantasting op land in cumulatie beoordeeld.

Voor het beoordelen van cumulerende effecten is uitgegaan van de onderstaande twee scenario's:
1. Het aanleggen van vier Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats met **één jaar ertussen.** Er zal geen overlap optreden in werkzaamheden aan de vier projecten.
2. Het aanleggen van de kabels van vier Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats in **hetzelfde seizoen**.

Hieronder worden voor alle beschreven autonome projecten in paragraaf 6.2 de potentiële cumulerende effecten beschreven.

6.3 Vertroebeling

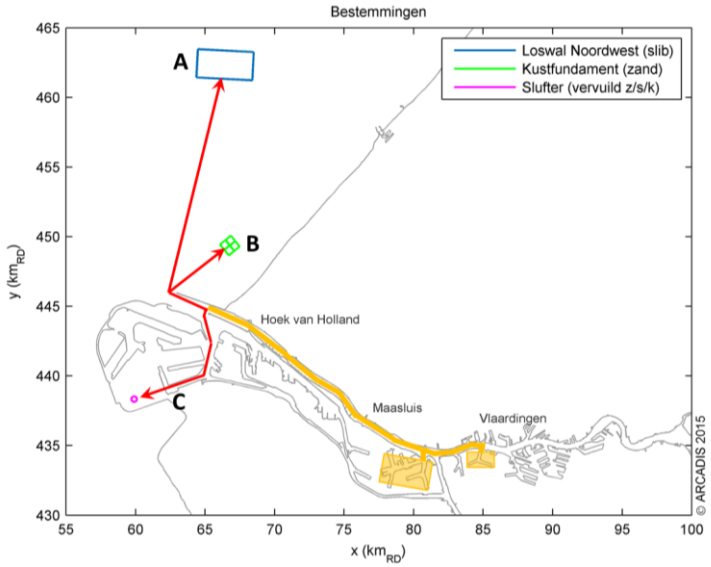
6.3.1 Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Gezien de aanleg van Nederwiek 2 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd zijn. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Nederwiek 2, maar noordelijker. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie treedt er geen cumulatie van effecten op tussen deze projecten.

6.3.2 Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

Aangezien de aanleg van Nederwiek 2 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de tweede fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In de tweede fase zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 6-2). Voor de worst-case wordt aangenomen dat de tweede fase (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van de tweede fase ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/l verhoging in de kustnabije

zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van de tweede fase nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de tweede fase verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



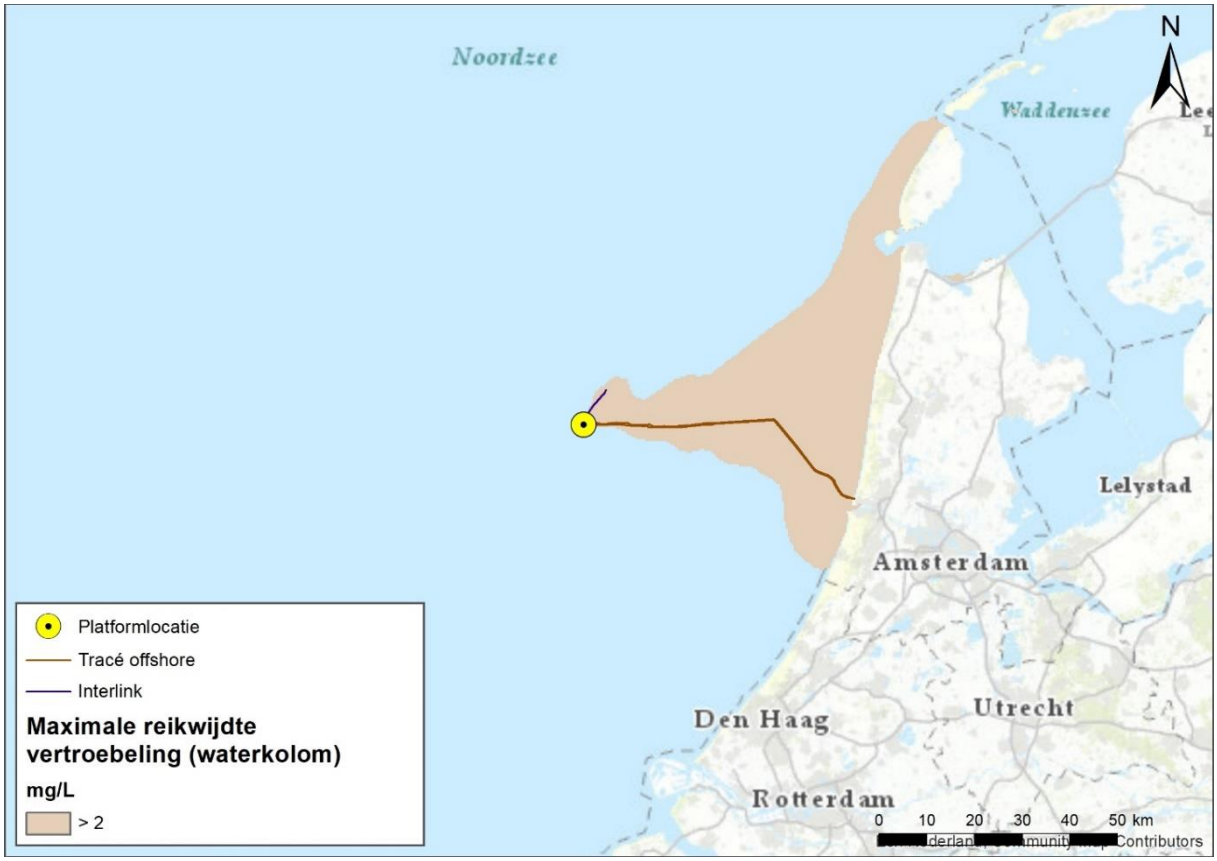
Figuur 6-2 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Nederwiek 2 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

6.3.3 Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Nederwiek 2 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

6.3.4 Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

De slibwolk die vrijkomt bij de werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 6-3) en zal zodoende niet in geografische locatie overlappen met Nederwiek 2. Tevens zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden voor duikende en op zichtjagende vogels wanneer beide vertroebelingswolken gelijktijdig optreden. Effecten van cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 6-3 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) reikt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

6.3.5 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2

Resultaten slibmodelleerstudie Nederwiek 2, Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Beta en Gamma

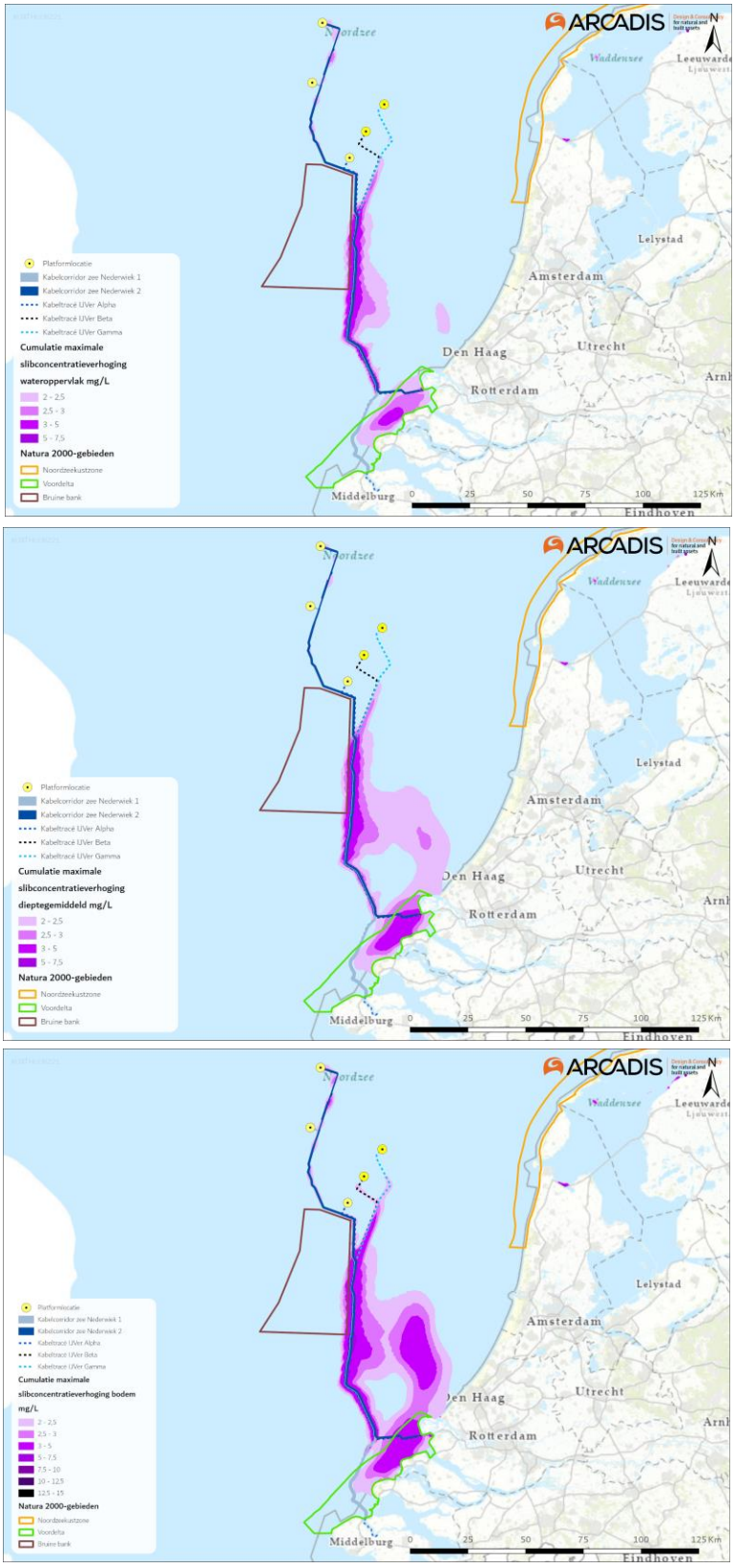
Figuur 6-4 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en Nederwiek 2 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden.[8] In het figuur is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land. Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

Figuur 6-4 toont voor elke locatie op de kaart de maximale absolute mogelijke worst-case combinatie van vertroebeling van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 (scenario 1b). Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 6-4, omdat de slibwolk met de

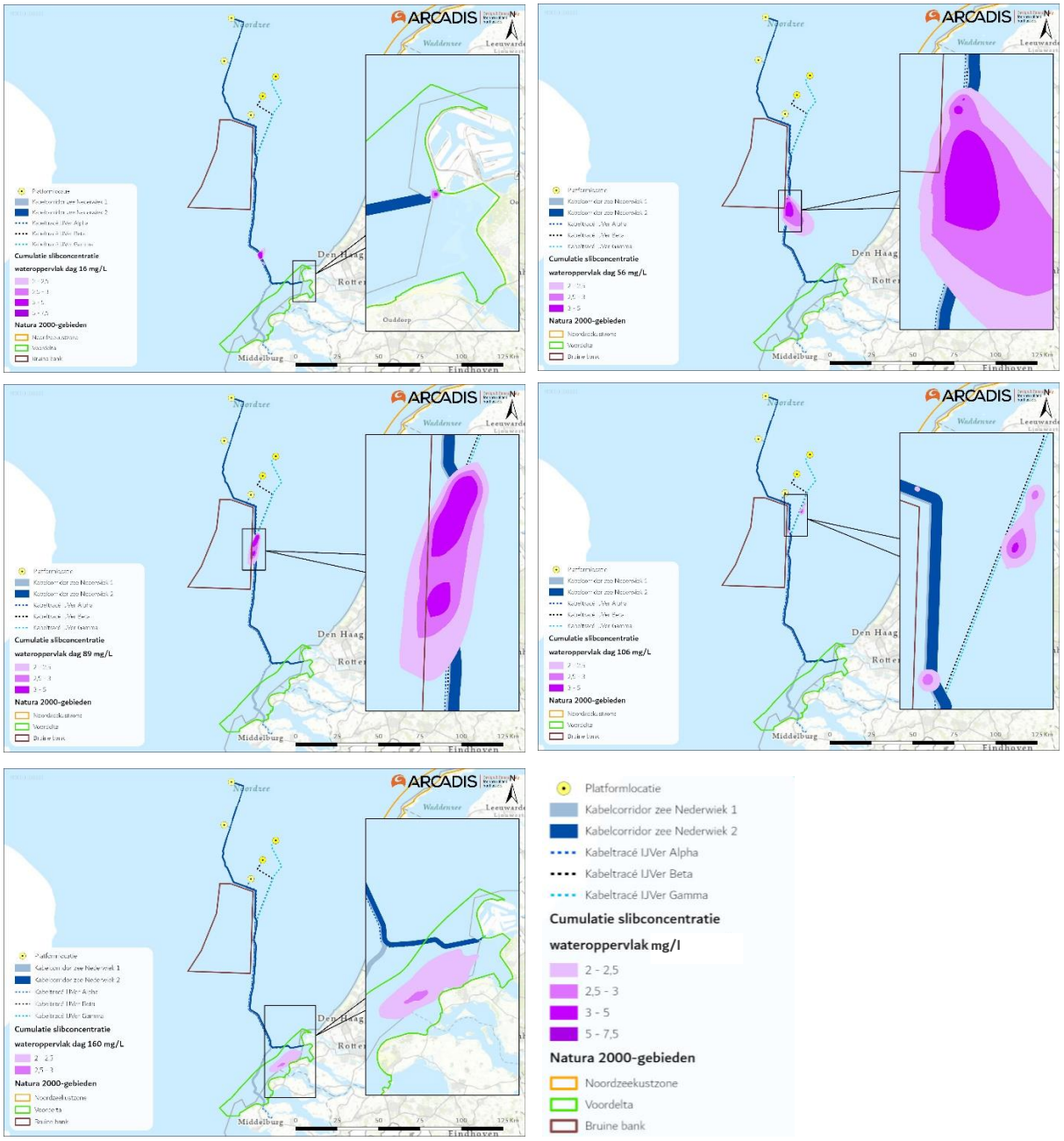
[8] Worst-case kunnen er vier van de vijf netten op zee (IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 en 2) in hetzelfde tijdvak binnen een bouwjaar aangelegd worden. Er is geen effectief verschil tussen de resultaten van de modellen of beoordeling voor verschillende combinaties van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Er is gekozen om hier te kijken naar cumulatie van Nederwiek 2 met Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Beta en Gamma aangezien deze drie tracés het meeste overlap met Nederwiek 2 hebben.

(bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 6-5 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden in het scenario plaats van west naar oost. In de praktijk is het mogelijk dat aannemers tegengesteld werken of op andere locaties tegelijk aan het werk zijn. In Figuur 6-5 zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee Nederwiek 2 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 76) en de Voordelta (dag 5).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en bij de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/l. In de Voordelta is de maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak 12,5 mg/l en voor dieptegemiddeld en bij de bodem is het 15 mg/l.



Figuur 6-4 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l).



Figuur 6-5 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Effecten op zichtjagende vogels

Op zee (buiten de kustzone)

In paragraaf 5.1.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Nederwiek 2 niet leidt tot negatieve effecten op zichtjagende vogels. Ten opzichte van het tijdelijk vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Bij gelijktijdige aanleg van Net op zee Nederwiek 2 met de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 1, zal er overlap optreden van de vertroebelingswolken. Deze vertroebelingswolk is weergegeven in Figuur 6-4.

Wanneer er geclusterde aanleg plaatsvindt zal een groter areaal tijdelijk minder geschikt zijn als foerageergebied voor vogels. De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Netten op zee Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2, zie Figuur 6-5. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 op zichtjagende vogels op zee buiten de kustzone zijn zodoende uitgesloten.

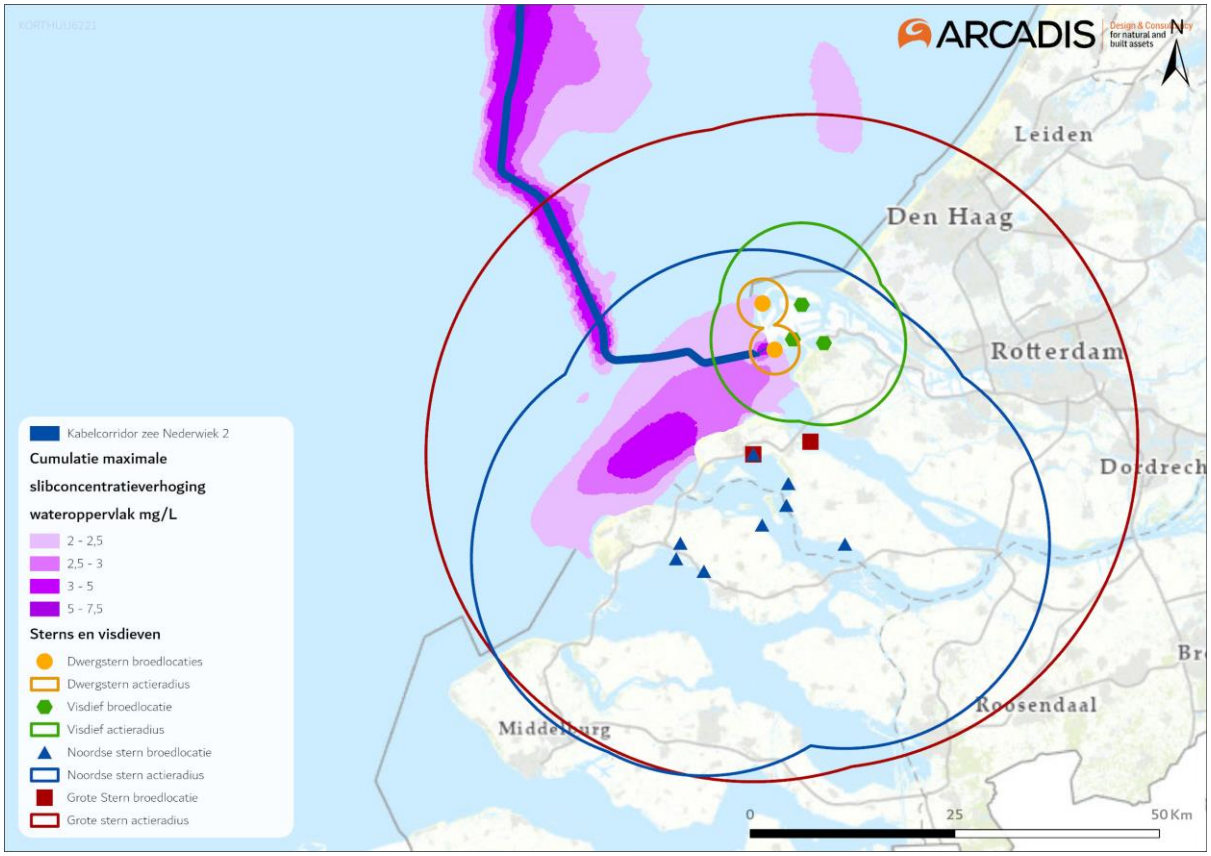
Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Op zee (binnen de kustzone)
In cumulatie kan tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 6-4). De slibwolk aan het wateroppervlak reikt in de kustzone van de kust van Westkapelle tot aan het noorden van de Maasvlakte en de totale reikwijdte 38.420 ha. Verschillende soorten sterns (grote stern, noordse stern, visdief en dwergstern) broeden op de Tweede Maasvlakte of in de omgeving (zie Figuur 6-6). Effecten kunnen optreden wanneer door een vertroebelingswolk aan het wateroppervlak sterns geen gebruik meer kunnen maken van essentieel foerageergebied.

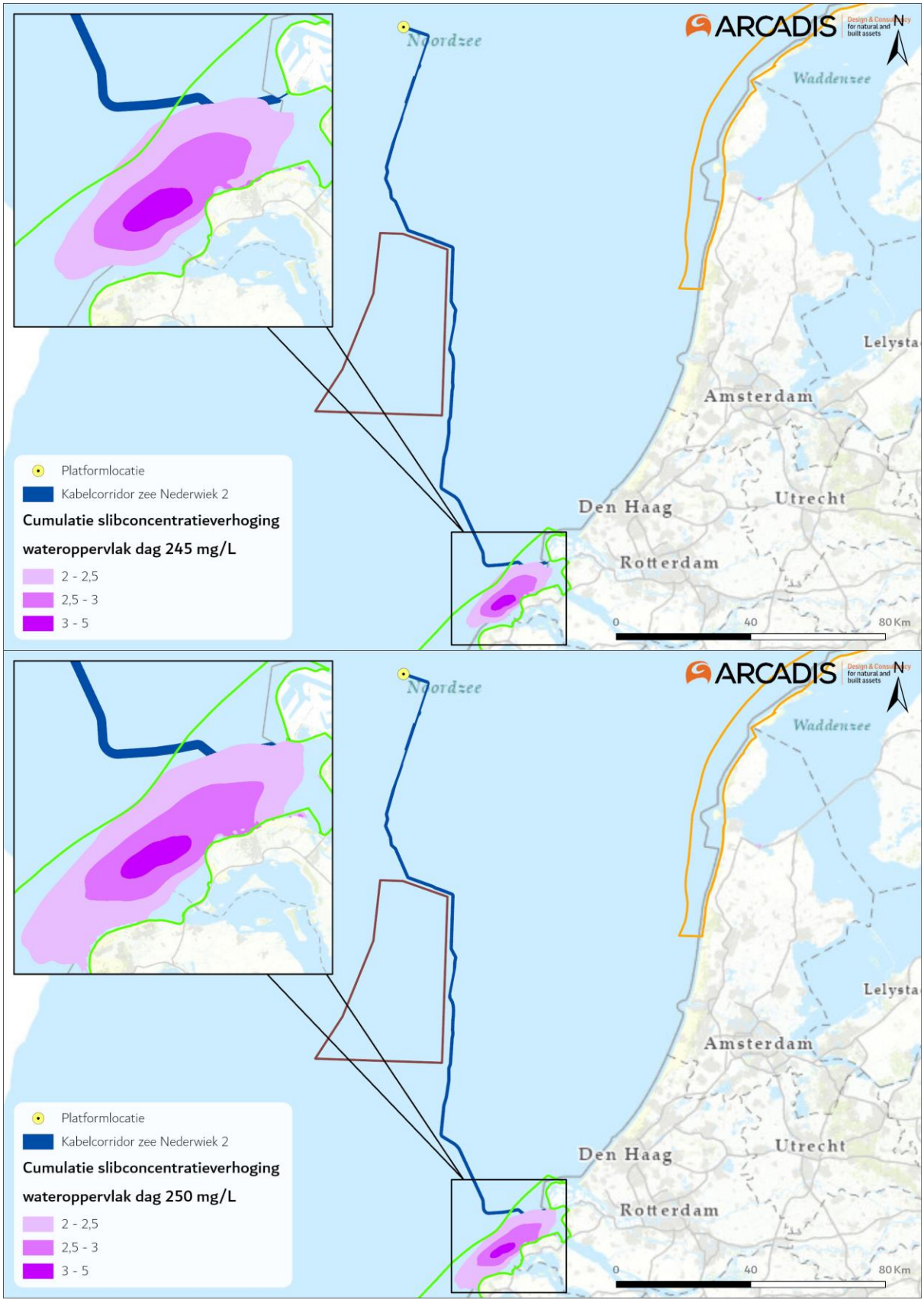
De verhoging van de slibconcentraties vindt niet plaats over het gehele tracé of over de gehele Voordelta, maar zal lokaal en tijdelijk zijn, waarbij de vertroebelingswolk rondom de Maasvlakte enkele (maximaal 4 dagen) aanhoudt, zie Figuur 6-7. Verder blijft de concentratieverhoging onder de 2,5 mg/l in de omgeving van de Maasvlakte. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l. De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie.

Doordat de slibwolk een concentratie van maximaal 2,5 mg/l heeft en maar enkele dagen (maximaal 4 dagen) aanhoudt ondervinden zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte hier geen effecten van, ook niet als dit in het broedseizoen gebeurt. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 op de populatie dwergsterns en visdieven zijn zodoende uitgesloten.

Conclusie: Er zijn geen directe of indirecte negatieve effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels binnen (<10km) de kustzone.



Figuur 6-6 Vertroebelingswolken aan het oppervlak rondom de Tweede Maasvlakte die vrijkomen bij de aanleg van de Netten op Zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2.



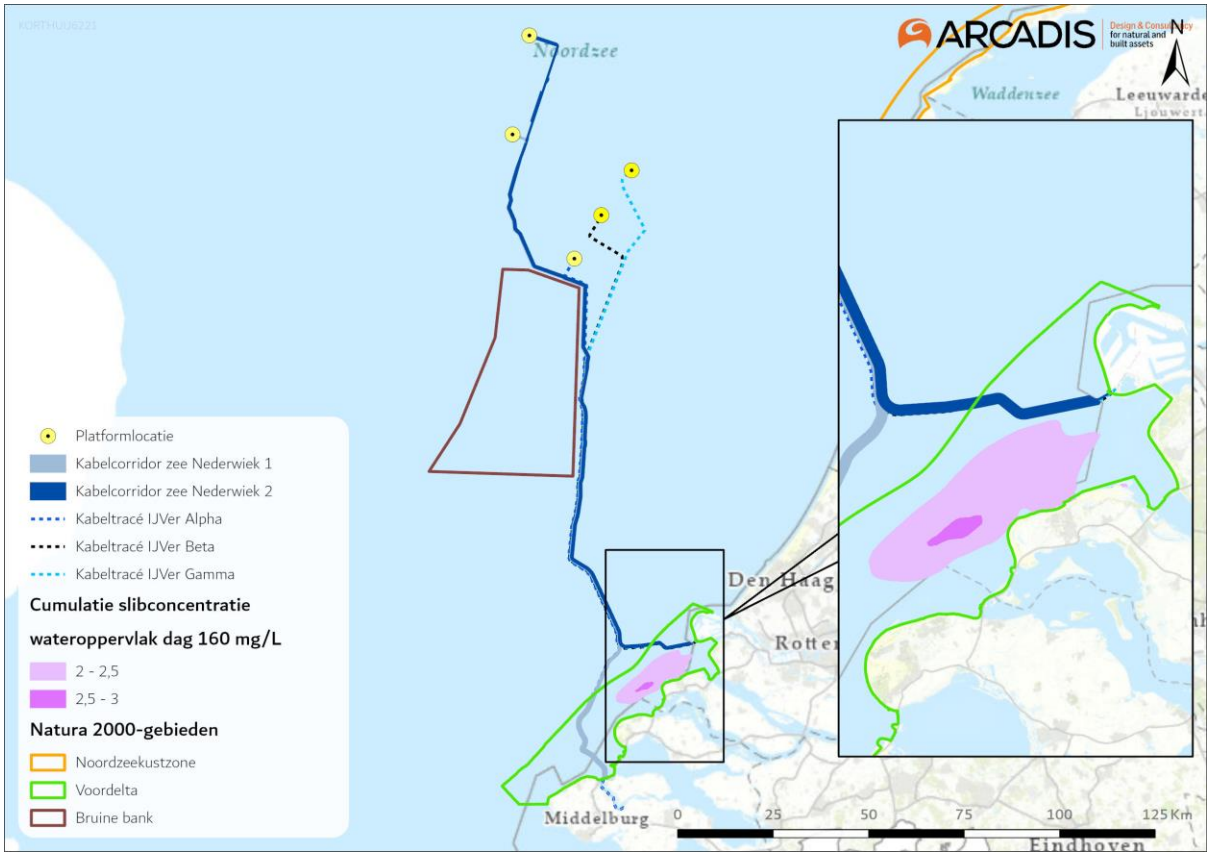
Figuur 6-7 Vertroebelingswolken aan het wateroppervlak op dag 245 en dag 250 in de Voordelta.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)
Op vogels kunnen ook indirecte effecten optreden via de voedselketen. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/l. Na een periode van enkele dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (15 mg/l, 7,5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

Effecten op vissen
In paragraaf 5.4.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Nederwiek 2 niet leidt tot negatieve effecten op (trek)vissen. Ten opzichte van het tijdelijk vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) ondervinden trekvissen geen effect van de slibconcentratieverhogingen. Voor vissen die onder de zorgplicht vallen is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving.

Dit is ook het geval bij cumulatie van Nederwiek 2 met de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma en Nederwiek 1. Bij de geclusterde aanleg van de Netten op zee neemt de slibconcentratieverhoging toe en neemt de slibwolk toe in areaal. In Figuur 6-8 is de situatie van de vertroebeling op dag 160 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de kustzone. Het figuur laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na vijf dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van ‘blokkade’ van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 3 mg/l. De concentratieverhogingen vallen echter binnen de achtergrondconcentratie en onder de concentratie waarop trekvissen mogelijk een effect ondervinden. Voor vissen die onder de zorgplicht vallen is er op ieder moment ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Een negatief effect op (trek)vissen van beide projecten samen is uitgesloten.



Figuur 6-8 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 160, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta.

6.4 Impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt cumulatie van impuls-onderwatergeluid toegelicht voor de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma.

Effecten op zeezoogdieren

In de effectbepaling van zeezoogdieren voor impuls-onderwatergeluid voor Nederwiek 2 (zie paragraaf 5.3.2) is deze activiteit al in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), waar de impact van Wind op zee projecten in samenhang wordt beschouwd. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schetst, zijn cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 uitgesloten.

Effecten op vissen

Zoals beschreven in paragraaf 5.4.2 wordt er worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron van verstoring effecten kunnen optreden op vissen. Door cumulatie in tijd zal een groter areaal dan de > 0,002% van het totale oppervlak van het NCP dat alleen door het aanleggen van het Net op zee Nederwiek 2 worden aangetast. Het is onduidelijk wat de exacte grootte van het cumulerende effect is. Uitgaande van 0,002% verstoord oppervlak per Net op zee, wordt er bij cumulatie van de aanleg van 4 Netten op zee een gebied van 0,008% verstoord. Dit is nog steeds een

fractie van het oppervlak van het NCP. Verder zijn de cumulatieve effecten ook van tijdelijke aard en treden ze alleen op tijdens de aanlegfase. Dit en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten. Mogelijke externe effecten als gevolg van cumulatie hebben geen negatief effect op de staat van instandhoudingen van de verschillende trekvissen.

6.5 Bovenwaterverstoring

In deze paragraaf wordt cumulatie van bovenwaterverstoring van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma toegelicht.

Effecten op vogels

Op zee (binnen en buiten de kustzone)

In paragraaf 5.1.3 zijn de effecten op vogels bepaald van-bovenwaterverstoring op zee voor Net op zee Nederwiek 2. Door de parallelle ligging van de tracés van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2, en de mogelijk gelijktijdige aanleg hiervan kan er een groter areaal verstoord worden, als beschreven in paragraaf 5.1.3, en bovenwaterverstoring cumuleren. De aanleg van de Netten op zee zal met maximaal vier kabels per jaar gebeuren. Cumulatie zal vooral optreden in het parallel liggende deel van de tracés van 79 km op zee. Het aantal vaarbewegingen door de gelijktijdige aanleg van de kabels zal toenemen. Op dit deel van het tracé is de reguliere aanwezige scheepsvaarintensiteit al hoog, met op vele plekken >100 vaarbewegingen per vierkante kilometer per maand. Individuen zijn hierdoor al gewend aan verstoring door scheepsvaart in dit gebied. De schepen van de aanleg varen langzamer, maar zeker bij meer schepen in een seizoen op dezelfde locatie die hetzelfde patroon volgen kan ook daarvoor gewenning optreden. Naast het tracé is ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig waarnaar de soorten kunnen uitwijken.

Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase cumulerende negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 voor bovenwaterverstoring op vogels uitgesloten.

Effecten op vleermuizen

Op zee (binnen en buiten de kustzone)

In paragraaf 5.2.1 zijn de effecten op vleermuizen bepaald van-bovenwaterverstoring op zee (binnen en buiten de kustzone) voor Net op zee Nederwiek 2. Zoals beschreven onder 0 treedt er als gevolg van gelijktijdige aanleg van meerdere Netten op zee cumulatie op van bovenwaterverstoring waardoor een groter areaal verstoord wordt en tijdelijk een hogere scheepvaartintensiteit. Zoals eerder genoemd is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de cumulerende verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

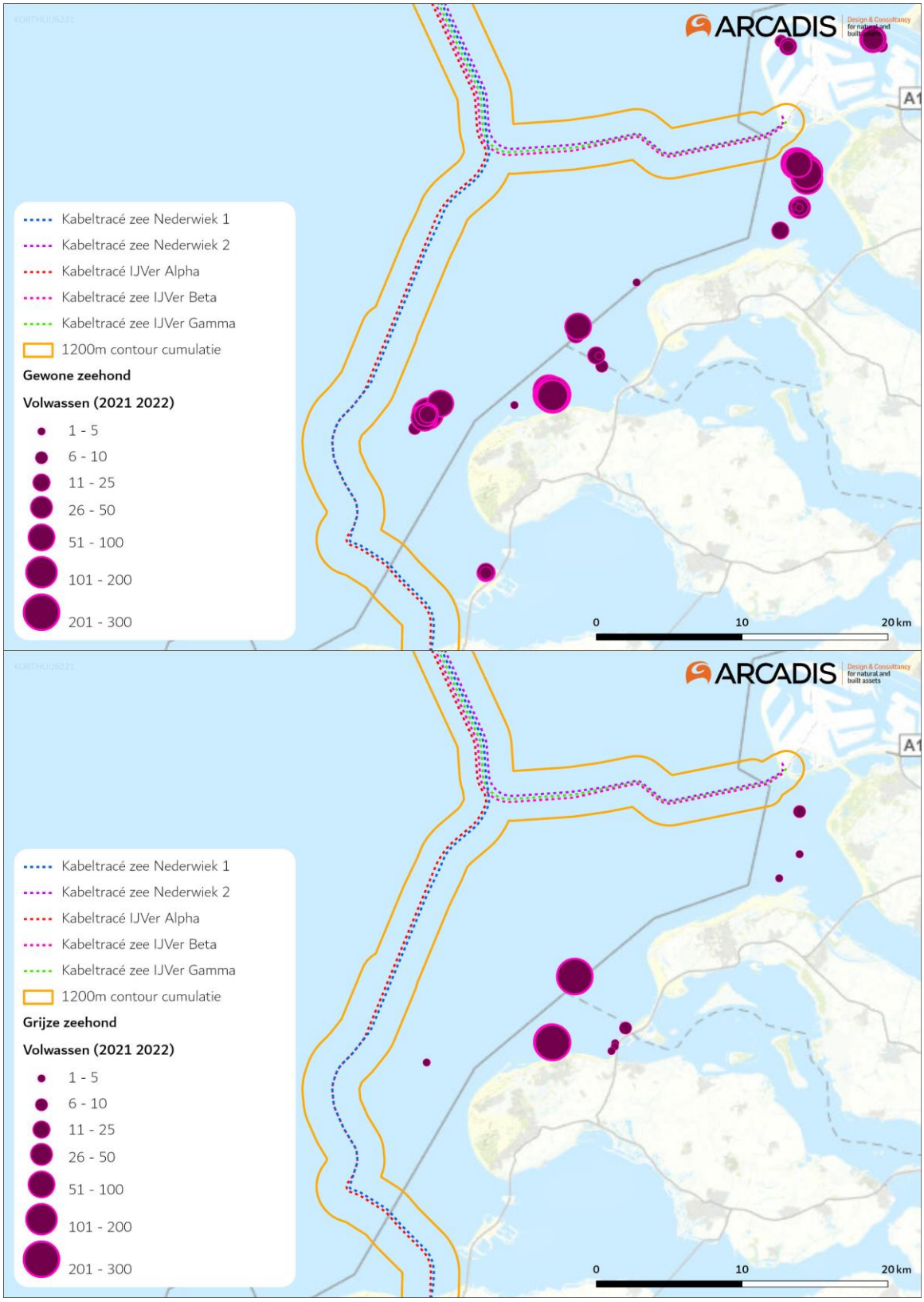
Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase cumulerende negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 voor bovenwaterverstoring op vleermuizen uitgesloten.

Zeezoogdieren

Op zee binnen de kustzone

In paragraaf 5.3.3 zijn de effecten op zeehonden bepaald van bovenwaterverstoring op zee (binnen en buiten de kustzone) voor Net op zee Nederwiek 2. Voor volwassen zeehonden zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden tijdens de aanleg van Net op zee Nederwiek 2. Figuur 6-9 geeft de Net op Zee tracés en de bekende ligplaatsen van volwassen gewone en grijze zeehonden weer. De platen waarop de zogende dieren voorkomen liggen op voldoende afstand van het tracé en ondervinden geen hinder tijdens de aanlegfase. Door cumulatie van de verschillende netten op zee zal een verstoring op een groter areaal plaatsvinden, zoals beschreven in paragraaf 6.5.1. Het cumulerende effect van bovenwaterverstoring zal geen effect hebben op volwassen zeehonden aangezien er nog genoeg uitwijkmogelijkheden zijn. De cumulerende effecten zullen ook niet leiden tot een overlap met platen waar zogende zeehonden aanwezig kunnen zijn.

Er zijn geen effecten van bovenwaterverstoring op zeezoogdieren in de aanleg- en gebruiksfase. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.



Figuur 6-9 Cumulatie Net op Zee tracés en ligplaatsen volwassen gewone zeehond (boven) en volwassen grijze zeehond (onder). Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

6.6 Elektromagnetische velden

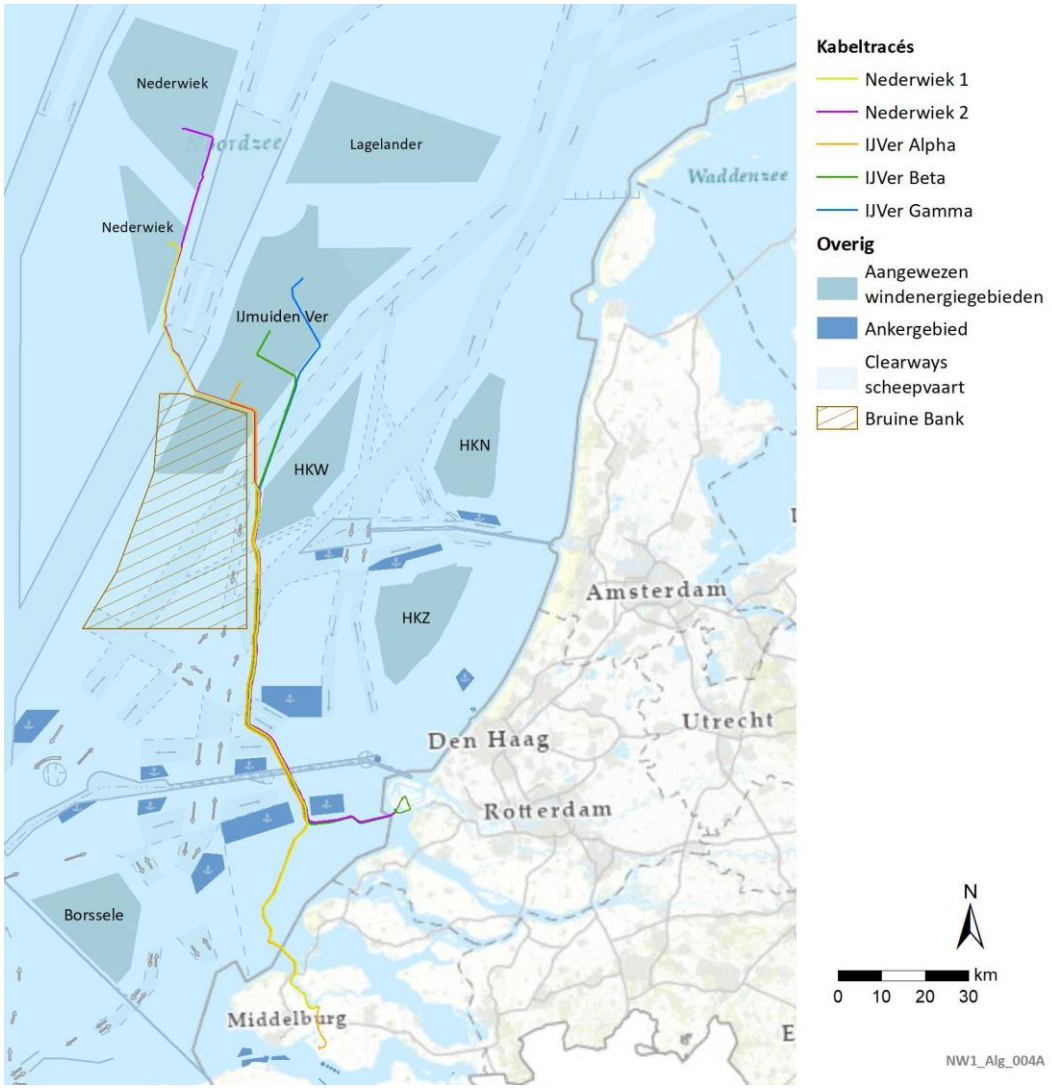
Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zich (zie paragrafen 5.3.4 en 5.4.3). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

Figuur 6-10 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten op zee. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee Nederwiek 2 met de Wind op zee projecten, waarbij de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma (en in mindere mate Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het tracé (zie Figuur 6-11). De tracés van Netten op zee Nederwiek 2, IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma lopen over een lengte van circa 128 kilometer parallel waarvan ook 79 kilometer parallel loopt met Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha (zie Figuur 6-11). De kabels van Net op zee Nederwiek 2 en de naastgelegen kabel liggen in het parallelgelegen deel van de tracés ca. 200 meter uit elkaar.

Gevoelige soorten kunnen, indien er meer kabels geplaatst worden, vaker een elektromagnetisch veld tegenkomen. Parallelligging van kabels is hierbij beter, aangezien er dan een minder grote verspreiding van magneetvelden op de Noordzeebodem liggen, waardoor gevoelige soorten minder snel een magneetveld tegenkomen.



Figuur 6-10 Overzicht windparken Routekaart 2023 en 2030 en bijbehorende tracés (uit maart 2022, tracés uit windenergiegebied Nederwiek zijn inmiddels gewijzigd).



Figuur 6-11 Ligging van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 ten opzichte van andere net op zee-projecten.

Effecten op zeezoogdieren

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van de Netten op zee Nederwiek 2 andere Netten op zee zouden overlappen, zal er slechts een licht of geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af op grotere hoogtes, zoals te zien in Figuur 6-12. In Figuur 3-13 is te zien dat het magnetisch veld van Nederwiek 2 niet verder rijkt dan 40 meter horizontaal. De kabels van de Nederwiek 2 en de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de tracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen versterkend effect zijn van cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Nederwiek 2. De kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande alsnog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor versterking van elektromagnetische velden is uitgesloten.

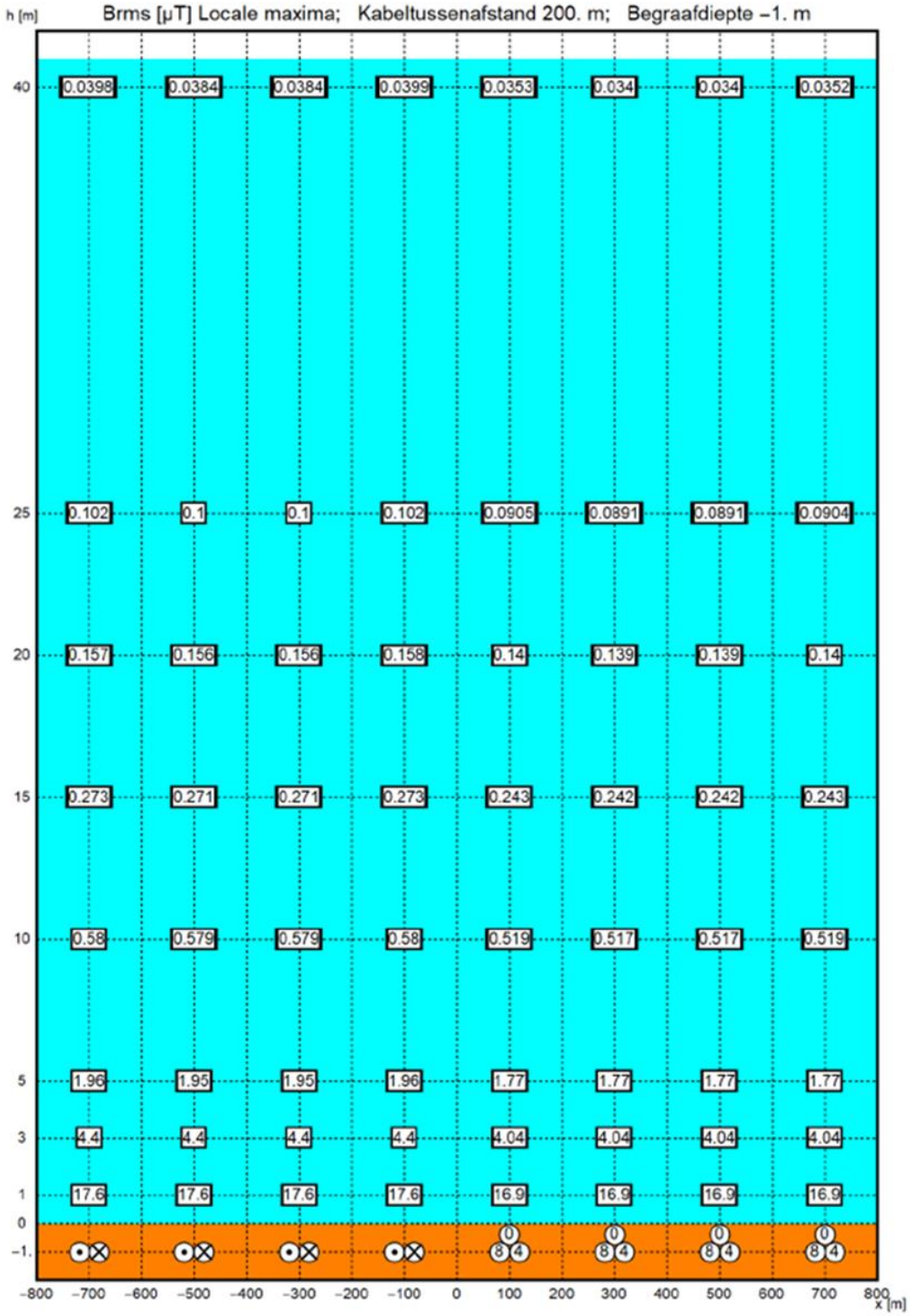
Wel zullen er in een corridor van circa 1 kilometer breed meerdere kabels van verschillende Netten op zee liggen waarbij elektromagnetische velden vrijkomen. Mogelijk dat bruinvissen deze corridor

vermijden omdat hier op een groter gebied elektromagnetische velden vrijkomen. De waarden die hierbij vrijkomen zijn hetzelfde als beschreven in paragraaf 5.3.4.

Op basis van de bovenstaande gegevens en de gegevens in Bijlage VII-D kan een negatief effect op bruinvissen worden uitgesloten.

Effecten op vissen
Zoals beschreven in paragraaf 5.4.3 zijn er op basis van gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee geen negatieve effecten te verwachten op (trek)vissen. Aangezien in cumulatie de waarden van het EMV niet toeneemt is voor cumulatie van verschillende Netten op zee ook geen effect te verwachten op vissen.

Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.



Figuur 6-12 Modelmatige weergave van accumulatie van elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a).

6.7 Verstoring op land

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke verstoring door geluid, wat niet leidt tot gevolgen voor de staat van instandhouding van beschermde soorten. Uitzondering vormen de strandbroeders (bontbekplevier, strandplevier en dwergstern) die

broeden op het Maasvlaktestrand. Deze zullen met name worden beïnvloed door het aanleggen van de kabels recht door het broedgebied. Dit zal gebeuren middels open ontgraving met damwandconstructies of middels trenching. Eerstgenoemde heeft de grootste ruimtelijk impact en duurt het langst. De uittredepunten van de gestuurde boringen liggen op ruim 100 meter buiten de broedgebieden. In deze paragraaf worden mogelijke cumulatieve effecten toegelicht van de aanleg van de Netten op zee Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma.

Cumulatie bij gelijktijdige uitvoering
Verstoring kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook verstoring optreedt door andere projecten. Vanwege de deels parallelle ligging op het strand van de Maasvlakte van Nederwiek 2 met de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma wordt verstoring in cumulatie beoordeeld. Vanaf de aanlanding lopen de Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma via een andere route naar het hoogspanningsstation. Voorbij het strand is er dus geen sprake van een parallelligging en is er ook geen invloed meer op het broedgebied.

De drie kabeltracés liggen parallel aan elkaar op het strand en doorsnijden elk een deel van het broedgebied (zie Figuur 6-13). Vluchtafstanden zijn hier niet zonder meer te gebruiken, omdat er sprake is van veel ernstiger verstoring wanneer een vogel van de kuikens of eieren vliegt dan wanneer een vogel opvliegt van een foerageer- of rustgebied. En ook wanneer geen sprake is van opvliegen van het nest, kan het broedsucces nog steeds lager zijn door verstoring (Krijgsveld et al., 2022). Het gebied is slechts enkele honderden meters in doorsnee en zal gezien de combinatie van verstoring (geluid, menselijke activiteit) in zijn geheel verstoord worden door de aanleg van elk van de kabeltracés. Nederwiek 2 ligt het meest noordelijk en IJmuiden Ver Beta het meest zuidelijk. Indien deze gelijktijdig worden aangelegd dan wordt het overgrote deel van het broedgebied verstoord. In vergelijking met enkel IJmuiden Ver Beta of enkel IJmuiden Ver Gamma maakt dit vanwege de ligging ten opzichte van het broedgebied overigens weinig verschil: het merendeel van het broedgebied zal (tijdelijk) ongeschikt zijn als broedgebied gedurende de uitvoering. Bij gelijktijdige uitvoering zal gedurende maximaal één broedseizoen het gebied ongeschikt zijn en is aanbieden van alternatief broedgebied gedurende één jaar noodzakelijk gezien de kwetsbaarheid van de betreffende soorten.

Cumulatie bij achtereenvolgende uitvoering
Bij achtereenvolgende uitvoering zal het broedgebied gedurende drie opeenvolgende jaren grotendeels ongeschikt zijn. Vanwege de parallelle ligging van de kabeltracés is er bij elk van de kabels sprake zijn van verstoring van het gebied tijdens de uitvoering. Vluchtafstanden zijn hier niet zonder meer te gebruiken, omdat er sprake is van veel ernstiger verstoring wanneer een vogel van de kuikens of eieren vliegt dan wanneer een vogel opvliegt van een foerageer- of rustgebied. En ook wanneer geen sprake is van opvliegen van het nest, kan het broedsucces nog steeds lager zijn door verstoring (Krijgsveld et al., 2022). Het gebied is slechts enkele honderden meters in doorsnee en zal gezien de combinatie van verstoring (geluid, menselijke activiteit) in zijn geheel verstoord worden door de aanleg van elk van de kabeltracés. Bij achtereenvolgende uitvoering zal gedurende maximaal drie broedseizoenen het gebied ongeschikt zijn en is aanbieden van alternatief broedgebied gedurende drie jaar noodzakelijk gezien de kwetsbaarheid van de betreffende soorten.



Figuur 6-13 Waargenomen broedgebieden van strandbroeders bij het Slufterstrand met de aanlanding van Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma, Strand van Oostvoorne en Groene punt in 2021.

6.8 Habitataantasting op land

Uit de effectbepaling blijkt dat de bouw van het converterstation leidt tot een lokale, beperkte en permanente habitataantasting, wat niet leidt tot gevolgen voor de staat van instandhouding van beschermde soorten. Habitataantasting kan cumuleren als op meerdere plekken op de Tweede Maasvlakte habitataantasting optreedt door andere projecten. Vanwege de aanleg van meerdere converterstations en andere objecten op de Tweede Maasvlakte wordt habitataantasting in cumulatie beoordeeld. Het Havenbedrijf Rotterdam monitort de flora en fauna jaarlijks op alle terreinen die onder het erfpachtgebied vallen van de haven, inclusief uitgeefbare terreinen, waar o.a. de converterstations worden gebouwd. Hiermee wordt gezorgd dat de plaatselijke staat van instandhouding van de soorten in het havengebied niet verslechterd. Negatieve effecten als gevolg van habitataantasting van de projecten op de Tweede Maasvlakte samen zijn daarmee uitgesloten.

Door de werkzaamheden op het strand ten behoeve van de kabeltracés gaat het specifieke broedgebied van strandbroeders (bontbekplevier, strandplevier en dwergstern) verloren. Dit dient na afloop hersteld te worden. Bij gelijktijdige uitvoering kan na maximaal één jaar het gebied hersteld worden en kan het gebied gedurende maximaal één broedseizoen niet gebruikt worden door de strandbroeders. Bij achtereenvolgende uitvoering kan na maximaal drie jaar het gebied hersteld worden en kan het gebied gedurende maximaal drie broedseizoenen niet gebruikt worden door de strandbroeders. Tussentijds herstel per kabeltracé heeft geen zin omdat de kabeltracés parallel en dichtbij elkaar lopen: eventueel fysiek hersteld broedgebied zal door verstoring niet in gebruik genomen worden.

7 Toetsing

7.1 Vogels

In Tabel 7-1 zijn de relevante verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 7-1 Relevante verbodsbepalingen voor vogels.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Alle vogelsoorten	Artikel 3.1	Lid 1: Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.	X
		Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.	X
		Lid 3: Het is verboden eieren te rapen en deze onder zich te hebben	
		Lid 4: Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen	X
		Lid 5: Dit verbod is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort	X

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

7.1.1 Zichtjagende vogels

In Tabel 7-1 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Zichtjagende vogels kunnen direct verstoord worden door bovenwaterverstoring en vertroebeling en indirect door sedimentatie en habitataantasting. Uit de analyse in paragraaf 5.1.1 blijkt dat zichtjagende vogels op zee (rondom de Bruine Bank) en zichtjagende broedvogels zoals dwergstern, grote stern, noordse stern en visdief genoeg areaal hebben om te jagen en zodoende niet verstoord worden door vertroebeling. Uit de analyse in paragraaf 5.1.2 blijkt dat er geen indirecte effecten van sedimentatie en habitataantasting zijn op zichtjagende vogels en dat verstoring is uitgesloten. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan tevens worden uitgesloten dat zichtjagende vogels verstoord worden door bovenwaterverstoring.

7.1.2 Trekvogels

In Tabel 7-1 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Trekvogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring, vooral wanneer deze aan het ruien of rusten zijn. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan worden uitgesloten dat alle trekvogels behalve de bergeend verstoord worden door bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden wanneer het verlichtingsplan in acht wordt genomen. Voor de bergeend is er een mitigerende maatregel nodig, opgenomen in paragraaf 7.8.1, om uit te sluiten dat verbodsbepalingen overtreden worden.

7.1.3 Broedvogels

In Tabel 7-1 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan niet worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.8.2.

Voor schadelijke werkzaamheden aan broedende vogels in het broedseizoen wordt doorgaans geen ontheffing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Werkzaamheden vinden daarom plaats buiten het broedseizoen, tenzij niet anders mogelijk is wegens gegronde redenen, bijvoorbeeld m.b.t. werkveiligheid. In dit geval dienen tijdig maatregelen getroffen te worden zoals buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aan te passen zodat het niet meer geschikt broedgebied betreft en eventueel compenserend broedgebied aanbieden.

7.2 Vleermuizen

In Tabel 7-2 zijn de verbodsbepalingen voor vleermuizen opgenomen.

Tabel 7-2 Relevante verbodsbepalingen voor vleermuizen.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Verscheidene vleermuissoorten	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

Op basis van de analyse in paragraaf 5.2 kan, doordat wordt gewerkt conform een op wettelijke richtlijnen gebaseerd verlichtingsplan (welke dient voor de minimalisatie van verstoring van o.a. vleermuizen), worden uitgesloten dat vleermuizen verstoord worden. Aanvullende maatregelen of een ontheffing zijn niet aan de orde, er wordt voldaan aan de zorgplicht. Door het incidentele voorkomen van vleermuizen bij het landdeel is opzettelijke verstoring ook hier uitgesloten.

7.3 Zeezoogdieren

In Tabel 7-3 zijn de relevante verbodsbepaling voor zeehonden en bruinvissen opgenomen.

Tabel 7-3 Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond, grijze zeehond	Artikel 3.10	Lid 1: Verbod op het opzettelijk doden of vangen van in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk beschadigen of vernielen van de vaste voortplantingsplaatsen, rustplaatsen of eieren van dieren,	
		Lid 3: Verbod op het opzettelijk in hun natuurlijke verspreidingsgebied plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van vaatplanten.	
Bruinvis	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

7.3.1 Zeehonden

Zeehonden kunnen verstoring ondervinden door bovenwaterverstoring en impuls-onderwatergeluid. Uit paragraaf 5.3.2 blijkt dat met toepassing van alle mitigerende maatregelen (zoals beschreven in paragraaf 7.8.3) de werkzaamheden hoogstens kunnen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar dat er geen sprake is van significante effecten op populatieniveau.

Uit paragraaf 5.3.3 blijkt dat met toepassing van mitigerende maatregelen de werkzaamheden geen zogende zeehonden verstoren en zodoende geen significante effecten hebben op populatieniveau. De Wnb verbiedt verstoring van zeehonden niet, wat betekent dat als aan de zorgplicht voldaan is (door de mitigerende maatregelen) er geen verdere acties, zoals het aanvragen van een ontheffing, genomen hoeven te worden.

7.3.2 Bruinvissen

De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfijnen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfijnen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen. De bruinvis kan mogelijk verstoring ondervinden door impuls-onderwatergeluid.

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm (paragraaf 5.3.2) kan niet worden uitgesloten dat deze overschreden wordt. Daarom zijn er maatregelen nodig, deze zijn opgenomen in Hoofdstuk 7.8.4.

Met deze maatregelen wordt de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast als gevolg van heien van de platforms en turbines. Ter controle dient tijdens de werkzaamheden een monitoringsprogramma uitgevoerd te worden. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of genomen maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Ondanks deze mitigerende maatregelen zijn significante effecten op het individu niet uitgesloten. Hierom moet er een ontheffing Wnb worden aangevraagd (zie ook paragraaf 2.5).

7.4 Vissen

In Tabel 7-4 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen. Vissen kunnen verstoring ondervinden door vertroebeling, continu en impuls-onderwatergeluid en elektromagnetische velden.

Tabel 7-4 Relevante verbodsbepalingen voor vissen.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Houting, steur	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	X
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

In de Wnb geldt voor de houting en de steur een beschermingsregime. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend aan fluctuerende slibconcentraties. Tevens betreft het een zeer klein oppervlakte waar vertroebeling plaatsvindt. Aan de hand van de toetsing in paragrafen 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3 blijkt dat de kans op verstoring van individuele dieren daarmee verwaarloosbaar is.

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

Ook is de kans op verstoring door continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen uitgesloten, aangezien deze niet in het plangebied zijn waargenomen rondom het platform.

7.5 Rugstreeppad

In Tabel 7-5 zijn de relevante verbodsbepalingen voor rugstreeppad opgenomen.

Tabel 7-5 Relevante verbodsbepalingen voor rugstreeppad.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Rugstreeppad	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	X
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	X
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

Op basis van de analyse in paragraaf 5.5 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat leefgebied wordt vernield en dat rugstreeppadden verstoord worden, waardoor verbodsbepalingen worden overtreden. Rugstreeppad staat op de Rode lijst geclassificeerd als ‘gevoelig’ en de langjarige trend

in verspreiding is stabiel (website Ravon). Wanneer te veel aantasting van leefgebied en verstoring plaatsvindt kan dit gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.8.4. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor rugstreeppad.

7.6 Glad biggenkruid

In Tabel 7-6 zijn de relevante verbodsbepalingen voor glad biggenkruid opgenomen.

Tabel 7-6 Relevante verbodsbepalingen voor flora.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Glad biggenkruid	Artikel 3.10	Lid 1a: Verbod op het opzettelijk doden of vangen van in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers.	
		Lid 1b: Verbod op het opzettelijk beschadigen of vernielen van de vaste voortplantingsplaatsen, rustplaatsen of eieren van dieren,	
		Lid 1c: Verbod op het opzettelijk in hun natuurlijke verspreidingsgebied plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van vaatplanten.	X

Op basis van de analyse in paragraaf 5.6 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat glad biggenkruid vernietigd wordt, waardoor de verbodsbepaling wordt overtreden. Glad biggenkruid staat op de Rode lijst geclassificeerd als ‘bedreigd’ en ‘zeer sterk achteruitgegaan’, de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Floron). Vernietiging van een standplaats heeft dus gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding van de (lokale) populatie. Om de negatieve effecten door de werkzaamheden en het verdwijnen van de groeiplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.6. Ook met deze maatregelen kan echter niet worden uitgesloten dat verbodspalingen overtreden worden. Daarom moet een ontheffing worden aangevraagd voor deze soort.

7.7 Zandkokerworm(riffen)

Voor zandkokerworm(riffen) zijn geen verbodsbepalingen opgenomen, aangezien de soort niet beschermd is. Wel blijft de zorgplicht van kracht (zie paragraaf 7.8.7).

7.8 Mitigerende maatregelen

7.8.1 Ruiende eenden

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op ruiende eenden (bergeend en zwarte zee-eend) dienen de volgende mitigerende maatregelen getroffen te worden:
Tijdens werkzaamheden gedurende het ruiseizoen (bergeend; juni t/m september en zwarte zee-eend; augustus tot oktober) van ruiende eenden in de kustzone dient gebruikt gemaakt te worden van een professionele vogelwaarnemer die zich aan boord van het schip bevindt. Aangezien zwarte zee-eend op zee aanwezig kunnen zijn voor de Tweede Maasvlakte en bergeenden tijdens de rui gebruik maken van het water rondom de aanlanding van de kabel op land mogen deze niet verstoord worden. De vogelwaarnemer kan indien ruiende zwarte zee-eenden of bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand de werkzaamheden voor één of meerdere dagen stilleggen, totdat de eendensoorten weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het

hele ruiseizoen stilgelegd te worden. Bij het leggen van de kabel op de Maasvlakte dient eveneens vogelwaarneming plaats te vinden om de werkzaamheden stil te leggen indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen 1.500 (bergeend) tot 2.000 (zwarte zee-eend) meter van de werkzaamheden. De vogelwaarnemer maakt zelf een inschatting welk gereedschap geschikt voor het waarnemen is. Indien het zicht te slecht is zal de vogelwaarnemer het werk ook stilleggen.

Met inname van deze mitigerende maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bergeenden geen negatief effect. Omdat er sprake is van verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.2 Broedvogels

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op broedvogels dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen:

- Voer de werkzaamheden in potentieel broedgebied van vogels uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli, maar kan ook afwijken). Vermijden van werkzaamheden in het broedseizoen heeft altijd de voorkeur. Indien dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen;
- Aangezien de nesten van strandbroeders niet jaarrond beschermd en niet honkvast zijn, kan buiten het broedseizoen het leefgebied lokaal dusdanig aangepast worden dat het niet meer geschikt is om in te gaan broeden. In dit geval zou dan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt kunnen worden. Een mogelijke mitigerende maatregel is om tussen half februari en augustus de beoogde werk tracés vrij te houden door het deel waar mogelijk gebroed wordt voorafgaand aan het broedseizoen ongeschikt te maken (egaliseren, verstoren, etc.). Na de ingreep moet het gebied weer in originele en geschikte staat hersteld worden. Omdat het aandeel van het broedgebied dat (in cumulatie) aangepakt en/of verstoord wordt erg groot is, namelijk vrijwel het gehele bekende gebied uit 2021 en 2022, moet (tijdelijk) geschikt alternatief broedgebied gecreëerd te worden. Bij voorkeur in hetzelfde gebied, maar wel op circa 250 m afstand (Krijgsveld et al., 2022) of afgeschermd van de ingreep (dan is een kortere afstand mogelijk. Met locatiekeuze moet bovendien rekening gehouden worden met andere verstoringsbronnen (gedurende broedseizoen sluiten voor recreatie). Er wordt aanbevolen af te stemmen met de plaatselijke vogelonderzoekers (i.e. Natuurvereniging Hollandse Delta) die zicht hebben op de lokale situatie en ontwikkelingen. Dit omdat de betreffende soorten, met name bontbekplevier en strandplevier, kwetsbare populaties hebben en de betreffende locatie van relatief groot belang is.
- Aangezien de nesten van meeuwensoorten niet jaarrond beschermd en niet honkvast zijn, kan buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aangepast worden zodat het (tijdelijk) niet meer geschikt is om in te gaan broeden. In dit geval zou dan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt kunnen worden. Een mogelijke mitigerende maatregel zou zijn om tussen half februari en augustus de beoogde werk tracés vrij te houden. Dit kan worden gedaan door honden op de tracés te laten lopen en netten toepassen om de meeuwen weg te houden.
- Het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecoloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen of broedende vogels).

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

Met inname van deze mitigerende maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van broedvogels geen negatief effect. Omdat er sprake is van verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.3 Zeehond

Met het oog op effecten op zeehonden door bovenwaterverstoring dient de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Tijdens werkzaamheden gedurende het werp- en zoogseizoen van de gewone en grijze zeehond op de Voordelta of op de Tweede Maasvlakte moet er gebruik gemaakt worden van een professionele zeehondenwaarnemer (deskundig ecoloog). Aangezien zeehonden gebruik maken van de Hinderplaat om te zogen, mogen deze niet verstoord worden. De zeehondenwaarnemer kan indien werpende, zogende of jonge zeehonden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de zeehonden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele zoogseizoen stilgelegd te worden. De zeehondenwaarnemer zal verifiëren of er zeehonden aanwezig zijn tot 1.200 meter vanaf het schip of vanaf de aanlandingswerkzaamheden. De zeehondenwaarnemer zal zelf een inschatting maken welk gereedschap hiervoor geschikt is. Indien het zicht te laag is zal de zeehondenwaarnemer het werk ook stilleggen.

Voor effecten op zeehonden door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:
    - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm vanuit het KEC. Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee wordt de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen worden dan in de uitvoering toegepast.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van zeehondsoorten als gevolg van verstoring door de aanleg van de kabel en het heien van de platforms en turbines geen negatieve effecten (Heinis et al., 2022). Dit dient echter tijdens de aanlegwerkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.4 Bruinvis

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van een bellenscherm, en wanneer nodig een tweede bellenscherm
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft worden de volgende maatregelen getroffen ter controle:
    - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee zal de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

De mitigerende maatregelen worden opgenomen en beschreven in verschillende ecologische werk protocollen (EWPs) die gemaakt worden voor de verschillende werkzaamheden.
Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bruinvissen als gevolg van heien van de platforms en turbines geen negatieve effecten (Heinis et al., 2022). Dit dient echter tijdens de aanlegwerkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.5 Rugstreeppad

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen noodzakelijk.

- Een effect is te voorkomen door werkzaamheden in (mogelijk) rugstreeppadleefgebied uit te voeren buiten het actieve seizoen van de rugstreeppad. De periode buiten dit actieve seizoen (i.e. het inactieve seizoen) loopt van midden oktober tot en met midden maart.
- Bij uitvoering buiten de actieve periode (oktober tot en met eind maart), zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Indien de uitvoering in de actieve periode (eind maart tot en met begin oktober) plaatsvindt, moet voorafgaand aan de activiteiten het projectgebied, en bijbehorende werkterreinen en wegen, ontoegankelijk gemaakt worden voor rugstreeppadden door een ecologisch deskundige. Hierbij worden de randen van het werkterrein met een tijdelijk amfibie-werend scherm afgeschermd. Het plaatsen van het scherm dient vóór maart gebeurd te zijn. Het te plaatsen scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog waarbij minimaal 15 centimeter wordt ingegraven. Het scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op o.a. kieren en overhangende vegetatie, dit om goed functioneren van het amfibie-werend scherm te waarborgen. Indien er toch rugstreeppadden op het werkterrein aanwezig zijn, moeten deze worden weggevangen en buiten het werkgebied in een geschikt habitat teruggezet worden. De werkzaamheden kunnen starten nadat het terrein is vrijgegeven door een ecologisch deskundige.
- Daarnaast kunnen overwinterende rugstreeppadden zich bij het converterstation bevinden in de periode oktober tot en met maart. Deze moeten worden weggevangen en buiten de invloedsfeer van de activiteiten in een geschikt habitat teruggezet worden. Het is van belang dit zonder langdurige tussentijdse opslag te doen en dat dit voor de periode waarin ei-afzet plaatsvindt gebeurt. Globaal genomen betreft dit de periode april tot en met juli. Bij het afvangen dient er gebruikt te worden gemaakt van een combinatie van afvangmethodes. Eventueel aangetroffen eieren en larven dienen naar geschikt water in de nabijheid van het project te worden overgezet.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregelen worden effecten op de rugstreeppad zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.6 Glad biggenkruid

Als er groeiplaatsen ter plaatse van de locatie van het converterstation of tracé verloren gaan door de aanlegwerkzaamheden, zijn er maatregelen noodzakelijk. Bij het huidige ontwerp en de voorziene werkterreinen gaat het om het tracé en mogelijk het converterstation en bijbehorende werkterreinen. Het terrein van het converterstation is op dit moment tijdelijk in gebruik en mede daarom is er geen glad biggenkruid aanwezig. Er kan (later) mogelijk wel glad biggenkruid op (delen) van het terrein van het converterstation groeien. Er dient derhalve voor de aanvang van de werkzaamheden een inspectie plaats te vinden om vast te stellen of glad biggenkruid aanwezig is. Mogelijke maatregelen worden vervolgens vastgesteld aan de hand van het Managementplan van Havenbedrijf Rotterdam (HbR). Omdat de Tweede Maasvlakte mede bedoeld is voor de uitgifte van terreinen voor nieuwe bedrijvigheid en omdat glad biggenkruid nu wijdverspreid in het gebied voorkomt werden problemen met de instandhouding van de soort voorzien. Om deze problemen voor te zijn is glad biggenkruid opgenomen in het integraal managementplan dat HbR heeft

opgesteld. Hierin zijn maatregelen opgenomen om groeiplaatsen voor glad biggenkruid over het gehele gebied van de Rotterdamse Haven te behouden. In het managementplan is een planning opgenomen zodat maaien tijdens de bloeitijd van de soort wordt voorkomen, verder worden gunstige groeiplaatsen voor glad biggenkruid niet ingezaaid met andere soorten en wordt de staat van instandhouding gemonitord. Het managementplan stimuleert compensatie van een deel van het verloren leefgebied, en in het managementplan wordt door het afgraven van de zode en deze na de werkzaamheden weer terug te plaatsen schade op de populaties in het havengebied zoveel mogelijk voorkomen. In praktijk wordt hiervoor één derde (1/3) van het oppervlak van het afgegraven gebied gecompenseerd. Dit is lager dan de hectare voor hectare compensatieopgave voor groeiplaatsen van beschermde vaatplanten. Dit komt omdat gunstige staat van instandhouding van de soort op gebiedsniveau in de Rotterdamse Haven in principe niet in het geding komt bij het verdwijnen van groeiplaatsen op terreinen bestemd voor bedrijvigheid. In de buitenruimte/leidingstroken is in de basis voldoende areaal met groeiplaatsen voor de soort aanwezig. Doordat de soort in de omgeving van het projectgebied aanwezig is kan de soort (en andere gebiedseigen soorten) de werkterreinen weer snel koloniseren.
Voor het project betekent de implementatie van maatregelen uit het managementplan in de praktijk het inventariseren van glad biggenkruid voor aanvang van uitvoering (1), het afgraven, op depot zetten en na de ingreep terugplaatsen van zoden (2) en het monitoren van glad biggenkruid op het terrein (3):

- Inventariseren: Er wordt geadviseerd om een jaar voorafgaand aan de werkzaamheden de locaties voor het kabeltracé, het converterstation en de werkterreinen te onderzoeken op groeiplaatsen van glad biggenkruid. Vanwege tijdsverloop is te zijner tijd een actuele inventarisatie en markering van standplaatsen nodig. Het aanwijzen van alternatieve (compenserende) groeiplaatsen is niet aan de orde bij toepassing van het managementplan.
- Afgraven, op depot zetten en terugplaatsen: Het verplaatsen van glad biggenkruid moet buiten de bloeiperiode (die loopt van juni tot september) uitgevoerd worden. De zode, het gaat om een eenjarige plant zodat ook de zaadbank van belang is, dient geplagd en verplaatst te worden naar een tijdelijk depot (afhankelijk van volgordelijkheid in uitvoering). Daarnaast kan zaad worden verzameld om bij te zaaien bij het terugplaatsen, om de slagingskans te vergroten. De exacte werkwijze bij het afgraven en verplaatsen naar een geschikte locatie dient uitgevoerd en begeleid te worden door een deskundig ecoloog. Bij de aanvang van de werkzaamheden zal een Ecologisch werkprotocol (EWP) worden opgezet waarin deze inventarisatie plaatsvindt en waarin wordt beschreven waar de zoden naartoe worden verplaatst. Daarbij volgt TenneT het Managementplan van Havenbedrijf Rotterdam. Monitoring: Na de afronding van de aanleg van kabels en het converterstation dient er twee jaar lang monitoring plaats te vinden op aanwezigheid van (nieuwe) planten. Mocht blijken dat niet of onvoldoende herstel is opgetreden dient actief zaad gewonnen te worden uit bestaande populatie en actief uitgezaaid op die delen van het traject waar geen of onvoldoende herstel heeft plaats gevonden. Er is sprake van voldoende herstel als minimaal hetzelfde aantal planten aanwezig is in de herstelde situatie als voorafgaand aan de ingreep. Het monitoringsrapport dient dit helder weer te geven, zowel in aantal als in locatie.

Eventuele toekomstige vervolgstappen en maatregelen worden in overleg met HbR en conform managementplan genomen. Door het toepassen van de bovengenoemde maatregel worden negatieve effecten op glad biggenkruid zoveel als mogelijk voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit. Omdat wel sprake is van verwijderen van exemplaren van de huidige groeiplaats, is een ontheffing nodig.

7.8.7 Zorgplicht

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op soorten in het algemeen dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen in het kader van de zorgplicht.

- Verplaats binnen het werkgebied aangetroffen soorten, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten, naar veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan muizen in winterslaap. Een ecoloog wordt ingeschakeld om passende maatregelen te nemen. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht, artikel 1.11 van de Wnb, die alle in het wild voorkomende soorten beschermt.

Daarnaast dient tijdens de werkzaamheden te allen tijde rekening gehouden te worden met de algemene zorgplicht:

- Werk zo veel mogelijk in de richting waarin soorten kunnen vluchten.
- Het materieel moet zorgvuldig en deskundig worden gebruikt, zodat geen onnodige schade wordt veroorzaakt of onnodige verstoring van flora en fauna optreedt.

Zandkokerworm(riffen)
Aangezien zandkokerwormriffen niet kunnen vluchten tijdens de werkzaamheden wordt er vanuit ecologie geadviseerd om gericht onderzoek te doen naar de aanwezigheid hiervan. Dit kan met de volgende mitigerende maatregelen:

- Door het analyseren van de Side scan sonar data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Side scan sonar of gericht onderzoek kan worden bekeken of een optimalisatie van het tracé mogelijk is binnen de aangestelde corridor (micro-rerouten). Zo kunnen delen van het rif ontzien worden, waardoor herstel sneller plaats kan vinden.

De praktische haalbaarheid van deze mitigerende maatregelen is onduidelijk omdat de mogelijkheden van rerouting binnen de corridor afhankelijk is van de ruimte in de corridor in relatie tot de omvang van de riffen en tot de aanwezigheid van andere objecten zoals oorlogsmunitie, schroot en/of objecten met potentiële archeologische waarden.

7.9 Conclusie

7.9.1 Op zee

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wnb blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, overtredingen op verbodsbepalingen niet kunnen worden uitgesloten voor de bruinvis. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepaling op bruinvis.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn eveneens uitgesloten. De activiteiten kunnen daarom uitgevoerd worden in overeenstemming met de bepalingen van de Wnb.

7.9.2 Op land

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wnb blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, overtredingen van verbodsbepalingen niet kunnen worden uitgesloten voor rugstreeppad en glad biggenkruid. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor rugstreeppad en glad biggenkruid. Overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van broedvogels (strandbroeders en meeuwenkolonies) kunnen door mitigerende maatregelen worden voorkomen.

8 Referenties

Aarts, G. (2021). *Memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Apeldoorn, R. C. Van, & Smit, C. J. (2006). Vuurwerk en natuur. *Alterra Wageningen*, *Alterra-ra*(September).

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.

Arcadis. (2021). *Mogelijke ecotoxicologische effecten van vervuild Veerse Meer slib.* (No. D10042366).

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.

Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*. RWS Centrale Informatievoorziening.

Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. (1998). *Risico Analyse Mariene Systemen (RAM) verstoring door menselijk gebruik* (No. T1660). Rijkwaterstaat.

Bakker, P., van der Berg, A., Aukes, P., & Heemsbergen, H. (2000). Factsheet glad biggenkruid. *Rapport / Directie Natuurbeheer;Nr. 43*.

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. V. D. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Bat Conservation Trust. (2020). *Surveys*. https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

BIJ12. (2017a). *Kennisdocument Noordse woelmuis*.

BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bij12. (2017). *Kennisdocument Zandhagedis Lacerta agilis*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/494566

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.

Buijs Ecoconsult BV. (2019). *Ecologisch werkprotocol Realisatiefase net op zee Hollandse Kust (zuid), betreffende de land gebonden activiteiten op de Maasvlakte Projectnummer 180901*.

Bureau Stadsnatuur. (2013). *Managementplan beschermde soorten Havengebied Rotterdam*.

Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Cutts, N., Phelps, A., & Burdon, D. (2009). *Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance*.

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979a). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Groot, S. J. (1979b). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Jong, C., & de Krom, P. (2022). *Onderwatergeluid bij het heien voor het Nederwiek 2 platform*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003a). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003b). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.

Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (*Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020* (p. 135). http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (No. 21–281). Bureau Waardenburg.

Foppen, R. P. B., & Roodbergen, M. (2020). *Vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse Haven Handreiking voor een beoordelingskader*. Sovon.

Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, *86*(4), 277–285.

Garcia, S., Álvarex, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.

Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.

Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.

Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.

Ghosh, D., Ghosh, A., & Bhadury, P. (2022). Arsenic through aquatic trophic levels: Effects, transformations and biomagnification—a concise review. *Geoscience Letters*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s40562-022-00225-y

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.

Goverse, E. (2018). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018. Stichting RAVON i.o.v. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.*

Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Matthews, F., Carlson, T. J., & Popper, A. N. (2012). *Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker.*

Harrison, R., Bianconi, F., Harvey, R., & Wang, W. (2011, September 1). *A Texture Analysis Approach to Identifying Sabellaria Spinulosa Colonies in Sidescan Sonar Imagery*. Proceedings - 2011 Irish Machine Vision and Image Processing Conference, IMVIP 2011. https://doi.org/10.1109/IMVIP.2011.19

Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(1), 41–55.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/2019*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

ICBR. (2009). *Afleiding milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

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

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Ladich, F., & Fay, R. R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *23*(3), 317–364. https://doi.org/10.1007/s11160-012-9297-z

Lagerveld, S., Gerla, D., Tjalling Van Der Wal, J., De Vries, P., Brabant, R., Stienen, E., Deneudt, K., Manshanden, J., & Scholl, M. (2017). *Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area*. Wageningen Marine Research.

Lensink, R. (2015). Faunabeheerplan meeuwen havengebieden van Rotterdam, Dordrecht en Albasserdam 2015-2019. *Bureau Waardenburg Rapportnr: 14-146*.

Leopold, M. F. (2017). *Seabirds? What seabirds? An exploratory study into the origin of seabirds visiting the SE North Sea and their survival bottlenecks*. https://doi.org/10.18174/416194

Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."* www.imares.wur.nl

Lilipaly, S. J., Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2019. *Deltamilieu Projecten Rijkswaterstaat*.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998a). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998b). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. *Rivers, Ecology Series*, *3*.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan* (p. 155).

Ministerie van LNV. (2008a). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137* (pp. 1–8).

Ministerie van LNV. (2008b). *Kleine mantelmeeuw (Larus graellsii) 22 A183* (pp. 1–4).

Ministerie van LNV. (2008c). *Profielen Vogels, Aalscholver (Phalacrocorax carbo) A017*.

Ministerie van LNV. (2008d). *Profielen Vogels, Fuut (Podiceps cristatus) A005*.

Ministerie van LNV. (2008e). *Roodkeelduiker (Gavia stellata) A001*.

Ministerie van LNV. (2008f). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065* (pp. 1–4).

Ministerie van LNV. (2016). *Noordse woelmuis (Microtus oeconomus ssp. Arenicola) | Beschermde natuur in Nederland*.

Mitson, R. B. (1995). Underwater noise of research vessels Review and Recommendations. *ICES Cooperative Research Report*, *209*, 61.

Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.

Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Natuurwijzer (2022 update). (2022). Havenbedrijf Rotterdam. https://portofrotterdam.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5a015a59b3094e40ba8303130471b43e

NextGeo. (2022). *Survey Data Nederwiek 1 and 2—Geotechnical Part 1 and Part 2.*

Noordzeeloket. (2017). Vleermuizen. In *Wind op Zee Ecologisch Programma*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. *US Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE*, *9*.

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanbiography*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving. (2020). *Het Akkoord voor de Noordzee* (p. 58).

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.

Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*. University of Plymouth in collaboration with Marine Ecological Surveys Limited and Plymouth Marine Laboratory.

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).

Prins, T., Van der Meer, J., & Herman, P. (2020). Eindrapportage monitoring—En onderzoeksprogramma Natuurcompensatie Voordelta (PMR-NCV). *Wageningen University & Research Rapport C053/20 Deltares:1230156-001-ZKS- 0001*.

RAVON. (2021). *Atlantische steur*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/europese-steur

RAVON. (2023). *Houting*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/noordzeehouting

Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation 1997 6:4*, *6*(4), 567–581. https://doi.org/10.1023/A:1018385312751

Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie*.

Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.

RPS. (2018). *Review of Effects of Construction Noise on Birds in SSSI near springs Road Exploratory Wellsite Quality Management.* RPS.

Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, *41*(3), 24–32.

Smit, C. J., Brasseur, S. M. J. M., & Ens, B. J. (2007). *Effecten van schietoefeningen vanaf Fort Erfprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. Een inventarisatie van bestaande kennis en een voorstudie voor nader onderzoek*. *november*, 1–49.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

Sovon. (2021a). *Bontbekplevier*. https://www.sovon.nl/nl/soort/4700

Sovon. (2021b). *Kleine Mantelmeeuw*. https://www.sovon.nl/nl/soort/5910

Sovon. (2021c). *Roodkeelduiker*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/20

Sovon. (2021d). *Zilvermeeuw*. https://www.sovon.nl/provincies#euring=5920&prov=ZL&lang=nl

Sovon. (2021e). *Zwarte zee-eend*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130

Sovon. (2023). *Grauwe Gans (Anser anser)*.

Sovon. (2021f). *Wulp*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/5410

Stichting de Noordzee. (2018). *Verloren geachte riffen herontdekt—Stichting De Noordzee*. https://www.noordzee.nl/verloren-geachte-riffen-herontdekt/

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

UNEP/GRID-Arendal. (2011). *Nathusius'Pipistrelle distribution and migration*.

van Bemmelen, R. S. A., Arts, F., & Leopold, M. F. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*. Imares. www.imares.wur.nl

van Bemmelen, R. S. A., De Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., van der Horst, Y., Kuiper, K., Leemans, J., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., Wolf, P. A., & Fijn, R. C. (2022). *Verspreiding, abundantie en trend van zeevogels en zeezoogdieren op het Nenderlands Continentaal Plat in 2021-2022*. Waardeburg Ecology.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van Bruggen, M., Swartjes, F. A., Pit, P., Griffioen, J., & Spijker, J. (2014). *Beoordeling gezondheidsrisico's van arseen op de Zandmotor.* (Briefrapport 2014-0063.). RIVM.

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels*.

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.

van Essen, M. (2021c). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

Vanagt, T., van de Moortel, L., & Faasse, M. (2013). *Development of hard substrate fauna in the Princess Amalia Wind Farm: Monitoring 3.5 years after construction*.

http://content.presspage.com/uploads/566/2011036ecoastreporthardsubstratepawpfinal.pdf

Verdaat, H. J. P. (2006). *Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (Gavia stellata) in de Voordelta*.

Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.

Vogelbescherming. (2020a). *Kleine Mantelmeeuw*. https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/kleine-mantelmeeuw

Vogelbescherming. (2020b). *Zilvermeeuw*. https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/zilvermeeuw

Voslamber, B. (2010). *Pilotstudie Grauwe Ganzen (Anser anser) De Deelen, 2007-2009. Onderzoek naar het uitrasteren van een broedpopulatie Grauwe Ganzen met als doel de populatie te beperken en landbouwschade te verminderen. SOVON-onderzoeksrapport 2010/02*.

Wang, N., Ye, Z., Huang, L., Zhang, C., Guo, Y., & Zhang, W. (2022). Arsenic Occurrence and Cycling in the Aquatic Environment: A Comparison between Freshwater and Seawater. *Water*, *15*(1), 147. https://doi.org/10.3390/w15010147

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Website NDFF. (2020). *Nationale Databank Flora en Fauna*. https://www.ndff.nl/

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017. Monitoring van diadrome vissen met focus op intrekkende glasaal en driedoornige stekelbaars. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001a). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001b). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Winter, H. V., Mulder, I. M., & Tangelder, M. (2021). *Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta*.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *107*, 85–95. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031

Zhang, W., Miao, A.-J., Wang, N.-X., Li, C., Sha, J., Jia, J., Alessi, D. S., Yan, B., & Ok, Y. S. (2022). Arsenic bioaccumulation and biotransformation in aquatic organisms. *Environment International*, *163*, 107221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107221

COLOFON

Net op zee Nederwiek 2

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 2

Bijlage VII-C Watertoets



Datum: 06-09-2023
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van:

1 Inhoudsopgave

1 Inleiding Watertoets 2
1.1 Algemene toetsingen 2
1.2 Doelstelling Watertoets 2
1.3 Leeswijzer 2
2 Afbakening 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Vertroebeling 4
2.3 Sedimentatie 7
2.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 8
2.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 9
2.5.1 Heien platform 11
2.6 Bovenwaterverstoring op zee 14
2.6.1 Geluid en visuele storing 14
2.6.2 Verstoring door licht 16
2.7 Habitataantasting 18
2.8 Elektromagnetische velden 18
2.9 Verontreiniging 22
2.9.1 Bronnen van verontreiniging 22
2.9.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 22
2.9.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 23
2.10 Warmteontwikkeling 23
2.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 24
3 Kaderrichtlijn Mariene Strategie 26
3.1 Wet- en regelgeving 26
3.1.1 Inleiding 26
3.1.2 D1. Biologische diversiteit 27
3.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten) 28
3.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 29
3.1.5 D4. Voedselwebben 29
3.1.6 D5. Eutrofiëring 30
3.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem 30
3.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen 31
3.1.9 D8. Vervuilende stoffen 31

3.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten 32
3.1.11 D10. Zwerfvuil 32
3.1.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid 33
3.2 Effectbepaling 33
3.2.1 Inleiding 33
3.2.2 Vertroebeling 35
3.2.3 Sedimentatie 45
3.2.4 Verstoring door continue onderwatergeluid 46
3.2.5 Verstoring door impuls onderwatergeluid 47
3.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht 50
3.2.7 Habitataantasting en habitatverandering 58
3.2.8 Opwerveling van historische verontreiniging op zee 61
3.2.9 Elektromagnetische velden 65
3.3 Toetsing KRM 69
3.3.1 Inleiding 69
3.3.2 D1. Biologische diversiteit 69
3.3.3 D2. Niet-inheemse soorten 71
3.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 71
3.3.5 D4. Voedselwebben 71
3.3.6 D5. Eutrofiëring 72
3.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem 72
3.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen 72
3.3.9 D8. Vervuilende stoffen 72
3.3.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten 72
3.3.11 D10. Zwerfvuil 72
3.3.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid 73
3.4 Conclusie 73
4 Kaderrichtlijn Water 73
4.1 Wet- en regelgeving 73
4.1.1 Inleiding 73
4.1.2 Chemische kwaliteit 75
4.1.3 Ecologische kwaliteit 75
4.2 KRW-waterlichamen 77
4.1.1 Betrokken KRW-waterlichamen 77
4.1.2 Huidige toestand KRW-waterlichamen 78
4.1.3 Samenvatting 84

4.3 Effectbepaling 85
4.3.1 Inleiding 85
4.3.2 Vertroebeling 85
4.3.3 Continu-onderwatergeluid 87
4.3.4 Habitataantasting 88
4.3.5 Elektromagnetische velden 91
4.3.6 Combinatie van gevolgen 92
4.4 Cumulatie 93
4.4.1 Toelichting 93
4.4.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets 94
4.4.3 Vertroebeling 97
4.4.4 Continu-onderwatergeluid 103
4.4.5 Habitataantasting 104
4.4.6 Elektromagnetische velden 104
4.5 Toetsing KRW 105
4.1.4 Inleiding 105
4.5.1 Toetsingskader deel 1 107
4.5.2 Toetsingskader deel 3 108
4.5.3 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) 108
4.5.4 KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) 109
4.5.5 KRW-waterlichaam Haringvliet-west 110
4.6 Conclusie 110
5 Referenties 112
Colofon 127

1 Inleiding Watertoets

Net op zee Nederwiek 2 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders getoetst.

1. Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
2. Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
3. Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Kaderrichtlijn Water (Watertoets), dit rapport;
4. Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit een:

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

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en de Kaderrichtlijn Water, gezamenlijk de Watertoets genoemd.

1.2 Doelstelling Watertoets

Aangezien onderdelen van het project in grotere wateren worden aangelegd en op land invloed kan ontstaan op het grondwater is op voorhand niet vast te stellen of de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 geen negatieve effecten heeft op de ecologie en milieudoelstellingen van de wateren waarin dit project wordt aangelegd. Het voorliggende rapport betreft daarmee een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A) aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) (de Watertoets).

1.3 Leeswijzer

De Watertoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. Deel A is een apart document met daarin de aanleiding (Hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (Hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 2. Deel B van de Watertoets is voorliggend document.

In deel B van de Watertoets (voorliggend document) vindt in Hoofdstuk 2 de afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht moeten worden. Hierna wordt ieder beleidskader (KRM en KRW) per hoofdstuk behandeld. Zo wordt in:

- Hoofdstuk 3 getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In paragraaf 3.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRM, waarna in paragraaf 3.2 de effectbepaling voor de in het kader van de KRM relevante kwaliteitskenmerken wordt

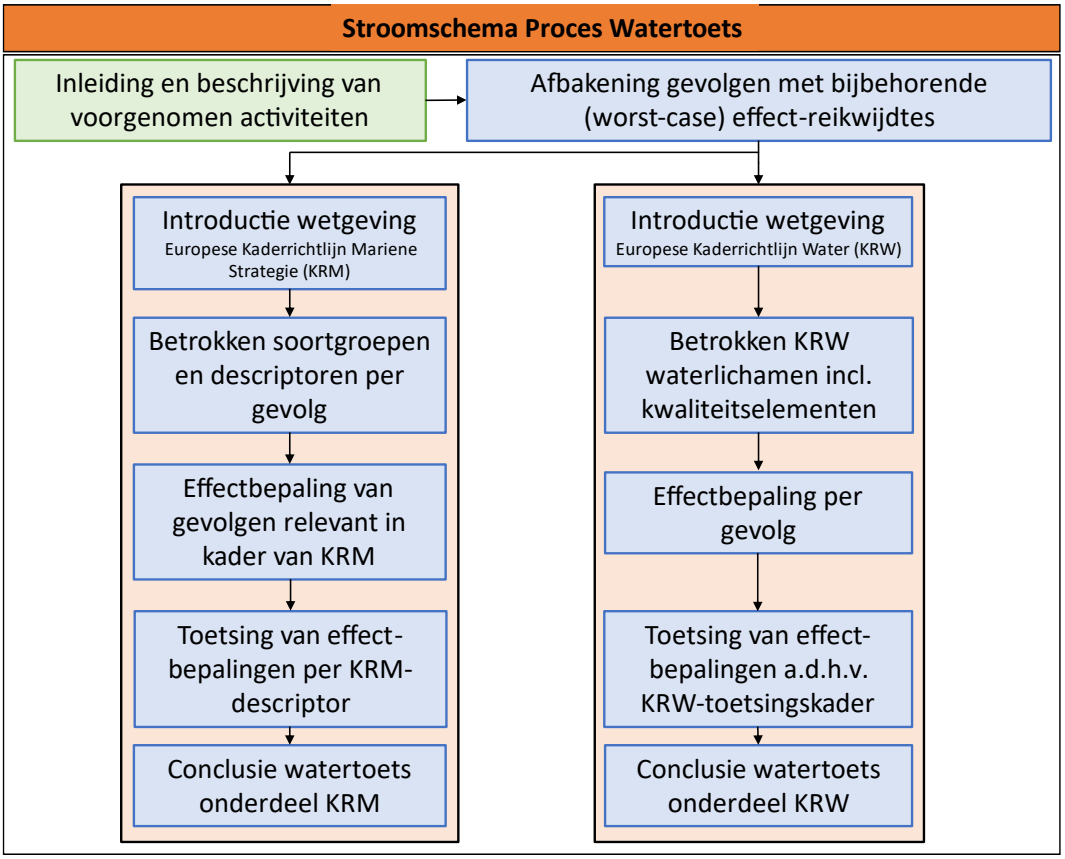
gedaan. In paragraaf 3.3 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader en in paragraaf 3.4 is de conclusie opgesteld.

- Hoofdstuk 4 getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In paragraaf 4.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRW, waarna in paragraaf 4.2 een opsomming van de betrokken KRW-waterlichamen wordt gegeven. In paragraaf 4.3 wordt de effectbepaling voor de KRW gedaan en in paragraaf 4.5 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader. Paragraaf 4.6 bevat de conclusie.

In deze Watertoets wordt de volgende terminologie gebruikt:

- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het aanleggen van kabels, het realiseren van een offshore platform en de bouw van een converterstation op land.
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door het omwoelen van de waterbodem.
- Effect: het effect op een kwaliteitskenmerk, bijvoorbeeld het effect op de soortsamenstelling van macrofauna als gevolg van aantasting van de bodem.

De stappen die worden doorlopen in deze Watertoets zijn weergegeven in het stroomschema in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen voor de Watertoetsen. Het groene blok is beschreven in deel A. De blauwe blokken zijn hier beschreven.

2 Afbakening

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 plaats voor het worst-case scenario. De activiteiten beschreven in het aparte document (Inleiding en Activiteitenbeschrijving) hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op de kwaliteitskenmerken.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van geresuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
  - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
  - Door impuls onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting door mechanische aantasting op zee.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het gebruik van het in gebruik nemen van de kabels.
- Verontreiniging, als gevolg van het opwoelen van chemische stoffen in het sediment tijdens werkzaamheden en gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling, als gevolg van het gebruik van de kabels in de gebruiksfase.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg is de reikwijdte toegelicht. Dit gebeurt aan de hand van modellering, uit de literatuur bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een worst-case reikwijdte per gevolg.

Verstoringen die alleen tijdens de aanlegfase plaatsvinden kunnen in theorie ook tijdens de gebruiksfase plaatsvinden, op het moment waarop er een kabelbreuk opgegraven en gerepareerd moet worden. Dit is in principe niet aan de orde en de impact per verstoring is zeer klein en lokaal en altijd minder groot dan bij de aanleg.

2.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Het betreft met name de resuspensie van de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden geresuspendeerde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effecten hebben op KRW-doelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 2.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.

- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

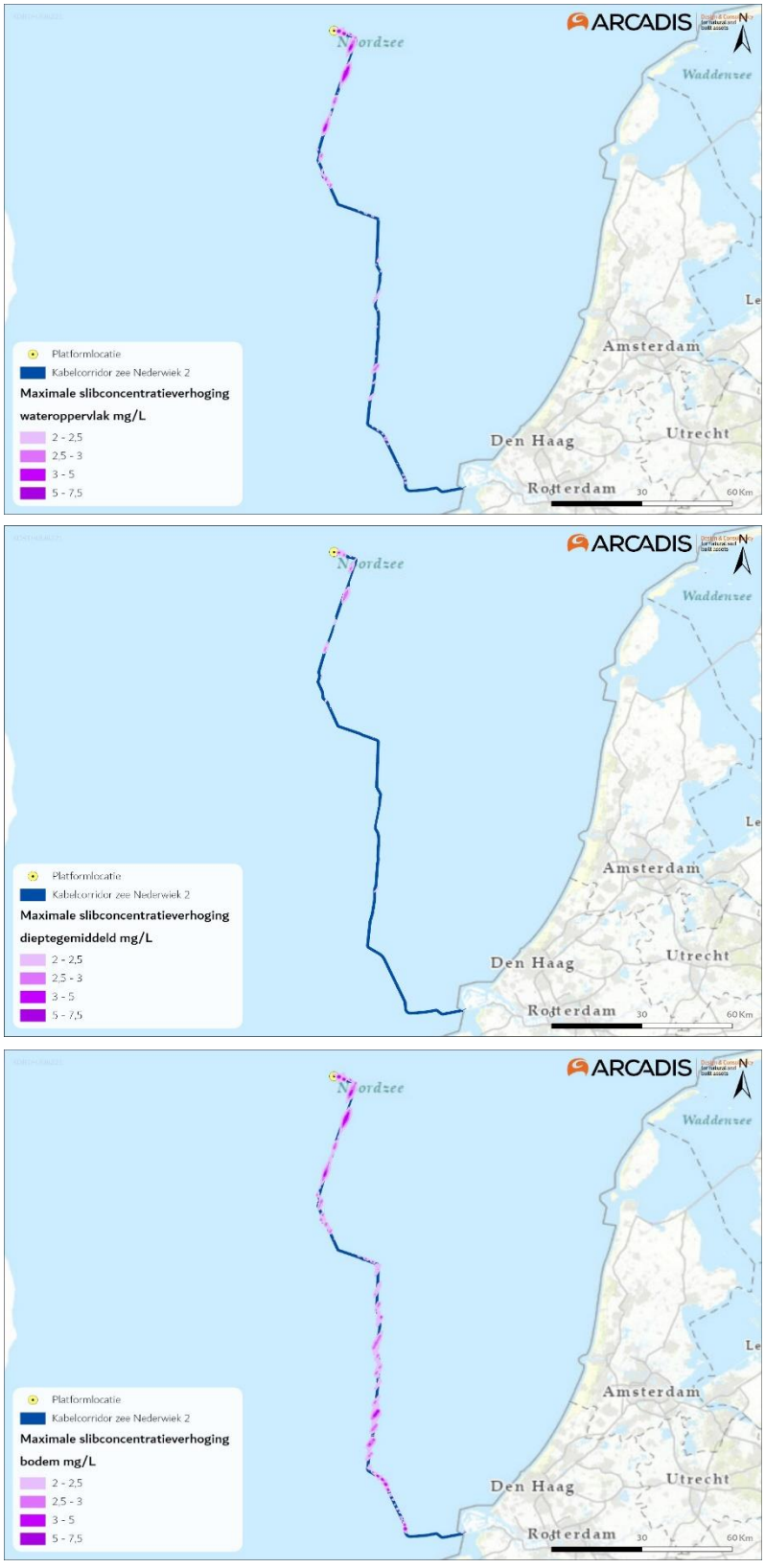
Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

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

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

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 2-1 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil ten opzichte van de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 kilometer van de kustzone treedt er geen vertroebeling op, omdat er gebruik wordt gemaakt van een ander type installatieschepen waarvoor geen pre-sweeping nodig is. Langs het gehele tracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op.



Figuur 2-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven), dieptegemiddelde (figuur midden) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

2.3 Sedimentatie

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

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

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 2.2.

Figuur 2-2 weergeeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988) en dus plaats kan vinden voordat effecten optreden op individuen. In Figuur 2-2 is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt en maximaal circa 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de Figuur 2-2). Langs het gehele tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.



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

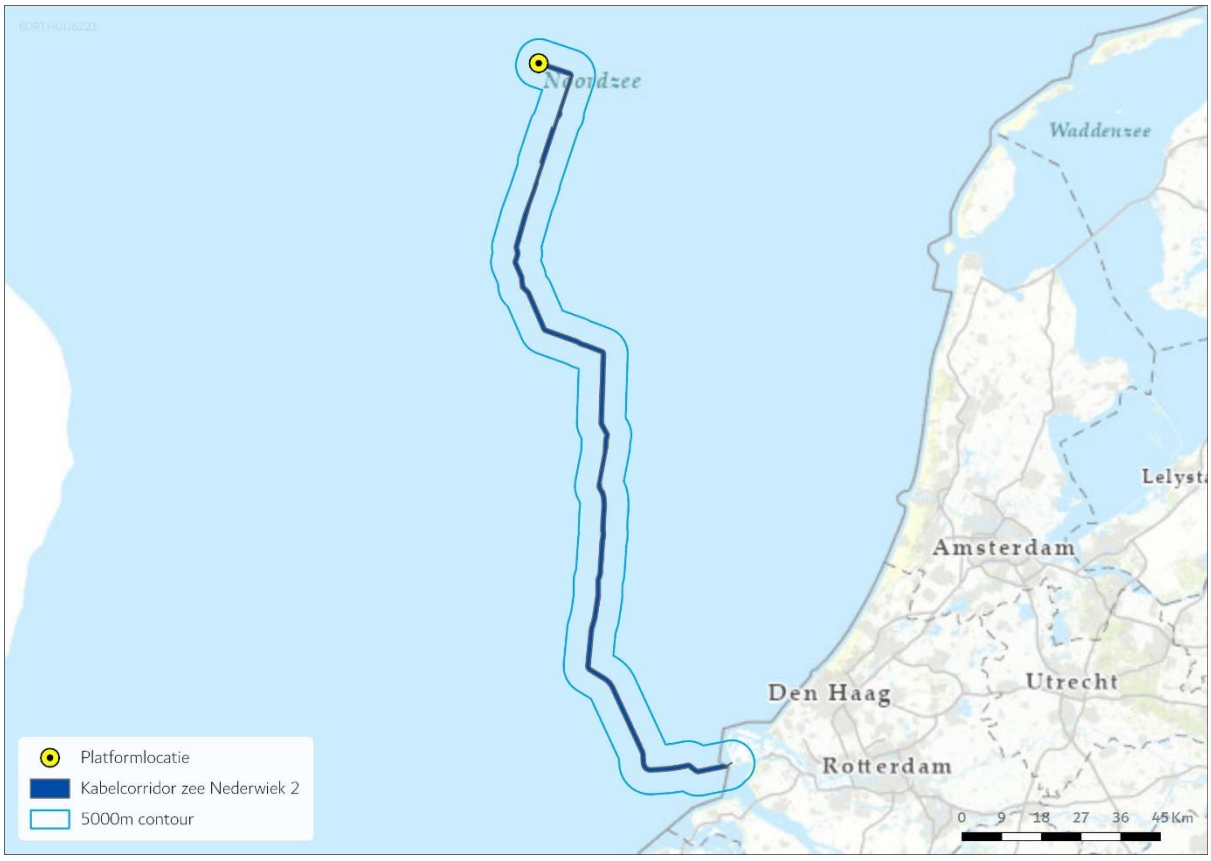
2.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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

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

In Figuur 2-3 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde

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



Figuur 2-3 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

2.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

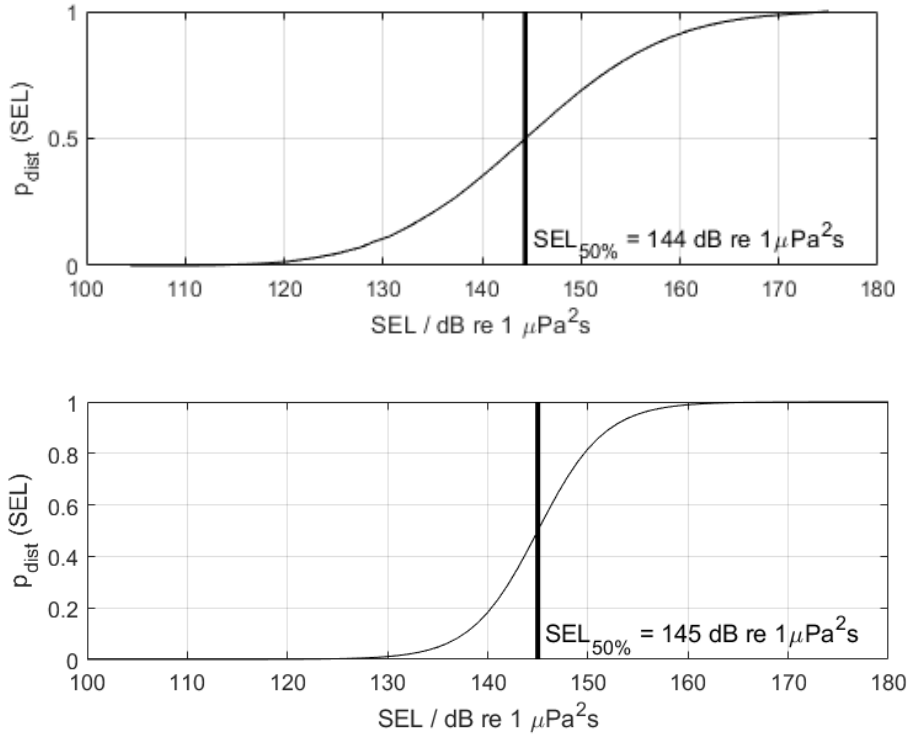
Door het heien voor de aanleg van het platform treedt er impuls onderwatergeluid op. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle windparken op zee op bruinvissen en zeehonden berekend en beoordeeld. Uitgangspunt bij de aanleg van windparken op zee is dat de bruinvis- en zeehond populaties in de Noordzee niet meer dan 5% (met 95% zekerheid) mogen afnemen. Het gebruik van het KEC is aan het einde van onderhavige paragraaf 2.5 toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC op zichzelf geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de

laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 2-4.



Figuur 2-4 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

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

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

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

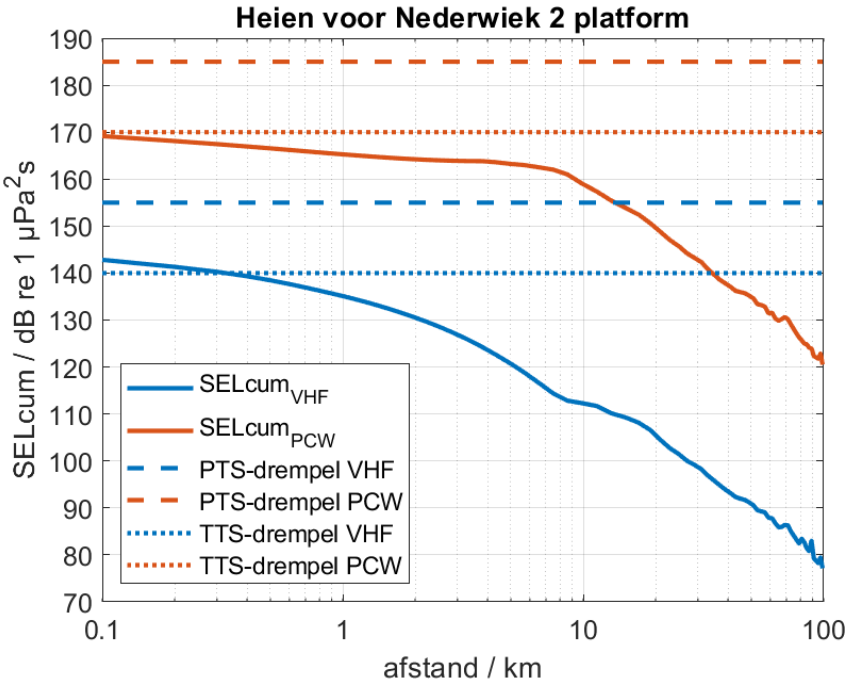
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. In de berekeningen van

het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Heinis et al., 2022; Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen.
De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens de TNO berekening is er een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 meter van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 2-5). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

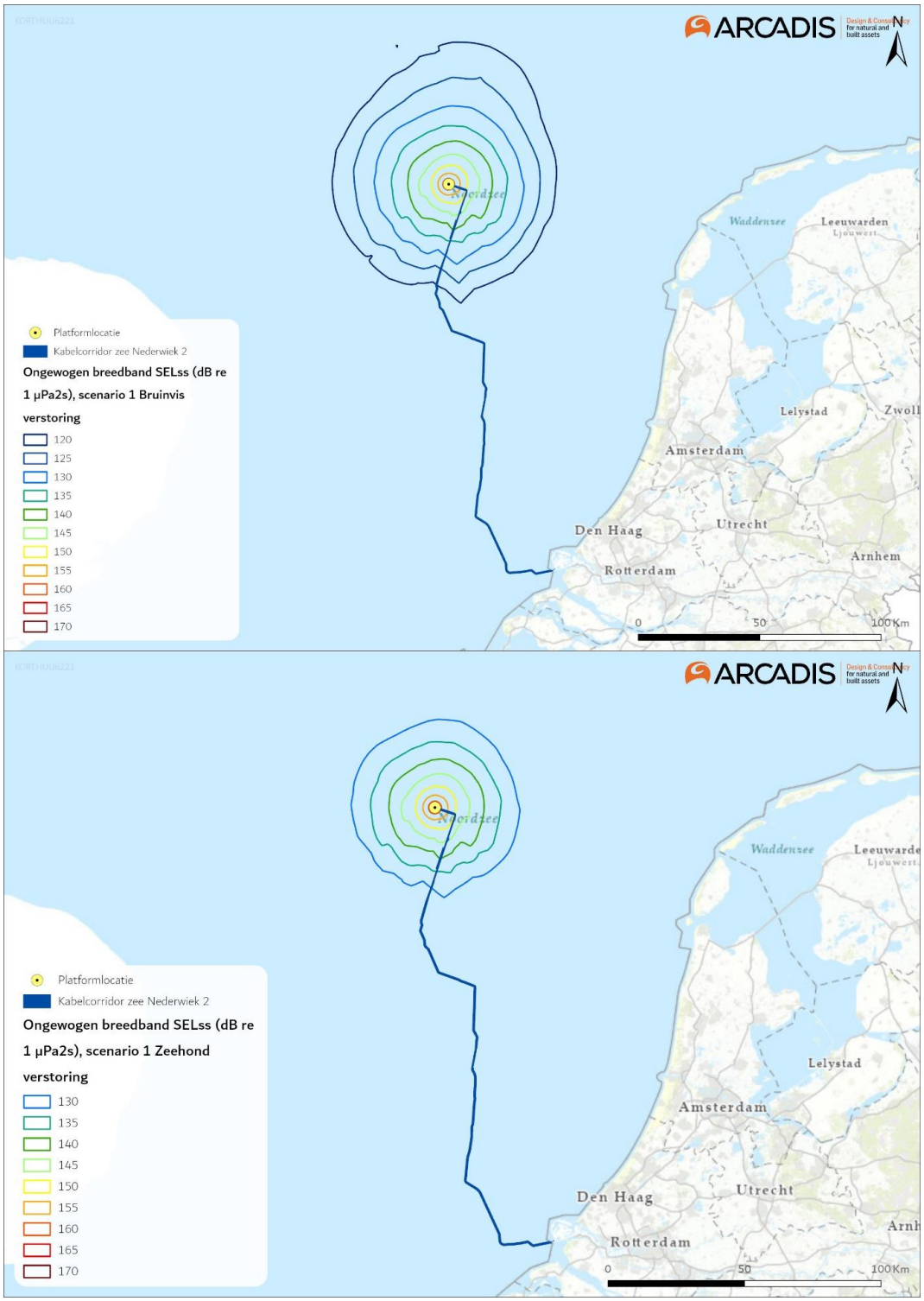


Figuur 2-5 Cumulatieve blootstelling aan heigeluid voor zwemmende zeezoogdieren (zeehonden (blauwe lijn) en bruinvissen (rode lijn)) en de PTS-drempelwaarde (Heinis et al., 2022).

2.5.1 Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 meter zonder mitigatie (C. de Jong & de Krom, 2022). De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling

van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 614 km^2 en voor bruinvissen 1.254 km^2 (zie Figuur 2-6).



Figuur 2-6 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform van Net op zee Nederwiek 2, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder).

Gebruik van het KEC 4.0 voor Net op zee Nederwiek 2
Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle wind op zee parken, waaronder Net op zee Nederwiek 2, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geven daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten (zie paragraaf 2.5).

Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen, namelijk:

- Maximale hei-energie van 2.000 kJ
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 m
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid van 1.0 individuen per km^2

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd. Als de uitgangspunten voor een individueel park, voor Net op zee Nederwiek 2 zijn deze beschreven in paragraaf 3.2.5, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehond populaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 3.2.5, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragraaf 3.2.5 wordt de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Nederwiek 2, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% (met 95% zekerheid) populatiereductie optreedt.

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

2.6 Bovenwaterverstoring op zee

2.6.1 Geluid en visuele storing

De aanwezigheid van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is.

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

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 2.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. Het 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

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

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

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 2-7. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.



Figuur 2-7 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

2.6.2 Verstoring door licht

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

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017, p. 12), waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de

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

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

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

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat.
In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platformverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de gebruiksfase binnen de reikwijdte van geluid , tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt hierom apart behandeld.

[1] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het Bevoegd Gezag

2.7 Habitataantasting

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) varieert langs het kabeltracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 2.2 en 2.3. Buiten (>10 kilometer) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die circa 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak van slechts enkele meters. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De kabel wordt geplaatst in een onderhoudscorridor. Dit is een ruimtelijke zone waar ingrepen in de bodem niet zonder meer zijn toegestaan om schade aan de kabel te voorkomen. Langs het grootste deel van het tracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Op plaatsen waar Netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen is de onderhoudscorridor 1.200 meter breed. De onderhoudszone is maximaal 1.800 meter breed wanneer Netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen met de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Vanaf circa 2 kilometer tot de kust wordt de onderhoudscorridor smaller en is die circa 200 meter breed. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De effecten van habitataantasting op zee, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in paragraaf 3.2.7.

2.8 Elektromagnetische velden

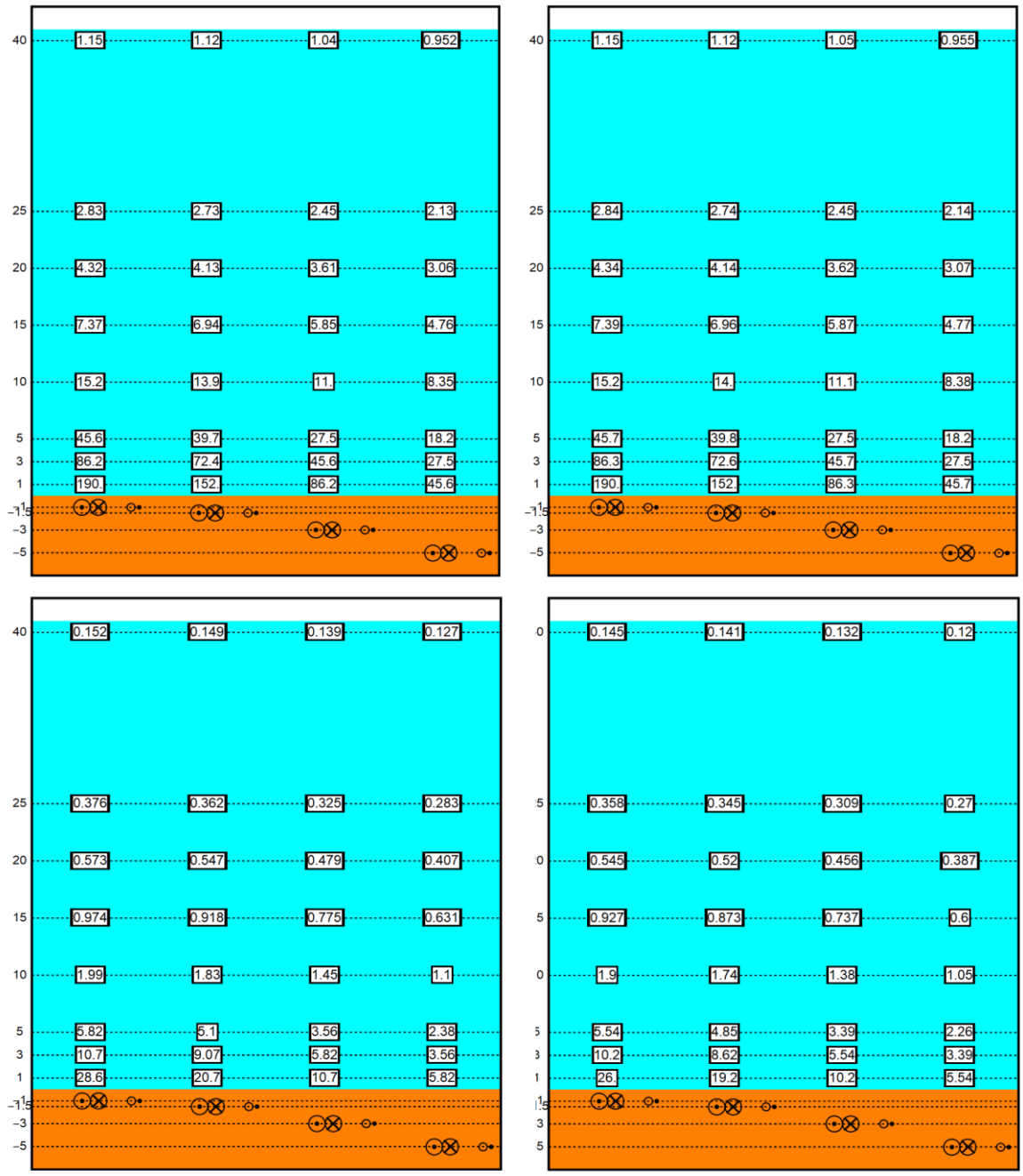
In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische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

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld. De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat onder bepaalde omstandigheden ook een elektrisch veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht.

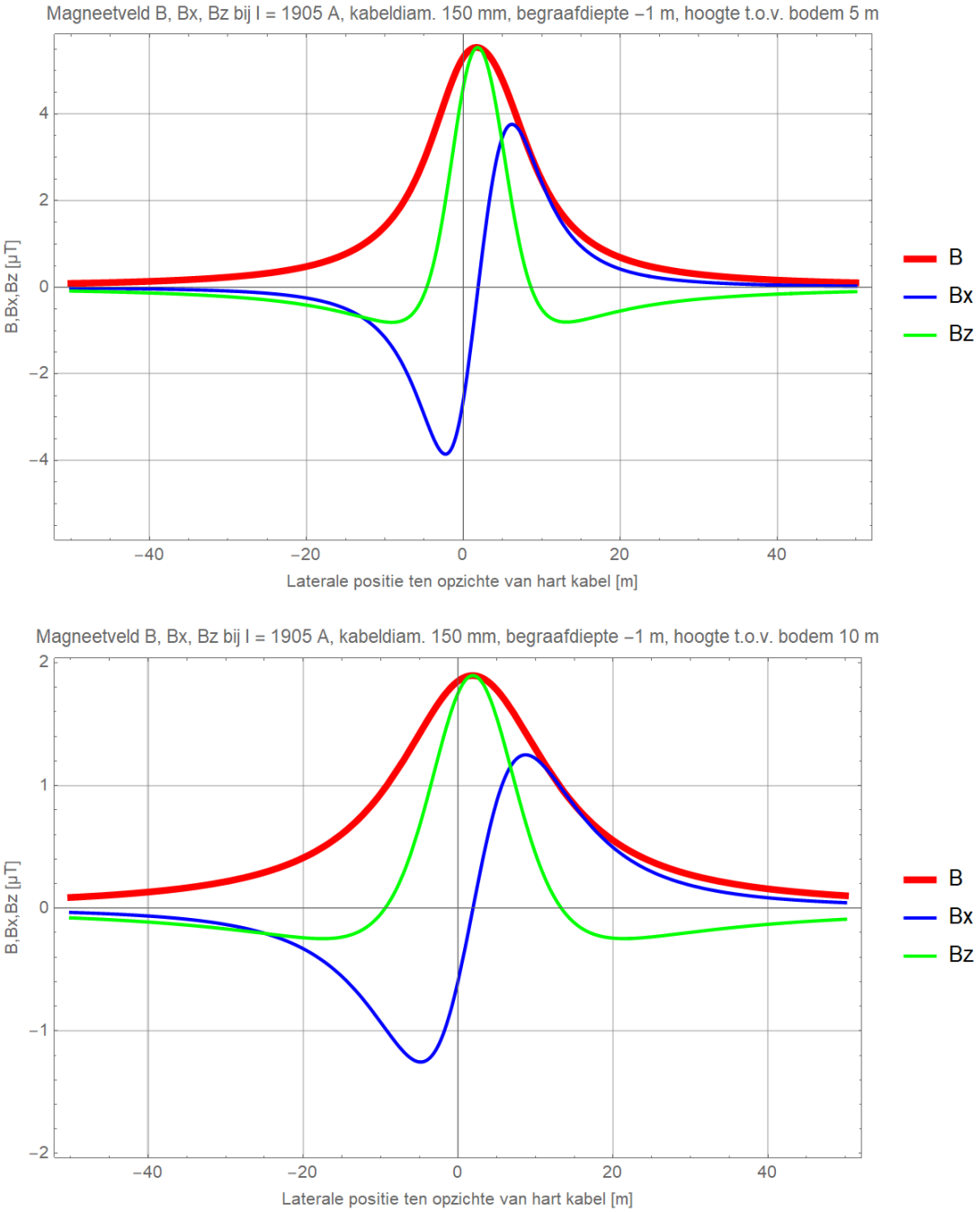
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 2-8 is de worst-case magneetveldzone in microtesla (µT) rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 2-9. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)). Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

In Figuur 2-8 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 10 keer (40 meter boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting maximaal in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar.

In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een gelijkstoomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT in plaats van 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 2-8 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) millimeter tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021).



Figuur 2-9 Elektromagnetische veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 millimeter (boven) en 185 millimeter (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021).

2.9 Verontreiniging

2.9.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie deze stoffen, waarmee de verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei.

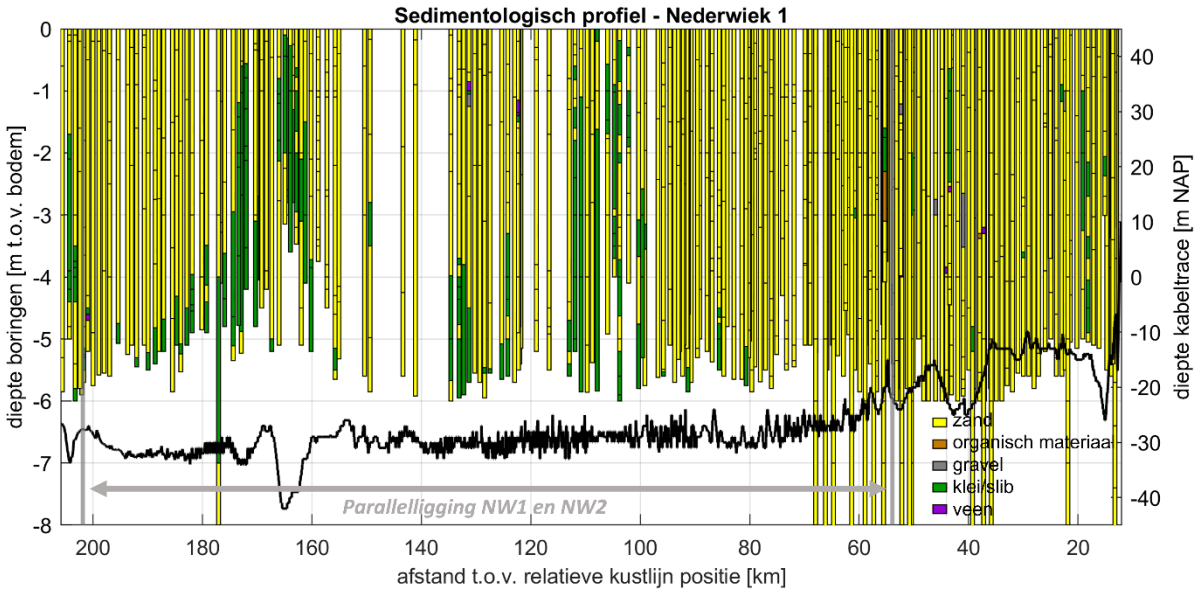
Daarnaast treden mogelijk lokale verontreiniging op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms, plekken waar blusschuim is toegepast, enzovoort…

2.9.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging worden op voorhand uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie
Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 2-10 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022). Het gaat dus uitsluitend om locaties op relatief grote afstand van de kustzone.



Figuur 2-10 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het jet trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden uitsluitend op rond het tracé, en zijn gekoppeld aan de veroorzaakte slibwolk. Dit is alleen van toepassing op locaties met oude geologische lagen van klei/veen, deze liggen uitsluitend op grote afstand van de kustzone.

2.9.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd. Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

2.10 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel is in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een beperkte plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken in de waterbodem. Over de lange termijneffecten op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen door lokale opwarming is beperkt onderzoek beschikbaar aangezien hier weinig studies naar zijn uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij twee kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur circa 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina

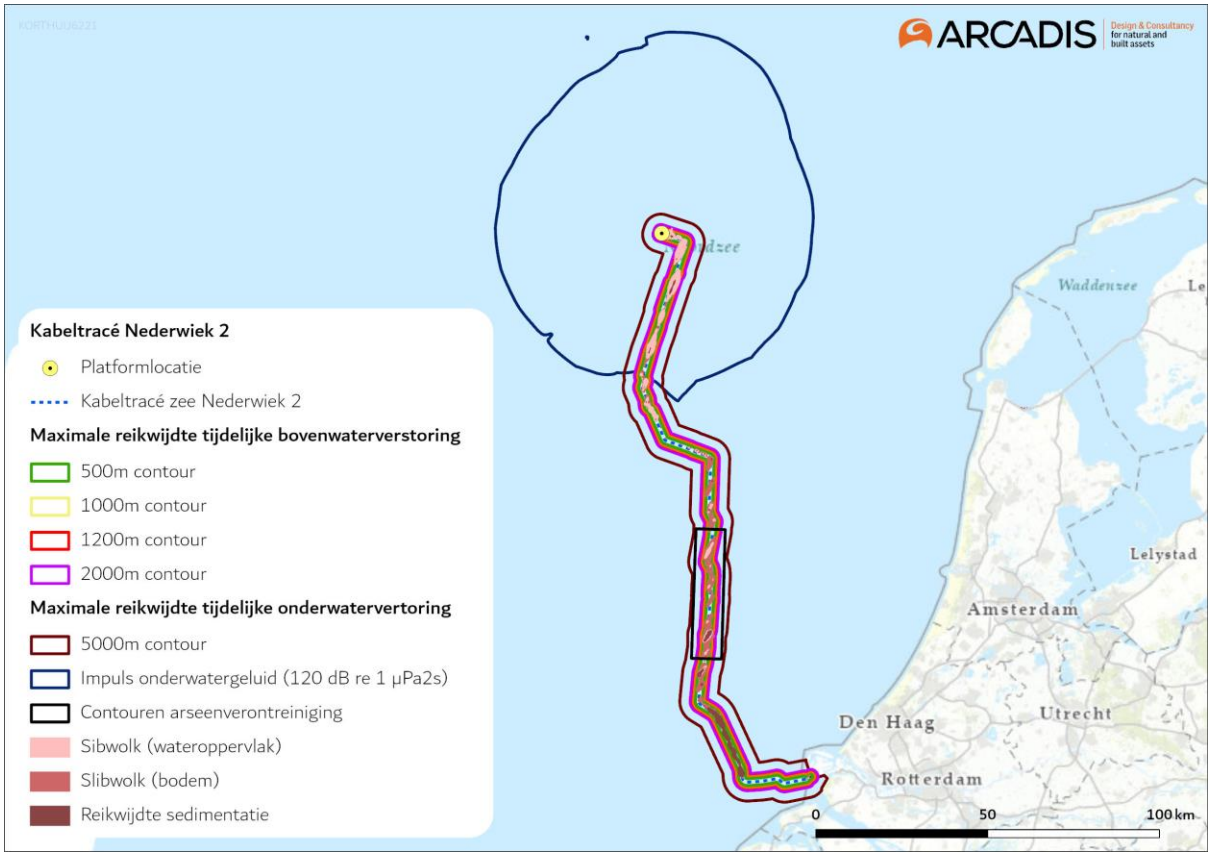
et al., 2018). Doordat de gelijkstroomkabels van Net op zee Nederwiek 2 relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor niet beïnvloed worden. Ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, is de temperatuursverhoging van de zeebodem verwaarloosbaar (Müller et al., 2016), naast dat deze zeer lokaal is. Er is geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse verwaarloosbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel (ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

2.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 2-1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven, en is er aangegeven of het gevolg relevant is in de aanleg- of gebruiksfase. In Figuur 2-11 wordt het studiegebied op zee getoond en de reikwijdtes van de verstoringen.

Tabel 2-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.

Gevolg		**Aanleg-/gebruiksfase**	**Maximale reikwijdte**
Vertroebeling		Aanleg	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het tracé en reikt niet tot de kustzone.
Sedimentatie		Aanleg	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Beide, maar aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.254km^2 en zeehonden 614 km^2) en trekvissen.
Bovenwater verstoring	**Geluid en visueel**	Beide, maar aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels 1.200 meter voor zeehonden 2.000 meter voor extra gevoelige vogels.
	Licht	Beide, maar gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van het platform.
Habitataantasting		Aanleg	25 meter voor pre-sweepen, baggeren en jet trenchen Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting.
Elektromagnetische velden		Gebruik	Horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Warmteontwikkeling		Gebruik	Geen effect, geen beoordeling.



Figuur 2-11 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringscontouren.

3 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

3.1 Wet- en regelgeving

3.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2027 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De KRM is voor het Nederlandse deel van de Noordzee uitgewerkt in de Mariene Strategie. Het beschrijft de maatregelen die nodig zijn om de goede milieutoestand en de milieudoelen te kunnen bereiken en te behouden. Dit programma van maatregelen is een integrale herziening van de eerste versie die in 2015 is vastgesteld en vormt het sluitstuk van de tweede implementatiecyclus van de KRM. Het programma is opgenomen in het Programma Noordzee 2022-2027, dat als bijlage deel uitmaakt van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027, en beschrijf de maatregelen die in de planperiode 2022-2027 van het Programma Noordzee worden geïmplementeerd. De minister van Infrastructuur en Waterstaat stelt het programma van maatregelen mariene strategie vast. Hij of zij doet dit in overeenstemming met andere voor dit onderwerp verantwoordelijke ministers. Deel 3 van de KRM geldt voor de periode 2022-2027 en geeft invulling aan artikel 13 van de KRM, dat lidstaten verplicht een programma van maatregelen op te stellen waarmee de GMT kan worden bereikt en behouden. Deze actualisatie heeft het doel van de KRM niet veranderd. In 2023 zal de KRM worden herzien, wat gedurende de planperiode kan leiden tot bijstellen of aanvullen van (de implementatie van) het beleid van het Programma Noordzee 2022-2027 en de implementatie van de KRM als onderdeel daarvan (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022).

De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf ‘descriptoren’:

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptoren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring (overmatige verrijking).
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en

Waterstaat, (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

3.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor
De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand
Soorten, vogels
De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren
De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap
De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats
Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats
Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthossoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Soorten, vogels
- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de Vogelrichtlijn(D1C2).
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren
- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (Habitatrichtlijn) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvissen moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvissen in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 3.1.7).

3.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand

Het aantal via menselijke activiteiten nieuw in het wild geïntroduceerde niet-inheemse soorten per beoordelingsperiode (zes jaar), gemeten vanaf het referentiejaar wordt tot een minimum beperkt en waar mogelijk tot nul teruggebracht.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

3.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevist visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY)[2] (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass, SSB) van commercieel beviste vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau 'MSY Btrigger'[1] (in lijn met vangstadviezen van International Council for the Exploration of the Sea, ICES) (D3C2).

3.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedsel web wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gilden (soortengroepen) is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gilden en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gilden is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gilden en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).

[2] De MSY is in dit geval de maximale hoeveelheid vis die ieder jaar 'verwijderd' kan worden van de aanwezige populatie. De MSY wordt ieder jaar bepaald a.d.h.v. data van de visserijbestanden. Hierbij speelt onder meer de SSB een belangrijke rol. Wanneer visserijdruk hoger is dan de MSY, neemt de populatie mogelijk af tot onder het voorzorgniveau, op termijn kan dit leiden tot uitroeiing van de populatie.

- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

3.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor

Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand

- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost anorganisch stikstof) en DIP (Dissolved Inorganic Phosphor; opgelost anorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiering in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties winter DIN en DIP

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa

- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzoneis niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzonewateren voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: in deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/L zuurstof gevonden (D5C5).

3.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

3.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of organismen), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties vervuilende stoffen

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of organismen) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritaire stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of organismen) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

3.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline.

Hoeveelheid door zoogdieren opgenomen afval en microafval

- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid van de desbetreffende soorten. Zie onder D10C1.

3.1.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impuls geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringsdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

3.2 Effectbepaling

3.2.1 Inleiding

In Hoofdstuk 2 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 3.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit

hoofdstuk, zie Tabel 3-1. In paragraaf 3.2 worden de effecten beschreven. De effecten worden vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 3.3.

Tabel 3-1 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptoren

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	• Algen (primaire productie) • Trekvissen • Filterfeeders • Zichtjagende vogels	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoordrempelverschuiving, fysieke schade, sterfte	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	• Vogels • Zeehonden	• Biologische diversiteit (D1) • Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Bodem • Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Niet-inheemse soorten (D2) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6) • Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering, morfologische veranderingen	• Zeezoogdieren • Gevoelige vissen • Bodemdieren • Invertebrata	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)

Biologisch relevante gebieden

In de onderstaande effectbepaling wordt af en toe verwezen naar Natura 2000-gebieden Bruine bank en Voordelta. In Natura 2000-gebieden geldt een apart wettelijk kader die in vanuit de KRM niet aan de orde is. Vanwege de ecologische gevoeligheid en de beschikbaarheid van ecologische data is er toch voor gekozen naar deze gebieden te refereren. De Bruine bank en Voordelta worden hier dan gebruikt als voorbeeld voor gebieden met een ecologische gevoeligheid, of in geografische

context. In de Passende beoordeling Nederwiek 1 wordt dieper ingegaan op de wettelijke kaders die gelden in relevante Natura 2000-gebieden.

3.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptoren biologische Diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3, D4 en D6), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie/voedselwebben (D4) beschouwd. Om dit te kunnen doen wordt eerst de gebruikte studie en de reikwijdte ervan nader toegelicht.

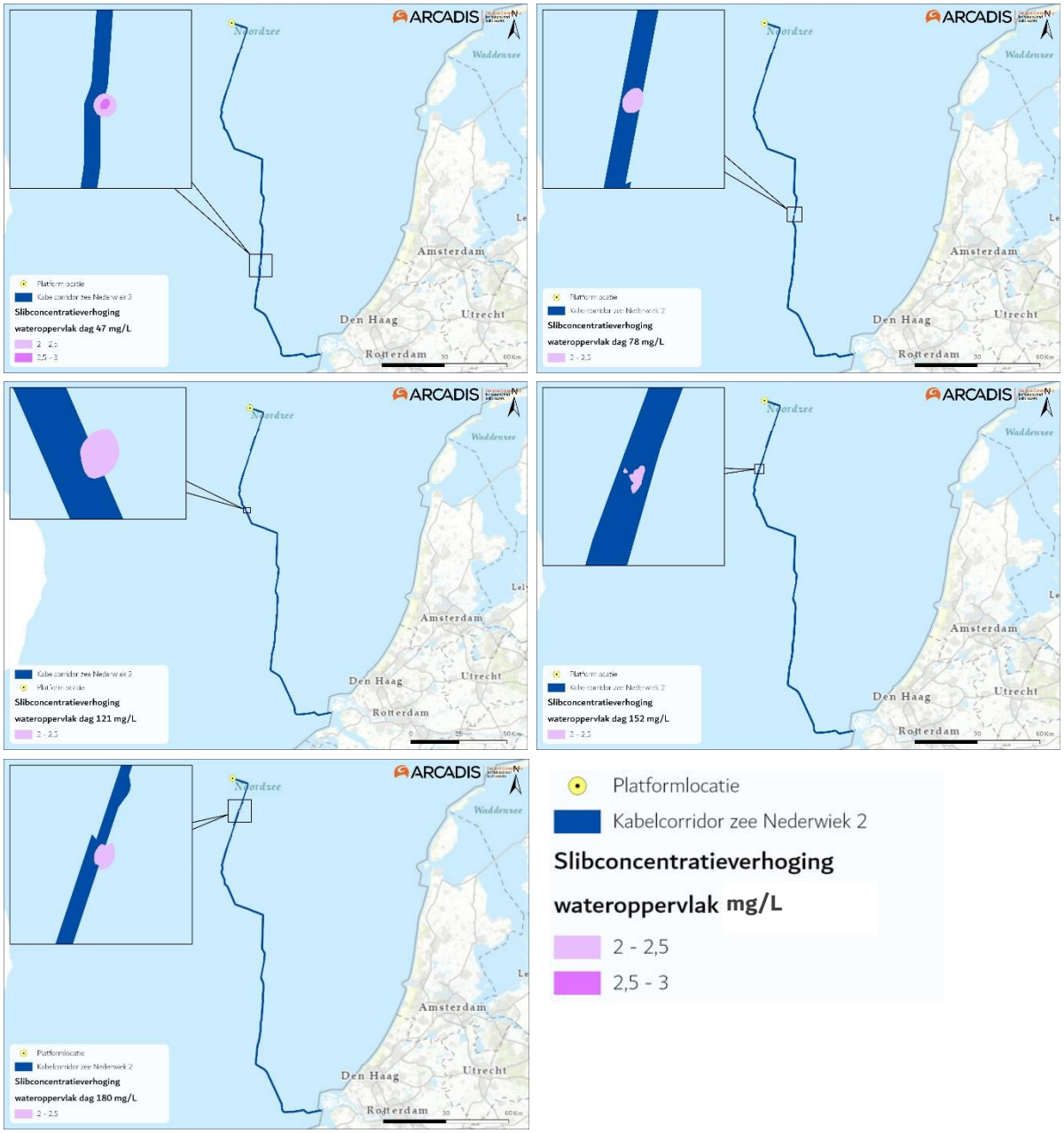
Slibconcentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van concentraties aan de bodem kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren.

In Figuur 2-1 is eerder het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddelde en bodem) weergegeven. In onderstaande paragraaf wordt een nadere toelichting gegeven van de reikwijdte van vertroebeling over de tijd. Ter illustratie wordt alleen vertroebeling in het bovenste gedeelte nader toegelicht. De slibwolken voor het dieptegemiddelde en de bodem volgen eenzelfde patroon.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)
De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 2-1 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvindt. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 3-1 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven, om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddelde en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 220 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande Figuur 3-1 worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 47, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (220) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 47 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en zal bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit het Figuur 3-1valt het volgende af te leiden:

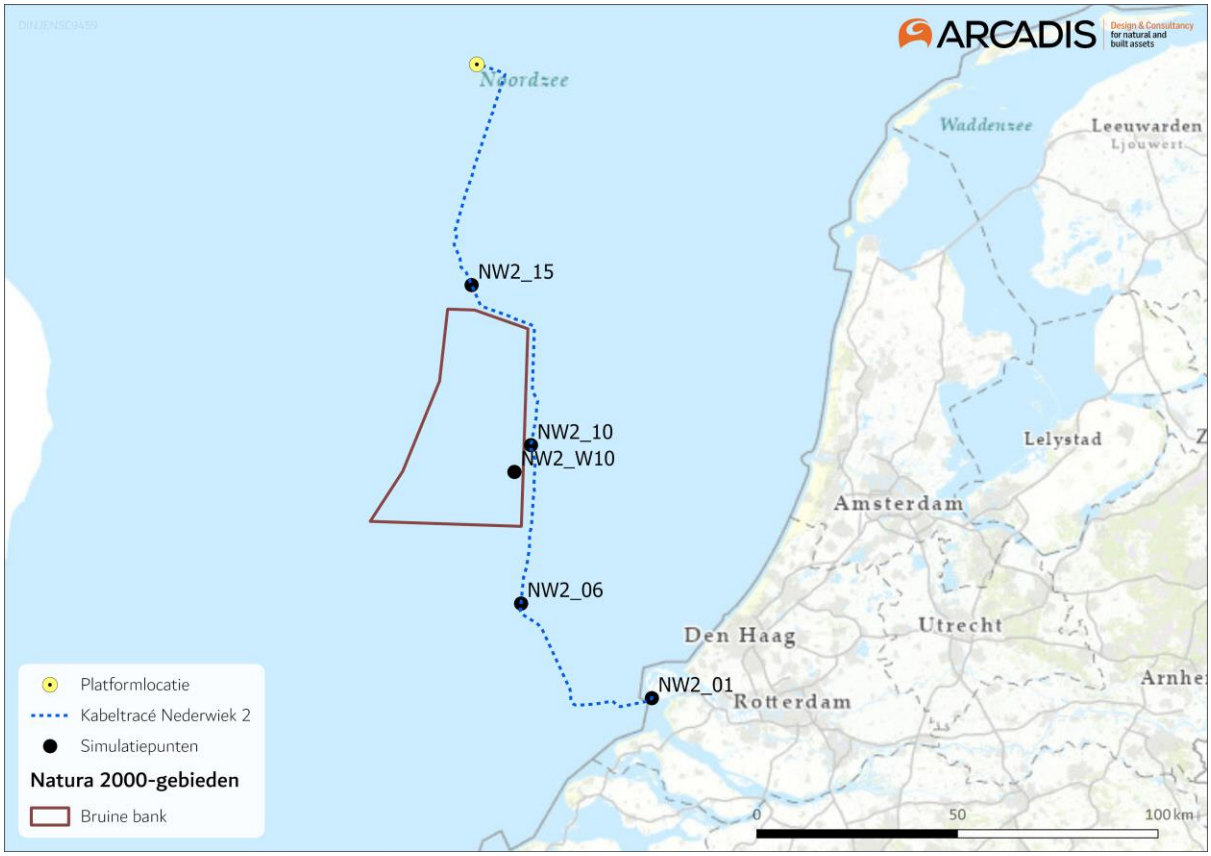
- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het kabeltracé op de plek van de werkzaamheden en neemt snelt af.
- De slibwolk wordt nooit groter dan enkele hectares. De wolk zal binnen enkele dagen tot een week onder de 2,0 mg/L komen.



Figuur 3-1 Verspreiding van vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak, van links naar rechts, boven naar onder dag 47, 78, 121, 152 en 180.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

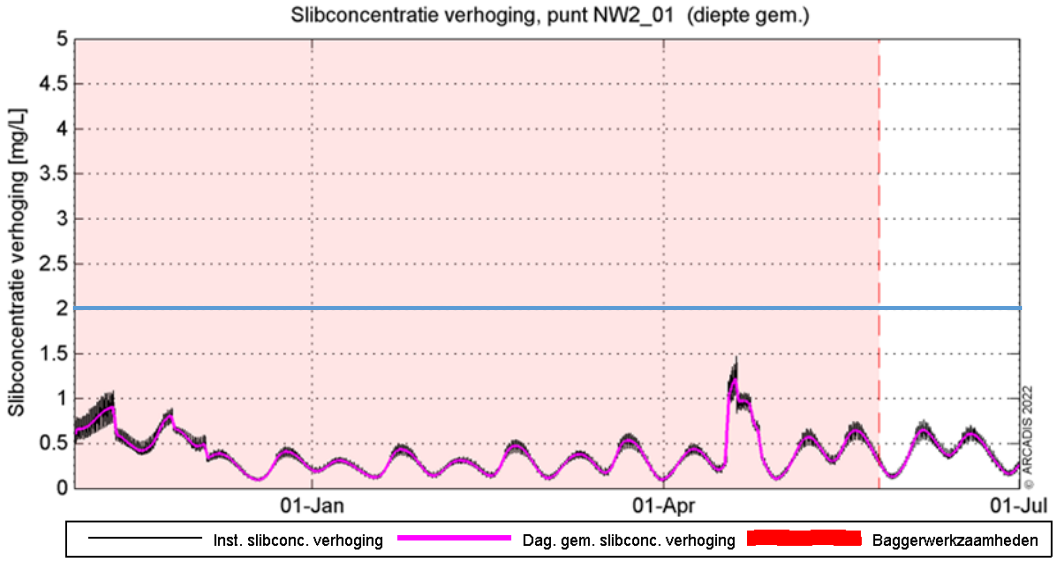
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 3-2 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (jet trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het kabeltracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het kabeltracé beschouwd.



Figuur 3-2 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd.

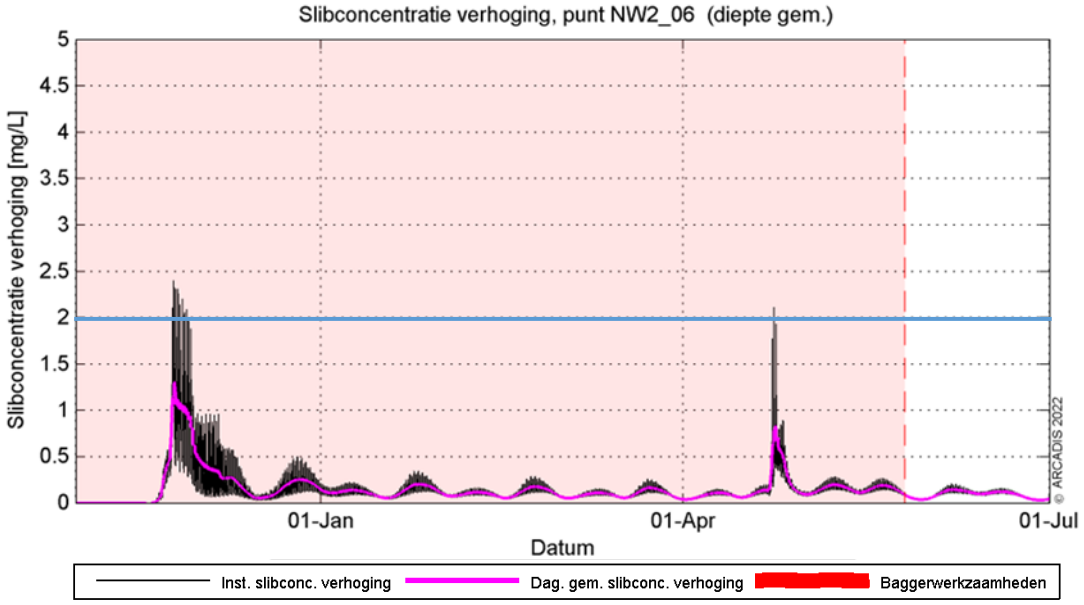
In Figuur 3-3 tot en met Figuur 3-7 zijn de slibconcentraties van het dieptegemiddelde in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten NW2_O01, 6 NW2_O06, NW2_O10 en NW2_O15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (circa 220 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 3-3. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/L. De grootste toename in concentratie valt tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (laatste 6 weken). In de na-ijl periode zal er ook nog vertroebeling optreden van circa 1 mg/L.



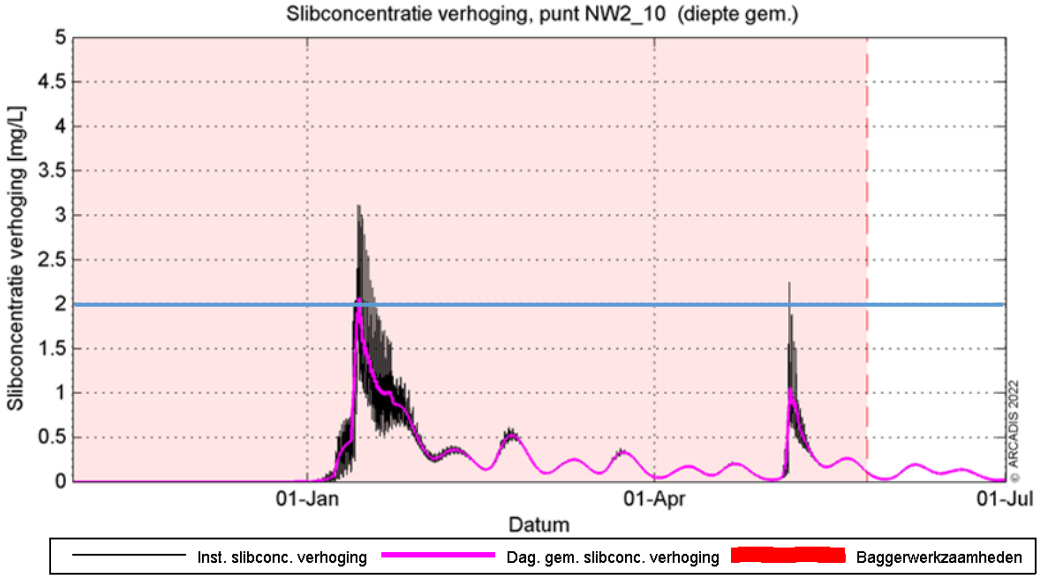
Figuur 3-3 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Rond simulatiepunt 6 (circa 20 kilometer uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Met uitzondering van de piek aan het begin van de werkzaamheden genereert dit proces een vertroebeling van maximaal 1 en 1.5 mg/L daggemiddelde. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 3-4 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties geen enkele keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/L.

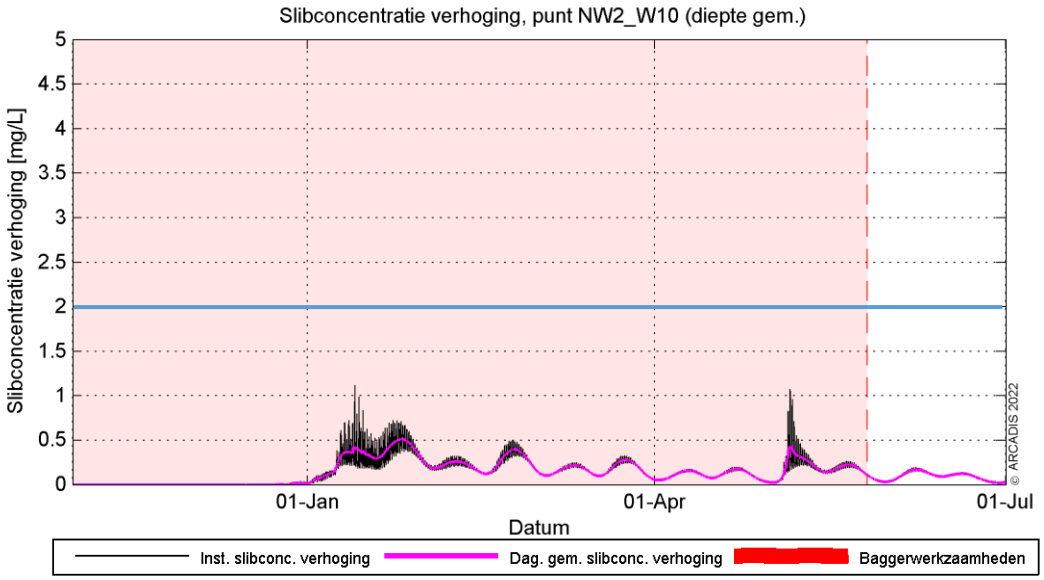


Figuur 3-4 Slibconcentratie dieptegmiddelde in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Simulatiepunt 10 bevindt zich halverwege de Bruine Bank en de concentratieverhoging in de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 3-5. De werkzaamheden langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot circa 2 mg/L (daggemiddelde) en reikt eenmalig tot boven de grens van 2 mg/L. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie lager dan 0,5 mg/L. In Figuur 3-6 is het simulatiepunt W10 weergegeven. Dit simulatiepunt ligt in de Bruine Bank op ongeveer 5km vanaf het tracé. Te zien is dat op deze afstand van het tracé de grenswaarde van 2,0 mg/L niet wordt overschreden.

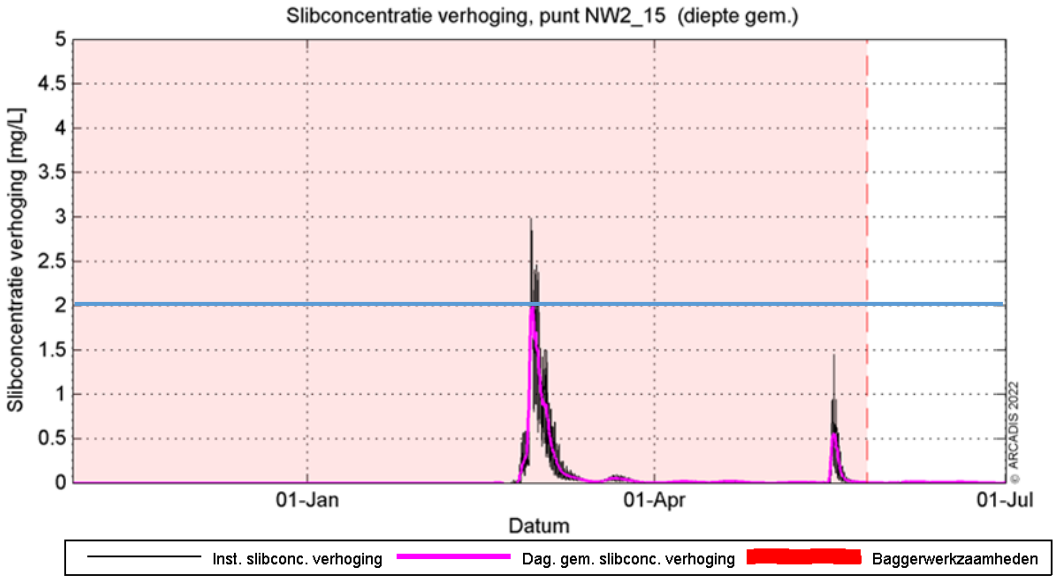


Figuur 3-5 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 10. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.



Figuur 3-6 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt W10, die in de Bruine Bank ligt. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Langs het tracé (nabij het platform) is er een enkele keer concentratieverhoging te zien (zie locatie NW2_O15, Figuur 3-7). Tijdens de gehele periode ligt de concentratie eenmalig op de 2 mg/L grens.



Figuur 3-7 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 15. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/L door stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

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

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

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

Effecten op vogels

Vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10 kilometer) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Er wordt onderscheid gemaakt tussen oppervlaktejagers (zoals meeuwen, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zoals zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele kabeltracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dooft snel uit. Binnen een periode van enkele dagen tot een week daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden. Voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte buiten de kustzone van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121, circa 62 ha is, zie Figuur 3-1. Dit is circa 0,001% van de totaaloppervlakte (ruim 57.000 km^2) van het NCP. De maximale concentratie van de slibwolk, direct langs het kabeltracé, is niet hoger dan 3 mg/L (daggemiddelde).

De dag en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging komt niet boven de 2 mg/L (daggemiddelde). Duikende vogels zoals de alk en zeekoet zullen geen effecten van vertroebeling ondervinden. De betrokken descriptoren (Tabel 3-1) worden niet beïnvloed.

Vogels binnen de kustzone

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Het gaat om kolonies van de dwergstern, Noordse stern, grote stern en visdief. Om het mogelijke effect te bepalen is het ingeschat hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties in het studiegebied. De actieradius waarin gefoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 3-3.

Slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen voornamelijk vanaf 20 kilometer uit de kust, Figuur 2-1. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 kilometer), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van deze grotere slibwolken uit de kust. Alleen de grote stern heeft een actieradius die overlapt met deze slibwolken. Bij de aanlanding van de kabel treedt er vertroebeling van het wateroppervlak op van een gebied van circa 1 hectare. Dit valt binnen de actieradius van de visdief en dwergstern. Zoals in de figuren is te zien hebben alle sternsoorten voldoende uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied beschikbaar om geen verstoring te kunnen ondervinden van de tijdelijke slibwolken die door de werkzaamheden vormen.

Tabel 3-3 Actieradius van aanwezige sternsoorten

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

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dooft de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor (zichtjagende) vogels binnen en buiten de kustzone. Er is dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau. De betrokken descriptoren (Tabel 3-1) worden niet beïnvloed.

Effecten op trekvissen

Trekvissen (zoals rivierprik, zeeprik, elft en fint) kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F is deze slibmodelleerstudie opgenomen, in Figuur 3-1 zijn resultaten hiervan weergegeven. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. Hoewel de slibwolk een groot deel langs de kust beslaat, gaat het om zeer lage concentraties, die slechts enkele dagen op de locatie zullen zijn.

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodem gebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Alle soorten trekvissen die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complexe interactie van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013). Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft dus een verwaarloosbaar effect op trekvissen; migratieroutes worden niet geblokkeerd.

Effecten op vissen algemeen
Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis jagende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effecten op filterfeeders
Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fractie (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Circa 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

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

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

2 mg/L dalen. Uitgaande van dit is de verwachting dat de kokkelpopulatie geen effecten ondervindt door vertroebeling.

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

De zandkokerworm (*S. spinulosa*) heeft waarschijnlijk een grote tolerantie voor vertroebeling aangezien zij niet van zicht afhankelijk zijn om te foerageren (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/L) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat wormriffen niet gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling tot 50 mg/L. De vertroebeling van het project (<5 mg/L) leidt dus niet tot effecten op wormenriffen.

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 5 mg/L en na een periode van enkele dagen weer afneemt tot het achtergrondniveau. Dit is een kleine fractie (5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

In de kustzone treedt er alleen rond de aanlanding vertroebeling aan de bodem op. Hier komen geen schelpdierbanken voor. De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het kabeltracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is (doorgaans hooguit enkele dagen). Filterfeeders ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop jagende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

Effecten op primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met circa een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014). Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking

hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Matsumoto et al., 2014), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar.

3.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptoren biologische Diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang.

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 3-8 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*. Hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos (waaronder tweekleppige als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten) weinig problemen ondervinden van sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 3-8 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden.

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 45,3 km^2 (zie Figuur 3-8). Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden.

Zandkokerwormen zijn belangrijke bodemorganismen die het ecosysteem naar hun hand zetten door het bouwen van riffen. Zandkokerwormen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Hierbij zijn de wormen niet meer instaat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker' met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand dat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden.

De habitat zal herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

3.2.4 Verstoring door continue onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 kilometer, zoals toegelicht in paragraaf 2.4. In totaal wordt er een areaal van circa 2.276 km^2 verstoord. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Bovendien is de hoeveelheid scheepvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 2). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt, maar door de aanwezigheid van vaste scheepvaartroutes, zijn er ook plekken waar de scheepvaartintensiteit veel minder is. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er vrijwel geheel binnen de bestaande vaarweg wordt gebleven, waar de scheepvaart intensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord is ruim voldoende areaal aanwezig waar de verstoring veel minder is om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is

verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

3.2.5 Verstoring door impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang. De bruinvis wordt gebruikt als worst case. De effecten op deze soort worden bepaald, waardoor de andere soorten hier onder geschaard worden.

Leeswijzer
Zoals toegelicht in paragraaf 2.5 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect op bruinvissen beoordeeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringsafstanden. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden besproken in paragraaf 2.5. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten
Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 uitgevoerd. De betreffende studie is bijgevoegd als Bijlage VII-E. De berekeningen van de TNO studie voor Net op zee Nederwiek 2 verschillen ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 in plaats van worst case 20 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid in plaats van worst case één paal per dag.

Geluidsnormen
Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect, van de uitrol van Wind op zee, geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 meter) wordt gebruikt.

De TNO studie laat zien dat er bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 2 impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt

wordt voor het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heiactiviteiten

Er vindt bij het heien van het platform Net op zee Nederwiek 2 een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 meter) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter) plaats. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.254 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 meter in diameter voor platform Net op zee Nederwiek 2 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 2.5 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor platform Net op zee Nederwiek 2 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen). In verhouding met het totaal te heien palen voor Wind op zee parken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 3-4 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee-projecten

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1

µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 601 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 473 verstoorde bruinvissen en dus 473 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,79 (473/601). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Net op zee Nederwiek 2 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.622 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.622 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,13 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.622 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,11 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze Watertoets opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en ‘slow and soft start’ zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor het uitvoeren van de geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) op. Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform van Net op zee Nederwiek 2 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

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

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Aangezien bruinvissen de gevoeligste soort is, zijn effecten op vissen en overige zeezoogdieren ook uitgesloten.

3.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptoren biologische diversiteit (D1) en voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en visuele verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 2.6.2), deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en visuele verstoring voor vogels en zeehonden.

Vogels
Rondom het tracé komen zeevogels voor, zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, roodkeelduiker, zwarte zee-eend en bergeend (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen. Voor de ruiende en verstoringsgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) is de reikwijdte van bovenwaterverstoring 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringscontour van 2.000 meter gebruikt. De onderstaande uiteenzetting komt uit de Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1.

Figuur 2-7 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard en zal dus niet over de hele verstoringscontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstoord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

In de omgeving van het tracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor. Deze twee soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van 6.415 ha leefgebied in de Voordelta. In dit gebied waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit. In delen van dit gebied bevinden zich vaste scheepvaartroutes met doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand. Individuen die zich in de buurt van deze routes bevinden zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart. Extra vaarbeweging als gevolg van de werkzaamheden zullen hierdoor niet significant bijdragen aan de

mate van verstoring in de buurt van vaarroutes. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorde vogels naar gebieden waar de verstoring minder is. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele tracé tegelijk op. Er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen.

Ruiende vogels, zoals alken, zeekoeten, grote jagers en bergeenden hebben dezelfde verstoringscontour als de roodkeelduiker. Ruiende vogels kunnen, afhankelijk van de periode, echter moeilijk uitwijken voor verstoringsfactoren wegens hun beperkte vliegvermogen. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote Jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring moeilijker kunnen vluchten dan buiten de ruiperiode. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018). Eventueel verstoorde ruiende zeekoeten kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen. Er wordt daarom uitgegaan van een worst-case verstoringsafstand van 2000 meter. In de Bruine bank leidt dit tot een verstoord oppervlak van 35 km^2 langs het 70 km lange traject.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor in het noorden van het tracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2021-2022 van circa 5,057 (januari) tot 4,906 (februari) individuen per km^2 en voor de alk 0 (augustus) tot 0,489 (november) individuen per km^2 (R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, in 2020 en 2021 lagen de seizoen maxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 15 tot 10 lager, namelijk tussen de 6.500 en 18.000 individuen (Fijn et al., 2022, 2020; van Bemmelen et al., 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2020 rond de 0,001 individuen per km^2, in augustus 2019 en augustus 2021 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn

et al., 2019, 2020; R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2022). De populaties zeekoeten op de Noordzee bestaan uit verschillende deelpopulaties die op verschillende locaties broeden en overwinteren. Omdat het daarom moeilijk is aan te geven wat als één (geografische) populatie wordt gezien, wordt uitgegaan van één Noordzee-deelpopulatie. De Noordzee deelpopulatie is geschat op 1.562.000 zeekoeten (Ministerie van LNV, 2014). De populatie alken die de bron vormen voor het aantal vogels dat de Nederlandse Noordzee bezoekt wordt geschat op 324.000 vogels (R. van Bemmelen et al., 2013).

De werkzaamheden leiden met een verstoringscontour van 2.000 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 kilometer tot een verstoord oppervlak van circa 35 km^2. Met de berekende dichtheden op basis van aantallen uit van Bemmelen et al. (2022) en het oppervlak van de Bruine Bank, is het aantal verstoorde zeekoeten en alken ten gevolge van de werkzaamheden berekend voor augustus en januari. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met maximaal geschatte aantallen uit 2021/2022 (R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van januari genomen, aangezien in deze maand van de gevoelige periode (januari en februari) de hoogste dichtheden alken en zeekoeten werden aangetroffen. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de dichtheden in augustus.

In augustus 2021-2022 is de geschatte populatiegrootte op de Bruine Bank 476 zeekoeten en 0 alken. Gebaseerd op de populatiegrootte van de alk in augustus op de Bruine Bank zullen er geen alken verstoord worden tijdens werkzaamheden in augustus. Het aantal zeekoeten is hoger in augustus. De dichtheid zeekoeten op de Bruine Bank is in de maand augustus 0,348 individuen/km^2 (476/ 1.366 (oppervlakte de Bruine Bank)). De werkzaamheden in de ruiperiode in augustus leiden op basis van de overlap van de verstoringscontour met de bruine bank tot 12 (0,348* 35) verstoorde zeekoeten.

Op een geschatte de Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten is dit verstoring van circa 2,5 % van de populatie van de bruine bank en van 0.0007% van de Noordzee-deelpopulatie. Alken zijn in deze periode niet waargenomen in het gebied rondom de werkzaamheden. Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker. De dichtheid op de Bruine Bank in januari voor de zeekoet is 5,057 individuen/km^2 (6.908 /1.366) en voor de alk is 3,076 individuen/km^2 (4.202/1.366). De werkzaamheden in de ruiperiode in januari leiden tot 177 (5,057* 35) verstoorde zeekoeten en 108 (3,076 * 35) verstoorde alken. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,011 % en circa 0,033 % van de populatie.

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten. Daarnaast vaart het schip dat de kabels aanlegt erg langzaam, tussen 250 en 500 m/u, en kan het zonder bevoorrading tussen de 40 en 60 km kabel aanleggen (Pondera Consult & Arcadis Nederland, 2022). Dit geeft verstoorde alken en zeekoeten voldoende

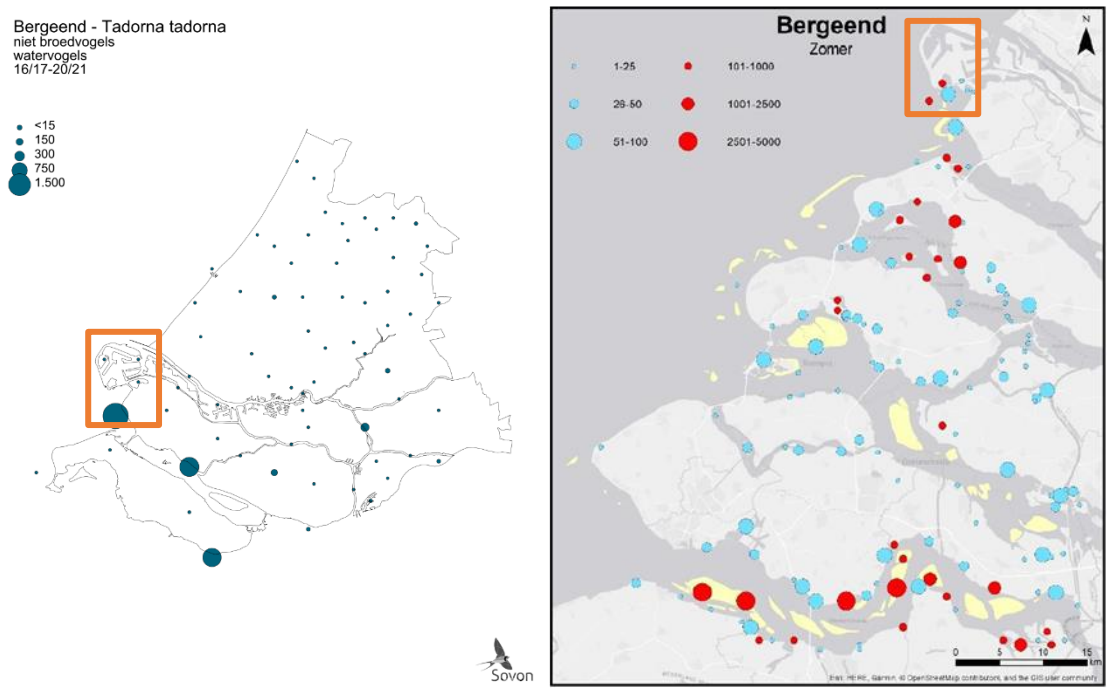
mogelijkheid om uit te wijken, ook zonder vliegvermogen. De vaarbeweging en snelheid van bevoorradingsschepen is in de activiteitenbeschrijving niet beschreven.

Naast het gegeven dat het verstoorde oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog. Dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 2. Doorgaans is de scheepvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Zoals Figuur 3-9 laat zien komen in de slufter op de Maasvlakte, rondom de plek waar het kabeltracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor in het ruiseizoen. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002).

Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden. Ruiende bergeenden in de slufter kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.
Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 3-9. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt in de slufter of rond de Slikken van Voorne. Om verstoring te voorkomen wordt een vogelwaarnemer ingezet. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden en kan verstoring van ruiende bergeenden worden voorkomen.

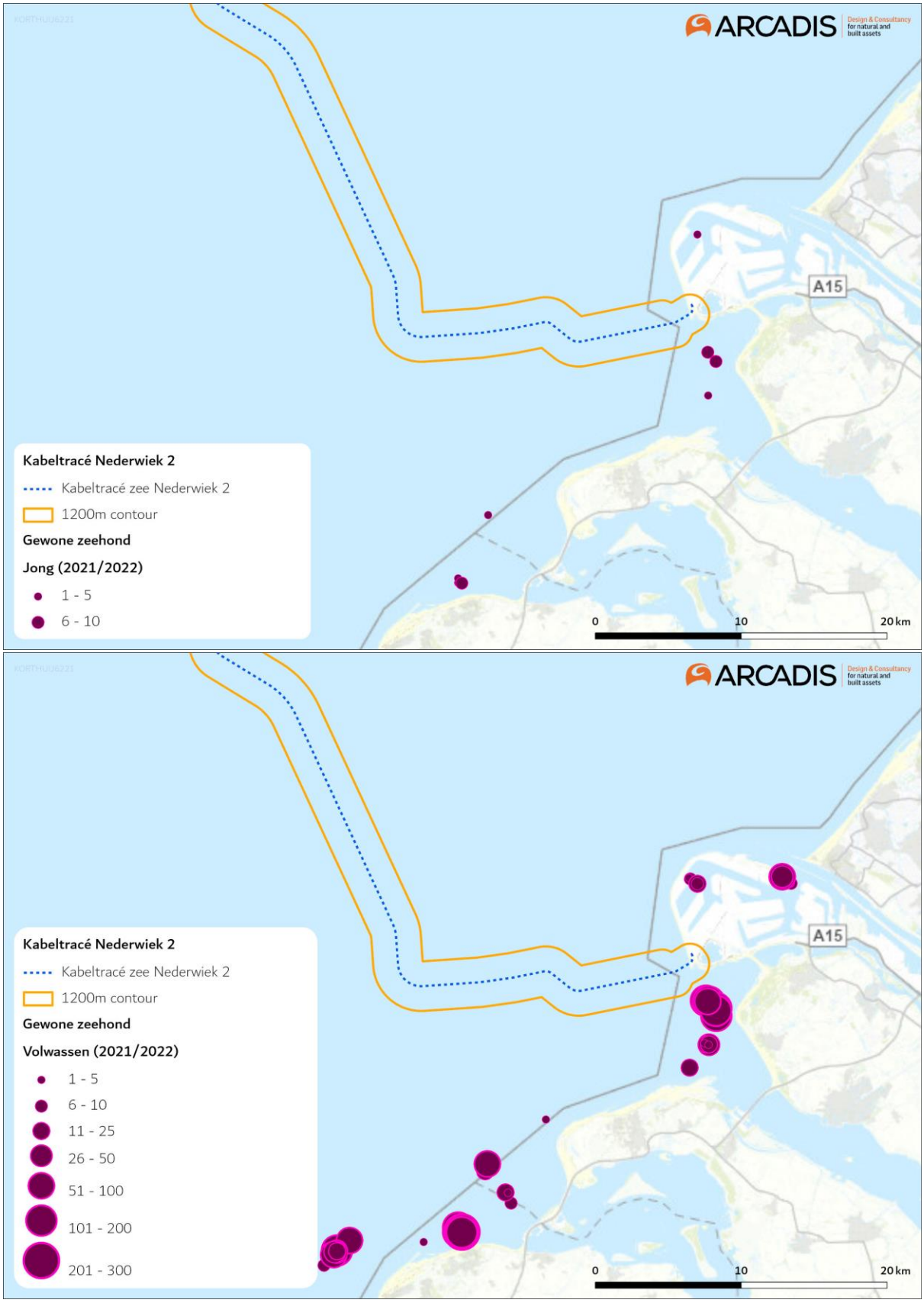
Wanneer als mitigerende maatregel een professionele vogelwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de ruitijd waarneemt of ruiende bergeenden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau.



Figuur 3-9 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2016– 2021 (Sovon, 2022b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). *Het oranje kader geeft het studiegebied weer.*

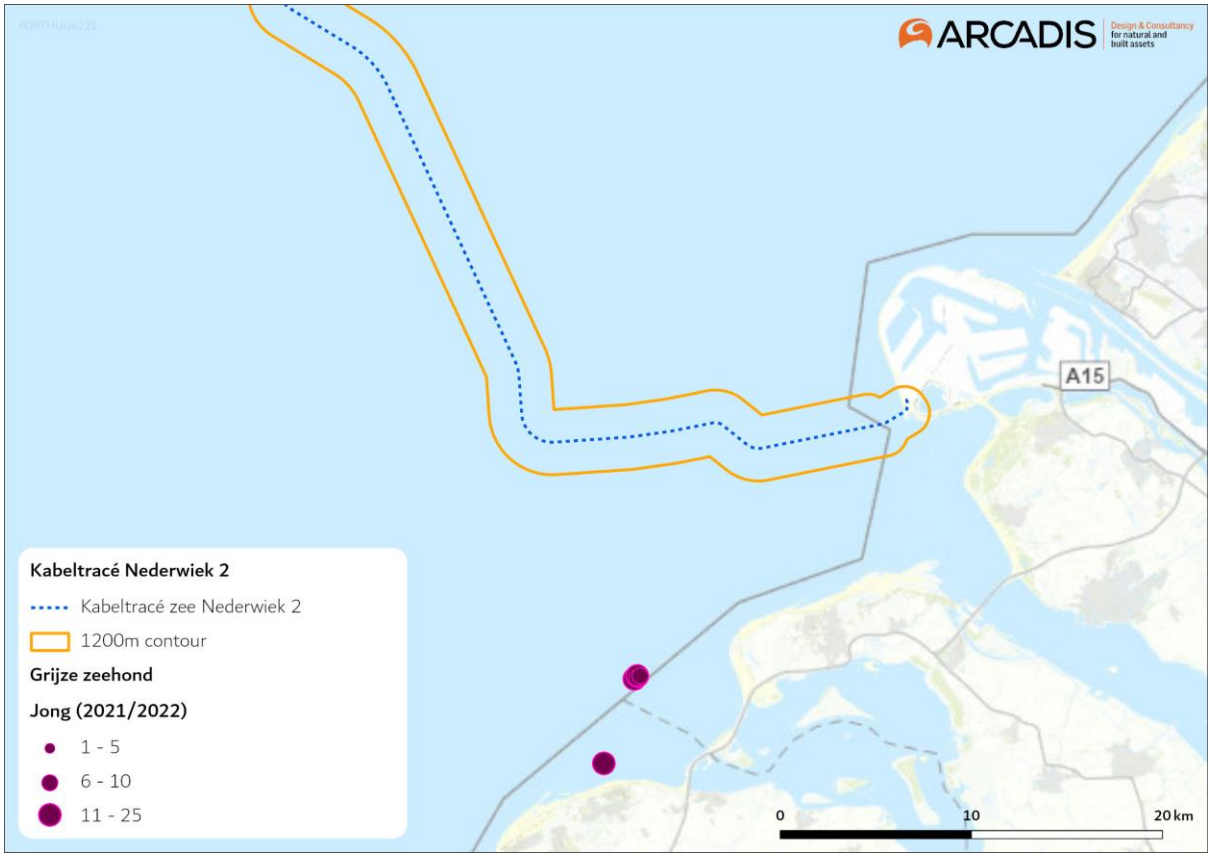
Zeehonden

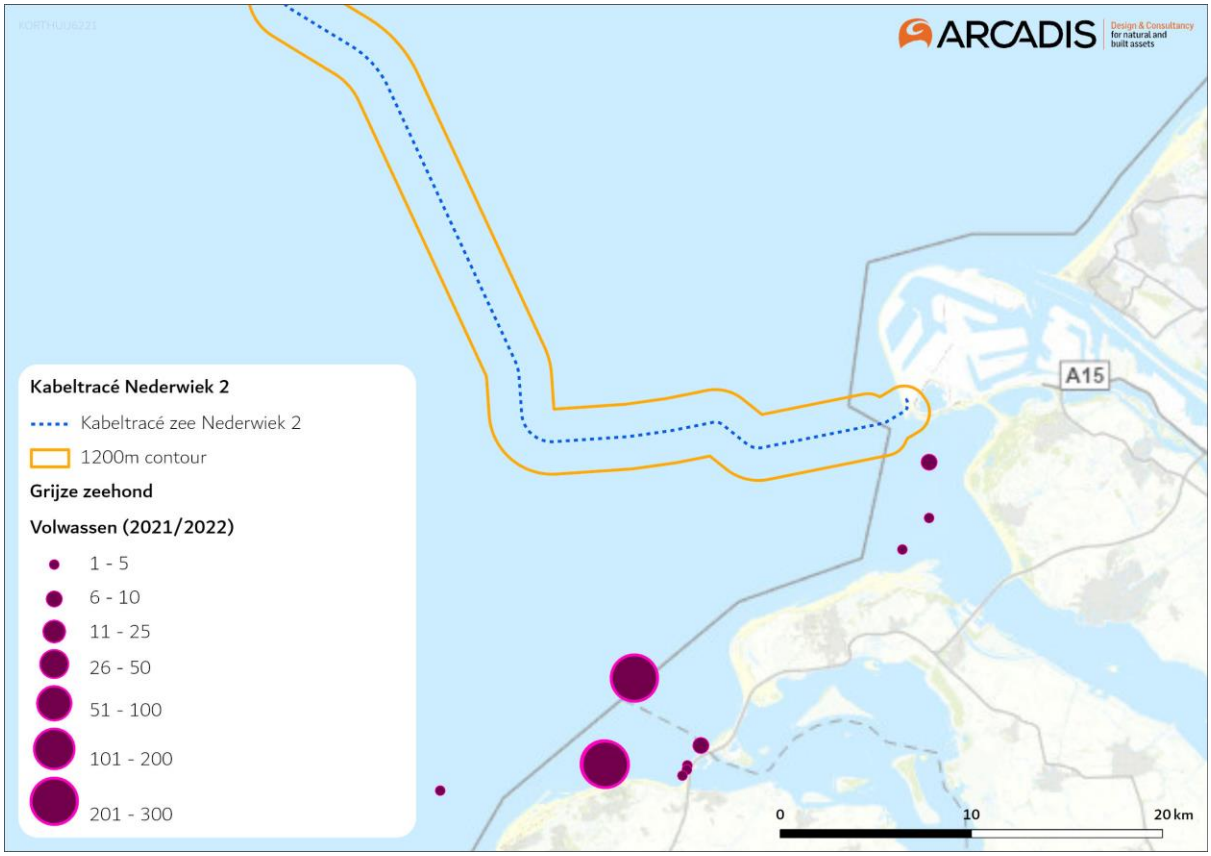
De droogvallende platen nabij de kust wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 3-10 en Figuur 3-11). In de huidige ligging raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de droogvallende platen ten zuiden van de Tweede Maasvlakte, met zeer beperkte overlap.



Figuur 3-10 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven) en van jonge gewone zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2021/2022. Data naar (Hoekstein et al., 2023).

In voorgaande paragraaf is omschreven dat de regulier aanwezige hoeveelheid scheepvaart in het projectgebied relatief hoog is, zo ook hier (voor verdere details zie Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 2). Op dit traject is een hoge scheepvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.





Figuur 3-11 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (boven) en van jonge grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2021/2022. Data naar (Hoekstein et al., 2023).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (Ministerie van Economische Zaken, 2014b, 2014a). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond circa mei-september en de grijze zeehond circa november-maart), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren in dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Als mitigerende maatregel moet een professionele zeehondenwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Hierdoor hoeven de werkzaamheden niet tijdens het gehele zoogseizoen gestopt te worden.

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat en zijn alleen volwassen grijze zeehonden waargenomen. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Volwassen zeehonden kunnen uitwijken van verstoringsbronnen en hiervoor blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen

zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Wanneer als mitigerende maatregel een professionele zeehondenwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau.

3.2.7 Habitataantasting en habitatverandering

In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en habitatverandering op de descriptoren biologische diversiteit (D1), niet-inheemse soorten (D2), commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4), integriteit van de zeebodem (D6) en hydrografische eigenschappen (D7) beschouwd.

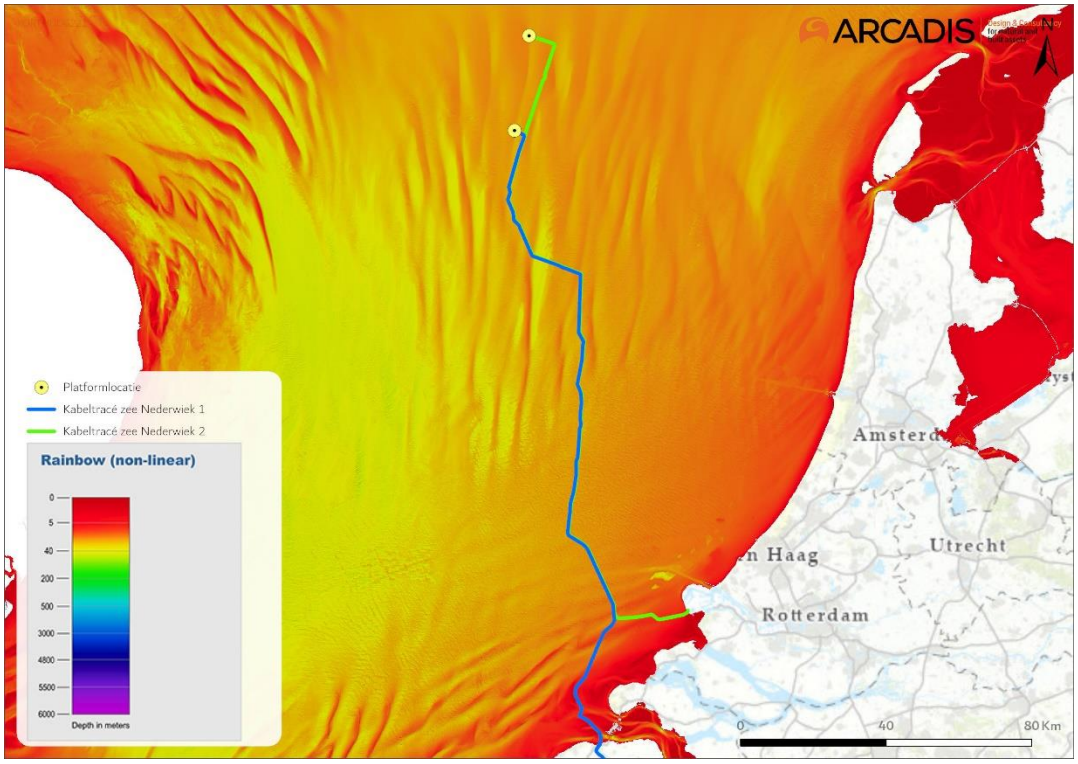
De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal op het NCP door de aanleg van het tracé habitataantasting plaatsvinden van circa 155 ha.

Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap et al., 2016).

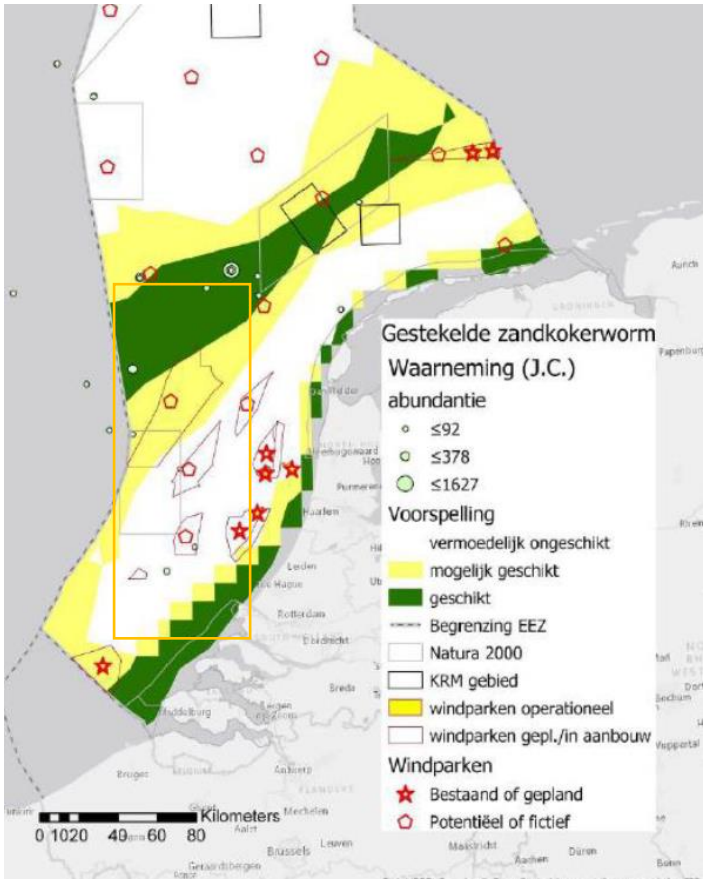
Bodemdieren
De zandkokerworm kan effecten ondervinden van habitataantasting. Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen verdwijnen of afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding tot het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig weggevaagde riffen gaan. Zo wordt algemeen aangenomen dat het beperkte (en voorheen onwaarschijnlijk geachte) voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (Garcia et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019), de trawlnetten ‘springen’ hier als het ware over de zandruggen heen en ontzien de tussenliggende riffen. Doordat bodemvisserij binnen het Windpark Nederwiek niet meer is toegestaan wanneer het gebied in gebruik wordt genomen bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

Het valt echter niet uit te sluiten dat er tijdens de aanleg van het tracé ook riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 3-12 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de

zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor de zandkokerworm, zie Figuur 3-13 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar veel wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn alleen niet veel plekken met hard substraat binnen (<10 kilometer) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *´De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'.*



Figuur 3-12 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2, bathymetriegegevens (EMODnet, n.d.).



Figuur 3-13 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor S. spinulosa uit Bos et al. (2019).

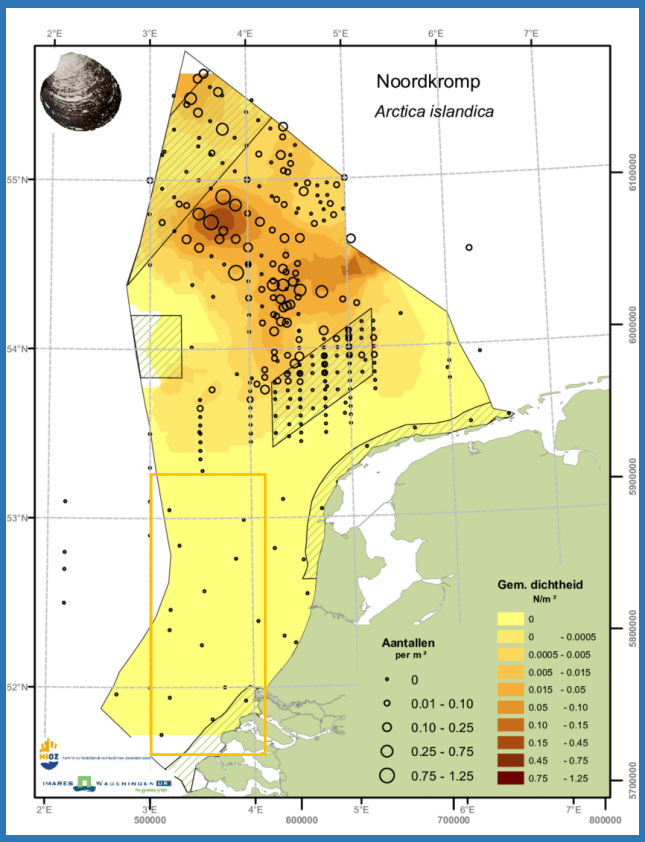
De kans op het aantreffen van zandkokerworm riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het tracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot de reikwijdte het bagger/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de zandkokerworm riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke aantasting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting (grotendeels) lege velden kunnen na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich vaak al binnen een jaar weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

Overige bodemdieren

In de Noordzee en kustzone kunnen ook andere minder algemeen voorkomende benthossoorten voorkomen langs het tracé die niet zijn behandeld in de huidige studie, zoals de Noordkromp (*Arctica islandica*). De noordkromp komt vooral in het Noorden van het NCP voor, zie figuur hieronder. De soort is kwetsbaar voor bodemverstoring (onder andere als gevolg van aanleg van kabels) door zijn leefwijze, namelijk ondiep onder het oppervlak van de zeebodem (de Bruyne et al., 2013). In het projectgebied komt de noordkromp in verwaarloosbaar lage dichtheden voor (<0,0005 stuks per m^2, oftewel 1 individu per >2000 m^2, zie onderstaand figuur). Uitgaande van de worst-case aannames, zoals beschreven in Hoofdstuk 2, kunnen effecten op soortniveau van minder algemeen voorkomende benthische soorten, zoals de noordkromp, worden uitgesloten.

De noordkromp heeft in gebieden waar bodemroerende visserij is toegestaan erg te lijden. Mogelijk dat de noordkromp profiteert van de aanwezige Wind op zee parken aangezien er in deze parken niet gevist mag worden (Lindeboom et al., 2008).



Verspreiding Noordkromp op het Nederlandse Continentaal Plat (Lindeboom et al., 2008).

3.2.8 Opwerveling van historische verontreiniging op zee

In deze paragraaf wordt het effect van verontreiniging op de descriptoren D8 vervuilende stoffen en D9 vervuilende stoffen in visproducten behandeld.

Slibconcentraties en verspreiding

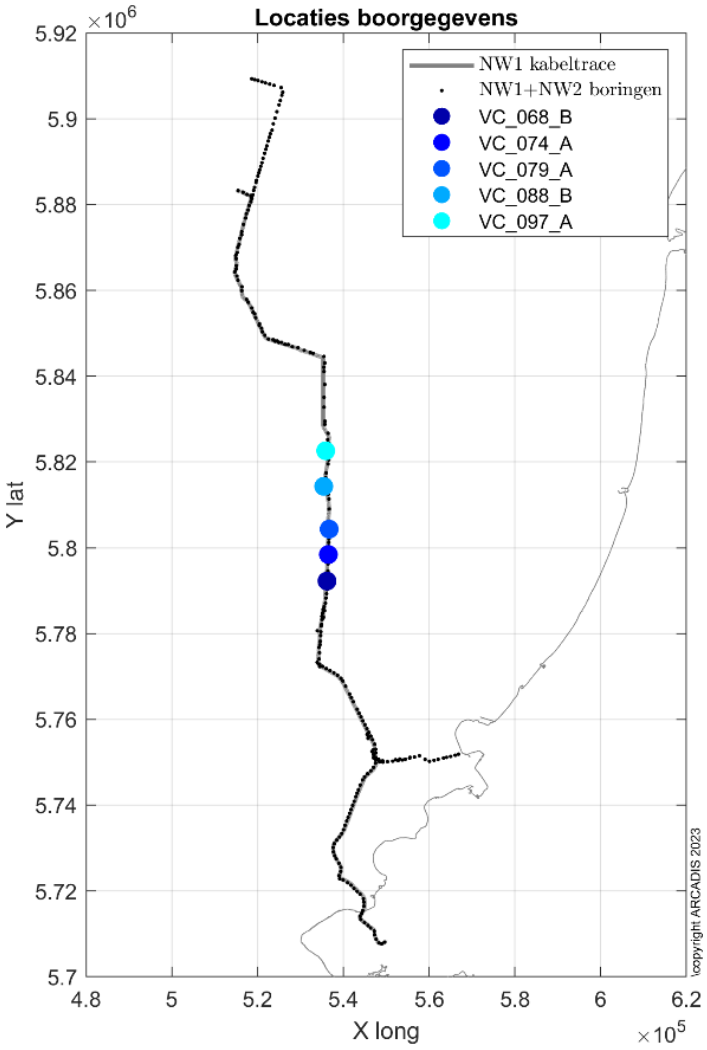
Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het jet trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van de tracés. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn bruikbaar daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit. Ook bij het wateroppervlak is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Gemiddeld per dag komt de slibconcentratie over de hele waterkolom niet boven de 2 mg/l uit.

Arseenconcentraties in de bodem

De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 3-5 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 3-14, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 3-5 Arseenconcentraties in de diverse monsters.

Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54
VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46

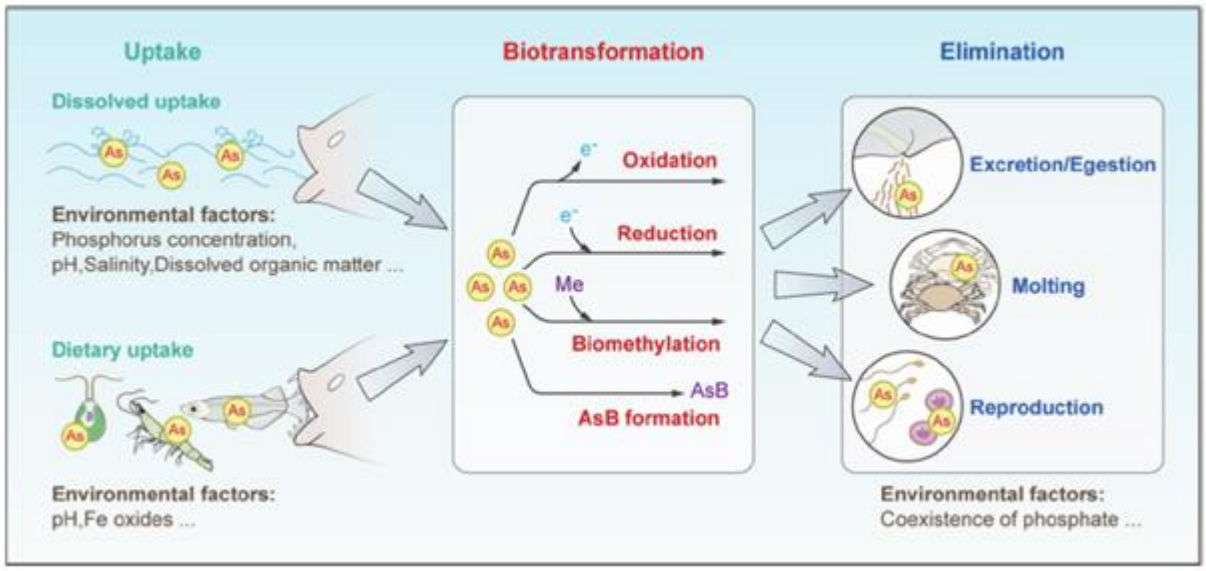


Figuur 3-14 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^{V}) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS).

Figuur 3-15 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 3-15 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen.

Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat het jet trenchen voldoende zuurstof toevoegt en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[3] In Tabel 3-6 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[4] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na jet trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 3-6 genoemde normen voldoende bescherming wordt beargumenteerd op het stofgevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

[3] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[4] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Tabel 3-6 Normen en achtergrondconcentratie voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

Inschatting arseenconcentratie in het water
In Arcadis (2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het jet trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

3.2.9 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden (EMV) op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4), en toevoer van energie (D11) beschouwd.

EMV kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijvoorbeeld haaien en roggen), ongewervelden (bijvoorbeeld krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijvoorbeeld bepaalde dolfijnsoorten) (zie de Bijlage VII-D). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Bodemdieren (schaal- en schelpdieren)
Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van (Otremba et al., 2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMV (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 µT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften lieten

statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm2 (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen

Zoutwatertrekvissen kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermde of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Vislarven kunnen mogelijk ook effecten ondervinden van elektromagnetische velden. Dit is wel afhankelijk van de soort vis. Zo blijkt uit onderzoek dat de larven van de Atlantische schelvis (*Melanogrammus aeglofinus*) trager gaan zwemmen bij een magneetveld tussen de 50 - 150 µT. Hierdoor zijn de larven mogelijk makkelijker te vangen door predatoren (Cresci, Durif, et al., 2022). Voor de larven van de zandspiering (*Ammodytes marinus)* is er echter geen effect ondervonden in een soortgelijk experiment (Cresci, Perrichon, et al., 2022). Er is dus een mogelijkheid dat larven van vissoorten trager gaan zwemmen, maar dit is zeer soort specifiek.

Elasmobranchen

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van Gill et al. (2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, er kan niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's waarschijnlijk waarneembaar zijn voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van (Hutchison et al., 2018) dat de kleine roggen (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al. (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn

voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking.

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986)

Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. van Essen2021c)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als bovenste grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.
Met de huidige kennis wordt dit als grenswaarde gesteld voor “hoge” magneetvelden.
Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrugwalvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*),), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis, met dezelfde kanttekeningen. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze fysiologische kenmerken hebben om op magneetvelden te kunnen reageren, voor de rest van de soorten is dus nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981).Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie
Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en invertebrata die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies (zie bovenliggende paragrafen). Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het EMV van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zoals berekend door van Essen, (2020, 2021), zie Figuur 2-8 en Figuur 2-9. De berekeningen gedaan door van Essen, (2020, 2021) op de magneetvelden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn toepasbaar op Net op zee Nederwiek 2 doordat er identieke kabelconfiguratie wordt gebruikt. Er is op basis van de huidige kennis geen aanleiding om aan te nemen dat deze relatief minimale veldsterktes leiden tot concrete nadelige effecten. Op basis van de op dit moment beschikbare kennis zijn negatieve effecten op de goede milieutoestand van de KRM-descriptoren daarom niet aan de orde.

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch veld sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt (Figuur 2-10), wordt deze waarde van 0.05 µT niet bereikt op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. De waardes op deze hoogte met het huidige kabelsysteem zijn daarom verwaarloosbaar. Op basis van de op dit moment beschikbare kennis zijn negatieve effecten op de goede milieutoestand van de KRM-descriptoren daarom niet aan de orde.

3.3 Toetsing KRM

3.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 3.1, getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 3.2. Paragraaf 3.3 toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

3.3.2 D1. Biologische diversiteit

In Hoofdstuk 2 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In paragraaf 3.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 3-7.

Uit Tabel 3-7 blijkt dat de meeste effecten geen gevolgen hebben en er verder enkel sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Wanneer er gebruikt gemaakt wordt van mitigerende maatregelen zal de geluidsnorm niet worden overschreden. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op

hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstoord leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten. De aanwezigheid van jonge of zogende zeehonden op de hinderplaat is niet uit te sluiten. Met het nemen van een mitigerende maatregel is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten.

*Tabel 3-7 Effecten op de biologische diversiteit. *> = positieve verandering, 0 = geen impact, <0 = tijdelijke negatieve verandering, < = permanente negatieve verandering.*

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	0
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	0
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	0
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impulsgeluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	0
Bovenwater verstoring	Vogels, Zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeekoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten. Met een mitigerende maatregel zijn verstoring van zogende en jonge zeehonden, en effecten op populatieniveau uit te sluiten.	0
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 2-5 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal de habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	<0
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, gevoelige vissen, bodemdieren	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de waarden waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten.	0

3.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase
Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem omdat voor de aanleg schepen worden gebruikt met anti-exootsystemen die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten
De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste inheemse soorten aangetroffen zoals *Caryophyllia smithii* en mossel (*Mytilus edulis)* (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). Deze soorten zijn gewenst doordat ze inheems zijn. De mossel is tevens een belangrijke voedselbron voor soorten en creëert ook habitat voor andere soorten (Mouritsen et al., 2022; Norling & Kautsky, 2007). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

3.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten van impulsgeluid door hei-werkzaamheden. Effecten op populaties van vertroebeling en sedimentatie zijn niet aan de orde. Op basis van de huidige kennis liggen nadelige effecten op populaties van elektromagnetische velden van Nederwiek 2 ook niet in de lijn der verwachting. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

3.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Met het nemen van een mitigerende maatregel, d.m.v. het plaatsen van een zeehondenwaarnemer, is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

3.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

3.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn zullen de activiteiten het benthische ecosysteem niet onevenredig aantasten. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers benthisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

3.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Tevens worden er rondom de jacket een combinatie van vishotels en grove steenbestorting aangelegd om de biodiversiteit te bevorderen. De verandering van de hydrografische eigenschappen gaat om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP, namelijk minder dan 0,05% (26.5 km^2) van ruim 57.000 km^2. Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

3.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en jet trenchen voor het tracé wordt arseen uit historische veenlagen in het mariene milieu geïntroduceerd. Deze concentraties zijn echter zo laag dat de MAC-MKN niet wordt overschreden en geen sprake is van concentraties die effect hebben op het ecosysteem. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

3.3.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Zoals hierboven vermeld, geld ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden geïntroduceerd die tot overschrijding van de MAC-MKN leiden. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

3.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te

gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

3.3.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt dat er op basis van de op dit moment beschikbare kennis geen aanleiding is om aan te nemen dat soorten een effect ondervinden van de relatief beperkte elektromagnetische veldsterkte van Nederwiek 2.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid tijdens de aanlegfase, zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 3.2.5, zal ook het impulsgeluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

3.4 Conclusie

In Tabel 3-8 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven. Uit Tabel 3-8 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

Tabel 3-8 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

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

4 Kaderrichtlijn Water

4.1 Wet- en regelgeving

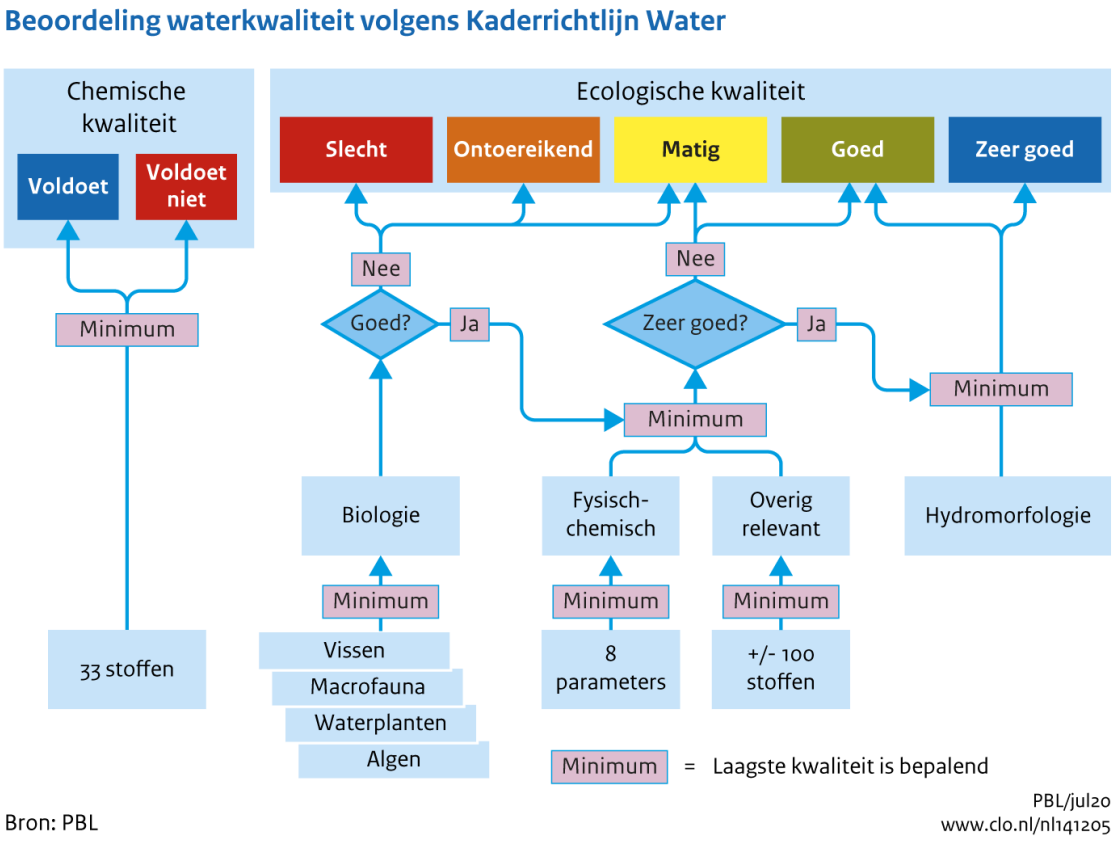
4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van

aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland verankerd in de Waterwet en Wet milieubeheer.

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische kwaliteit en de ecologische kwaliteit (Figuur 4-1). De ecologische kwaliteit bestaat uit vier verschillende categorieën: biologische kwaliteit (welke tevens uit vier biologische maatlatten bestaat), fysisch-chemische kwaliteit, specifieke verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit. De beoordeling start hierbij bij de chemische toestand, pas wanneer dit volstaat weegt de ecologische kwaliteit mee in de score van het waterlichaam, beginnend bij de biologische kwaliteit. In het kort wordt er van links naar rechts gewerkt in het schema van Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020).

Projecten die een achteruitgang van de toestand van een oppervlaktewaterlichaam teweeg brengen mogen niet plaatsvinden. De duur van de achteruitgang is daarbij niet relevant (EUR-Lex, 2022). Dit houdt in dat een zeer tijdelijke achteruitgang van bijvoorbeeld een chemische parameter ook niet is toegestaan.

Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van onderstaande categorieën:

- Natuurlijk water
- Sterk-veranderd water
- Kunstmatig water

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland vrijwel niet meer voor: Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 kilometer) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klassen: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

4.1.2 Chemische kwaliteit

De 'chemische kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire verontreinigende stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in de wateren van veel lidstaten van de Europese Unie voor problemen zorgen en daarom met voorrang moeten worden aangepakt. Binnen de categorie chemische kwaliteit wordt onderscheidt gemaakt tussen ubiquitaire en niet-ubiquitaire stoffen. Ubiquitaire stoffen zijn stoffen die momenteel zijn verbannen maar door historische oorzaken (bijvoorbeeld vroegere industriële toepassing) nog decennialang in veel wateren zullen worden aangetroffen. Niet-ubiquitaire stoffen zijn verontreinigde stoffen die in de huidige tijd nog in het milieu terecht kunnen komen. De maatlat chemische kwaliteit van de KRW geldt tot twaalf zeemijl (22,2 kilometer) uit de Nederlandse kust.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden ten aanzien van prioritaire verontreinigende stoffen (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

4.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'biologische kwaliteit', de 'algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'Hydromorfologie' (zie Figuur 4-1). Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische

kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit

Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton
- Overige waterflora (met fytobenthos, macrofyten en angiospermen)
- Macrofauna (benthische invertebrata)
- Vis

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Bij het beoordelen van de maatlatten voor de biologische kwaliteit wordt gebruik gemaakt van bemonsteringsdata uit het veld (verkregen via de benodigde protocollen). Hiertoe worden o.a. berekeningen gemaakt omtrent de aanwezige biomassa's en de relatieve verdelingen tussen soortgroepen en lengte-/leeftijdsklassen. Een individuele plant of dier is hierin dus minder relevant, het gaat om een overkoepelend beeld van de toestand waarin de gemeenschap verkeerd in het specifieke waterlichaam.

Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlatten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Specifieke verontreinigde stoffen

Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (circa 100). Deze stoffen worden op de schaal van stroomgebieden vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

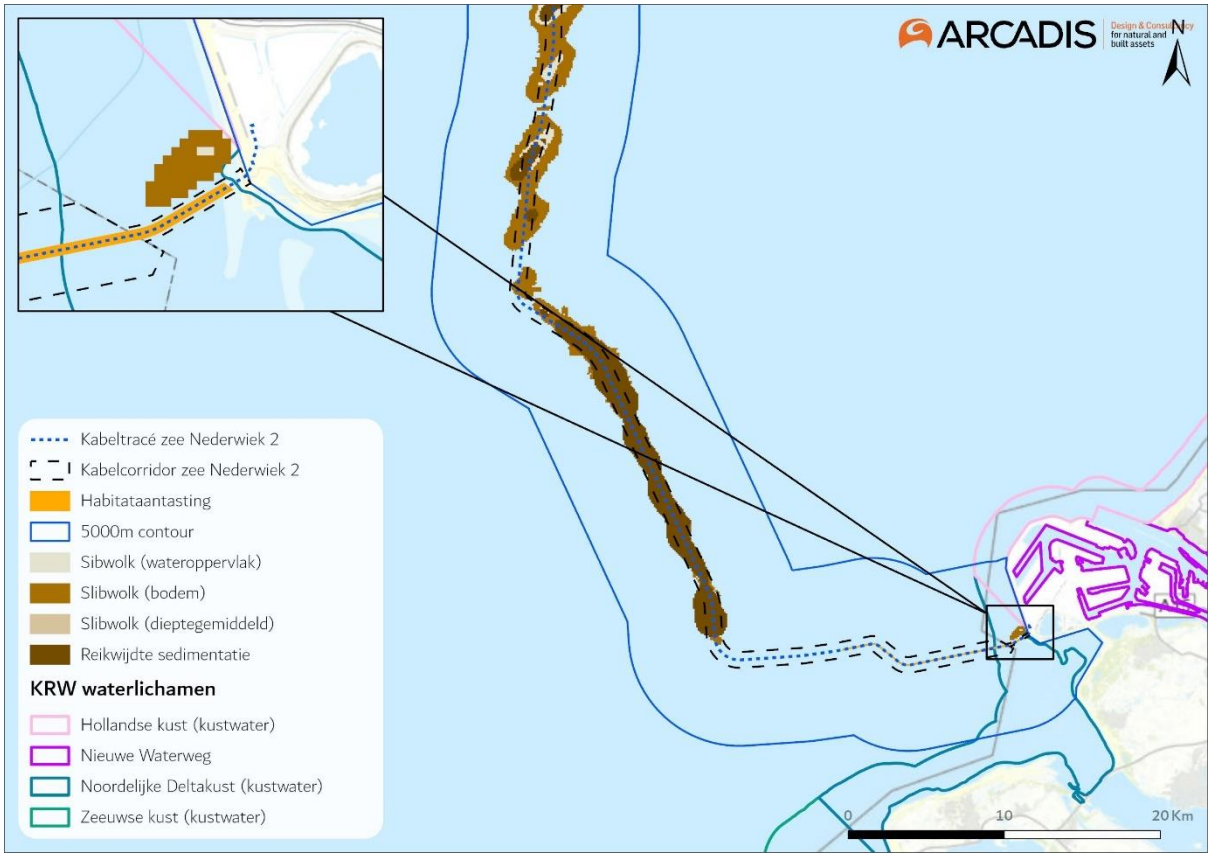
Hydromorfologie

Hydromorfologie houdt zich bezig met het landschap en de bodem dat gevormd wordt door water. Binnen de categorie ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

4.2 KRW-waterlichamen

4.1.1 Betrokken KRW-waterlichamen

In Hoofdstuk 2 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze heeft. In Figuur 4-2 zijn de reikwijdtes getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. Figuur 4-2 laat zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater). Door de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2 kan de ecologische en chemische kwaliteit van deze KRW-waterlichamen mogelijk worden beïnvloed. Tabel 4-1 geeft de opgetreden gevolgen per KRW-waterlichaam weer. Hierin is ook KRW-waterlichaam Haringvliet-west opgenomen. Hier is geen sprake van ruimtelijk overlap, maar mogelijke externe effecten op trekvissen als gevolg van o.a. elektromagnetische velden zijn wel meegenomen. Verontreiniging van Arseen in historische bodemlagen op zee is uitgesloten in KRW-kustwaterlichamen langs de kust. De potentiële plekken waar Arseen opgehoopt kan zijn, liggen uitsluitend ver buiten de kustzone.



Figuur 4-2 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen.

Tabel 4-1 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam, E = extern effect.

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust (kustwater)	X	X	X	X
Hollandse kust (kustwater)		X		
Haringvliet-west	E	E		E

4.1.2 Huidige toestand KRW-waterlichamen

Voor alle KRW-waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt voor ieder betrokken KRW-waterlichaam de huidige toestand van de chemische en ecologische kwaliteit beschreven.

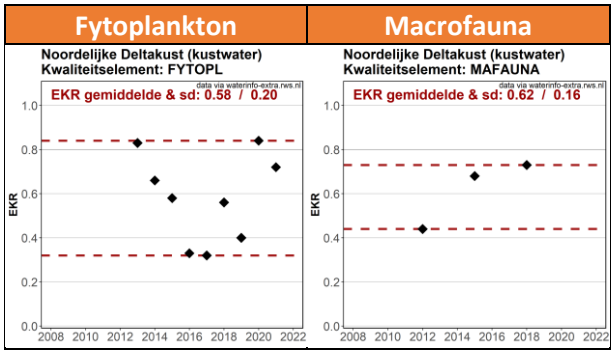
Noordelijke Deltakust (kustwater)

Het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) heeft de status 'natuurlijk' en behoort tot watertype 'Kustwater, open en polyhalien' (K1). In dit watertype zijn twee van de vier biologische kwaliteitselementen van toepassing: fytoplankton en macrofauna. Ook wordt voor de bepaling van de toestand van het waterlichaam een aantal fysisch-chemische parameters in beschouwing genomen. Het is bekend dat meerdere verontreinigde stoffen voorkomen in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater), zowel binnen de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen.

In deze paragraaf is een beschrijving gegeven van de toestand van de twee relevante biologische kwaliteitselementen in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater). Dit is gedaan middels de openbaar beschikbare 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' (via waterinfo-extra.rws.nl). Na de biologische kwaliteitselementen is nog beknopt ingegaan op de relevante chemische en fysisch-chemische doelen aan de hand van de Factsheet KRW - Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

Biologische kwaliteitselementen

In Figuur 4-3 zijn de EKR-scores van de twee relevante biologische kwaliteitselementen over de jaren weergegeven. Onder Figuur 4-3is voor beide kwaliteitselementen een toelichting gegeven aan de hand van deze data. Daaruit volgt een conclusie wat het algemene risico op achteruitgang voor dat kwaliteitselement is. Deze risico inschatting wordt toegepast bij de effectbeoordeling en toetsing van de voorgenomen activiteit.



Figuur 4-3 EKR-scores per biologisch kwaliteitselement voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) over de afgelopen jaren. EKR-score (zwarte punt), minimum en maximum EKR-score (rode stippellijnen). De gemiddelde EKR-score over de tijd en de bijbehorende standaard deviatie (sd) is in het figuur genoteerd. Figuren samengesteld o.b.v. 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' data via waterinfo-extra.rws.nl.

Fytoplankton

Om de toestand van kwaliteitselement fytoplankton in watertype K1 te duiden wordt alleen een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. abundantie) in beschouwing genomen (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlat wordt vertaald in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) schommelt de EKR voor fytoplankton de laatste jaren tussen de 0,32 en 0,84. De gemiddelde EKR is 0,58 met een standaarddeviatie van 0,20. Om te voldoen aan een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) moet de EKR minstens 0,60 bedragen. In dat geval wordt de klasse 'goed' behaalt. Dit is de laatste 10 jaar niet altijd het geval. Het laatste

meetjaar ligt de EKR bijvoorbeeld wel op 0,72, maar in 2019 was dit 0,40. De EKR-score voor fytoplankton oogt dus niet erg robuust.

Worst-case uitgangspunt is dat de EKR van kwaliteitselement fytoplankton zich dicht bij een klassegrens begeeft en dat er een risico aanwezig is op achteruitgang. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Macrofauna

Om de toestand van kwaliteitselement macrofauna in watertype K1 te duiden wordt de aanpak gevolgd van de overgangs- en kustwateren. Hierbij is de beoordeling samengesteld uit drie indexen die allen apart worden berekend voor ieder onderscheidend ecotoop in het KRW-waterlichaam. In de basis is deze aanpak samen te vatten in een deelmaatlat voor kwaliteit (o.b.v. diversiteit middels Shannon index én AZTI Marine Biotic Index) en een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. soortenrijkdom). De scores van de drie indexen worden per ecotoop gecombineerd. Middels oppervlakte-gebaseerde gewichtsfactoren wordt uit alle ecotopen één EKR-score berekend voor de toestand van de macrofaunagemeenschap in het gehele waterlichaam.

Op basis van de toegepaste data van Rijkswaterstaat bedraagt de meest recente EKR voor macrofauna in de Noordelijke Deltakust 0,73 en laat het een stijgende trend zien. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,60 bedragen. Dit is met een EKR van 0,73 dus het geval. Op basis van de EKR is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna ten tijde van schrijven, zeker gezien de stijgende trend. Achteruitgang zou kunnen plaatsvinden wanneer de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in de Noordelijke Deltakust aanzienlijk wordt beïnvloed (EKR moet dan zakken van 0,73 tot 0,60). Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Chemisch en chemisch-fysisch

Voor het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) is de chemische kwaliteit niet op orde. Diverse verontreinigde stoffen komen voor boven de norm binnen zowel de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen (Tabel 4-2). Voor deelmaatlat fysisch-chemisch wordt voor de toestand van watertype K1 getoetst op DIN (opgeloste anorganische stikstof), temperatuur en zuurstofverzadiging. In Noordelijke Deltakust (kustwater) is DIN niet op orde.

Tabel 4-2 Norm overschrijdende prioritaire stoffen (chemische kwaliteit) en specifieke verontreinigde stoffen (ecologische kwaliteit) voor het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

Norm overschrijdende prioritaire stoffen	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Benzo(ghi)peryleen	Voldoet niet	Voldoet niet	Redelijk zeker
Kwik	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Som PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Norm overschrijdende specifieke verontreinigde stoffen	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Arseen	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker

Tabel 4-3 Toestand van de relevante chemisch-fysische parameters van het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik)

Fysisch-chemisch	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Redelijk zeker
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker

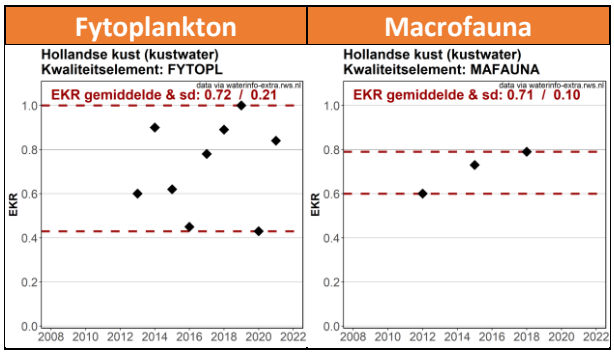
Hollandse kust (kustwater)

Het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) heeft net als de Noordelijke Deltakust (kustwater) de status 'natuurlijk' en behoort tot watertype 'Kustwater, open en polyhalien' (K1). In dit watertype zijn twee van de vier biologische kwaliteitselementen van toepassing: fytoplankton en macrofauna. Ook zijn een aantal fysisch-chemische parameters relevant. Het is bekend dat meerdere verontreinigde stoffen voorkomen in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater), zowel binnen de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen.

In deze paragraaf is een beschrijving gegeven van de toestand van de twee relevante biologische kwaliteitselementen in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater). Dit is gedaan middels de openbaar beschikbare 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' (via waterinfo-extra.rws.nl). Na de biologische kwaliteitselementen is nog beknopt ingegaan op de relevante chemische en fysisch-chemische doelen aan de hand van de Factsheet KRW - Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

<u>Biologische kwaliteitselementen</u>

In Figuur 4-4 zijn de EKR-scores van de twee relevante biologische kwaliteitselementen over de jaren weergegeven. Onder Figuur 4-4 is voor beide kwaliteitselementen een toelichting gegeven aan de hand van deze data. Daaruit volgt een conclusie wat het algemene risico op achteruitgang voor dat kwaliteitselement is. Deze risico inschatting wordt toegepast bij de effectbeoordeling en toetsing van de voorgenomen activiteit.



Figuur 4-4 EKR-scores per biologisch kwaliteitselement voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) over de afgelopen jaren. EKR-score (zwarte punt), minimum en maximum EKR-score (rode stippellijnen). De gemiddelde EKR-score over de tijd en de bijbehorende standaard deviatie (sd) is in het figuur genoteerd. Figuren samengesteld o.b.v. 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' data via waterinfo-extra.rws.nl.

Fytoplankton

Om de toestand van kwaliteitselement fytoplankton in watertype K1 te duiden wordt alleen een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. abundantie) in beschouwing genomen (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlat wordt vertaald in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) schommelt de EKR voor fytoplankton de laatste jaren tussen de 0,43 en 1,00. De gemiddelde EKR is 0,72 met een standaarddeviatie van 0,21. Om te voldoen aan een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) moet de EKR minstens 0,60 bedragen. In dat geval wordt de klasse 'goed' behaalt. Dit is de laatste 10 jaar meestal het geval, maar niet altijd. Het laatste meetjaar ligt de EKR bijvoorbeeld wel op 0,84, maar in 2020 was dit 0,43. De EKR-score voor fytoplankton oogt dus niet erg robuust.

Worst-case uitgangspunt is dat de EKR van kwaliteitselement fytoplankton zich dicht bij een klassegrens begeeft en dat er een risico aanwezig op achteruitgang. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Macrofauna

Om de toestand van kwaliteitselement macrofauna in watertype K1 te duiden wordt de aanpak gevolgd van de overgangs- en kustwateren. In de basis is deze aanpak samen te vatten in een deelmaatlat voor kwaliteit (o.b.v. diversiteit middels Shannon index én AZTI Marine Biotic Index) en een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. soortenrijkdom). Dit is eerder toegelicht voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater).

Op basis van de toegepaste data van Rijkswaterstaat bedraagt de meest recente EKR voor macrofauna in de Noordelijke Deltakust 0,79 en laat het een stijgende trend zien. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,60 bedragen. Dit is met een EKR van 0,79 dus het geval. Op basis van de EKR is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna ten tijde van schrijven, zeker gezien de stijgende trend. Achteruitgang zou kunnen plaatsvinden wanneer de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in de Hollandse kust aanzienlijk wordt beïnvloed (EKR moet dan zakken van 0,79 tot 0,60). Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Chemisch en chemisch-fysisch

Voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) is de chemische kwaliteit niet op orde. Diverse verontreinigde stoffen komen voor boven de norm binnen zowel de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen (Tabel 4-4). Voor deelmaatlat fysisch-chemisch wordt voor de toestand van watertype K1 getoetst op DIN (opgeloste anorganische stikstof), temperatuur en zuurstofverzadiging. In Noordelijke Deltakust (kustwater) is DIN niet op orde (Tabel 4-5).

Tabel 4-4 Norm overschrijdende prioritaire stoffen (chemische kwaliteit) en specifieke verontreinigde stoffen (ecologische kwaliteit) voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust.

Norm overschrijdende prioritaire stoffen	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Benzo(ghi)peryleen	Voldoet niet	Voldoet niet	Redelijk zeker
Kwik	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Som PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
4-tertiair-octylfenol (niet-ubiquitair)	Voldoet	Voldoet niet	Redelijk zeker
Norm overschrijdende specifieke verontreinigde stoffen	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Arseen	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Benzo(a)antraceen	Voldoet	Voldoet niet	Redelijk zeker
Zink	Voldoet	Voldoet niet	Redelijk zeker

Tabel 4-5 Toestand van de relevante chemisch-fysische parameters van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik)

Fysisch-chemisch	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Ontoereikend	Ontoereikend	Redelijk zeker
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker

Haringvliet-west

Voor Haringvliet-west zijn alleen externe effecten op kwaliteitselement vis in beschouwing genomen als gevolg van mogelijke effecten op trekvis. Zodoende is in deze paragraaf uitsluitend een toelichting gegeven op de huidige toestand van kwaliteitselement vis in KRW-waterlichaam Haringvliet-West. Daaruit volgt een conclusie over het algemene risico op achteruitgang voor kwaliteitselement vis. Deze risico inschatting wordt toegepast bij de effectbeoordeling en toetsing van de voorgenomen activiteit.

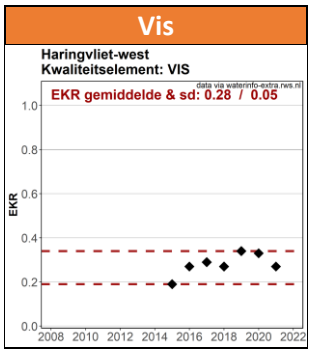
Biologische kwaliteitselementen

Vis

Het KRW-waterlichaam Haringvliet-West heeft de status ‘sterk veranderd’ en behoort tot watertype ‘Estuarium met matig getijverschil en met scheepvaart en/of geen getijdestroming.’ (O2b). Om de toestand van kwaliteitselement vis in watertype O2b te duiden worden twee deelmaatlatten toegepast: één voor kwaliteit (o.b.v. soortsamenstelling in aantal soorten per ‘visgilde’) en één voor kwantiteit (o.b.v. abundantie in n/ha per ‘visgilde’) (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlatten wordt omvat in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In Figuur 4-5 zijn de EKR-scores van biologische kwaliteitselement vis over de jaren weergegeven. In Haringvliet-West schommelt de EKR voor vis de laatste jaren tussen de 0,19 en 0,34 zonder duidelijke trend (Figuur 4-5). De gemiddelde EKR is 0,28 met een standaarddeviatie van 0,05. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,45 bedragen. Dit is de laatste jaren nooit het geval geweest. De ondergrens voor de klasse ‘matig’ (de klasse onder goed) is EKR 0,30. Kwaliteitselement vis scoort de laatste jaren rond deze ondergrenswaarde. De meest recente EKR is 0,27 en valt daarmee net onder de klasse ‘matig’ in klasse ‘ontoereikend’.

Bovenstaande laat zien dat kwaliteitselement vis in Haringvliet-West rond de ondergrens van klasse matig zit. Omdat er geen duidelijk trend aanwezig is, is het mogelijk dat de huidige toestand net boven deze klasse zit. In dat geval is er een risico op achteruitgang aanwezig. Dit vormt zodoende het worst-case uitgangspunt. Achteruitgang kan plaatsvinden wanneer de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-West meetbaar wordt beïnvloed. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.



Figuur 4-5 EKR-score voor biologisch kwaliteitselement vis voor KRW-waterlichaam Haringvliet-West over de afgelopen jaren. EKR-score (zwarte punt), minimum en maximum EKR-score (rode stippellijnen). De gemiddelde EKR-score over de tijd en de bijbehorende standaard deviatie (sd) is in het figuur genoteerd. Figuren samengesteld o.b.v. 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' data via waterinfo-extra.rws.nl.

4.1.3 Samenvatting

In Tabel 4-6 is per gevolg weergegeven welk kwaliteitselement verder wordt behandeld voor ieder KRW-waterlichaam. In Tabel 4-6 is ook samenvattend weergegeven wat de mogelijke effecten zijn van de mogelijke gevolgen, dit volgt reeds uit Hoofdstuk 2. De effecten van deze gevolgen met een 'X' worden nader onderzocht in de hiernavolgende effectbepaling.

Tabel 4-6 Overzicht van de gevolgen en de mogelijk bijbehorende effecten op biologische kwaliteitselement. Per KRW-waterlichaam is aangegeven (met 'X', of 'E' voor extern effect) of het gevolg een relevant kwaliteitselement kan beïnvloeden. Grijs gemarkeerde kwaliteitselementen zijn niet van toepassing in het watertype van het KRW-waterlichaam.

Gevolg	Mogelijk effect	Mogelijk beïnvloedde kwaliteitselement	Noordelijke Deltakust	Hollandse kust	Haringvliet-west
Vertroebeling	Vermindering doorzicht, afname primaire productie en fotosynthese capaciteit, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking. Eventuele afname foerageersucces roofvis en toename overlevingskansen prooivis	Fytoplankton	X		
		Overige waterflora			
		Macrofauna	X		
		Vis			E
		Doorzicht			
Continu onderwatergeluid	Verstoring leidend tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, met eventueel sterfte tot gevolg	Macrofauna	X	X	
		Vis			E
Habitataantasting	Mechanische aantasting van bodemleven en watervegetatie met eventueel sterfte tot gevolg	Overige waterflora			
		Macrofauna	X		
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	Macrofauna	X		
		Vis			E

4.3 Effectbepaling

4.3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn per gevolg de effecten bepaald. Dit is gedaan voor ieder relevante kwaliteitselement en KRW-waterlichaam, zoals eerder samengevat in Tabel 3-8.

4.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling op zee is toegelicht in paragraaf 3.2.2. Een toelichting op de modelstudies is te vinden in Bijlage VII-F slibmodelleerstudie. Figuur 4-2 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling op zee ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust. De effecten van vertroebeling op filterfeeders en primaire productie zijn toegelicht in de paragrafen hieronder. Daarnaast is het eventuele externe effect via trekvis op KRW-waterlichaam Haringvliet-west beoordeeld.

Noordelijke Deltakust

In KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 0,2 ha) en aan de bodem (circa 53 ha).

Fytoplankton

In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van fytoplankton in het waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat de toestand van fytoplankton in het waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) niet robuust is. De toestand van fytoplankton in het waterlichaam

Noordelijke Deltakust (kustwater) wordt bepaald aan de hand van de deelmaatlaat abundantie. Worst-case uitgangspunt is dat de EKR van kwaliteitselement fytoplankton zich dicht bij een klassegrens begeeft en dat er een risico op achteruitgang aanwezig is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou vertroebeling de abundantie van fytoplankton in het gehele waterlichaam meetbaar moeten beïnvloeden.

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt (<0,74% van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard (Figuur 4-2). De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/L. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook ,zie ook paragraaf 3.2.2 (Haskoning, 2007). Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Een afname in doorzicht werkt zodoende niet altijd direct door op de fytoplankton. Alles bij elkaar genomen zijn effecten op fytoplankton verwaarloosbaar. Er is geen doorwerkend effect op de abundantie. Achteruitgang van kwaliteitselement fytoplankton is uitgesloten.

Macrofauna
In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. De toestand van macrofauna in het waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) wordt bepaald aan de hand van deelmaatlatten voor de diversiteit en soortenrijkdom per ecotoop. Om achteruitgang teweeg te brengen zou vertroebeling dus de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0,73 naar <0,60, paragraaf 4.1.2).

Het areaal van vertroebeling aan de bodem is beperkt (<0,74% van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard. De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/L. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook. Filterfeeders hebben een tolerantie voor dergelijke concentratieverhoging in vertroebeling. Effecten op macrofauna zijn daarom niet aan de orde. De diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in de Noordelijke Deltakust wordt daarom niet beïnvloed. Achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is uitgesloten.

Haringvliet-west
Vis
In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van vis in waterlichaam Haringvliet-west toegelicht. Hieruit bleek dat de toestand niet goed is en dat als worst-case uitgangspunt wordt aangehouden dat de EKR zich dicht bij de ondergrens van klasse ‘matig’ begeeft. Daarom bestaat er voor kwaliteitselement vis een risico op achteruitgang. De toestand van vis in het Haringvliet-west wordt bepaald aan de hand van tweedeelmaatlatten: soortsamenstelling (aantal aanwezige soorten) en abundantie (in n/ha per ‘visgilde’). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west dus meetbaar moeten worden beïnvloed door het externe effect van vertroebeling.

Alle soorten trekvissen die langs de Tweede Maasvlakte trekken richting het Haringvliet zijn in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Tijdens de trek komen zijn door verschillende watertypen met verschillend doorzicht. In dynamische kustwateren en estuaria is het doorzicht meestal laag en variabel. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al.,

2007, 2008). Veel trekvissen migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

De vertroebeling is relatief lokaal en tijdelijk. De vertroebelingspluim beweegt zich mee met de werkzaamheden. Alles overwegend ligt een barrière effect op trekvis dus niet in de lijn der verwachting. Van een doorwerkend extern effect op de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west is geen sprake. Achteruitgang van kwaliteitselement vis is uitgesloten.

4.3.3 Continu-onderwatergeluid

De reikwijdte van continu onderwatergeluid en de studie die hiernaar gedaan is, zijn toegelicht in paragraaf 2.4. Figuur 4-2 toont de maximale reikwijdte van continu onderwatergeluid ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Continu-onderwatergeluid reikt tot KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust. Macrofauna kan effecten ondervinden van onderwatergeluid (continu en impuls) (Solan et al., 2016). Ook is het eventuele externe effect via trekvis op KRW-waterlichaam Haringvliet-west beoordeeld.

Noordelijke Deltakust

Macrofauna

In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van macrofauna in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou verstoring met continu onderwatergeluid de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0,73 naar <0,60, paragraaf 4.1.2).

In KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust treedt continu onderwatergeluid op in een gebied van 2.977 hectare (35,5% van het gebied), zie Figuur 4-2. Door de werkzaamheden zal macrofauna tijdelijk met een toename in continu onderwaterverstoring te maken krijgen. Macrofauna is vooral gevoelig voor geluid met hoge dB-waardes die vooral bij impuls-onderwatergeluid vrijkomt (André et al., 2011; de Soto, 2016). Impuls-onderwatergeluid wordt niet geproduceerd bij de werkzaamheden in en rond KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

In de Delta varen voortdurend grote hoeveelheden schepen. Hierdoor treedt in het KRW-waterlichaam vrijwel constant continu onderwaterverstoring op. Het continu onderwatergeluid veroorzaakt door de werkzaamheden verschilt niet van de verstoring waar macrofauna in het KRW-waterlichaam al vrijwel permanent aan wordt blootgesteld. Dit leidt daarom niet tot effecten op de soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het gehele KRW-waterlichaam. Achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is uitgesloten.

Hollandse kust

Macrofauna

De beoordeling voor kwaliteitselement macrofauna in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) berust zich op eenzelfde redenatie als hierboven toegelicht voor macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater). In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) treedt continu-onderwatergeluid echter op in een gebied van 394 hectare, dit is slechts 1,5% van het gebied (Figuur 4-2). Het gaat dus om een relatief zeer beperkt areaal. Binnen het waterlichaam Hollandse kust is ook veel sprake van autonome verstoring door continu onderwatergeluid van beroepsvaart. Effecten op de soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het gehele KRW-

waterlichaam zijn daarom niet aan de orde. Achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is uitgesloten.

Haringvliet-west

Vis

In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van vis in waterlichaam Haringvliet-west toegelicht. Hieruit bleek dat de toestand niet goed is en dat als worst-case uitgangspunt wordt aangehouden dat de EKR zich dicht bij de ondergrens van klasse 'matig' begeeft. Daarom bestaat er voor kwaliteitselement vis een risico op achteruitgang. Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west meetbaar moeten worden beïnvloed door het externe effect van continu onderwatergeluid.

Onderwaterverstoring reikt niet tot in de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west, maar wel deels in de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvissen.

De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (gemiddeld bereik ligt tussen de 50-500 Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Haringachtigen, zoals de fint, zijn gevoeliger voor geluid door fysiologische verschillen met andere vissen. De range van deze soorten licht veel hoger (tot 4000 Hz) (Ladich & Fay, 2013). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 meter voor normale vaartuigen tot 400 meter voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 meter bedragen. Daarnaast zullen trekvissen in deze regio met veel vaarverkeer al in een zekere mate gewend zijn aan verstoring door continu onderwatergeluid.

Dit betekent dat trekvissen ruime uitwijkmogelijkheden hebben om de werkzaamheden heen. Daarnaast vinden de aanlegwerkzaamheden slechts lokaal en tijdelijk plaats. Dit vormt geen barrière tussen de Noordzee en het Haringvliet. Van een doorwerkend extern effect op de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west is geen sprake. Achteruitgang van kwaliteitselement vis is uitgesloten.

4.3.4 Habitataantasting

Noordelijke Deltakust

Macrofauna

In paragraaf 4.1.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou habitataantasting de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0,73 naar <0,60, paragraaf 4.1.2).

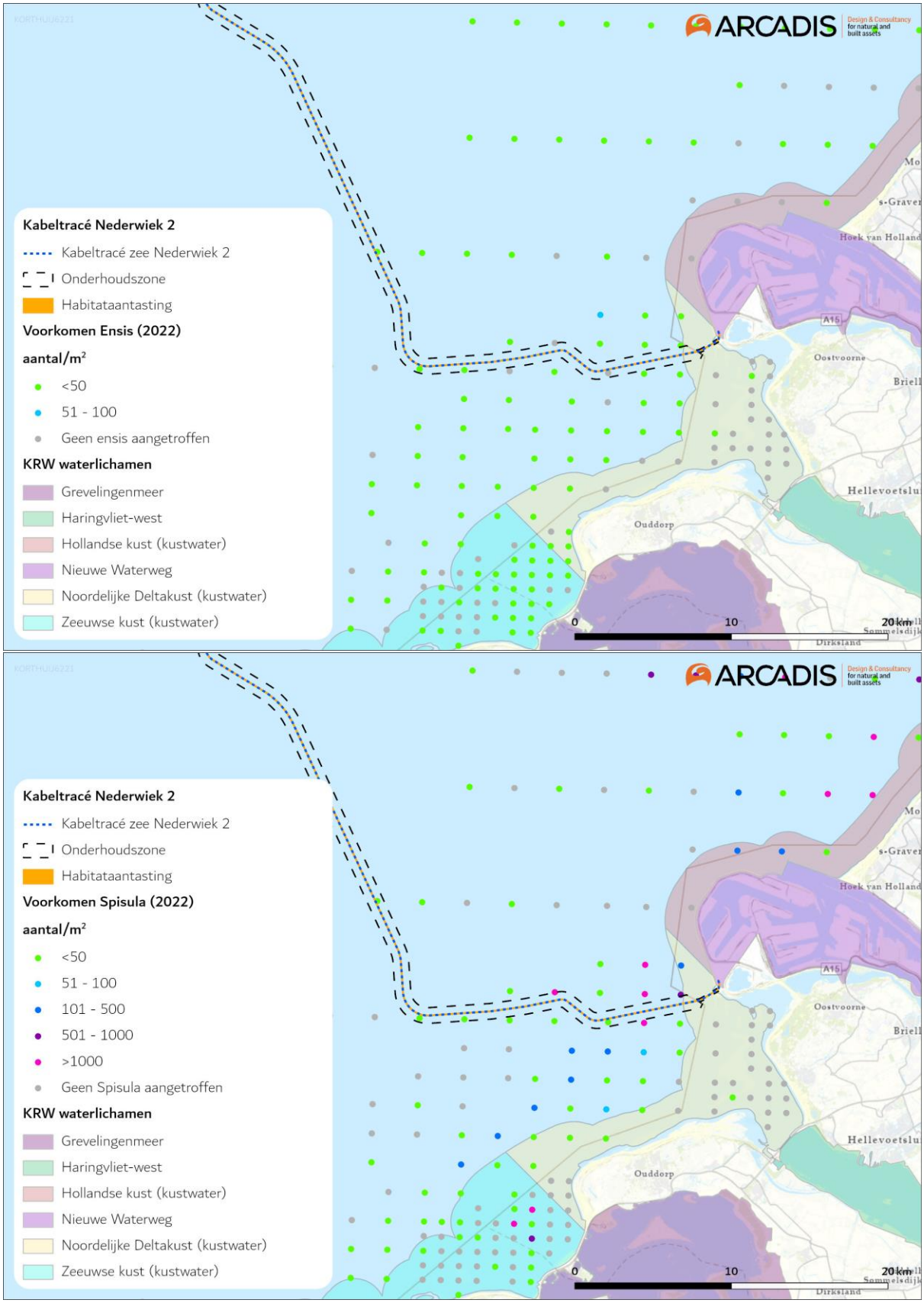
De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Er kan in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) aantasting plaatsvinden van circa 5,5 ha. Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (8376 ha; < 0,07 %). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 25 meter van bodemaantasting bij kabelaanleg. In de praktijk zal in de Noordelijke Deltakust grotendeels getrencht worden en wordt er slechts de laatste kilometer voor aanlanding gebaggerd voorafgaand

aan het jet trenchen. Jet trenchen heeft een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het aangetaste oppervlak daardoor nog minder zijn dan 0,07%.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het tracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Figuur 4-6; Troost et al., 2022). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust voorkomen, echter worden er in de buurt van het KRW-gebied geen hotspots van schelpdieren waargenomen (Figuur 4-6). Het tracé loopt in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust niet door bekende hotspots van schelpdiersoorten en de soorten zijn verspreid in de omgeving waargenomen. Net buiten het KRW-waterlichaam loopt het tracé wel door/langs enkele meetpunten waar hoge dichtheden halfgeknotte strandschelpen zijn aangetroffen. Het kan zijn dat de hogere dichtheden doorlopen tot binnen het KRW-waterlichaam op plekken waar geen data van bekend is. Deze soort komt echter op een groot aantal plaatsen in hogere dichtheden voor. Aantasting van een beperkt oppervlak met hogere dichtheden leidt zodoende niet direct tot beïnvloeding van de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam.

Alles overwegend zijn effecten op de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam zijn niet aan de orde. Ook wanneer wel een locatie met hoge dichtheden halfgeknotte strandschelpen wordt aangetast gaat het om een verwaarloosbaar oppervlak relatief aan het gehele waterlichaam. Daarnaast gaat het slechts om één soort. Doorwerking op soortenrijkdom en diversiteit is daarom uitgesloten. Met de aantasting is dus geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

Achteruitgang is dus uit te sluiten. Daarnaast is het nog wel noemenswaardig dat habitataantasting van de zeebodem slechts een tijdelijk effect is. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich vaak al binnen een jaar herstelt door de natuurlijke dynamiek(Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen.



Figuur 4-6 Ensis banken (boven) en Spisula banken (onder) in het kust gebied. Dit figuur is aangepast uit (Troost et al., 2022).

4.3.5 Elektromagnetische velden

Noordelijke Deltakust (kustwater)

Macrofauna

Eerder is toegelicht dat macrofauna in de Noordelijke Deltakust een relatief laag risico heeft op achteruitgang. Om achteruitgang teweeg te brengen zou het elektromagnetische veld de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0,73 naar <0,60, paragraaf 4.1.2). In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

In paragraaf 3.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies, waarbij de effecten tevens vaak uit (lichte) veranderingen in gedrag gaat (zie ook het KRM hoofdstuk hierover). De EMV-waarden van het huidige project zijn significant lager dan de EMV-waarden gebruikt in de onderzoeken (zie ook Figuur 2-8 en Figuur 2-9). Aangezien niet alle soortgroepen gedekt zijn in deze onderzoeken noch onderzoeken naar langdurige effecten in vivo zijn gedaan, is er wel sprake van een kennisleemte op het gebied van elektromagnetische velden.

Samengevat wijst de meest actuele beschikbare kennis uit dat er kennisleemtes aanwezig zijn, maar dat meetbare effecten pas optreden bij zeer sterke elektromagnetische velden. De momenteel beschikbare kennis over EMV's suggereert dat er bij hoge EMV-waarden geen sprake is van concrete nadelige effecten die zouden kunnen doorwerken op de soortsamenstelling en/of abundantie van de macrofaunagemeenschap. Op basis daarvan is er geen aanleiding om aan te nemen dat er bij de relatief lage EMV-waarden van Nederwiek 2 een nadelige beïnvloeding plaatsvindt van de soortsamenstelling en/of abundantie van de macrofaunagemeenschap in KRW-waterlichaam. Het optreden van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna door elektromagnetische velden is daarom met voldoende zekerheid uitgesloten en zodoende niet aan de orde.

Haringvliet-west

Vis

Eerder is toegelicht dat de huidige staat van vis in waterlichaam Haringvliet-west niet goed is en dat als worst-case uitgangspunt wordt aangehouden dat de EKR zich dicht bij de ondergrens van klasse 'matig' begeeft. Daarom bestaat er een risico op achteruitgang. Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west meetbaar moeten worden beïnvloed door het externe effect van elektromagnetische velden.

Zoals eerder omschreven is er sprake van een elektromagnetisch veld wanneer de kabel van Net op zee Nederwiek 2 in gebruik wordt genomen. Voor diverse vissoorten is bekend dat zij elektromagnetische velden kunnen waarnemen (Jørgensen, 1980; Otremba et al., 2019; Snoek et al., 2016). Wetenschappelijke literatuur levert verschillende bewijzen voor het feit dat vissen (lichtelijke) veranderingen laten zien door elektromagnetische velden (Gill, 2015; Hutchison et al., 2018; Otremba et al., 2019). Palingen zwemmen bijvoorbeeld langzamer wanneer zij een magnetisch veld passeren (Otremba et al., 2019). Anderzijds zijn er ook bronnen die aangeven dat bepaalde vissoorten geen veranderingen in gedrag laten zien (Armstrong et al., 2015). Overkoepelend zijn er geen concrete aanwijzingen die suggereren dat een elektromagnetisch veld werkt als een (migratie) barrière voor vissen of dat het duidelijke negatieve gevolgen heeft voor de overlevingskansen e.d.

Bovenstaande studies zijn doorgaans uitgevoerd bij extreme laboratoriumomstandigheden boven de 1.000 µT. Het elektromagnetisch veld rond de kabel van Net op zee Nederwiek 2 bedraagt slechts een fractie van dergelijke waarden.

De huidige literatuur suggereert dat er bij hoge EMV-waarden geen sprake is van concrete nadelige effecten of barrièrewerking. Op basis van de beschikbare kennis is er daarom geen aanleiding om aan te nemen dat de relatief lage EMV-waarden van Nederwiek 2 de soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap nadelig zouden beïnvloeden. Het optreden van achteruitgang van kwaliteitselement Vis door elektromagnetische velden is daarom op basis van de huidige kennis met voldoende zekerheid uit te sluiten en zodoende niet aan de orde.

4.3.6 Combinatie van gevolgen

Door een combinatie van gevolgen kunnen organismen die onderdeel zijn van de ecologische maatlatten mogelijk langdurigere en/of zwaardere effecten ondervinden. In onderstaande paragrafen is toegelicht of de gecombineerde gevolgen van dit project tot achteruitgang van kwaliteitselementen kan leiden in de KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust en Haringvliet-west. Omdat in Hollandse kust sprake is van een enkel gevolg is dit waterlichaam niet behandeld, gecombineerde gevolgen treden hier immers niet op.

Noordelijke Deltakust
Voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust kan uitsluitend biologisch kwaliteitselement macrofauna een combinatie van gevolgen ondervinden. Tijdens de aanlegfase kan een combinatie van vertroebeling, habitataantasting en onderwatergeluid optreden. Tijdens de gebruiksfase gaat het enkel om elektromagnetische velden. Het gevolg elektromagnetische velden is afzonderlijk behandeld in paragraaf 4.3.5 en wordt niet versterkt door een andere effectketen. Het wordt hier daarom niet verder beschouwd.

Voor onderwatergeluid en vertroebeling is eerder geconcludeerd dat de gevolgen niet onderscheidend zijn van de autonome situatie. Dit als gevolg van de vele scheepsvaart in dit dynamische kustwater. Onderwatergeluid en vertroebeling beïnvloed macrofauna niet en weegt zodoende ook niet mee in de gecombineerde effecten. Zo blijft alleen habitataantasting over, dit is reeds afzonderlijk beoordeeld. Van een gecombineerd effect is dus geen sprake. Gecombineerde effecten leiden niet tot achteruitgang in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust.

Haringvliet-west
Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west is uitsluitend het externe effect op biologisch kwaliteitselement vis in beschouwing genomen. Tijdens de aanlegfase kan een combinatie van vertroebeling en onderwatergeluid optreden. Tijdens de gebruiksfase betreft het enkel elektromagnetische velden. Het gevolg elektromagnetische velden is afzonderlijk behandeld in paragraaf 4.3.5 en wordt niet versterkt door een andere effectketen. Het wordt hier daarom niet verder beschouwd.

Voor onderwatergeluid en vertroebeling is eerder geconcludeerd dat de gevolgen niet onderscheidend zijn van de autonome situatie. Dit als gevolg van de vele scheepsvaart in dit dynamische kustwater. Onderwatergeluid en vertroebeling vormen daarom afzonderlijk, maar ook

in combinatie, geen barrière voor trekvis tussen het Haringvliet en de Noordzee. Van een gecombineerd effect is dus geen sprake. Gecombineerde effecten leiden niet tot achteruitgang in KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

4.4 Cumulatie

4.4.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn geen effecten vastgesteld op zee. Wel zijn er vier gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat negatieve effecten van vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Wanneer echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling die mogelijk wel een effect sorteert. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Continu-onderwatergeluid**. Continu-onderwatergeluid wat optreedt tijdens de aanlegfase heeft geen effect op populatie niveau en de voedselketen. Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 2, wordt continu-onderwatergeluid meegenomen in de cumulatietoets.
- **Habitataantasting** Geconcludeerd wordt dat een verwaarloosbaar oppervlak wordt aangetast ten opzichte van het totale oppervlak van het KRW-waterlichaam (< 0,07 %). Er is geen sprake van achteruitgang in klasse. Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 2, wordt habitataantasting meegenomen in de cumulatietoets.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is op basis van de beschikbare kennis geconcludeerd dat nadelige effecten niet te verwachten zijn, achteruitgang van kwaliteitselementen door meetbare doorwerking op soortenrijkdom en abundantie is zodoende niet aan de orde. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wet natuurbescherming (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de betrokken Natura 2000-gebieden kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een vergunning noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die

kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben, of in een Natura 2000-beheerplan kunnen worden opgenomen.

4.4.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of locatie. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (januari 2023) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 4-7 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (januari 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (december 2022) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Tweede Maasvlakte wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Net op zee Nederwiek 2. In Tabel 4-8 worden de potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen opgesomd.

Tabel 4-7 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Net op zee Nederwiek 2.

Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee	2024-2029

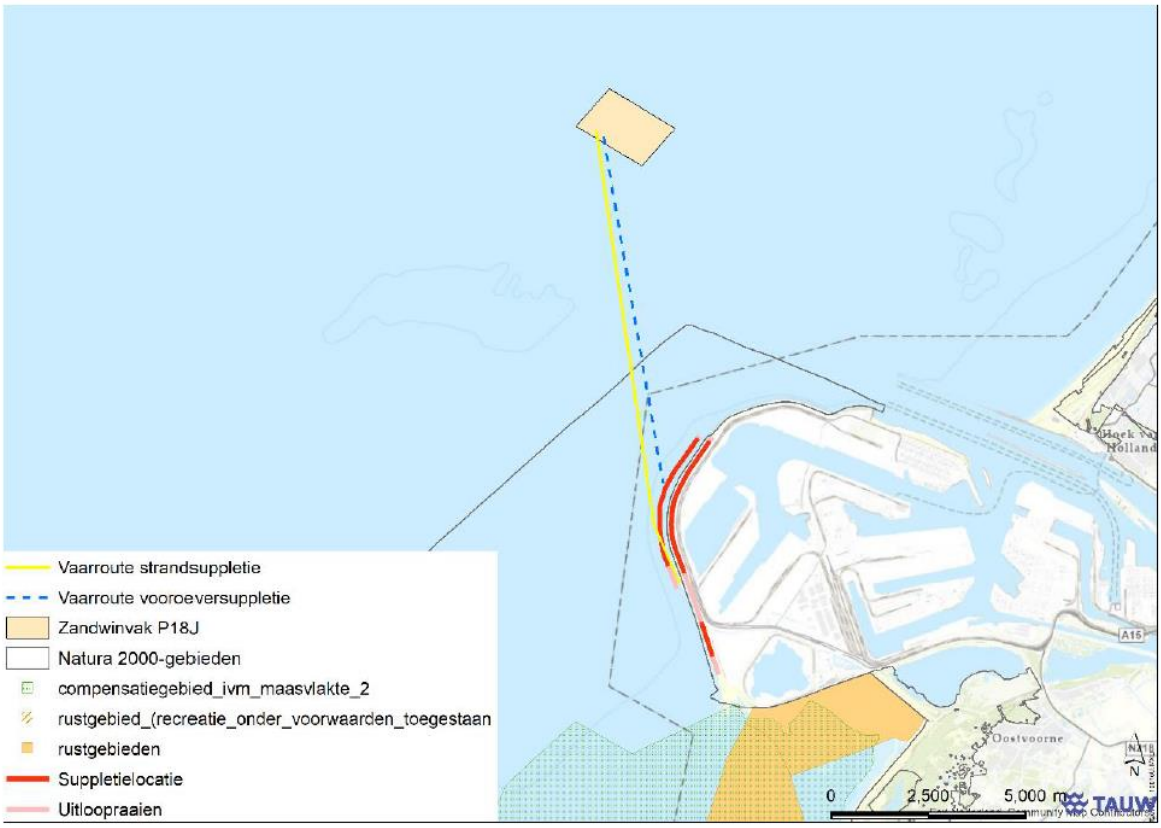
Tabel 4-8 Potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 2 en autonome ontwikkelingen (een X betekent dat er mogelijk cumulerende effecten zijn).

Projectnaam	Vertroebeling	Continu-onderwater-geluid	Bovenwater-verstoring	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	X				
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	X				
Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte	X			x	
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	X	X			
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	X	X	X	X	X
Net op zee IJmuiden Ver Beta	X	X	X	x	X
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	X	X	X	x	X
Net op zee Nederwiek 2	X	X	X	x	X

Autonome projecten (vergund en toekomstig)

Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Tweede Maasvlakte onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Tweede Maasvlakte van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt ongeveer 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van de Tweede Maasvlakte (Figuur 4-7). Werkzaamheden voor de aanleg en onderhoud van de Tweede Maasvlakte kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.



Figuur 4-7 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud de Tweede Maasvlakte. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3. Werkzaamheden voor de verdieping van de Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de

monding van de Oosterschelde. Werkzaamheden voor baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Net op zee Nederwiek 2. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2
Naast Net op zee Nederwiek 2 zijn worden ook Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 aangelegd. De aanleg van Net op zee Nederwiek 2 rondt af in 2029. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma rond naar verwachting in 2029 af. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 worden vertroebeling, impuls-onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, elektromagnetische velden, verstoring op land en habitataantasting op land in cumulatie beoordeeld. Van de vijf tracés worden er maximaal 4 tracés tegelijk aangelegd (door TenneT aangegeven uitgangspunt).

Voor het beoordelen van cumulerende effecten is uitgegaan van de onderstaande twee scenario's:
1. Het aanleggen van vier Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats met **één jaar ertussen.** Er zal geen overlap optreden in werkzaamheden aan de vier projecten.
2. Het aanleggen van de kabels van vier Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats in **hetzelfde seizoen**.

Hieronder worden voor alle beschreven autonome projecten de potentiële cumulerende effecten beschreven.

4.4.3 Vertroebeling

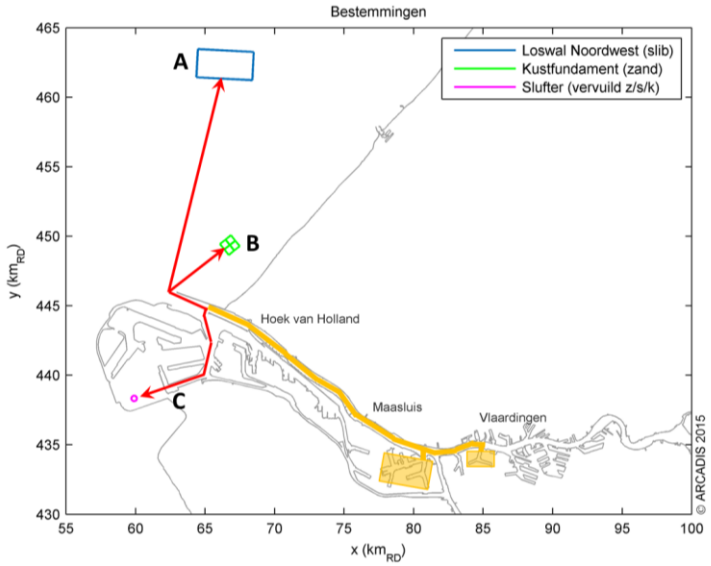
Hierbij wordt gekeken naar reeds vergunde projecten, en cumulatie tussen Netten op zee IJmuiden Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Door de parallelle ligging en mogelijke gelijktijdige aanleg van de hierboven genoemde Netten op zee kan op hetzelfde moment vertroebeling ontstaan door deze projecten. Van de vijf tracés worden er maximaal 4 tracés tegelijk aangelegd (door TenneT aangegeven uitgangspunt). De modelstudie laat de gecumuleerde vertroebeling van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 zien om een indicatie te geven van de vertroebelingswolk bij de aanleg van 4 tracés. Het kan zijn dat Net op zee IJmuiden Ver Alpha in plaats van één van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma of Nederwiek 1 wordt aangelegd in deze periode. Aangezien Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 1 het meeste overlap hebben met het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 is dit de worst-case cumulatie in vertroebeling.

Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte

Gezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd zijn. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Net op zee Nederwiek 2, maar noordelijker. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie treedt er geen cumulatie van effecten op tussen deze projecten.

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven

Aangezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de tweede fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In de tweede fase zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 4-8). Voor de worst-case wordt aangenomen dat de tweede fase (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van de tweede fase ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/L verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van de tweede fase nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de tweede fase verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



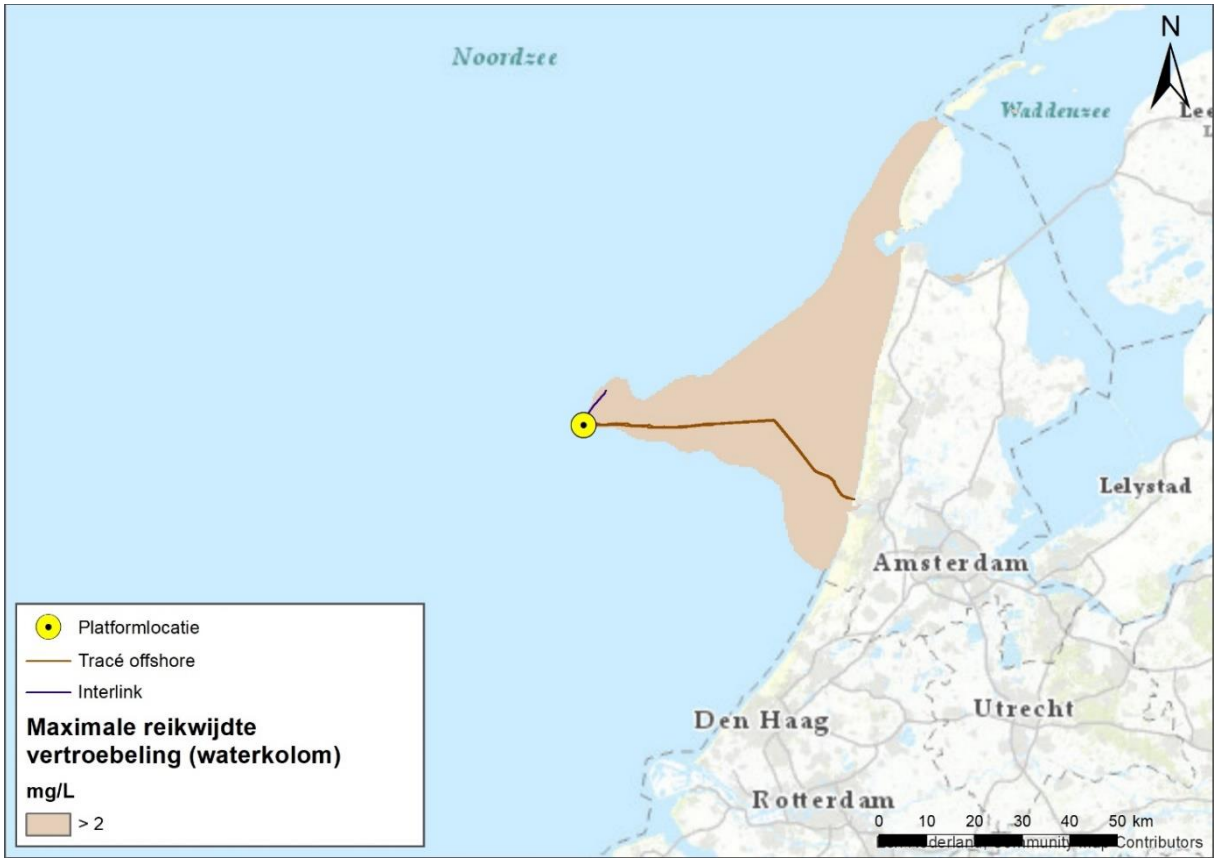
Figuur 4-8 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Net op zee Nederwiek 2 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Net op zee Nederwiek 2 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

De slibwolk die vrijkomt bij de werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 4-9) en zal zodoende niet in geografische locatie overlappen met Net op zee Nederwiek 2. Tevens zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden voor duikende en op zichtjagende vogels wanneer beide vertroebelingswolken gelijktijdig optreden. Effecten van cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.



Figuur 4-9 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/L) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) reikt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

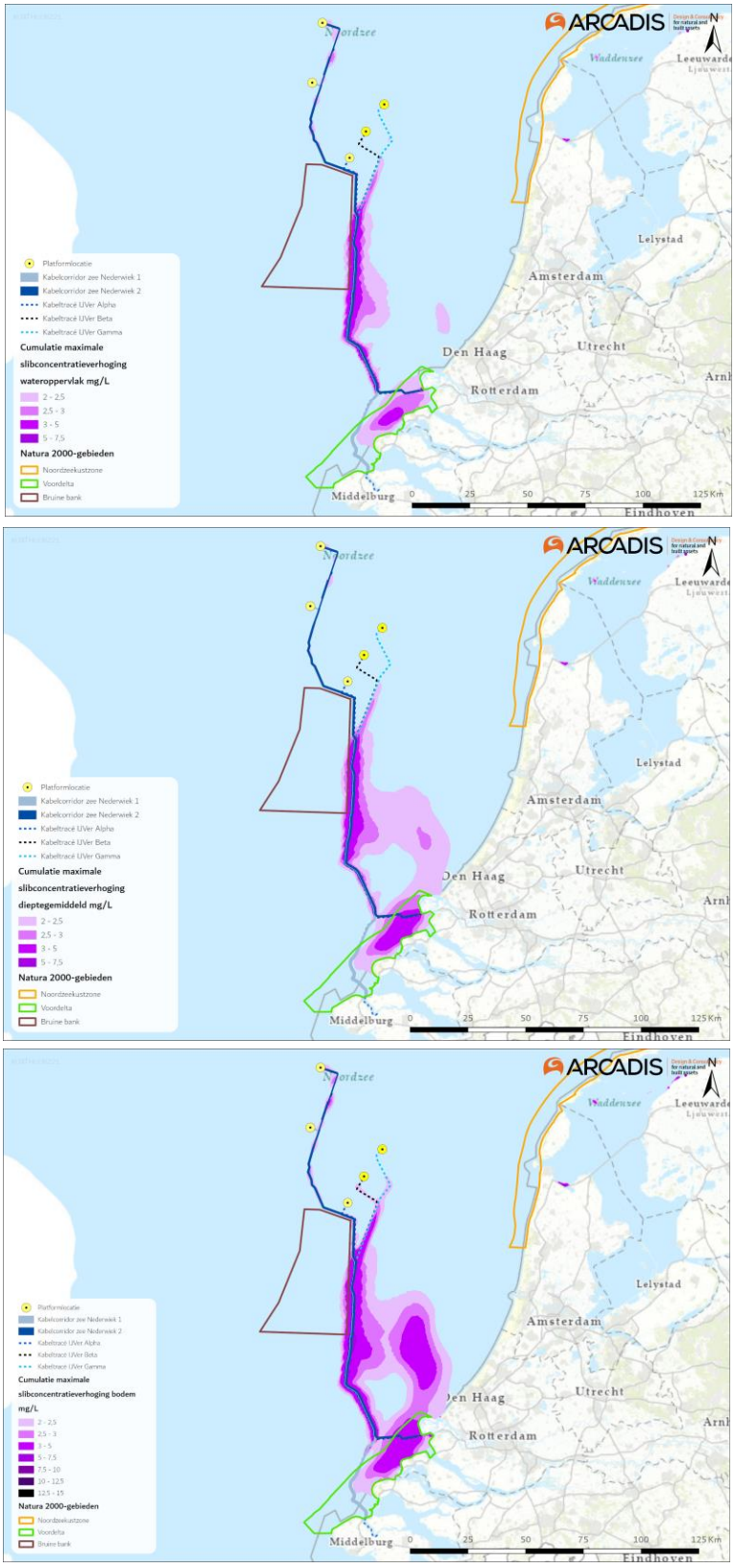
Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2

Figuur 4-10 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In Figuur 4-10is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land. Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

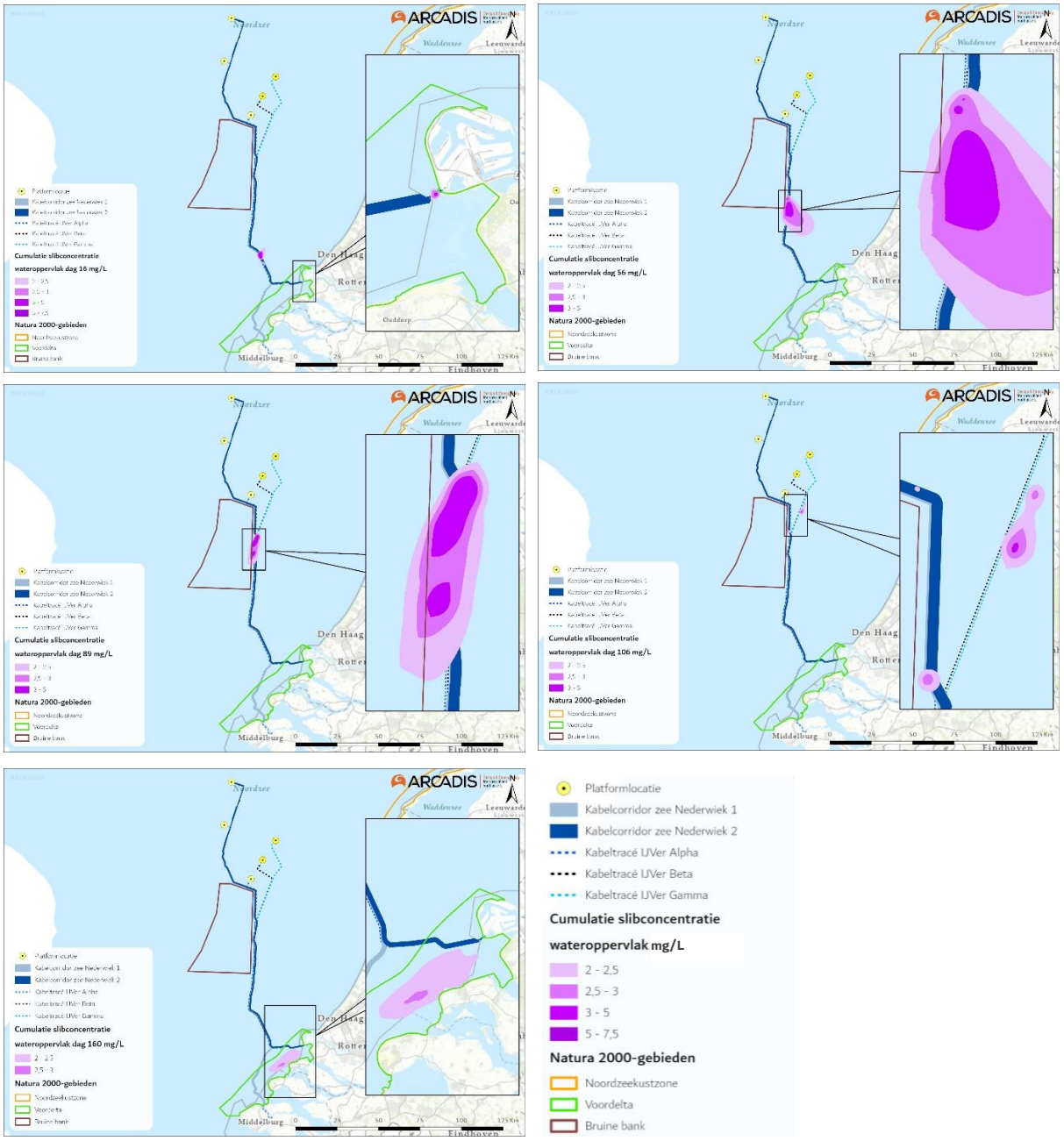
Figuur 4-10 toont voor elke locatie op de kaart de maximale absolute mogelijke worst-case combinatie van vertroebeling van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 (scenario 1b). Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden kleiner dan weergegeven in Figuur 4-10. De slibwolk en bewegen namelijk mee met

de (bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 en doven weer uit. Ter illustratie wordt in Figuur 4-11 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden in het scenario plaats van west naar oost. In de praktijk is het mogelijk dat aannemers tegengesteld werken of op andere locaties tegelijk aan het werk zijn. In Figuur 4-11 zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee Nederwiek 2 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 76) en de Voordelta (dag 5).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en bij de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/L. In de Voordelta is de maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak 12,5 mg/L en voor dieptegemiddeld en bij de bodem is het 15 mg/L.



Figuur 4-10 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).



Figuur 4-11 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Noordelijke Deltakust

De effecten van de reikwijdte van vertroebeling zijn toegelicht in paragraaf 4.3.2. Vertroebeling raakt het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust, wat kan resulteren in effecten op de kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna.

Fytoplankton & Macrofauna Het kwaliteitselement fytoplankton kan beïnvloed worden door vertroebeling door de vermindering van de primaire productie. Ook macrofauna kan worden

beïnvloed door vertroebeling. De vertroebelingswolk die optreedt in de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 2 beslaat <0,74% van het KRW-waterlichaam.

Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee Nederwiek 2 en Netten op zee IJmuiden ver Beta en Gamma kan het effect van vertroebeling cumuleren. Het gaat hier om relatief kortdurende vertroebeling over beperkte arealen ten opzichte van het KRW-waterlichaam. De vertroebeling vindt daarnaast plaats in een dynamisch kustsysteem waar van nature al hoge slibconcentraties kunnen voorkomen. Hierdoor zijn ook in cumulatie effecten op de abundantie van de fytoplankton en de diversiteit en soortenrijkdom van macrofauna niet aan de orde.

Conclusie*:* Er is geen sprake van achteruitgang van fytoplankton en/of macrofauna door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

4.4.4 Continu-onderwatergeluid

Noordelijke deltakust (kustwater) & Hollandse kust

Macrofauna

Eerder is al beoordeeld dat het onderwatergeluid van de werkzaamheden niet wezenlijk onderscheidend is van de autonome situatie. Een effect op macrofauna door onderwatergeluid van Net op zee Nederwiek 2 waren daarom uitgesloten, van achteruitgang van het kwaliteitselement was geen sprake. De werkzaamheden van de verschillende Netten op zee veroorzaken een relatief beperkte toename aan continu onderwatergeluid ten opzichte van de autonome situatie en Net op zee Nederwiek 2. De macrofauna in de KRW-waterlichamen is hier al aan gewend. Continu-onderwatergeluid leidt daarom in cumulatie met andere projecten ook niet tot merkbare effecten op de macrofaunagemeenschap.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van continu-onderwatergeluid in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust & Hollandse kust.

Haringvliet-west

Vis

Eerder is al beoordeeld dat het onderwatergeluid van de werkzaamheden niet wezenlijk onderscheidend is van de autonome situatie. Trekvis die deze wateren passeert is in zekere mate gewend aan onderwatergeluid. Het onderwatergeluid van Net op zee Nederwiek 2 vormt zodoende geen barrière tussen de Noordzee en het Haringvliet. Van een doorwerkend (extern) effect op de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in Haringvliet-west is daarom geen sprake en achteruitgang van kwaliteitselement vis is uitgesloten. De werkzaamheden van de verschillende Netten op zee veroorzaken een relatief beperkte toename aan continu onderwatergeluid ten opzichte van de autonome situatie en Net op zee Nederwiek 2. Continu-onderwatergeluid leidt daarom in cumulatie met andere projecten ook niet tot merkbare (externe) effecten op de visgemeenschap.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement vis in het KRW-waterlichaam Haringvliet-west door cumulatie van continu-onderwatergeluid.

4.4.5 Habitataantasting

Noordelijke Deltakust (kustwater)

Macrofauna

In paragraaf 4.3.4 zijn de effecten bepaald van habitataantasting voor Net op zee Nederwiek 2. Tijdens de aanlegfase vindt er zeer lokaal habitataantasting plaats in het KRW waterlichaam Noordelijke Deltakust. Dit is een worst-case aanname waarbij een reikwijdte wordt gehanteerd van 25 meter bodemaantasting bij kabelaanleg. Het gebied wat aangetast wordt is <0,065% van het totale KRW-waterlichaam.

Habitataantasting kan effect hebben op het kwaliteitselement macrofauna. Vanwege de parallelle ligging van de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 2 met Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma, kunnen de effecten van habitataantasting cumuleren. Aangezien de tracés binnen het KRW-waterlichaam dezelfde route volgen, neemt het areaal van habitataantasting binnen grofweg dezelfde zone toe. Rond de tracés zijn mogelijk locaties met hoge dichtheden halfgeknotte strandschelpen aanwezig. Deze soort komt echter ook op meerdere plaatsen in hogere dichtheden voor.

Omdat het in cumulatie nog steeds om fracties van een procent van het KRW-waterlichaam gaat waar aantasting plaatsvindt zijn effecten op de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam niet aan de orde. Ook wanneer enkele locaties met hoge dichtheden halfgeknotte strandschelpen worden aangetast betreft dit één soort binnen een kleine zone in het KRW-waterlichaam. De soort verdwijnt niet uit het KRW-waterlichaam, de soortenrijkdom en diversiteit wordt niet meetbaar beïnvloed.

Naast de beoordeling dat geen sprake is van achteruitgang is habitataantasting van de zeebodem tevens een tijdelijk effect. Op termijn (<5 jaar) is aangetast areaal weer volledig geherkoloniseerd. Ondanks dat lange termijn effecten op habitats hiermee uit te sluiten zijn weegt het niet mee in de beoordeling over of er sprake is van achteruitgang.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang door cumulatie van habitataantasting van macrofauna in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust .

4.4.6 Elektromagnetische velden

Noordelijke Deltakust (kustwater)

Macrofauna

In paragraaf 4.3.5 en Bijlage VII-D zijn de effecten van elektromagnetische velden beschreven op de kwaliteitselementen macrofauna in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
Op basis van de beschikbare informatie is geconcludeerd dat de veldsterktes van de projecten ruim onder de waarden liggen waarbij mogelijk effecten optreden op soorten macrofauna.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. In de kustzone liggen de kabels op een onderlinge afstand van 200 meter. Eerder is toegelicht dat het elektromagnetisch veld van de kabel van Net op zee Nederwiek 1 horizontaal niet verder rijkt dan circa 40 meter. Hetzelfde geldt voor de vergelijkbare kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma. Er is dus geen sprake van overlap en in cumulatie nemen de waarden van de EMV's dus niet toe. Macrofauna wordt in cumulatie dus alleen blootgesteld aan een

groter areaal waarin EMV's van dezelfde sterkte plaatsvinden. Hiervan is eerder geconcludeerd dat negatieve effecten bij dergelijke waarden niet aan de orde zijn, het oppervlak maakt daarbij niet uit.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van elektromagnetische velden in het KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust op basis van de huidige kennis.

Haringvliet-west

Vis

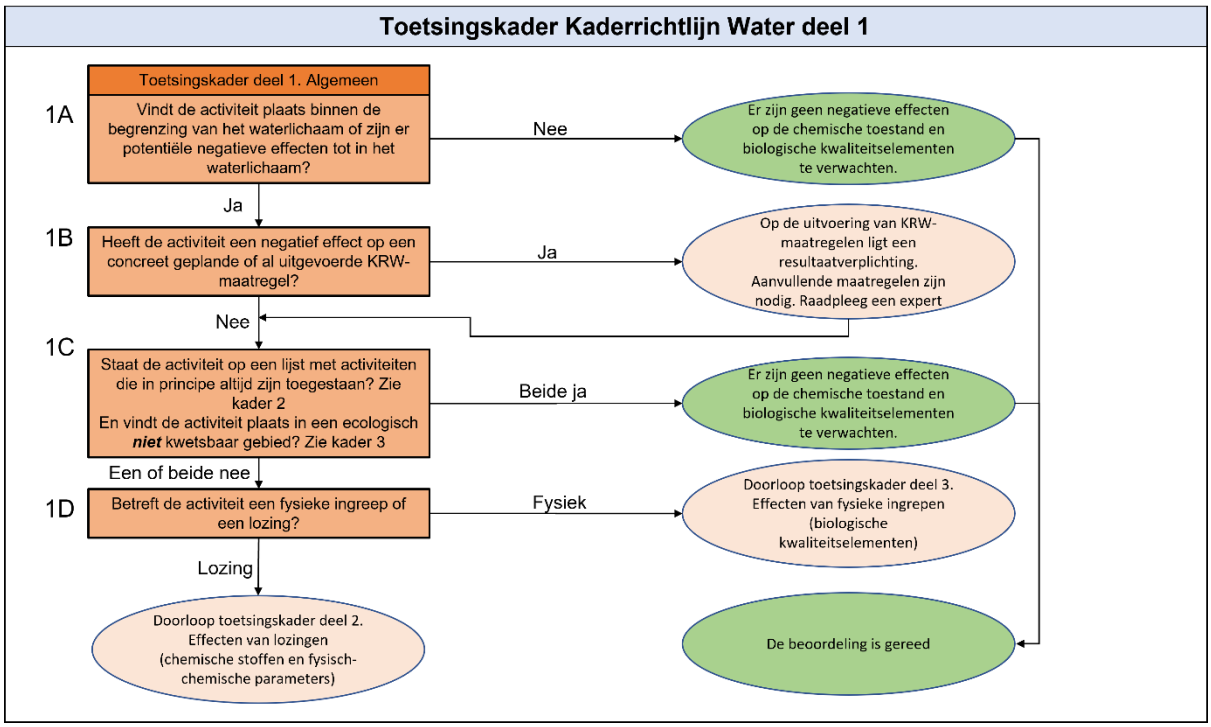
In bovenstaande paragraaf voor de cumulatieve effecten van EMV's op macrofauna in het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust is geconcludeerd dat er geen sprake is van overlap van EMV's van andere kabels van andere projecten. Dit komt omdat de onderlinge afstand tussen de kabels minimaal 200 meter bedraagt en de EMV's niet verder reiken dan circa 40 meter. Trekvis die van en naar KRW-waterlichaam Haringvliet-west trekt komt zodoende ook niet in aanraking met hogere waarden aan EMV's dan eerder beoordeeld. Ze komen in cumulatie wel in aanraking met grotere arealen waarin EMV's aanwezig zijn van dezelfde waarde als eerder beoordeeld. Hiervan eerder geconcludeerd dat negatieve effecten bij dergelijke waarden niet aan de orde zijn, het oppervlak maakt daarbij niet uit.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van vis als gevolg van externe effecten van cumulatie van elektromagnetische velden voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

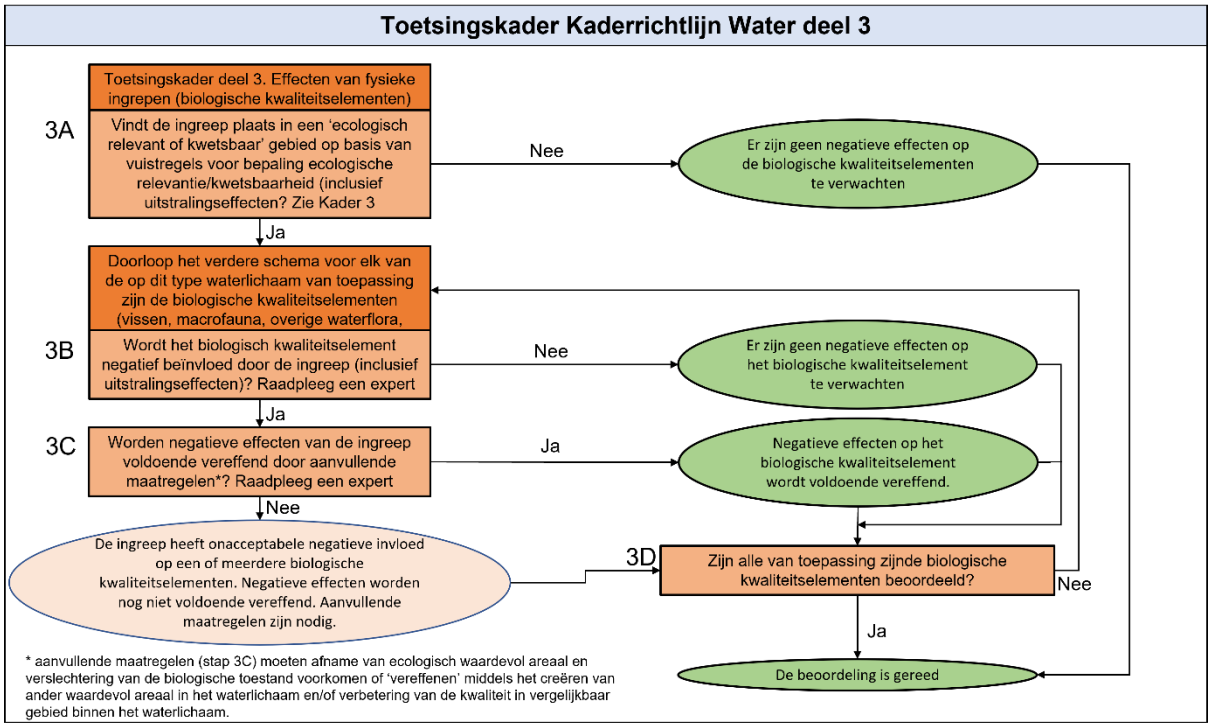
4.5 Toetsing KRW

4.1.4 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 4-12. Aangezien er geen sprake is van een lozing hoeft 'Toetsingskader deel 2' niet doorlopen te worden. Het "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 4-13.



Figuur 4-12 Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit.



Figuur 4-13 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen).

De locatie van de ingreep is beschreven in Hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust en Hollandse kust. De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

4.5.1 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 4-12) wordt doorlopen voor Net op zee Nederwiek 2 blijkt:

Noordelijke Deltakust (kustwater)

- 1A. De ingreep vindt plaats in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van de voorgenomen activiteit Uitgevoerde maatregelen zijn gericht op voorlichting en onderzoek. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020). De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het kabeltracé loopt deels door dit gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Haringvliet-west

- 1A. De activiteit heeft mogelijk via barrièrewerking uitstralingseffecten van elektromagnetische velden naar KRW-waterlichaam Haringvliet-west.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van de voorgenomen activiteit. Uitgevoerde maatregelen in 2010 t/m 2015 waren een verkenning naar aangepast beheer voor drinkwaterbeschermingszones en optimalisatie van vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. In 2016 t/m 2021 waren maatregelen gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, onderzoek naar vaststellen van herkomst van stoffen, onderzoek naar drinkwaterbeschermingszone en optimalisatie en vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. Voor 2022 t/m 2027 zijn maatregelen gepland gericht op het uitvoeren van onderzoek en voor vis passeerbaar maken van kunstwerken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Deze maatregelen ondervinden geen effect van het kabeltracé.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Hollandse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van onderwatergeluid naar Hollandse kust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van de voorgenomen activiteit. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, uitvoeren van onderzoek, geven van voorlichting en 1 maatregel geclassificeerd als overige emissiemaatregel. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).

- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. Onderwatergeluid treedt op in het gebied binnen de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

4.5.2 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 4-13.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de drie KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 4.5.1).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de twee waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

4.5.3 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater)

Op basis van het stroomschema blijkt dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater). Daarom moet afzonderlijk gekeken worden naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’. De daarbij behorende effectbeoordelingen zijn voor ieder relevant gevolg aan bod gekomen in paragraaf 4.3. Ook de eventuele extra effecten van gecombineerde gevolgen zijn daar besproken. In paragraaf 4.4 is daarnaast ook het effect behandeld in cumulatie met andere projecten die plaatsvinden in dezelfde regio. Hieronder is samengevat wat het oordeel is en wat hieruit wordt geconcludeerd.

*Tabel 4-9 Oordeel en conclusie voor de relevante effect-kwaliteitselement combinaties in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater). *> = positieve verandering, 0 = geen achteruitgang, < = achteruitgang (ongeacht kortdurend of permanent)*

Kwaliteitselement	Effect	Oordeel en conclusie	Categorie*
Fytoplankton	Vertroebeling	Meetbare effecten op de abundantie van fytoplankton in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
Macrofauna	Vertroebeling	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
	Habitat-aantasting	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van habitataantasting zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe habitataantasting. Geen achteruitgang.	0
	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met extern continu onderwatergeluid. Geen achteruitgang.	0
	Elektromagnetische velden	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van elektromagnetische velden zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe elektromagnetische velden. Geen achteruitgang.	0

4.5.4 KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater)

Op basis van het stroomschema blijkt dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater). Daarom moet afzonderlijk gekeken worden naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’. Omdat alleen het gevolg continu-onderwatergeluid overlapt met het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) is alleen het effect op macrofauna behandeld. Fytoplankton wordt niet beïnvloed door continu onderwatergeluid. De bijbehorende effectbeoordeling is aan bod gekomen in paragraaf 4.3. Omdat macrofauna hier aan één gevolg wordt blootgesteld is er geen sprake van gecombineerde gevolgen. In paragraaf 4.4 is wel het effect behandeld in cumulatie met andere projecten die plaatsvinden in dezelfde regio. Hieronder is samengevat wat het oordeel is en wat hieruit wordt geconcludeerd.

*Tabel 4-10 Oordeel en conclusie voor de relevante effect-kwaliteitselement combinaties in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater). *> = positieve verandering, 0 = geen achteruitgang, < = achteruitgang (ongeacht kortdurend of permanent)*

Kwaliteitselement	**Effect**	**Oordeel en conclusie**	**Categorie***
Macrofauna	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in cumulatie met extern continu onderwatergeluid van andere projecten. Geen achteruitgang.	0

4.5.5 KRW-waterlichaam Haringvliet-west

Op basis van het stroomschema blijkt dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het KRW-waterlichaam. Daarom is afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton', 'Macrofauna', 'Overige Waterflora' en 'Vis'. Geen van de gevolgen overlappen echter met het KRW-waterlichaam, punt van aandacht is wel de mogelijke externe effecten op migrerende soorten. Dit betreft uitsluitend (trek)vissoorten. Daarom is alleen kwaliteitselement vis behandeld. De bijbehorende effectbeoordelingen voor vis zijn aan bod gekomen in paragraaf 4.3. Hierin is ook het effect van de verschillende gevolgen van het project in combinatie behandeld. In paragraaf 4.4 is het effect behandeld in cumulatie met andere projecten die plaatsvinden in dezelfde regio. Hieronder is samengevat wat het oordeel is en wat hieruit wordt geconcludeerd.

*Tabel 4-11 Oordeel en conclusie voor de relevante effect-kwaliteitselement combinaties in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater). *> = positieve verandering, 0 = geen achteruitgang, < = achteruitgang (ongeacht kortdurend of permanent)*

Kwaliteitselement	Effect	Oordeel en conclusie	Categorie*
Vis	Vertroebeling	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap in het KRW-waterlichaam als extern gevolg van barrièrewerking door vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met vertroebeling van andere projecten. Geen achteruitgang.	0
	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap in het KRW-waterlichaam als extern gevolg van barrièrewerking door continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met continu onderwatergeluid van andere projecten. Geen achteruitgang.	0
	Elektromagnetische velden	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap in het KRW-waterlichaam als extern gevolg van barrièrewerking door elektromagnetische velden zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met elektromagnetische velden van andere projecten. Geen achteruitgang.	0

4.6 Conclusie

Samenvat wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van achteruitgang van de ecologische en/of chemische waterkwaliteit van KRW-waterlichamen door de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 2.

Met betrekking tot de effecten van het ingraven en gebruik van kabels van Net op zee Nederwiek 2 in en rond KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater) zijn geen effecten gevonden die leiden tot de achteruitgang van de ecologische en chemische waterkwaliteit. De gevolgen van Net op zee Nederwiek 2 hebben geen meetbare invloed op de abundantie van fytoplankton en de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met gevolgen van externe projecten. Een effect op overige relevante (fysisch) chemische parameters in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust (kustwater), leidend tot achteruitgang, was op voorhand uit te sluiten.

Ook voor KRW-waterlichaam Hollandse kust leidt de aanleg en het gebruik van kabels van Net op zee Nederwiek 2 niet tot achteruitgang van de ecologische en chemische waterkwaliteit. De gevolgen

van Net op zee Nederwiek 2 hebben geen meetbare invloed op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met gevolgen van externe projecten. Een effect op overige relevante kwaliteitselementen en (fysisch) chemische parameters dat zou leiden tot achteruitgang was op voorhand uit te sluiten.

Ten slotte leidt de aanleg en het gebruik van kabels van Net op zee Nederwiek 2 niet tot achteruitgang van de (ecologische en chemische) kwaliteit in KRW-waterlichaam Haringvliet-west. Geen van de gevolgen overlappen met dit KRW-waterlichaam, hier was het punt van aandacht het mogelijke externe effect op migrerende trekvissen. Er is geconcludeerd dat vertroebeling, continu-onderwatergeluid en elektromagnetische velden niet leidt tot barrièrewerking. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met gevolgen van externe projecten. De soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap in KRW-waterlichaam Haringvliet-west wordt daarom niet beïnvloed.

5 Referenties

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

André, M., Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Quero, C., Mas, A., Lombarte, A., van der Schaar, M., López-Bejar, M., Morell, M., Zaugg, S., & Houégnigan, L. (2011). Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *9*(9), 489–493. https://doi.org/10.1890/100124

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). Sterna hirundo Common Tern. *BWP Update*, *6*, 91–137.

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

BIJ12. (2017). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Boele, A., van Bruggen, J., Hustings, F., Koffijberg, K., Vergeer, J.-W., van der Meij, T., de Boer, V., Deuzeman, S., van Diek, H., de Jong, A., Kampichler, C., van Kleunen, A., Marx, L., Schekkerman, H., Schoppers, J., van Turnhout, C., Zoetebier, D., & van der Jeugd, H. (2015). *Broedvogels in Nederland in 2013*.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/494566

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). RIN-rapport 92/17.*

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.

Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.

Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of Caryophyllia smithii in the central southern North Sea: Artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, *8*, e140. https://doi.org/DOI: 10.1017/S1755267215001165

Cresci, A., Durif, C. M. F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (Melanogrammus aeglefinus). *PNAS Nexus*, *1*(4), pgac175. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175

Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (Ammodytes marinus). *Marine Environmental Research*, *176*, 105609. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Jong, C., & de Krom, P. (2022). *Onderwatergeluid bij het heien voor het Nederwiek 2 platform*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

de Soto, N. A. (2016). Peer-Reviewed Studies on the Effects of Anthropogenic Noise on Marine Invertebrates: From Scallop Larvae to Giant Squid. In A. N. Popper & A. Hawkins (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life II* (Vol. 875, pp. 17–26). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2981-8_3

Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks.* Lynx Edicions.

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

EUR-Lex. (2022). *Arrest van het Hof (Tweede kamer) van 5 mei 2022. Zaak C-525/20. - Document 62020CJ0525—ECLI:EU:C:2022:350*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A62020CJ0525&qid=1651768262986

Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*.

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (21–281). Bureau Waardenburg.

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.*

Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, *86*(4), 277–285.

Garcia, S., Álvarex, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.

Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

Ghosh, D., Ghosh, A., & Bhadury, P. (2022). Arsenic through aquatic trophic levels: Effects, transformations and biomagnification—a concise review. *Geoscience Letters*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s40562-022-00225-y

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of

the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA, rapport 2007-02.*

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

ICBR. (2009). *Afleiding milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*. http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Ladich, F., & Fay, R. R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *23*(3), 317–364. https://doi.org/10.1007/s11160-012-9297-z

Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."*

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed.

Estuarine, Coastal and Shelf Science, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater)*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Factsheet KRW - behorende bij Ontwerp Stroomgebiedbeheerplan 2022—2027, versie maart 2021*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Factsheet KRW-Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2022). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2022-2027 (deel 3)*.

Ministerie van LNV. (2014). *Profiel Zeekoet (Uria aalge) (A199)*.

Mitson, R. B. (1995). Underwater noise of research vessels Review and Recommendations. *ICES Cooperative Research Report*, *209*, 61.

Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.

Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.

Mouritsen, K. M., Dalsgaard, N. P., Flensburg, S. B., Madsen, J. C., & Selbach, C. (2022). *Fear of parasitism affects the functional role of ecosystem engineers*.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: Chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068

NextGeo. (2022). *Survey Data Nederwiek 1 and 2—Geotechnical Part 1 and Part 2.*

Norling, P., & Kautsky, N. (2007). *Structural and functional effects of Mytilus edulis on diversity of associated species and ecosystem functioning*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanbiography*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.

Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*.

Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).

Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.

RIVM. (2017). *Risico's van stoffen| KRW*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).

Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.

RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016—2021*.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Solan, M., Hauton, C., Godbold, J. A., Wood, C. L., Leighton, T. G., & White, P. (2016). *Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties*.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moult location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, *599*, 239–251. https://doi.org/10.3354/meps12624

STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor de natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn waterer 2015-2021*.

STOWA. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. https://www.stowa.nl/publicaties/referenties-en-maatlatten-voor-natuurlijke-watertypen-voor-de-kaderrichtlijn-water-2021

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (Homarus gammarus). *Aquatic Toxicology*, *220*(105401), 8.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., De Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., van der Horst, Y., Kuiper, K., Leemans, J., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., Wolf, P. A., & Fijn, R. C. (2022). *Verspreiding, abundantie en trend van zeevogels en zeezoogdieren op het Nenderlands Continentaal Plat in 2021-2022*. Waardeburg Ecology.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van Bruggen, M., Swartjes, F. A., Pit, P., Griffioen, J., & Spijker, J. (2014). *Beoordeling gezondheidsrisico's van arseen op de Zandmotor.* (Briefrapport 2014-0063.). RIVM.

van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.*

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, *11*(1).

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.

Wang, N., Ye, Z., Huang, L., Zhang, C., Guo, Y., & Zhang, W. (2022). Arsenic Occurrence and Cycling in the Aquatic Environment: A Comparison between Freshwater and Seawater. *Water*, *15*(1), 147. https://doi.org/10.3390/w15010147

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *107*, 85–95. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031

Zhang, W., Miao, A.-J., Wang, N.-X., Li, C., Sha, J., Jia, J., Alessi, D. S., Yan, B., & Ok, Y. S. (2022). Arsenic bioaccumulation and biotransformation in aquatic organisms. *Environment International*, *163*, 107221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107221

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

COLOFON

Net op zee Nederwiek 2

Datum
06-09-2023

Status
Definitief

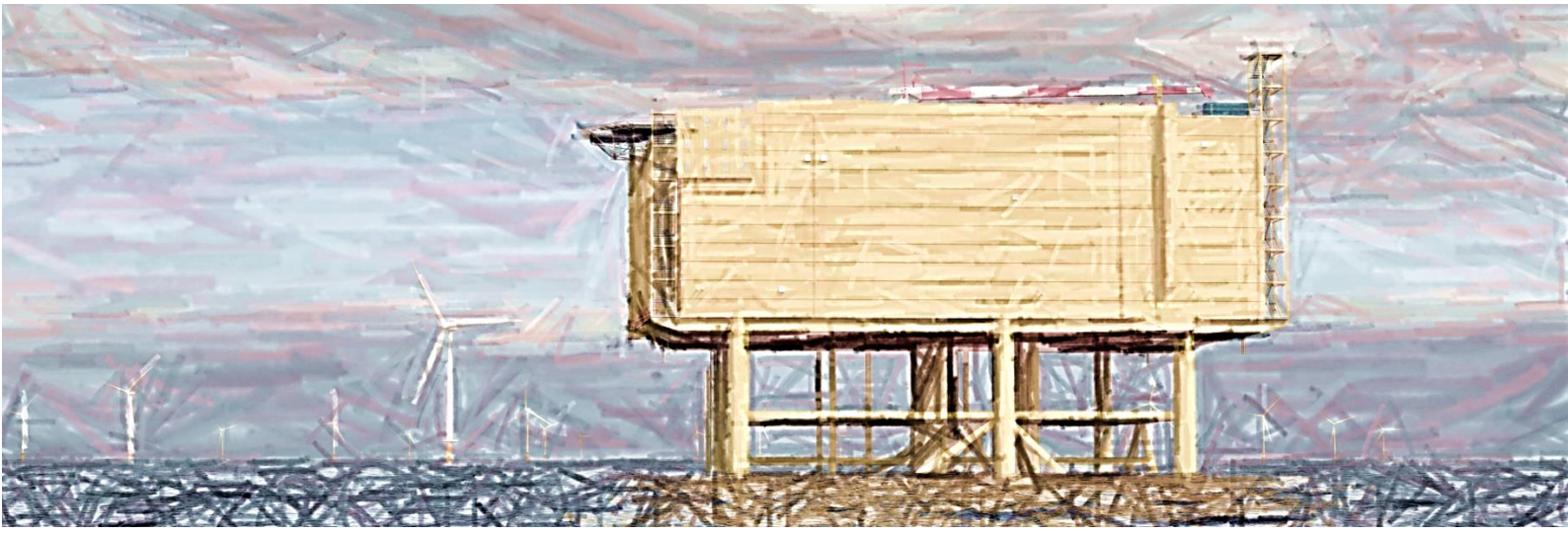
Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee
Net op zee Nederwiek 1 en 2



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Effecten van elektromagnetische velden

Elektrische, magnetische en elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Magnetisch veld

In de literatuur is er geen studie gedaan met een 525kV-kabelsysteem op gelijkstroom. De meest vergelijkbare studie is gedaan met een 500kV-kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert (Neptune Regional Transmission System). Fluctuaties met het aardmagnetisch veld zijn gemeten op de zeebodem. Het magnetisch veld van deze kabel op 1 meter begraafdiepte is 20.7 µT (microtesla, de eenheid voor magnetische fluxdichtheid). Op een begraafdiepte van 2 meter is het magnetisch veld afgenomen tot 6.9 µT (Hutchison et al., 2018). Het magnetische veld van een kabel dat gelijkstroom transporteert is geschat op basis van Normandeau et al.(2011).

Een kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert, gelegen op 1 meter diepte, heeft recht boven de kabel (0 meter) op de zeebodem een magnetisch veld van gemiddeld 80 µT (gemiddelde van 8 verschillende gelijkstroomkabelsystemen, waarbij de hoogst gemeten waarde op 160 µT ligt en de laagste gemeten waarde op de 20 µT). Op een afstand van 2 meter (horizontaal langs de zeebodem) is dit afgenomen tot gemiddeld 20 µT. Hierbij is het niet zo dat de kabel waar de meeste stroom doorheen loopt ook daadwerkelijk het grootste veld in de waterkolom veroorzaakt. Dit is ook sterk afhankelijk van andere factoren zoals bijvoorbeeld de oriëntatie van de kabel ten opzichte van andere kabels (parallelligging).

Bij het huidige 525kV-kabelsysteem van Net op zee Nederwiek 1 en 2 komen de waardes bij een begraafdiepte van 1 meter gemeten direct boven de kabel niet hoger dan 17,6 µT (Tennet, 2020). Hiermee ligt dit kabelsysteem onder het gemiddelde van de bovengenoemde gelijkstroomkabelsystemen die al in de zeebodem liggen.

Elektrisch veld

Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Hierbij zorgt een loodrechte beweging voor het generen van een maximum iEF (Snoek et al., 2016). Voor de Neptune-kabel (die beschreven is in de vorige paragraaf) is dit veld gemeten op gemiddeld 0,4 mV/m (4 µV/cm) recht boven de kabel (Hutchison et al., 2018). Verder weg van de kabel wordt het veld zwakker.

Effecten op organismen

Elektrische, *induced electric fields* en elektromagnetische velden komen allen rondom de werkende kabels voor. Verschillende organismen ervaren andere effecten hiervan. In de volgende paragrafen informatie weergegeven per organismen, waarbij de verschillende velden worden door elkaar zijn gebruikt.

Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd, dit zijn effecten op (Snoek et al., 2016):

1. Gedragsmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Ook voor andere organismen geld dat de meeste effecten van elektromagnetische velden onder te verdelen zijn in één van deze categorieën. Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51.3 µT) van een DC stroomkabel (330 MV, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften die in een omheining werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Voor krabben is gevonden dat deze minder agressief werden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Voor rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische DC-velden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm^2 (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium

(Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een gelijkstroom-kabel passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008). Uit recent onderzoek is gebleken dat magnetische velden geen effect hebben op Europese paling (Otremba et al., 2019).

Pelagische vissen

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de fint (*Alosa fallax*), elft (Alosa alosa), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en via de soortenbescherming de houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio)*. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is op het moment van schrijven geen openbare informatie beschikbaar over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Voor soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kunnen waarnemen (Gill, 2015). De kans dat deze soorten ook effecten ondervinden is daardoor aanwezig.

Dat deze soorten dit kunnen waarnemen betekent niet dat ze er last van hebben of een verandering van gedrag vertonen. Zo liet een experiment geen veranderingen in gedrag zien van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). In het experiment passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Vislarven kunnen mogelijk ook effecten ondervinden van elektromagnetische velden. Dit is wel afhankelijk van de soort vis. Zo blijkt uit onderzoek dat de larven van de Atlantische schelvis (*Melanogrammus aeglofinus*) trager gaan zwemmen bij een magneetveld tussen de 50 - 150 µT. Hierdoor zijn de larven mogelijk makkelijker te vangen door predatoren (Cresci, Durif, et al., 2022). Voor de larven van de zandspiering (*Ammodytes marinus)* is er echter geen effect ondervonden in een soortgelijk experiment (Cresci, Perrichon, et al., 2022). Er is dus een mogelijkheid dat larven van vissoorten trager gaan zwemmen, maar dit is zeer soortspecifiek.

Elasmobranchen (elektrische velden)
Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai is bekend dat deze magnetische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektrische velden op deze soorten. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor elektromagnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven DC-stroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het EMF hoger was dan 52.6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren.

Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019). Indien de kabel diep genoeg begraven is zal dit echter niet gebeuren op de Noordzee.

Zeezoogdieren
Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er is geen bewijs voor de aanwezigheid van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae)*, gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door (Zoeger et al., 1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van (Teilmann et al., 2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit

betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.
Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 µT, zoals beschreven in (Normandeau et al., 2011; Snoek et al., 2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In (Kirschvink, 1990), waar deze data vandaan komen, zijn de data gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt (Snoek et al., 2016) dat navigatie van bruinvissen niet gebaseerd is op elektromagnetische velden, maar dat dit afhankelijk is van andere waardes, zoals bathymetrie en temperatuur. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Hier is gemeten op 350-400 meter hoogte dat veranderingen van 0.05 µT in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent niet dat als deze verstoring boven de 0.05 µT uitkomt op de zeebodem, deze dieren al verstoord raken. Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden.

Conclusie
Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren wel dieren zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 µT (wat ver boven het aardmagnetisch veld zit, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond).

Voor de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, aangezien er nog veel kennisleemtes zijn over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende schadelijke effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt hoe verder weg gemeten van de kabel, zal deze waarde van 0.05 µT niet bereikt worden met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er reikwijdtes kunnen worden vastgesteld.

Referenties

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Cresci, A., Durif, C. M. F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (Melanogrammus aeglefinus). *PNAS Nexus*, *1*(4), pgac175. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175

Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (Ammodytes marinus). *Marine Environmental Research*, *176*, 105609. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensititivy in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Senory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: Chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). *Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea)*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Rijkswaterstaat. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1 – Desk Study*.

RIVM. (2020). *Elektromagnetische Velden | RIVM*.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (Homarus gammarus). *Aquatic Toxicology*, *220*(105401), 8.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

TenneT. (2008). *Elektrische en magnetische velden*.

Tennet. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel* (Issue December).

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

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

COLOFON

Net op zee Nederwiek 1 & 2

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Notitie

Defence, Safety & Security
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Aan
Arcadis Nederland B.V.

Van

Onderwerp
Onderwatergeluid bij het heien voor het Nederwiek 2 platform

Datum
6 december 2022

Onze referentie
2022 M12468

Contactpersoon

E-mail

Doorkiesnummer

Projectnummer
060.35787/01.34.01

1 Inleiding

Arcadis Nederland B.V. heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien van de funderingspalen voor het platform voor het Nederwiek 2 windpark. Dit betreft berekeningen volgens de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie[1] (KEC 4.0; Heinis et al, 2022).

2 Aanpak

In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELss) is op 750 m van de heilocatie, en wat de kans is op verstoring van bruinvissen en zeehonden door het heigeluid in het oppervlak rond de heilocatie.
Daarnaast zijn ook de afstanden berekend waarbij bruinvissen en zeehonden mogelijk een permanente gehoordrempelverhoging (PTS) kunnen ondervinden ten gevolge van de cumulatieve geluidblootstelling gedurende een complete heicyclus, rekening houdend met vermijdingsgedrag en een in overleg met TenneT TSO B.V. opgesteld realistisch heiscenario.

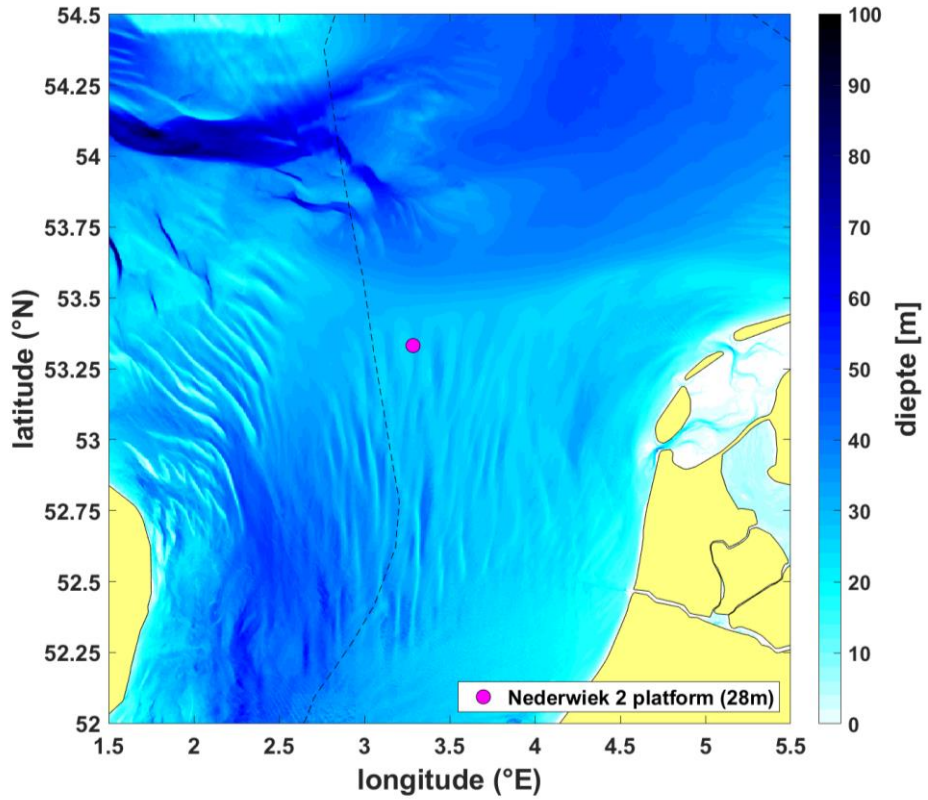
3 Heilocatie

De geplande locatie van het Nederwiek 2 platform is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de onderlinge afstand tussen de platformpalen verwaarloosbaar klein is in de berekening van het onderwatergeluidniveau op de referentieafstand (750 m) en de op berekende verstoringsafstanden is de centrale locatie van het platform als representatieve bronlocatie gekozen.

Tabel 1: Coördinaten locatie Nederwiek 2 platform, weergegeven in ETRS UTM 31N x-y coördinaten en WGS84 Northing en Easting.

x	y	Easting	Northing
518999,7404	5909220,816	E3° 17' 7,095"	N53° 19' 54,522"

[1] https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/



Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en de platformlocatie (Nederwiek 2). De legenda geeft de waterdiepte ter plaatse van het platform. De zwarte streeplijn geeft de grens van het NCP aan.

4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.

	Platformpalen
Aantal palen	20
Paaldiameter	2,5 m
Wanddikte	80 mm
Massa ram (IHC-S-2500)	126 ton
Massa aambeeld	126 ton
Contactstijfheid	20 GPa
Hei-energie (voor beide hamers)	2100 kJ

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit Ainslie (2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekenings-resultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore windpark (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, http://www.emodnet-bathymetry.eu/), zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$)
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m^3
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250\ \text{Hz}}\right)^{1.8} \times$ 0,88 dB/golflengte voor $f <$ 250 Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

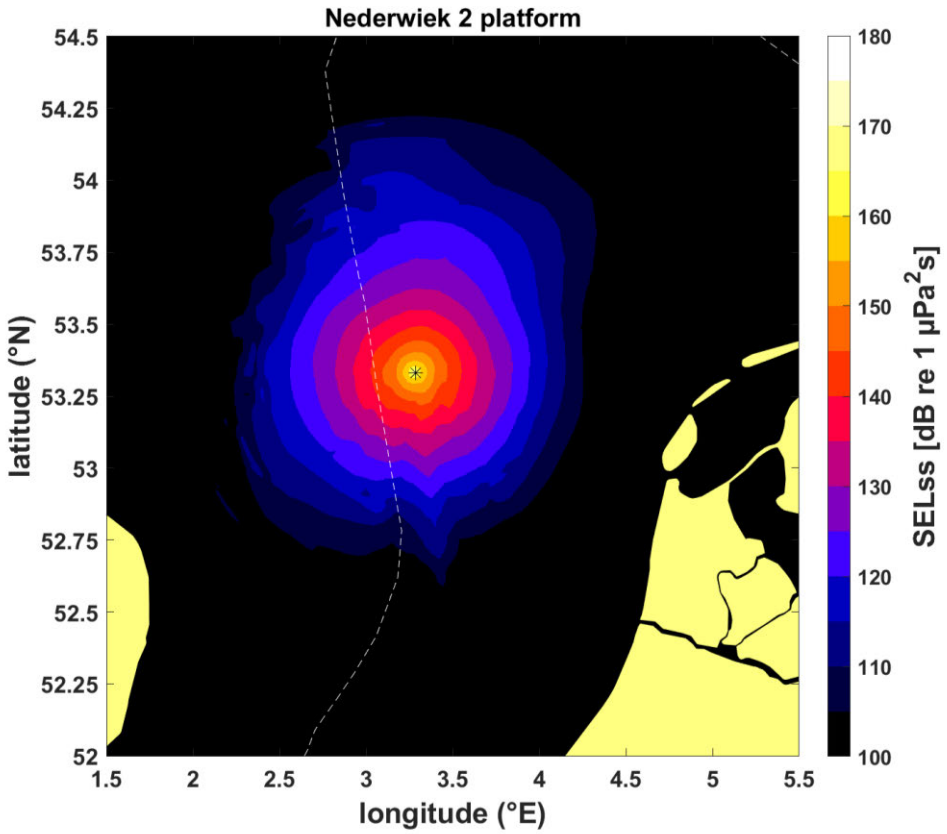
6 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie (Tabel 1) een maximumwaarde van de ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 μPa^2s, bij heien zonder mitigatiemaatregelen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben, zie ook sectie 13 van deze notitie.

In de berekeningen voor KEC 4.0 is in eerste instantie uitgegaan van een verwachte geluidsnorm voor SELss(750m) van 168 dB re 1 μPa^2s. Uit de KEC 4.0 berekeningen bleek echter dat de ecologische norm voor het beschermen van de bruinvispopulatie op het NCP in de berekeningen mogelijk wordt overschreden bij het toepassen van deze geluidsnorm bij de versnelde aanleg van windparken in de periode tot 2030. Door toepassing van een geluidnorm van SEL_{SS} (750 m) = 160 dB re 1 μPa^2s voor de windenergiegebieden IJmuiden Ver en de windenergie-gebieden van die versnelling (waaronder Nederwiek) zou de overschrijding van de ecologische norm vermeden kunnen worden. De kavelbesluiten voor het Nederwiek 2 gebied zullen te zijner tijd specificeren onder welke normwaarde de SELss(750m) dient te blijven tijdens de aanleg. Wanneer in de kavelbesluiten een geluidsnorm van 160 dB re 1 μPa^2s wordt opgenomen, dan dienen maatregelen getroffen te worden om het risico op overschrijding te mitigeren door de SELss van het onderwatergeluid met tenminste 7 dB te reduceren, bijvoorbeeld door middel van het plaatsen van een bellenscherm.

De wanddikte van de funderingspaal (60 of 80 mm) heeft nauwelijks invloed op het gerekende onderwatergeluid. Toepassen van een zwaardere hamer en aambeeld bij dezelfde heiklapenergie leidt tot een reductie van het onderwatergeluid. Verhogen van de ram- en aambeeld-massa van 126 naar 175 ton leidt volgens eerdere berekeningen tot een reductie van het onderwatergeluid met 3 dB. Een 3 dB reductie kan in theorie ook worden bereikt door het halveren van de maximale heiklapenergie.

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de SELss contouren rond de heilocatie in stappen van 5 dB.

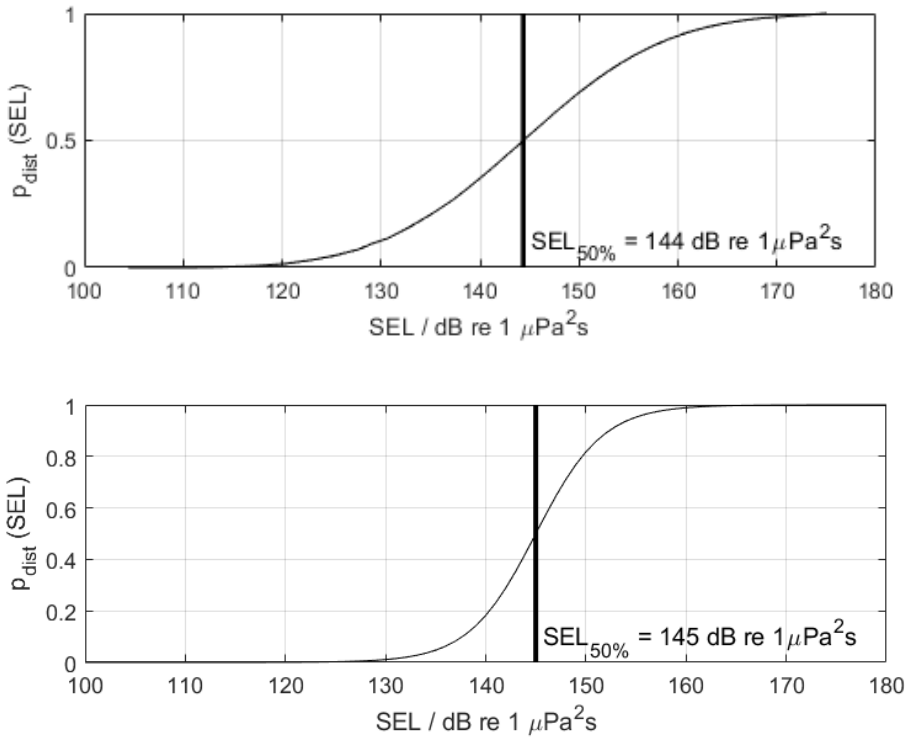


Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het Nederwiek 2 platform.

7 Dosis-effect relatie

De verstoring van dieren door geluid varieert per individu en is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Tyack & Thomas (2019) benadrukken het belang van het toepassen van dosis-respons relaties bij het schatten van het aantal dieren dat mogelijk beïnvloed wordt, en geven aan dat het toepassen van een discrete drempelwaarde tot een foute inschatting kan leiden. Daarom is in het KEC 4.0 (Heinis et al, 2022) besloten om gebruik te maken van dosis-respons relaties in plaats van de in KEC1.0-3.0 (Heinis et al, 2019) toegepaste discrete drempelwaarden voor verstoring.

Voor bruinvissen is deze relatie geschat op basis van waarnemingen rond heiwerkzaamheden in Nederland, Duitsland en Schotland (o.a. Geelhoed et al. 2019, Brandt et al. 2018, Graham et al. 2019) en voor zeehonden op basis van Kastelein et al. (2011), Russel et al. (2016), Whyte et al. (2020) en Aarts et al. (2018). De gebruikte relaties zijn in Figuur 3 weergegeven.



Figuur 3 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). Er is van uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven SEL$_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans op verstoring van de dieren is. Uit Heinis et al (2022).

Voor verdere details over de toegepaste dosis-effect relaties voor bruinvissen en zeehonden verwijzen we naar het in 2022 verschenen KEC 4.0 rapport (Heinis et al, 2022).

8 Oppervlak waarover dieren verstoord worden door geluid

Uit de geluidverspreiding (Figuur 2) is de kans op verstoring van bruinvissen en zeehonden berekend door het toepassen van de dosis-effectrelaties (Figuur 3). Het effectieve verstoringsoppervlak is vervolgens berekend door per punt op de kaart de berekende kans te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de geluidkaart. De resulterende oppervlakken zijn opgenomen in Tabel 4, zowel voor ongemitigeerd heien als voor heien waarbij met behulp van mitigatie juist aan een geluidnorm SEL$_{SS}$ (750 m) = 160 dB re 1 µPa^{2}s wordt voldaan.

Tabel 4: Berekende verstoringsoppervlak

	verstoringsoppervlak	
SELss(750 m)	bruinvissen	zeehonden
dB re 1 µPa^{2}s	km^2	km^2
167	2154	614
160	601	215

9 Aantal verstoorde dieren per dag waarop geheid wordt

In het KEC 4.0 is gebruik gemaakt van de meest recente verspreidingskaarten van bruinvissen en gewone en grijze zeehonden. Het aantal verstoorde dieren per heidag is voor de drie soorten berekend door voor elk punt in de geluidkaart de kans op verstoring te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt én met de lokale schatting van de dichtheid van de dieren op dit punt (uit de dierverspreidingskaarten, geïnterpoleerd naar hetzelfde grid als de geluidkaarten) en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de kaart.

Voor **bruinvissen** is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt.

Voor **zeehonden** op het NCP is uitgegaan van de ten behoeve van het KEC 4.0 samengestelde kaarten van Aarts et al. (2021). Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd.

De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel 5.

Tabel 5: Berekend aantal verstoorde dieren per heidag. Voor de zeehonden is het aantal per kalendermaand berekend, waarvan de getallen in de tabel het minimum, gemiddelde en maximumaantal verstoorde dieren gegeven.

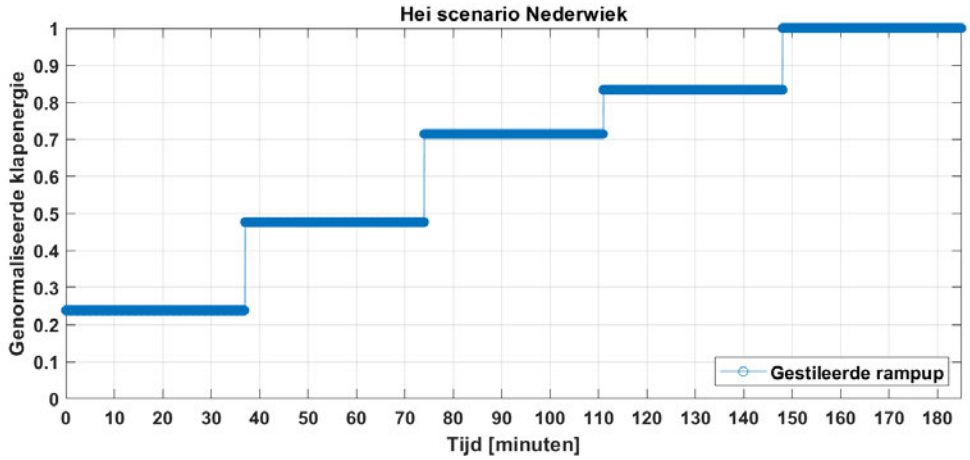
	Aantal verstoorde dieren per heidag			
SELss(750 m)	bruinvissen	gewone zeehonden	grijze zeehonden	
dB re 1 µPa^{2}s				
167	1020	6 – 32 – 118	14 – 17 – 22	
160	473	2 – 13 - 49	5 – 6 - 7	

10 Heiscenario

Om de cumulatieve blootstelling van de dieren rondom het platform aan het onderwatergeluid te bereken wordt er uitgegaan van een gestileerd ‘slow-start’ scenario, voor dit project in overleg opgesteld.

- De blow rate is constant gedurende het hele proces: 32 blow/min
- De blow count is constant gedurende het hele proces: 18.5 blows/0.25 m. Om tot 80 m penetratie te heien zijn er dan 18.5/0.25*80=5920 blows; duur 185 minuten.
- De blow energy wordt in 5 stappen opgevoerd: 500 kJ – 1000 kJ – 1500 kJ – 1750 kJ – 2100 kJ.

- We nemen aan dat elke stap even lang duurt, dus de blow energy wordt steeds verhoogd na 5920/5 = 1184 klappen (37 minuten).



Figuur 4: In de berekeningen toegepast gestileerd scenario voor het verloop van de heiklapenergie over de tijd: klapenergie in kJ gedeeld door de maximale hamerenergie (2100 kJ).

11 Zwemscenario

Voor het berekenen van het risico van het optreden van gehoordrempelverhoging ten gevolge van de cumulatieve blootstelling van dieren aan het heigeluid is een in de RWS-werkgroep Zeezoogdieren en Onderwatergeluid vastgesteld scenario, dat een realistische 'worst case' simuleert [Heinis et al 2015]. De cumulatieve blootstelling (SEL_{CUM}) hangt af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien en van het zwemgedrag van het dier in reactie op het waargenomen geluid.

- Wanneer het blootstellingsniveau (de maximumwaarde over de waterdiepte) de drempelwaarde voor mijdingsgedrag overschrijdt, zwemt het dier tijdens het heien in een rechte lijn weg van de heilocatie.
- Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 2 m/s.
- Voor zeehonden is uitgegaan van een zwemsnelheid van 2 m/s.
- Dieren stoppen met zwemmen zodra de afstand t.o.v. de heilocatie is bereikt waarop de SELss als gevolg van 1 heiklap lager of gelijk is aan de drempelwaarde waarop mijding optreedt.

12 PTS/TTS-afstanden

De cumulatieve blootstelling van dieren aan heigeluid is berekend op basis van de ruimtelijke verspreiding van het heigeluid (§6), het heiscenario (§10) en het zwemscenario (§11). De berekeningen zijn uitgevoerd voor 48 radiële zwemtrajecten vanaf de heipaal, uniform verdeeld over 360 graden. Als 'worst-case' is de maximale cumulatieve blootstelling (SEL_{CUM}) weergegeven voor het zwemmen van dieren langs de 48 trajecten, als functie van de afstand van de paal waar de dieren zich bevinden bij aanvang van het heien. Omdat de SEL_{SS}-contouren vrijwel cirkelvormig zijn binnen de verstoringsafstand (zie Figuur 2) is de variatie van de SEL_{CUM} over de trajecten gering.

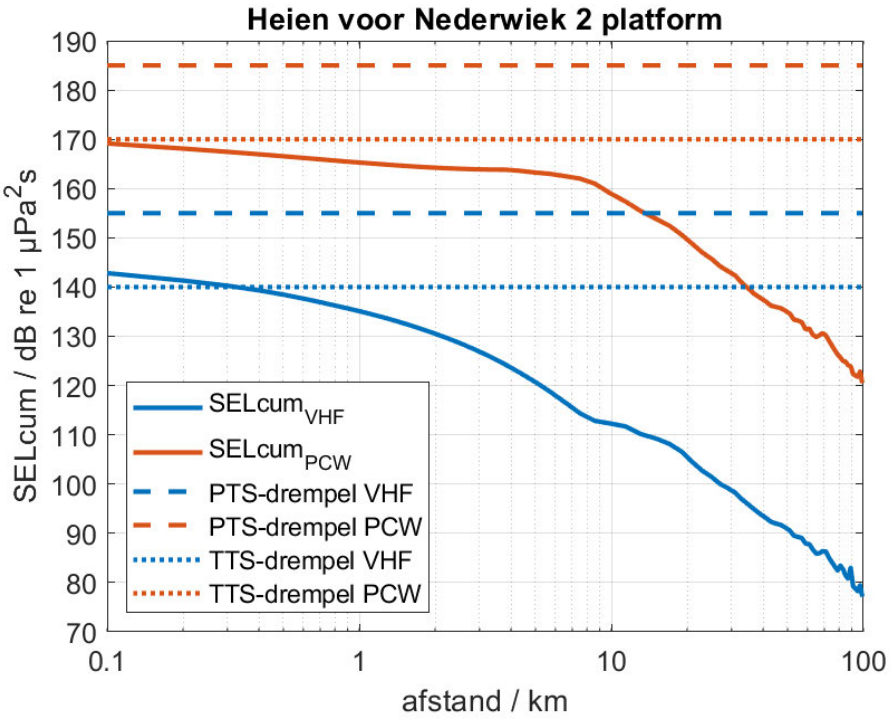
De berekende SEL_{CUM} voor het hei- en zwemscenario zijn weergegeven in Figuur 5 voor bruinvissen en zeehonden.

De frequentiegewogen cumulatieve blootstelling SEL_{CUM} is vergeleken met door Southall et al (2019) voorgesteld drempelwaarden voor het risico op het optreden van een tijdelijke (TTS) of permanente (PTS) verhoging van de gehoordrempel ten gevolge van de blootstelling aan impulsgeluid, zie Tabel 6.

Tabel 6: Drempelwaarden voor het risico op het optreden van TTS en PTS, uit Southall et al (2019)

dier	Southall et al (2019) *hearing group*	TTS-drempelwaarde	PTS-drempelwaarde
bruinvis	*Very high frequency ceteceans (VHF)*	SEL_{CUM}(VHF) = 140 dB re 1 µPa^{2}s	SEL_{CUM}(VHF) = 155 dB re 1 µPa^{2}s
zeehond	*phocid carnivores in water (PCW)*	SEL_{CUM}(PCW) = 170 dB re 1 µPa^{2}s	SEL_{CUM}(PCW) = 185 dB re 1 µPa^{2}s

De berekeningsresultaten in Figuur 5 laten zien dat het risico van het optreden van PTS verwaarloosbaar is. Er is een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 m van de heipaal bevinden.



Figuur 5: berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), zie Tabel 6.

13 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELss uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB af te wijken van de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van het verstoringsoppervlak is in deze studie uitgegaan van de dosis-effect relaties zoals in het KEC 4.0 gehanteerd. Metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze berekening mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Mogelijke verklaringen voor deze discrepanties kunnen zitten in de

hypothese dat ook de frequentie-inhoud een rol kan spelen in de verstorende werking van het geluid (Tougaard et al. 2015).

Ook de berekening van het mogelijke aantal verstoorde dieren per heidag is onzeker, vanwege diverse leemten in kennis over de aanwezigheid en het gedrag van bruinvissen en zeehonden, zie Heinis et al (2022).

14 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Nederwiek 2 platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2100 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 167 dB re 1 μPa^2s, met een onzekerheid van minimaal 3 dB.

De berekeningen geven aan dat ongemitigeerd heigeluid bruinvissen kan verstoren binnen een oppervlak van maximaal 1254 km^2 rond het platform en zeehonden binnen een oppervlak van 614 km^2. Op basis van de meest recente schattingen van dichtheden van dieren in het gebied wordt het maximale aantal verstoorde bruinvissen per dag geschat op 1020. Het maximale aantal verstoorde gewone zeehonden per heidag wordt geschat op 118 en het maximale aantal verstoorde grijze zeehonden op 22.

Wanneer aan een geluidnorm SEL_{SS} (750 m) = 160 dB re 1 μPa^2s is het berekende verstoringsoppervlak voor bruinvissen 601 km^2 rond het platform en zeehonden 215 km^2. Daarbij worden naar schatting maximaal 473 bruinvissen, 49 gewone zeehonden en 7 grijze zeehonden per heidag verstoord.

Het risico van optreden van een permanente gehoordrempelverhoging (PTS) bij bruinvissen of zeehonden door blootstelling aan ongemitigeerd heigeluid is verwaarloosbaar klein.

15 Referenties

Aarts et al, 2018. Behavioural response of grey seals to pile-driving. Wageningen University & Research report C006/18

Aarts, G., 2021, memo “Estimated distribution of grey and harbour seals” for KEC 4.0, Wageningen Marine Research.

Ainslie, 2010. Principles of Sonar Performance Modeling, Springer-Praxis

Binnerts et al, 2016. Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound, report TNO 2016 R11338

Brandt et al, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. Mar. Ecol. Prog. Ser. 596: 213 – 232

Deeks & Randolph, 1993. Analtical modelling of hammer impact for pile driving, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302

de Jong et al, 2018. Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions, report TNO 2018 R11671. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predeictions_tno_2019.pdf)

Geelhoed et al, 2019. Gemini Tc: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015, Wageningen University & Research report C020/17

Gilles et al, 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. Ecosphere 7: e01367. 10.1002/ecs2.1367.

Gilles et al, 2020 Update of distribution maps of harbor porpoises in the North Sea. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation. Institute for Terrestrial and Aquatic Wildlife Research (ITAW) report to RWS.

Graham et al, 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. R. Soc. Open Sci. 6: 190335.

Kastelein et al, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds, SEAMARCO Ref: 2011/01

Heinis et al, 2019. Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf)

Heinis et al, 2022. Kader Ecologie en Cumulatie 2021 (KEC 4.0) – zeezoogdieren. Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren door de versnelde aanleg van windparken in de periode 2016 – 2030. Concept-rapport, verwachte publicatie via het Noordzeeloket in het eerste kwartaal van 2022

Russell et al, 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. Journal of Applied Ecology

Southall et al, 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals 2019, 45(2): 125-232

Tougaard et al, 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises, Marine Pollution Bulletin 90, 196–208

Tyack & Thomas, 2019. Using dose–response functions to improve calculations of the impact of anthropogenic noise. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 29(S1):242–253

Whyte et al, 2020. Estimating the effects of pile driving sounds on seals: Pitfalls and possibilities. J. Acoust. Soc. Am. 147 (6): 3948–3958

Bijlage VII-F Net op zee Nederwiek 2

Slibmodelleerstudie (vertroebeling)
TenneT TSO B.V.

05-07-2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Doelstelling 5

1.2 Locatiebeschrijving 5

1.3 Aanpak 7

1.4 Leeswijzer 7

2 Realisatie kabeltracé 8

2.1 Aanlegmethodiek 8

2.1.1 Algemene methodiek 8

2.1.2 Pre-sweeping 8

2.1.3 Baggeren 8

2.1.4 Trenchen 10

2.1.5 Ingezet materieel 10

2.1.6 Fasering baggerwerkzaamheden 11

2.2 Baggervolumes 11

3 Delft3D model opzet 14

3.1 Rekenroosters en modelbathymetrie 14

3.2 Randvoorwaarden 14

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden 15

3.4 Sedimenteigenschappen in het model 16

4 Modelresultaten 17

4.1 Vertroebeling 17

4.1.1 Achtergrondconcentratie 17

4.1.2 Baggerpluim 17

4.1.3 Tijdseries 19

4.2 Sedimentatie 24

4.2.1 Sedimentatiesnelheid 24

4.2.2 Sedimentatie laagdikte 25

5 Conclusies 26

6 Referenties 27

Colofon 28

1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de vertroebelingstudie welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor het windenergiegebied Nederwiek 2. 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 het kabeltracé op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (zoals waterbeweging en waterstanden) en de morfologische situatie (zoals de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de MER-onderdeel Natuur op Zee inzake de aanleg van de kabelsystemen naar Nederwiek 2 is deze slibmodelleerstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de ongebundelde 2x2 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 slibmodelleerstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in het MER-hoofdstuk Natuur op zee gepresenteerd.

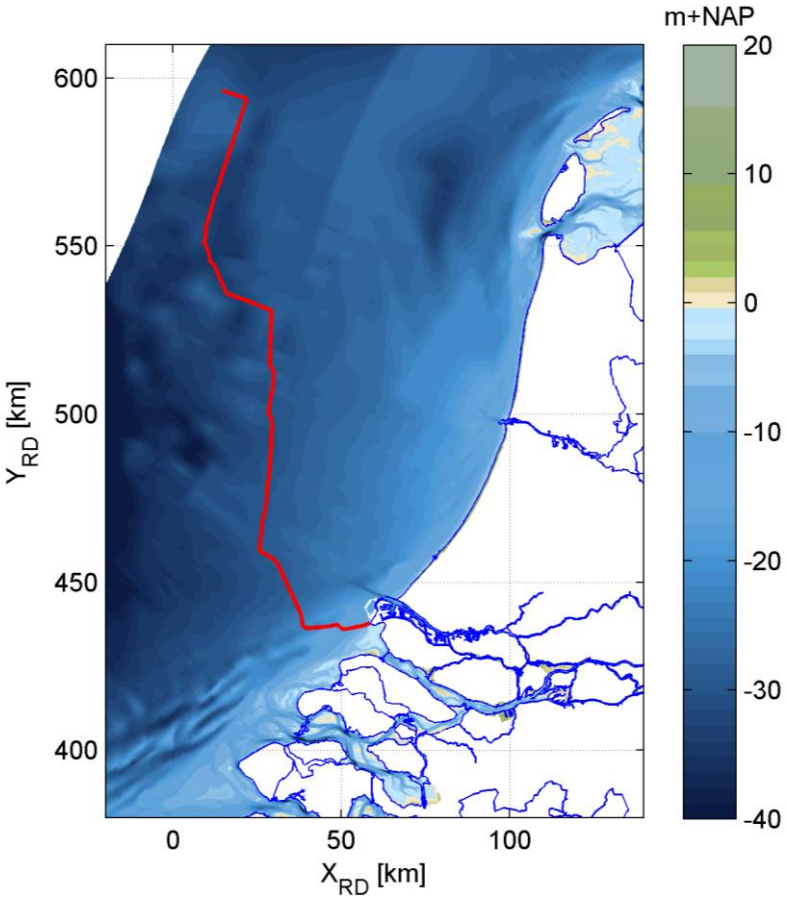
1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windenergiegebied Nederwiek 2 bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Net op Zee IJmuiden Ver. De kabels die het energietransport van het windenergiegebied naar het vasteland faciliteren, landen aan op de Tweede Maasvlakte. De vertroebelingstudie zal gaan tot aan aanlanding zoals te zien is in Figuur 1.

In het bodemprofiel langs het kabeltracé van Nederwiek 2 zijn vijf verschillende gebieden te onderscheiden:

1. Kust: Aanlanding Tweede Maasvlakte
2. Kust: Actieve zone; Voordelta
3. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting NW: met zandgolven
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting N: met zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting W/NW: met zandgolven
6. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting NO: met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 3 t/m 5, waarbij een groot deel bestaat uit zandgolven. Deze zandgolven liggen van parallel aan de kabel tot loodrecht erop, waardoor baggervolumes per gebied variëren.



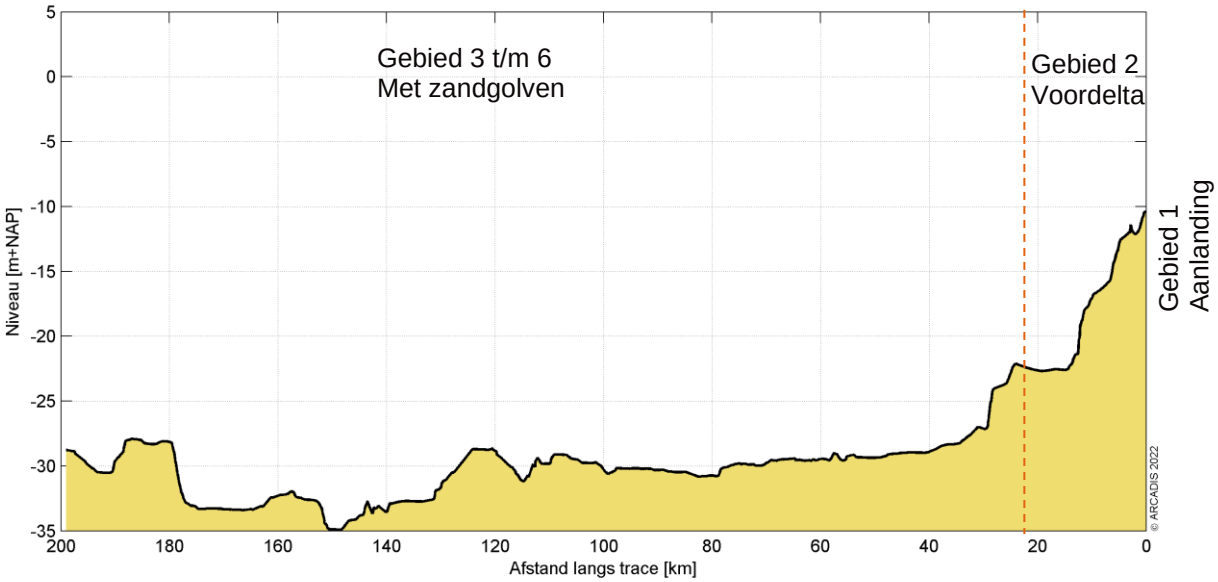
Figuur 1 Locatie kabeltracé en modelbathymetrie.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Samen met de Voordelta vormt dit gebied 1 en 2. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel (gebieden 3 t/m 6). Door de monding van de Haringvliet heeft zich in het verleden op de zeebodem een delta (de Voordelta) gevormd, waarbij een geulen-banken patroon is ontstaan. Deze morfologie zorgt tevens voor een andere dynamiek dan verder offshore op de zeebodem, waar zich zandgolven en tidal ridges[1] bevinden. De geulen in de Voordelta verplaatsen zich deels na sluiten van de Haringvliet, waardoor erosie en ook sedimentatie plaatsvindt. Ter hoogte van het kabeltracé Nederwiek 2 in de kustzone heeft er sinds de afsluiting erosie plaatsgevonden.

Het is nog niet bekend hoe de baggerwerkzaamheden bij de aanlanding van de kabel (gebied 1) zullen worden uitgevoerd. Daarom is ervan uit gegaan dat ook bij de werkzaamheden in dit gebied sediment zal vrijkomen, wat vertroebeling en sedimentatie kan veroorzaken.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 2. In de offshore gebieden worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen over het gehele kabeltracé vanaf kustprofiel (KP) 20 tot aan het platform. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte[2], is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.

[1] Zandgolven zijn fluctuaties in het bodemniveau van het zeebed. Deze fluctuaties worden gedefinieerd als zandgolven als ze hoger zijn dan 2 meter, met een lengte van 100-300 meter (Tafeiëff, 1982). Tidal ridges zijn een orde groter dan zandgolven en kunnen daarmee kilometerslang zijn.
[2] Overdiepte en overbreedte zijn een extra marge boven op de benodigde ingraafdiepte.



Figuur 2 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met zandgolven, afhankelijk van richting van de zandgolven ten opzichte van het kabeltracé.

1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de aanlegmethodiek en baggervolumes;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In MER Deel A is het af te graven 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.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht, ofwel sediment concentratie, en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het 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.

Hoofdstuk 3 beschrijft de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 5.

2 Realisatie 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 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 kabeltracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes van een ongebundelde 2x2 kabel en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het kabeltracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meters naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere zones wordt geïntroduceerd.

2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (knijpen/snijden, met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze de beun leegt middels de bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (van de kruinen van zandgolven), waarna via trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

2.1.2 Pre-sweeping

Pre-sweeping is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Om de kabels op de beoogde diepte te kunnen installeren onder de mobiele zandgolven, zullen de kruinen van de zandgolven op de route moeten worden afgevlakt, voorafgaande aan het installeren van de kabels. Dit wordt gedaan om geen onderhoud te hoeven plegen gedurende de levensduur van de kabels. Het pre-sweepen van de zandgolven zal gebeuren over een groot deel van het kabeltracé. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 125 km van het kabeltracé zandgolven bevinden (gebieden 3 t/m 6), waarbij de noodzaak tot pre-sweepen afhankelijk is van de ligging van de kabel ten opzichte van de zandgolven. De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Eventueel zijn na het pre-sweepen nog aanvullende baggerwerkzaamheden nodig.

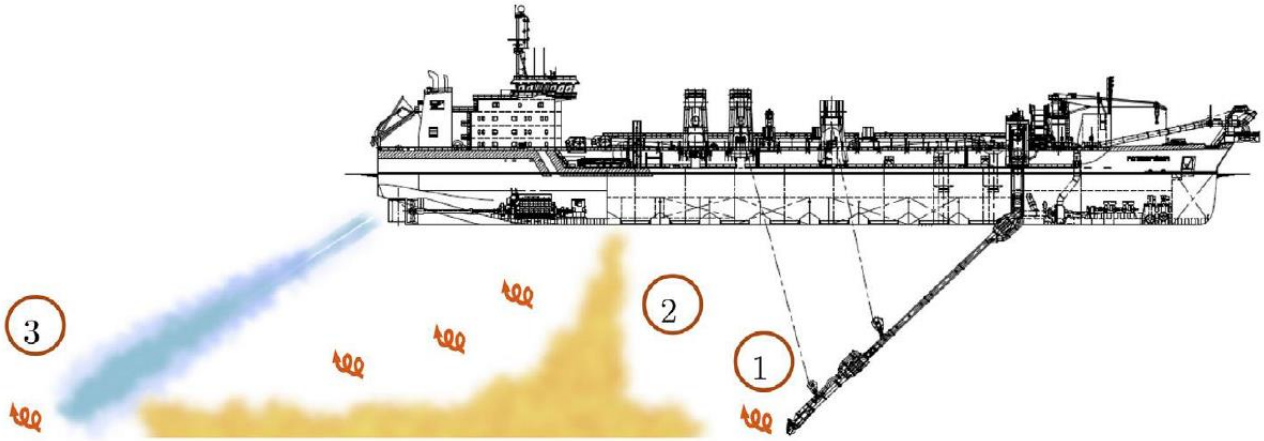
2.1.3 Baggeren

Daar waar het water te ondiep is voor het installeren van kabels, zal een toegang moeten worden gebaggerd voor de installatie schepen. Daarvoor zullen op zee en in binnenwateren sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) ingezet worden. Sleephopperzuigers verweken de grond met waterjets en zuigen het grond-watermengsel op via hun sleepkoppen. De grond komt in de bopper (de beun, laadruim) van het schip terecht terwijl het opgezogen water overboord stroomt. Bij de aanlanding van de kabel op het land en op plekken die voor een sleephopperzuiger lastig of niet bereikbaar zijn, kunnen snijkopzuigers (cutter-suction-dredger, CSD) of graafmachines op pontons (backhoe-dredgers) in worden gezet. Daarbij wordt de opgebaggerde grond ofwel in beunschepen gelost,

die het dan naar een stortlocatie transporteren, of de grond wordt door leidingen weggepompt naar een stortlocatie. Het totale baggervolume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 3 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

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



Figuur 3 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

4. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggeraars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

5. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terechtkomen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

6. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelend 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 dichter 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 kabeltracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

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

2.1.4 Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte. Door het verweken van de zeebodem zullen nabij het zeebed gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Deze activiteit is niet te vergelijken met baggeren betreffende de vertroebeling. Vertroebeling door trenchen is in de orde van grootte vergelijkbaar met het slepen van visnetten over de bodem.

2.1.5 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één CSD en meerdere sleephopperzuigers voor precisie baggeren en pre-sweepen van de zandgolven.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee snijkopzuigers met een conservatieve productie van 25.000 m^3 per snijkopzuiger per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat drie sleephopperzuigers met een productiviteit van 12.000 m^3 per dag, ofwel 84.000 m^3/week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft voldoende tijd om de kabels aan te brengen, waarna het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd kan worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door aan te nemen dat alle schepen tegelijk bezig zijn in een bepaald deel. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit, doordat schepen meer na elkaar werken, zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

2.1.6 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar windenergiegebied Nederwiek 2), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone en offshore op de Noordzee. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 3.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 7 à 8 maanden, inclusief uitdemptijd (de tijd die het duurt tot de slibconcentraties weer zijn afgenomen). Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologisch gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode de voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de uitvaltijd van de baggerschepen, die kan voorkomen door onwerkbare condities. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer. Verder kan het zijn dat de uitvoering van de aanleg over een langere periode loopt dan de hierboven aangegeven 7 á 8 maanden. In dat geval is de concentratie die vrijkomt over een langere periode verdeeld en valt dan niet te zien als worst-case. Verder is aangenomen dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Dit is conservatief, aangezien er op die manier tussentijds minimale uitdemping kan plaatsvinden.

2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuur 1 en Figuur 2 voor de ruimtelijke weergave). In deze tabel zijn ook de lengtes van de tracédelen opgenomen. Verder zijn de baggervolumes per deelgebied gegeven. Voor het offshore gebied zijn deze gebaseerd op gegevens die aangeleverd zijn door TenneT. Aan de berekende baggervolumes van TenneT is vervolgens 15% toegevoegd om rekening te houden met het scenario van een ongebundelde 2x2 kabel. Voor het grootste deel van het kabeltracé zijn de lengtes van de tracédelen en het te baggeren volume gebaseerd op het IJver Gamma kabeltracé (die deels weer gebaseerd was op het IJver Beta kabeltracé). Het kabeltracé van Nederwiek 2 is 58,6 km langer dan het kabeltracé van IJver Gamma, doordat het windenergiegebied verder op zee ligt. Dit deel is toegevoegd als gebied 6.

Hiermee komt de totale lengte van het kabeltracé uit op 203,6 km, met een totaal baggervolume van 7.797.000 m^3 exclusief trenchen. Voor windenergiegebied Nederwiek 2 wordt één kabeltracé gerealiseerd. De effecten van de IJmuiden Ver kabeltracés, Nederwiek 1 en de cumulatie zijn los beschouwd.

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	0: Geen slib	1	2	3	4	5	6
Grens	Strand (duin tot muien)	Aanlanding Maasvlakte:	Voordelta	Area 2 met zandgolven	Area 3 met zandgolven	Area 4 met zandgolven	Area 5 met zandgolven
Begraafdiepte	n.v.t.	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer
Techniek(en)*	n.v.t.	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Trenchen 2,5 m	Pre-sweepen + Trenchen 2,5 m	Pre-sweepen + Trenchen 2,5 m	Pre-sweepen + Trenchen 2,5 m	Pre-sweepen + Trenchen 2,5 m
Lengte [m]	400	1.000	20.000	29.500	51.100	43.000	58.600
Te baggeren volume [m^3]*	0	300.000	0	1.109.750	2.878.450	1.528.350	1.980.450

*Trenchen is niet meegenomen in het te baggeren volume voor de berekeningen, omdat hiermee de hoeveelheid slib die vrijkomt nihil is.

Er is een aantal metingen beschikbaar waaruit blijkt dat het massapercentage slib tussen de 0,7% en 1,3% ligt, wat een volumepercentage geeft tussen de 1,4% en 2,6%. Bij vorige slibverspreidingsstudies (IJver Alpha en Beta) waren deze gegevens nog niet bekend en was aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 5% of 10% is van het totaalvolume. Dit is voor deze slibverspreidingsstudie niet aangepast, om een veilige marge te houden. Wel is er nu een onderbouwd onderscheid gemaakt tussen de fijne en de grove slibfractie om een minder conservatief en meer realistisch resultaat te krijgen. De sedimenteigenschappen worden verder besproken in Paragraaf 3.4.

Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN, HKWA en HKWB is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het kabeltracé (Arcadis, 2015; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie, 2018; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie, 2020). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk is of dit een gewichtspercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtspercentage van 2,5 tot 3,5% (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7%. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 5% is gekozen voor de Voordelta bij de Maasvlakte en sluit aan bij de bevindingen uit de grondanalyse voor BritNed, waar Nederwiek 2 naast komt te liggen. De 10% is gekozen voor het deel op de Noordzee en sluit aan bij de recente grondanalyse voor HKN en HKWA, waar naar voren kwam dat in de eerste 1-2 m vooral zand aanwezig was met minder dan 5% aan slib, maar op iets diepere delen werd zelfs hogere percentages aangetroffen. Aangezien het grootste deel dat gebaggerd wordt uit de bovenste laag bestaat is 10% een redelijke inschatting. Uit de nieuwe metingen blijkt dat deze aanname wel enigszins conservatief is.

Zoals in Tabel 3 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 765.105 m^3.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m^3

Gebied	0	1	2	3	4	5	6	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	5%	5%	10%	10%	10%	10%	
Nederwiek 2 [m^3]	0	15.000	0	110.975	287.845	152.835	198.450	765.105

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 2 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 1 van Nederwiek 2 met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 12 weken nodig zijn (300.000 m^3/ 25.000 m^3/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 6 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 4. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van

baggeren en pre-sweepen. Gebied 2 is niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. Verder is er rekening gehouden dat voor gebied 3 tot en met 6 niet gewacht hoeft te worden op de baggerwerkzaamheden in gebied 1.

Tabel 4 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	0	1	2	3	4	5	6	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	CSD/ backhoe	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger (CSD)				
Productiviteit baggerschip [m3/week]	n.v.t.	25.000	n.v.t.	84.000	84.000	84.000	84.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	n.v.t.	3	3	3	3	
Nederwiek 2 [weken]	0	6	0	4,5	11,5	6	8	30

3 Delft3D model opzet

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windenergiegebied Nederwiek op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 40 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is, wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

3.1 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 746 x 425 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreidde materiaal. Figuur 1 toont de modelbathymetrie van het studiegebied.

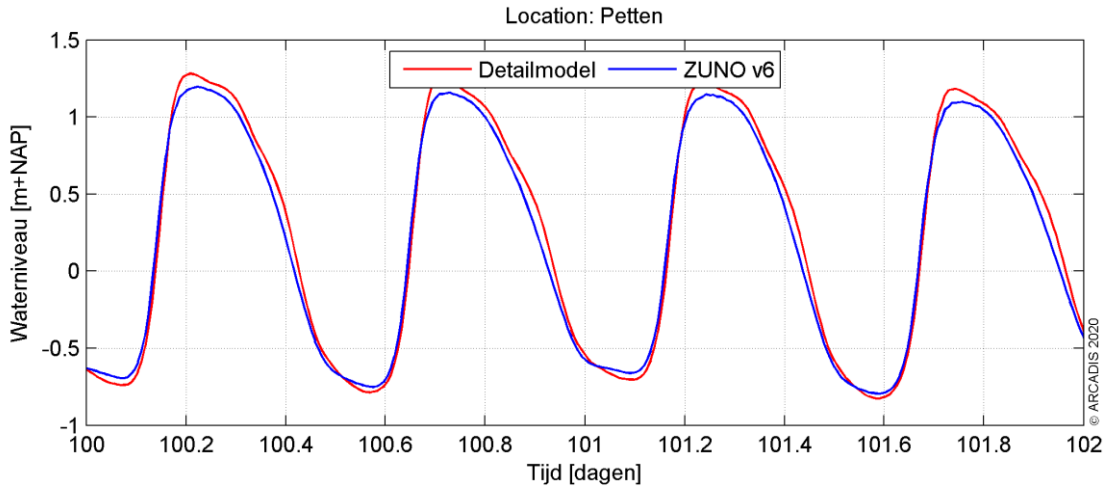
3.2 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden en zuiden, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. De westelijke rand parallel aan de kust bestaat uit een waterstandsrand. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

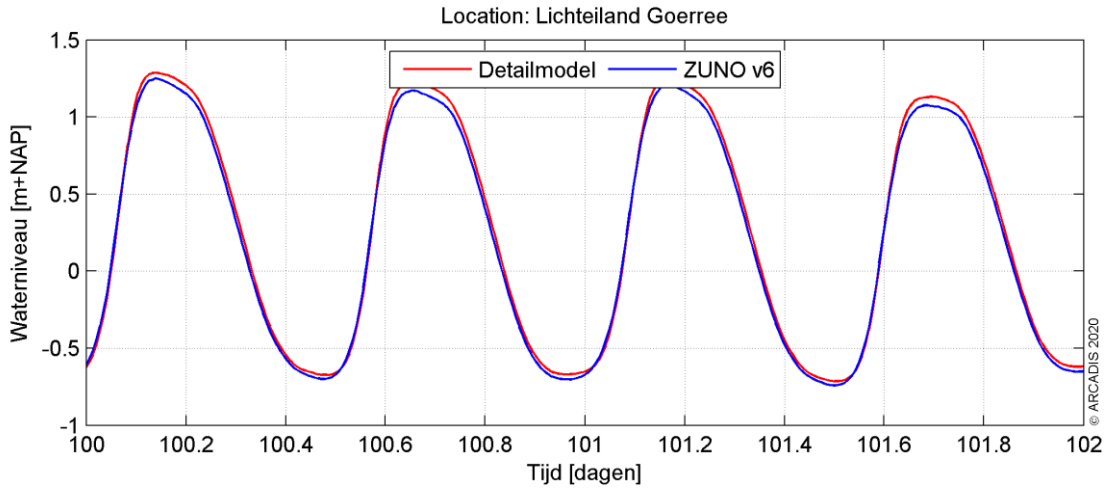
De randvoorwaarden voor de Riemann-randen en waterstandsrand zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann- en waterstandsrandvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en Lichteiland Goerree, midden in het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de ebwaterstanden komen zeer goed overeen. De vloedwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat in het Detailmodel de bodemhoogte afwijkt ten opzichte van het ZUNO-model, doordat er sprake is van een hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 4 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.



Figuur 5 Waterstandssignaal bij meetpunt Lichteiland Goerree.

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het kabeltracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het kabeltracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het offshore platform (noordwest), waarbij in de winter zich vaker condities voordoen waarbij het werk moet worden stilgelegd. Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd, gezien vanuit de maximale productiesnelheid die de baggerschepen hebben. Vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de offshore kabel naar

het platform. In deze studie wordt gekeken wat de consequentie is van alleen de baggerwerkzaamheden voor Nederwiek 2.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sediment fracties die beide 50% van de totale slibfractie vormen. Deze slib fracties zijn representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 32 µm (fijne slib fractie) en 32-63 µm (grove slib fractie). Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van circa 25 µm. Bij de fijne fractie wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,1 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft. Voor de grove fractie is 1 mm/s gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m^2 (fijne fractie) is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg. Voor de grove fractie is dit iets hoger, namelijk 0,5 N/m^2.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m^3). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$Droge\ dichtheid = 350 + 1250 * (zandfractie)^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van circa 1350 kg/m^3. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m^3 aangehouden.

Tabel 5 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

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

4 Modelresultaten

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn weergegeven in Paragraaf 4.2.

4.1 Vertroebeling

4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

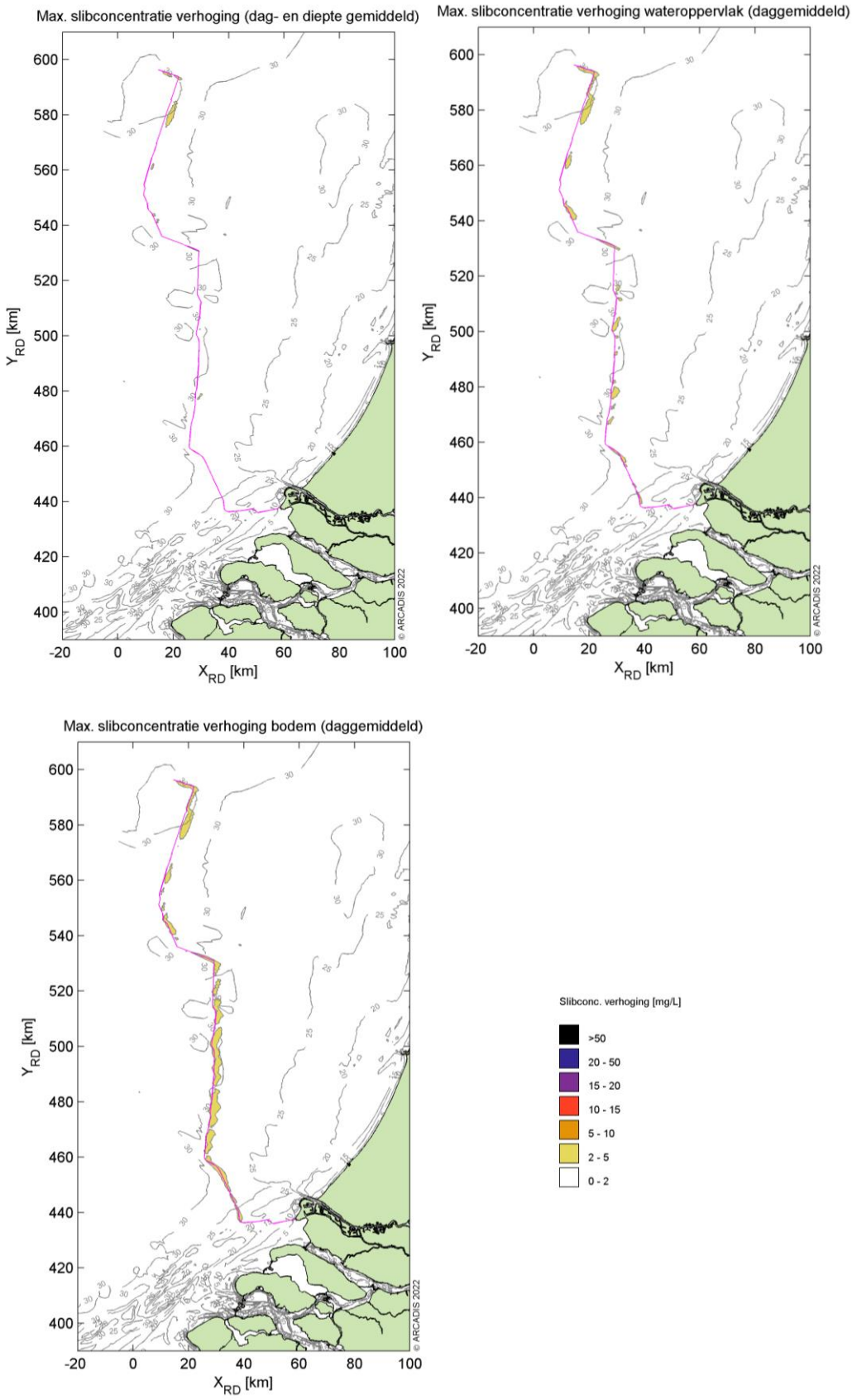
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

4.1.2 Baggerpluim

Figuur 6 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie. Van boven naar onder en links naar rechts is de concentratieverhoging in mg/l getoond diepte gemiddeld, aan het wateroppervlak en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het kabeltracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het kabeltracé, en met name langs het deel waar de zandgolven worden afgevlakt/gebaggerd. De concentratieverhoging komt nergens boven de 5 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat de slibconcentratie over een klein gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk aan de bodem langs het kabeltracé gebeurt en al snel afneemt, zodat bij de kust geen verhogingen boven de 2 mg/l worden voorspeld.

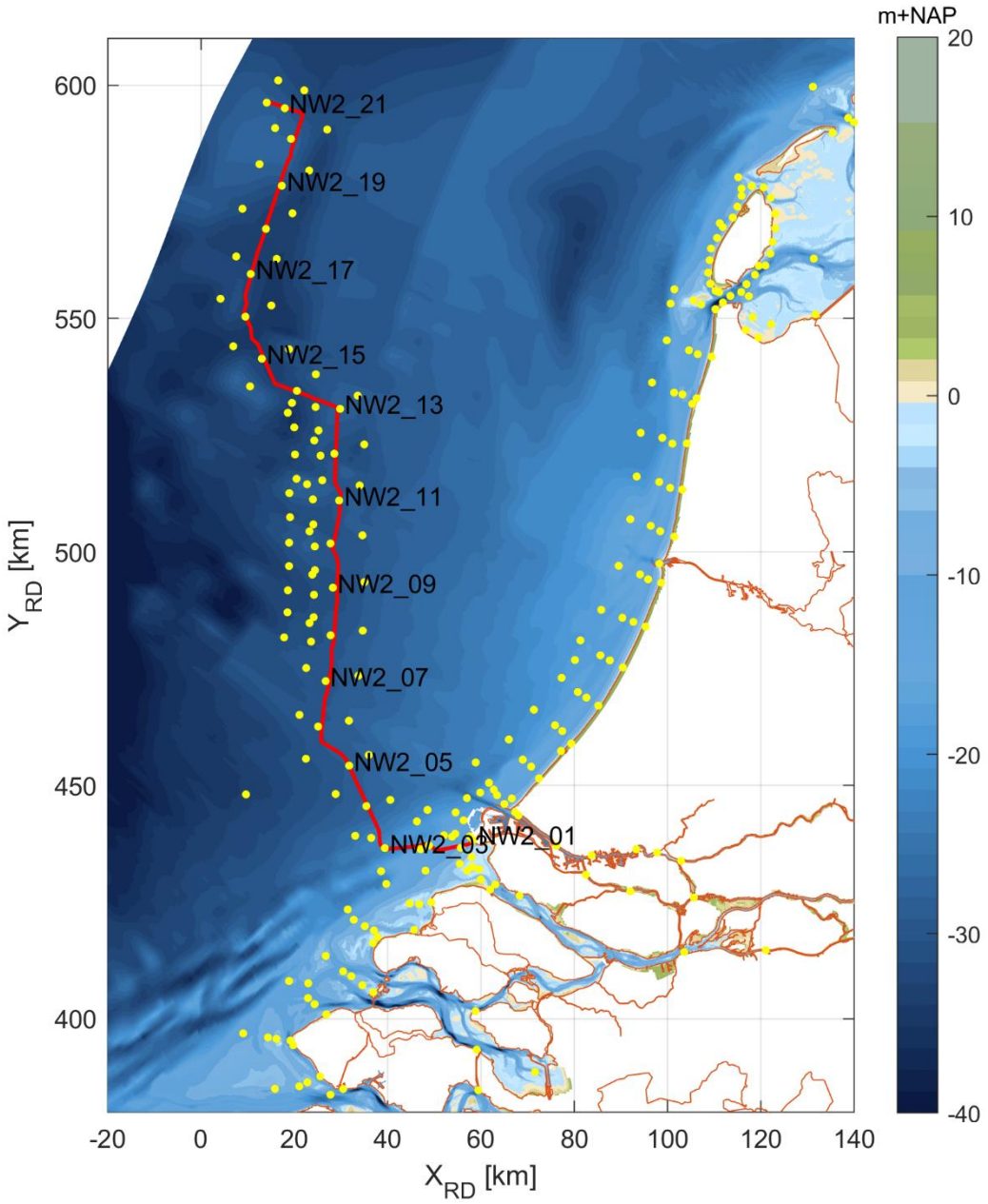


Figuur 6 Maximale omvang baggerpluim.

4.1.3 Tijdseries

Langs het kabeltracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 7). Observatiepunten 1 tot en met 22 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het kabeltracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten westen en ten oosten toegevoegd om de ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van alle observatiepunten. Verder zijn de volgende ecologisch interessante locaties meegenomen, kustlangs op 1, 3, 5 en 10 km van de kustlijn, rondom Texel, in de Natura 2000 gebieden de Voordelta en de Bruine Bank. Deze punten volgen uit de standaardmethodiek voor ecologie. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

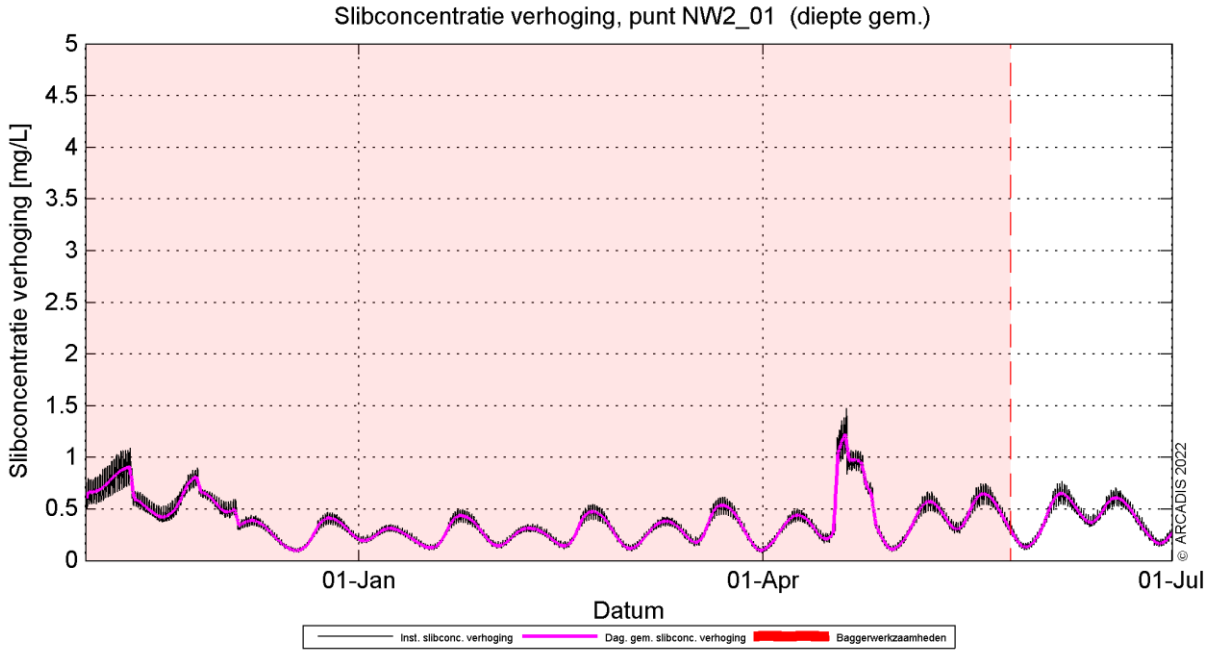
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 6 juni. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 7. Locaties van de observatiepunten langs het kabeltracé in de modelstudie. Andere observatiepunten zijn hier niet weergegeven.

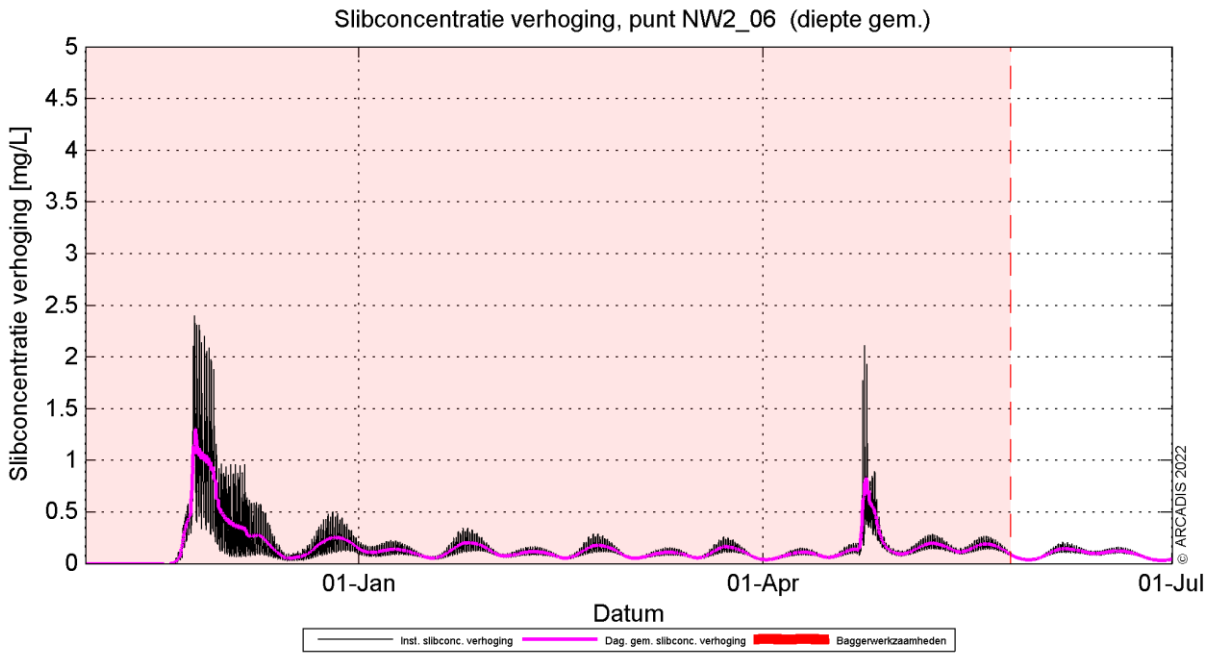
Omdat buiten het kabeltracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het kabeltracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven.

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 8. Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (ongeveer de eerste maand en aan het begin van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden rond begin juni). Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging niet uit, het vrijgekomen slib zal zich niet ver verspreiden en de modelinstellingen voorkomen consolidatie van het slib op het moment dat het neerslaat.



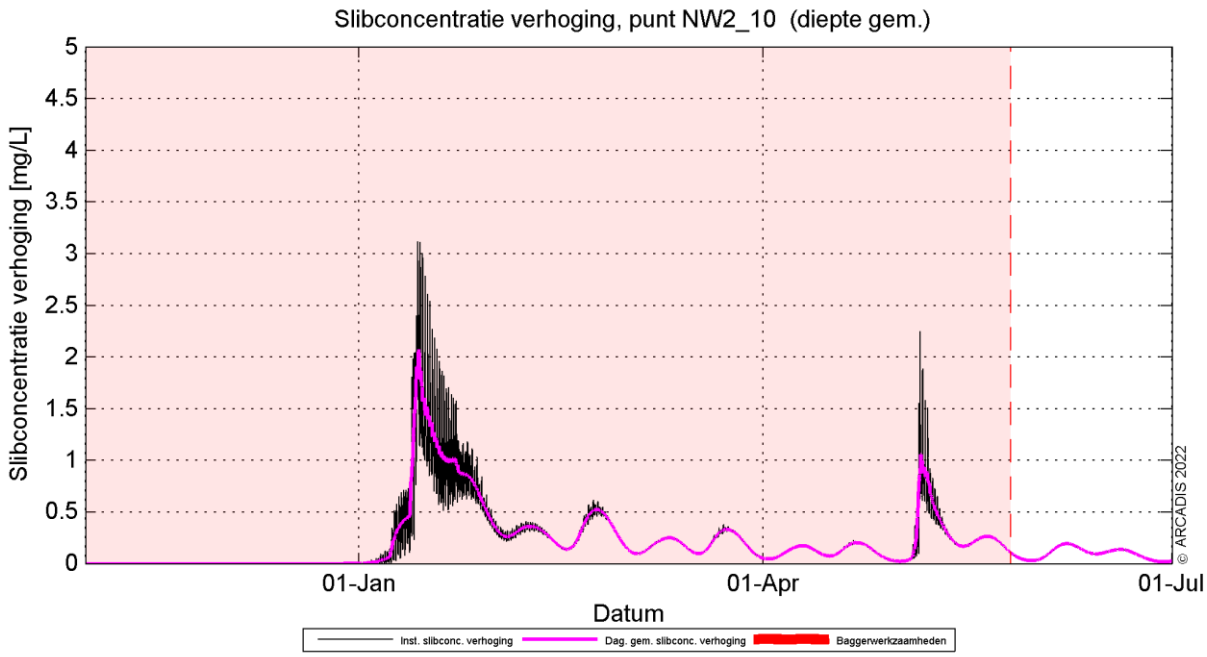
Figuur 8 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

Trenchen volstaat tot aan 21 km KP (kustprofiel), waardoor concentraties slib lager zijn. Rond observatiepunt 6 ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een daggemiddelde vertroebeling van minder dan 2 mg/l. De 10 minutenwaarde komt daar wel een aantal keer bovenuit. Ook bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden is een kleine piek te zien, maar deze is nog lager en komt dus daggemiddeld ook niet boven de grenswaarde van 2 mg/l uit. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit (Figuur 9).



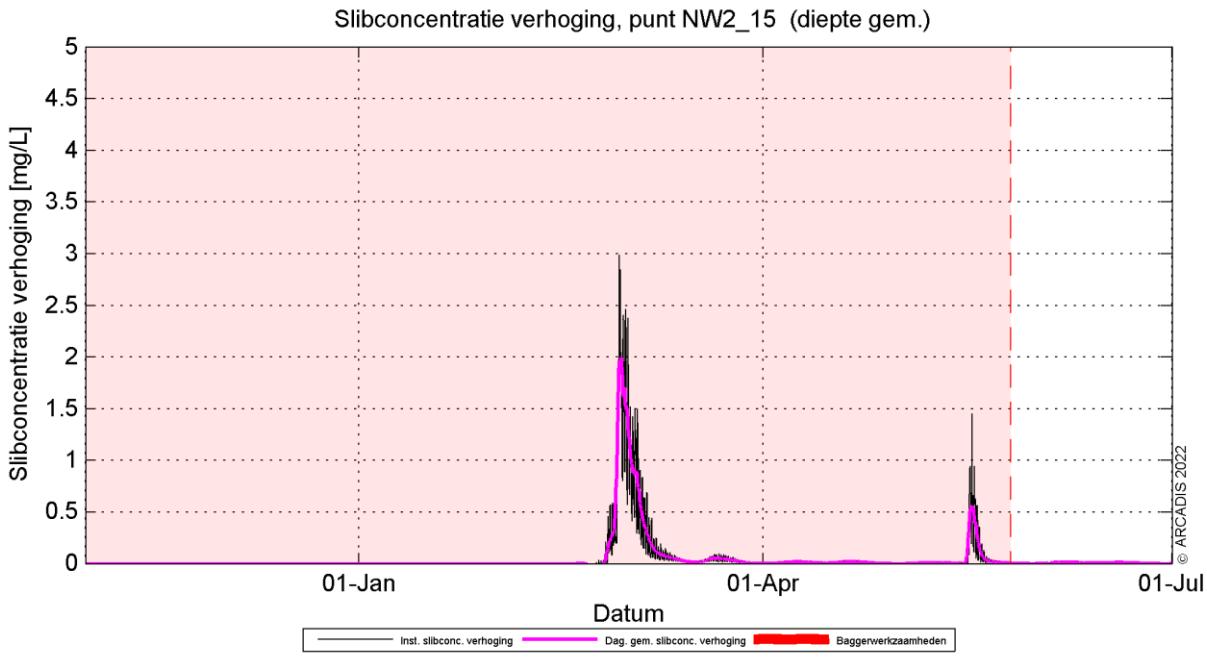
Figuur 9 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 6.

Observatiepunt 10 bevindt zich ter hoogte van de Bruine Bank en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 10. Op het moment van baggeren neemt de daggemiddelde concentratie toe tot circa 2 mg/l. De daggemiddelde concentratie op deze locatie blijft dus net niet volledig onder de grens van 2 mg/l. De piek op het moment van baggeren dempt daarna snel uit. Ook hier is een piek te zien bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden die niet boven de grenswaarde uitkomt.

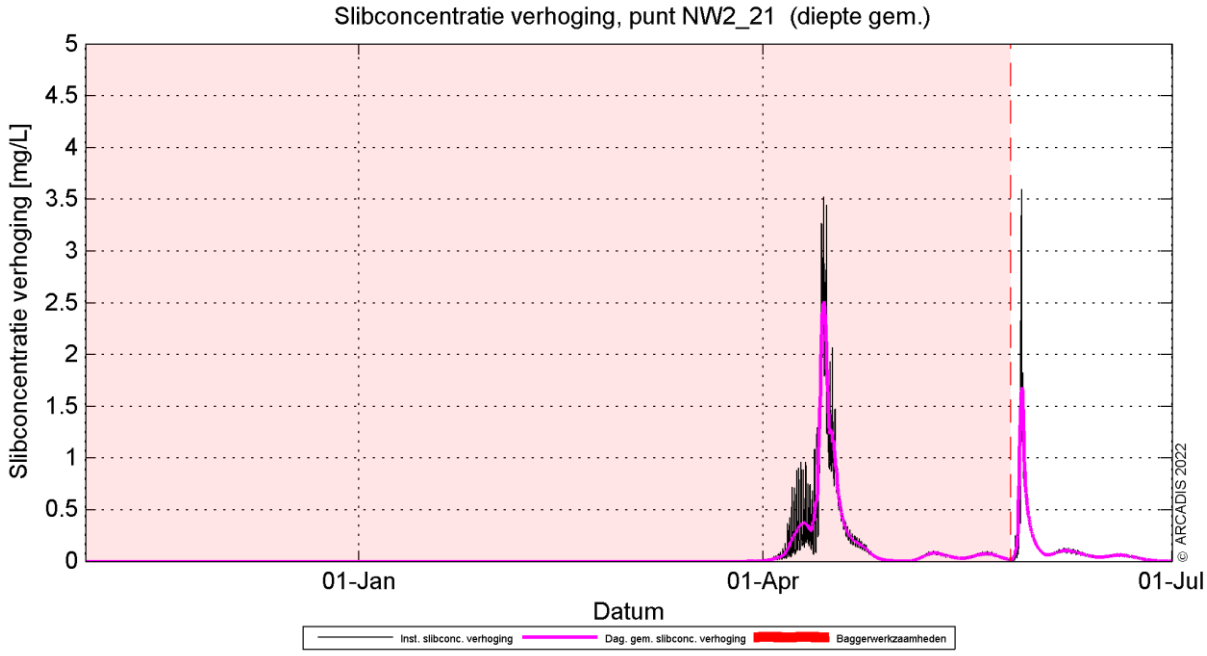


Figuur 10 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 10.

Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, maar met eerst iets lagere en concentraties (zie Figuur 11) en nog iets verder hogere concentraties (zie Figuur 12). Bij observatiepunt 15 komt de daggemiddelde concentratie net niet boven de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is. Bij observatiepunt 21, in de buurt van het platform, komt de piek tot circa 2,5 mg/l en gaat de daggemiddelde waarde dus over de twee mg/l grens heen. Dit gebeurt tussen observatiepunten 19 en 21, waar het kabeltracé door iets minder diep water, waardoor de (hogere) bodemconcentraties relatief meer invloed hebben. Ook hier is bij beide locaties een piek te zien bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden die niet boven de grenswaarde uitkomt.



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



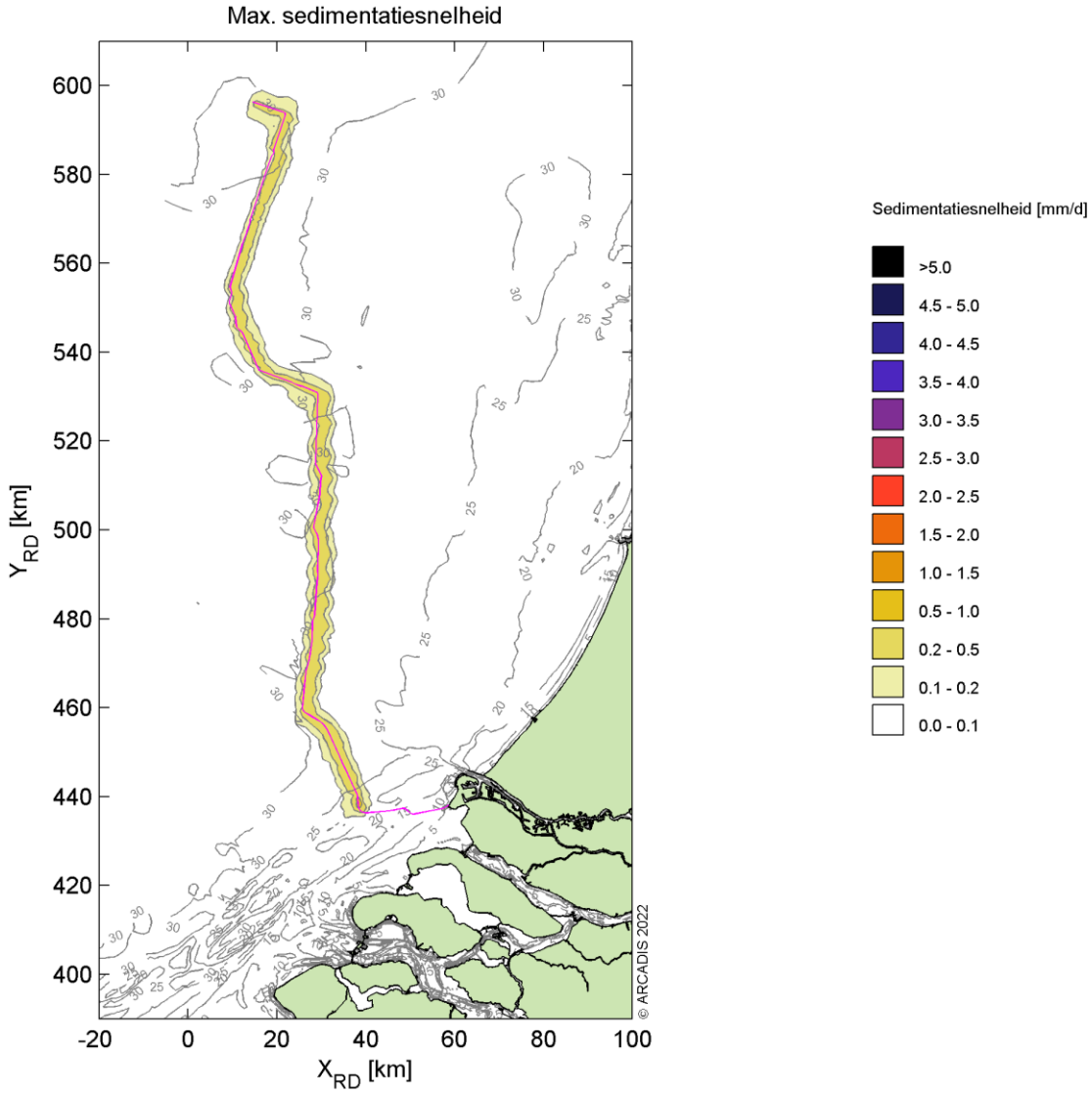
Figuur 12 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 21.

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het kabeltracé toe op het moment dat er gebaggerd wordt. De daggemiddelde piek komt op een aantal plekken tijdelijk boven de grens van 2 mg/l. Bij observatiepunten 2 en 3 wordt er alleen getrencht en laten een vergelijkbaar beeld zien met observatiepunt 1.

4.2 Sedimentatie

4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 13 is de maximale sedimentatiesnelheid getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats langs het kabeltracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid onder de 0,1 mm/dag. Langs het kabeltracé ligt de sedimentatiesnelheid op de meeste plaatsen op maximaal 0,5 mm/dag en plaatselijk tot maximaal 1 mm/dag op een enkel punt bij de overgang van de Voordelta naar offshore. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met het kabeltracé waar het lokale baggervolume het grootst is, terwijl de sedimentatiesnelheid minder is voor de kustzone waar de baggersnelheid het hoogst is. Een reden hiervoor kan zijn dat de stromingscondities langs de kust sterker zijn en daardoor het slib makkelijker verspreid. De sedimentatiesnelheid is nergens meer dan 1 mm/d.

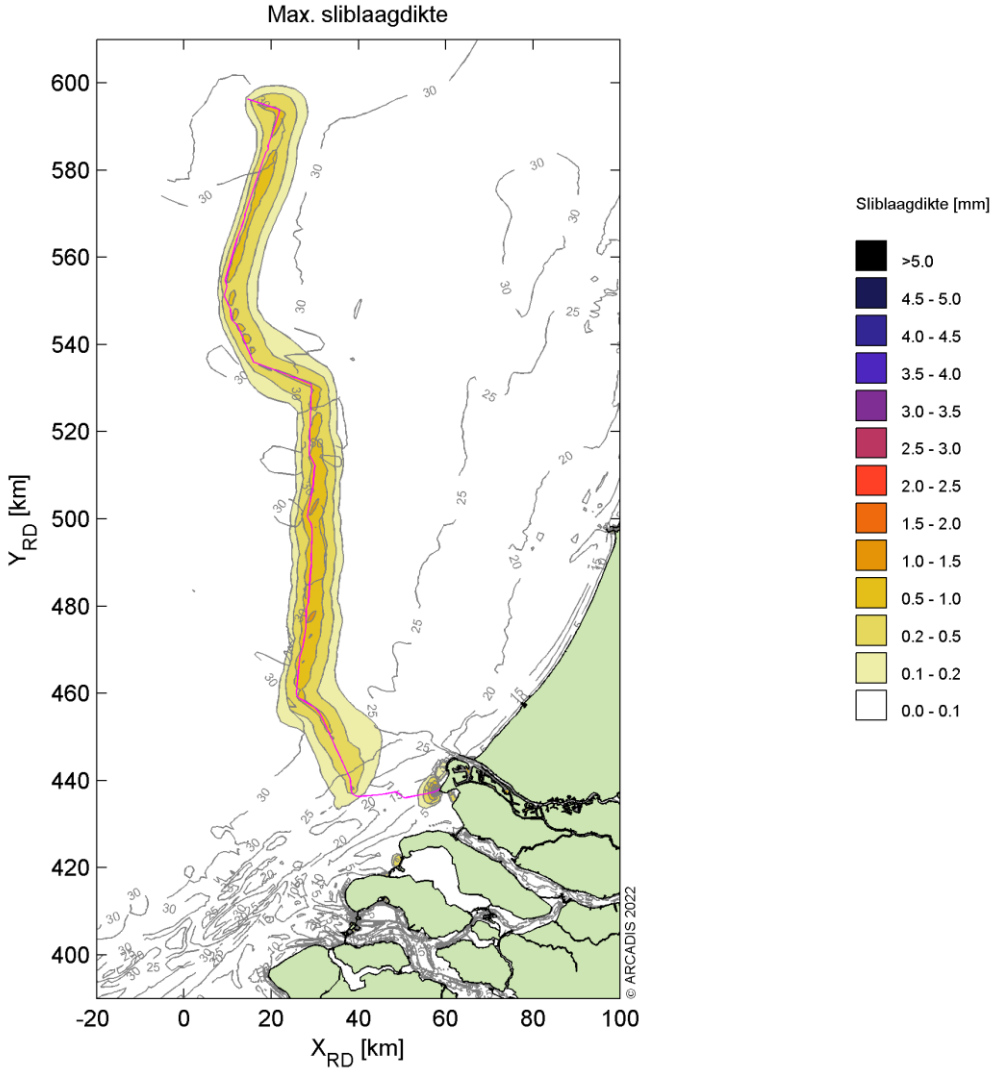


Figuur 13 Maximale sedimentatiesnelheid.

4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 14 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in die specifieke periode per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze laagdiktes daarna weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte is langs het gehele offshore kabeltracé tot aan platform Nederwiek 2 groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen kustwaarts en langs de kust zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het kabeltracé neerslaan. Hierdoor is ook een dikkere sliblaag te zien bij de Brouwersdam en op een paar punten lokale verhogingen bij de Oosterscheldekering. Zuidelijker langs de kust wordt de grenswaarde van 0,1 mm niet overschreden. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 1 mm waargenomen wordt rond de aanlanding bij de Maasvlakte en plaatselijk op sommige punten langs het kabeltracé met de hoogste concentraties rond de aanlanding bij de Maasvlakte. De Maasvlakte belemmerd de kustlangse stroming en daarmee het transport van het slib noordwaarts, door een afname in stroomsnelheid slaat het slib hier neer. Buiten de hogere sliblaagdikte bij de Maasvlakte is de sliblaagdikte en sedimentatiesnelheid langs het kabeltracé te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 14 Maximale laagdikte.

5 Conclusies

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor Nederwiek 2 gesimuleerd. De aanleg van de kabel kan worden uitgevoerd binnen een jaar over een periode van 7 à 8 maanden wanneer er meerdere schepen worden ingezet. De kabels worden als volgt aangelegd: vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 20 km) begonnen worden met de aanleg van de kabel naar het platform.

Er is gewerkt met twee slibfracties, waarbij de grove siltfractie snel neerslaat en dus voornamelijk voor sedimentatie zorgt. De fijne siltfractie heeft een lagere valsnelheid en veroorzaakt voornamelijk de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Zo ontstaat voor beide processen een realistische worst-case. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

De concentratieverhoging loopt op tot 2-5 mg/l rond het kabeltracé, voornamelijk bij de bodem. Dieptegemiddeld komt de concentratieverhoging richting het uiteinde van het kabeltracé boven de 2 mg/l uit, maar nooit voor langer dan een paar dagen. De hogere pieken komen voornamelijk voor langs het kabeltracé, doordat hier met een hogere productie wordt gebaggerd ten opzichte van de kustzone. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slib concentratie afneemt.

Over het algemeen komen hogere slibconcentraties voor onder in de waterkolom.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen rond het kabeltracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de het kabeltracé waar het lokale baggervolume het grootst is. Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat het kabeltracé en plaatselijk bij de Brouwersdam en Oosterscheldekering. Echter, de grootste laagdikte wordt waargenomen in de directe nabijheid van de aanlanding van het kabeltracé op de Maasvlakte. Dit gebied is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier echter relatief beperkt, vanwege lagere stroomsnelheden in dit gebied.

6 Referenties

Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX.* Beijing, China.

Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele.* Arcadis.

Arcadis. (2018). *Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie.* Zwolle: Arcadis.

Arcadis. (2020). *Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie.* Amersfoort: Arcadis.

Becker, J., van Eekelen, E., van Wiechen, J., de Lange, W., Damsma, T., Smolders, T., & van Koningsveld, M. (2015). Estimating source terms for far field dredge plume modelling. *Journal of Environmental Management*, 282-293.

Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments.* Delft: Deltares.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria.* Haskoning.

Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydaulics Division, ASCE 91*, 105-139.

Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027.* Rijkswaterstaat.

Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.

Tafeiëff, L. (1982). *Ontwikkeling zuigvak baggerproef 1974; een onderzoek naar de eventuele heropbouw van afgebaggerde zandgolven.* WWKZ-82-G001.

van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports.* Delft: Deltares.

Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentationand Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas.* Utrecht: Universiteit Utrecht.

Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord.* Witteveen en Bos.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

Colofon

NET OP ZEE NEDERWIEK 2
SLIBMODELLEERSTUDIE (VERTROEBELING)

KLANT
TenneT TSO B.V.

PROJECTNUMMER
30142905

ONZE REFERENTIE
D10056053:51

DATUM
05-07-2023

STATUS
Definitief

Net op zee Nederwiek 2

Natuurnetwerk Nederland (NNN) toets



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
1.1 Aanleiding voor NNN-toets 2
1.2 Plantoelichting 3
2 Juridisch kader 3
3 Effectbeoordeling 4
Colofon 5

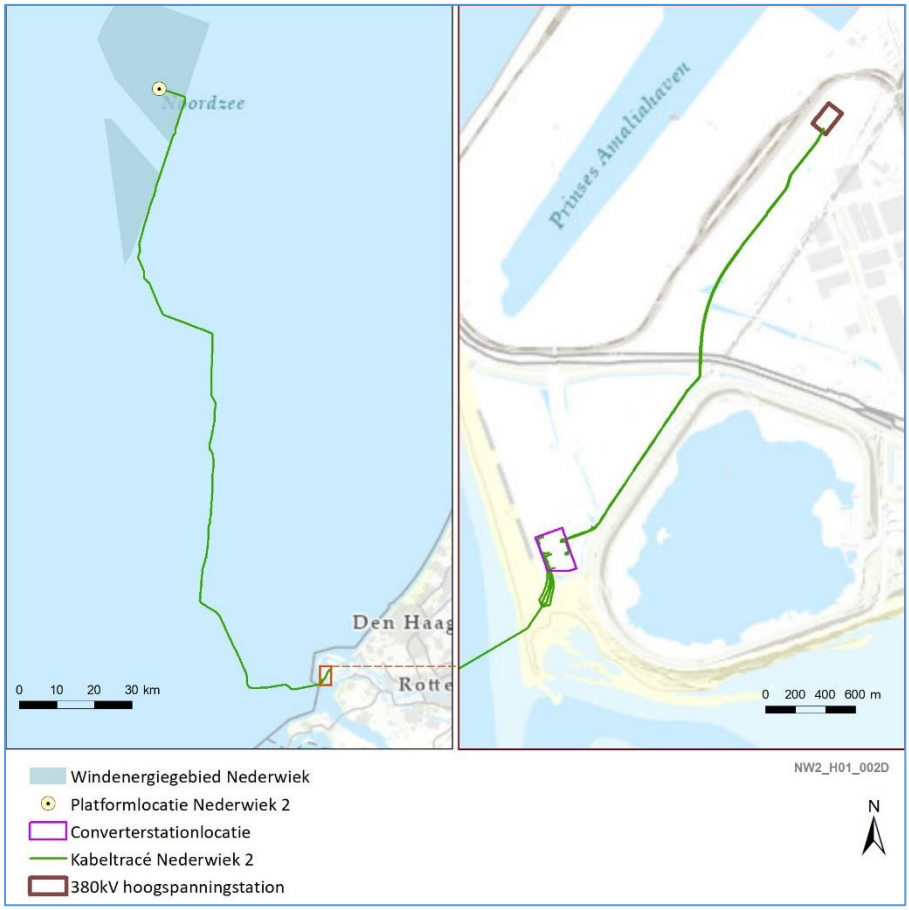
1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor NNN-toets

Dit rapport betreft de toetsing aan het beleid ten aanzien van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) voor het project Net op zee Nederwiek 2. In het Ontwikkelkader windenergie op zee[1] heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Hierbij worden netaansluitingen gerealiseerd die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in het windenergiegebied Nederwiek op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Een van die verbindingen is Net op zee Nederwiek 2, zie Figuur 1-1.

In de voorliggende rapportage worden de effecten van Net op zee Nederwiek 2 op het NNN beschreven en beoordeeld op grond van het geldende beschermingsregime.

Behalve toetsing aan het NNN vindt er binnen dit project ook toetsing plaats aan:
- Wet natuurbescherming (Wnb), onderdeel soortbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Wet natuurbescherming (Wnb), onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Kaderrichtlijn Water (Watertoets);



Figuur 1-1 Net op zee Nederwiek 2

[1] Voor de Routekaart windenergie op zee, zie: https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten/kamerstukken/2022/06/10/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030

1.2 Plantoelichting

Net op zee Nederwiek 2 is de tweede ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. De andere verbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek, Net op zee Nederwiek 1, doorloopt een aparte procedure. De voorgenomen activiteit Net op zee Nederwiek 2 bestaat uit de volgende projectonderdelen:

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
2. Een ondergronds kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
3. Een ondergronds kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op land naar een converterstation;
4. Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom;
5. Een ondergronds kabeltracé (380kV-wisselstroom) van het converterstation naar een nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningsstation voor de aansluiting op het landelijk net.

Een volledige beschrijving van de onderdelen van Net op zee Nederwiek 2 is te vinden in het aparte document Inleiding en activiteitenbeschrijving. Hier wordt ook een toelichting gegeven op de aanleg- en gebruik van de projectonderdelen.

2 Juridisch kader

In Nederland worden soorten en natuurgebieden op verschillende manieren beschermd. Via de Wet natuurbescherming (Wnb) worden Natura 2000-gebieden beschermd, onderdeel gebiedsbescherming. Er zijn ook gebieden die via andere beschermingsregimes worden beschermd zoals het Natuurnetwerk Nederland (NNN). De Natura 2000-gebieden vallen grotendeels binnen het NNN.
Volgens artikel 1.12 van de Wnb geldt dat elke provincie verantwoordelijk is voor de totstandkoming en instandhouding van NNN binnen haar grenzen. Op basis van Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) wordt bij de vaststelling van de provinciale verordening de gebieden aangewezen die het NNN vormen. Binnen provincie Zuid-Holland is de planologische bescherming van het NNN geregeld via de Omgevingsverordening Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland, 2021).

Nieuwe plannen, projecten of handelingen binnen NNN in Zuid-Holland zijn in beginsel niet toegestaan indien deze de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied aantasten, tenzij er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van groot openbaar belang (het ‘nee, tenzij’- regime). Dit staat toegelicht in de Omgevingsverordening Zuid-Holland. Als een ingreep (onder bovengenoemde voorwaarden) wordt toegestaan, moet de initiatiefnemer de (potentiële) natuurwaarden die verloren gaan, op eigen kosten compenseren. De te nemen stappen hiervoor zijn opgenomen in de herziene provinciale beleidsregel (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 2013).

Alle grote wateren (grote rivieren, Deltawateren, IJsselmeergebied en Waddenzee) en de gehele Noordzee behoren tot het NNN. Het Rijk is systeemverantwoordelijk voor de natuur in de grote wateren. De wezenlijke kenmerken en waarden zijn vastgelegd in de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden of zijn via de soortenbescherming zijn geborgd. Dit is in de Passende

Beoordeling en de Soortenbeschermingstoets beoordeeld en valt buiten de NNN-toets. Als gevolg hiervan wordt het NNN op zee en grote wateren niet verder beschouwd in onderhavig rapport.

3 Effectbeoordeling

In Figuur 3-1 zijn de NNN-gebieden weergegeven ten opzichte van Net op zee Nederwiek 2. In Figuur 3-1 is te zien dat geen van de onderdelen van Net op zee Nederwiek 2 in NNN ligt dat is aangewezen in de Omgevingsverordening Zuid-Holland (groene gebieden). Het kabeltracé op land ligt op circa 650 meter van het NNN. Er is in provincie Zuid-Holland geen externe werking van toepassing, hiermee zijn effecten op land uitgesloten.



Figuur 3-1 Overzicht van de ligging het kabeltracé op zee, het kabeltracé op land en de locatie van het converterstation ten opzichte van de NNN-gebieden.

Het kabeltracé op zee gaat wel door NNN gebied (blauw gebied, zie Figuur 3-1). Dit wordt echter al getoetst in andere natuurtoetsen, zie paragraaf 1.1. Voor dit project zijn daarmee geen effecten op het NNN.

COLOFON

NNN-toets Net op zee Nederwiek 2

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

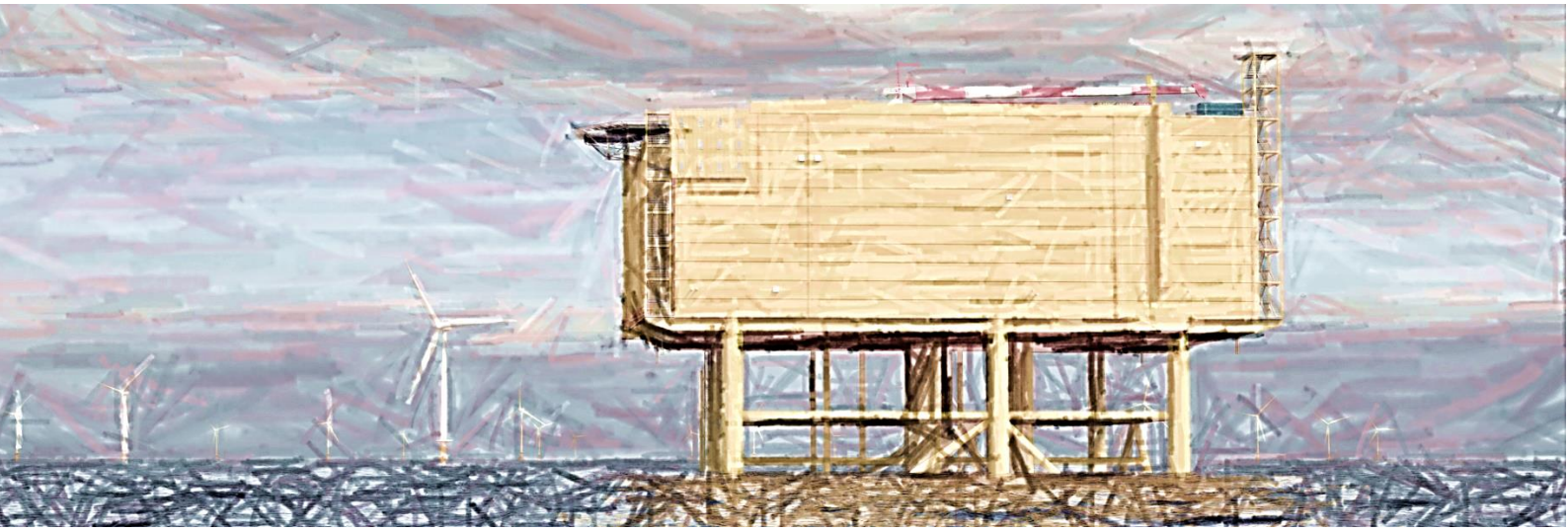
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VIII-B Effecten van elektromagnetische velden op land

Net op zee Nederwiek 1 en 2



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Effecten van elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Hoogspanningskabels die in gebruik zijn, creëren een elektromagnetisch veld (EMV) rondom de kabel. Op maaiveld is de sterkte van het EMV ongeveer gelijk aan het aardmagnetisch veld.

Effecten op ecologie

EMV's kunnen worden waargenomen door veel terrestrische diersoorten. Deze eigenschap heet magnetoreceptie en wordt voornamelijk gebruikt voor de oriëntatie en navigatie aan de hand van het aardmagnetische veld. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2021). Soorten kunnen worden blootgesteld aan verschillende EMV-sterktes. Dit hangt af van de positie van het habitat van de soort ten opzichte van een kabel. Hoe dichter bij de kabel, hoe hoger de EMV-sterkte.

Vogels

Verwacht wordt dat vogels (op populatieniveau) weinig tot geen effect zullen ondervinden van EMV's (Hanowski et al., 1996). Wel laten verschillende studies een effect van EMV's op individueel niveau zien bij vogels (Engels et al., 2014; Laszlo et al., 2018). Alleen speelt dit in realiteit niet, omdat de tijd die vogels in de buurt van een kabel doorbrengen niet lang genoeg wordt geacht om een effect van EMV's te ondervinden.

Reptielen

Voor reptielen is er weinig kennis over de effecten van elektromagnetische velden. Een studie naar agamen laat zien dat bij een lage EMV-sterkte (2,6 µT) defensief gedrag wordt geobserveerd (Nishimura et al., 2010). Er wordt verwacht dat reptielen niet lang genoeg worden blootgesteld aan de EMV's van kabels om een blijvend effect te ondervinden.

Amfibieën

Amfibieën gebruiken het aardmagnetisch veld om te navigeren. EMV-sterktes van kabels op het maaiveld zijn ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan een mogelijk effect hebben op de navigatie van amfibieën (Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken ook andere zintuigen bij het navigeren (reuk en zicht). Hierdoor wordt het effect van antropogene EMV's op amfibieën als laag geacht. Wel is het belangrijk om gebieden met vaste voortplantingspoelen te vermijden aangezien daar vaste routes worden gebruikt waarbij de andere zintuigen ondergeschikt kunnen zijn aan de navigatie gebaseerd op het aardmagnetisch veld.

Insecten

Insecten laten ook een effect zien bij blootstelling aan EMV's (Shepherd et al., 2019, 2021; Wyszkowska et al., 2016). Normaliter gebruiken insecten het aardmagnetisch veld voor navigatie. Onderzoek laat zien dat bijen effect ondervinden van antropogene EMV's. Bijen hebben meer moeite met navigeren en worden agressiever (Shepherd et al., 2018). In de werkelijkheid worden bijen niet voor lange tijd blootgesteld aan een EMV-sterkte van 20 µT bij ondergrondse kabels (ondergrens in onderzoeken). Hierdoor wordt verwacht dat deze effecten niet zullen optreden. Insecten die op de grond leven of eitjes leggen onder de grond worden langer blootgesteld aan een hogere EMV-sterkte. Onderzoek laat wel zien dat het aardmagnetische veld vooral als navigatie back-up wordt gebruikt, naast andere navigatie signalen (zoals de maan) (Fleischmann et al., 2020).

Zoogdieren

Bij verschillende zoogdieren kan een effect van antropogene EMV's gevonden worden. Het is veelal onduidelijk of deze effecten negatief zijn voor soorten. Herkauwers en zwijnen lijnen zich over het algemeen op aan de hand van het aardmagnetisch veld (noord-zuidoriëntatie). Onderzoeken laten zien dat interferentie door antropogene EMV's dit gedrag verstoord (Begall et al., 2008; Burda et al., 2009; Červený et al., 2017). Het is onbekend wat de invloed van dit verstoorde gedrag is, en of EMV's een negatief effect op deze soort heeft. Elektromagnetische blootstelling bij knaagdieren (muizen) zorgt volgens sommige onderzoeken voor een verminderde vruchtbaarheid (Cecconi et al., 2000; Lee et al., 2016). Dit is bij een blootstelling van 25 µT voor een langere tijd. Dit zou vooral een effect kunnen hebben op holenbewonende knaagdieren met een hol in de buurt van een kabel. Er zijn overigens ook onderzoeken die het effect op vruchtbaarheid niet laten zien (Elbetieha et al., 2002).

Planten

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door EMV's. Dit gaat volgens het (geo)magnetropisme principe. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming.

Conclusie

In bovenstaande paragrafen worden voor verschillende soortgroepen besproken wat mogelijke effecten kunnen zijn. Over het algemeen zullen soorten niet aan een hoog genoeg EMV worden blootgesteld, of niet lang genoeg worden blootgesteld om negatieve effecten te ondervinden.

Referenties

Begall, S., Červený, J., Neef, J., Vojtěch, O., & Burda, H. (2008). Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(36), 13451–13455. https://doi.org/10.1073/PNAS.0803650105

Burda, H., Begall, S., Červený, J., Neef, J., & Němec, P. (2009). Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106(14), 5708–5713. https://doi.org/10.1073/PNAS.0811194106

Cecconi, S., Gualtieri, G., Bartolomeo, A. di, Troiani, G., Cifone, M. G., & Canipari, R. (2000). Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. Human Reproduction, 15(11), 2319–2325. https://doi.org/10.1093/HUMREP/15.11.2319

Červený, J., Burda, H., Ježek, M., Kušta, T., Husinec, V., Nováková, P., Hart, V., Hartová, V., Begall, S., & Malkemper, E. P. (2017). Magnetic alignment in warthogs Phacochoerus africanus and wild boars Sus scrofa. Mammal Review, 47(1), 1–5. https://doi.org/10.1111/MAM.12077

Elbetieha, A., Al-Akhras, M. A., & Darmanl, H. (2002). Long-term exposure of male and female mice to 50 Hz magnetic field: effects on fertility. Bioelectromagnetics, 23(2), 168–172. https://doi.org/10.1002/BEM.109

Engels, S., Schneider, N. L., Lefeldt, N., Hein, C. M., Zapka, M., Michalik, A., Elbers, D., Kittel, A., Hore, P. J., & Mouritsen, H. (2014). Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. Nature 2014 509:7500, 509(7500), 353–356. https://doi.org/10.1038/nature13290

Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., & Grill, D. (2004). Effects of weak 16 2/3 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. Bioelectromagnetics, 25(8), 638–641. https://doi.org/10.1002/BEM.20058

Fleischmann, P. N., Grob, R., & Rössler, W. (2020). Magnetoreception in Hymenoptera: importance for navigation. Animal Cognition, 23(6), 1051–1061. https://doi.org/10.1007/S10071-020-01431-X/FIGURES/4

Freake, M. J., Borland, S. C., & Phillips, J. B. (2002). Use of a Magnetic Compass for Y-Axis Orientation in Larval Bullfrogs, Rana catesbeiana. Copeia, 2020(2), 466–471.

Hanowski, J. M., Niemi, G. G., & Blake, J. G. (1996). Response of breeding and migrating birds to extremely low frequency electromagnetic fields. Ecological Applications, 6(3), 910–919. https://doi.org/10.2307/2269494

Landler, L., & Gollmann, G. (2011). Magnetic orientation of the Common Toad: establishing an arena approach for adult anurans. Frontiers in Zoology, 8(6), 6. https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-6

Laszlo, A. M., Ladanyi, M., Boda, K., Csicsman, J., Bari, F., Serester, A., Molnar, Z., Sepp, K., Galfi, M., & Radacs, M. (2018). Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on turkeys. Poultry Science, 97(2), 634–642. https://doi.org/10.3382/PS/PEX304

Lee, S.-K., Park, S., Kim, Y.-W., Lee, S.-K., Park, S., & Kim, Y.-W. (2016). The Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields on Reproductive Function in Rodents. Insights from Animal Reproduction. https://doi.org/10.5772/62429

Levitt, B. B., Lai, H. C., & Manville II, A. M. (2021). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. Reviews on Environmental Health, 37, 81–122.

Nishimura, T., Okano, H., Tada, H., Nishimura, E., Sugimoto, K., Mohri, K., & Fukushima, M. (2010). Lizards respond to an extremely low-frequency electromagnetic field. Journal of Experimental Biology, 213(12), 1985–1990. https://doi.org/10.1242/JEB.031609

Phillips, J. B. (1986). Magnetic compass orientation in the Eastern red-spotted newt (Notophthalmus viridescens). Journal of Comparative Physiology. A, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology, 158(1), 103–109. https://doi.org/10.1007/BF00614524

Shepherd, S., Hollands, G., Godley, V. C., Sharkh, S. M., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2019). Increased aggression and reduced aversive learning in honey bees exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. PLOS ONE, 14(10), e0223614. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0223614

Shepherd, S., Jackson, C. W., Sharkh, S. M., Aonuma, H., Oliveira, E. E., & Newland, P. L. (2021). Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields Entrain Locust Wingbeats. Bioelectromagnetics, 42(4), 296–308. https://doi.org/10.1002/BEM.22336

Shepherd, S., Lima, M. A. P., Oliveira, E. E., Sharkh, S. M., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2018). Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees. Scientific Reports 2018 8:1, 8(1), 1–9. https://doi.org/10.1038/s41598-018-26185-y

Wyszkowska, J., Shepherd, S., Sharkh, S., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2016). Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields alters the behaviour, physiology and stress protein levels of desert locusts. Scientific Reports, 6. https://doi.org/10.1038/SREP36413

Xu, C., Wei, S., Lu, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Song, T. (2013). Removal of the local geomagnetic field affects reproductive growth in Arabidopsis. Bioelectromagnetics, 34(6), 437–442. https://doi.org/10.1002/BEM.21788

COLOFON

Net op zee Nederwiek 1 & 2

Datum
05-07-2023

Status
Defintief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 2

Archeologisch bureauonderzoek



Periplus Archeomare rapport 22A028-01

Auteurs:

[redacted]

In opdracht van:

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Document Controle	
Revisie	3.0 (Definitief)
Datum	21-05-2023
Periplus Archeomare referentie	22A028-01
Klant (project) referentie	Nederwiek 2

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 22A018-01

Bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 2

Auteurs: [redacted]

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: [redacted]

© Periplus Archeomare - mei 2023.
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Rev	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
3.0	Definitief (commentaar RCE verwerkt)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	21-05-2023
2.0	Definitief (commentaren BG en OG verwerkt)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	15-03-2023
1.0	Concept	[redacted]	[redacted]	[redacted]	23-12-2022

[redacted]

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **5**

1. Inleiding **6**

1.1. Algemeen 6

1.2. Voorgenomen activiteiten 7

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden 8

1.4. Aanleiding 9

1.5. Doelstelling 9

1.6. Onderzoeksvragen 10

1.7. Onderzoekskader 10

1.8. Kwaliteitsborging 11

1.9. Bronnen 12

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek **13**

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01) 13

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02) 16

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03) 21

2.4. Geologische gegevens (LS04) 26

2.5. Archeologische waarden (LS04) 38

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05) 51

3. Beantwoording onderzoeksvragen **54**

4. Conclusies en advies **57**

Lijst met afbeeldingen **59**

Lijst met tabellen **60**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **61**

Referenties **63**

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal **66**

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **67**

Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied **68**

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincies:	Zuid-Holland			
Gemeenten:	Rotterdam			
Plaats:	Noordzee			
Toponiem:	Nederwiek 2			
Kadastrale gegevens:	n.v.t.			
Kaartbladen:	1801-1 , 42W en 48W			
Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 533308 N 5823814		
	West	E 512823	Noord	N 5911213
	Oost	E 569794	Zuid	N 5748339
Route versie	RPL7 rev. 1			
Oppervlakte onderzoeksgebied	825 km^2			
Lengte tracé	205.3 km			
Huidig watergebruik	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
Waterstaatkundige gegevens	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming			
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Rotterdam			
Contactpersoon namens bevoegd gezag:				
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;			
Deskundige namens de bevoegd gezag:				
ARCHIS zaaknummer:	5283511100			
Periplus-projectcode:	22A028-01			
Periode van uitvoering:	December 2022			
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Nederwiek 2.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 30 scheepswrakken bekend. Op drie locaties bevinden zich resten van schepen die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde.

De archeologische waarde van de overige wrakken is nog niet vastgesteld, maar het kan om waardevolle wrakken gaan. Naast scheepswrakken zijn dicht voor de kust vindplaatsen bekend waar resten uit de Prehistorie, Romeinse tijd en Nieuwe Tijd zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridors van het tracé te toetsen[1]. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd, gevolg door een gedetailleerde survey voor de definitieve kabelroute. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens *surveys* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Geadviseerd wordt de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag[2].

Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Alpha, Beta en Gamma routes naar windpark IJmuiden Ver in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 2 tracé te toetsen.

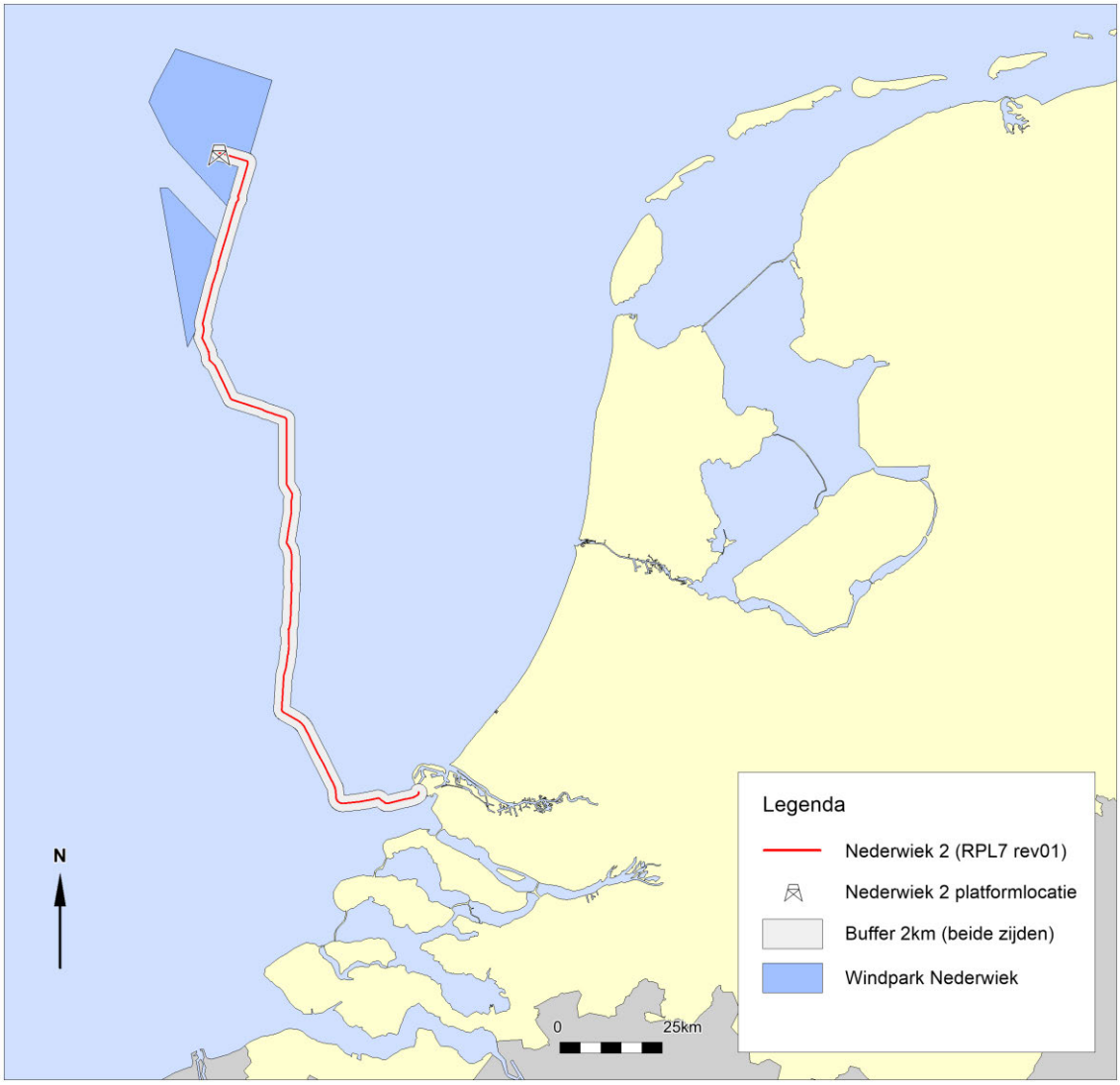
[1] conform KNA waterbodems protocol 4103.
[2] conform KNA waterbodems protocol 4001.

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Nederwiek 2. Het doel van de netaansluiting is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting uit het windenergiegebied Nederwiek op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

In het onderhavige bureauonderzoek wordt het archeologisch potentieel van het tracé, en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabels op dit archeologisch potentieel, nader onderzocht. Dit onderzoek richt zich enkel op de waterbodem naar de aanlandingspunten. De bodem van de aangrenzende gebieden op land maakt geen deel uit van dit onderzoek.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

1.2. Voorgenomen activiteiten[3]

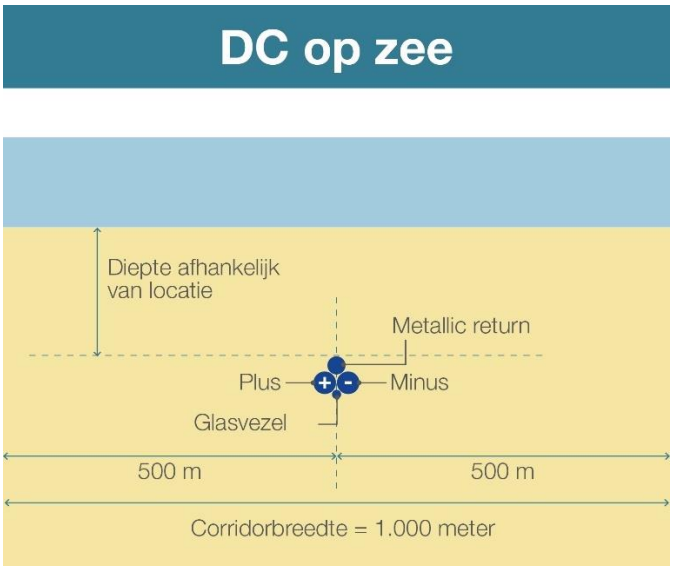
TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee Nederwiek 2. Er wordt gebruik gemaakt van een platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten.

Het Net op zee Nederwiek 2 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Eén platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor het transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 2 en maken hierom geen deel uit van onderhavig onderzoek. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform Nederwiek 2 loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust[4]. Als het tracé niet parallel ligt aan andere kabels, dan zal aan weerszijden van de hartlijn een onderhoudszone van 500 meter worden aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)

Onderstaande tabel geeft de parallelle afstanden aan tussen de verschillende Net op zee projecten.

	IJmuiden Ver			Nederwiek	
Projecten	**Alpha**	**Beta**	**Gamma**	**Nederwiek 1**	**Nederwiek 2**
Nederwiek 2	105km	102km	102km	148km	nvt

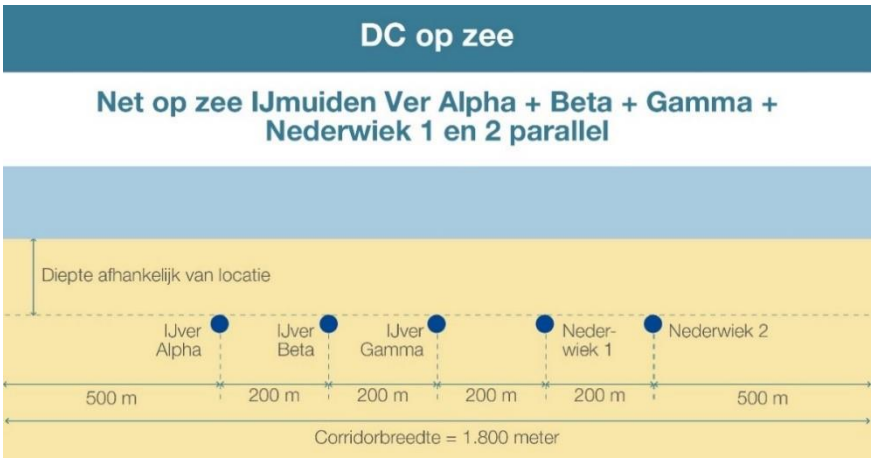
Tabel 3. Parallelle afstanden tussen de verschillende Net op zee projecten.

[3] Deels overgenomen uit: Uitgangspunten Net op Zee Nederwiek 2 – Ten behoeve van m.e.r. en vergunningaanvragen.. TenneT TSO B.V.
[4] Gedurende de m.e.r. voor IJmuiden Ver Alpa, Beta en Gamma is duidelijk geworden dat een gebundelde aanleg van de kabels zeer realistisch en haalbaar blijkt te zijn. Een ongebundelde kabelconfiguratie zorgt voor een groter ruimtebeslag doordat twee aparte kabelbundels naast elkaar liggen. Dit is de reden dat in het m.e.r. Nederwiek als technisch uitgangspunt een gebundelde aanleg gehanteerd gaat worden.

Het tracé van Nederwiek 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen twee kabels maximaal op 200 meter van elkaar te liggen De corridorbreedte varieert afhankelijk van de parallelligging met andere verbindingen. Waar de vijf net op zee-verbindingen parallel liggen is de standaard corridorbreedte 1.800 meter (afbeelding 3).

De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

- Een onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.



Afbeelding 3. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden[5]

De kabel van Nederwiek 2 zal worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de eerder gesurveyde corridors. Deze corridors worden in het inpassingsplan (tot 1 km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van de kabels dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen. De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat er een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden

[5] Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.

2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip, een deel van een muur etc. Een *umbilical* van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties en dat er in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.
2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichter bij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van het tracé op de Noordzee.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems), S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog MA Specialisme Waterbodems)

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het Pleistoceen en het Vroeg Holoceen, is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het '*North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)*' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus. Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is er weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landschap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: '*Locaties en alle omringende fenomenen die zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een*

grote informatiewaarde.' Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de *Nationaal Onderzoeksagenda Archeologie* (*NOaA*).

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostacy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009)

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (*KNA* waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen het onderzoeksgebied;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 63.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 61.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

De ministeries van EZK en Binnenlandse zaken hebben in onderlinge afstemming de kabeltracés als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om de platforms op zee van Nederwiek 2 aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet.

De benodigde diepte waarop de kabel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabels ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabels zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven[6].

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren "*pre sweeping*" genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van "*simultaneous lay and burial*". Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt "*post lay burial*" genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee

[6] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter binnen een VSS.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het tracé worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolgen van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de *trenchdiepte* in dit deel van het tracé 5 meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot 8 meter onder het bodemniveau zijn.

Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal 1 meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem. Dit is anders op de locatie van het platform.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (topside); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 of 12 palen met een diameter van 2,5m per stuk. De heipalen worden 60m diep (bij 8 palen) of 50m diep (bij 12 palen) de bodem ingebracht.

De plaatsing van de platforms leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform.

Een impressie van de te plaatsen platforms is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 4. Impressie van het toekomstige 2GW platform op zee.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld. Bij de vaststelling van de locaties van het platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform is. Op basis van de *UXO-DAS* survey zijn de uiteindelijke locaties gekozen.

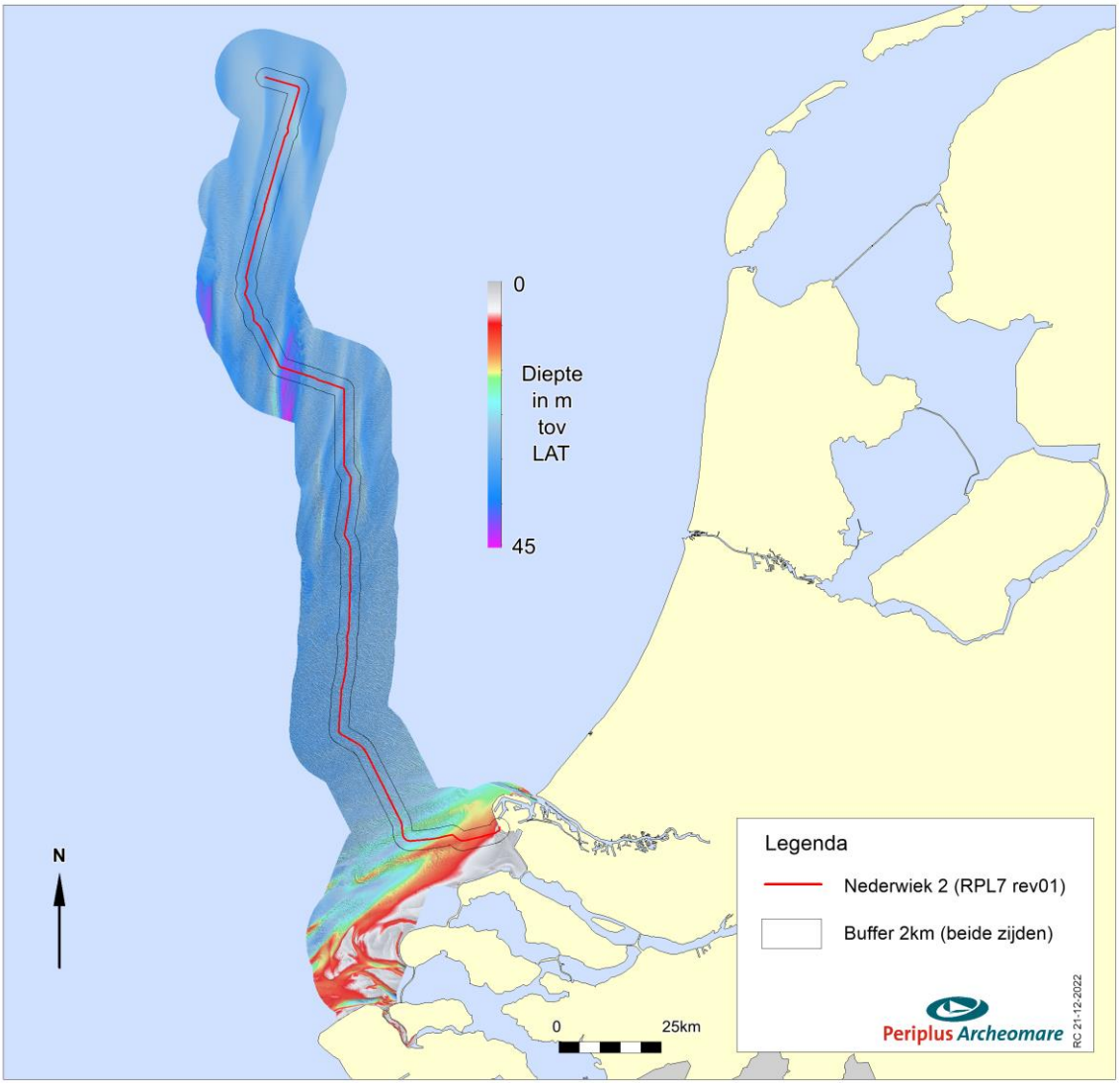
De centrumcoördinaten van het platform staat vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

De volgende kabels komen (mogelijk) in de kabelcorridor tussen de windkavels te liggen:

- 525 kV DC kabel Net op zee Nederwiek 2;
- 525 kV DC kabel mogelijke interconnector tussen VK en Nederland;
- Een mogelijke AC verbinding naar olie/gas platform;

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 5 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Rijkswaterstaat en de resultaten van de geofysische survey voor IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma (2021). De diepte van de waterbodem in het onderzoeksgebied varieert van 0 tot 42 m ten opzichte van LAT[7]. De gemiddeld diepte is -27.2m LAT.



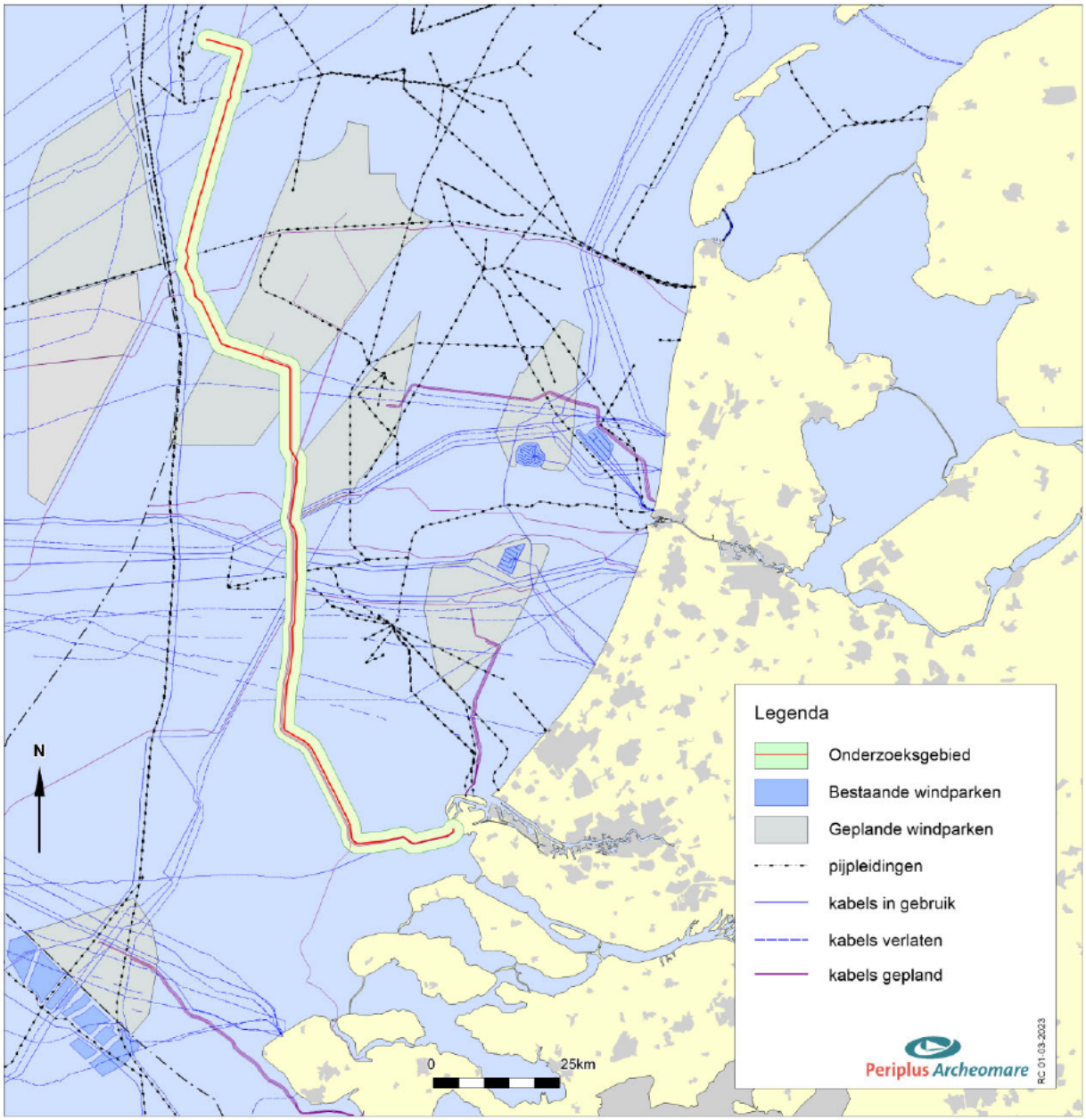
Afbeelding 5. Diepte van de waterbodem langs het tracé

Het tracé kruist verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de doorkruiste kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding 6. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (november 2021). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet (meer) in de Rijkswaterstaat database voorkomen[8]. Deze kabels kunnen tijdens de route survey met magnetometers opgespoord en in kaart

[7] LAT = Lowest Astronomical Tide: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden var ëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

[8] Bron: TenneT.

worden gebracht. Een overzicht van de aantallen doorkruiste kabels en pijpleidingen is weergegeven in respectievelijk tabel 6 en tabel 7.



Afbeelding 6. Kruisende kabels en leidingen

Kruisende kabel	Nederwiek 2
Actief	9
Verlaten	11
Gepland	3
Totaal	23

Tabel 5. Kruisende kabels

Kruisende pijpleiding	Nederwiek 2
Actief	3
Verlaten	0
Totaal	3

Tabel 6. Kruisende pijpleidingen

In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend.

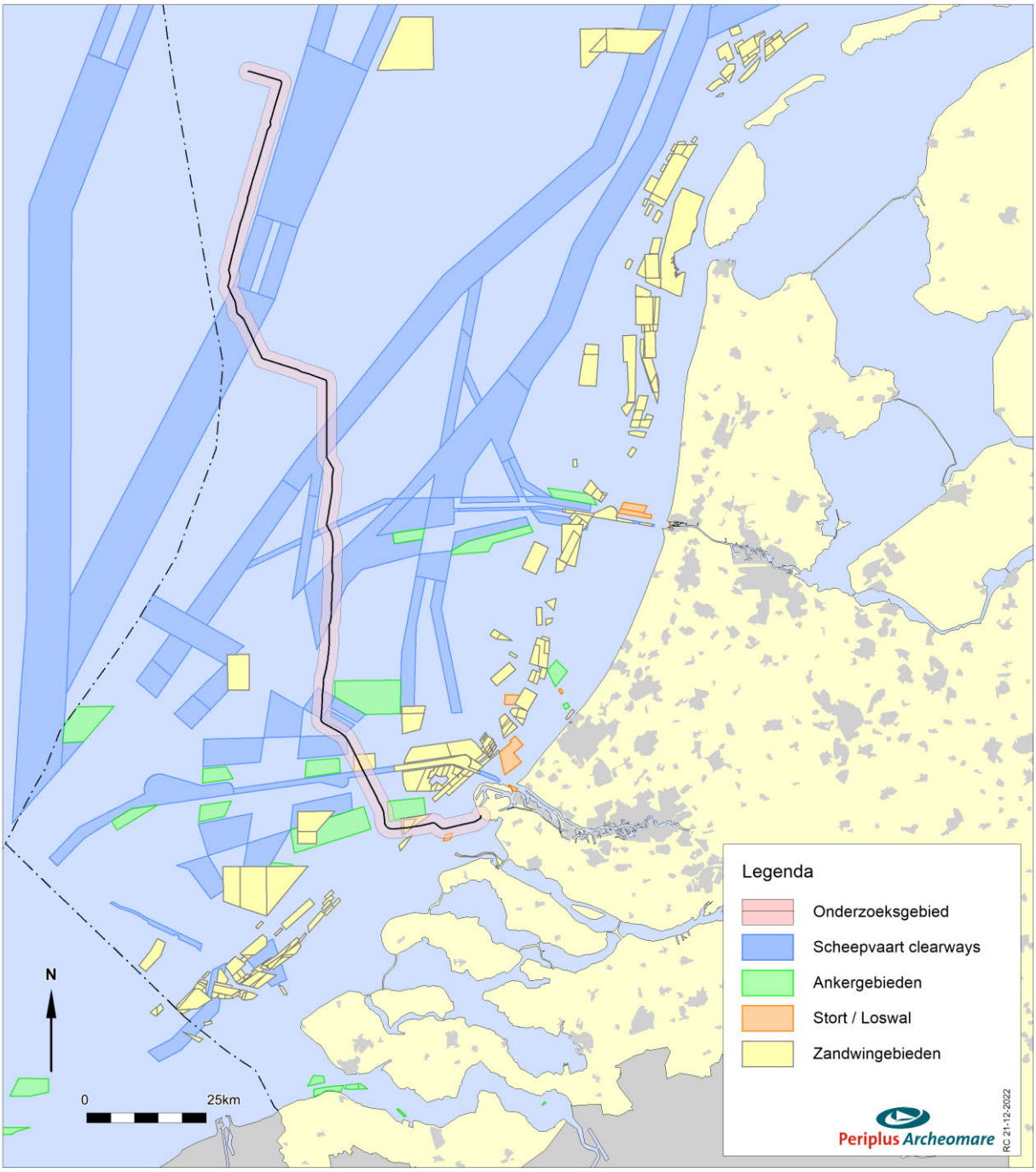
Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta juli 2022). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 7.

Het tracé kruist twee (verlaten) zandwingebieden. Details zijn opgenomen in tabel 7.

Naam	Omschrijving	Status	In Gebruik	Uitgeput	Windiepte (m)
P17A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2
S3A	Zandwinning/suppletie	Verlaten	Nee	Nee	2

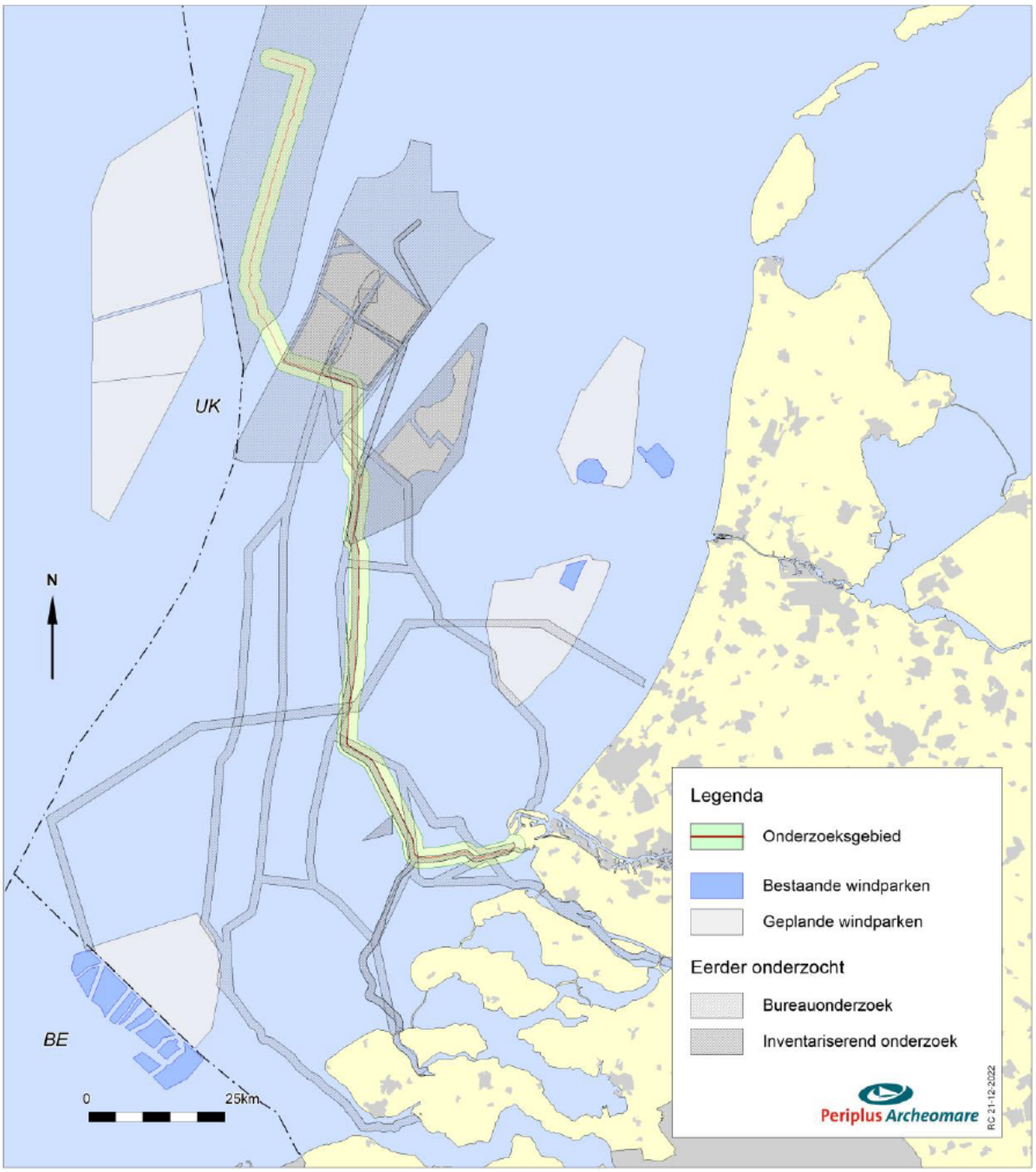
Tabel 7. Details van de zandwingebieden



Afbeelding 7. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 2

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in- en rondom het onderzoeksgebied is weergegeven in afbeelding 8. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 8[9].



Afbeelding 8. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Archis nr | Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare

[9] Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.

Archis nr | Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
5130745100	MER fase 2 Gamma	BO	2021	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare

Tabel 8. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Voor het tracé Net op Zee IJMuiden Ver Alpha/Beta/Gamma is ook een geofysisch en geotechnisch onderzoek uitgevoerd. De resultaten van de archeologische analyse zijn nog niet gepubliceerd.

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.3. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 63.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken[10].

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevist in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 10). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevist[11]. Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 11). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

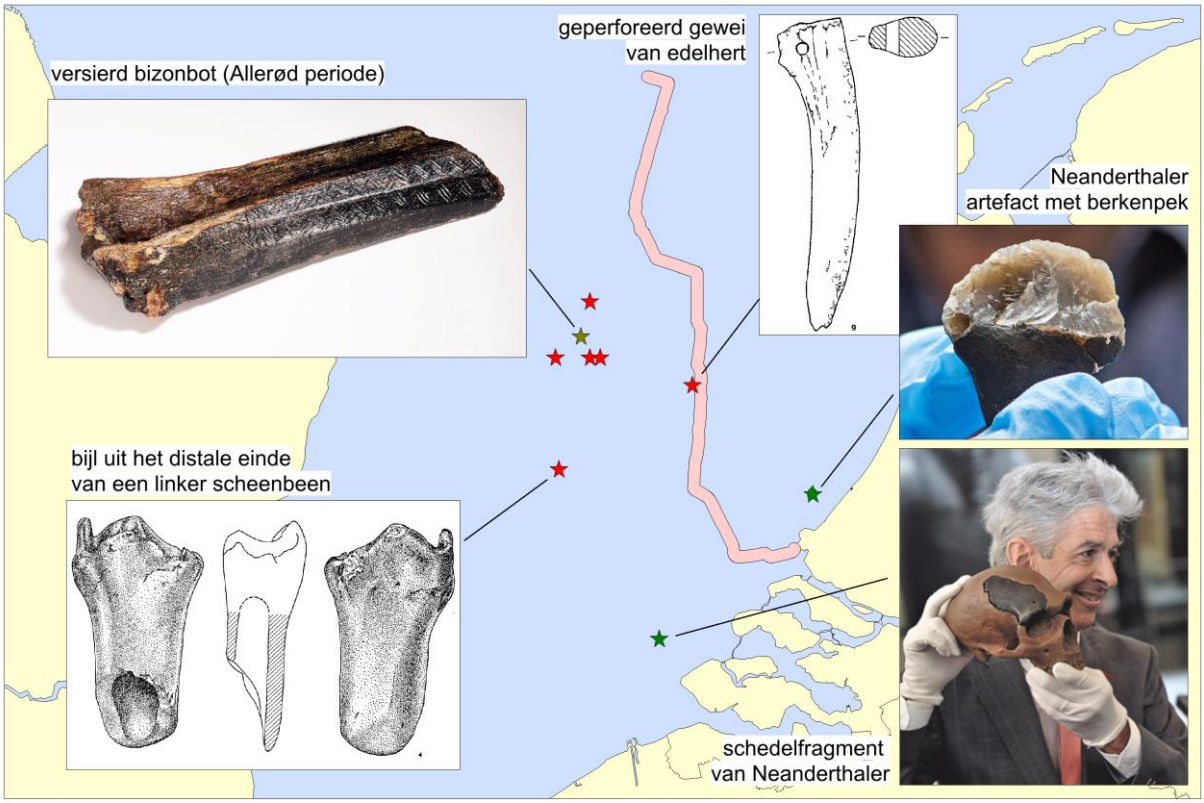


Afbeelding 9. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)

[10] Gaffney e.a. 2005.
[11] Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 10. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 11. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018).

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust[12]. Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat Pleistoceen en Vroeg Holoceen, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau[13].

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum en Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters[14].

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland[15]. Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee[16]. Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg[17]. Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehallennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^{e} eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

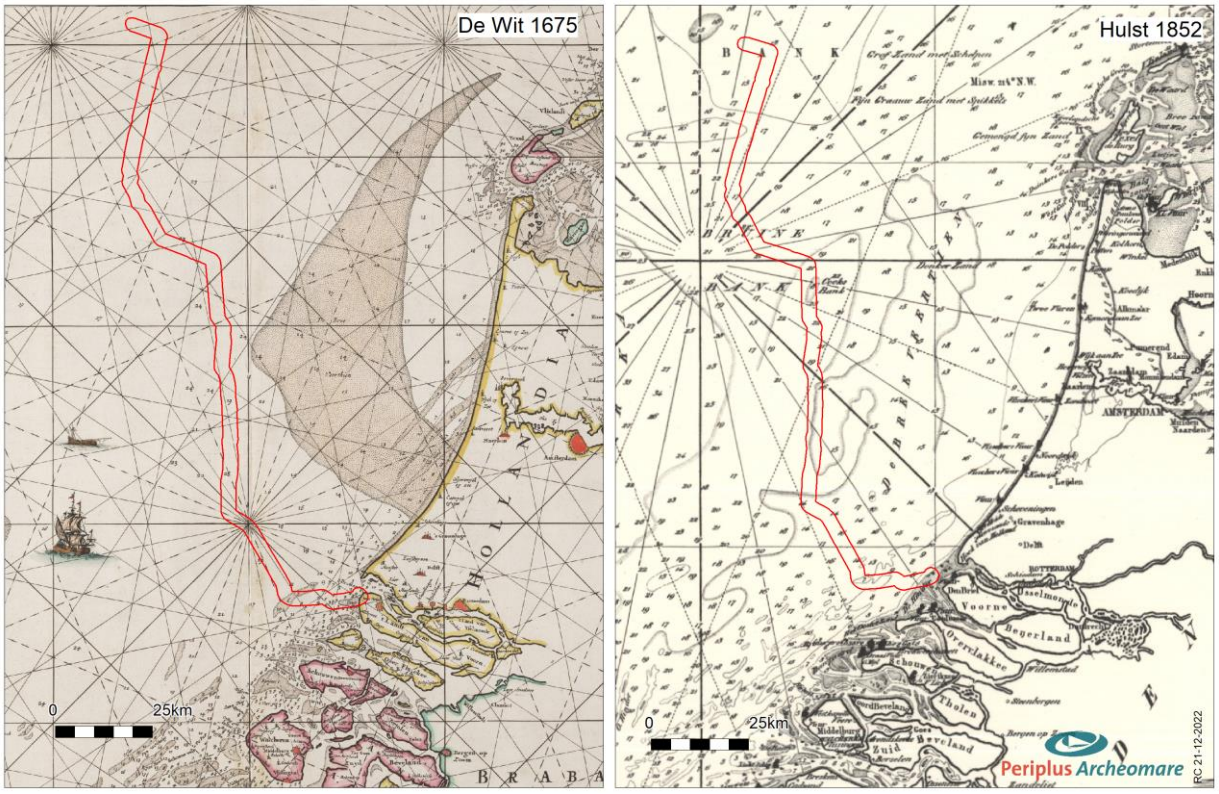
Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd

[12] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[13] Moree 2015.
[14] Verhart 2005 159.
[15] Hessing 1995, 98.
[16] Dijkstra en Ketelaar 1965.
[17] Waasdorp 1999.

uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland[18]. Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijlkoppen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee[19]. Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. In 1282 wordt het gehucht Kampveere of Ter Veere genoemd in een oorkonde. Uit het document blijkt dat Wolfert van Borsele, ambachtsheer van Zandijk, en zijn vrouw Sybille een aantal van hun bezittingen, waaronder een haven met recht op havengeld, overdragen aan de vrouw van graaf Floris V, gravin Beatrix.[20] De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.



Afbeelding 12. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852).

Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele

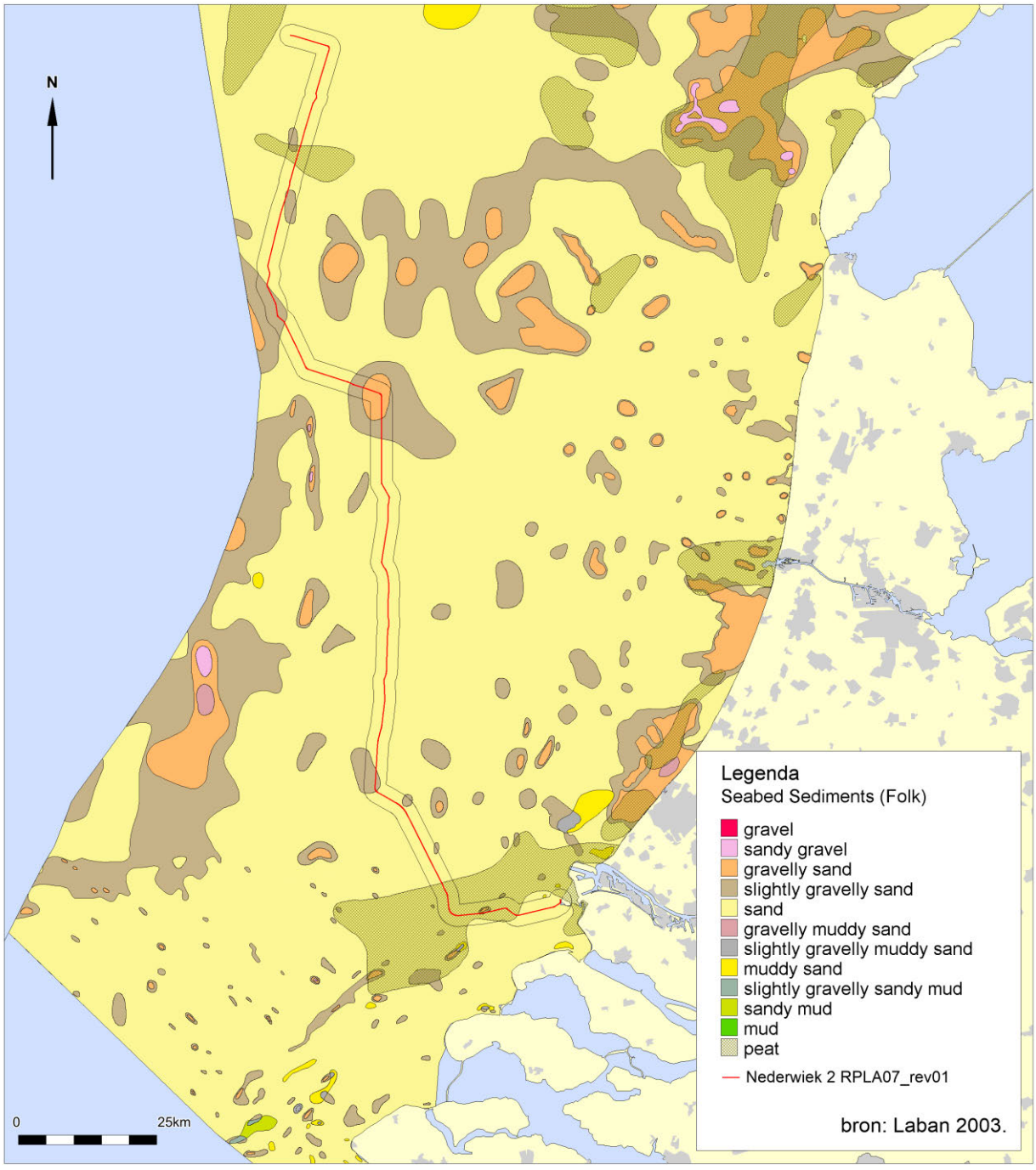
[18] Van de Noort 2011.
[19] Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.
[20] https://www.zalig-zeeland.com/zeeuwse-almanac/veere-bakermat-van-de-koninklijke-marine.

archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken. Ter plaatse van de eerder besproken zandwingebieden, die door het kabeltracé worden gekruist heeft zandwinning tot 2 meter diepte plaatsgevonden (zie afbeelding 7).

2.4. Geologische gegevens (LS04)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische landschappen en daaraan gerelateerde resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 13).



Afbeelding 13. Oppervlaktesedimenten

De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het tracé doorkruist gebieden met vroeg-*holocene* afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaat van onder naar boven uit de *Formatie van Nieuwkoop (Basisveen Laag)*, de *Formatie van Echteld,* de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket*. De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridor van het tracé van 0 tot 30 meter. Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. Dit lijkt in tegenspraak met de Geologische Kaart van Nederland (GKN), waarop het *Bligh Bank Laagpakket* alleen in langgerekte noord-zuid georiënteerde zones in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied is gekarteerd (zie afbeelding 14).

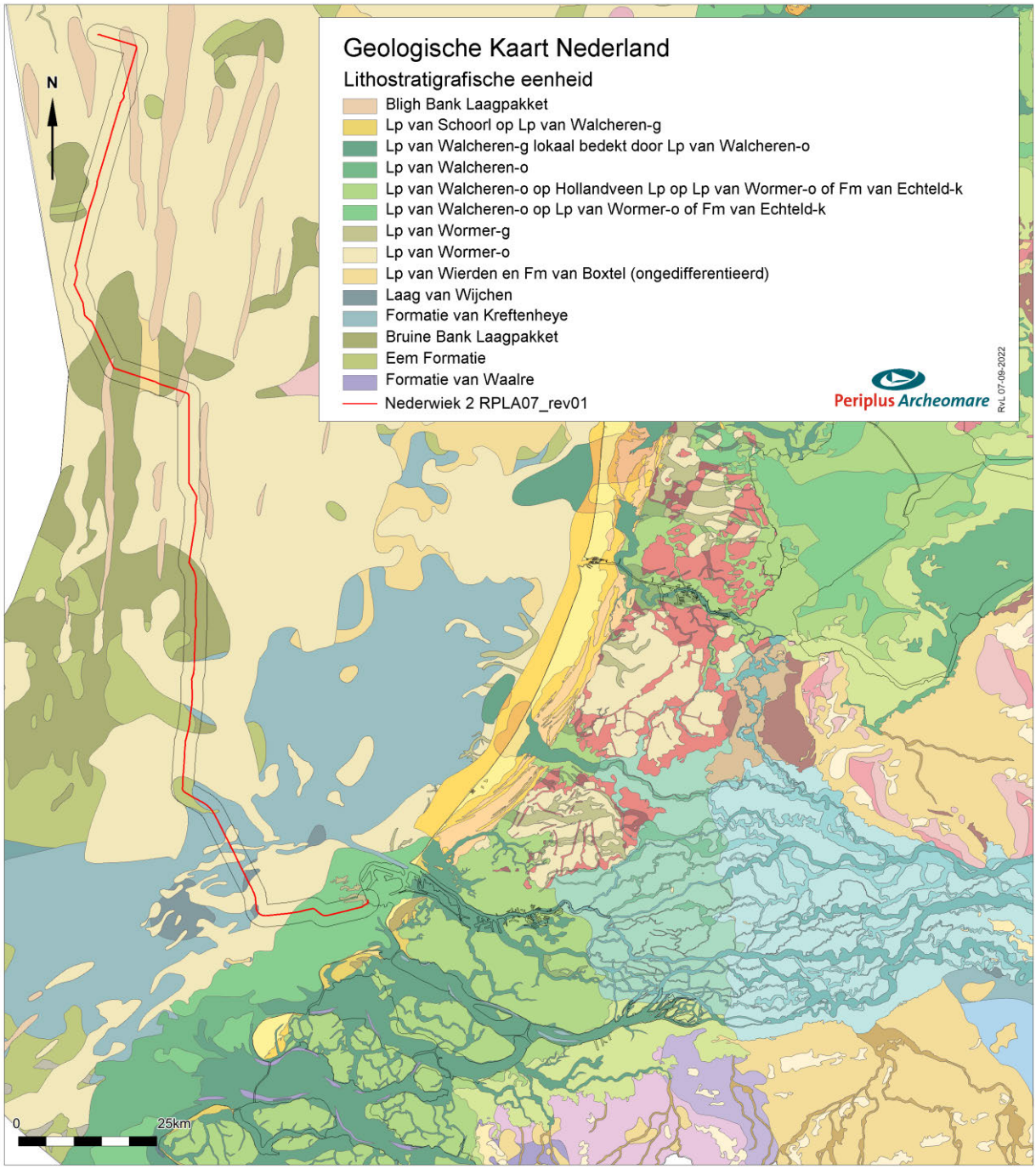
Omwille van het kaartbeeld zijn voorkomens van het Bligh Bank Laagpakket uitsluitend op de Geologische Kaart Nederland gekarteerd als de dikte van deze eenheid meer dan 7 meter is. De langgerekte zones waar het Bligh Bank Laagpakket wel is gekarteerd zijn hoge zandruggen. De keuze om het Bligh Bank Laagpakket enkel te karteren als deze meer dan 7 meter dik is, heeft als groot voordeel dat de kaart een venster biedt naar de pleistocene en vroeg- tot midden *holocene* afzettingen die onder het Bligh Bank Laagpakket schuil gaan. Dekzand (Fm van Boxtel | Lp van Wierden) en löss (Fm van Boxtel | Lp van Schimmert) worden alleen weergegeven als de dikte meer dan 2 m bedraagt. Dit betekent dat de *Formatie van Boxtel* ook kan voorkomen op plaatsen waar deze niet gekarteerd is.

Offshore, buiten de Voordelta, komen op veel plaatsen onder het Bligh Bank Laagpakket vroeg- en midden-*holocene* getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer voor. Op plaatsen waar het Laagpakket van Wormer ontbreekt komen direct onder de mobiele zandlaag van het Bligh Bank Laagpakket *pleistocene* eenheden voor.

De *pleistocene* tot vroeg-*holocene* afzettingen die in het offshore deel van het tracé onder het *holocene* Laagpakket van Wormer en/of Bligh Bank Laagpakket voorkomen zijn samengevat in tabel 9.

Formatie	Laagpakket | Laag	Afzettingsmilieu	Ouderdom	x 1000 jaar geleden
Boxtel	Delwijnen	rivierduinen	Laat Glaciaal en Holoceen	12 - 9
	Singraven	kleinschalig fluviatiel		15 - 9
	Wierden	eolisch		
		periglaciaal	Weichselien	115 - 12
Kreftenheye	Wijchen	overstromingskleien meanderende rivier	Laat Glaciaal en Vroeg Holoceen	12 - 9
		vlechtend en meanderend fluvioglaciaal en fluviatiel (Rijn)	Pleniglaciaal en Laat Glaciaal	70 - 12
Eem	Bruine Bank	brak-marien lagunair en fluviatiel gevoed lacustrien	Vroeg Glaciaal	115 - 70
		marien	Eemien	130 - 115

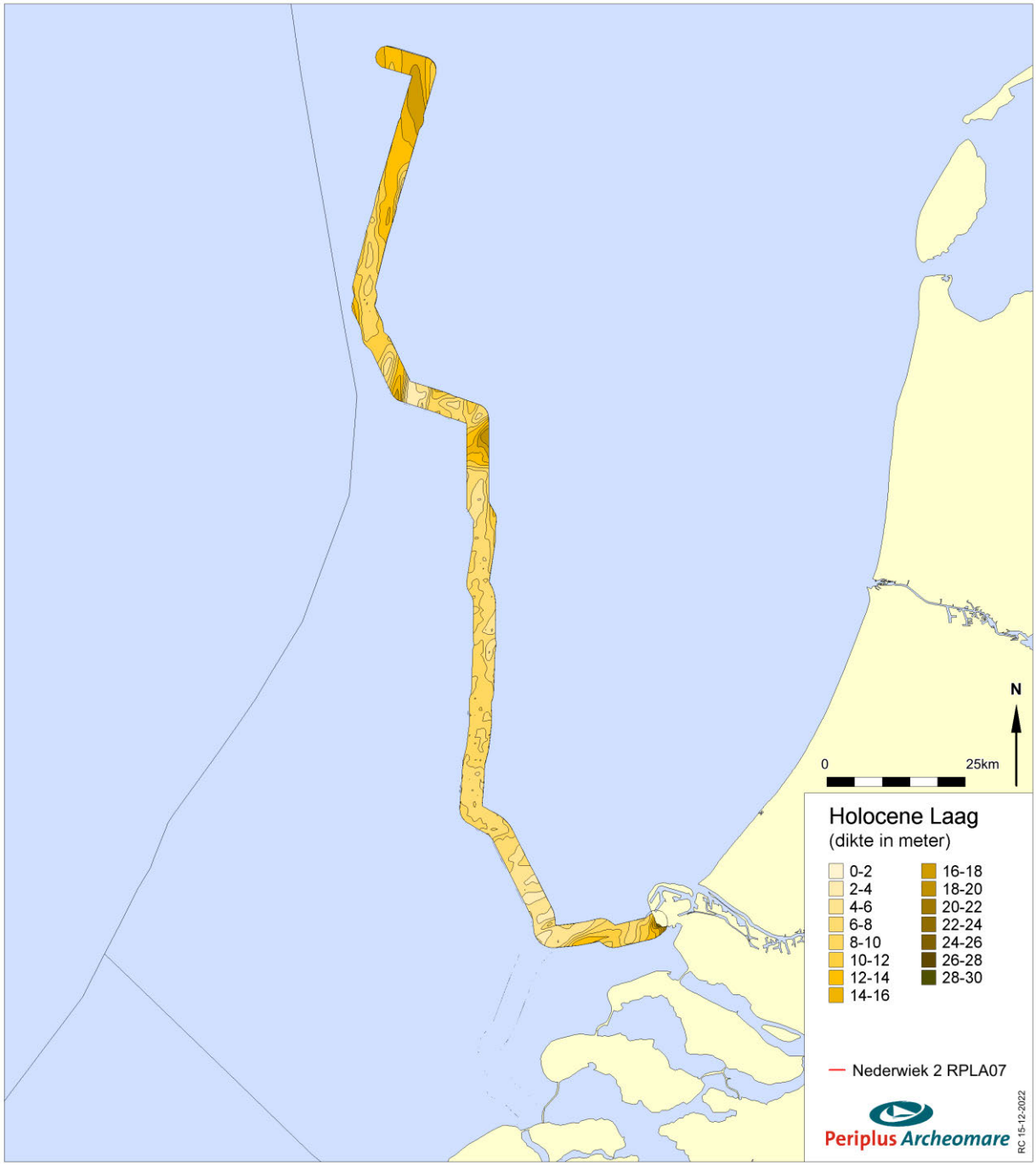
Tabel 9. Pleistocene en vroeg-holocene afzettingen die in het offshore deel van het tracé gekarteerd zijn. Deze afzettingen zijn afgedekt door holocene afzettingen van het Laagpakket van Wormer en/of het Bligh Bank Laagpakket. De kleuren in deze tabel komen overeen met die van de Geologische Kaart Nederland in afbeelding 14.



Afbeelding 14. Geologische Kaart Nederland (2021)

In de Voordelta wordt het Laagpakket van Wormer afgedekt door getijdenafzettingen van het Laagpakket van Walcheren. In dit deel van het tracé komt plaatselijk onder de *Formatie van Naaldwijk* zoetwatergetijdenafzettingen van de *Formatie van Echteld* en/of veen van de *Basisveen Laag* voor. Richting de kust hebben de jongere getijdenafzettingen van het *Laagpakket van Walcheren* het *Laagpakket van Wormer*, dat oorspronkelijk hier ook aanwezig was, volledig geërodeerd. Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort* en duinafzettingen van het *Laagpakket van Schoorl*.

Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data TNO top pleistoceen model (2007) en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie gebruikt[21]. Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 15). De variaties van dikte van de *holocene* laag langs de verschillende secties van het tracé zijn samengevat in tabel 10 (Nederwiek 2).



Afbeelding 15. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

[21] Ebbing 1992.

De verschillen in dikte van de *holocene* laag zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de kruinen van zandduinen ligt de top van de *pleistocene* afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen tussen de duinen.

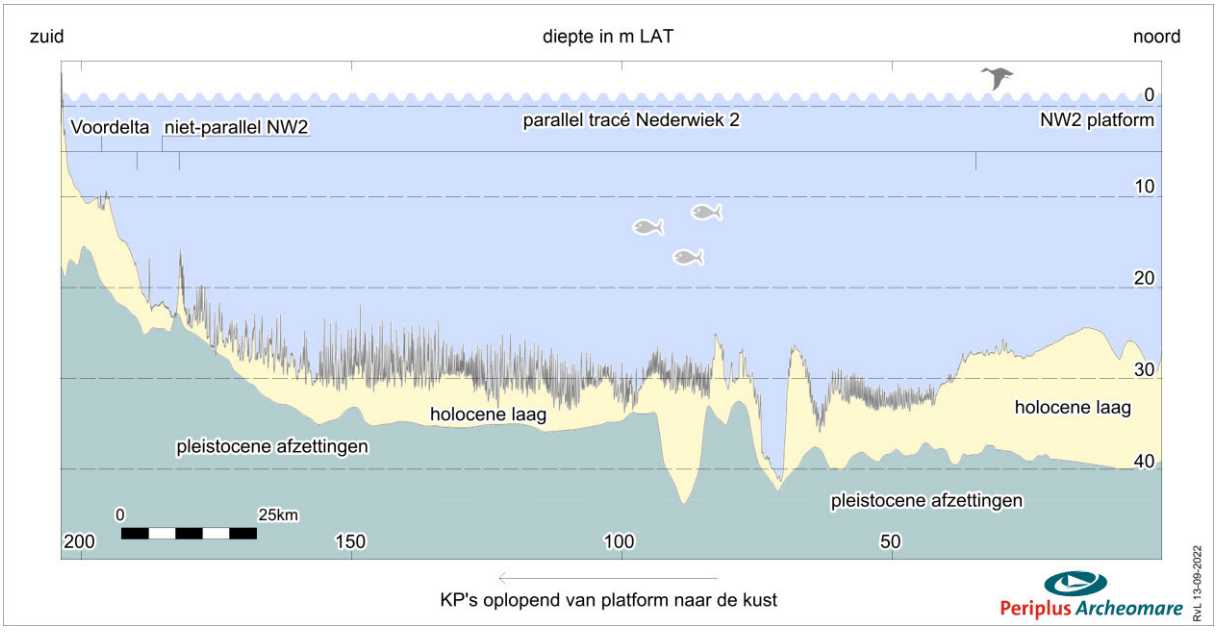
Toch is ook de top van de *pleistocene* opeenvolging een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het *Pleistoceen* werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandzandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het pleistocene landschap is ook door erosie tijdens het *Holoceen* veranderd.

In de secties vanaf de platformlocaties tot aan het punt waar het tracé parallel gaan lopen aan Nederwiek 1 is de minimum dikte van de *holocene* laag 10 m (Nederwiek 2)[22].

In de offshore secties van het tracé bedraagt de minimum dikte van de *holocene* laag 0 m. Dit betekent dat *pleistocene* afzettingen plaatselijk dagzomen aan de zeebodem. In afbeelding 16 zijn de plekken waar de *pleistocene* afzettingen ontsloten zijn duidelijk te zien. In de Voordelta zijn de verschillen in dikte van de *holocene* laag groter.

Nederwiek 2 **Sectie van noord naar zuid**		**Lengte kabeltracé**	**Dikte holocene laag (m)**	
			Minimum	**Maximum**
Platform	tot parallel Nederwiek 1	34475 m	10	15
Offshore	parallel Nederwiek 1	147379 m	0	15
Offshore	niet parallel Nederwiek 1	7863 m	0	6
Voordelta		14003 m	5	21

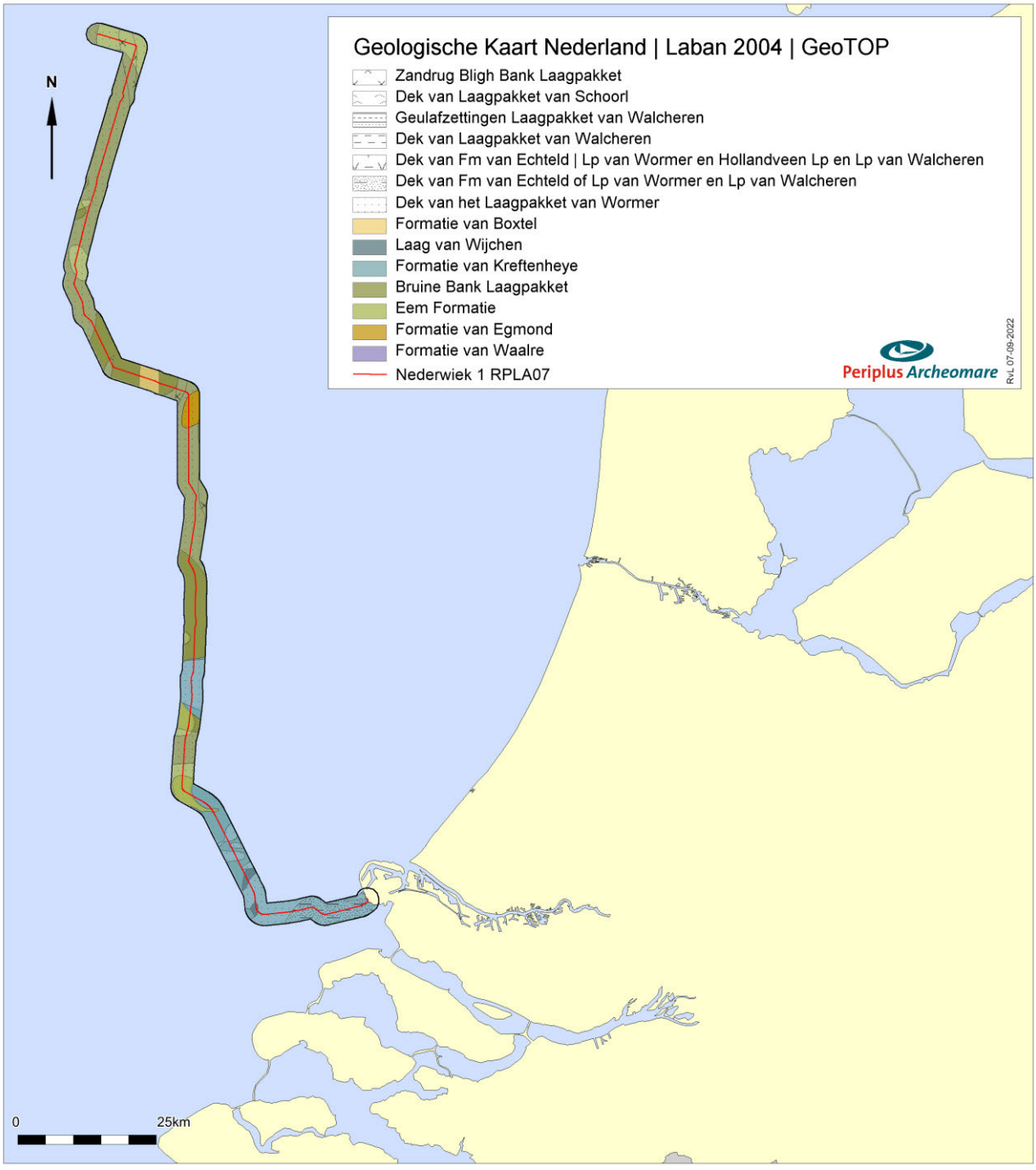
Tabel 10. Variaties in dikte van de holocene laag langs het tracé Nederwiek 2



Afbeelding 16. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen tracé Nederwiek 2

[22] De *KP-waarde* van het punt waar de tracés van Nederwiek 1 & 2 parallel gaan lopen is door Periplus Archeomare bij benadering vastgesteld. Het gaat dus niet om een *KP* die door de opdrachtegever als offic ële waarde is aangeleverd.

In afbeelding 17 zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van *holocene* afzettingen voorkomen. De *holocene* afzettingen van de laagpakketten van Wormer, Walcheren, Schoorl en Bligh Bank (> 7 m) die in afbeelding 14 zijn weergegeven, zijn in deze afbeelding met een rastersymbool (puntjes, streepjes, kruisjes) tegen transparante achtergrond weergegeven. Zodoende wordt direct duidelijk welke pleistocene afzettingen onder het *holocene* dek voorkomen, zonder dat de informatie omtrent het type *holocene* afzetting | de lithostratigrafische eenheid die de pleistocene formaties afdekt verloren gaat. Deze zogenaamde subcropkaart is samengesteld met behulp van gegevens uit de Geologische Kaart Nederland en de Top Pleistocene Map van Laban (2004).



Afbeelding 17. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP)

De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket*, en fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye* met plaatselijk aan de top overstromingskleien van het Laagpakket van Wijchen.

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground Formatie* wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet[23]. Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achter bleven in de glaciale bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn.[24] Tijdens het *Weichselien* (*Pleniglaciaal*, 77 kjaar tot 24 kjaar geleden) traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*.[25] Aan het eind van het *Weichselien (Laat Glaciaal*, 15 kjaar tot 12 kjaar geleden) stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-*holocene* klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

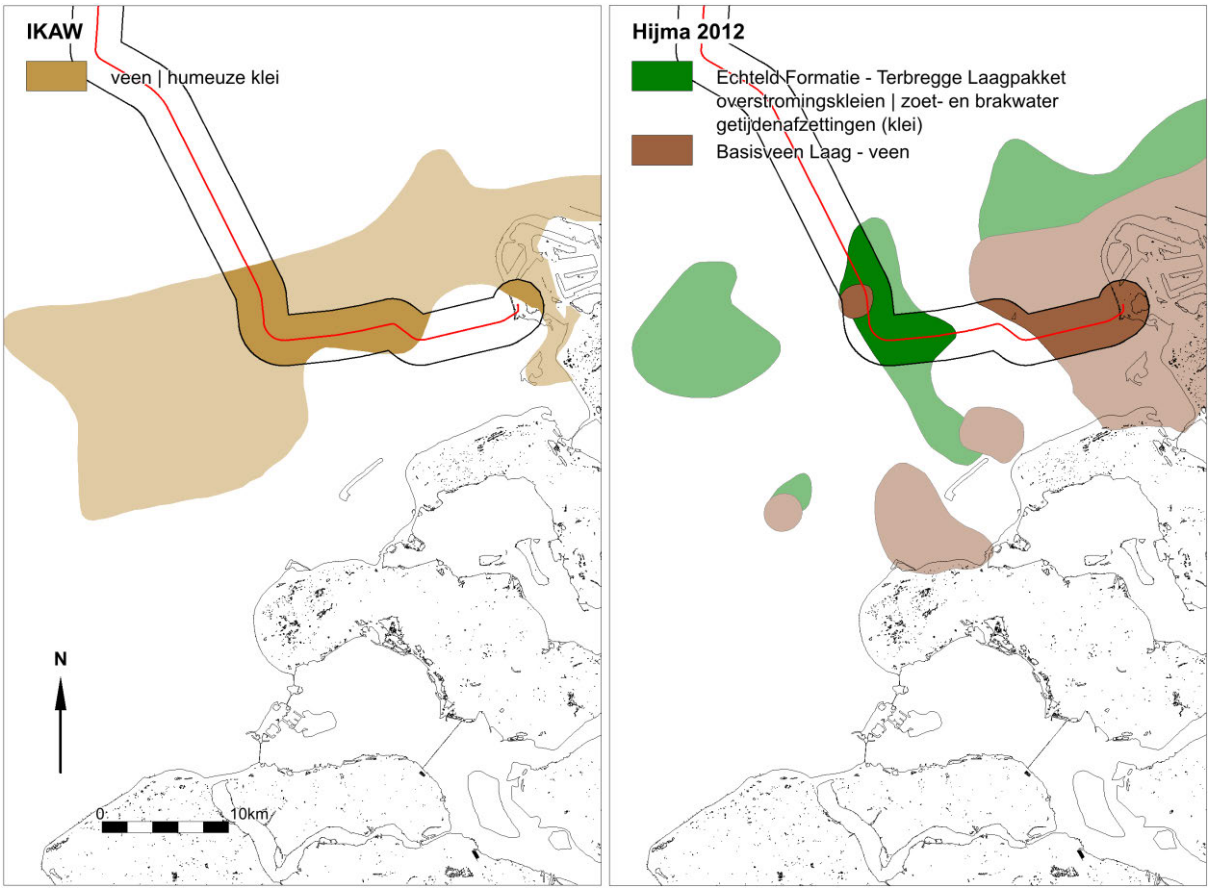
[23] Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.
[24] Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.
[25] Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.

Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 18). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en dientengevolge de vegetatie explosief toenam.

In afbeelding 18 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma[26]. Hijma heeft de voorkomens van veen (*Formatie van Nieuwkoop|Basisveen Laag*) en zoet- en brakwatergetijdenafzettingen (*Echteld Formatie|Terbregge Laagpakket*) gekarteerd. De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-*holocene* venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.



Afbeelding 18. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket)

Naaldwijk Formatie

[26] Hijma 2012.

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*).

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerdere *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen en juveniele brakwaterkokkels (*Cerastoderma glaucum*). Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen* aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort* (*Formatie van Naaldwijk*, *Laagpakket van Walcheren*).

Bligh Bank Laagpakket

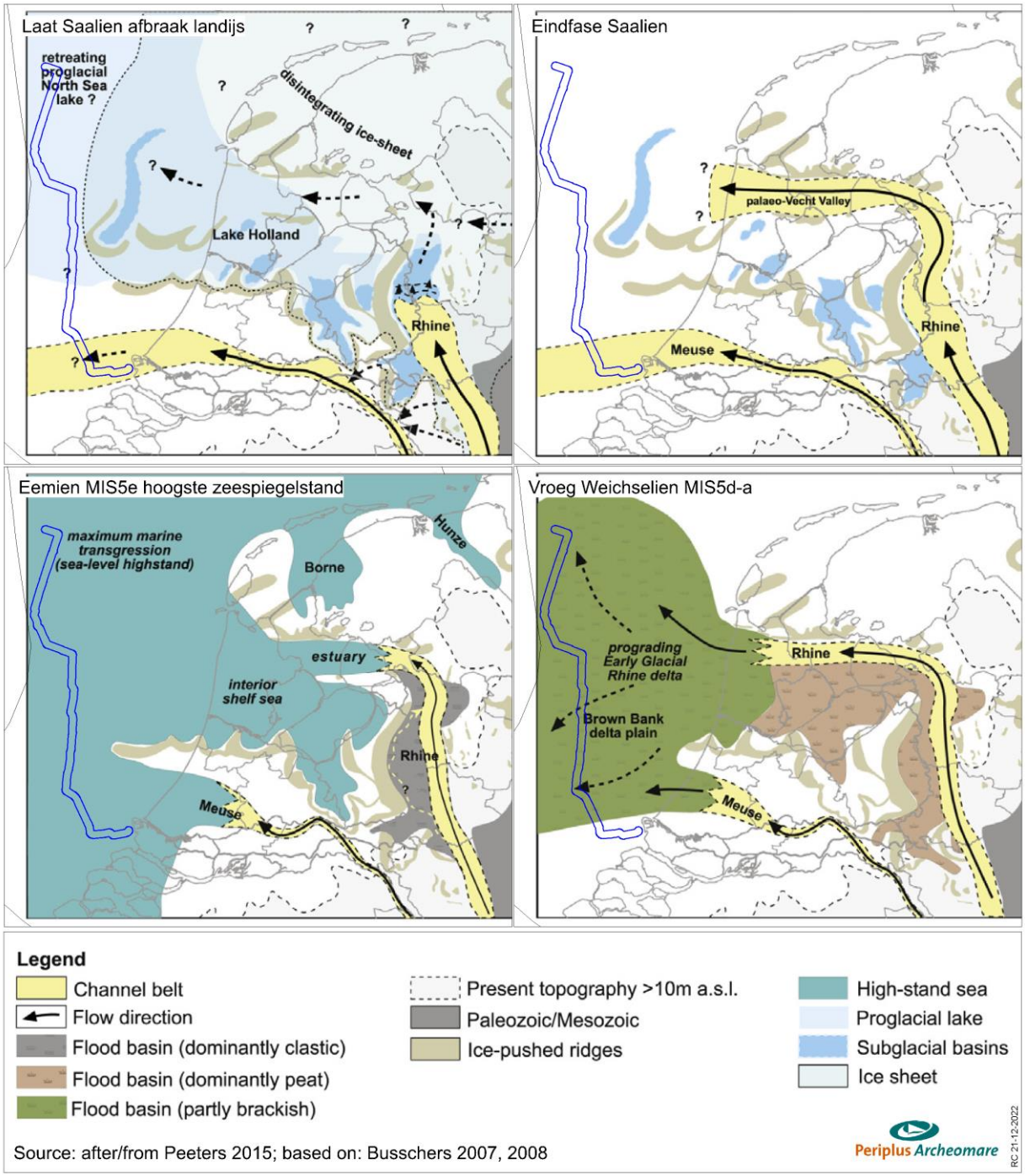
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het kabeltracé BSL-2 in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 19; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 19.

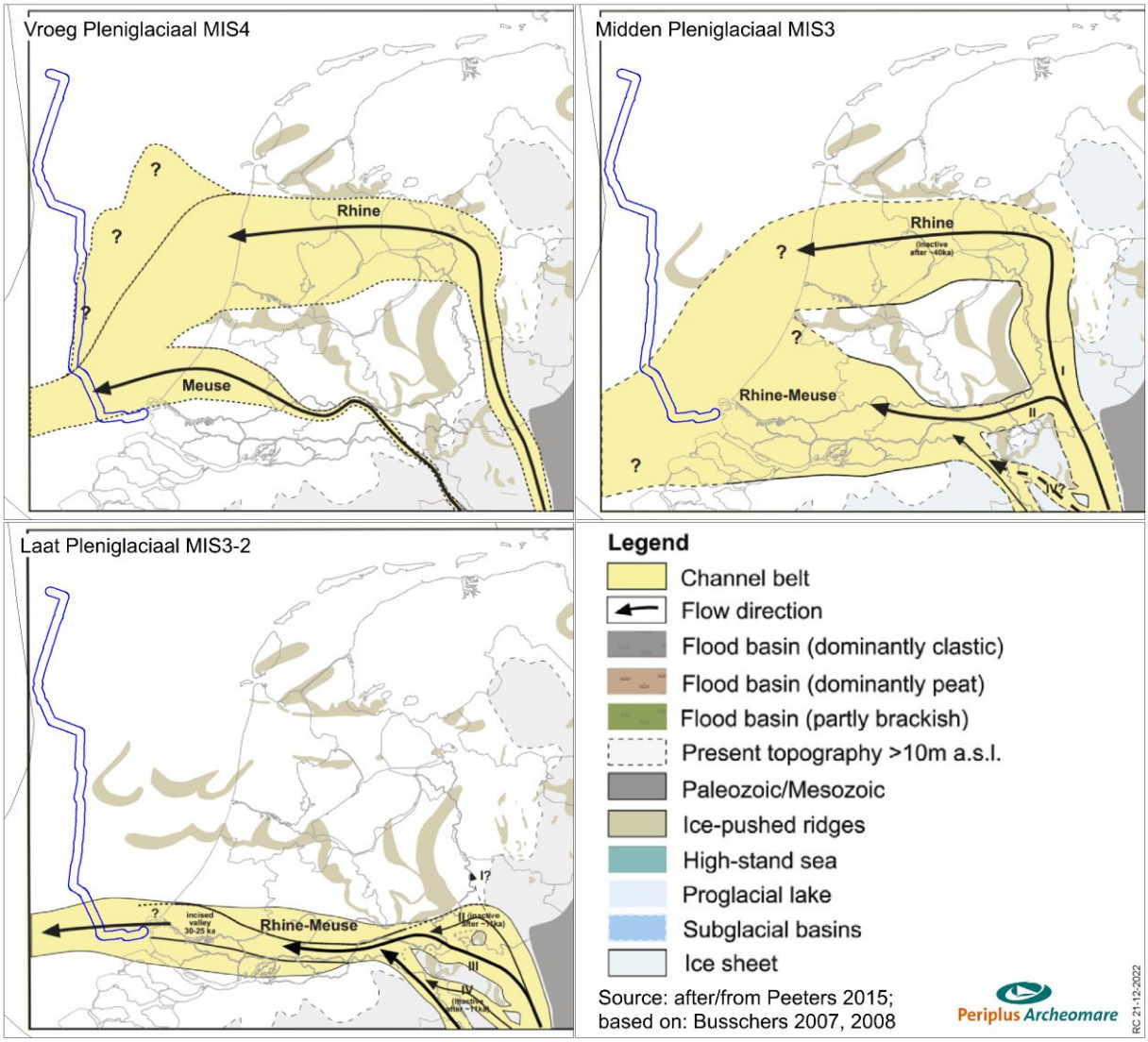
Afbeelding 20 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Pleniglaciaal* (77 kjaar tot 24 kjaar geleden) en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Schoorl	zand	Holoceen	marien	strand
	Walcheren	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	Wijchen	stugge siltige klei; soms met paleosol	Laat Glaciaal (Allerød) tot Vroeg Holoceen	fluviatiel	meanderende rivieren; overstromingskleien
	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend
Egmond Ground	-	fijn zand	Holsteinien	open marien	schelpenhoudend

Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien



Afbeelding 20. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (77 kjaar tot 14 kjaar geleden). Permafrostlandschap met afzetting van zand tijdens piekafvoeren door vlechtende riviersystemen van Rijn en Maas

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en *TNO-NITG* op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 21)[27].

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

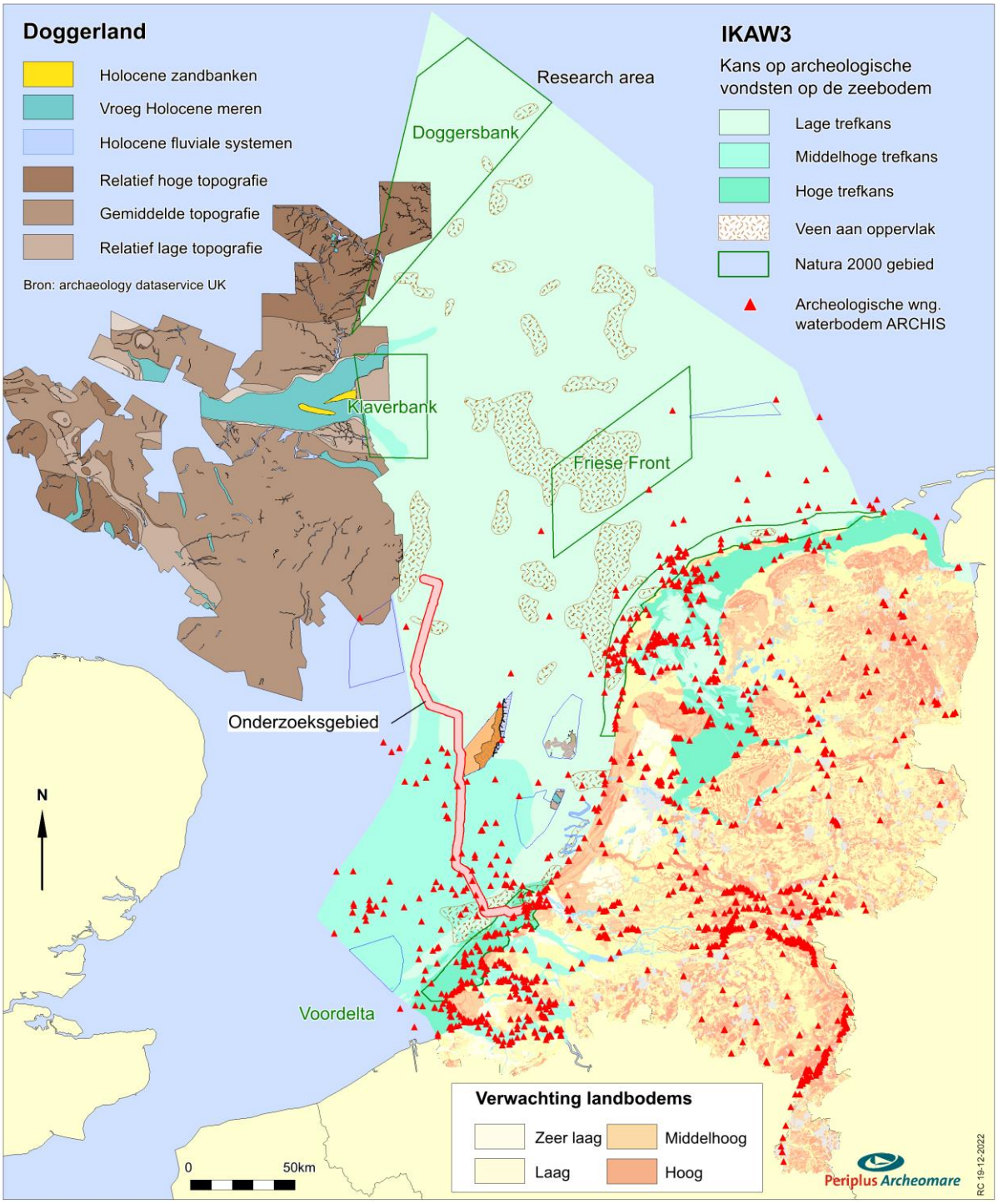
De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

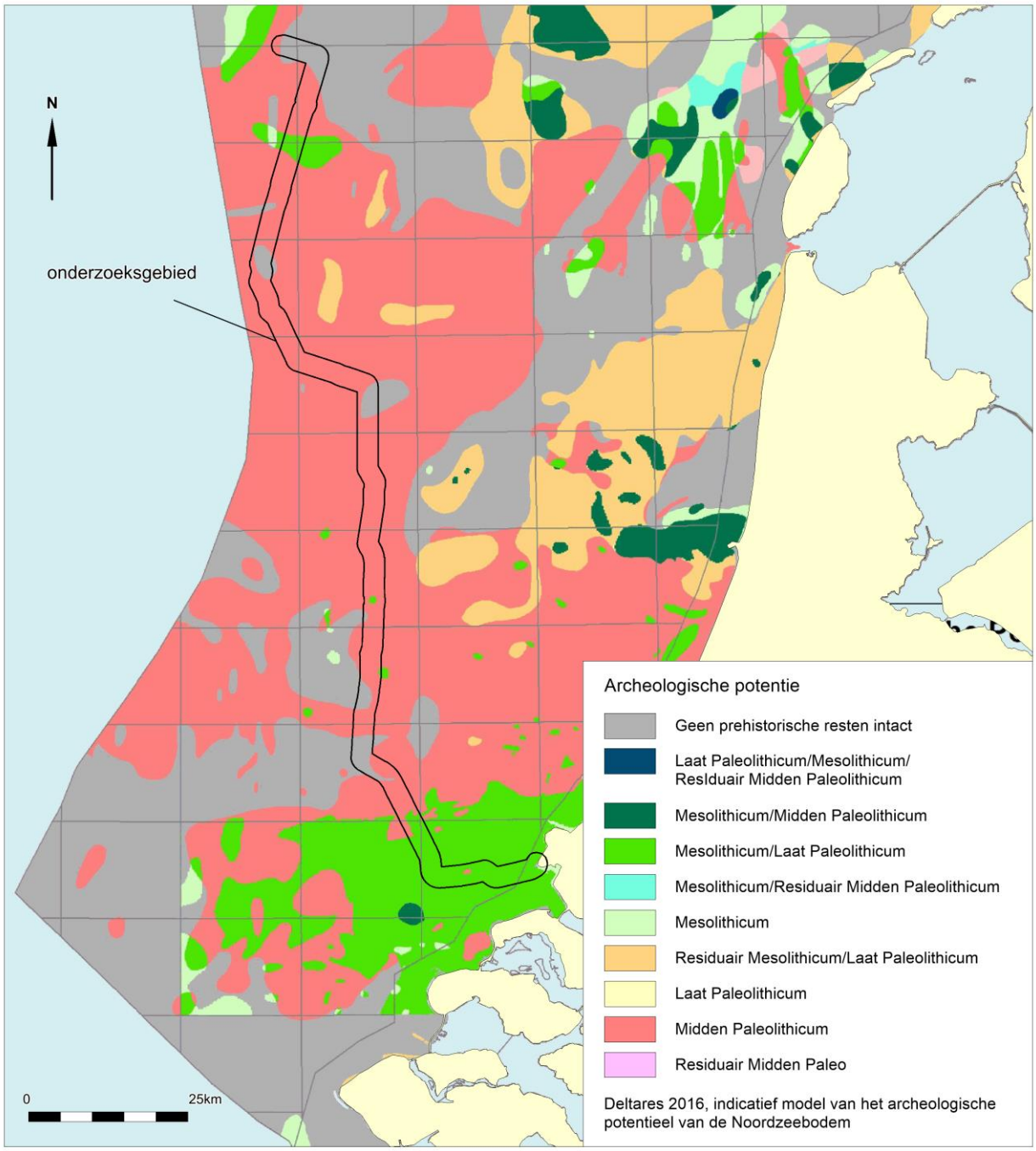
Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht[28]. De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 22)[29]. Deze archeologische potentiekaart is grotendeels gebaseerd op de Top Pleistocene map[30]. waarbij aan de door *holocene* afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-*holocene* klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie[31]. Zo is in gebieden waar door Laban de *Formatie van Boxtel* is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuair Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuair’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxtel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuair’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte

[27] IKAW 3e generatie, RCE 2008.
[28] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).
[29] Vonhögen . 2016.
[30] Laban 2004.
[31] Bronbestand veen en klei: IKAW.

lithostratigrafische eenheden gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



Afbeelding 21. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat



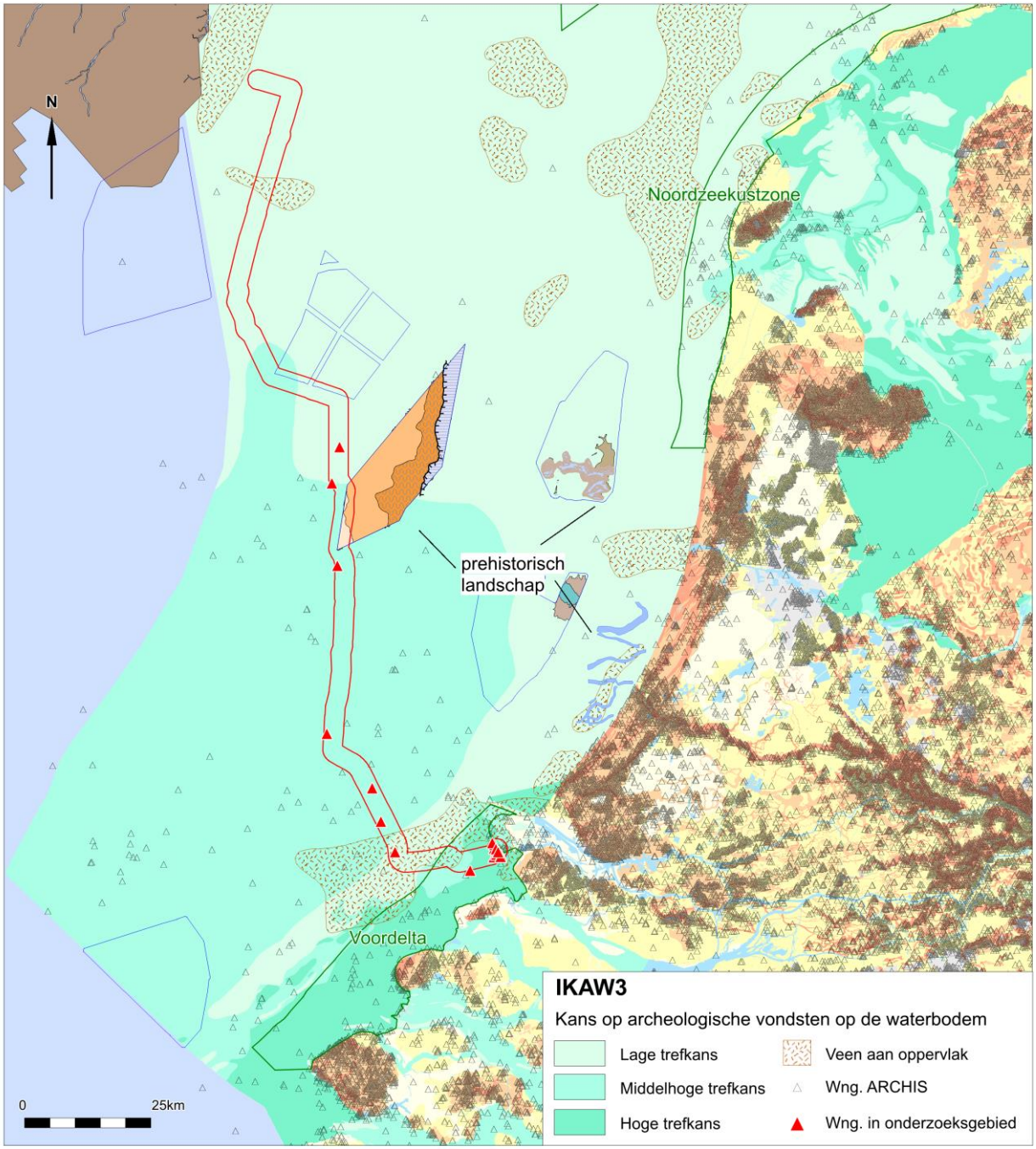
Afbeelding 22. Archeologische potentie voor prehistorische resten

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* te verwachten. In het zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 69.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 23. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord. Tijdens de aanleg van kabels naar het Hollandse Kust (zuid) windpark zijn op de *kabeltrencher* meer dan 45 duizend jaar oude mammoetbotten gevonden, die afkomstig zijn uit primaire context. In met fijn zand opgevulde geulen zijn de botten zeer goed bewaard gebleven[32]. Dit heeft geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de *Formatie van Kreftenheye* worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

[32] Cassée et al., 2021.

Binnen het onderzoeksgebied zijn 18 archeologische vindplaatsen bekend. Het merendeel betreft scheepswrakken, onderdelen van wrakken of scheepvaart gerelateerde objecten. De scheepvaart gerelateerde vondsten worden verderop in dit hoofdstuk besproken. De overige vondsten betreffen fragmenten botresten uit de (Midden) Steentijd. De vondsten zijn beschreven in tabel 12; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 23.

ARCHIS3	Locatie				
zaakid.	RDx	Rdy	toponiem	Type	Periode
3153535100	24697	462868	Noordzee Eurogeul 10 Ncp Blok P17	Schip	Middeleeuwen
3153495100	33552	451508	Noordzee Eurogeul 3 Ncp Blok P17	Schip	Nieuwe Tijd Laat
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	Schip	Nieuwe Tijd Laat
3153924100	57800	436732	Bollen 1	Schip	Nieuwe Tijd Laat
2967836100	58346	437247	Noordzee Bollen 2 Ncp Blok S3	Schip	Middeleeuwen
2967844100	59299	437136	Maasvlakte	Schip	Nieuwe Tijd Vroeg
3153932100	57930	438492	Noordzee Bollen 4 Ncp Blok S3	Schip	Nieuwe Tijd Laat
2967852100	52892	434172	NOORDZEE HINDER 1 NCP BLOK S3 jaarboek2	Schip	Nieuwe Tijd Laat
3035875100	35084	444686	Ncp Blok S2 1	Schip	Nieuwe Tijd
3278146100	28024	496886	Noordzee IJgeul NCP Blok P11 3	Schip	Nieuwe Tijd Midden
2828101100	59216	436719	Maasvlakte Slufter 2	Schip	Late Middeleeuwen
4003970100	57996	439189	Strand Maasvlakte 2	Harpoen	Midden Mesolithicum
4028335100	29245	520972	Anna Graebe	Schip	Nieuwe Tijd
4031307100	27422	513697	Poppetjes wrak 2246	kanon	Nieuwe Tijd
4739005100	57598	439572	Maasvlakte 2	Bot	Paleolithicum
4878391100	58297	438292	Maasvlakte 2	Spits	Mesolithicum
5106161100	58771	437685	Maasvlakte 2	Afslag	Midden Paleolithicum
5106186100	58728	437730	Maasvlakte 2	Afslag	Laat Paleolithicum

Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied

Het merendeel van de archeologische vondsten dat niet gerelateerd is aan scheepswrakken, betreft vondsten uit de prehistorie en (proto)historie. Buiten het onderzoeksgebied zijn ook resten uit andere perioden bekend, zoals benen en vuurstenen artefacten uit de Steentijd en resten uit de Bronstijd.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

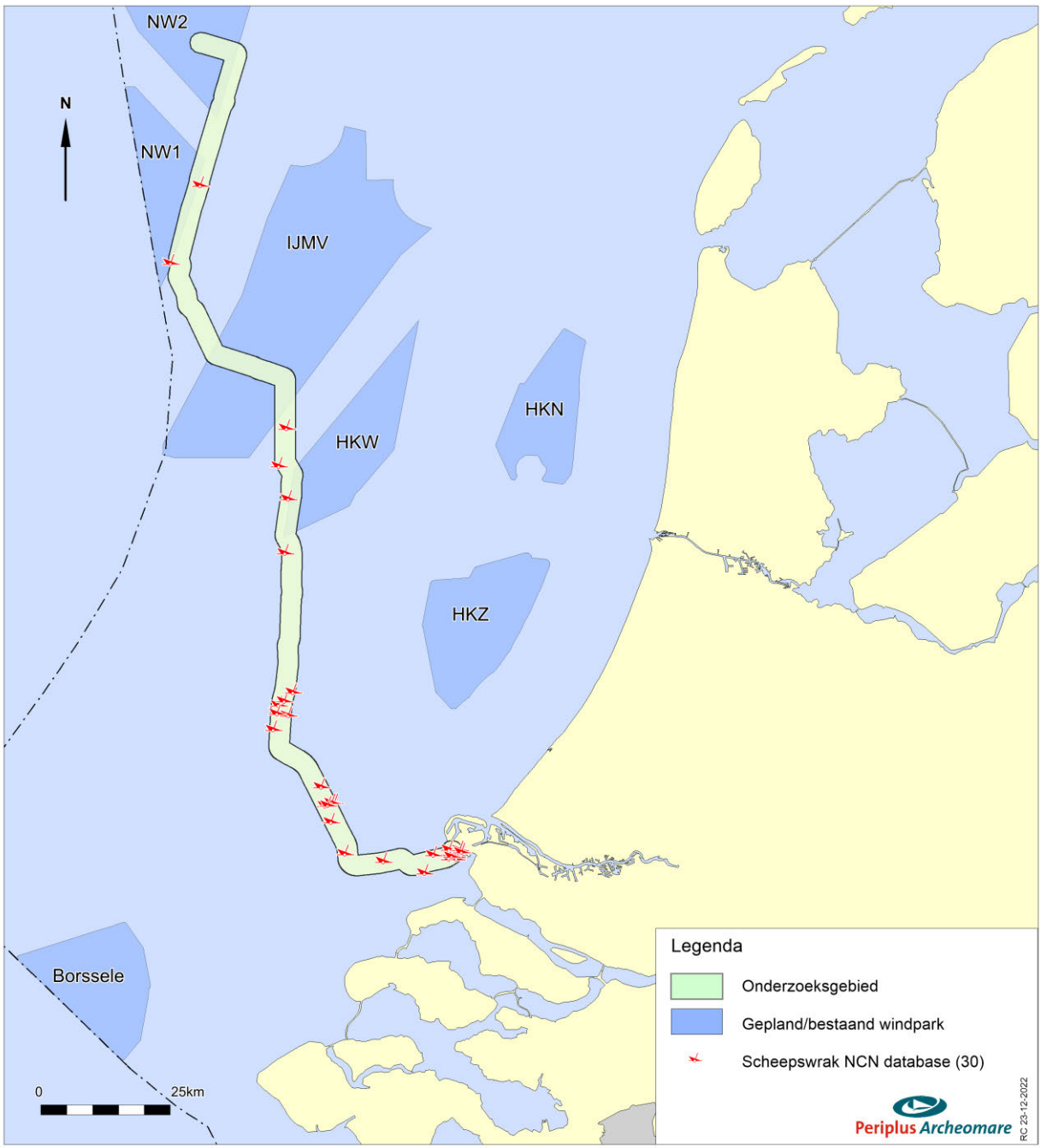
- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta[33].

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

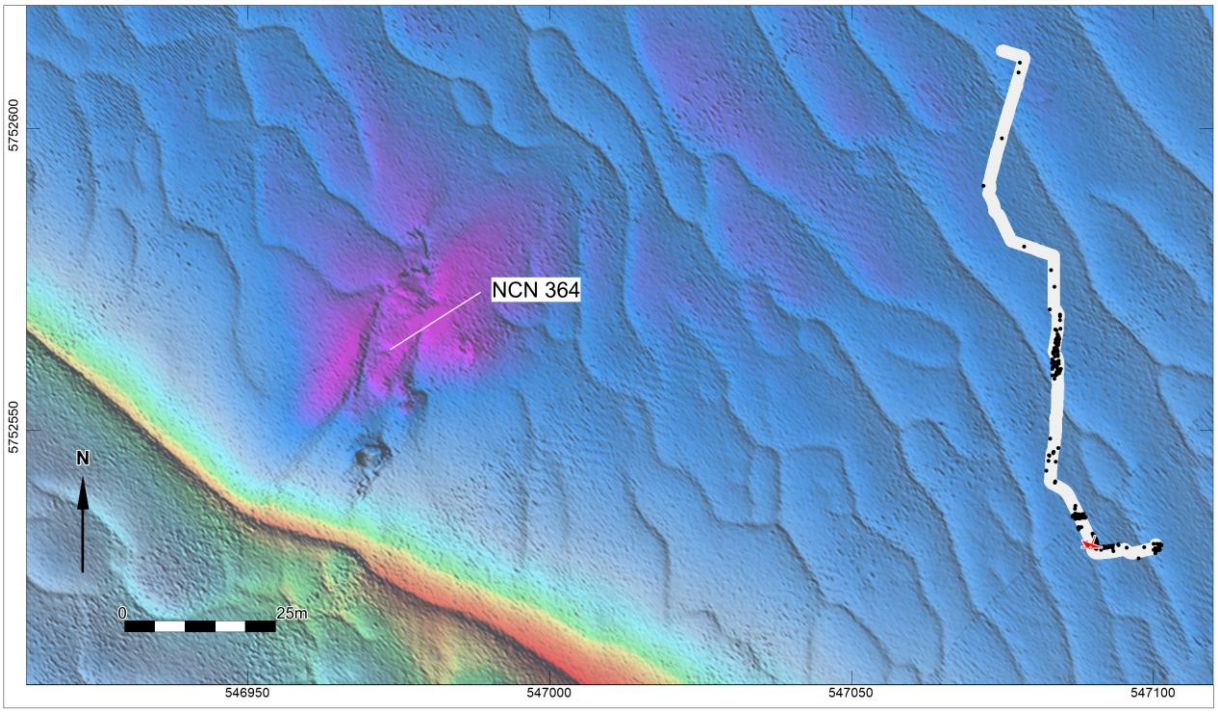
In totaal zijn 30 scheepswrakken en 288 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 24. Een lijst van de bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied is opgenomen in bijlage 3.

[33] Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.

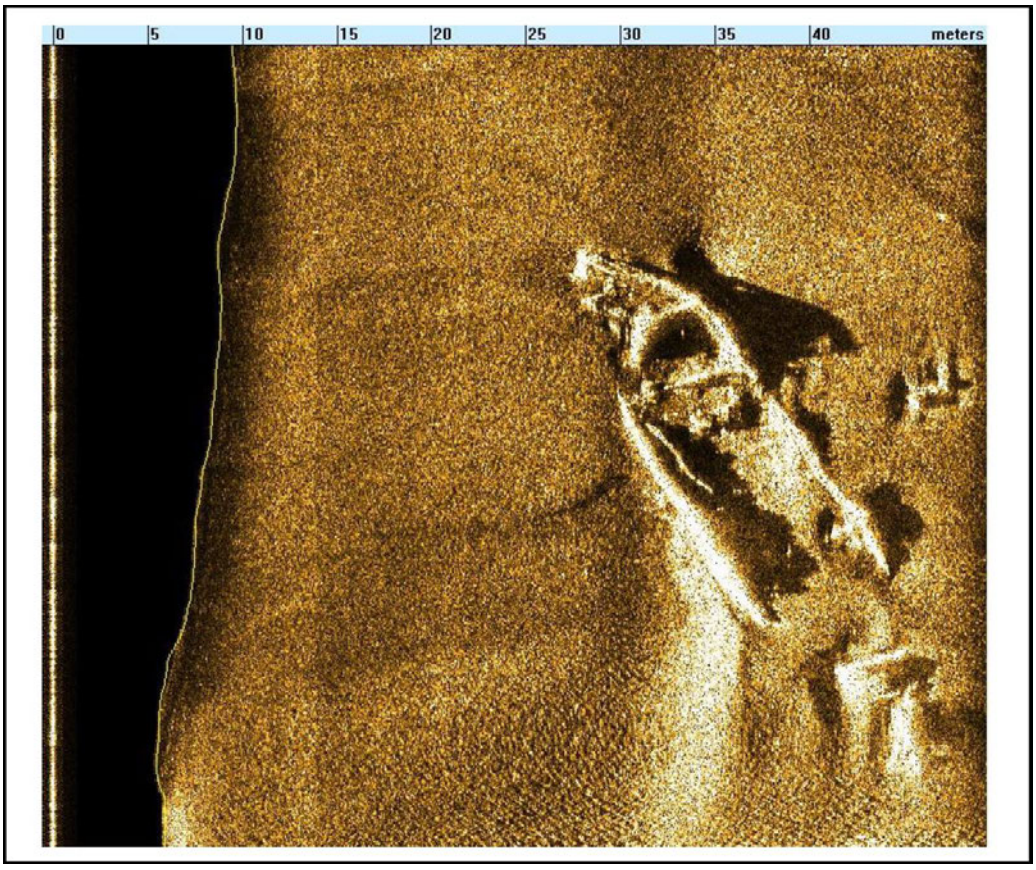


Afbeelding 24. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.



Afbeelding 25. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 26. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk negentiende-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Van de in totaal 30 wrakken die binnen het onderzoeksgebied bekend zijn, zijn 16 opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Van drie wrakken is bekend dat ze na 1950 zijn vergaan. Een van deze recente wrakken is het wrak van het Duitse vrachtschip de 'MV Anne Greabe', dat op 12 februari 1978 gezonken is (NCN 2081). De recente wrakken hebben geen archeologische waarde. Van de overige wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de 30 wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 288 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht (inclusief de wrakken) wordt gegeven in tabel 13 en afbeelding 27.

Type contact	Aantal
Anker met ketting	19
Archeologische vondst	3
Bodemverstoring	13
Kabel / ketting	39
Onbekend object	132
Schelpenbank	2
Staaldraad	2
Steen met ketting	2
Stenen	68
Wrak	30
Wrakresten	8
Totaal	**318**

Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database

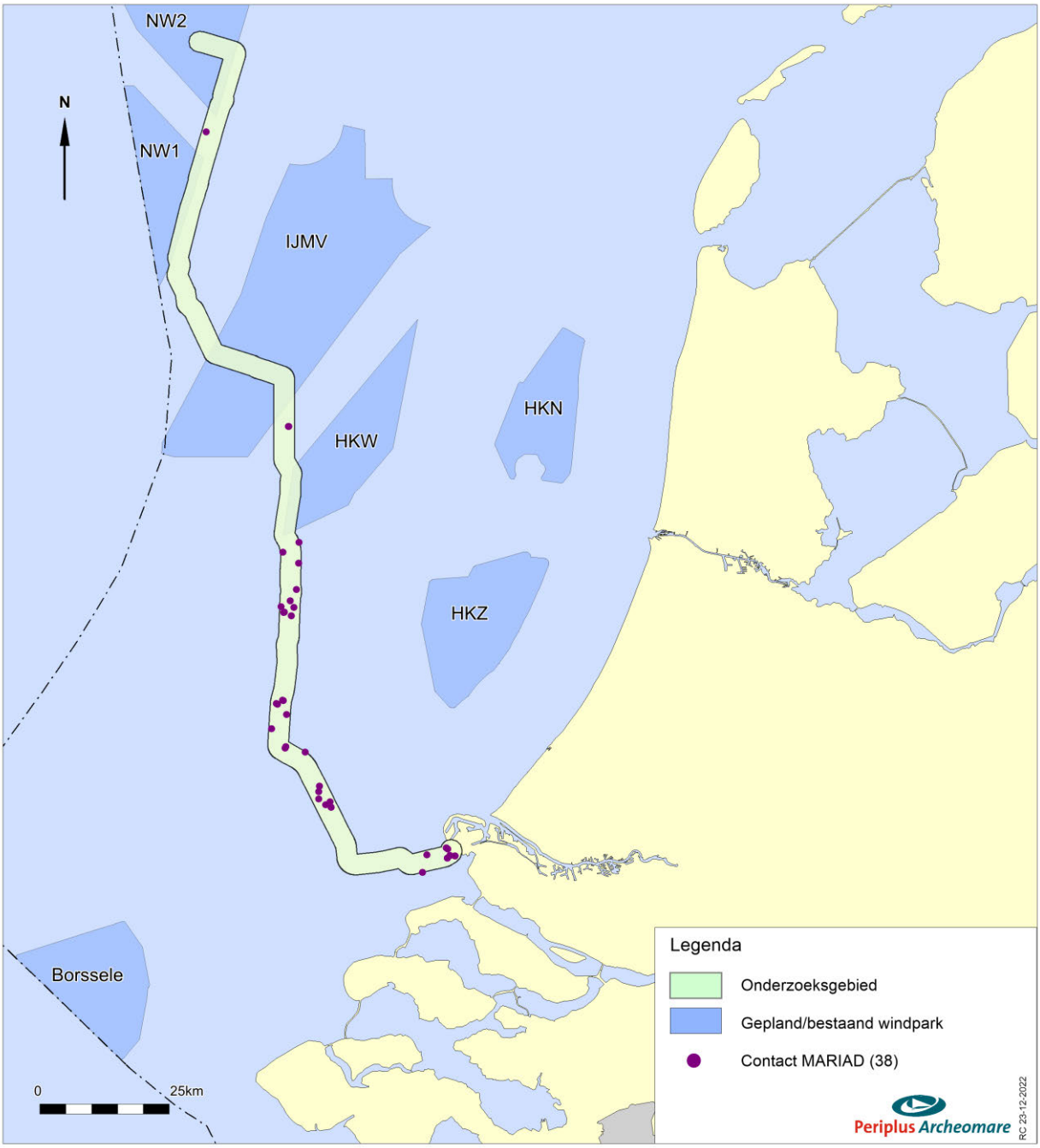
Onder de archeologische vondsten bevinden zich de vindplaatsen Maasvlakte Slufter 2 (zaakidentificatie 2828101100; 4 vondsten). Op de vindplaats zijn resten van een zwaar gebouwd schip gevonden met gebogen inhouten. Het aangetroffen mosbreeuwsel ging werd in Nederland tot ca. 1600 gebruikt in het maken van schepen.



Afbeelding 27. Overzicht van de overige NCN contacten

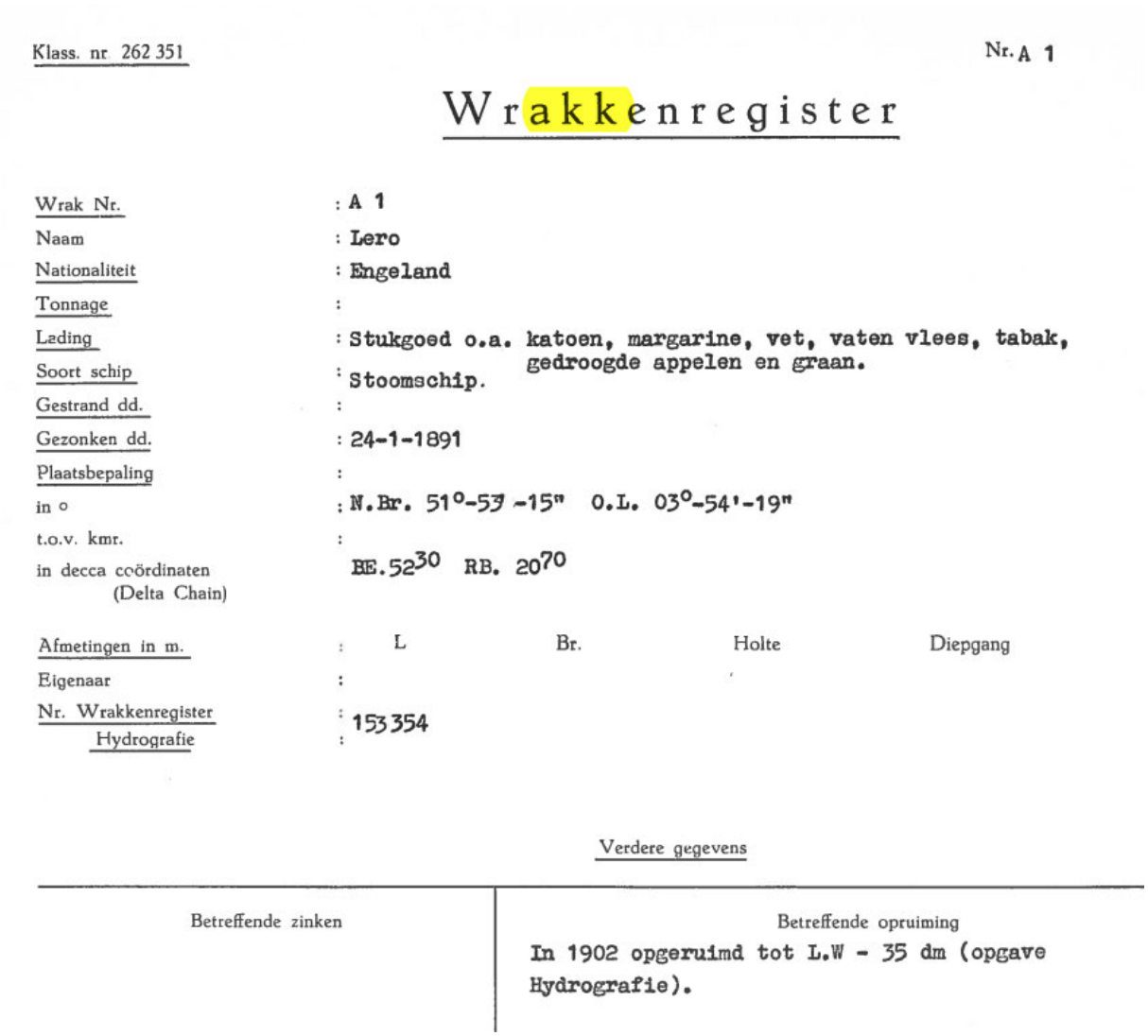
MARIAD

Afbeelding 28 toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 28. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie bevindt zich binnen het onderzoeksgebied ten zuiden van Maasvlakte 2.



Klass. nr 262 351 Nr. A 1

Wrakkenregister

Wrak Nr.	: A 1
Naam	: Lero
Nationaliteit	: Engeland
Tonnage	:
Lading	: Stukgoed o.a. katoen, margarine, vet, vaten vlees, tabak, gedroogde appelen en graan.
Soort schip	: Stoomschip.
Gestrand dd.	:
Gezonken dd.	: 24-1-1891
Plaatsbepaling	:
in °	: N.Br. 51°-53'-15" O.L. 03°-54'-19"
t.o.v. kmr.	:
in decca coördinaten (Delta Chain)	BE.52^{30} RB. 20^{70}

Afmetingen in m.	L	Br.	Holte	Diepgang
Eigenaar	:			
Nr. Wrakkenregister Hydrografie	: 153 354			

Verdere gegevens

Betreffende zinken	Betreffende opruiming
	In 1902 opgeruimd tot L.W - 35 dm (opgave Hydrografie).

Afbeelding 29. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

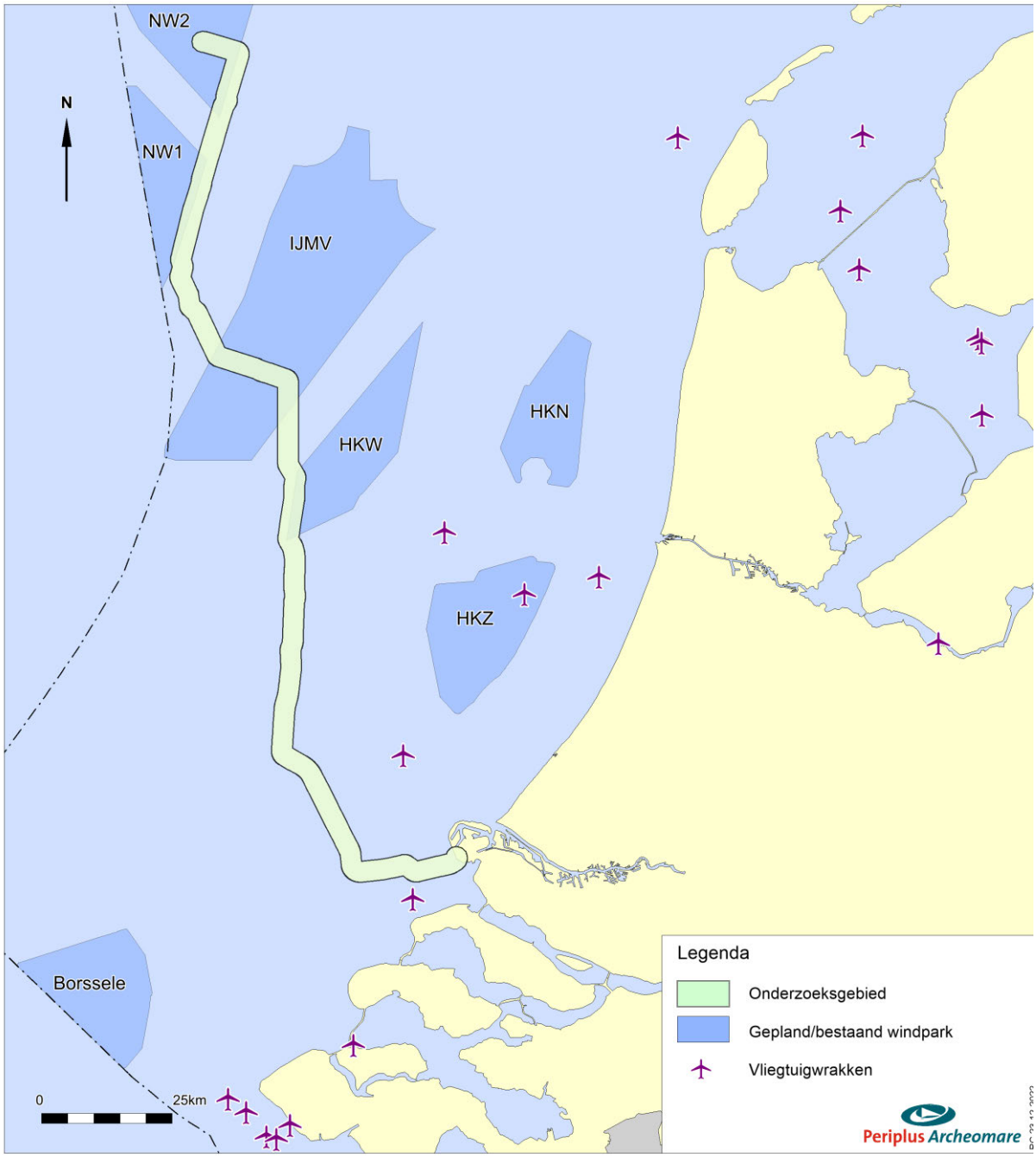
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland[34]. Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden[35].

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem

[34] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[35] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet[36]. Afbeelding 30 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat. Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.



Afbeelding 30. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

[36] Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd, vormt het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de vroeg-*holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket | Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Walcheren	zand en klei	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	II en IV, mogelijk III	LPALEO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Wierden	fijn zand		III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	Wijchen	stugge siltige klei; soms met paleosol	Laat Glaciaal (Allerød) tot Vroeg Holoceen	II en III	LPALEO – VMESO
	-	grof zand	Weichselien	II en IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	*Eemien*	IV	MPALEO
Egmond Ground	-	zand en klei	Holsteinien	IV	PALEO

*** Archeologische verwachting**	
I	Scheepswrakken en scheepvaart gerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

Tabel 14. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

In tabel 14 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de *Formatie van Echteld* verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het *Eemien* zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-*mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde*[37].

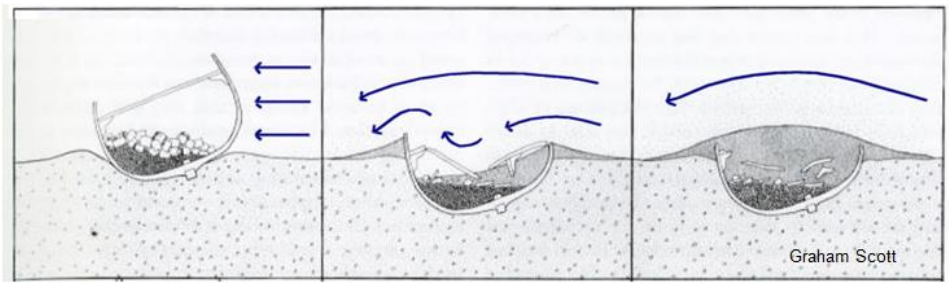
Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-*holocene* landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal te worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

[37] Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 30 scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft. Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 31.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich nog onontdekte resten bevinden langs het beoogde tracé.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
Binnen het onderzoeksgebied zijn 30 scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

Drie wrakken vormen de overblijfselen van schepen die na 1950 gezonken zijn. Deze recente scheepswrakken hebben geen archeologische waarde.

Van de overige wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald. Behalve scheepswrakken zijn in ARCHIS 3 meerdere vindplaatsen bekend. Het gaat om vondsten van handgevormd aardewerk, vaatwerk en botresten uit de Romeinse tijd. Daarnaast zijn diverse vondsten uit andere perioden bekend, zoals vuursteen- en benen artefacten uit de Prehistorie.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?
Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken
De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* verwacht. De dikte van deze laag varieert langs het tracé van 0 tot 30 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen. Dit betekent dat de fysieke kwaliteit (gaafheid en conservering) laag is. De informatiewaarde en herinneringswaarde van deze vindplaatsen is daarentegen hoog.

b) prehistorische nederzettingen
De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).
In situ resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Laag van Wijchen*, de *Basisveen Laag* en/of de

Laag van Velsen. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 m LAT[38].

Naast kampplaatsen kunnen in de laat-*glaciale* (*Allerød interstadiaal*) en vroeg-*holocene* afzettingen van de *Laag van Wijchen,* en de vroeg-*holocene* afzettingen van de *Basisveen Laag* en de *Laag van Velsen*, verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Vormt de aanleg van de kabel een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
Egalisatie (pre-lay sweep), baggeren en in het in de zeebodem begraven van de kabels kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar, magnetometer en subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabel een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:
Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?
Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar, multibeam en magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

[38] LAT = Lowest Astronomical Tide: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibrocore*; boreholes) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied.

Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om de archeologische partij in de gelegenheid te stellen om:

a) (op basis van de resultaten van het subbottom profiler onderzoek) een nader te bepalen aantal *vibrocore* locaties aan te wijzen voor geo-archeologisch onderzoek;
b) de sedimenten die op deze *vibrocore*-locaties worden bemonsterd te beschrijven en interpreteren conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie;
c) sedimenten uit de *vibrocore*-liners te bemonsteren voor specialistisch onderzoek (zoals pollen, diatomeeën, ostracoden, foraminiferen, AMS-^{14}C en OSL-dateringen, et cetera)
d) de punten a) tot en met c) uit voeren voordat de *vibrocore* monsters eventueel worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kunnen het kabeltracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridors of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen het onderzoeksgebied van het Nederwiek 2 tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 30 scheepswrakken bekend. Op drie locaties bevinden zich resten van schepen die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde.

De archeologische waarde van de overige wrakken is nog niet vastgesteld, maar het kan om waardevolle wrakken gaan. Naast scheepswrakken zijn dicht voor de kust vindplaatsen bekend waar resten uit de Prehistorie, Romeinse tijd en Nieuwe Tijd zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridors van het tracé te toetsen[39]. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd, gevolg door een gedetailleerde survey voor de definitieve kabelroute. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

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

Tabel 15. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

[39] conform KNA waterbodems protocol 4103.

Geadviseerd wordt de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag[40].

Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Alpha, Beta en Gamma routes naar windpark IJmuiden Ver in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 2 tracé te toetsen.

[40] conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied 6
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT) 7
Afbeelding 3. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT) 8
Afbeelding 4. Impressie van het toekomstige 2GW platform op zee. 15
Afbeelding 5. Diepte van de waterbodem langs het tracé 16
Afbeelding 6. Kruisende kabels en leidingen 17
Afbeelding 7. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 2 18
Afbeelding 8. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 19
Afbeelding 9. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine) 21
Afbeelding 10. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis) 22
Afbeelding 11. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018). 22
Afbeelding 12. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852) 24
Afbeelding 13. Oppervlaktesedimenten 26
Afbeelding 14. Geologische Kaart Nederland (2021) 28
Afbeelding 15. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY) 29
Afbeelding 16. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen tracé Nederwiek 2 30
Afbeelding 17. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP) 31
Afbeelding 18. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket) 33
Afbeelding 19. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien 36
Afbeelding 20. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (77 kjaar tot 14 kjaar geleden). Permafrostlandschap met afzetting van zand tijdens piekafvoeren door vlechtende riviersystemen van Rijn en Maas 37
Afbeelding 21. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat 39
Afbeelding 22. Archeologische potentie voor prehistorische resten 40
Afbeelding 23. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied 41
Afbeelding 24. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied 44
Afbeelding 25. Multibeamopnamen van wrak NCN 364 45
Afbeelding 26. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364 45
Afbeelding 27. Overzicht van de overige NCN contacten 47
Afbeelding 28. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 48
Afbeelding 29. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 49
Afbeelding 30. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied 50
Afbeelding 31.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 53

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 4
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 4
Tabel 3. Parallelle afstanden tussen de verschillende Net op zee projecten. 7
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009) 11
Tabel 5. Kruisende kabels 17
Tabel 6. Kruisende pijpleidingen 17
Tabel 7. Details van de zandwingebieden 18
Tabel 8. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 20
Tabel 9. Pleistocene en vroeg-holocene afzettingen die in het offshore deel van het tracé gekarteerd zijn. Deze afzettingen zijn afgedekt door holocene afzettingen van het Laagpakket van Wormer en/of het Bligh Bank Laagpakket. De kleuren in deze tabel komen overeen met die van de Geologische Kaart Nederland in afbeelding 14. 27
Tabel 10. Variaties in dikte van de holocene laag langs het tracé Nederwiek 2 30
Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied 35
Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied 42
Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database 46
Tabel 14. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 51
Tabel 15. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 57

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
Antropogeen	Door menselijk handelen
Allerød interstadiaal	Het Allerød-interstadiaal is een warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
Crevasse afzetting	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Eemien	Geologische tijdperk, warme periode (*interglaciaal*) 130.000 tot 115.000 jaar geleden, vergelijkbaar met de huidige warme periode, het *Holoceen*.
Geogenese	Ontstaansgeschiedenis
Geofysisch onderzoek	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
Geotechnisch onderzoek	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
Glaciaal	IJstijd
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 11.700 jaar geleden tot heden)
In situ	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Interglaciaal	Warme periode tussen twee ijstijden (*glacialen*)
Klastische rivierafzettingen	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten)
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
KP-waarde	Kilometer Punt -waarde. Een waarde die per afstandseenheid aan een leiding of kabel wordt gegeven.
Laat Glacial	Geologische tijdperk, laatste deel van het *Weichselien* waarin warmere perioden (*interstadialen*) en kouder perioden elkaar afwisselen, 15.000 tot 11.700 jaar geleden
LAT	Lowest Astronomical Tide
Lithostratigrafie	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie
Magnetometer	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
Mesolithicum	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
Multibeam echosounder	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt

Term	**Omschrijving**
Nearshore	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
Offshore	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het *nearshore* gedeelte
Paleolithicum	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het *Holoceen*, ca 11700 jaar geleden
Pleniglaciaal	Geologische tijdperk, koudste periode binnen het *Weichselien*, 115.000 tot 11.700 jaar geleden
Seismiek	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stratigrafie	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Survey	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UXO-DAS survey	UnExploded Ordance Detection and avoidance survey
Weichselien	Geologische tijdperk, laatste ijstijd 115.000 tot 12.000 jaar geleden

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: What lies beneath … Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape. antiquity 92 361 (2018): 22–37.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- Cassée, R.W., van Lil, R. en Mol. D, 2021. Aanleg Alpha-1 kabel naar windpark Hollandse Kust (zuid): vondst van dierlijk pleistoceen botmateriaal. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare Rapport: 20A031-01
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): Aardgastransportleidingtracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands.* Early Holocene landscape development and habitation, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated

lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146

- Stulp, B., 2008. Verdwenen dorpen in Nederland. Falstaf Media
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024-01
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodems Dordtse Biesbosch. Periplus Archeomare rapport 08A020
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., en Waldus, W.B., Amersfoort, 2006. Een vroeg 19e eeuws scheepswrak in het Hollandsch Diep, gemeente Moerdijk, MIVO3. ADC rapport 778
- Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, in voorbereiding. Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver). Periplus Archeomare report 19A029-01
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01
- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.

- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)

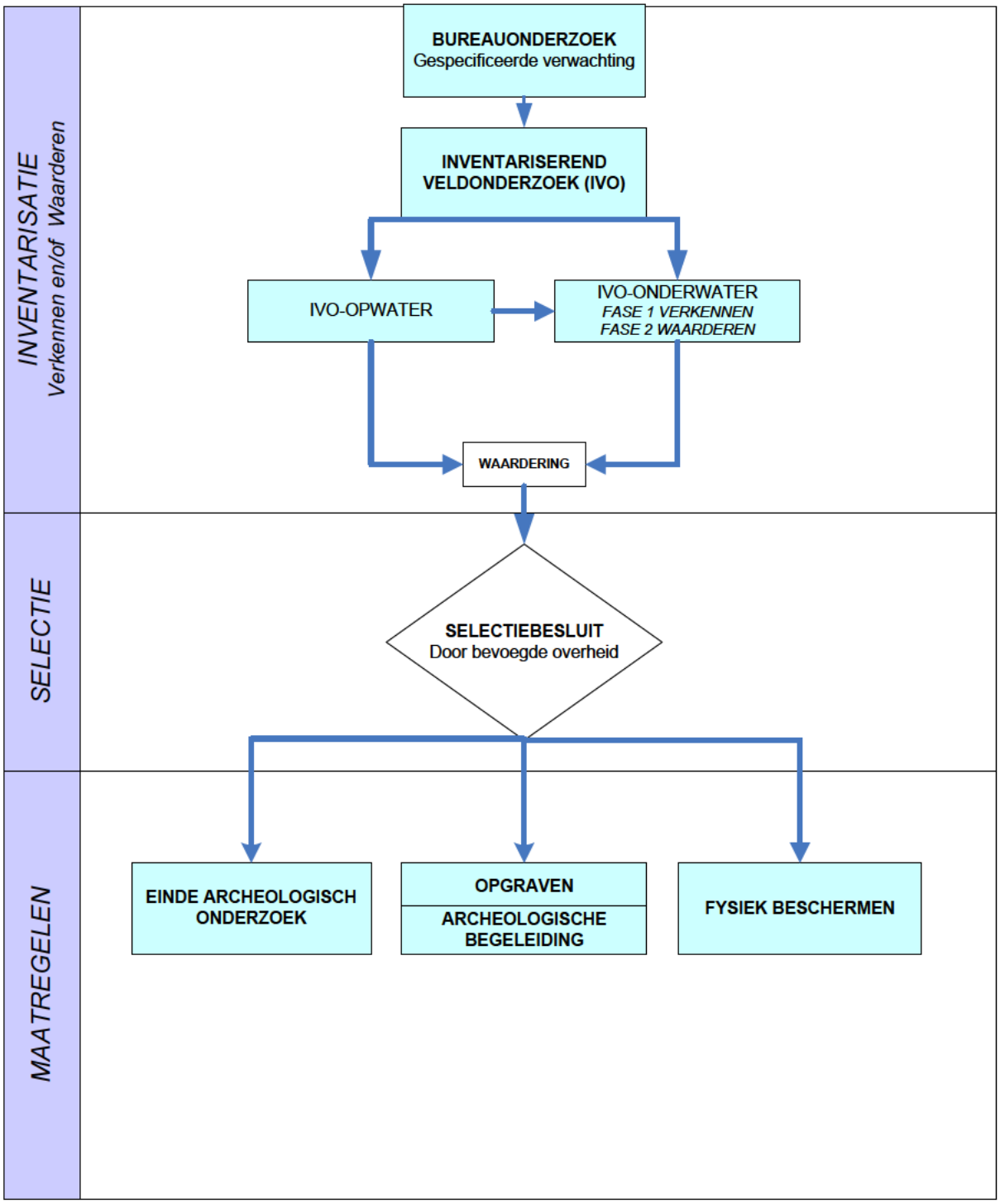
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE				ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE		TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**		**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd		C		1850
						B		1650
						A		1500
				Middeleeuwen	Laat	B		1250
						A		1050
					Vroeg	D		900
						C		725
						B		525
						A		450
	Vroeg Subatlanticum		0	Romeinse tijd		Laat		270
						Midden		70 n. Chr.
						Vroeg		15 v. Chr.
			450 v. Chr	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
							Midden	500
							Vroeg	800
						Bronstijd	Laat	1100
							Midden	1800
							Vroeg	2000
	Subboreaal		3700		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
							Midden	4200
							Vroeg	4900/5300
	Atlanticum		7300			Mesolithicum	Laat	6450
	Boreaal		8700				Midden	8640
	Preboreaal		9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas			Paleolithicum	Laat	B	12.500
			Allerød						
			Oude Dryas						
			Bølling						
		Pleniglaciaal L							16.000
			Late Glacial Max				Jong		
								A	35.000
			Denekamp						
		Pleniglaciaal M							
			Hengelo				Midden		
		Pleniglaciaal V	Moershoofd						
									250.000
		Vroeg Glaciaal	Odderade						
			Brørup						
			Amersfoort						
							Oud		
	Eemien		126.000						
	Saalien		236.000						
	Oostermeer		241.000						
	onbenoemd		322.000						
	Belvédère		336.000						
	onbenoemd		384.000						
	Holsteinien		416.000						
	Elsterien		463.000						

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving
14	1831	46841	567059	5753375	20	Wrak HY1831, Liberiaans stoomschip "South-America" SAM , gestrand op 12 februari 1966
24	2461	46661	542312	5765500	100	Houten delen van een wrak
82	607		543107	5761781	20	Onbekende wrakresten in Eurogeul
206	1806	46842	562288.65	5748822.95		Stoomschip "LERO" NOORDZEE HINDER 1 LIGGING: W van Voorne; ca. 8,5 km uit Westpunt kust. Stoomschip "LERO"
210	1822	46838	567032.42	5751541.64		Werknaam Sleipner; NOORDZEE BOLLEN 1
211		46840	568516.87	5751994.38		NOORDZEE BOLLEN 3. LIGGING: ZW van ZW-punt Maasvlakte, ca. 1700 m. uit de kust. In 1895 wrakton gelegd; in 1896 wrak opgeruimd tot LW -45 dm.
250	2045	46612	533077.41	5776564.48	1	Vrachtschip Kof Durward, gezonken 1915
364	2939	46668	546967	5752539	10	Wrak van groot oud stoomschip. 20-07-1986. Wrak van oud groot stoomschip.
382	3136	48566	544219.36	5758726.73	1	Mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster
1211	908		518976.59	5881629.76		Onbekend wrak 908
1748	1816		554367.87	5751047.99		Onbekend wrak
1752	1821		564002.37	5752367.12		Wreck reported.
1828	1941		544862.77	5762447.7		Onbekend wrak
1829	1942		544367.07	5762443.26		Onbekend wrak
1905	2055		536007.88	5779307.85		Onbekend wrak
1910	2062		534093.97	5781302.7		Onbekend wrak
1911	2063		535228.05	5782083.09		Onbekend wrak
1915	2067		536893.1	5783726.19		Onbekend wrak
1977	2144		535328	5810665	20	Houten wrak
2055	2246		534136	5827438	2	Werknaam Poppetjeswrak; Wrak Poppetjeswrak HY2246 Geïdentificeerd door Noordeeduikers als SS Anglia
2081	2274		535655.83	5834711.71	5	Wrak Anna Graebe, vergaan 12-01-1978
2810			535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.
2869	3574		533773	5779675	12	Wrak onverkend melding Dennis de Rooij
8908		23662	568449.86	5751575.27		Zwaar gebouwd schip met grove en gebogen inhouten.
9211		46839	567563.27	5752074.26		Onbekend wrak WZW van ZW-punt Maasvlakte, ca. 2300 m. uit de kust. In 1902 opgeruimd tot LW -24 dm.
9511	1921		543587	5761978	20	ss. Port G. Warra, verwijderd uit de DHY lijst
9964		23650	569411.38	5753119.17		Drie fragmenten, SL1, SL3 en SL5, van 1 schip dat op de Slufter werd aangetroffen.
9965		23652	569059.93	5753343.68		MAASVLAKTE SLUFTER 5 Z
9966		23653	569434.2	5752911.88		MAASVLAKTE SLUFTER 4
18756			513273	5866589	20	Wrakresten

Bijlage X-B Bureauonderzoek Archeologie op land Net op Zee Nederwiek 2

Arcadis Archeologische Rapporten 370

TenneT TSO B.V.

05-07-2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding van het onderzoek 5
1.2 Plangebied en onderzoeksgebied 6
1.3 Administratieve gegevens 7
1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied 8
1.5 Doel van het bureauonderzoek 11
1.6 Normen en werkwijze 11
1.6.1 Werkwijze archeologie 12
1.7 Juridisch- en beleidskader 12
1.7.1 Europees: Verdrag van Malta (1992) 12
1.7.2 Nationaal: Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988) 13
1.7.3 Gemeentelijk: beleidskaart en bestemmingsplan 13

2 Landschap 15

2.1 Inleiding 15
2.2 Landschap 15
2.2.1 Paleogeografische ontwikkeling 15
2.2.2 Geologische opbouw 19
2.2.3 Geomorfologie en bodem 21
2.3 Hoogtebestand AHN 23
2.4 Verstoringen 24

3 Historie 25

3.1 Inleiding 25
3.2 Historische informatie 25
3.2.1 Historische ontwikkeling 25
3.2.2 Historisch topografisch kaartmateriaal 25

4 Archeologische informatie 32

4.1 Inleiding 32
4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart 32
4.3 Vindplaatsen 34
4.3.1 AMK-terreinen 34
4.3.2 Vondstlocaties en waarnemingen 34
4.4 Eerder uitgevoerd onderzoek 35

5 Conclusies en aanbevelingen 39

5.1 Conclusie 39
5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel 39
5.3 Advies 41

Bronnen 42

Colofon 43

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 2. Parallel aan dit onderzoek is door Periplus een archeologisch bureauonderzoek voor het kabeltracé op zee uitgevoerd. Beide onderzoeken worden uitgevoerd in het kader van de milieueffectrapportage (hierna: MER). De bureauonderzoeken worden uitgevoerd conform de vigerende KNA-regeling, versie 4.1 en conform de aanvullende archeologische richtlijnen van de provincie en gemeenten waarbinnen het plangebied zich bevindt. Het project Net op zee Nederwiek 2 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op land naar een converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom;
- Een ondergronds kabeltracé van 380kV-wisselstroom op land voor de aansluiting op het nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningsstation Amaliahaven.

Dit rapport gaat over de effecten van de laatste drie onderdelen. Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied kunnen bevinden.
Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied kunnen bevinden.

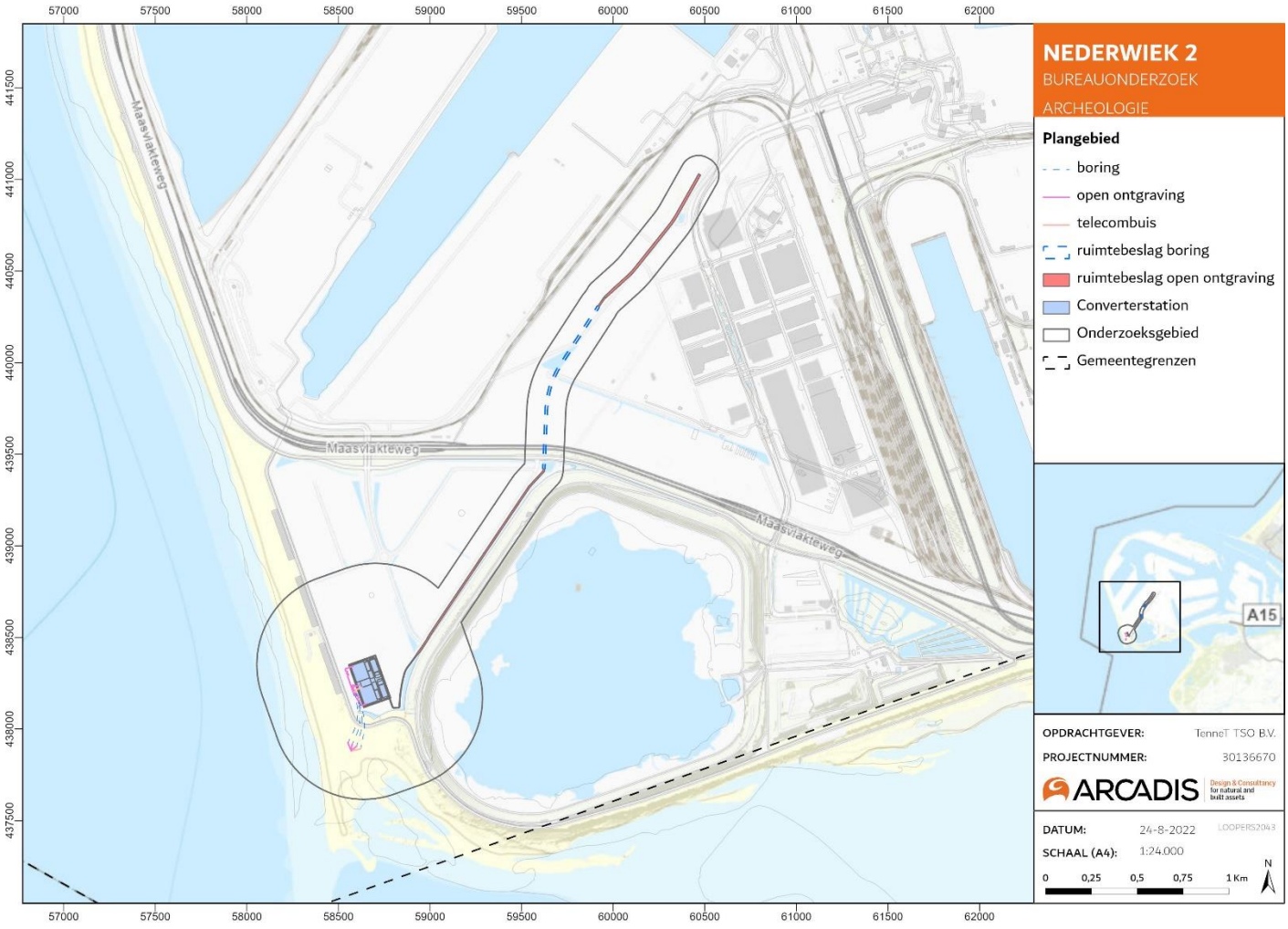
Deels parallel liggend aan het kabeltracé Net op zee Nederwiek 2 liggen de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. Voor deze kabeltracé is reeds een bureauonderzoek uitgevoerd (Zijl 2021, Looper, 2022). Gezien de gedeeltelijke parallelligging tussen deze kabeltracés en de ligging in de Maasvlakte is voorliggend bureauonderzoek grotendeels gebaseerd op de voorgaande onderzoeken. Met name voor de algemene archeologische, landschappelijke en historische informatie is gebruikt gemaakt van het eerdere onderzoek. Waar nodig is in dit bureauonderzoek op verschillende onderwerpen gespecificeerd met betrekking tot de ligging van het kabeltracé Nederwiek 2.

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied en een zone van 100 meter of 500 meter daaromheen. Het plangebied bestaat uit de volgende elementen:

- Het ondergrondse kabeltracé (525kV-gelijkstroom) van de aanlanding naar het converterstation en het ondergrondse kabeltracé (380kV-wisselstroom) naar het hoogspanningsstation.
- Het converterstation

Voor de lineaire elementen (kabelverbindingen) wordt uitgegaan van een buffer van 100 meter en voor de stationslocatie wordt uitgegaan van 500 meter. Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige archeologische waarden in en rondom het plangebied en kunnen resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd (Figuur 1).



Figuur 1 Plan- en onderzoeksgebied.

1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1 Objectgegevens onderzoek

Objectgegevens onderzoek	
Arcadis Projectnummer	30136670
ISSN-nummer	2666-8718
Projectnaam	Net op zee Nederwiek 2
Plaats	Maasvlakte
Gemeente	Rotterdam
Provincie	Zuid-Holland
Coördinaten (X,Y)	59273.71, 438933.28
Lengte tracé /Oppervlakte plangebied	Circa 3,2 km kabeltracé – 3,9 ha converterstation
Onderzoeksmelding Archis3	5287749100
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Auteur	Incl. Sen KNA arch.
Contactpersoon	-
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Bevoegd Gezag	Gemeente Rotterdam
Uitvoeringsperiode onderzoek	Augustus – September 2022
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied

Het plangebied is gelegen op de Maasvlakte in de gemeente Rotterdam. Het kabeltracé loopt over de grens van de Eerste Maasvlakte en de Tweede Maasvlakte. Binnen het plangebied wordt een ondergronds kabelsysteem aangelegd om de stroom van de windturbines op zee naar het land te transporteren.

Converterstation

Het converterstation is gelegen net ten westen van de Slufter. Via het 525kV-gelijkstroomkabeltracé op zee komt de kabel aan land via een gestuurde boring nabij het converterstation. Ter plaatse van het converterstation wordt de 525 kV-gelijkstroom (DC-tracé[1]) omgezet naar een 380kV-wisselstroomtracé (AC-tracé [2]), die geschikt is om op het reguliere stroomnetwerk aan te sluiten.

De plot voor het converterstation heeft een omvang van circa 3,9 ha. De verwachte afmetingen van het converterstationgebouw zijn circa 160 m x 250 m, en met een maximale hoogte van 25 meter. Het converterstation wordt op staal gefundeerd. Gedeeltelijk onder het converterstation wordt een kelder aangelegd met een diepte van circa 3,5 m -mv.

De plot voor het converterstation ligt op een hoogte van circa +5,10 tot 7,00 meter NAP. Deze locatie voldoet daarmee niet aan het beleid van TenneT met betrekking tot maaiveldhoogtes en toekomstbestendigheid. Om wel aan het waterveiligheidsbeleid van TenneT te voldoen dient het maaiveld opgehoogd worden, het uitgangspunt voor de ophoging van het maaiveld is momenteel een ophoging van circa 1 meter.

Kabeltracé

Vanaf het converterstation loopt het 380kV-wisselstroomtracé verder richting het later te bouwen 380kV-hoogspanningsstation. Het AC-kabeltracé van Nederwiek 2 loopt in eerste instantie via een open ontgraving in zuidelijke richting en zal na het verlaten van het plot voor het converterstation in noordelijke richting vervolgd worden. Het AC-kabeltracé loopt hier langs de voet van de Slufterdam tot vlak voor de Maasvlakteweg.

De gehele strook vanaf de weg, de berm, het fietspad, de sloot en voet van de Slufterdam wordt bekeken om de ligging van het kabeltracé te bepalen; de werkstrookbreedte bedraagt hierbij circa 11 meter. De diepte van de aanleg bedraagt circa 120 cm -mv. Vlak voor de Maasvlakteweg gaat de sloot over in een diepere waterberging. In dit water zal een boring (HDD) worden ingezet om de Maasvlakteweg te kruisen. Na een korte open ontgraving, zal waarschijnlijk een tweede boring (HDD) worden ingezet alvorens uit te komen bij de locatie van het 380kV-hoogspanningsstation Amaliahaven. Het nog te bouwen 380kV-station Amaliahaven maakt geen onderdeel uit van het project Nederwiek 2, en wordt derhalve in dit bureauonderzoek ook niet nader onderzocht.

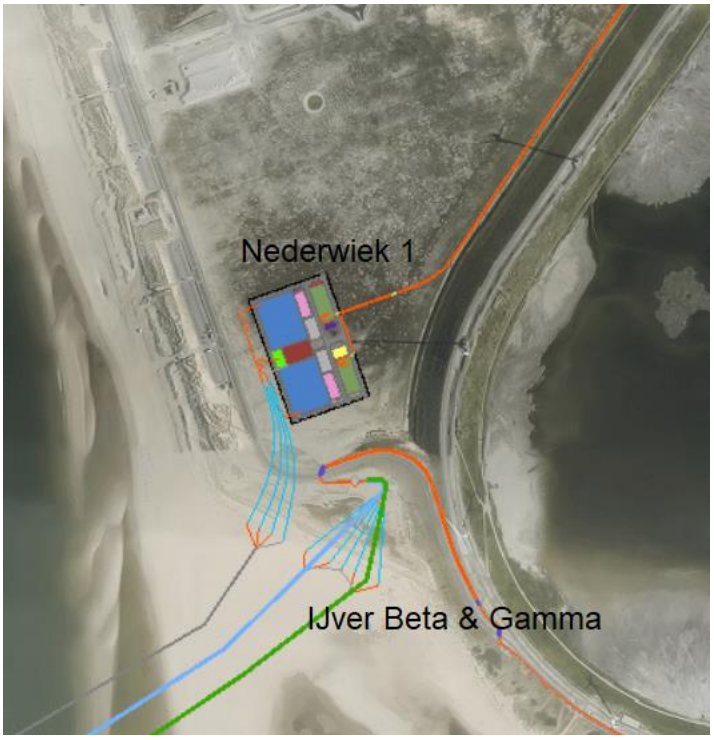
[1] DC staat voor ‘Direct Current’, oftewel gelijkstroom.
[2] AC staat voor ‘Alternating Current’, oftewel wisselstroom.



Figuur 2 Plan- en onderzoeksgebied op de luchtfoto



Figuur 3 Kabelconfiguratie



Figuur 4 Weergave kabeltracé en converterstation Net op zee Nederwiek 1, ten opzichte van Net op zee IJmuiden Ver Beta & Gamma.

1.5 Doel van het bureauonderzoek

Het doel van het bureauonderzoek is drieledig:

1. Inzicht verschaffen in de archeologische en historische resten die zich in het plangebied bevinden of verwacht worden.
2. Opstellen van een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel conform KNA 4.1.
3. Advies opstellen over of en waar er archeologisch vervolgonderzoek nodig is, en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het vervolgonderzoek moet bestaan.

1.6 Normen en werkwijze

Arcadis streeft naar een integrale aanpak van erfgoed. Erfgoed bevat zes pijlers (Figuur 5): archeologie, historische gebouwen, historisch landschap, natuurlijk erfgoed, collecties & objecten en immaterieel erfgoed. Deze aspecten vertonen een grote verbondenheid en onderlinge samenhang. Een integrale benadering van deze aspecten heeft een meerwaarde voor het project waarbinnen het wordt uitgevoerd. Het zorgt ervoor dat er een gedegen inventarisatie beschikbaar is en dat er een integrale erfgoedwaardering kan worden uitgevoerd.
In dit bureauonderzoek ligt de hoofdfocus op archeologie. Daar waar relevant zullen waarden worden toegevoegd uit de pijlers historische gebouwen, historisch landschap en natuurlijk erfgoed in het hoofdstuk Cultuurhistorie (Hoofdstuk 4). Van collecties & objecten en immaterieel erfgoed is geen sprake in het plangebied. Deze worden buiten beschouwing gelaten. De overige pijlers laten zich omschrijven als:

- **Archeologie**: Deze pijler omvat alle bekende en onbekende, in en op het bodemarchief aanwezige resten van menselijke activiteiten, die wel of niet verstoord zullen gaan worden. Archeologie zal worden uitgevoerd volgens de KNA 4.1, protocol bureauonderzoek 4002. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de te verwachten aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden.
- **Historisch landschap**: In deze pijler worden de elementen die behoren tot de historische geografie beschreven. Dit zijn cultuurhistorische punten, lijnen en vlakken, zoals cultuurhistorische landschappen, historisch groen, historische paden, sloten, dijken, beplantingen etc. als ook historische zichtlijnen en historische wegen-, verkavelings- en beplantingspatronen etc.
- **Gebouwd Erfgoed**: Deze pijler bestaat uit elementen die behoren tot de historische (steden)bouwkunde. Hieronder vallen beschermde stads- en dorpsgezichten, Rijksmonumenten, en waardevolle bouwkundige objecten (molens, boerderijen, sluizen, etc.) en ensembles (erven, dorpen, linten, landgoederen, etc.).
- **Natuurlijk Erfgoed**: Onderdeel van deze pijler zijn bijzondere elementen van het landschap die door natuurlijke processen zijn gevormd, zoals bijvoorbeeld een steilrand of een stuwwal. Ook aardkundige waarden vallen onder deze pijler.



Figuur 5 Zes pijlers van het cultureel erfgoed

1.6.1 Werkwijze archeologie

De landschappelijke en archeologische situatie wordt beschreven op basis van een aantal bronnen. De landschappelijke opbouw en ontwikkeling van het onderzoeksgebied zegt veel over de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden in het plangebied. In combinatie met gegevens over bekende archeologische vondsten en historische gegevens wordt een verwachting opgesteld voor de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de verwachte aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden.

De doelstellingen vermeld in paragraaf 1.5 worden bereikt door het beantwoorden van de volgende vragen:

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?
2. Welke archeologische gegevens in en rond het plangebied zijn bekend?
3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?
4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?
5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?
6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor het bureauonderzoek archeologie worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
- Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart;
- Relevante publicaties van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek;
- Bodemkaarten, geomorfologische kaarten, het AHN;
- Informatie uit Archis 3;
- Historische kaarten;
- Informatie over de Tweede Wereldoorlog.

1.7 Juridisch- en beleidskader

1.7.1 Europees: Verdrag van Malta (1992)

Op 16 januari 1992 is door de Raad van Europa het Europese verdrag van Malta - ook wel bekend als de Conventie van Malta of het Verdrag van Valletta - gesloten. Het verdrag beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. In het verdrag zijn drie uitgangspunten ten aanzien van de omgang met archeologie geïntroduceerd:

- Het streven naar het behouden van archeologie in de bodem, het zogenaamde "behoud in situ" (artikel 4, tweede lid). De gedachte daarachter is dat er bodemarchief voor toekomstige generaties bewaard moet blijven.
- “Behoud in situ” wordt bereikt door in de planvorming tijdig rekening houden met de (mogelijke) aanwezigheid van archeologische vindplaatsen, zodat er nog ruimte is voor archeologievriendelijke alternatieven (artikel 5). Dit gebeurt door vooraf onderzoek uit te voeren naar archeologische resten. Door er vooraf rekening mee te houden, wordt vertraging in bouwprocessen voorkomen.
- Wanneer ‘behoud in situ” niet mogelijk is, dienen de behoudenswaardige archeologische resten te worden veiliggesteld door middel van archeologisch onderzoek. Elke lidstaat die het Verdrag van Malta ondertekent, is verplicht maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat bij alle ontwikkelingsprojecten de kosten van het archeologisch onderzoek worden gedekt (artikel 6). In de Nederlandse wetgeving is dit vertaald in het ‘de verstoorder betaalt’-principe (Wet op de Archeologische Monumentenzorg 2008). De initiatiefnemer is verantwoordelijk voor de kosten van het archeologisch onderzoek en de uitwerking van de resultaten.

1.7.2 Nationaal: Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)

Sinds 1 juli 2016 geldt de Erfgoedwet. Deze wet harmoniseert de bestaande wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Een belangrijke wijziging voor archeologie is dat in de Erfgoedwet de regels voor de archeologische monumentenzorg aan de orde komen. De omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving is onderdeel van de Omgevingswet. Tot dat de Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen.

- Op grond van artikel 38a van de Monumentenwet 1988 en op grond van de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1.6 Besluit ruimtelijke ordening), zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. De verankering vindt plaats door het toekennen van de bestemming of dubbelbestemming ‘Waarde – Archeologie’. In een gemeentelijke verordening en in het bestemmingsplan worden regels opgenomen met betrekking tot het gebruik van de grond. Aan deze regels kan een omgevingsvergunningstelsel voor onder meer het gebruik van de grond en bodemwerkzaamheden worden gekoppeld.
- Op grond van artikel 2.22, derde lid onder d, van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht kunnen in het belang van de archeologische monumentenzorg, voorschriften aan de omgevingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften kunnen inhouden dat de aanvrager van een omgevingsvergunning een rapport overlegd, waarin de archeologische waarde wordt vastgesteld van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord.

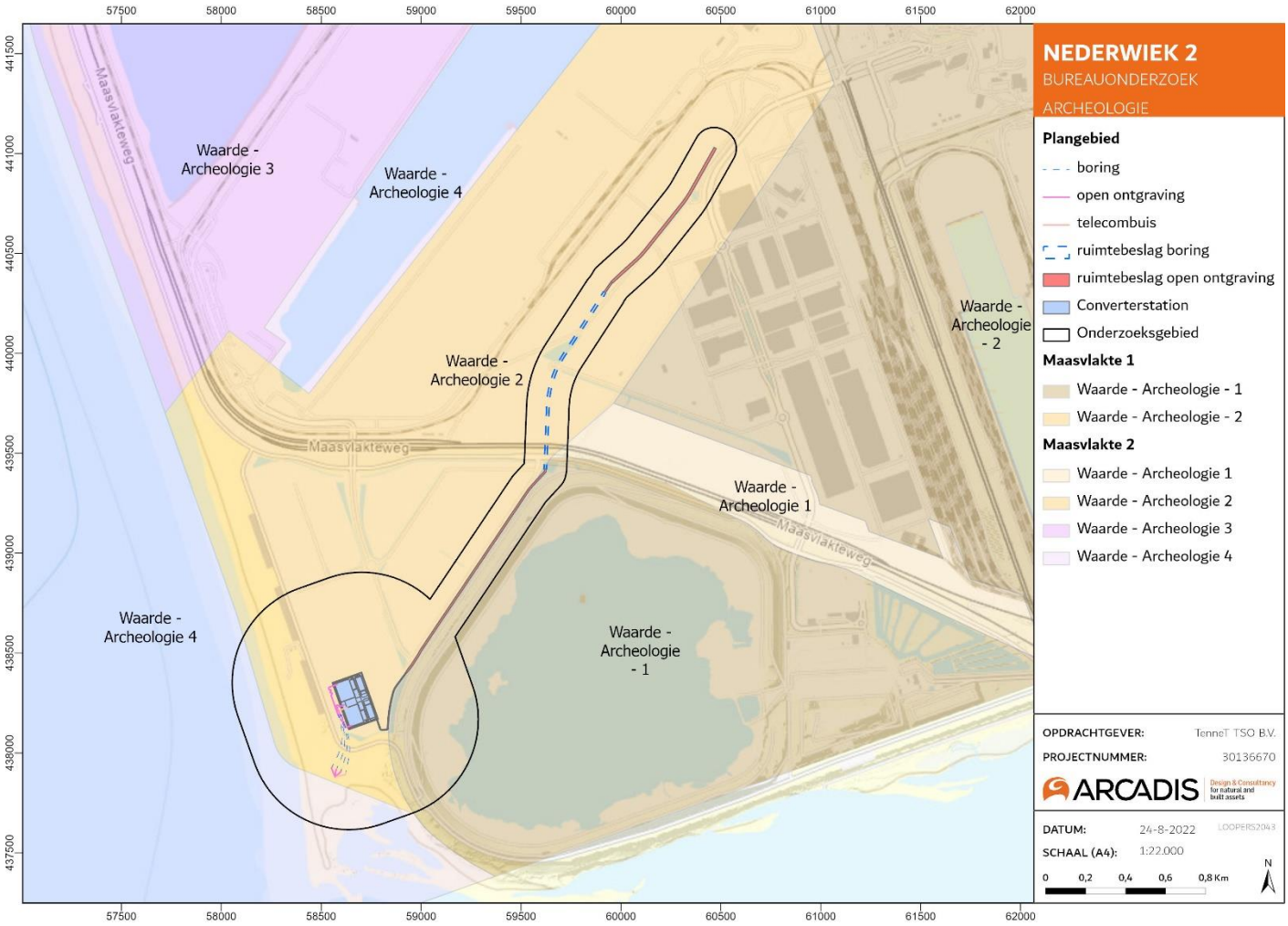
1.7.3 Gemeentelijk: beleidskaart en bestemmingsplan

Het gemeentelijk beleid toetst ingrepen aan een vastgesteld bestemmingsplan met archeologieparagraaf. Voor de gemeente Rotterdam zijn er de bestemmingsplannen Maasvlakte 1 en Maasvlakte 2. Deze bestemmingsplannen zijn een uitwerking van het wat grovere archeologiebeleid van de gemeentelijke verwachtingskaarten (AWK Rotterdam 2005 en AWK Westvoorne 2008).

De locatie Maasvlakte ligt in de gemeente Rotterdam. Het plangebied ligt hier deels in Bestemmingsplan Maasvlakte 1 en deels in bestemmingsplan Maasvlakte 2 (Figuur 6). Binnen deze bestemmingsplannen komen ter plaatse van het kabeltracé twee typen dubbelbestemming Archeologie voor, namelijk ‘Waarde – Archeologie 1’ en ‘Waarde – Archeologie 2’, het beleid behorende bij deze dubbelbestemmingen staat beschreven in Tabel 2.

Tabel 2 Archeologisch beleid Gemeente Rotterdam.

Dubbelbestemming	Beleid
Waarde Archeologie 1	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m², dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 3 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 3 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is vastgesteld.
Waarde Archeologie 2	Een omgevingsvergunning voor het bouwen van een bouwwerk met een oppervlakte van meer dan 200 m², dat in ongeroerde bodem dieper reikt dan 7 meter beneden NAP, wordt uitsluitend verleend indien een rapport beschikbaar is van een archeologisch deskundige waarin naar het oordeel van het bevoegd gezag de verwachte archeologische waarde van de dieper dan 7 meter beneden NAP te verstoren ongeroerde bodem in voldoende mate is beschreven. Het rapport is ten minste gebaseerd op bureauonderzoek en reeds beschikbare informatie.



Figuur 6 Beleidskaart

2 Landschap

2.1 Inleiding

De keuze voor een vestigingslocatie werd in het verleden in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving en de mogelijkheden die hierin geboden werden. De locatie was afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden en voorwaarden veranderden gedurende de perioden.

Een relatief hoge plaats ten opzichte van de omgeving en beschikbaarheid van (stromend) water gold voor nagenoeg alle perioden als voorwaarde voor een vestigingslocatie. Gedurende de jager/verzamelaar periode (tot en met het Neolithicum) was echter met name de beschikbaarheid van natuurlijke voedselbronnen van belang, terwijl de landbouwers (vanaf de Bronstijd tot en met de Late Middeleeuwen) de voorkeur hadden voor de aanwezigheid van vruchtbare gronden voor akkerbouw. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting.

2.2 Landschap

2.2.1 Paleogeografische ontwikkeling

Van belang voor de beschrijving van het landschap zijn de geologische processen die zich in Nederland hebben afgespeeld. Het huidige Nederlandsche landschap is gevormd gedurende het Pleistoceen en het Holoceen. Ter hoogte van het plangebied zijn het met name de landschappelijke ontwikkelingen uit Holoceen die het huidige landschap gevormd hebben.

Pleistocene ontwikkelingen

Tijdens de laatste ijstijd van het Pleistoceen, het Weichselien (circa 115.000 tot 10.000 jaar geleden), breidde het landijs zich vanuit Scandinavië sterk uit, echter werd Nederland in deze periode niet door landijs bedekt (Stouthamer, Cohen & Hoek, 2015). De zeespiegel daalde in deze periode sterk tot ongeveer 110 m beneden de huidige zeespiegelstand en de Noordzee kwam voor grote delen droog te liggen. In Nederland ontstond een koud en droog klimaat, met een open vegetatie met struiken en kruiden, de zogenaamde toendravegetatie. In de koudste fase van het Weichselien was er zelfs sprake van een poolwoestijn, met vrijwel geen vegetatie. Er ontstonden op grote schaal zandverstuivingen als gevolg van de wind die vrij spel kreeg door de kale en droge omstandigheden. Als gevolg van deze zandverstuivingen ontstonden afzettingen van dekzanden, die behoren tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden.

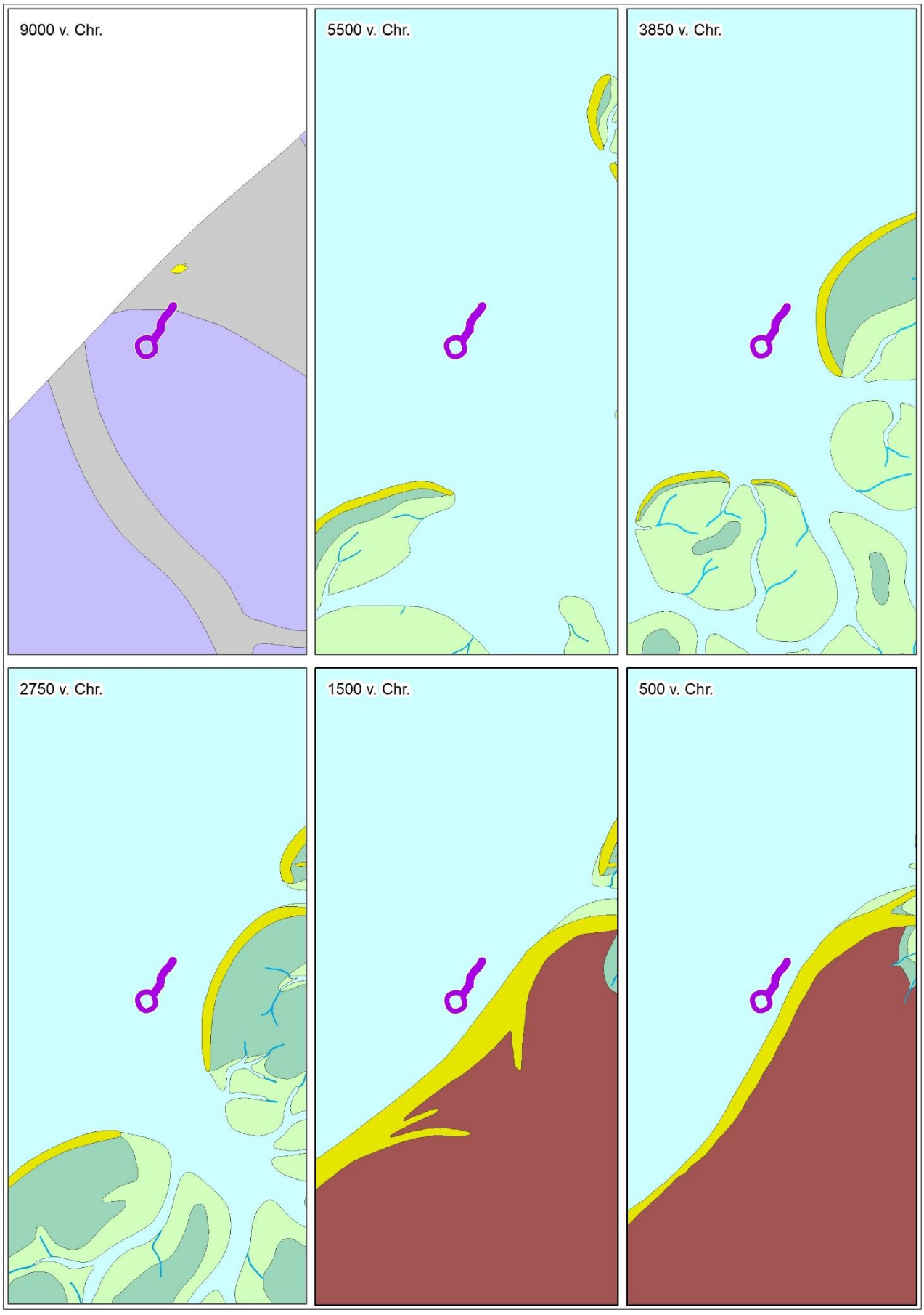
In de ijstijden kenden de rivieren een onregelmatig debiet (hoeveelheid water die een rivier per tijdseenheid transporteert) en een grote sedimentaanvoer. Deze factoren leidden tot het ontstaan van een vlechtend riviersystemen (Stouthamer, Cohen & Hoek 2015). In deze periode was de Maasvlakte onderdeel van het vlechtend riviersysteem van wat nu de Rijn en Maas is. Dit riviersysteem heeft in een brede vlakte een dal uitgesleten en een dik pakket zand en grind afgezet. Deze hoofdzakelijk grindrijke, grofzandige afzettingen worden tot de Formatie van Kreftenheye gerekend en bevinden zich ter plaatse van de Maasvlakte in de diepere ondergrond (Koeman *et al.* 2016). Tussen het moment dat de Maasvlakte droog ligt (9000 v. Chr.) en het moment dat het onder water is gelopen (5500 v. Chr) vinden verschillende ontwikkelingen plaats, die hieronder kort beschreven worden.

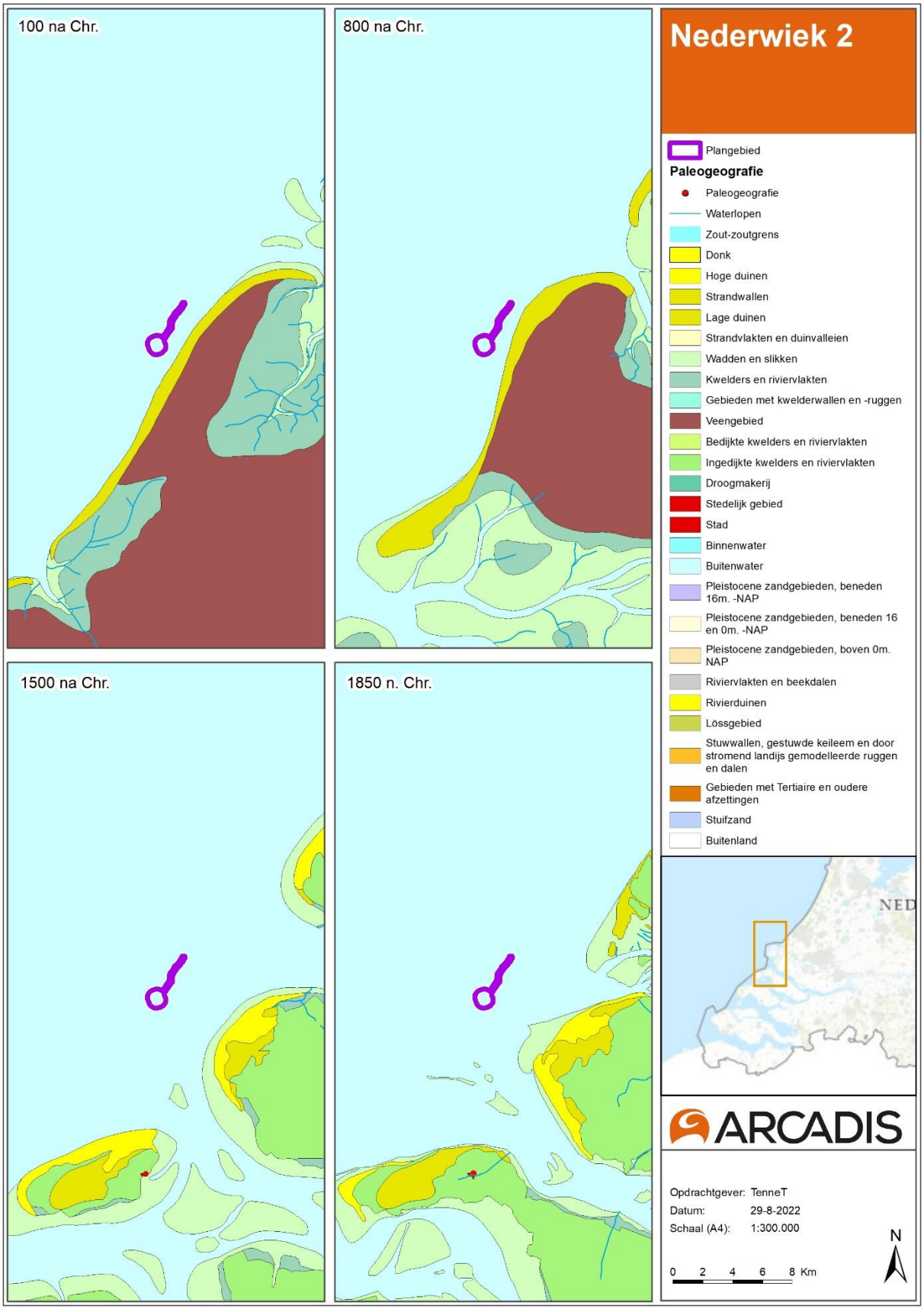
Holocene ontwikkelingen

Aan het begin van het Holoceen (Preboreaal) worden de lagere delen van de riviervlakte bij hoge rivierwaterstanden incidenteel overstroomd en wordt op deze plekken klei afgezet, dat tot de Laag van Wijchen behoort (Formatie van Kreftenheye). Ook kon vanuit de vaak geheel of gedeeltelijk droogliggende, brede en ondiepe rivierbedding verstuiving optreden, waardoor langs de rivier zogenaamde rivierduinen werden gevormd, deze worden ook wel donken genoemd (Berendsen, 2004). Ter plaatse van de Maasvlakte liggen rivierduinen in de ondergrond die dateren uit het begin van het Holoceen (preboreale tot begin boreale ouderdom; Moree en Sier 2014). Door de zeespiegelstijging nam daarna de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. In het eerste deel van het Boreaal (rond 8.400 voor Chr.) staken de rivierduinen in het gebied nog meters hoog boven de riviervlakte uit. De inschatting is dat de duintoppen 4 tot 6 meter hoger waren dan de omgeving, waarbij de hoogste toppen tot mogelijk 15 m –NAP reikten. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatiger overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta is ter plaatse van de Maasvlakte gedateerd in de periode 7.250 – 6.500 v. Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied

veranderde toen van een voor de mens bewoonbaar drassig terrestrisch landschap, naar een verdronken onderwaterbodem landschap waarbij de kustlijn steeds meer landinwaarts kwam te liggen. Tijdens die verdrinking op de overgang naar het Midden-Holoceen, en in de periode daarna onder water, zijn de rivier-, duin- en deltaïsche afzettingen plaatselijk geërodeerd. Buiten de toppen van de duinen blijkt het vroeg holocene bodemoppervlak in de Maasvlakte over grote oppervlakten echter bewaard te zijn gebleven, zoals het geval in het onderzoek bij de Yangtzeehaven (Moree en Sier 2016).

Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waarbij de Maasvlakte continu onder water stond (Figuur 7). Op deze zogenoemde transgressieve sedimenten ligt een complex van veel jongere mariene zeezanden en zand-klei gelaagde afzettingen behorend tot de Southern Bight Formatie, Bligh Bank Laagpakket (SBBL). Deze zandige sedimenten die behoren tot het Bligh Bank Laagpakket vormen ook de huidige zeebodem en de mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Door het ontstaan van de Maasvlakte vanaf de jaren ’80 waarbij dit zeezand is opgespoten bestaat de huidige Maasvlakte dan ook grotendeels uit deze zandige afzettingen.


9000 v. Chr.
5500 v. Chr.
3850 v. Chr.
2750 v. Chr.
1500 v. Chr.
500 v. Chr.

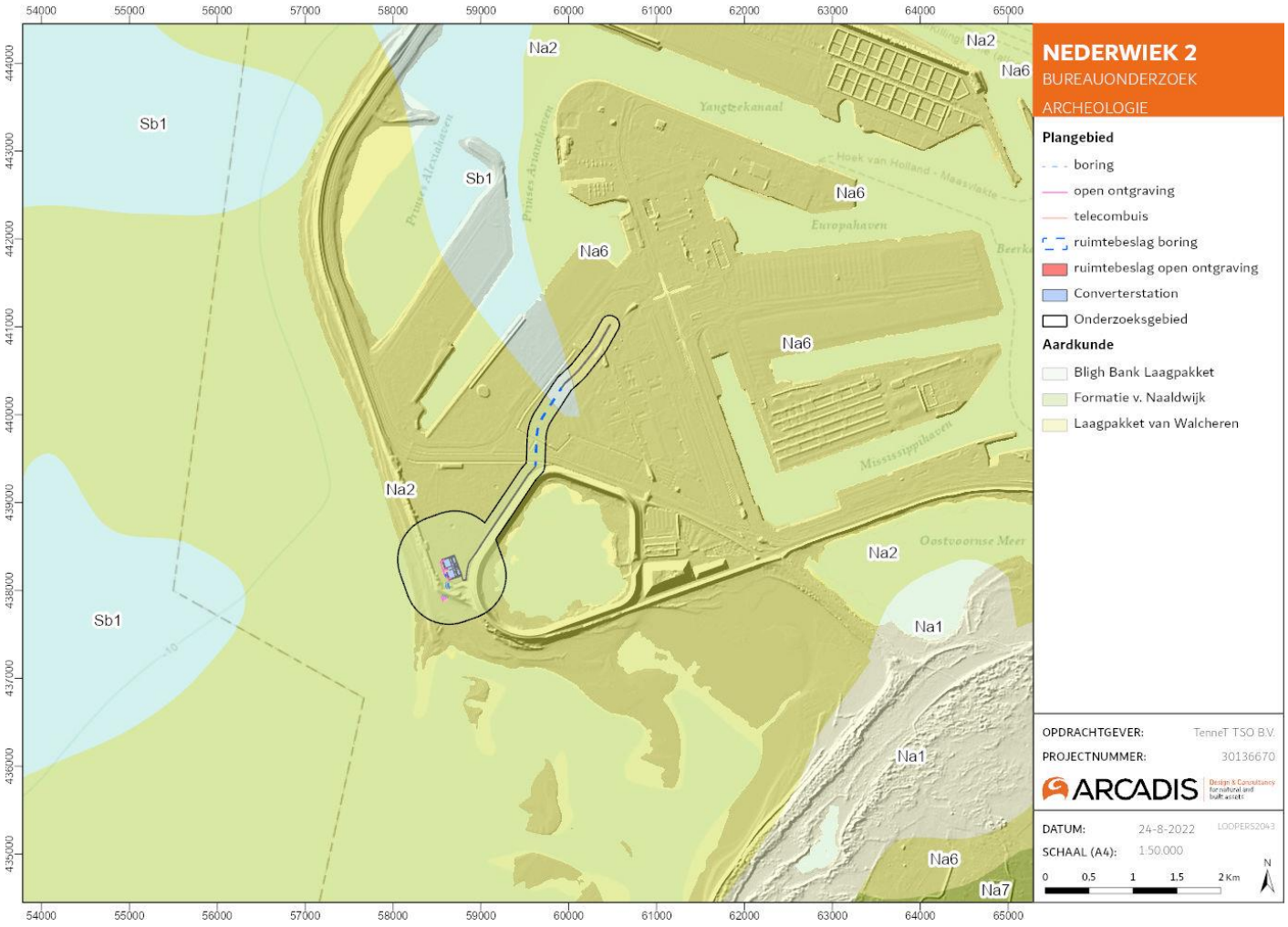


Figuur 7 Plangebied op de paleogeografische kaarten. Boven: 9.000 – 500 v. Chr. Onder: 100 – 1850 na Chr.

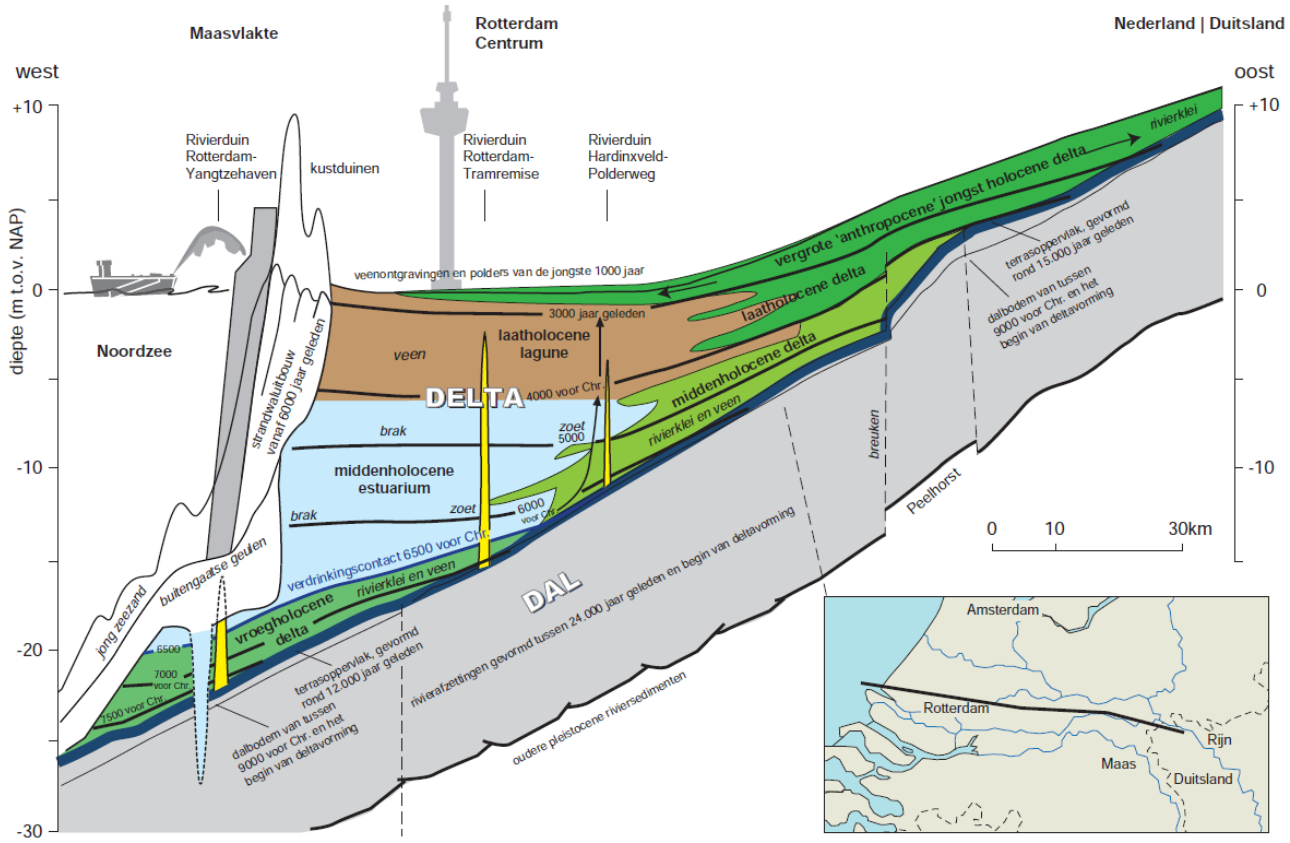
2.2.2 Geologische opbouw

Het plangebied bevindt zich op de geologische overzichtskaart (Figuur 8) binnen de zones Bligh Bank Laagpakket. (Sb1, zeezand), het Laagpakket van Walcheren (Na6, zeeklei en -zand) en de Formatie van Naaldwijk (Na2, zeeklei en -zand).

Het plangebied maakt deel uit van de eerste en tweede Maasvlakte bij Rotterdam. Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Dit zand is afkomstig van de Noordzeebodem en bestaat dan ook vooral uit het Bligh Bank laagpakket (zie schematische weergave Figuur 9). Boringen gezet nabij het plangebied tonen aan dat circa de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (DINOloket, deze lagen zijn niet nader geologisch gedefinieerd). Onder de antropogene ophoging met zand komen afzettingen uit het Weichselien en het Vroeg Holoceen voor.



Figuur 8 Geologische kaart

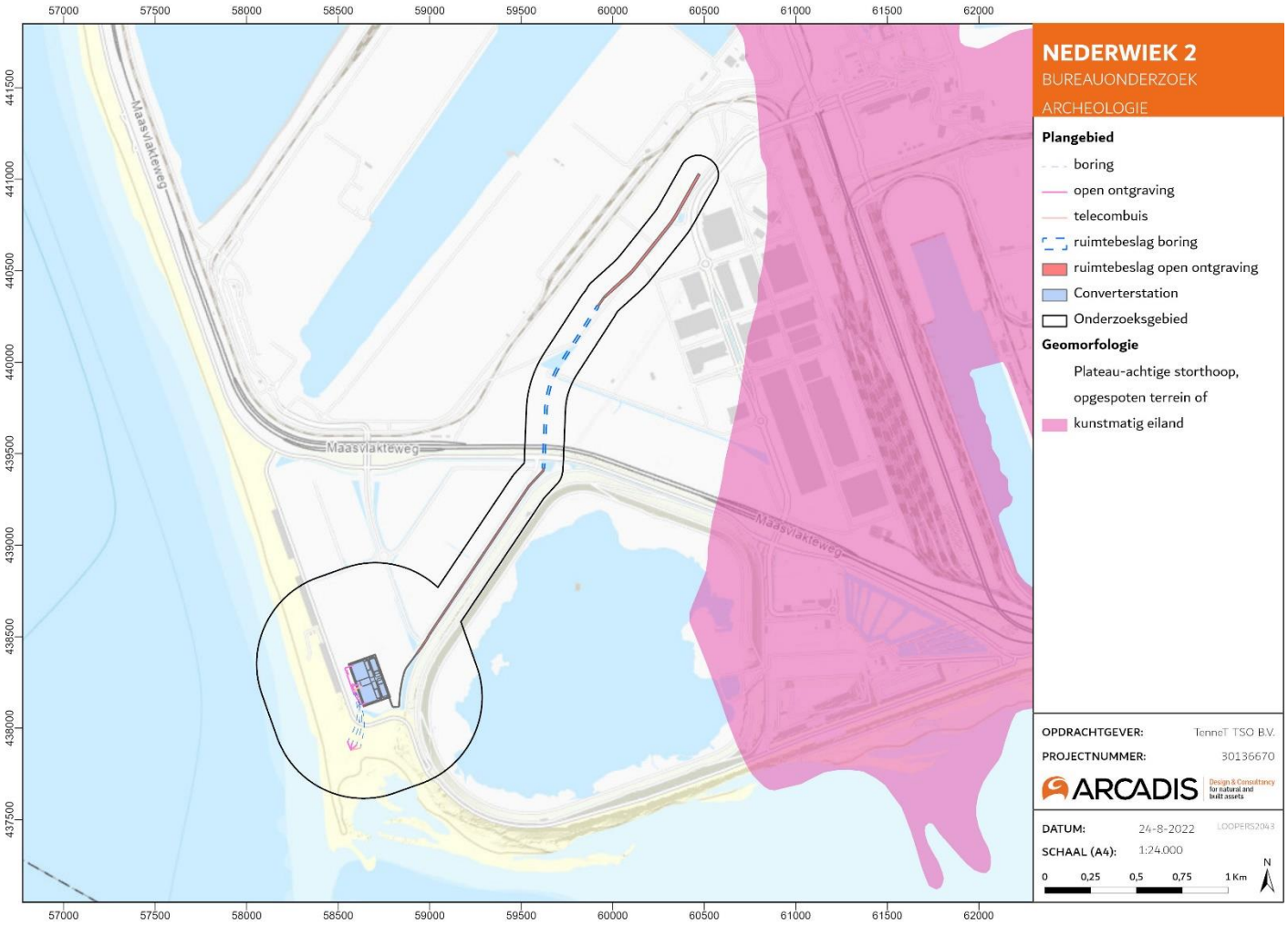


Figuur 9 Schematische geologische doorsnede van de Rijn-Maasdelta, met tijdlijnen van grondwaterspiegelstijging en verdrinking (Moree en Sier 2014).

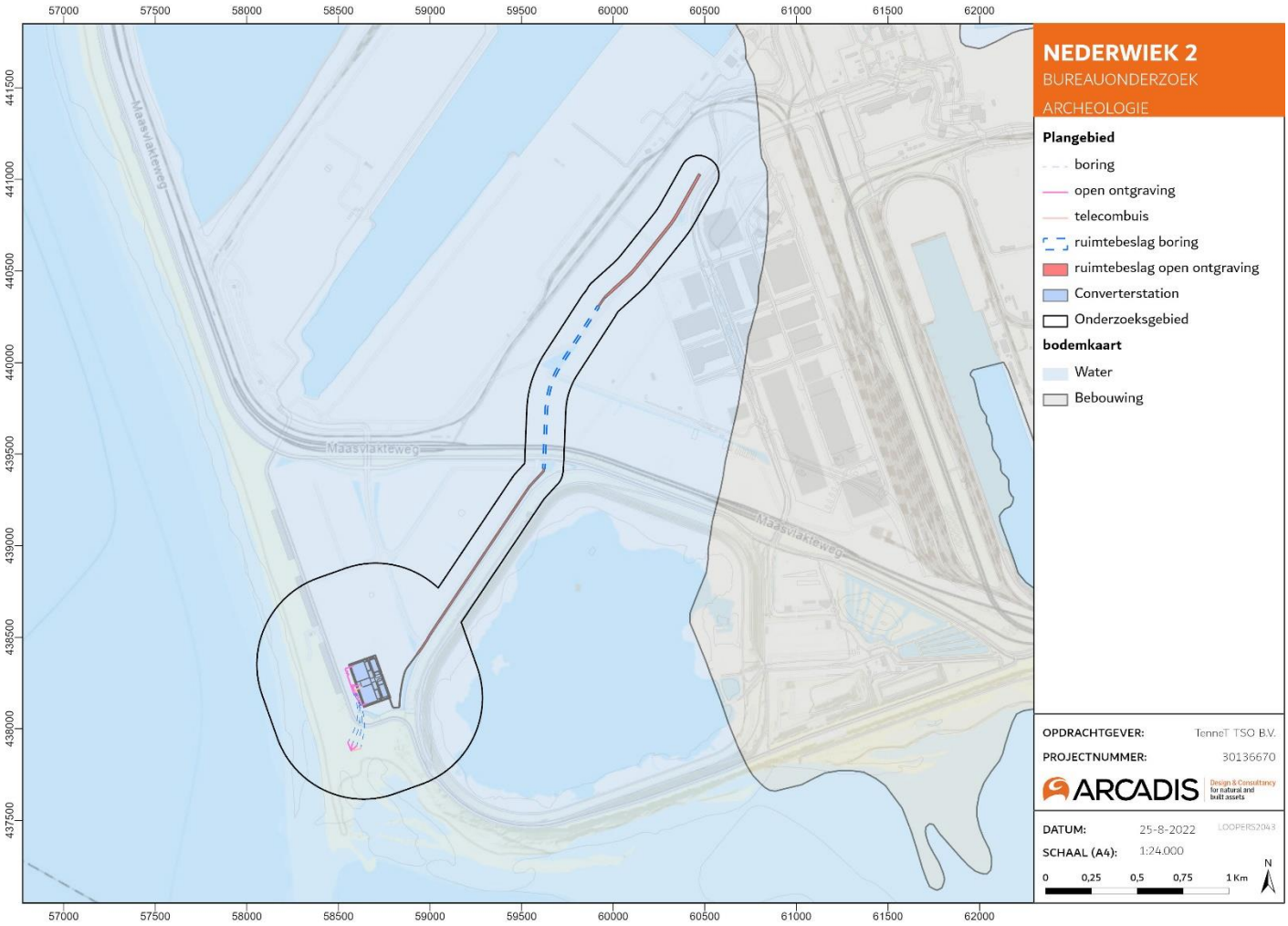
2.2.3 Geomorfologie en bodem

Het plangebied bevindt zich binnen een plateau-achtige storthoop, opgespoten terrein of kunstmatig eiland (Figuur 10). De Bodemkaart geeft voor het plangebied weinig gegevens (Figuur 11). Voor het plangebied beperkt de bodeminformatie zich tot bebouwing of water.

Voor processen die bij het ontstaan van dit landschap een rol hebben gespeeld, wordt verwezen naar paragraaf 2.2 (landschappelijke ontwikkeling).



Figuur 10: Plan- en onderzoeksgebied op de geomorfologische kaart.



Figuur 11 Plan- en onderzoeksgebied op de Bodemkaart

2.3 Hoogtebestand AHN

Het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) geeft de precieze en gedetailleerde maaiveldhoogtes van Nederland in meters ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De maaiveldhoogtes worden in een kleurenschaal weergegeven.

Het gehele plangebied op de Maasvlakte ligt op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m boven NAP (zie Figuur 12). Zoals al is aangegeven eerder in dit hoofdstuk (zie 2.2.2) is de bovenste laag grond van de Maasvlakte opgespoten met een zandlaag van circa 20 meter.

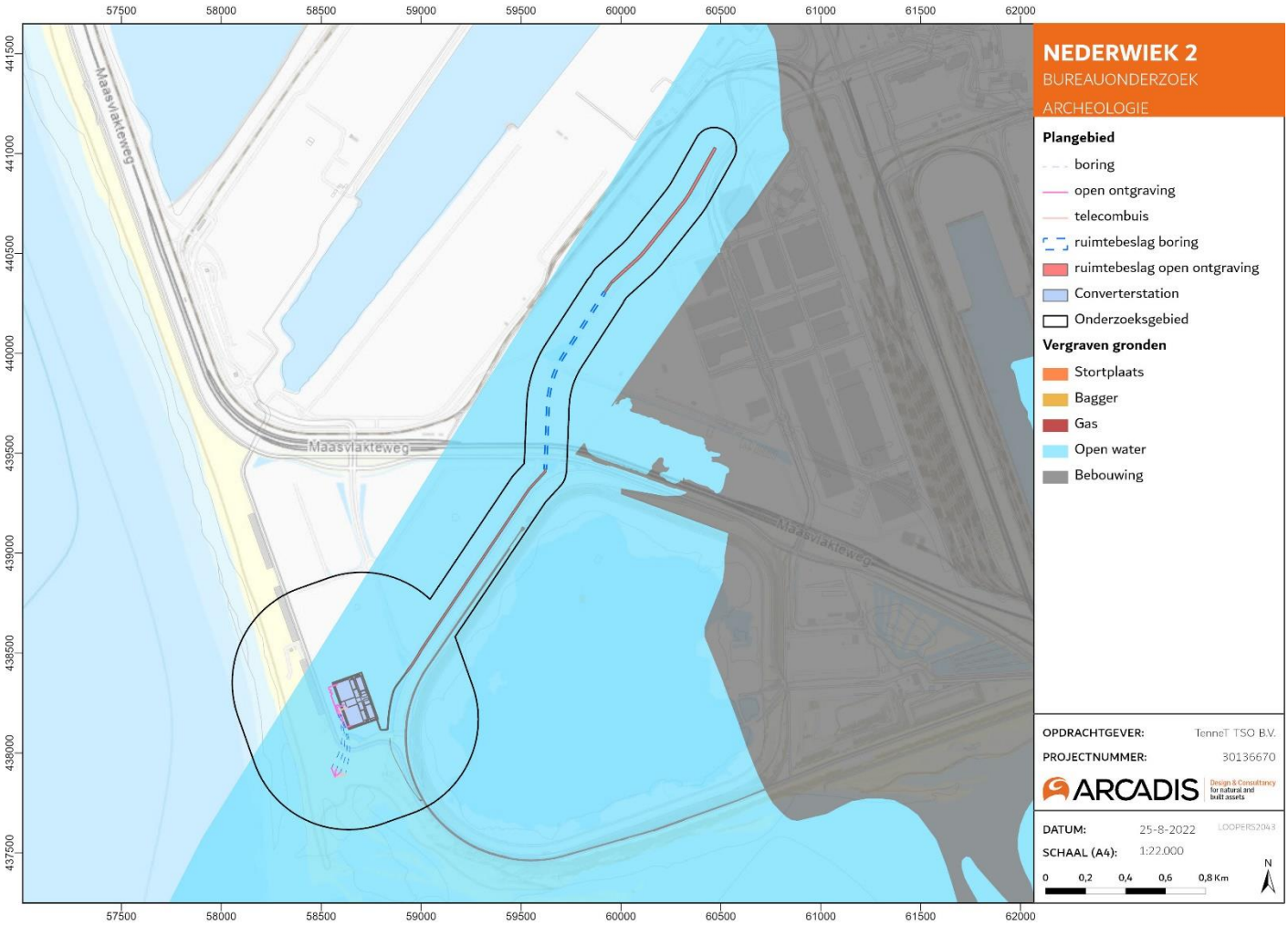
In hoofdstuk 1.4 is reeds aangegeven dat de locatie van het converterstation nog met circa 1 meter wordt opgehoogd.



Figuur 12 AHN

2.4 Verstoringen

Verstoringen van de bodem hebben invloed op de kans van het aantreffen van intacte archeologische resten. Met informatie over verstoringen kunnen maatregelen mogelijk worden aangepast om onverstoorde gronden te ontzien van ingrepen. De diepte van de verstoring en de verwachte diepte van archeologische resten kunnen worden meegenomen in de afweging of archeologisch vervolgonderzoek noodzakelijk is.
Het plangebied ligt op de Tweede Maasvlakte, de bovenste 20 meter van de ondergrond is zeker antropogeen.



Figuur 13: Plan- en onderzoeksgebied op verstoringen kaart (WUR).

3 Historie

3.1 Inleiding

De historie van een plangebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontginning en gebruik van en bewoning in het plangebied. Voor de negentiende en twintigste eeuw is deze informatie beschikbaar middels historisch kaartmateriaal te onderzoeken. Kaarten werden met een relatief grote regelmaat geproduceerd, en laten de ontwikkeling van een landschap nauwkeurig zien.

3.2 Historische informatie

3.2.1 Historische ontwikkeling

Onderstaande tekst is afkomstig uit BOORrapporten 651 (Waldus en Ploegaert 2020):

In het kader van de aanleg van de grootschalige locatie van baggerspecie uit het benedenrivierengebied ter hoogte van de Slufter, is een historisch-geografisch onderzoek verricht (Hofland 1986a). In dit zeer uitgebreide onderzoek is aan de hand van kaartmateriaal en schriftelijke mededelingen het geulenpatroon gereconstrueerd en het verloop van de oude vaarroutes vastgesteld. Samenvattend kan de ontwikkeling van de vaarroutes als volgt worden beschreven. Een verantwoorde reconstructie is pas mogelijk voor de periode vanaf circa 1540. Aan het eind van de 16e eeuw hadden de gangbare vaarroutes op de ondiepste plaatsen bij laag water slechts twee vadem diepte (± 3,60 meter). Halverwege de 16e eeuw waren er twee routes, die min of meer langs de kusten van 's Gravenzande en Voorne liepen (Hofland 1986a; Hofland 1986b). De zuidelijke toegang tot de Maas was de belangrijkste. In de tweede helft van de 16e eeuw kwam hier verandering in. Een vrij brede geul, genaamd het "Nieuwe gatt', doorkruiste de brede zandbank en kreeg al gauw een diepte van drie à vier vadem. Door aanslibbing van de Westplaat schoof de zuidelijke route in noordelijke richting op en vond zij aansluiting bij het 'Nieuwe gatt'. Aan het begin van de 17e eeuw wijzigde de situatie in het Maasmondgebied geregeld, zonder dat de zuidelijke route in gevaar kwam. Voor korte tijd had ook de noordelijke toegang een goede vaardiepte, maar door overvloedige sedimentatie vormde zich al snel een haakwal die zich in de loop van de 17e eeuw verder ontwikkelde. De noordelijke vaargeul, die in 1623 bekend stond als Everskil, verplaatste zich als gevolg hiervan steeds verder zuidwaarts en was ondanks markering van de vaargeul met tonnen van ondergeschikt belang. In de loop van de 18e en het begin van de 19e eeuw verlegde de zuidelijke vaargeul zich naar het zuiden. Tegelijkertijd breidde ook de haakwal De Beer zich in zuidelijke richting uit. Door de uitbreiding van De Beer vernauwde de Maasmond. Hierdoor nam de stroomsnelheid toe hetgeen ertoe leidde dat de stroomgeulen dieper werden uitgeschuurd. Terwijl ter hoogte van 'De Pit' de vaargeulen werden uitgediept, liep de waterdiepte vlak voor de kust bedenkelijk terug.

Een gevolg van de verzanding van de Maasmonding was dat in het begin van de 19e eeuw schepen die vanaf zee naar Rotterdam wilden, een forse omweg moesten maken via onder andere het Haringvliet en de Dordtsche Kil. Door de aanleg in het begin van de 19e eeuw van het Kanaal door Voorne, tussen de kort na 1600 ontstane marinehaven Hellevoetsluis bij het Haringvliet en het in de jaren zestig van de vorige eeuw door Europoort opgeslokte gehucht Nieuwesluis aan de Brielse Maas, kreeg Rotterdam een kortere verbinding met de zee. Het kanaal kwam in 1829 gereed en werd rond 1960 bij de aanleg van het Hartelkanaal ter hoogte van Heenvliet afgedamd. Ondanks de lastige bereikbaarheid was Rotterdam halverwege de 19e eeuw al een van de grootste havensteden geworden. Dit kwam onder meer door het grote aandeel in de doorvoer van goederen naar Duitsland en Engeland.

3.2.2 Historisch topografisch kaartmateriaal

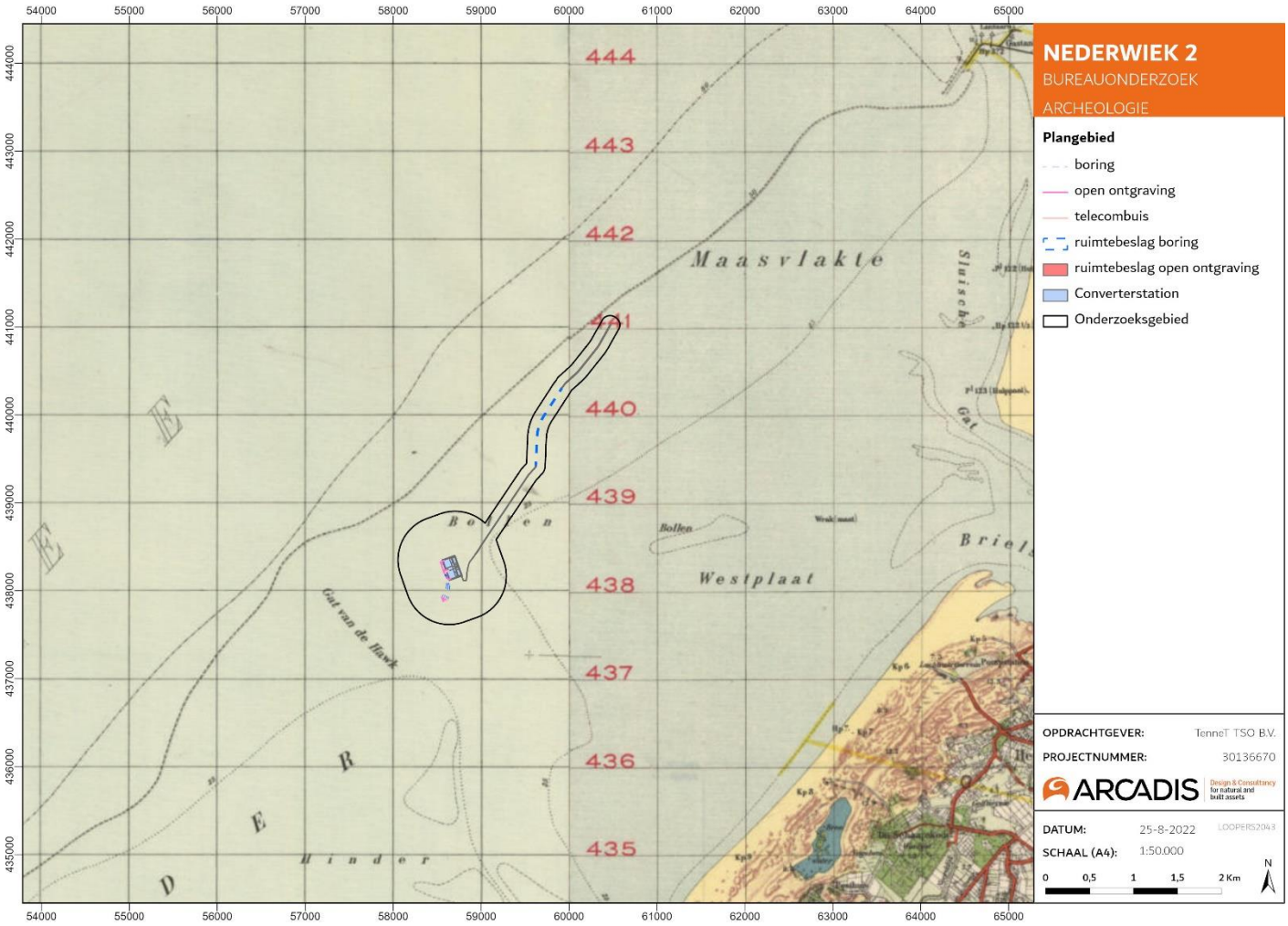
De historie van een onderzoeksgebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontwikkelingen in het onderzoeksgebied. Voor de negentiende en twintigste eeuw zijn de ontwikkelingen eenvoudig te achterhalen door historisch kaartmateriaal te onderzoeken. Kaarten worden met een relatief grote regelmaat geproduceerd, en laten de ontwikkeling van een landschap nauwkeurig zien.

Op de historische kaarten van 1850 tot 1950 bevindt het plangebied zich nog in de Noordzee (Figuur 14 en Figuur 15). De naam ‘Maasvlakte’ is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd ‘Bollen’.

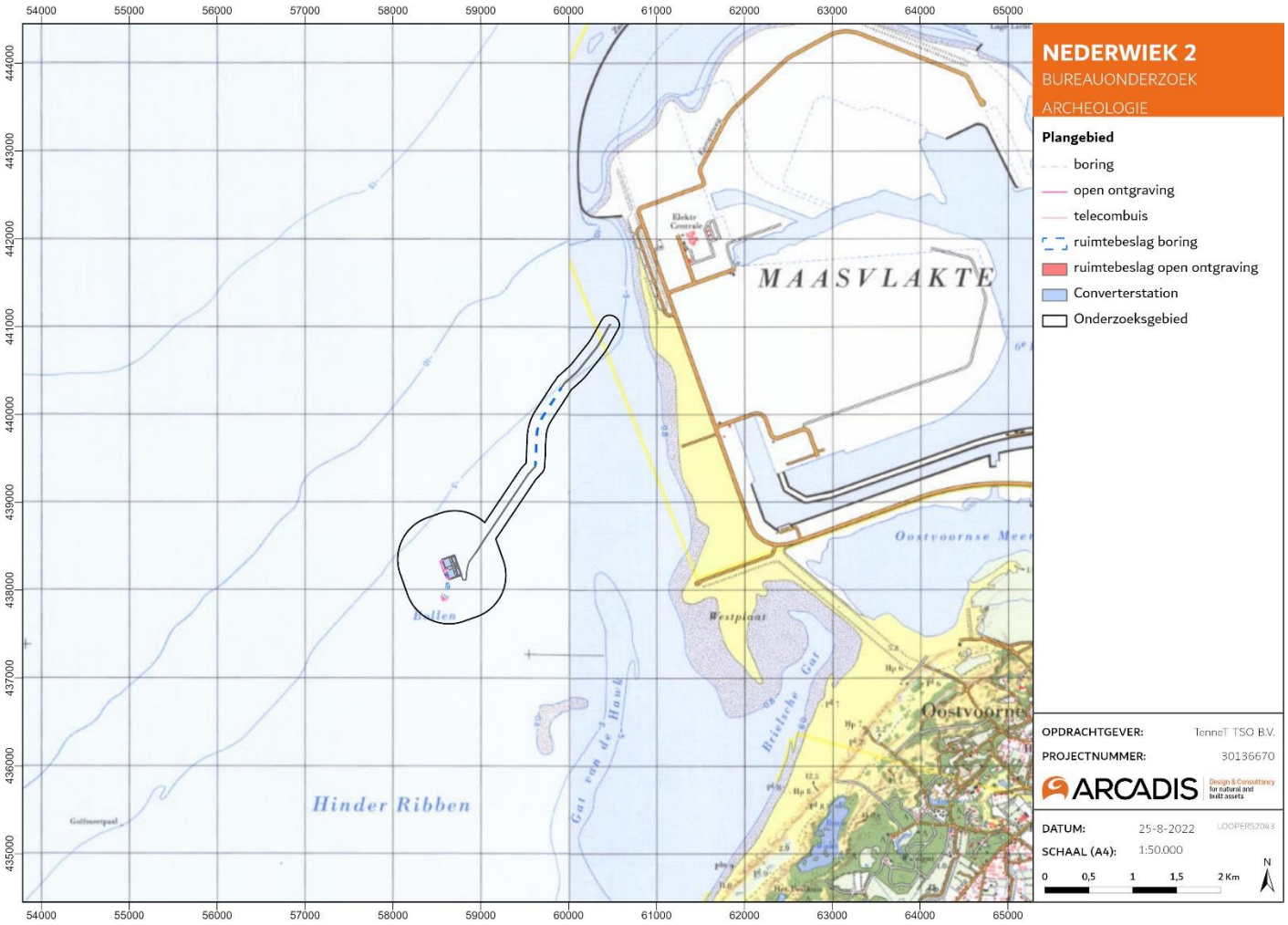
Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren ’60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren ’60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen (Figuur 16). Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen (Figuur 17). In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen (Figuur 19).



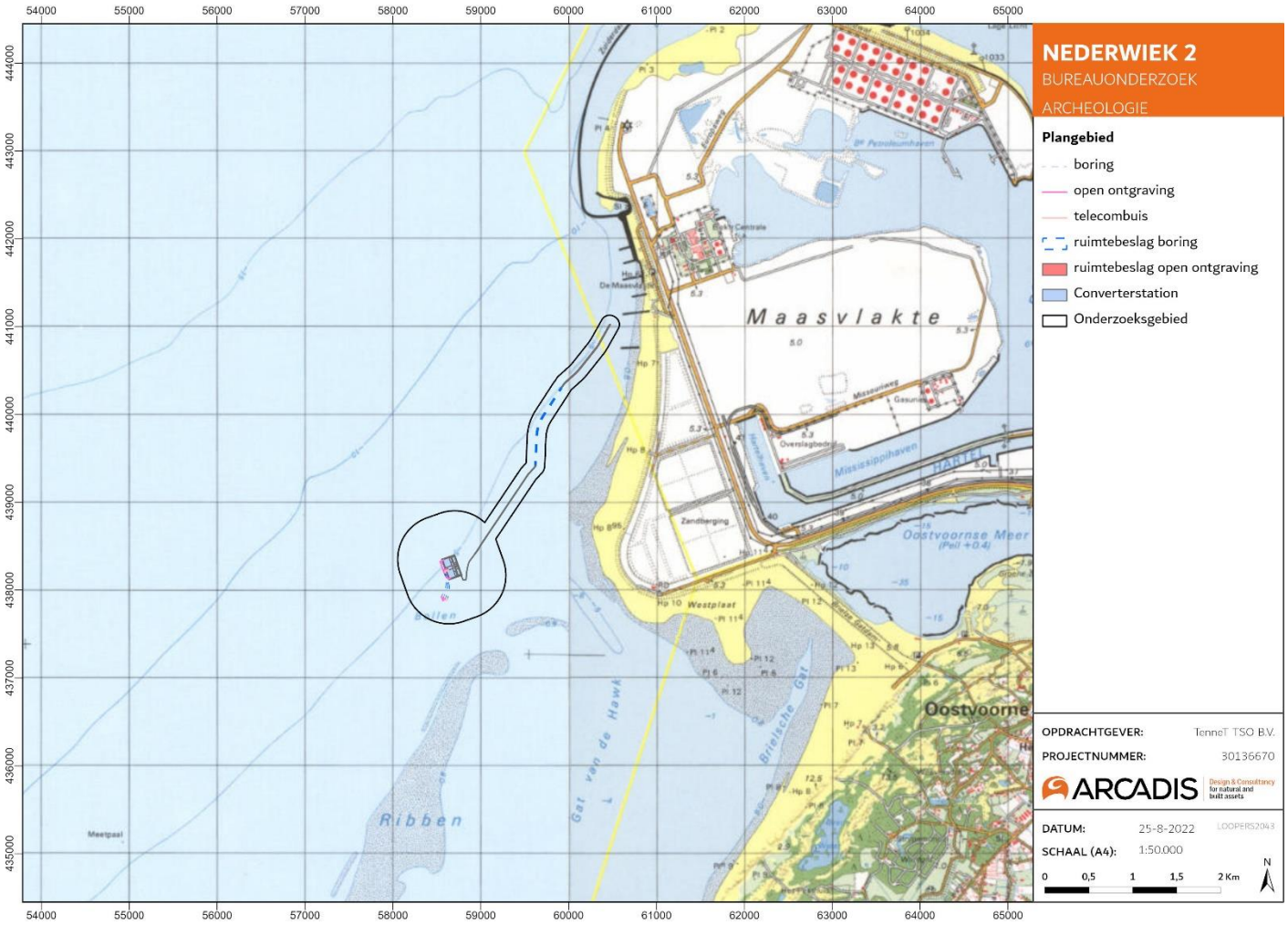
Figuur 14 Plan- en onderzoeksgebied op de TMK (1850).



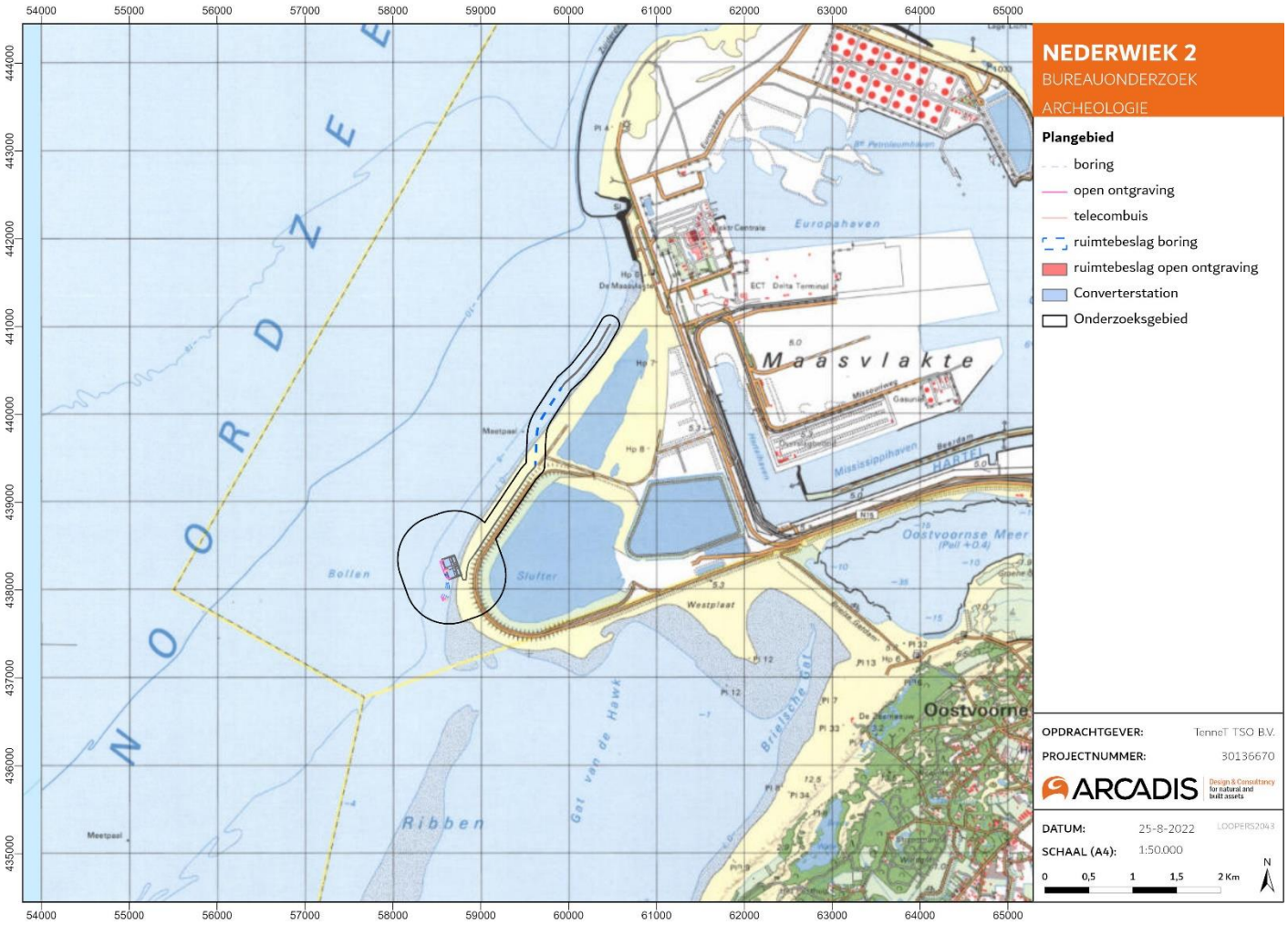
Figuur 15 Plan- en onderzoeksgebied op de topografische kaart 1950



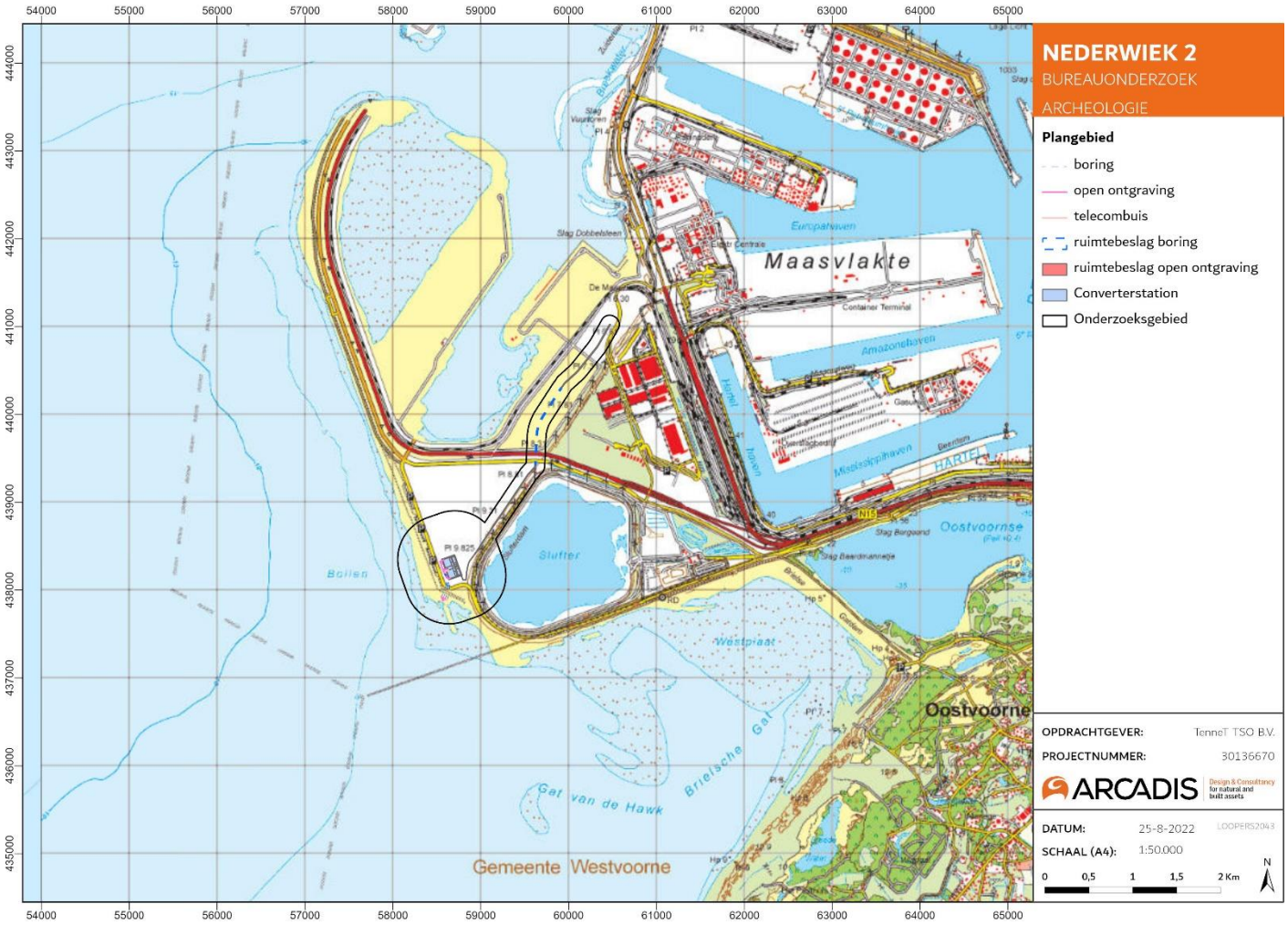
Figuur 16 Plan- en onderzoeksgebied op de topografische kaart 1970



Figuur 17 Plan- en onderzoeksgebied op de topografische kaart 1990



Figuur 18 Plan- en onderzoeksgebied op de topografische kaart 2000



Figuur 19 Plan- en onderzoeksgebied op de topografische kaart 2012

4 Archeologische informatie

4.1 Inleiding

Om de gespecificeerde archeologische verwachting voor een gebied op te kunnen stellen, is kennis nodig van de reeds bekende archeologische gegevens van het gebied. In dit hoofdstuk worden de bekende archeologische vindplaatsen, uitgevoerde onderzoeken en verwachtingen aan de hand van verschillende bronnen beschreven.

Tabel 3: Archeologische perioden (Bron: ABR).

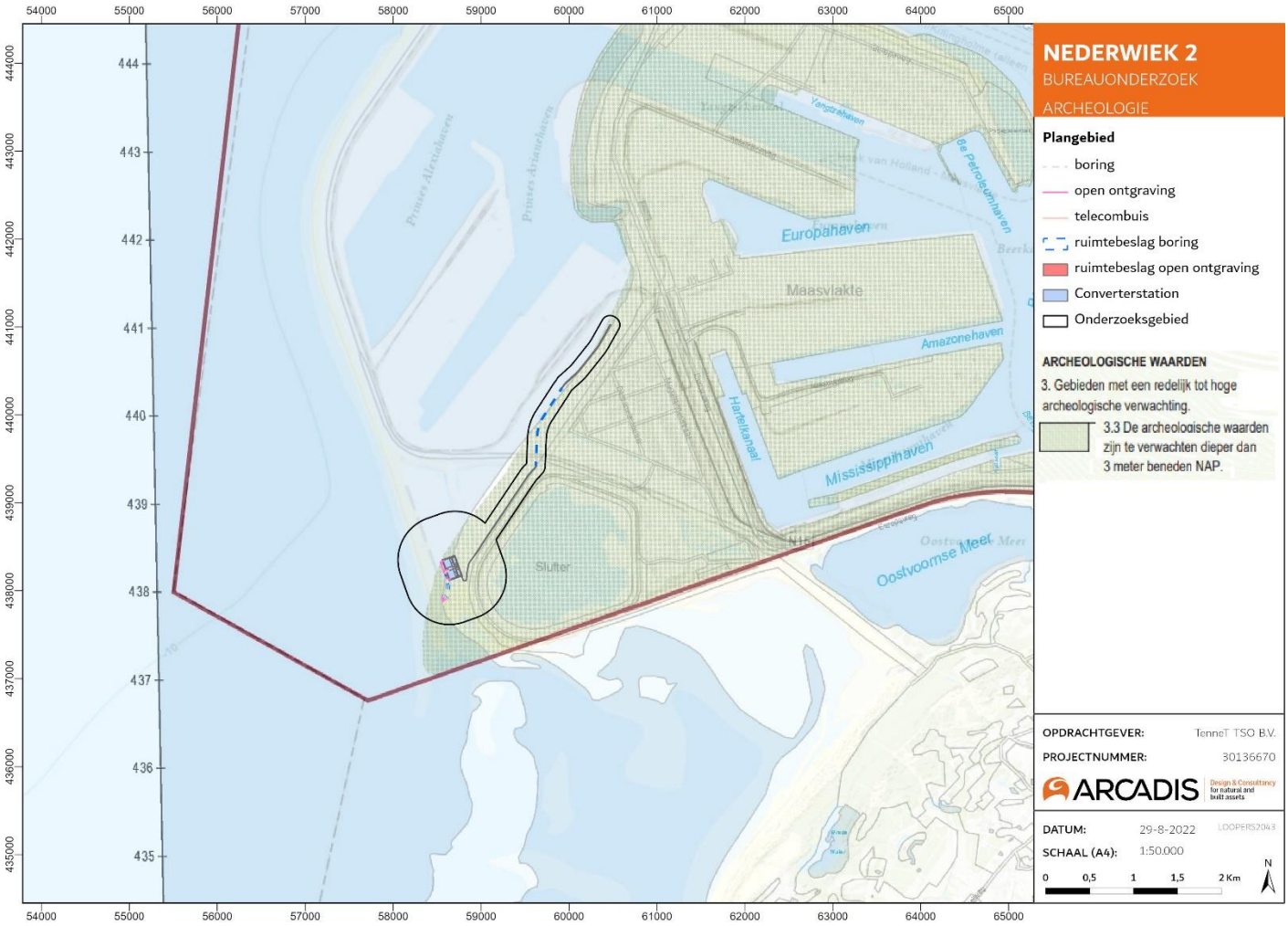
Periode	Begin		Einde	
Nieuwe Tijd	1500		Heden	
Late Middeleeuwen	1050		1500	
Vroege Middeleeuwen	450		1050	
Romeinse Tijd	12	v. Chr.	450	
IJzertijd	800	v. Chr.	12	v. Chr.
Bronstijd	2.000	v. Chr.	800	v. Chr.
Neolithicum	5.300	v. Chr.	2.000	v. Chr.
Mesolithicum	8.800	v. Chr.	4.900	v. Chr.
Laat Paleolithicum	35.000	v. Chr.	8.800	v. Chr.
Midden Paleolithicum	300.000	v. Chr.	35.000	v. Chr.

4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. Zoals in hoofdstuk 1 is beschreven bevindt het kabeltracé zich in de gemeente Rotterdam en voor deze gemeente is een archeologische verwachtingskaart opgesteld (zie Figuur 20).

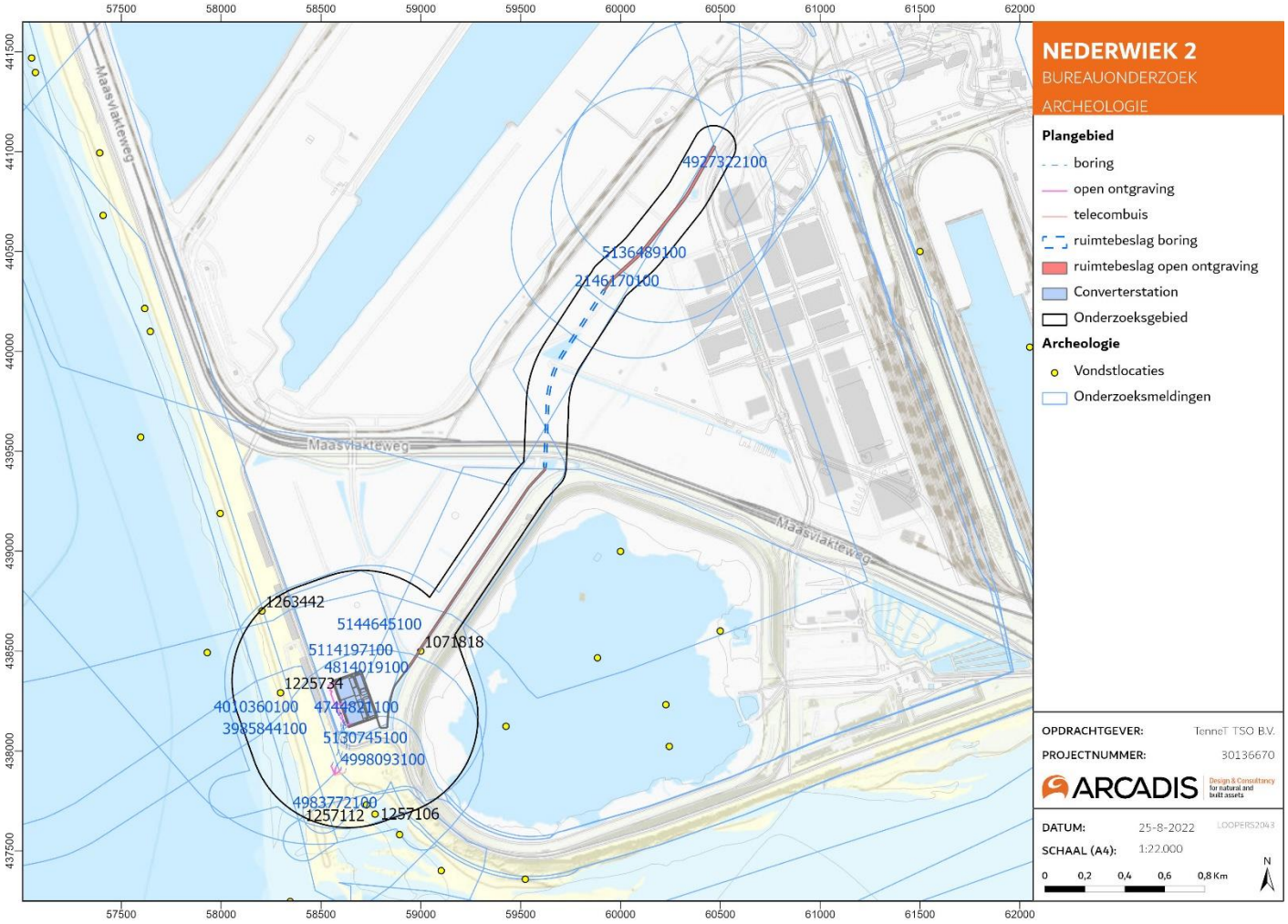
De archeologische verwachtingen voor het kabeltracé staan op de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam. Dit geldt echter alleen voor het deel op de eerste Maasvlakte omdat de tweede Maasvlakte tijdens de realisatie van de waardenkaart nog niet was aangelegd.

Het kabeltracé ligt ter hoogte van Maasvlakte 1 in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 meter beneden NAP. Volgens de in hoofdstuk 1.7 beschreven bestemmingsplannen zijn er op Maasvlakte 2 archeologische waarden te verwachten dieper dan 7 meter beneden NAP.



Figuur 20 Archeologische waardenkaart gemeente Rotterdam

4.3 Vindplaatsen



Figuur 21 Onderzoeks- en vondstmeldingen binnen het onderzoeksgebied (ARCHIS3)

4.3.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende en waardevolle archeologische vindplaatsen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen terreinen van waarde, hoge waarde, zeer hoge waarde, en zeer hoge waarde – beschermd. In het laatste geval is het terrein een beschermd Rijksmonument. Het uitgangspunt bij AMK-terreinen is in principe behoud van archeologische resten in situ.

Er bevinden zich geen archeologische AMK-terreinen in het plangebied (Figuur 21).

4.3.2 Vondstlocaties en waarnemingen

Vondstlocaties zijn archeologische vindplaatsen die geregistreerd zijn in Archis. De vondstlocaties zijn weergegeven op de kaart in Figuur 21 en staan vermeld in Tabel 4.

Op basis van de bekende vondstmeldingen is duidelijk dat de gedane vondsten te relateren zijn aan de antropogene ophoging van de Maasvlakte. Door het opbrengen van zand uit de omgeving voor de aanleg van de Maasvlakte zijn de vondsten uit de oorspronkelijke context geraakt.

Tabel 4 Vondstmeldingen Archis.

Zaak IDnummer	Datum en Plaats	Beschrijving
1071818	1998, Maasvlakte Amazonehaven 2	Een aantal muntvondsten gedurende 1 à 2 maanden op het zeestrand langs de Slufter, een strook opgespoten zand afkomstig uit het havenbekken van de Amazonehaven nabij de elektriciteitscentrale. Gezien de homogeniteit van de penningen, afkomstig uit het Duitse Noordrijnland, gaat het waarschijnlijk om een schatvondst uit de Middeleeuwen. Er zijn twee dateringen: 1275-1297 en 1290-1310.
1225734	2020, Maasvlakte	Bewerkt bot. Tijdens strandwandeling gevonden op de Maasvlakte 2 in een kwelder ter hoogte van het kunstwerk bij P3.
1281619	2022, Maasvlakte	Vuursteen afslag Midden-Paleolithicum.
1263442	2021, Maasvlakte	Kernvernieuwingsafslag met geretoucheerde zijde, Paleolithicum
1257112	2021, Maasvlakte	Vuursteen afslag, Paleolithicum.

4.4 Eerder uitgevoerd onderzoek

In verschillende zones binnen het onderzoeksgebied is eerder archeologisch bureau- en veldonderzoek uitgevoerd. Deze zones zijn aangegeven op de kaart in Figuur 21 en de resultaten van het onderzoek zijn beschreven in Tabel 5.

Tabel 5 Onderzoeksmeldingen Archis

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten
2357849100	2012/ RAAP/ Onderwaterarcheologie	Op basis van de onderzoeksresultaten en de voorgenomen bodemingrepen (§ 1.3) kan worden geconcludeerd dat bij de voorgenomen aanleg van een CO2 transportleiding mogelijk archeologische waarden op of aan het oppervlak van de waterbodem zullen worden verstoord op één locatie (7033). Deze locatie was al bekend uit het wrakkenregister. Er wordt geen vervolgonderzoek aanbevolen. Op de wraklocatie uit het wrakkenregister (7033) is onduidelijk of het wel om een wrak gaat, blijkt op de sonarbeelden niets te zien en is bovendien de positie van de resten niet met zekerheid bekend.
2481762100	2015/ Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Het onderhavige onderzoek betreft het deel van de kabelroute vanaf de NCP-grens met België tot het aanlandingspunt ten noorden van Katwijk over een lengte van ruim 162 kilometer. Omdat onderzoek naar verspoelde prehistorische resten praktisch niet haalbaar is, beperkt het advies voor vervolgonderzoek zich tot scheepswrakken, scheepvaart gerelateerde resten en vliegtuigwrakken uit beide Wereldoorlogen. Binnen 500 meter van de geplande route zijn vier wrakken bekend binnen het wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie. Geadviseerd wordt, om een inventariserende veldonderzoek opwaterfase (conform KNA-waterbodems protocol 4103) uit te voeren om de verwachte archeologische waarden langs de route in kaart te brengen.
2146170100	2007/ RAAP/ Onderwateracheologie	Doel van dit onderzoek was op 9 door middel van akoestisch-geofysische metingen (side scan sonar en multi beam echoloding) bepaalde locaties te bepalen of hier

	(onderwaterfase veldonderzoek)	archeologische resten aanwezig waren en, voor zover mogelijk, een eerste indruk te geven van de kwaliteit (gaafheid en conservering), aard, datering en omvang ervan. Er zijn ankers, ankerkettingen, visnetten en stortstenen aangetroffen, soms in combinatie voorkomend. De archeologische betekenis van deze vondsten wordt als gering ingeschat. Voor deze locaties wordt dan ook aanbevolen geen verder vervolgonderzoek uitte laten voeren. Op locatie 6003 is een scheepswrak aangetroffen. Het betreft een houten schip dat waarschijnlijk niet breder was dan circa 5 m en niet langer dan ruwweg 15 m. Er kon een scheepswand met scheepshuid, spanten en wegering vervolgd worden over een lengte van net iets meer dan 5 m. Er zijn 2 concentraties met stenen (ballaststenen?) en gietijzeren halffabrikaten (waarschijnlijk lading) aangetroffen. Hiertussen is nog een constructiedeel aangetroffen, waarschijnlijk een deel van een dek. Aard en datering van het schip blijven daarmee onzeker. Een eerste indruk is dat het een klein transportschip uit de 19e of begin 20e eeuw betreft.
2206061100	2008/ Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	In het plangebied worden prehistorische bewoningsresten en resten van (historische) scheepswrakken verwacht. Geadviseerd wordt om geofysische data die in het kader van de geplande ontwikkeling zijn of worden opgenomen te gebruiken voor een archeologisch assessment. Het doel is hierbij het in beeld brengen van het prehistorisch landschap en (eventueel)archeologisch kansrijke zones hierin met een subbottom profiler, en het opsporen van scheepswrakken die uit de bodem steken of als bodemverstoring herkenbaar zijn met behulp van side scan sonar.
2386603100	2012/ Arcadis/ Bureauonderzoek	Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek is er besloten verder onderzoek te doen in de vorm van een verkennend booronderzoek en een daaropvolgend aanvullend booronderzoek (uit rapport archeologische begeleiding). Hierbij zijn verschillende zones op het tracé als mogelijk archeologisch interessant gemarkeerd vanwege de aangetroffen archeologische indicatoren en daarom geselecteerd als onderzoekslocatie (Vanderhoeven, 2012).
2420339100	2013/ Arcadis en Transect/ Verkennend en karterend onderzoek	Tijdens het veldonderzoek is vastgesteld dat op het geplande tracé van de 150-kV kabel een veenlandschap begraven ligt dat doorsneden is door verschillende (voormalige) getijdegeulen. De aanwezigheid van deze geulen waren medebepalend voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen in het plangebied, hetzij door hun ontwaterend effect, hetzij hun hogere ligging in het landschap. Op basis van het veldonderzoek zijn eveneens op diverse plekken verdachte zones gedefinieerd, waar op grond van de aanwezigheid van archeologische indicatoren of opvallende bodemkenmerken mogelijk vindplaatsen aanwezig kunnen zijn. Aan deze risico's is tevens een voorstel tot vervolgonderzoek geformuleerd. Voor de zones met een laag risico wordt bij graafwerkzaamheden op deze plekken waarderend onderzoek aangeraden. Een dergelijk onderzoek kan door middel van proefsleuven plaatsvinden, maar een archeologische begeleiding behoort ook tot de mogelijkheden (gezien de "onzekerheid" over de aanwezigheid van resten). Op de plekken met een hoog

		risico verdient het de aanbeveling een eventuele vindplaats aldaar te waarderen door de aard van het aangetroffene vast te stellen met behulp van een proefsleuven onderzoek, eventueel met een doorstart naar een opgraving op het moment er sprake is van een hoge tijdsdruk. Voor de overige gebieden, die niet als risicozone zijn aangewezen, is op grond van het archeologisch onderzoek geen aanleiding te veronderstellen dat daar archeologische resten in de bodem bevinden (Vanderhoeven en Nales, 2014).
2419992100	2013/ ADC Archeoprojecten/ Proefputten en Proefsleuvenonderzoek	Bij dit onderzoek werden zes locaties door middel van proefsleuven onderzocht. Het onderzoek had als doel te achterhalen of er vindplaatsen op deze locaties aanwezig waren, wat de conservering hiervan was en eventueel een doorstart te maken naar een Definitief Archeologisch Onderzoek. In twee van de zes proefsleuven, proefsleuf 2 en 5, werden buiten een smal kreekje geen archeologisch antropogene sporen aangetroffen. In de overige proefsleuven werden een klein aantal sporen aangetroffen. Echter was de omvang hiervan niet voldoende om op deze onderzoeksgebieden eenduidig vindplaatsen aan te wijzen. Het ontbreken van deze duidelijke vindplaatsen binnen de onderzochte gebieden betekend dat deze locaties als niet behoudenswaardig aangemerkt kunnen worden waarvoor wordt aanbevolen om geen verder archeologisch onderzoek te laten uitvoeren (Bot, 2014).
2240243100	2009/ Periplus Archeomare/ Bureauonderzoek	Op basis van de beschikbare aardwetenschappelijke gegevens kan verondersteld worden dat het plangebied in de prehistorie geschikt is geweest voor menselijke bewoning. Eventueel aanwezige bewoningsresten zullen echter verspoeld en geërodeerd zijn. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de verstoringdiepte minder dan twee meter is. De kans op het verstoren van archeologische resten uit de prehistorie bij deze bodemingreep wordt dan ook erg klein geacht. Verder bestaat er in het traject Scheveningen naar toekomstig platform “Amstel” een kleine kans op het aantreffen van (verspoelde) restanten van een Romeins fort. In alle trajecten is een kans op de aanwezigheid van (historische) scheepswrakken of wrakresten in het plangebied. Eventueel aanwezige scheepsresten zullen matig tot slecht geconserveerd zijn. In najaar 2008 zijn in het plangebied side scan sonar, multibeam echosounder, magnetometer en subbottom profiling data opgenomen. Ook zijn er monsters van de zeebodem genomen langs de gehele verstoringzone. Op basis van deze door Fugro geïnterpreteerde data en onze analyse kan worden geconcludeerd dat er geen objecten of fenomenen aanwezig zijn in het te verstoren gebied die mogelijk van archeologische waarde zijn (Mierlo et al., 2009).
4010360100	2016/ Periplus Archeomare/ Geofysisch onderzoek	In opdracht van Fugro Survey B.V. heeft Periplus Archeomare een archeologische analyse gemaakt van de gefysische data die zijn verzameld in het kader van de voorgenomen aanleg van Windmolenpark Hollandse Kust (zuid). Een grote hoeveelheid data opgenomen met side scan sonar, magnetometer en multibeam echosounder van vier windmolengebieden is geanalyseerd. De totale oppervlakte van de gebieden inclusief een bufferzone van

		500 meter die onderzocht zijn bedraagt 389 km2. Het archeologisch bureauonderzoek heeft aangetoond dat binnen de onderzoeksgebieden 52 objecten en wrakken bekend zijn. 27 van deze objecten bestaan uit losse voorwerpen zoals verloren kabels en kettingen, en hebben geen archeologische waarde. Voor de overige 25 objecten is de archeologische waarde nog niet vastgesteld. In totaal zijn zeven van deze objecten teruggevonden. De overige achttien objecten zijn waarschijnlijk bedekt met zand als gevolg van de migrerende zandgolven in het gebied. Naast de bekende objecten zijn 558 nieuwe contacten aangetroffen met side scan sonar. De analyse van deze contacten resulteerde in drie objecten met een mogelijke archeologische waarde. Met de magnetometer zijn in totaal 2394 magnetische anomalieën waargenomen. 679 van deze anomalieën kunnen worden gerelateerd aan bekende pijpleidingen of kabels. Slechts 32 kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten op de zeebodem, waargenomen met side scan sonar. De overige 1683 magnetische anomalieën worden veroorzaakt door de aanwezigheid van onbekende afgedekte ijzerhoudende objecten in de bodem. 245 van deze anomalieën hebben een amplitude van 50 nanoTesla of meer (Van Lil et al., 2016).
3985844100	2016/ Periplus Archehomare/ Bureaonderzoek	Zie resultaten 4010360100.
2306501100	2010/ RAAP/ Bureauonderzoek	Geen rapport beschikbaar op Archis of Danseasy.
2205721100	2004/ Gemeente Rotterdam/ Bureauonderzoek	Groot onderzoek naar het paleolandschap ter plaatse van de Yangtzehaven waarbij vondsten uit het Mesolithicum zijn gevonden. Onderzoek heeft grote bijdrage geleverd aan onze kennis over de verdrinking van het kustlandschap in het vroege Holoceen (zie ook Moree en Sier 2016).

5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies besproken en op basis daarvan een gespecificeerde archeologische verwachting geformuleerd. Als laatste wordt een advies gegeven voor archeologisch vervolgonderzoek.

5.1 Conclusie

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?

Het landschap in het plangebied Maasvlakte is in het verleden grotendeels gevormd onder invloed van de zee. Gedurende het Weichselien lag het gebied in het estuarium van de Rijn en Maas rivieren. Door de zeespiegelstijging in het Holoceen nam de invloed van zee toe en werd het gebied geleidelijk onderdeel van een getijdegebied. Met de grondwaterspiegelstijging in het warmere Boreaal werd de riviervlakte een komgebied dat regelmatiger overstroomde en ook de rest van het jaar drassig bleef. De omslag van rivierdal naar een delta vond plaats in de periode 7.250 – 6.500 v.Chr. (Moree en Sier 2016). Het gebied transformeerde toen van een drassig terrestrisch landschap naar een verdronken onderwaterbodem landschap waarbij de kustlijn meer landinwaarts kwam te liggen. Gedurende het Holoceen bleef de zeespiegel stijgen waardoor de Maasvlakte continu onder water stond. Voor de aanleg van de Maasvlakte is vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw circa 20 m zand opgespoten waardoor deze op een hoogte van circa 5 m tot 5.5 m +NAP ligt.

2. Welke archeologische vindplaatsen in en rond het plangebied zijn bekend?

Op basis van de landschappelijke setting kunnen archeologische resten uit het Paleolothicum en Mesolithicum worden verwacht. Volgens de archeologische waardenkaart van de gemeente Rotterdam kunnen deze waarden worden verwacht vanaf een diepte van 3 meter onder NAP (= circa 8 m -mv). Uitgevoerd onderzoek op de Maasvlakte heeft echter aangetoond dat deze waarde zich waarschijnlijk veel dieper bevinden. In de diepere delen van het oude landschap kunnen resten goed bewaard zijn gebleven. De hogere delen uit dit landschap, met name de toppen van de rivierduinen, zijn veelal geërodeerd en ter plaatse van deze zones worden geen archeologische waarden verwacht.

Vanaf de Late Middeleeuwen tot Nieuwe tijd geldt er een middelhoge tot hoge verwachting op scheepsarcheologie (wrakken, visnetten). Zo zijn er rondom het plangebied meerdere scheepswrakken aangetroffen op dieptes variërend tussen de 5 en 18 m –NAP. Binnen het onderzoeksgebied zelf zijn echter geen scheepswrakken bekend.

3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?

Op de historische kaart van 1850 en 1950 bevindt het plangebied en het tracé zich in de Noordzee. De naam ‘Maasvlakte’ is ingetekend op de landkaart en verwijst naar een mogelijke zandplaat. Ook is er een zandplaat genaamd ‘Bollen’.

Na deze periode start de planvorming voor uitbreidingen van de havens van Rotterdam. Mede doordat de schepen groter worden en de Nieuwe Waterweg qua breedte en diepte niet toereikend zou zijn, zijn in de jaren ’60 de ideeën om aan de voorkant van de Europoort nieuw land te creëren voor deze overslagplaatsen serieus geworden. Eind jaren ’60 wordt gestart met de bouw van de eerste Maasvlakte. Op de historische kaart van 1970 is de aanleg van Maasvlakte 1 begonnen. Op de historische kaart van 1990 is het eindresultaat van Maasvlakte 1 ingetekend; waar de infrastructuur is te zien, samen met de eerste industrie. Aan de zeezijde zijn er stranden om de Maasvlakte te beschermen. In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte, deze werd in 2013 in gebruik genomen.

5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel

4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?

Op basis van de bij het bureauonderzoek verzamelde gegevens is het mogelijk een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen ten aanzien van aard, ouderdom, diepteligging en gaafheid.

Het kabeltracé ligt in een gebied waarvoor een redelijke tot hoge archeologische verwachting geldt volgens de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Rotterdam. De archeologische waarden zijn te verwachten dieper dan 3 respectievelijk 7 meter beneden NAP. Het plangebied is gelegen op circa 5 meter +NAP. Het gedeelte binnen de gemeente Westvoorne ligt in een zone van lage verwachting op archeologische waarden. Voor het plangebied en onderzoeksgebied zijn geen AMK-terreinen bekend. Er is geen vondslocatie binnen het onderzoeksgebied bekend.

- Het is onzeker of de top van het Pleistocene dekzand intact is. De diepte van dit niveau bevindt zich op circa 25 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- De afzettingen van de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen lijken intact omdat ze afgedekt zijn door Basisveen. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 25,00 – 24,22 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend, waarschijnlijk waren deze komgebieden te nat. Het niveau bevindt zich op 24,22 – 23,80 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Het is onzeker of de afzettingen van de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer intact zijn. Of deze afzettingen ter hoogte van het plangebied geschikt waren voor bewoning is onbekend. Bewoning vond met name plaats op de kreekruggen. Het niveau bevindt zich op 23,80 – 21,00 m - NAP. Op dit niveau worden resten uit het Mesolithicum verwacht. Uit deze periode worden met name resten van (jacht)kampen verwacht. Prospectiekenmerken betreffen met name archeologische indicatoren in de vorm van houtskool en vuursteen.
- Vervolgens lag het gebied onderwater. Er zouden vanaf het Neolithicum vondsten aangetroffen kunnen worden die met de zee samenhangen, zoals scheepswrakken.
- Voor de aanleg van de eerste en tweede Maasvlakte is veel zand opgespoten. Boringen tonen dat de eerste 20 meter grond bestaat uit een antropogene zandlaag (DINOloket).

Tabel 6 Gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel voor het plangebied.

Archeologische periode	Verwachting	Complextype	Kenmerken	Diepteligging	Omvang	Gaafheid
Paleolithicum - Mesolithicum	Middelhoog	Nederzettingsresten	Vondst- en sporen niveau	> 20 m -NAP	50 - >1000 m²	Redelijk
Neolithicum - Romeinse tijd	Laag	Watergerelateerde vondsten	Vondst niveau	-	-	Redelijk
Middeleeuwen - Nieuwe tijd	Laag	Watergerelateerde vondsten	Vondst niveau	-	-	Redelijk

5.3 Advies

5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?

Het kabeltracé wordt door middel van open ontgraving en gestuurde boringen uitgevoerd. De aanlegdiepte van de open ontgravingen is circa 120 cm -mv. De diepte van de gestuurde boringen is nog niet bekend.

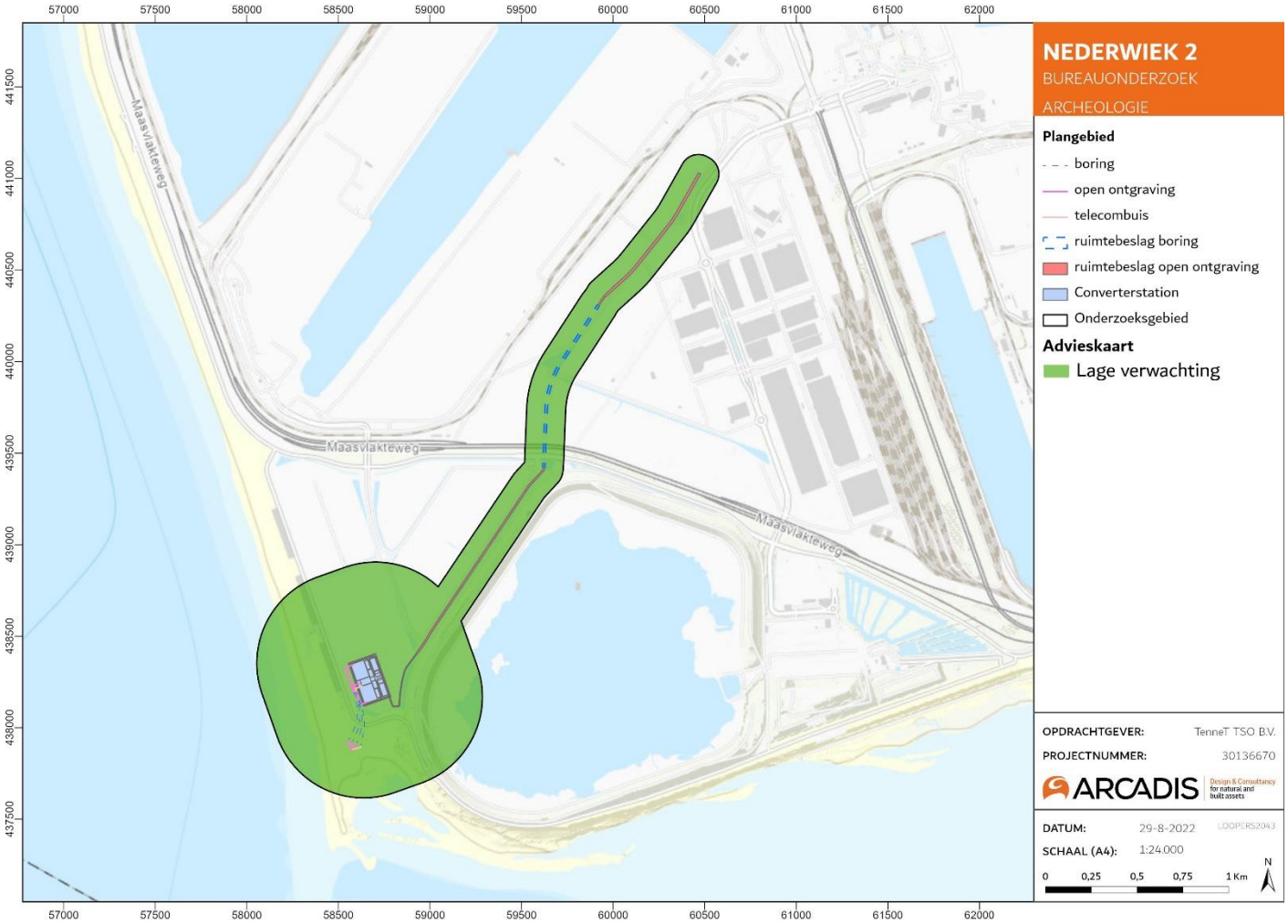
De werkzaamheden bij het converterstation en het kabeltracé raken geen archeologisch relevante lagen. De verwachting is derhalve dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de werkzaamheden.

6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor de Maasvlakte geldt dat de verwachting is dat er geen archeologische waarden worden verstoord bij de open ontgraving en de werkzaamheden op het converterstation. Voor het plangebied wordt gelet op de onderzoeksresultaten geadviseerd geen vervolgonderzoek uit te voeren (Figuur 22).

Dit advies sluit niet uit dat er bij graafwerkzaamheden (niet voorspelbare) archeologische toevalsvondsten vondsten kunnen worden aangetroffen, zoals bedoeld in artikel 5.10 van de Erfgoedwet 2016. In dat geval moet hiervan melding worden gedaan bij het Bevoegd Gezag.

Dit advies kan door de initiatiefnemer te worden voorgelegd aan het Bevoegd Gezag, in dit geval de Gemeente Rotterdam. Het Bevoegd Gezag kan van het door Arcadis gegeven advies afwijken.



Figuur 22 Advieskaart.

Bronnen

Adams, J., A.F.L. van Holk en Th.J. Maarleveld, 1990. Dredgers and Archaeology. Shipfinds from the Slufter. Den Haag (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Archeologie onder water).

Gemeente Rotterdam, Archeologische Waardenkaart. Gemeente Rotterdam

Gemeente Rotterdam, Geologische Kaart. Gemeente Rotterdam

Hofland, T.H., 1986a. De Historisch-Geografische informatie, in: A.C.H.M. Niessen, 1986. Vooronderzoek Archeologie; rapport van de werkgroep archeologisch onderzoek in het kader van de voorbereiding/uitvoering van de aanleg van de Grootschalige Locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied, 29-61.

Hofland, T.H., 1986b. De bevaarbaarheid van de Maasmond sedert de 16e eeuw. Toegepast historisch-geografisch onderzoek onder de waterspiegel. Historisch Geografisch Tijdschrift, jaargang 4, nummer 3, 84-89.

Koeman, S.M., R. van Lil, E.A. van den Oever en S. van den Brenk, 2016. Archeologische bureauonderzoek Net op Zee Hollandse Kust zuid. Zevenaar: Archeodienst.

Lil, R. van, Brenk, S. van den, Oever, E.A. van den 2016. Hollandse Kust (zuid). An archaeological assessment of geophysical survey results.

Moree, J.M. en M.M. Sier, 2014. Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. Landschapsontwikkeling en bewoning in het vroeg Holoceen. BOORrapporten 523.

Opdebeeck, J., T. Coenen en S. van den Brenk, 2019. Het Oostvoornse Meer: van economische verkeersader tot recreatieplas. Archeologisch onderzoek naar het erfgoed in het Oostvoornse Meer (2014-2015). Amersfoort. Nederlandse Archeologische Rapporten 64.

Van den Brenk, S., R. van Lil en R. Cassée, 2019. Net op Zee Hollandse Kust (IJmuiden Ver Alpha en Beta) Offshore export kabeltracés. Periplus Archeomare Rapport 19A004-04.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans, 2018. Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu. Amsterdam (Prometheus).

Waldus, W.B., P.H.I.J. Ploegaert, 2020. Rotterdam Maasvlakte 1 HES terminal, wrakken SL7 tot en met SL11. Archeologisch onderzoek naar vijf scheepswrakken. BOORrapporten 651.

Kaartmateriaal

- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK).
- Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE).
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra.
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra.

Colofon

BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE OP LAND NET OP ZEE NEDERWIEK 2
ARCADIS ARCHEOLOGISCHE RAPPORTEN

KLANT
TenneT TSO B.V.

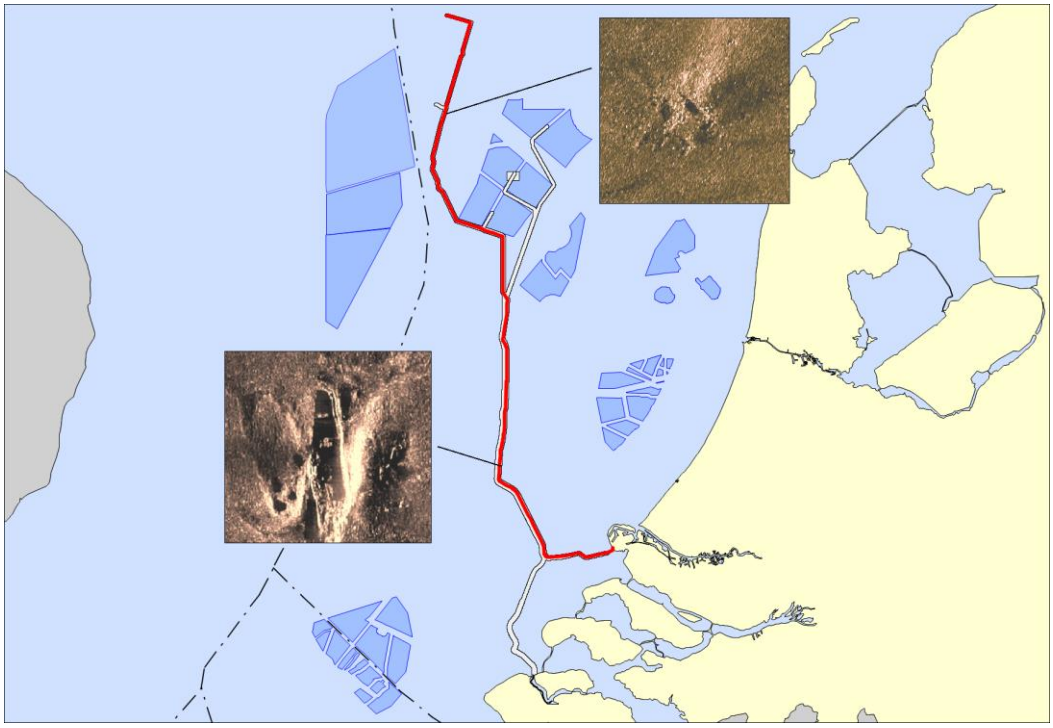
DATUM
05-07-2023

STATUS
Definitief

Periplus Archeomare

Net op zee Nederwiek 2

An archaeological assessment
Of geophysical and geotechnical survey results



Authors

[redacted]

At the request of

Arcadis Nederland BV

On behalf of

TenneT TSO BV

Document Control	
Document 22A028-02 Nederwiek 2 – an archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey data	
Revision	3.0 (Final)
Date	11-09-2023
Periplus Archeomare Reference	22A028-02
TenneT reference	Net op zee Nederwiek 2

Reviewers	
Organization	**Name**
TenneT	[redacted]
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	[redacted]
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	[redacted]
Rijkswaterstaat	[redacted]

Colophon

Periplus Archeomare Report 22A028-02
Net op Zee Nederwiek 2 – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results
Authors:

At the request of Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV
Contact:

© Periplus Archeomare, September 2023
Photographs and drawings are owned by Periplus Archeomare unless specified differently

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any means without the prior permission of the Publisher. Periplus Archeomare BV does not accept any liability for damage resulting from the advice or the use of the results from this investigation.

ISSN 2352-9547

Revision details

Rev.	Description	Authors	Checked	Authorization	Date
3.0	Final version				11-09-2023
2.0	For Authority Comments				07-08-2023
1.0	For Client Comments				30-05-2023

Authorization:

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Table of contents

Samenvatting (Abstract in Dutch) **4**

Summary **6**

1 Introduction **10**

1.1 Background 10

1.2 Intended cable laying operations 11

1.3 Results desk study 13

1.4 Objective 13

1.5 Research questions 13

2 Methodology **15**

2.1 Introduction 15

2.2 Geophysical and geotechnical surveys 16

2.3 Known objects 16

2.4 Archaeological assessment of survey data 17

2.5 Data Analysis 20

3 Results **23**

3.1 Seabed bathymetry and morphology 23

3.2 Known objects: As Found positions versus database positions 24

3.3 Side scan sonar 25

3.4 Multibeam 30

3.5 Magnetometer 31

3.6 Subbottom data 34

4 Synthesis **45**

5 Summary and recommendations **51**

List of Figures **55**

List of tables **55**

Glossary and abbreviations **56**

References **57**

Appendix 1. Potential Archaeological sites **59**

Appendix 2. Geological cross-sections along the Nederwiek 2 route trajectory **60**

Appendix 3. Geological and archaeological timetable **63**

Appendix 4. Schematic overview KNA Waterbodems version 4.1 ..... **64**

Appendix 5. Geophysical and geotechnical survey report **65**

Table 1. Dutch archaeological periods

Period	Time in Years				
Post-medieval / Modern Times	1500	A.D.	-	Present	
Late medieval period	1050	A.D.	-	1500	A.D.
Early medieval period	450	A.D.	-	1050	A.D.
Roman Times	12	B.C.	-	450	A.D.
Iron Age	800	B.C.	-	12	B.C.
Bronze Age	2000	B.C.	-	800	B.C.
Neolithic (New Stone Age)	5300	B.C.	-	2000	B.C.
Mesolithic (Stone Age)	8800	B.C.	-	4900	B.C.
Palaeolithic (Early Stone Age)	300.000	B.C.	-	8800	B.C.

Table 2. Administrative details

Location:	North Sea, Noord-Beveland, Veere en Middelburg	
Toponym Dutch:	Net op Zee Nederwiek 2	
Chart:	1801-01, 42W & 48W	
Coordinates Geodetic datum: ETRS89 Projection: UTM31N	Centre	E 436 144 - N 5 813 599
	NW	E 514 162 – N 5 909 712
	NE	E 567 805 – N 5 909 712
	SW	E 514 162 – N 5 707 570
	SE	E 567 805 – N 5 707 570
Depth (LAT):	0 to 42.8 meters, average of 26.1 meters	
Area surveyed	488.8 km^2	
Environment:	Tidal currents, saltwater	
Area use:	Shipping, fishing; oil and gas industry	
Area administrator:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Competent authority	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Advising body	Dutch Cultural Heritage Agency	
ARCHIS-research report (CIS-code):	5387646100	
Periplus-project reference:	22A028-02	
Period	March – May 2023	

Samenvatting (Abstract in Dutch)

Arcadis Nederland BV heeft namens Tennet TSO BV Periplus Archeomare BV opdracht verleend om de resultaten van de geofysische en geotechnische surveys van de exportkabel Net op Zee Nederwiek 2 archeologisch te beoordelen.

De eerste stap in het proces van archeologisch onderzoek (= AMZ-cyclus) is het bureauonderzoek. Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat in het onderzoeksgebied overblijfselen van scheepswrakken, resten van gevechtsvliegtuigen uit WOII en prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde archeologische resten verwacht kunnen worden.

De tweede stap in de AMZ-cyclus is de analyse en beoordeling van geofysische survey data. Het doel van deze beoordeling is de archeologische verwachting van het bureauonderzoek te toetsen. Voor deze toets zijn in het 489 km^2 omvattende onderzoeksgebied side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder en subbottom profiler data geanalyseerd.

Binnen het onderzochte gebied is aan 53 sonarcontacten een archeologische verwachting toegekend.

Langs de Nederwiek 2-route vallen 2 van de sonarcontacten binnen 100 meter van de route (zie tabel '*Exposed contacts (side scan sonar) of potential archaeological value within 100 meters from* Nederwiek 2 *route*' in de Engelstalige samenvatting). Aan deze sonarcontacten is een archeologische verwachting toegekend totdat het tegendeel bewezen is na aanvullend onderzoek door een gecertificeerde archeoloog.

Magnetische anomalieën

Op 87 locaties zijn magnetische anomalieën met een piek-tot-piekwaarde van meer dan 500 nT in kaart gebracht. Deze anomalieën kunnen correleren niet met bekende objecten zoals pijpleidingen of kabels. De anomalieën kunnen verband houden met ijzerhoudende objecten die van mogelijk archeologisch belang zijn. De objecten die deze anomalieën veroorzaken zijn niet zichtbaar op side scan sonar- of multibeambeelden en worden daarom als afgedekt in de zeebodem beschouwd. De aard van deze objecten is niet bekend. Naast archeologische objecten kunnen de anomalieën daarom ook door niet-archeologische objecten zoals niet-ontplofte explosieven, ankers en verloren of gedumpt materiaal veroorzaakt zijn. Zolang de aard van deze objecten niet is bepaald, worden de objecten als potentieel archeologisch waardevol beschouwd.

Langs de Nederwiek 2-route vallen 9 van de magnetometercontacten binnen 100 meter van de route (zie tabel 'Buried contacts (magnetometer) of potential archaeological value within 100 meters from Nederwiek 2-route' in de Engelstalige samenvatting).

Volgens de richtlijnen van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) mogen geen verstoringen van de zeebodem plaatsvinden binnen 100 meter van elk van de gemarkeerde locaties. De bufferzone van 100 meter is een standaard die van toepassing is op, en dient ter de bescherming van het cultureel erfgoed. Rijkswaterstaat is de handhavende autoriteit namens het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

De 100 m bufferzone kan worden verkleind als kan worden onderbouwd dat de toegepaste verstoring geen invloed heeft op het archeologische object; bijvoorbeeld wanneer tijdens kabellegoperaties geen ankers worden gebruikt. Verkleining van de afstand moet worden goedgekeurd door Rijkswaterstaat (RWS). De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) treedt hierbij op als adviseur van Rijkswaterstaat. Als er activiteiten plaatsvinden binnen 100 meter van een potentiële archeologische locatie, zal in overleg met de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) per geval bekeken moeten worden of deze 100 meter afstand gehandhaafd moet worden.

Alle locaties van potentieel archeologisch belang worden weergegeven de afbeelding '*Locations of potential archaeological interest including Areas to be avoided.*' in de Engelstalige samenvatting. Alle locaties van potentieel archeologisch belang, inclusief een bufferzone van 100 m, worden in deze afbeelding weergegeven.

Als het niet haalbaar is om de gemelde magnetometer anomalieën te vermijden, is aanvullend onderzoek nodig om de archeologische waarde van de objecten die de anomalieën veroorzaken te bepalen.

Als vervolg op het huidige geofysische onderzoek wordt aanvullend gedetailleerd onderzoek naar UXO's uitgevoerd. De resultaten ter plaatse van de potentieel archeologische locaties te dienen archeologisch te worden beoordeeld. Indien uit de beoordeling blijkt dat een object/objecten niet van archeologische waarde is/zijn, kan de betreffende locatie worden vrijgegeven. De resultaten van dit onderzoek moeten als bijlage aan het onderhavig rapport worden toegevoegd.

Prehistorische landschappen en gerelateerde archeologische resten
Het onderzoek van seismische gegevens, vibrocore-beschrijvingen en CPT-logs heeft aangetoond dat een intacte, goed bewaarde sequentie van laat-Pleistocene en vroeg-Holocene landschappen lokaal langs de kabelroute bewaard kan zijn gebleven. Het is niet mogelijk om specifieke plekken aan te wijzen waar het Pleistocene landschap intact is. Daarom kan niet worden uitgesloten dat in een deel van het traject intacte, goed bewaarde prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde archeologische resten worden aangetast door de installatie van de kabels. Vanwege de kleine omvang van laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen is het erg moeilijk om deze locaties op te sporen en in kaart te brengen. Maatregelen om verstoring van deze kampplaatsen te voorkomen vormen daarom geen optie.

De analyse van vibrocore-monsters biedt de mogelijkheid om belangrijke informatie te verkrijgen over de ontwikkeling van late-Pleistocene en vroeg-Holocene terrestrische en aquatische landschappen die worden doorkruist door de kabels. Geadviseerd wordt om specialistisch onderzoek uit te voeren. Dit onderzoek bestaat uit AMS 14C en/of OSL-dateringen, en de analyse van palynomorfen en microfossielen. De selectie van vibrocores en monsterintervallen moet, in overeenstemming met de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, worden opgenomen in een Plan van Aanpak. Voorgesteld wordt om vooral te richten op bemonstering met een groot interval op een beperkt aantal representatieve vibrocores.

Summary

Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV has contracted Periplus Archeomare B.V. to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee Nederwiek 2.

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder* and *subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 489 km^2 have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 53 contacts. In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). These side scan sonar contacts are considered to be of archaeological value until it is proven not to be through an additional assessment done by a certified archaeologist.

Along the Nederwiek 2 route, 2 of the sonar contacts fall within 100 meters of the route.

ID	E	N	Distance to the cable(m)
SSS_GVA_01403	536762	5807461	64
SSS_COB_02273	525796	5907245	37

Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 2

Magnetic anomalies

At 87 locations magnetic anomalies with a peak-to-peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Nederwiek 2 route, 9 of the magnetometer contacts fall within 100 meters of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Distance to the cable(m)
MAG_BEA_0066	919.2	567692	5752519	50
MAG_BEA_0082	1238.4	567622	5752445	75
MAG_LOC_410012	612.6	555549	5751212	66
MAG_COB_00535	559.5	536761	5803815	3
MAG_COB_00488	560.9	536831	5803830	74
MAG_COB_01114	3511.3	516294	5860969	1
MAG_BRK_60678	2669.7	515268	5866394	3
MAG_BRK_60946	2471.6	523727	5898339	5
MAG_COB_02590	571.1	523781	5898359	62

Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 2

In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the RCE. The listed magnetometer contacts are considered to be of archaeological value until proven otherwise through an additional assessment by a certified archaeologist. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 1.

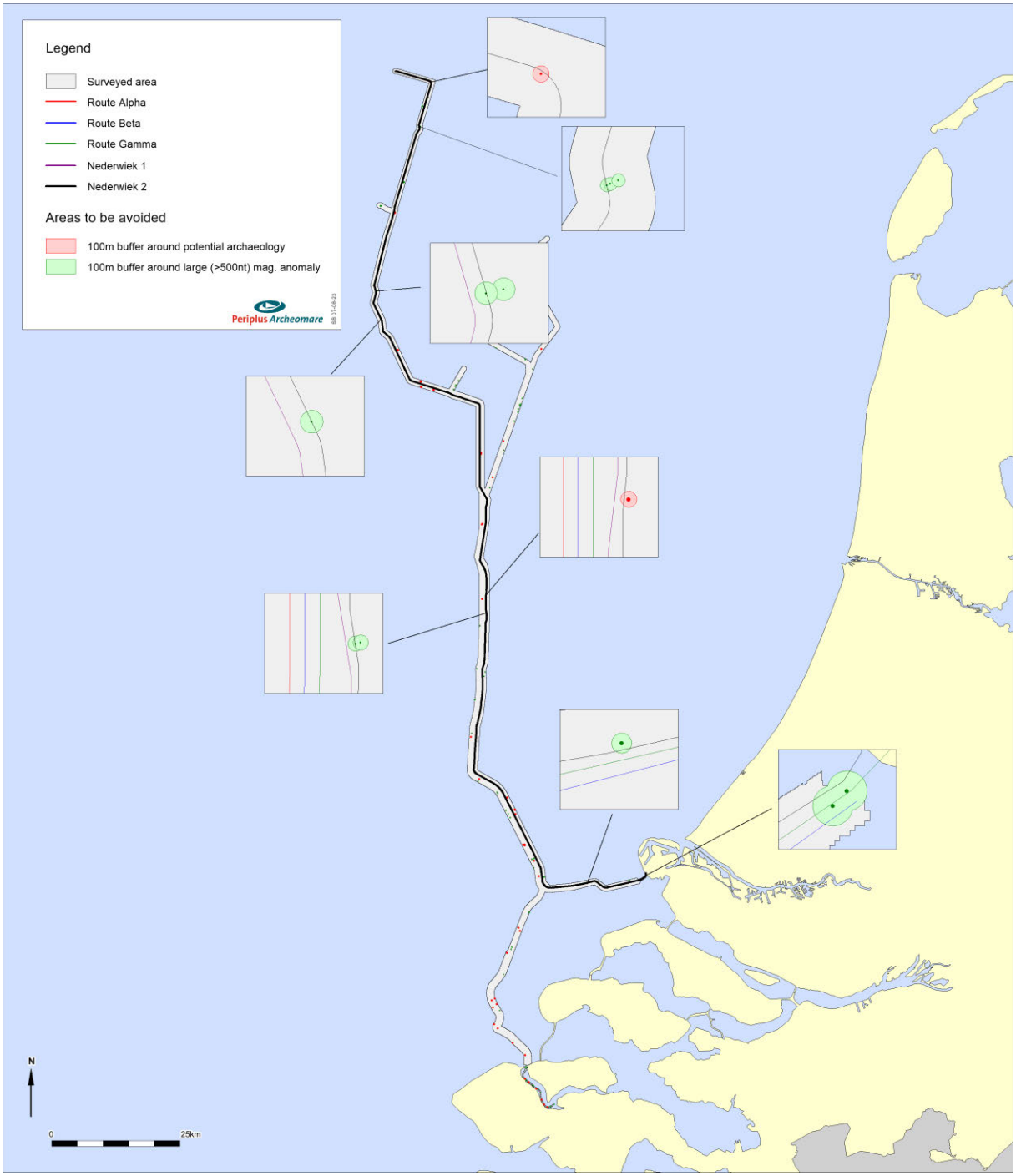


Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 2 route including a 100-meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. The reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research

within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional archaeological investigation (for instance through ROV or dive investigations) is needed. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted. The results of the UXO research will be published in an addendum.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore, it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to the small size of Late Paleolithic and Mesolithic campsites it is exceedingly difficult to trace and map these sites. Generally, these campsites do not exceed a few m^2. Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain valuable information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to conduct specialist research including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, foraminifera, and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a small number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

1 Introduction

Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV has contracted Periplus Archeomare BV to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee Nederwiek 2.

The surveyed area, covering 167 km^2, is located in the North Sea, north of Zeeland. The results of the assessment are supplemented with the geophysical and geotechnical survey results of the export cables route to the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, so that the total research area amounts to 489 km^2.

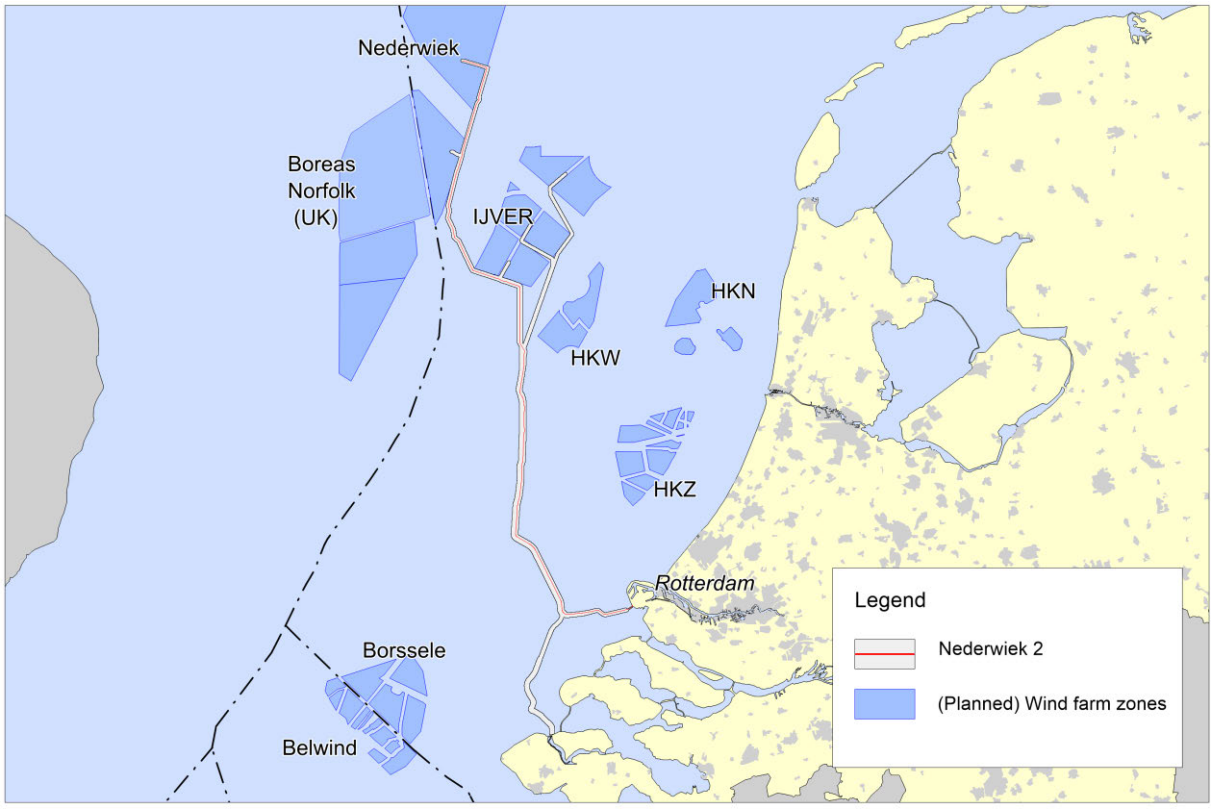


Figure 2. Location map of area of investigation

1.1 Background

The Netherlands has formulated ambitious objectives for reducing CO2 emissions, and related to that, producing sustainable energy. Offshore wind energy plays a prominent role in this policy, as laid out in the 2019 Climate Agreement. The North Sea is a favourable place for offshore wind energy because of the relatively shallow water depth and the favourable wind climate. Furthermore, there are good ports and (industrial) energy consumers nearby.

In 2019 offshore wind farms with a total capacity of approximately 1 gigawatt (GW) were operational in the Dutch part of the North Sea. In line with the Energy Agreement for Sustainable Growth (2013) in the years 2020-2023 approximately every year an offshore wind farm of 0.7 GW will be built in the Wind Farm Zones Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust (noord).

From 2024 to 2030, further out to sea offshore wind farms will follow to the west and north in (parts of) the Wind Farm Zones Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden, IJmuiden Ver, and Nederwiek. In 2030 a total capacity of approximately 11 GW of offshore wind farms will be realized with a target production of 49 TWh as defined in the Climate Agreement. The wind farms then supply 8.5% of all energy in the Netherlands and 40% of our current electricity consumption.

In the Erfgoedwet[1] the protection of the archaeological heritage is embedded. Planned activities, such as the installation of a wind farm in the North Sea, may affect the archaeological values if present. If the remains are in jeopardy, there is a statutory obligation to conduct archaeological research. In line with this obligation an archaeological desk study has been carried out.

An archaeological desk study is the first step in the so-called *AMZ* cycle (Archeologische Monumenten Zorg). The *AMZ* cycle includes a description of procedures for subsequent phases of archaeological research to be performed in order to ensure the protection of archaeological heritage in the Netherlands.

The second phase of the *AMZ* cycle is an inventory archaeological field study. As a rule, this field study comprises a geophysical survey of the seabed. From July to December 2022 Next Geosolutions, Shore Monitoring and Research, and DEEP BV conducted a geophysical route survey combined with a geotechnical campaign.

The survey conducted was not primarily set to provide data to be used in the course of archaeological research. However, a scan of the raw survey data proves these data to be fit for an archaeological assessment as stated in the Program of Requirements[2].

The separate phases of the AMZ-cycle are embedded in the Dutch Quality Standard for Archaeology (KNA Waterbodems 4.1). This standard dictates a mandatory workflow for archaeologists. A detailed description of the different phases of archaeological research is included in appendix 4.

1.2 Intended cable laying operations

TenneT aims to keep the life cycle costs as low as possible when installing the cables. These costs include the financial costs for construction, management, and maintenance and for disposal, the costs for the environment and the costs of nuisance for other users of the sea. Cables are primarily protected from external threats such as towed gear and anchors by the ground cover on those cables. The seabed of the North Sea is constantly in motion. At the landfall of the cables, shedding occurs during storms, the profile of the coast and the sandbanks are constantly in motion and further out to sea, the cable routes traverse extensive areas with sand waves. Sand waves are a type of underwater dunes that can be several meters high, have a wavelength of several hundred meters and move several meters per year. If all this mobility of the seabed and of the landfall were not taken into account during the laying of the cables, a situation quickly arises during the use of the cables in which the ground cover no longer meets the requirements in places along the cable routes. Maintenance of the burial depth is then necessary. Until such maintenance is performed, the cable is exposed to an increased risk of damage from external threats. In order to keep

[1] De Erfgoedwet became effective on the 1st of July 2016.
[2] Van den Brenk and van Lil, 2021.

the life cycle costs as low as possible, TenneT has opted for a “bury and would like to forget” policy, whereby the mobility of the seabed is taken into account when determining the initial burial depth of the cables, without the cables being buried deeper than is strictly necessary.

In practice, this means that the cables on the landfall are buried between 5 and 8 meters deep, in order to be able to continue to meet the current requirements of the permits over their lifetime. The permits prescribe a permanent ground cover of 3 meters for that zone. Further out to sea, where the permits and TenneT's own policy prescribe a ground cover of 1.0 to 1.5 metres, the cables are buried in such a way that even after the migration of the sand waves in 40 years (lifespan of the cables) the ground cover still likely meets all requirements. For the areas where the cables are located in shipping routes or in the vicinity of shipping routes, there is a requirement of at least 1.5 meters of ground cover and in areas further away from the shipping routes a requirement of at least 1.0 meters of ground cover.

In order to be able to have this realized by the contractors who install the cables, TenneT defines, on the basis of seabed mobility studies, a so-called “Non-Mobile Reference Level” (NMRL) prior to the tender, which is a predicted location of the lowest seabed level for the life of the cables. In practical terms, this means that the cables in the valleys between the sand waves will be buried just over 1.0 – 1.5 meters, depending on the locally applicable requirement, and below the sand waves about as much deeper as the sand waves are high.

The available laying methods for cables at sea can be divided into dredging and burial. Burial can be divided into "simultaneous lay and burial" burial and "post lay burial" burial.

During dredging, a trench is dredged in the seabed prior to laying and/or burying the cables. The cable is then laid in that trench or buried in the bottom of that trench. The trench is filled with sediments after the cables have been laid and/or buried if this is necessary to meet the required burial depth after installation. When the cables are buried in the seabed after dredging to the required depth at installation, the dredged trench does not need to be backfilled with after installation to meet the burial depth requirements after installation. Dredging prior to cable installation is also used to reduce the influence of seabed mobility on the cable burial depth, for example by dredging mobile sand waves. In that case, the dredging prior to cable installation is called “pre sweeping”.

Burying the cable can be done at the same time as laying the cable. In that case there is talk of "simultaneous lay and burial". A cable can also first be laid on the seabed and then buried in the seabed in a separate working passage. This is called “post lay burial”.

There are various techniques for burying a cable in the seabed. In particular, the required burial depth, the composition and the strength of the sediments determine which technique can be used. In sand and less strong sediments, a cable with spray lances can be buried in the seabed. The seabed sediments are then loosened with water jets and the cable can be brought to depth. Burying cables in cohesive soils, such as heavier clay and peat, requires mechanical loosening of the sediment before the cable can be buried. A chain cutter or a cable plough pulled through the ground can be used for this.

1.3 Results desk study

In 2022 an archaeological desk study has resulted in specific information on the archaeological remains which are to be expected within the proposed cable corridor. The study has shown that (remains of) shipwrecks, WWII plane wrecks and prehistoric remains are to be expected in the area[3].

1.4 Objective

The purpose of the archaeological assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

The goals set for this assessment are:

- To determine the historical or archaeological value of contacts found in the geophysical survey;
- The validate the locations of known wrecks;
- Assess the prehistoric landscape based on the seismic data and geotechnical results.

The requirements for the archaeological assessment are defined in a Program of Requirements (Dutch: PvE)[4].

1.5 Research questions

For the archaeological field study, the following research questions have been defined in the Program of Requirements:[5]

Primary question:

- *Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?*

With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:

- *Are there any phenomena visible on the seabed? If so: What is the description of these phenomena? Do these phenomena have a man-made or natural origin?*
- *If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?*
- *If these phenomena can be classified as archaeological: Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?*
- *If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena? Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle, or low activity on the seabed? If so: How can these zones be interpreted?*

[3] Van den Brenk, van Lil and Cassée 2022.
[4] Van den Brenk and van Lil, 2022
[5] Van Lil, van den Brenk and Cassée, 2021.

General:

- *What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively? Risk-prone areas are areas where the probability of archaeological remains is considered to be high.*
- *If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation, or human interference?*

With respect to subbottom profiler- and sampling:

- *Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape? If so: Can the expected buried Pleistocene units / landscapes be identified in the seismic data?*
- *What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed and LAT? From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?*
- *Can buried infilled channels be observed? If so: What are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the channel filling, stratigraphic position, and age.*
- *Has peat / or clay been observed? If so: What is the spatial distribution (depth, extent), stratigraphic position and age of these deposits?*
- *Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected? If so: Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?*
- *Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects? If so: Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?*

2 Methodology

2.1 Introduction

As part of the preparations for the cable-lay operation a geophysical and geotechnical survey has been carried out by Next Geosolutions, Shore Monitoring and Research, and DEEP BV in the period July to December 2022. The objectives and the general outcome of the survey activities including the minimum technical, functional, and procedural requirements are described in the survey report[6].

The following methods have been deployed:

- side scan sonar (SSS);
- magnetometer (MAG);
- multibeam echo sounder (MBES);
- backscatter (BS);
- high resolution sub-bottom profiler (SBP);
- Vibrocores and grab sampling.

The results of the survey activities have been recorded in reports, listings, drawings, and images. The input for the archaeological assessment consists of the deliverables listed in table 5.

SSS	- event listings containing all contacts observed - georeferenced images of all contacts observed - mosaic files of all contacts listed
MAG	- event listings containing all anomalies observed
MBES	- validated *multibeam* XYZ point cloud dataset
SBP/UHR	- representative subbottom profiles - seismic unit XYZ grid data
Report	- survey reports

Table 5. Data used for the archaeological assessment

[6] Next Geosolutions 2023, document TTB_07578, see appendix 5.

2.2 Geophysical and geotechnical surveys

Geophysical surveys took place between July and December 2022 using the MPSV Levoli Cobalt, SHORE Possibility, SHORE Presence, and DEEP's SV Breaker. An overview of the survey campaign and the employed survey methods is presented in the table below.

Region	Survey Type	Vessel	Survey		Survey Methods
			Start	End	
Offshore	Geotechnical	MPSV levoli Cobalt	08-07-2022	25-08-2022	Vibrocore, Cone; Penetration Test (CPT); Grab Sampler
Offshore	Geophysical	MPSV levoli Cobalt; DEEP's SV Breaker	26-08-2022	28-12-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Nearshore	Geophysical	SHORE Presence; DEEP's SV Breaker	10-08-2022	14-09-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Tidal zone	Geophysical	SHORE Possibility	01-08-2022	07-08-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Beach	Geophysical	Not applicable	12-09-2022	12-09-2022	Magnetometer

Table 6: Overview of the survey campaigns and the employed survey methods.

195 geotechnical locations were investigated during the geophysical surveys. All locations comprised a Vibro Core (VC) and Cone Penetration Tests (CPT).

Details about the geophysical and geotechnical surveys can be found in the Integrated Geophysical & Geotechnical Report in Appendix 5.

2.3 Known objects

Next Geosolutions has summarized the *side scan sonar* contacts and *magnetometer* anomalies encountered within the survey area in detailed event listings. From different databases the occurrence of objects within the area is known, as described in the desk study[7]. The contacts included in the survey event listings are compared with the database objects in the area. For this comparison four different datasets are used:

- The Hydrographic Service database (hereafter referred to as Nlhono database);
- The Rijkswaterstaat SonarReg database (hereafter referred to SR database);
- The Dutch Cultural Heritage Agency database ARCHIS;
- The Dutch Nationaal Contact Nummer database (hereafter referred to as NCN);

[7] Van den Brenk, van Lil and Cassée 2022.

The National Contact Number (NCN)

The NCN database combines the data from three governmental databases:

- The wrecks register from the Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- The SonarReg object database of Rijkswaterstaat;
- The ARCHIS database (the official archaeological database of the Ministry of Cultural Heritage)

The permission for the use of the NCN database for the analysis was granted by the owner (Rijkswaterstaat Sea and Delta).

- The NCN database contains all basic information (E, N, and description) of the Nlhono, SR and Archis databases. More detailed information is gathered through the other datasets.

In addition to shipwrecks information on contacts referred to as 'foul' or 'obstruction' is included. From these objects the origin is not always known, but information on the location, dimensions and other valuable information is listed. Besides the databases other sources containing information on wrecks and historic finds are consulted for comparison with the survey results.

All known data is combined and plotted in a GIS. In this way an overview is made of the areas in which archaeological remains are present or to be expected. The known contacts are a reference framework for the assessment of data recorded during the route survey.

2.4 Archaeological assessment of survey data

The geophysical and hydrographic survey techniques employed include *side scan sonar* (SSS), *magnetometer* (MAG), *multibeam* (MBES), and high resolution subbottom profiling (SBP). The natures of those methods differ, with coherent strengths and weaknesses.

Table 7 provides a summary of the objective(s) the methods employed and the nature of those methods in terms of seabed penetration and coverage. Data are cross correlated because the methods are complementary. E.g., *multibeam* data can aid in the interpretation of a *side scan sonar* contact by providing information on its height with respect to the surrounding seabed, the occurrence of scouring next to the contact, and the accuracy and precision of the object. CPT's and borehole data can aid in the determination of geological units from seismic strata.

Method	Objective	Seabed		Accuracy and Precision	Cross Correlation
		Penetration	Coverage		
SSS	Identification of outcropping objects; seabed classification	No	Full	High	MBES / MAG
MBES	Charting of seabed morphology; identification of scours	No	Full	Very high	SSS
MAG	Identification of magnetic anomalies induced by ferromagnetic objects	Yes*1	Full*2	Accuracy = high Precision = poor*3	SSS
SBP	Identification of seismic strata and buried objects such as pipelines, cables, and boulders	Yes	No Profile data beneath sailed line	High	BH/VC/CPT*4 MAG
BH/VC/CPT*5	Determination physical properties of sediments and lithostratigraphy	Yes, max. pen.: BH 10 m VC 6 m CPT 11 m	No Point location	High	SBP

Table 7. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed

*1 detection dependent on size of the ferromagnetic object, depth of burial, height of *magnetometer* above the seabed and distance cross course

*2 distant objects or deeply buried objects can be missed.

*3 precision: perpendicular to ship heading = ½ * spacing of sailed lines
parallel to ship heading = appr. 1m.

*4 interpretation of geology through correlation of seismic data with VC and CPT-data, and data from the DINO database.

*5 borehole sampling was only carried out onshore.

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

With *side scan sonar* all objects and structures on the seabed can be made visible. Seabed sediment of different composition can be distinguished by their characteristic reflection. *Multibeam* images reveal the morphology of the seabed. Large objects and scouring can be mapped. Smaller objects, like thin cables, or flat objects lying on the seabed often are impossible to identify in *multibeam* images.

The strength of *side scan sonar* resides in the ability to visualize (relative) differences in reflectivity of seabed sediments and exposed objects. Variations in seabed composition cannot be observed in *multibeam* data unless those variations are accompanied by morphological changes. This also applies for objects which are barely elevated above the seabed. Another strength of *side scan sonar* is full coverage accomplished with a limited amount of survey lines. A limitation of *side scan sonar* is that buried objects cannot be found with this technique.

The strength of *multibeam* lies in the high accuracy and high precision images of the seabed morphology the technique provides. Sand waves and current ripples can clearly be observed in *side scan sonar* data, but the height of those sedimentary structures can far better be established by means of *multibeam*.

However buried objects generally cannot not be traced with *multibeam*, scours caused by shallowly buried objects can lead to the identification of buried objects.

In this study *side scan sonar* and *multibeam* data were combined in the identification of objects which are of potential archaeological interest. The listing of potential archaeological objects is considered to be complete as far as it concerns exposed objects, although the presence of buried non-ferro-magnetic archaeological objects or objects which erroneously have been labelled as non-archaeological, can never be fully excluded.

Magnetometer contacts are identified by the presence of ferro-metallic objects which induce an anomaly in the earth magnetic field. These objects can be buried or lying on the seabed. Unlike *side scan sonar* and *multibeam* the contacts are tagged at the sailed survey line. The actual object can be located at both sides of the survey line. The precision parallel to the run line is in the order of one meter.

The strength of a *magnetometer* lies in its ability to trace buried objects if those objects are ferro-magnetic. The technique provides a strong tool in mapping continuous linear structures like buried cables and pipelines. Also, an indication of the presence and distribution of isolated ferro-magnetic objects in an area of investigation is obtained.
An important limitation of the *magnetometer* is the poor accuracy of the positions of the objects found. An object has to be boxed in by sailing additional lines with a *magnetometer* to pinpoint the location of the object. Further, the measured amplitude of a magnetic anomaly is dependent on the interaction of different parameters, such as the size of the object, the depth of burial, the height of the *magnetometer* above the seabed and the distance cross course. Because of this it is very hard to establish the size of the object which caused the anomaly. Thirdly buried objects cannot be seen. Therefore, it is not possible to identify the nature of the buried object.

The listing of *magnetometer* anomalies is expected to be complete as far as it concerns large ferro-magnetic objects. Due to the line spacing it cannot be excluded that especially small distant or shallow buried objects have been missed.

Next Geosolutions processed their survey data and produced detailed event listings of the *side scan sonar* and *magnetometer* contacts encountered within the survey areas.

In the course of this archaeological assessment a selection is made based on the dimensions of the reported contacts. All contacts have been assessed, and the fraction of contacts larger than or equal to four (4) meter is looked into in more detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites.

This is done by analyses of:

- *side scan sonar* images included in the survey report and digital deliverables;
- *multibeam*-data (xyz-files);
- values of magnetic anomalies reported in the survey reports;
- comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts;

The *side scan sonar* images are scanned in order to define potential archaeological sites. A selection of contacts was made of contacts to be studied in detail. The geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record. The interpretation and selection of *side scan sonar* contacts is based on best professional judgment. If desired or needed the exact nature of the contacts observed can be established with certainty through the execution of additional research by means of a ROV or divers in a following phase.

Subbottom profiler (SBP), vibrocores (VC) and cone penetration tests (CPT)

Next Geosolutions has acquired and processed shallow seismic data using a sub-bottom profiler (SBP). The processing involved an analysis of subbottom profiles and the identification and tagging of the observed seismic strata and buried objects indicated by refraction hyperbola. For this archaeological assessment the seismic strata have been interpreted and translated into lithostratigraphic units by Periplus Archeomare.

The seismic data have been used by Next Geosolutions to target specific locations for the geotechnical survey. The vibrocore and CPT locations are primarily chosen to obtain insight in the geological phenomena that could affect the cable lay operations. Periplus Archeomare was not involved in the selection of vibrocore and CPT locations. Therefore locations which could be of geo-archaeological interest have not specifically targeted. Fortunately, geological phenomena which are of interest for the cable lay operations, such as the occurrences of peat, clay, boulders, and channel infills, also are the locations one would select for geo-archaeological research.

The vibro-coring activities have been carried out at both the nearshore and offshore sector of the project.

Data from the DINO-database, TNO grid data of lithostratigraphic units, VC-logs and CPT-logs have been used as a reference framework of the geological constellation along the cable routes.

2.5 Data Analysis

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

The first step in the data analysis is to cross-reference known objects within the surveyed area with the survey data. For the comparison the results of the desk study and the survey datasets were used. All the known objects were projected in a GIS together with the survey data.

For the cross-reference we have assumed that all present possible contacts and anomalies have been reported and described by the survey contractor. The raw data was only used, when available, to verify the description of found objects and anomalies as reported.

The positions of the interpreted contacts from the different surveys were compared with the positions of the known objects collected from the databases. Besides that, all the positions of both the survey contacts and the known objects were plotted on the high resolution *multibeam* grid to visualize the morphological influence of the presence of these objects. This assisted in the determination of possible archaeological value of the present remains. If an object had a potential archaeological value, the description of the object was finalized.

Besides the objects detected from the *side scan sonar* survey also the *magnetometer* contacts were plotted on the high resolution *multibeam* grid. For the *magnetometer* contacts that corresponded with the *side scan sonar* contacts within 50 meters of each other, these contacts were considered to be related. When at the position of the *magnetometer* anomaly no visible object was recognized the size of the anomaly was leading. If the magnetic anomaly of a contact is more than 500 nT (nano-Tesla) then it is stated that the contact could possibly be of archaeological value. All the *magnetometer* contacts above 500 nT but within 25 meters of the existing cable and pipeline routes are exempt for further investigation. It has to be stressed that within this assessment no distinction can be made between anomalies related to possible archaeological objects or anomalies related to (for example) unexploded ordnance (UXO's).

An archaeological assessment has been undertaken for all visible contacts. This interpretation is based on best 'professional judgment'.

Subbottom profiler (SBP)

The interpreted seismic data have been assessed in order to test the archaeological expectation with respect to intact prehistoric landscapes and possible related archaeological remains in the area. The archaeological desk study has resulted in the identification of lithostratigraphic units which could contain archaeological levels. The seismic images included in the Next Geosolutions Survey report have been used to get an insight into both the lateral and vertical distribution of the lithostratigraphic units and the expected archaeological levels herein. The seismic data have been correlated with information of the subsurface, including available geological data and newly obtained information from vibrocore analysis in order to test the desk study based archaeological expectation. An important factor included in the assessment is the integrity of layer boundaries because erosion by natural processes poses a significant threat to archaeological levels. Based on the assessment sections of the cable routes which are expected to contain intact prehistoric landscapes are identified. The results are reviewed in the context of the activities planned in order to predict possible influence on the potential archaeological remains.

In summary, it can be stated that the collected geophysical data meets the requirements set out in the program of requirements and are suitable for an initial archaeological analysis.

Execution

The analysis was executed from March to April 2023 by R. van Lil and S. van den Brenk (both KNA senior prospector) and R.W. Cassée (KNA Archaeologist Ma specialism Waterbodems). The analysis is carried out according to specifications set up within the Dutch Quality Standard for Archaeology (*KNA Waterbodems 4.1; protocol 4103*).

2.6 Used Sources

The following sources were used for the analysis:

- Survey data Next Geosolutions, original survey data and reported interpretations;
- Archaeological desk study Periplus (22A028-01);
- ARCHIS database Cultural Heritage Agency;
- Archeomare Database;
- Nlhono database Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- Wrecksite.eu;
- Database, Nationaal Contact Nummer (NCN).

For a complete list of used sources and literature see the reference list at page 57.

Italic written words are explained in the glossary at page 56.

3 Results

3.1 Seabed bathymetry and morphology

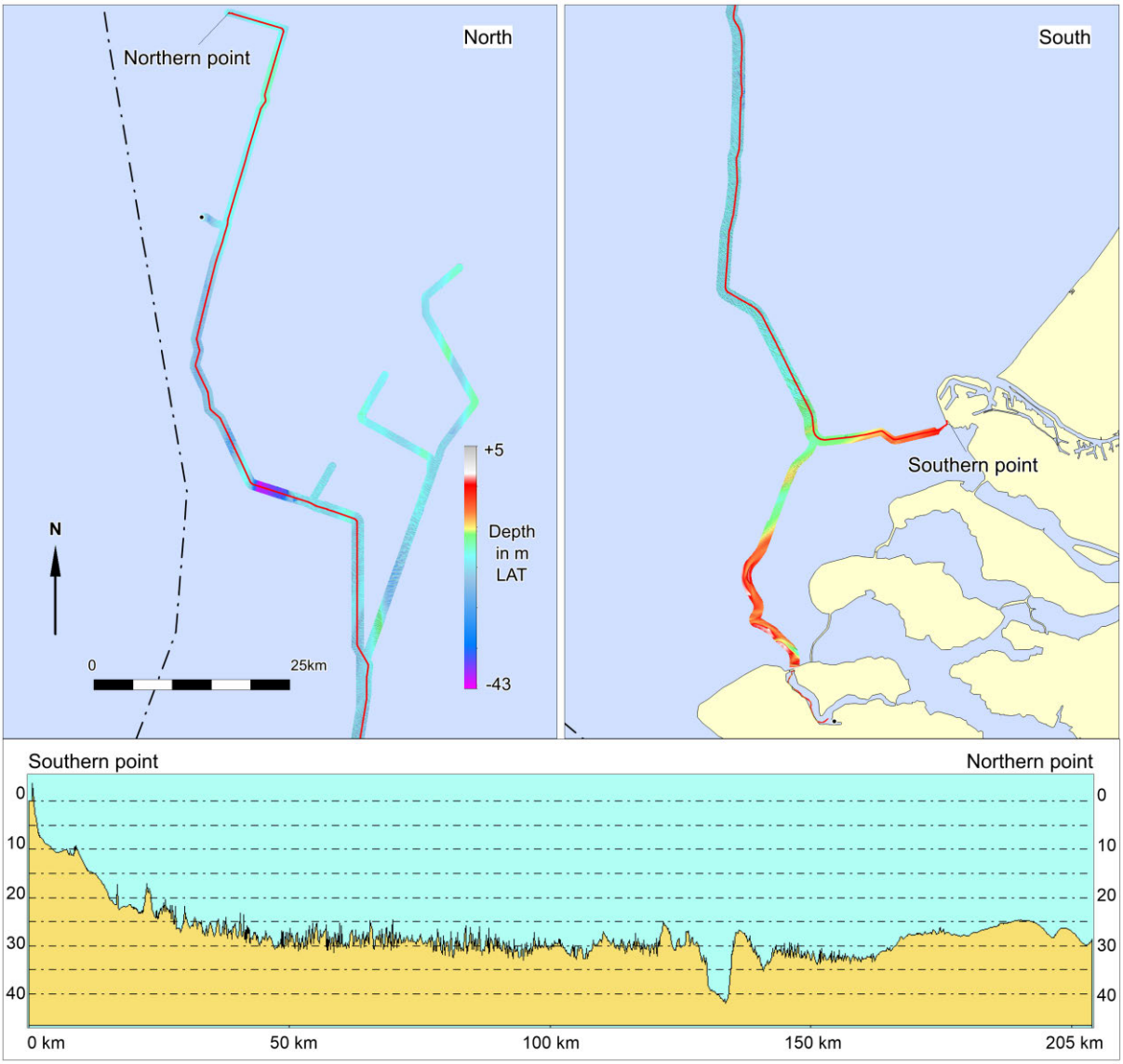


Figure 3. Bathymetry Nederwiek 2 route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions)

Based on the 2022 survey data the water depth within the research area varies from 0 to 42.8 m LAT, with an average of 26.1 m LAT.

Seabed morphology

The southern part of the offshore route is dominated by tidal ridges with a relative height of 20 meter. Along the northern part of the route, sand waves occur with a height up to 4 meters and a wave length between 150 and 350 meters. These waves have a WNW – ESE orientation and are known to migrate northwards with a speed of several meters per year[8]. Superimposed on these dunes mega current ripple bed have formed with a height up to 1 meter.

[8] Van Heeteren, 2010

3.2 Known objects: As Found positions versus database positions

Note: the results presented in the next paragraphs apply to the total surveyed area. The final impacts on the Nederwiek 2 route are summarized in chapter 5.

Based on the desk study 143 objects are known within the survey area. These objects include a (maximum) total of 21 (remains of) shipwrecks. It is possible that some of these object entries are duplicates. This is due to differences and overlaps of the different databases.

The SSS contacts and MAG anomalies encountered during this survey have been stored in event listings. The positions of the contacts and anomalies in these listings are compared with the theoretical positions of objects in the NCN database. In order to conduct this comparison all SSS contacts and MAG anomalies found within a range of 50 meters around the database locations are selected.
The outcome of this comparison can be:

- The As Found position of a shipwreck agrees with the database position of a known wreck;
- The As Found position of a contact agrees with the position of a contact listed in the database, but the interpretations do not match;
- The As Found position of a shipwreck is not in agreement with the database position of a known wreck;
- A wreck listed in the database has not been found;
- A new wreck has been found.

A summary of the As Found- versus Not Found known objects is presented in the table below.

Known Objects	Archaeological Expectation			Total
	Yes	No	Unknown	
Found	7	32	17	**56**
Not Found	5	19	30	**54**
Total	**12**	**51**	**47**	**110**

Table 8. Summary of known objects

Note: several known objects have not been found while they fall outside the surveyed area. This is because the initial investigated area for the desk study was much larger.

3.3 Side scan sonar

Next Geosolutions has identified 14321 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Buoy Anchor	27	-	27
Buoy	3	1	4
Benthic Mud and Detritus	632	-	632
Exposed cable	6	-	6
Debris Anchor	-	5	5
Debris Cable	181	2	183
Debris Fish Net	5	1	6
Debris Linear	694	90	784
Debris Metallic	54	1	55
Debris Other	4045	503	4548
Debris Wire	27	17	44
Natural Feature	5701	2162	7863
Other	3	15	18
Pipeline	13	4	17
Seabed disturbance	16	-	16
Wreck	19	4	23
Total	**10758**	**4**	**14231**

Table 9. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions

58 contacts match known NCN objects. The remaining *side scan sonar* contacts and images have been scanned and checked for the presence of potential archaeological contacts. This is done by analyses of:

- *Side scan sonar* images included in the survey report and digital provided data;
- *Multibeam*-data (0.3m grids and xyz-files);
- Comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts.

Apart from the survey data studied the geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record.

All contacts larger than four meters are examined in detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites. This selection of large contacts comprises a total of 523 contacts. After examinations, 53 contacts were classified as objects with an archaeological expectation. A summary of the outcome of the detailed inspection of selected contacts is presented in the table below.

	Arch. Expectation			
Interpretation PPA	**No**	**Medium**	**High**	**Total**
Buoy	1	-	-	1
Debris	47	-	-	47
Geology	3	-	-	3
Natural feature	165	-	-	165
Piece of cable	60	-	-	60
Pipeline	3			3
Seabed disturbance	126	-	-	126
Shell bed	22	-	-	22
Unknown object	40	-	-	40
Wreck	-	8	15	23
Wreck remains	3	17	13	33
Total	**470**	**25**	**28**	**523**

Table 10. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts

A total of 53 contacts are classified as objects with a medium (25) to high (28) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent. A complete listing of the contacts is presented below.

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA	Survey
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains	IJvABG
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains	IJvABG
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck	IJvABG
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains	IJvABG
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains	IJvABG
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains	IJvABG
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains	IJvABG
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck	IJvABG
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck	IJvABG
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains	IJvABG
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck	IJvABG
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains	IJvABG
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains	IJvABG
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck	IJvABG
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains	IJvABG
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains	IJvABG
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck	IJvABG
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains	IJvABG
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains	IJvABG
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains	IJvABG
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck	IJvABG
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent	IJvABG
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent	IJvABG
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent	IJvABG
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains	IJvABG
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains	IJvABG
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains	IJvABG

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA	Survey
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains	IJvABG
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains	IJvABG
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck	IJvABG
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck	IJvABG
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck	IJvABG
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains	IJvABG
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck	IJvABG
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains	IJvABG
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck	IJvABG
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck	IJvABG
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck	IJvABG
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck	IJvABG
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains	IJvABG
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains	IJvABG
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains	IJvABG
SSS_BRK_11012	Debris Linear	540808	5767868	-27,7	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_BRK_11020	Debris Other	542369	5764697	-28,5	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_COB_00438	Debris Other	526488	5847207	-35,1	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_COB_00461	Debris Linear	524100	5847759	-40,7	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_COB_00463	Debris Other	524040	5848843	-40,5	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_COB_00536	Debris Other	519571	5854937	-34,0	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_COB_02273	Debris Fish Net	525796	5907245	-27,8	-	Possible wreck remains	NW12
SSS_BRK_11019	Wreck	542324	5765516	-25,1	24	Wreck	NW12
SSS_COB_00642	Wreck	518981	5881679	-27,7	1211	Wreck	NW12
SSS_COB_00655	Wreck	518956	5881687	-27,2	1211	Wreck	NW12
SSS_COB_00654	Wreck	518972	5881684	-27,2	1211	Wreck	NW12

Table 11. Listing of sites with an archaeological expectation

Detailed description and images of the contacts are presented in Appendix 1. A number of representative examples are presented on the next pages.

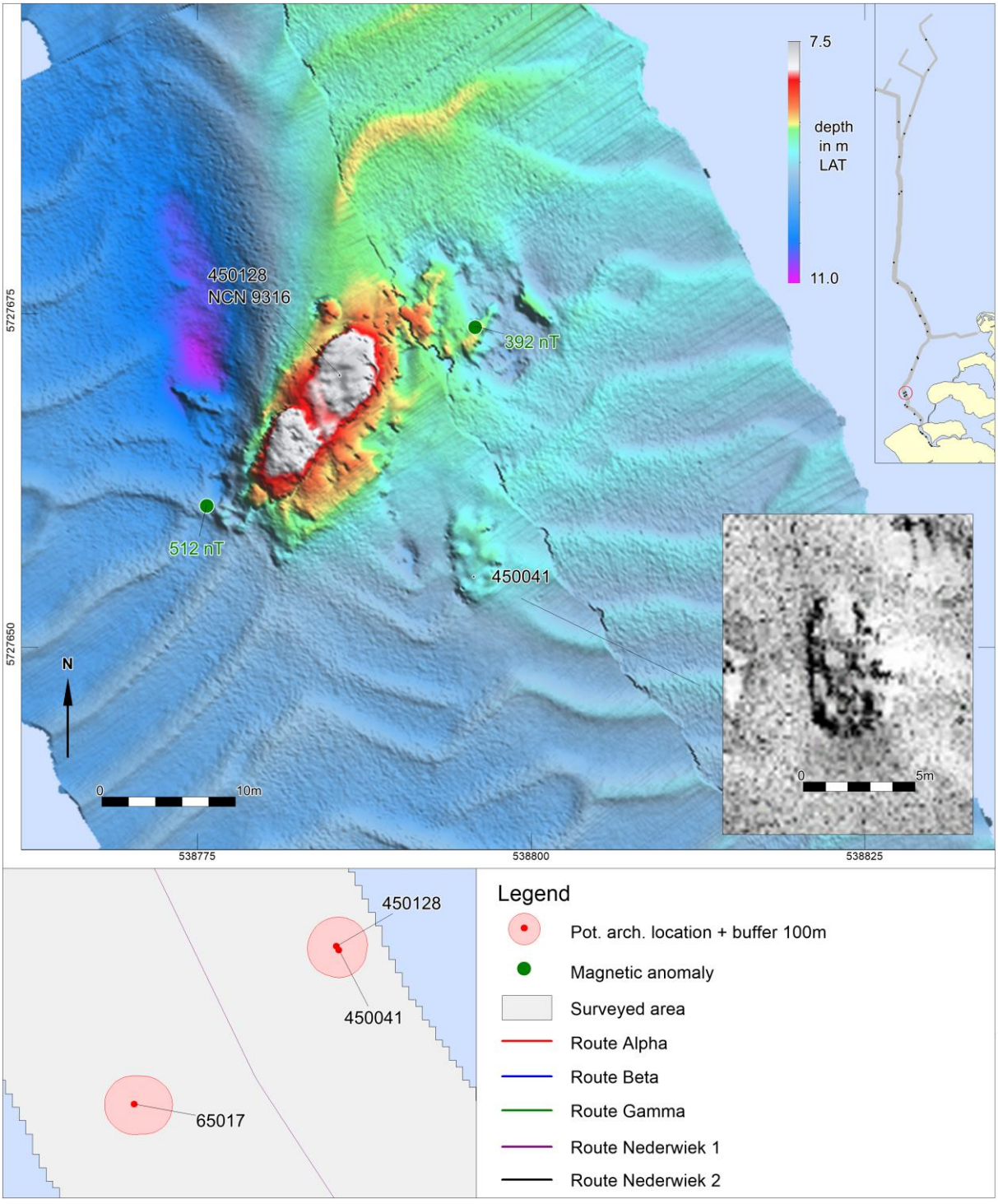


Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128

Contact 450128 represents the site of NCN 9316, a historic wreck with toponym *Schouwen Banjaard 1* The site is known at RWS under "spot at point 11, three-master". According to sports divers the cargo consists of rolls of iron of 60-70 cm length. Ten meters south of the wreck a smaller oval object is clearly visible (contact 450041) which might be the remains of a small wreck, possibly a dinghy or skiff. The site has been recorded before in 2020 with side scan sonar and multibeam[9].

[9] Van den Brenk and van Lil, 2021

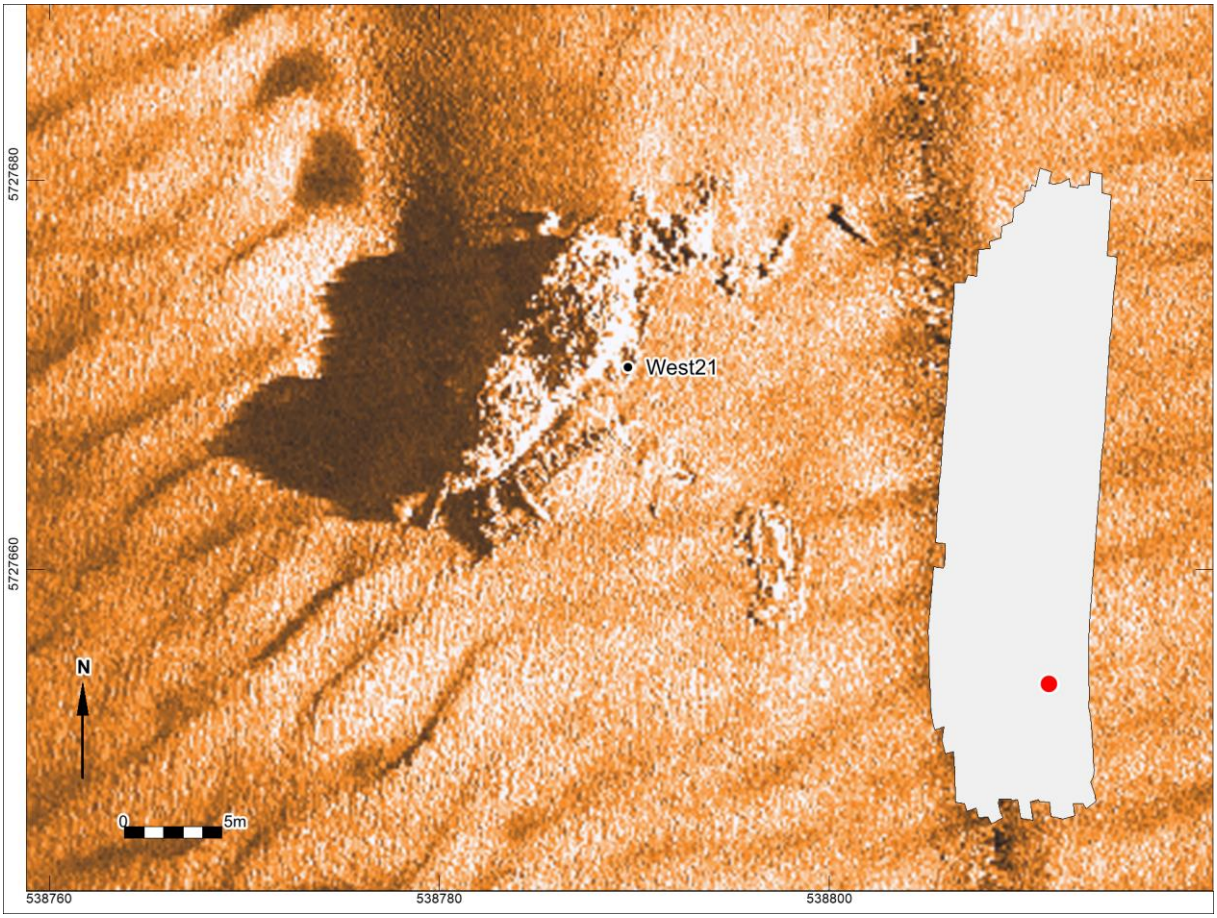


Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey

Magnetic anomaly 65017 represents the site of the *SS Rival*. This was a German steam freighter, on its way from Kiel (Germany) to Gent (Belgium) with a cargo of flax and hemp. It stranded on the *Banjaard* on 7-12-1886. Divers reported in 1887 that the wreck, laying at a depth of seven meters was buried in sediment[10]. During a 2020 survey, the water depth at the location was to 2.6m LAT, and in the 2021 survey the water depth was reduced to only 0.3 meter. Side scan sonar images do not show any signs of the wreck at the seabed surface, but large magnetic anomalies pints out the location of the wreck (see figure below).

[10] Marhisdata

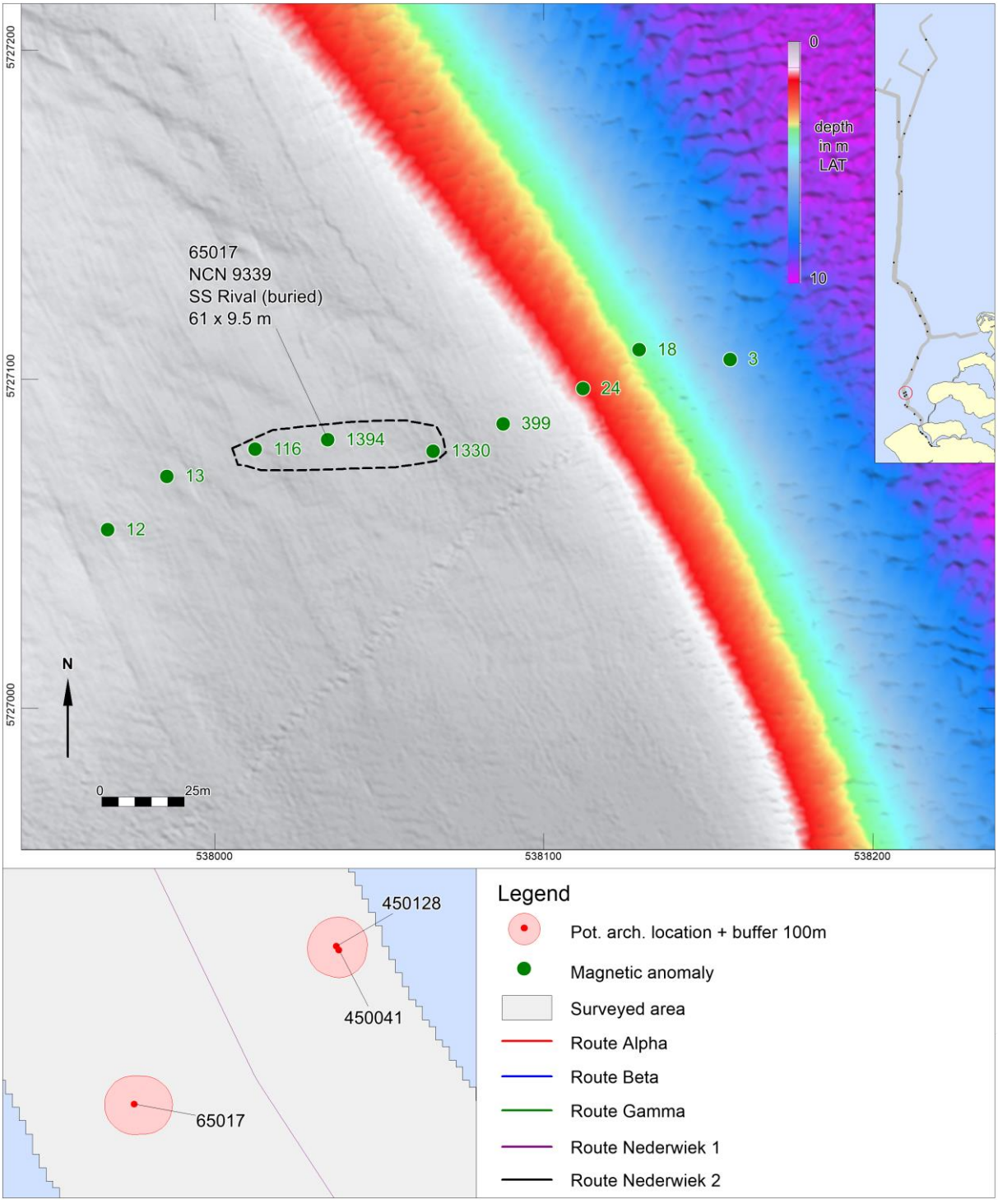


Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival.

3.4 Multibeam

Apart from the *multibeam* images discussed in the previous sections no *multibeam*-features have been observed which are interpreted to reflect the presence of archaeological objects or structures.

3.5 Magnetometer

Besides the objects that are visible on the sea bed and are selected as of possibly archaeological value there also are large *magnetometer* anomalies which are not observed on the *side scan sonar* or *multibeam* data. A number of these anomalies can be related to infrastructure (cables and pipelines), but the majority have an unknown origin. Although the nature of these objects is not known it is possible that the anomalies represent archaeological remains buried in the seabed, and therefore have to be taken into account within this assessment. The average line spacing for the magnetometer was 25 meters. a minimum value of 500 nT has been used to classify the objects as potentially archaeological targets.

Note on magnetic anomalies and value of 500 nT.
A magnetic anomaly is a local deviation from the natural magnetic field, expressed in nanoTesla. The measured value depends on the mass of the iron contained by an object, but also largely on the distance between magnetometer and the object. With a relatively large line spacing (>= 100m) chances are, that objects are missed or have an apparent lower reading on the magnetometer.

For example: a mass of 1000 kg iron results in a value of 50 nT at 12 meters, and 500 nt at 5 meters. The term 'large anomaly' is therefore subjective and depends mainly on the line spacing of the magnetometer survey.

For archaeological assessments, as a rule of thumb, the following minimum values for unidentified deviations are therefore considered to be of archeological interest:
Line spacing ~100 meters: 50 nT
Line spacing ~50 meters: 500 nT

A total of 12663 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. A classification is listed in the table below.

	Survey area		
Classification	**Alpha, Beta Gamma**	**NW 1 & 2**	**Total**
Cable	584	759	1343
Pipeline	131	113	244
Wellhead		2	2
Unknown	7663	3396	11059
Wreck	11	4	15
Total	**7674**	**4274**	**12663**

Table 12. Classification of the magnetic anomalies

At total of 1580 magnetic anomalies can be associated with known infrastructure (cables, pipelines, and wellheads). 15 anomalies are related to wrecks.

A total of 11059 magnetic anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments. 87 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 87 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

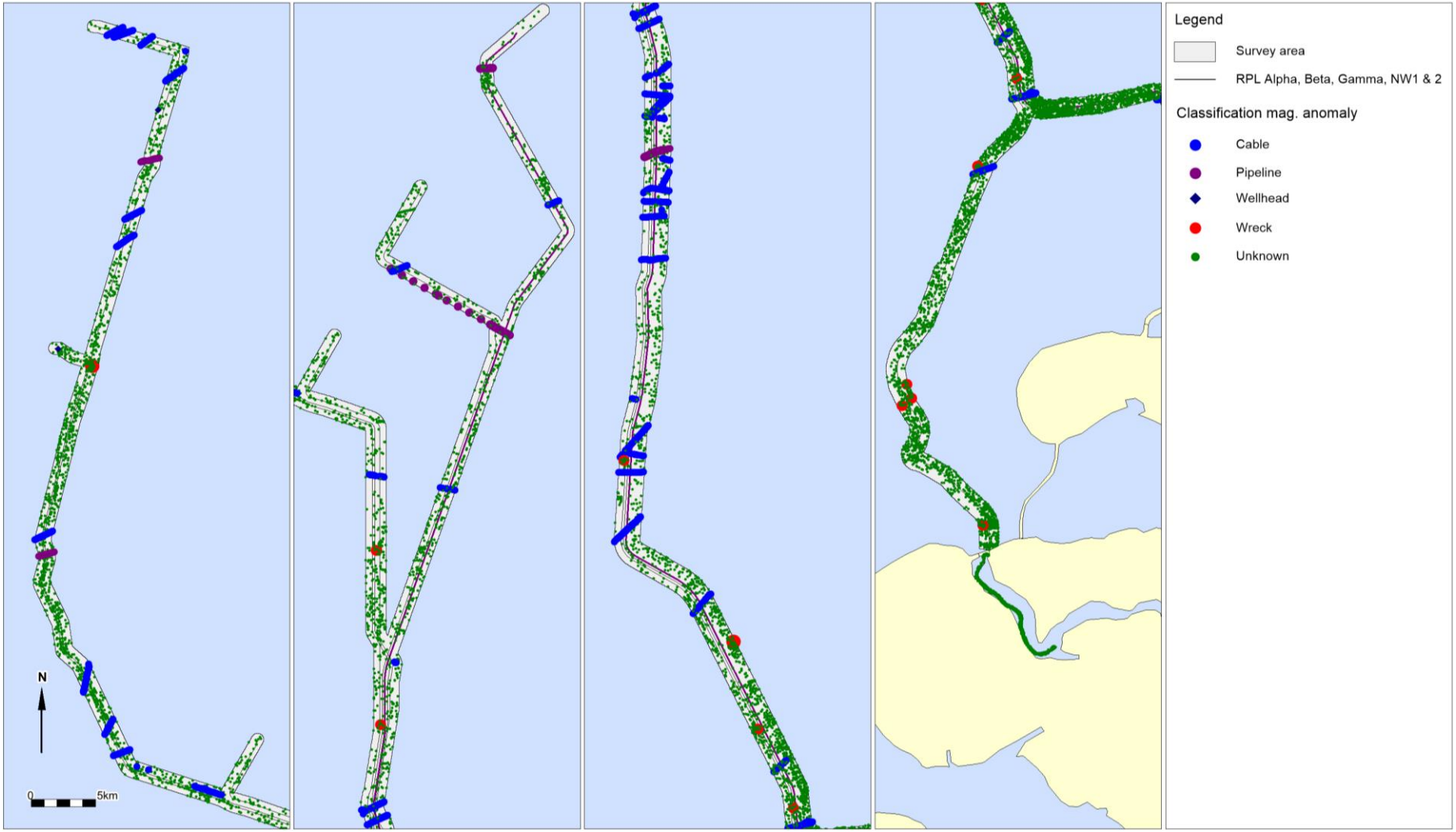


Figure 7. Classification of the magnetic anomalies

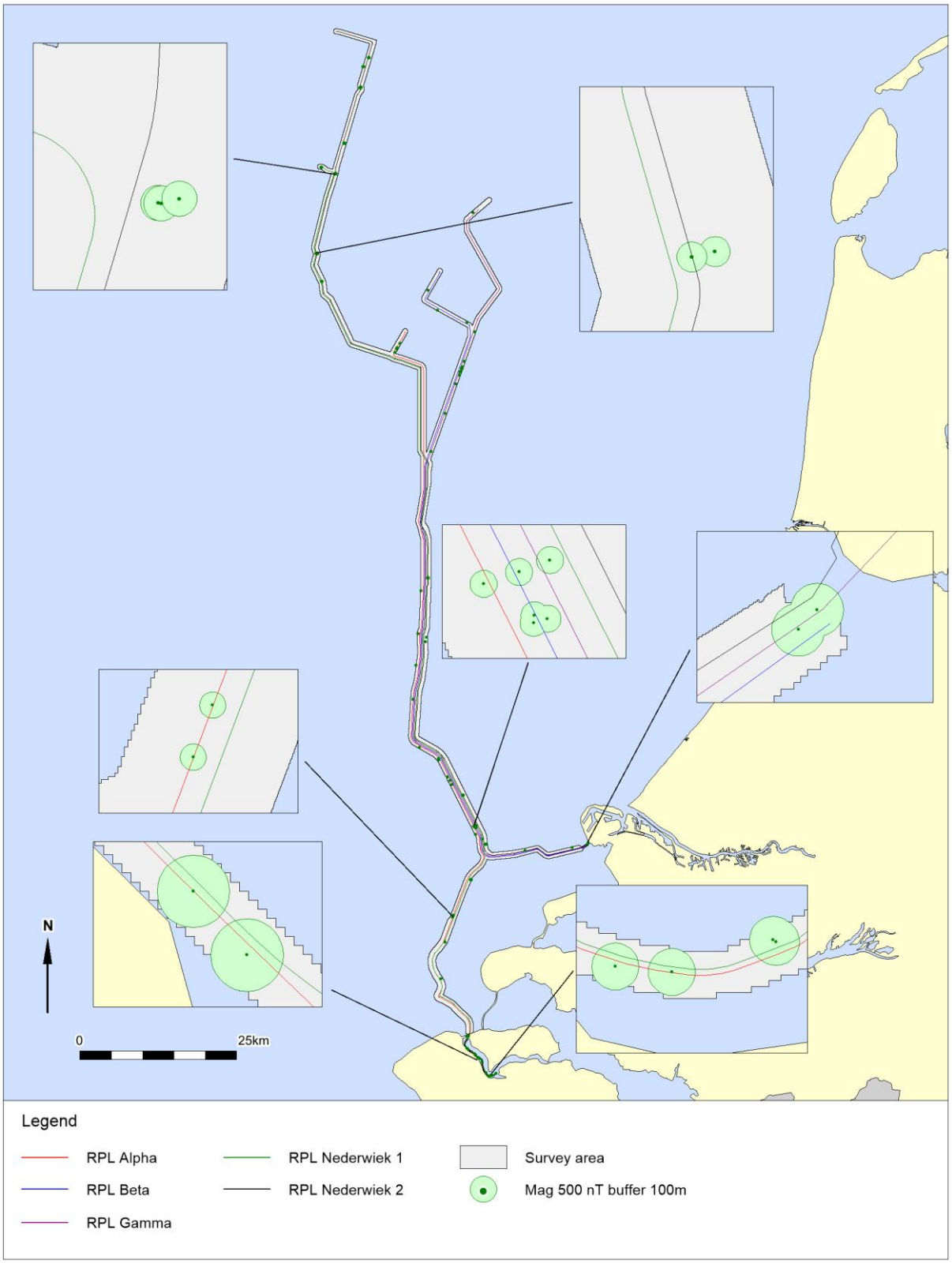


Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more

3.6 Subbottom data

The Next Geosolutions survey report[11] contains fifteen seismic images to illustrate the geological constellation along the proposed Nederwiek 2 cable route.

Seismic reflectors represent horizons that mark a sudden change in the physical properties at the interface between two layers of different composition[12]. Along the cable route seismic reflectors have been digitized that either define the boundaries between sedimentary units with different seismic and lithological characteristics or represent phenomena that due to their physical properties could affect the installation of the cable.

The seismic reflectors have been interpolated into grids. These grids have been delivered to Periplus Archeomare as raster geotiffs and xyz text files with elevations in m relative to LAT and depths in m relative to the seabed.

The digitized horizons are:

- Base of Mobilised Sediments;
- Base of Layered Sediments;
- Top of Layered Sediments;
- Peat and Clay;
- Paleochannel.

To understand which lithostratigraphic units the observed seismic phenomena represent, the Next Geosolutions data are combined with data from additional seismic and geological sources. These additional data include:

- TNO grid data of geological units in the North Sea area (2003);
- TNO grid data of the top of the Pleistocene (2007);
- UHRS data collected by GEOxyz within the IJVWFZ (2021);
- DINOloket subsurface data (2022);
- Top Pleistocene Map (Laban, 2004);
- Geological Maps 1:250 000 series Indefatigable (1987), Flemish Bight (1984) and Ostend (1991) (British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands);
- Geotechnical data (VC and CPT) collected by Next Geosolutions along the route;
- Brenk, S. van den, and R. van Lil, 2023. Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results. Periplus Archeomare Report 21A001-02.
- Hijma, M.P., K.M. Cohen, W. Roebroeks, W.E. Westerhoff and F.S. Busschers, 2012. Pleistocene Rhine-Thames landscapes: geological background for hominin occupation of the southern North Sea region;

[11] Next Geosolutions 2023, document TTB-07689-Final Report.

[12] A seismic reflector marks a sudden change in the so-called 'acoustic impedance' of the sediment beds. The acoustic impedance of a layer = sound velocity with which an acoustic wave travels through this sediment (V) * the density of the sediment (ρ).

- Zagwijn, W. H. 1983 Sea-level changes in The Netherlands during the Eemian. In: M. W. van den Berg & R. Felix (eds.): Special issue in the honour of J. D. de Jong - Geol. Mijnbouw 62: 437-450.

Major part of the Net op Zee Nederwiek 2 cable route runs parallel to sections of the Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha), (Beta) and (Gamma) cable route trajectories[13]. Along these cable routes geological cross-sections have been produced that are also representative of the geological constellation along the Nederwiek 2 cable route. These geological cross-sections cover parts of the cable route which are discussed below. In the following sections IJmuiden Ver (Alpha), IJmuiden Ver (Beta) and IJmuiden Ver (Gamma) are abbreviated to IJV (Alpha), IJmuiden Ver (Beta) and IJV (Gamma). The KP's mentioned refer to the respective IJmuiden Ver cable routes unless explicitly is referred to the Nederwiek 2 route.

IJV (Gamma) section KP0 – KP22 | Nederwiek 2 section KP0.0 – KP21.73 (estimated)
From the landing point of the IJV Gamma cable at the Maasvlakte coastline westward (KP0 - KP7) the geological profile is characterized by a thin (0.0 m to 1.5 m) top layer of mobile sand. The base of the mobile layer is traced by Next Geosolutions in major part of the KP0 – KP22 section. This sandy upper unit is classified as the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. The Bligh Bank Member unconformably covers Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation.

Based on TNO | Geological Survey of The Netherlands grid data of both geological units and the top of the Pleistocene sequence the Wormer Member is expected to be more than 5 m thick in the KP0 - KP17 section of the cable route.

Figure 8-45 of the Next Geosolutions Nederwiek 2 survey report indeed shows clear parallel reflectors that relate to alternating beds of clay and fine sand of the Naaldwijk Formation | Wormer Member (see figure 9 below). These deposits are labelled in this figure as 'Holocene upper sequence (prograding estuarine deposits and modern channels)'. The pinkish wiggly horizontal lines that are displayed at regular intervals below the seabed mark the 3 m intervals below the seabed, thus providing some idea on the vertical scale. The base of the Wormer Member is indicated with a yellow line that marks the boundary with the underlying unit that is characterized by a chaotic seismic facies. At some 4 m to 5 m below the seabed a subhorizontal reflector is digitized with a green line. In the top left part of the image the yellow line defines a mound-like structure in the subsurface. The subparallel beds of clay and sand of the Wormer Member appear to be onlapping on this mound-like phenomenon. To the right of this mound-like feature (= to the west) the yellow line is intermittent at approximately 1 meter below the seabed.

We interpret the mound-like feature as a possible Early Holocene river dune (indicated with a brown dashed line in see figure 9). The wind-blown deposits of this river dune are classified as the Boxtel Formation | Delwijnen Member. To the west of the possible river dune the intermittent part of the yellow line marks a section where the presumed river dunes have been truncated by erosion. This has resulted in a subhorizontal erosional plane at the top of a chaotic seismic facies. The mound-like feature that we interpret as a river dune resembles a river dune complex that has been investigated in the Yangtze harbour (see figure 10).

[13] Nederwiek 2 from KP0 (shore) to KP158.

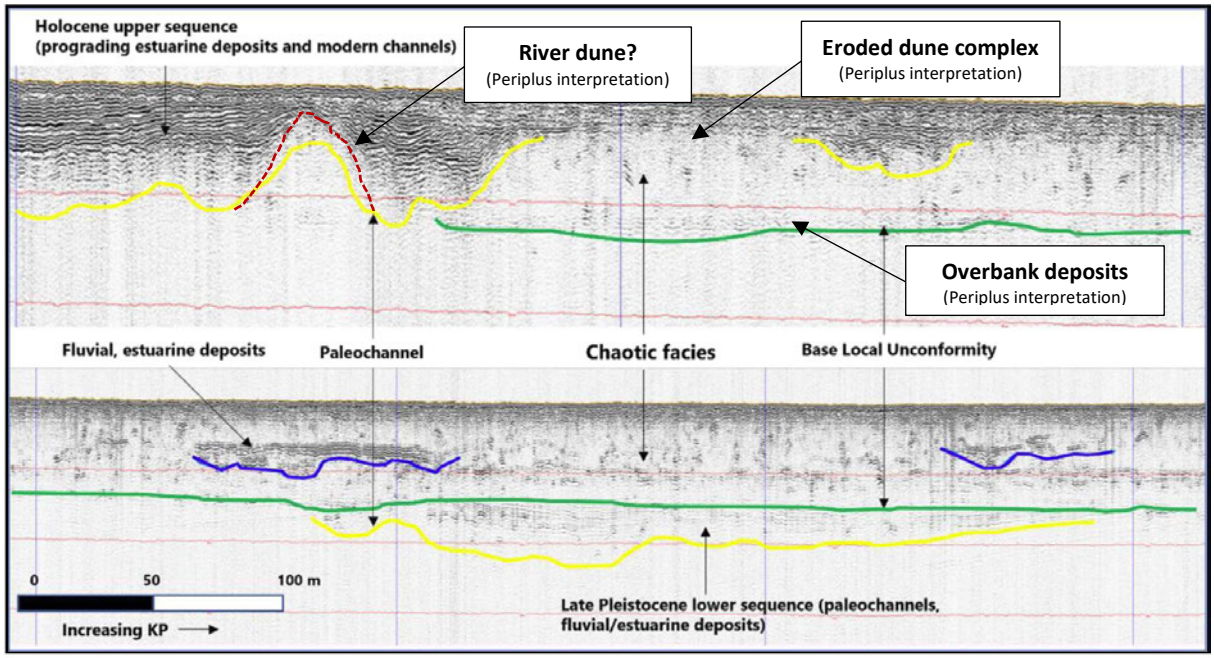


Figure 8-45 SBP results from NW2 KP 2.0 to NW2 KP 10

Figure 9. Next Geosolutions NW2 survey report figure 8-45 'SBP results from NW2 KP 2.0 to NW2 KP 10'

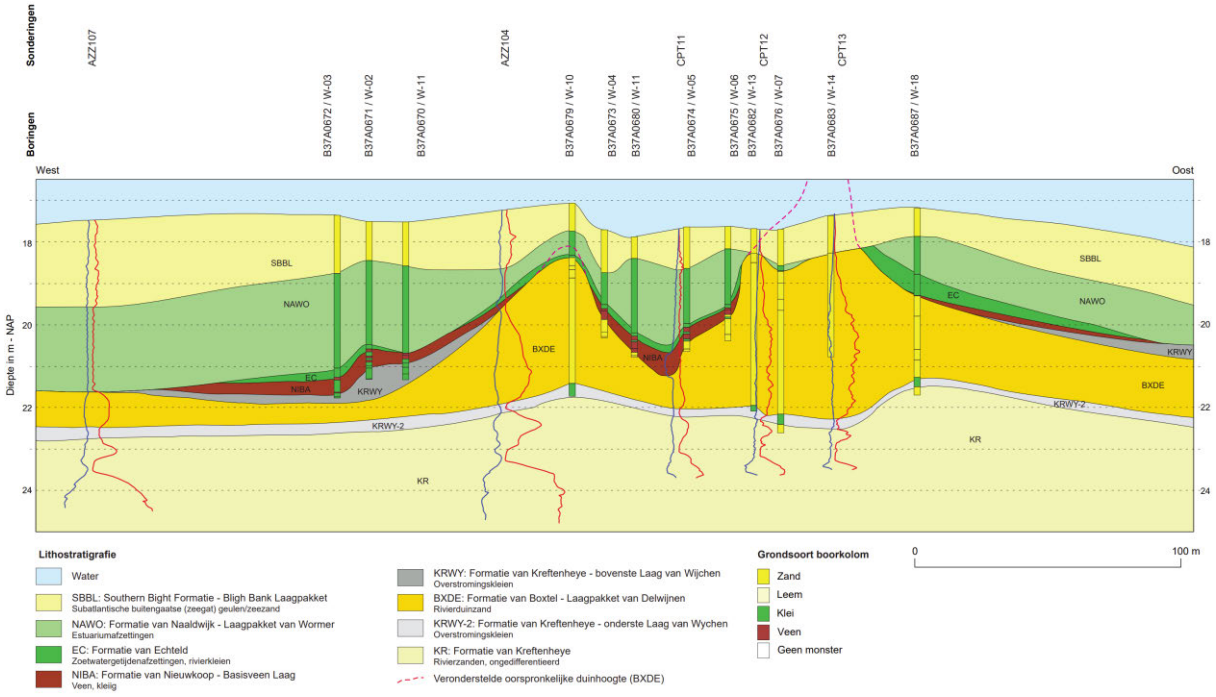


Figure 10. River dune in Yangtze harbor (from: Sier and Moree 2011.)

This Yangtze harbour river dune was used by Early Mesolithic a hunter-gatherer family or families for the installation of a basecamp-like settlement. Possibly, the dune was used over a longer period, with recurrent and/or seasonal occupation.

Figure 10 shows that in the Yangtze harbor Late Glacial sandy river deposits of the Kreftenheye Formation are covered by a continuous bed of Early Holocene overbank deposits of the Wijchen Bed| Kreftenheye Formation (KRWY-2). These overbank deposits consist of laminated grey loam, sandy clay and clayey sand. The Wijchen Bed was deposited during periodic flooding of the Rhine | Meuse. Due to exposure of the Wijchen Bed at the surface soil formation has taken place. The soil formation and ripening resulted in the firm to stiff bed with paleosols we find to date. At the onset of the Holocene, between 9.1 ka and 8.9 ka BC, the overbank deposits of the Wijchen Bed were covered with fine sand that was blown from the dry riverbed and deposited on the bordering floodplain as dunes.

In the nearshore section, from KP0 to KP7.7 (KP0 to KP8.0 of the Nederwiek 2 cable route), an area is crossed where Early Holocene peat of the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation and Early Holocene fresh/brackish water clay of the Echteld Formation have been mapped by Hijma.[14] These beds of fresh-water peat and clay have been found in the Yantze harbor (see figure 10). The Basal Peat Bed and Echteld Formation occur around or below -20 m LAT. Within the KP0 to KP7.7 section, from KP5.1 – KP7.4, Hijma mapped a channel system that was active around 8500 BP.

Next Geosolutions mapped possible peat occurrences from KP3.6 – KP6.8, and channels features from KP4.4 – KP6.6 in the IJV (Gamma) route trajectory. Although the channel features are located a little east from the Hijma mapping, these channels are likely to comprise the 8500 BP Rhine Meuse channel system. The possible peat layers are found around -12.6 m LAT, at 2 to 3 m below the seabed. The presence of peat is not supported by the vibrocore samples which are taken. However, this does not mean that local occurrences of peat might be present, and gas bearing levels do occur within the channel system. Possibly, peat occurs as a local residual channel infill. Such peat layers are part of the layered Wormer Member channel infill deposits, and not classified as the Basal Peat Bed.

It is difficult to pin-point the exact location of the interpreted river dune based on the image contained in the Next Geosolutions Nederwiek 2 survey report. The seabed elevation between KP2.0 and KP10 of the Nederwiek 2 cable route trajectory ranges from approximately -8 m to -11 mLAT. This implies that the top of the Pleistocene deposits (green 'Basal Local Unconformity') is located around -12 m to -15 mLAT and the top of the interpreted river dune at -9 m to -12 mLAT. If is indeed proves to be the case, both the top of the Pleistocene rivers sands and interpreted river dune appear to occur at a higher elevation (= shallower depth) than is to be expected based on available geological data. These questions can be resolved through additional research, for instance in the form of vibrocore analyses. The penetration depth of a vibrocorer (6 m) should suffice to sample both the top of the Late Glacial river sand of the Kreftenheye Formation, loamy and clayey overbank deposits of the Wijchen Bed, river dune sands of the Delwijnen Member | Boxtel Formation and possible covering beds of peat of the Basal Peat Bed and river clay of the Echteld Formation, if present.

From KP14 – KP22 the IJV Gamma cable route crosses an area where Early Holocene fresh/brackish water clay of the Echteld Formation has been mapped.[15] This section coincides with the cable route section where multiple channels incisions have been identified and mapped by Next Geosolutions. The Echteld

[14] Hijma 2012.
[15] Hijma 2012.

Formation consists of a firm to stiff silty clay that covers the Pleistocene deposits of the Kreftenheye Formation, the Boxtel Formation and the Early Holocene Basal Peat Bed. The clay bed predates the channel incisions of the Wormer Member and has been found in one of the vibrocore samples: VC_227_A. Possibly, the clay bed of the Echteld Formation has been eroded by the younger tidal channels which are infilled with fine sand and silt.

Between KP21 – KP22 sub-cropping Pleistocene river deposits of the Kreftenhye Formation are found at shallow depths below to the seabed; locally the Kreftenheye Formation could even be found exposed at the seabed surface. This particularly is the case in the low-lying areas in between sand waves. The TNO top Pleistocene grid data (2007) differ from the TNO Top Kreftenheye Formation grids (2003), in that, the Top Pleistocene grid data indicate that the top of the Pleistocene (= Kreftenheye Formation) already occurs westward from KP15.8 at shallower depths (refer to geological profile from KP0 to KP22 in appendix 1).

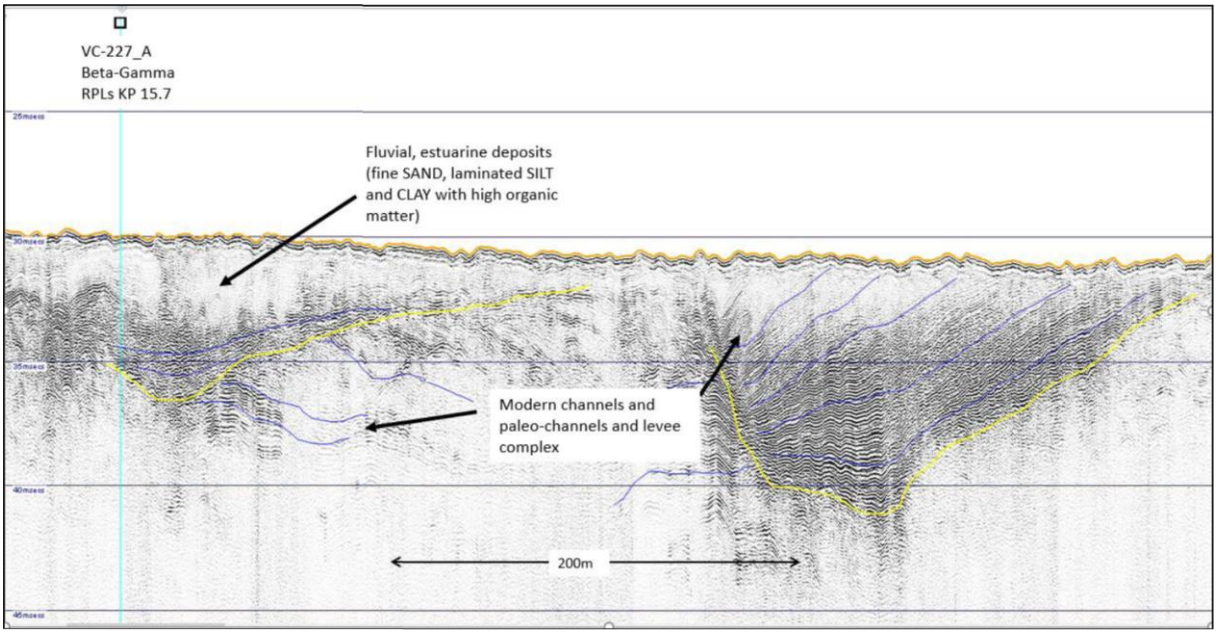


Figure 11. IJV (Gamma) SBP example section KP15.5 – KP16.0 (source: Next Geosolutions survey report)

The Pleistocene river deposits of the Kreftenheye Formation possibly are sampled in the vibrocores from KP15 westward. The Weichselian and Early Holocene landscapes which are known containers of prehistoric remains include cover sand ridges and river dunes of the Boxtel Formation, and river deposits of the Kreftenheye Formation. These levels will not be affected by the installation of the cable within the KP0 – KP15 section of the cable route.

Valuable information on the Early Holocene development of both aquatic and terrestrial landscapes can be obtained from vibrocore VC_227_A, in which – possibly – a sequence of the Kreftenheye Formation (Late Pleistocene river sand), the Echteld Formation (Early Holocene fresh or brackish water clay) and the Naaldwijk Formation (Early Holocene laminated tidal silt) occurs.

Another vibrocore which could provide information of the evolving landscape, is vibrocore VC_238_A, which contains the laminated infill of a channel that presumably was active around 8500 BP. Information

on the actual activity of this channel system could be obtained through the analysis of samples taken from this infill.

IJV (Gamma) section KP22 – KP50 | Nederwiek 2 section KP21.73 – KP49.51 (estimated)

The geological profile of the KP22 – KP50 section of the IJV (Gamma) cable route shows a rather homogenous pattern. The seabed is characterized by well-developed sand waves. Some sand waves are more than 5 m high. From KP22 – KP30 the top of the Pleistocene landscape lies just beneath the seabed in the valleys in between the sand waves. From KP30 – KP50 the mobile sandy top layer of the Bligh Bank Member becomes thicker. In most places, the Bligh Bank Member unconformably overlies sandy river deposits of the Kreftenheye Formation. The seismic character of the Kreftenheye Formation is described as 'opaque'.

The top of the Kreftenheye is lies within the sample interval of most vibrocores. An exception is the ridge-like occurrence of the Naaldwijk Formation, from KP21.5 – KP 24.5. This sediments of this ridge are sampled in the vibrocores VC_175_A and VC_176_A. The ridge appears to be part of the Zeeland ridges, which comprise sand bars which formed in prehistoric times. In VC_176_A the ridge consists of yellowish medium sand which covers soft clay. The top of the clay is found at 4.61 m below the seabed. Analysis of the clay layers and the actual sands from which the ridge is built could provide information on the (timing of the) development of the Zeeland ridges.

The Kreftenheye Formation wedges out towards KP 50, the end of this geological profile. Here, Early Pleistocene fluvial and estuarine deposits of the Yarmouth Roads Formation are found at shallow depths. The Yarmouth Roads Formation is mostly covered by a thin layer of the Eem Formation. Based on the TNO grid 2003 data, the Bligh Bank Member is expected to be more than 5 m thick, because of which the top of the Pleistocene sequence lies just below the penetration depth of the vibrocorer. On the 1984 Flemish Bight Map, the Elbow Formation is mapped. The Elbow Formation is an old name for Early Holocene laminated deposits (fine sand, silt and clay) and a basal peat, which currently are classified as the Wormer Member | Naaldwijk Formation and the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation.

IJV (Gamma) section KP50 – KP80 | Nederwiek 2 section KP49.51 – KP79.54 (estimated)

From KP50 – KP61 this profile shows a continuation of the stratigraphy in section KP20 – KP50. Beneath the base of the sand waves the Bligh Bank Member is some 5 m thick. It is considered likely, that the basal part of this layer, which for now is mapped as Bligh Bank Member, locally consists of Early Holocene deposits of the Wormer Member. Towards the north the number of channel features that have been mapped by Next Geosolutions increases. Presumably the age of these channels is Holocene, although the exact timing of incision is not known.

The top of the Pleistocene sequence below this Holocene cover consists of marine deposits of the Eem Formation, including (greenish) grey fine to medium calcareous sand with local intercalations of clay. The Eem Formation has been deposited during the Eemian interglacial, approximately 130 ky – 115 ky ago. At the top of the Eem Formation the Brown Bank Member occurs. The Brown Bank Member consists of brackish lagoonal to stream-fed lacustrine clays, which mark the Early Weichselian regression in the North Sea area. The Brown Bank Member consists of consolidated (stiff) greyish brown to greyish green silty

clay, with fine sand in laminae and desiccation cracks. The silty clay can be extensively bioturbated and locally cryoturbated, desiccated and rooted at the top, with soil horizons.[16]

From KP61 – KP80 the Eem Formation thickens. From KP62.7 – KP72.1 the Kreftenheye Formation reappears in the profile. This occurrence is based on the 2003 TNO grid data. However, the stratigraphic position of the Kreftenheye Formation, in between the Eem Formation and the Brown Bank Member, is remarkable. The presumed Kreftenheye Formation is not reached by the vibrocorer, so no further information can be obtained from this unit.

In between the Bligh Bank Member and the Brown Bank Member at the top of the Pleistocene, a sequence of layered sediments has been mapped by Next Geosolutions. The thickness of this sequence increases northward. CPT logs indicate that from KP71.5 – KP 80 the top of this unit is located just below the base of the sand waves. The shallow occurrence of this unit is reflected in a change of the sand wave morphology; they become significantly smaller.

The lithostratigraphic unit to which these deposits shall be attributed to is uncertain. The sequence is likely to include tidal deposits of the Early Holocene Wormer Member | Naaldwijk Formation. However, it can certainly not be excluded that the layered sequence (also) includes Late Glacial – Early Holocene stream deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation, local occurrences of cover sand deposits of the Wierden Member | Boxtel Formation and laminated stiff silty clay of the Brown Bank Member | Eem Formation. Analysis of sediment intervals from the vibrocores (e.g. VC_125_A and VC_126_A) could provide information on the actual character and genesis of the deposits.

IJV (Alpha) section KP110 – KP140 | Nederwiek 2 section KP77.58 – KP108.10 (estimated)
The abovementioned 'unknown unit' occurs over the full extent of the KP110 – KP140 section. The top of the Pleistocene sequence, which is based on 2007 TNO Top Pleistocene grid data, lies much closer to the seabed than the top of the Pleistocene sequence that is represented by the Brown Bank Member. The Brown bank Member in the geological profile is based on 2003 TNO grid data. The difference ranges from 2 m to 5 m. Actually, the top of the Pleistocene units indicated by the 2007 TNO Top Pleistocene grid data coincides with the top of the unknown unit, adding to the question if this unknown unit indeed consists of deposits of the Naaldwijk Formation, or for instance comprises older Late Glacial to Early Holocene stream deposits of the Singraven Member. As mentioned before, the lower parts of what is classified as the Bligh Bank Member can also include early Holocene deposits such as tidal deposits of the Wormer Member. In that respect VC_115_A displays an interesting stratigraphy. In this vibrocore a peat bed is found at 0.30 m to 0.73 m below the seabed. Given a water depth of -30.34 m LAT, the peat bed lies at -30.64 m to -31.07 m LAT. Based on available sea level curves this peat bed must have been deposited some 10 cal. ky BP[17]. The underlying sequence of medium grey sand, which contains roots of the plants, is no part of the Bligh Bank Member. What the age and origin of this sandy sequence is can be determined through further analysis.

[16] TNO-GDN (2022). Brown Bank Member. In: Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands.
[17] Vink 2007.

It can be seen in the profile that the occurrence of the unknown unit is not limited to the laminated sediments that have been mapped by Next Geosolutions. The top of the unknown unit is also interpreted based on CPT data.

From KP128.5 northward Next Geosolutions mapped several channel features in the deposits overlying the layered sediments. In this part of the profile the top the unknown unit is sampled in the lowermost parts of the vibrocores.

IJV (Alpha) section KP134 – KP164 (deviation from Nederwiek 2 route around KP158.2)
Nederwiek 2 section KP KP108.10 – deviation from IJV (Alpha) route around KP125.9 (estimated)
The final section of the IJV (Alpha) cable route shows a large number of sand waves and a flat-top ridge from KP152.7 - KP157.0. The ridge is 5.4 m high and 4.3 km wide.

In 2021 GEOxyz performed a seismic survey with Ultra High Resolution Seismics (UHRS) in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone. GEOxyz presented the results of this seismic survey in alignment charts, which are disclosed via the website of The Netherlands Enterprise Agency (RVO)[18]. The seismic data show a high resolution and clear reflectors within the boundaries of the IJVWFZ.

Based on our interpretation the seismic data the following units are likely to be present (from bottom to top):

- Glacially deformed sediments of the Yarmouth Roads Formation;
- Layered marine sediments (predominantly sand) of the Eem Formation;
- Layered and laminated brackish lagoonal to stream-fed lacustrine silt and clay of the Brown Bank Member | Eem Formation;
- Late Glacial and Early Holocene small-scale fluvial silt and fine sand of the Singraven Member | Boxtel Formation;
- Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation;
- Current mobile sandy sediments of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation.

The Eem Formation including the Brown Bank Member are in most places truncated by overlying younger deposits of the Singraven Member and/or Wormer Member (erosional contact). It is uncertain if the vibrocores have reached the Brown Bank Member. The vibrocore content predominantly shows alternations of sand laminae with a variable admixture of silt, organic material, clay, and occasional shell fragments. Analysis of specific sample intervals of (part) of the vibrocores discussed above, would provide valuable information on the development of aquatic and terrestrial landscapes in this part of the IJV Alpha cable route trajectory during the Eemian, Weichselian and Early Holocene, and would clarify the actual lithostratigraphic units which are present.

Nederwiek 2 parallel section to Nederwiek 1: KP125.9 - KP169.6 (deviation from Nederwiek 1 route)
In the first part of the final section of the Nederwiek 2 cable route, between KP126.6 and KP130.35, the Boxtel Formation is mapped on the Geological map 2021[19]. According to this map Weichselian periglacial aeolian deposits of the Wierden Member subcrop in this section of the cable route trajectory. The four

[18] https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/2dd28a50-5344-47a6-b3ff-7d0e36911159/soil-ijmuiden-ver.
[19] DINOloket.

Nederwiek 2 vibrocores that have been retrieved from this section are VC_114_C, VC_115_B, VC_116_B and VC_117_A. Non-calcareous sand that could be coherent with the Boxtel Formation have indeed been found. The vibrocore descriptions do mention admixtures of shell fragments, whole shells, organic matter and occasional mica, and the occurrences of layers, thin beds, and laminae of silty clay. These sediments could have been deposited by streams during the Late Glacial. An aeolian origin does not seem obvious, albeit that thin intercalations of wind-blown sands might be present. Late Glacial stream deposits are classified as the Singraven Member | Boxtel Formation.

From KP130.0 to KP134.5 the cable crosses a low-lying part of the seabed. The seabed elevation ranges from -35.0 mLAT to -41.1 mLAT. In this section deposits of the Early Weichselian Brown Bank Member are found at shallow depths below the seabed. These deposits consist of laminated silty clays and clayey silts with varying carbonate content and consistency. The laminae consist of very fine sand and silt and organic matter.

The GEOxyz seismic grids of Zone Site I to IV of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone are in accordance with the seismic data that have been acquired by Next Geosolutions. The ‘Base of Layered Sediments’ and ‘Top of Layered Sediments’ grid data appear to reflect the base and the top of the Brown Bank Member, albeit that significant layers stiff silty slightly calcareous clay have been sampled above the ‘Top of Layered Sediments’ reflector. An example of this clay is shown in figure 12. The in this vibrocore (VC_131_C) has a rather massive character, which could account for the absence of clear parallel reflectors in the seismic profile. These clays could be part of the Early Holocene tidal clays of the Wormer Member | Naaldwijk Formation. It is also possible that these clays formed at an earlier point in time stage. For instance because of a marine inundation during Early Weichselian interstadial, such as the Odderade (85 ka – 74 ka ago). An alternative origin of the clays could be the development of a meandering river system, for instance at the end of (again) the Odderade interstadial. In the floodplain or at the riverbank clay could have been deposited.

A geo-archaeological assessment of the seismic data and vibrocore samples that have been acquired in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone has revealed that during the Pleniglacial the channel belt of the river Rhine expanded in north-western direction over major part of Site I to IV of the wind farm zone. Possibly this channel belt crossed the Nederwiek 2 route trajectory. An indication that this could be the case is provided by the absence of layered sediments according to the Next Geosolution seismic data in a section of the cable route that lies in the extension of the channel belt. The extent of the channel belt is interpreted to be located between KP160 and KP169, but these figures shall be used as a rough estimate.



Figure 12. Clay sequence above 'Top of layered sediments' reflector

In VC_156_A and VC_157_A beds of peat have been found around -32.50 m and -33.05 mLAT. These peat beds are covered with organic clay with shell remains and juvenile shell. The peat bed is interpreted as the Early Holocene Basal Peat | Nieuwkoop formation and the organic clay as the Velsen Bed | Wormer Member | Naaldwijk Formation. The Basal Peat Bed is the transition from the underlying Pleistocene landscape the overlying Holocene sequence.

Nederwiek 2 section KP169.6 – KP203.92 (Nederwiek 2 platform)

According to 2007 TNO Top Pleistocene grid data the top of the Pleistocene sequence is located at 10 m or more in this part of the Nederwiek 2 route. The vibrocores collected predominantly contain sand. The sandy deposits are layered with alternations of slightly calcareous and very calcareous sand. Based on the descriptions and photographs it is not possible to determine whether the sands that are contained in the vibrocores are of Holocene age, as is to be expected based on the TNO Top Pleistocene grid data. However, the results geo-archaeological research carried out for the IJmuiden Ver I to IV wind farm zones indicate that deposits that in the past were labelled as the Holocene Naaldwijk Formation consist of Pleistocene deposits including the Eem Formation, the Kreftenheye Formation, and the Boxtel Formation. Part of the layered sands that are found in the vibrocores could for instance consist of shallow marine deposits of the Brown Bank Member that were deposited during the Early Weichselian Brørup and/or Odderade *interstadials*. The subbottom profiler data show a continuous weak reflective layered facies with local truncations. Figure 13 below shows the layered facies observed near the Nederwiek 2 platform location. The shallow depth at which the layered sequence occurs at this location does not seem to match the 'Top of layered sediments' grid data provided by Next Geosolutions. The character of the seismic facies does seem to rule out the presence of rivier deposits of the Kreftenheye Formation in this part of the trajectory.

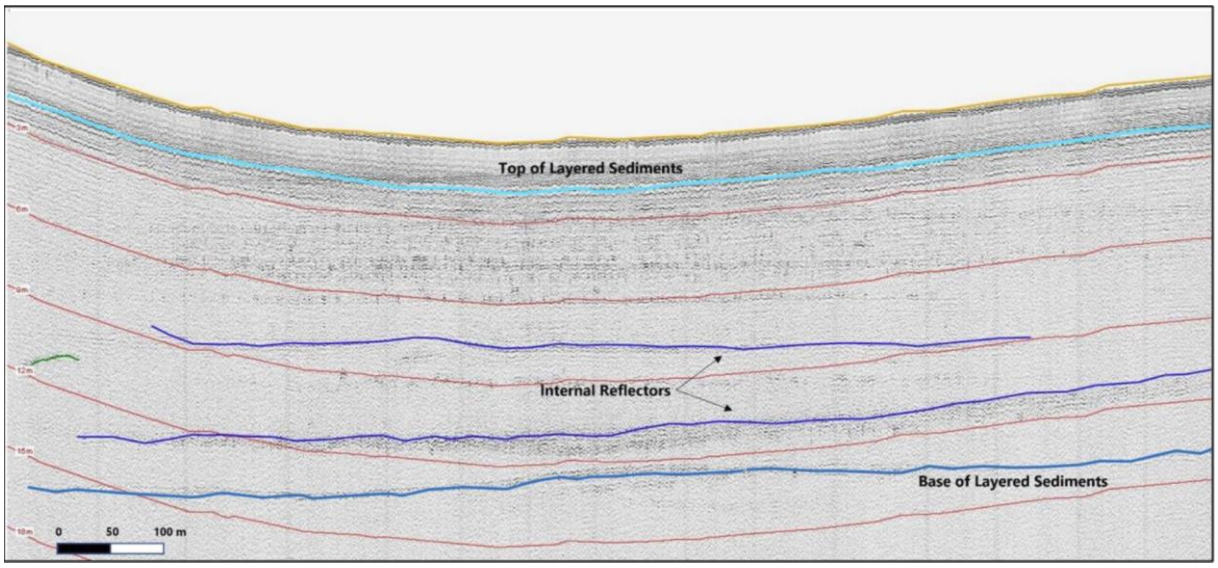


Figure 13. Next Geosolutions Survey report Figure 8-58 - SBP results from NW2 KP 199.6 to NW2 KP 202.5

4 Synthesis

For this investigation different research questions are defined in the Program of Requirements[20].
Based on the results of de data analysis the research questions are answered.

Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?

Yes. There are 14 official reports of archaeological finds within the surveyed area:

NCN	RCE	Description	Found
24	46661	On this location we are dealing with certainty with a wreck which is not of archaeological interest.	Yes
192	52726	Unidentified shipwreck. Geul van de Banjaard 3	Yes
192	4918720100	Possible dingy or skiff. Geul van de Banjaard 3	Yes
193	46848	Unidentified shipwreck, Hondengat 1, sunk in 1893	No
364	46668	Unidentified wreck of a steam vessel	Yes
382	48566	Unidentified wreck of a three-masted sailing vessel	Yes
1211	4030724100	NCN 1211, no further description given	Yes
2081	4028335100	Wreck of the Anne Graebe, no further description given	Yes
2869	4905760100	Wreck, possible wooden remains, shape somewhat recognizable	Yes
9160	46488	Ceramics, Roman pottery	No
9316	48498	Unidentified wooden steam vessel with cargo iron ingots	Yes
9317	48499	Unidentified wreck of a sailing vessel, 18th or 19th century	No
9339	49358	Steam vessel SS Rival	Yes
20097	4022398100	Various finds from Roman period in sand nourishment, originating from the Hompels	No

Table 13. Official archaeological findings within the surveyed area

With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:

Are there any phenomena visible on the seabed?

Yes. A total of 14231 contacts have been mapped at the seabed surface with *side scan sonar* and *multibeam*. In addition, 12663 magnetic anomalies have been mapped.

Do these phenomena have a man-made or natural origin?

Next Geosolutions has identified 14231 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Buoy Anchor	27	-	27
Buoy	3	1	4
Benthic Mud and Detritus	632	-	632
Exposed cable	6	-	6
Debris Anchor	-	5	5

[20] Van den Brenk and van Lil, 2022.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Debris Cable	181	2	183
Debris Fish Net	5	1	6
Debris Linear	694	90	784
Debris Metallic	54	1	55
Debris Other	4045	503	4548
Debris Wire	27	17	44
Natural Feature	5701	2162	7863
Other	3	15	18
Pipeline	13	4	17
Seabed disturbance	16	-	16
Wreck	19	4	23
Total	**10758**	**4**	**14231**

Table 14. Classification of the side scan sonar contacts

A total of 12663 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. 11059 anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments.

If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?
The man-made phenomena include shipwrecks, lost, or dumped debris, cables, and pipelines.

If these phenomena can be classified as archaeological: *Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?*

A total of 53 contacts are classified as objects with a medium (25) to high (28) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent.

Besides visible object at the seabed surface, magnetic anomalies have been observed caused by buried objects which cannot be related to known objects like pipelines or cables. 87 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 87 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena?

The phenomena interpreted as natural features are probably lumps of peat or clay.

Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle or low activity on the seabed?

Along the routes sand waves have been mapped which are known to migrate a few meters per year northwards. Sand ripples originated by tidal currents are present along the entire route.

What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively?

Larger objects like the shipwrecks show scouring but are largely embedded in the seabed sediments. This appears to be the case throughout the area. Therefore, it is not possible to mark risk-prone areas selectively.

If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation, or human interference?

This question is given the results of the investigation not applicable.

With respect to subbottom profiler- and sampling:

Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape?

The acquired and processed seismic data and collected vibrocore samples are of high quality. The assessment of the seismic data has been carried out through the correlation of these data (grids and figures contained in the survey report) with available geological and seismic sources.

It is not possible to map the top of the Pleistocene landscape along the full extent of the cable route. The main reasons are the following:

- The transition between the top of the Pleistocene landscape to the overlying Holocene deposits is very gradual. A seismic reflector occurs when a sudden change acoustic impedance occurs[21]. This is not the case when the layer boundary is very gradual, because of which this layer boundary is not observed as a clear reflector in the seismic profile.
- The sediments at the top of the Pleistocene and base of the Holocene sequence are the same. Also, in this case there is no difference in acoustic impedance and therefore no reflector.
- The top of the Pleistocene landscape is located below the depth of penetration of the subbottom profiler. Because the cables are installed a few meters below the seabed, a seismic profile of the top layers suffices. The subbottom profiler system is chosen to meet this demand.
- The top of the Pleistocene landscape is visible as a reflector in the seismic profile, but due to a lack of geological information, this reflector cannot simply be interpreted as being the top of the Pleistocene landscape.

Examples of locations where it proved possible to pinpoint the top of the Pleistocene landscape are:

- the locations where the silty clays of the Early Weichselian Brown Bank Member | Eem Formation were found directly underneath the mobile sands of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation, such as in the deeper parts (= around -40 mLAT) of the Brown Bank area, and
- the locations where the Basal Peat Bed was encountered, such as VC_156_A and VC_157_A.

In the Nederwiek 2 cable route section between KP165 and KP203.92 the geological constellation including the depth at which Pleistocene deposits are covered by Holocene deposits is uncertain.

What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed?

[21] Acoustic impedance = density of the sediment * velocity with which a sound wave propagates through the sediment.

The top of the Pleistocene sequence is found at depths varying from 0.0 m to more than 10 m below the seabed. The exact depth of the deepest occurrences is not known.

From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?

The transition from Pleistocene to Holocene deposits is not clearly mapped. This is due to various reasons. The first is related to the chosen geophysical method and used equipment. Second, it is often not possible to translate the seismic units into lithostratigraphic units, without the description and analysis of sediment samples.

River sand deposits of the Kreftenheye Formation are often directly covered and truncated by the mobile sands of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. In the northern part/end section of the cable route the Early Pleniglacial Rhine sands grade upward into Late Glacial small scale fluvial deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation and/or Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation. The Singraven and Wormer channels also eroded the Kreftenheye sands. In the floodplain of the Singraven streams and salt marshes related to the tidal landscape clays and peat could have been deposited imparting little erosion.

The Brown Bank Member has been identified in the seismic data as from the point where the Nederwiek 2 cable route deviates from the IJmuiden Ver (Alpha) cable route towards the Nederwiek 2 deviation point from the Nederwiek 1 cable route around KP169.6. At least part of the Brown Bank Member coincides with the seismic unit of 'Layered Sediments' that have been identified by Next GeoSolutions. The Brown Bank Member generally consists of a laminated deposits of slightly calcareous stiff silty clay and clayey silt. The laminated lagoonal and lacustrine deposits probably do not form the top the Pleistocene sequence.

In a significant section of the cable route an unknown unit is mapped, which could consist multiple lithostratigraphic units, including tidal deposits of the Naaldwijk Formation, terrestrial deposits of the Boxtel Formation, and – possibly – laminated silty clay of the Brown Bank Member. Further, the basal part of the unit which, based on available grid data, is mapped as the Bligh Bank Member, is likely to include Early Holocene tidal deposits of the Naaldwijk Formation, peat of the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation and/or stream deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation and river sand of the Kreftenheye Formation. As long as the actual lithostratigraphy of the unknown unit and the Bligh Bank Member is not resolved, it is not possible to answer this question.

Are buried channel structures observed? If so, what are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the infill, stratigraphic position and age?

Yes, paleo-channels have been identified along the cable routes. The paleo-channels have incised Late Pleistocene units and are truncated by the Bligh Bank Member. The infilled channels display clear parallel layers of (what is assumed) clay, silt, and fine sand. These channels are interpreted as Early Holocene tidal channel deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation and Late Glacial and Early Holocene stream deposits (clay, loam, fines sand, peat) of the Singraven Member | Boxtel Formation. Further, channel-like features are observed within the Krefteheye Formation.

Are peat/or clay deposits observed? If so: What is the spatial distribution (depth, size), stratigraphic position and age of these deposits.

Yes, layers of clay and peat have been observed at different locations along the Nederwiek 2 cable route. The vibrocores in which peat has been found are listed in the table below. Laminae, thin beds, and pockets that are part of predominantly silty of sandy units are not included in this list. The used abbreviations are explained below the table.

Vibrocore nr	Peat	Elevation Top m LAT	Elevation Base m LAT	Thickness m	Stratigraphy*	Age
VC_018_B	X	-28.58	-28.82	0.24	NIBA	EH
VC_087_A	X	-31.96	-32.29	0.33	NIBA	EH
VC_088_B	X	-31.94	-32.27	0.33	NIBA	EH
VC_089_A	X	-32.40	-32.65	0.25	NIBA	EH
VC_097_A	X	-35.09	-35.39	0.30	NIBA	EH
VC_098_A	X	-31.64	-31.79	0.15	NIBA	EH
VC_156_A	X	-32.45	-32.55	0.10	NIBA	EH
VC_157_A	X	-33.01	-33.06	0.05	NIBA	EH

Table 15. List of vibrocores with peat layers

*Preliminary interpretation

Abbreviations explained:
NIBA = Nieuwkoop Formation | Basal Peat Bed; peat
EH = Early Holocene

Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected?

Remains of Palaeolithic and Mesolithic camp sites are to be expected at:

- the beaches of lagunes and at the shores of lakes (Brown Bank Member; Middle Palaeolithic)
- braided river valley (Kreftenheye Formation; Middle and Late Palaeolithic)
- river dunes (Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)
- cover sand dunes and ridges (Wierden Member | Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)
- the valleys of small streams (Singraven Member | Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)

It is not possible to designate areas where the Pleistocene landscape and Early Holocene landscapes and related archaeological remains have been preserved intact and identify zones where prehistoric settlements are to be expected. In general can be said, that areas that did not suffer from erosion due to later sedimentation could contain intact remains. Often these areas are parts of the landscape that have been covered with peat or clay, which protected landscape and remains in the context of this landscape against erosion. From this research it has become apparent that there are some major question marks regarding the lithostratigraphy along the Nederwiek 2 cable route. These question marks primarily concern the base of the Bligh Bank Member and the actual age and genesis of an unknown unit that most likely has been deposited in the Late Glacial and Early Holocene and lies in between the top of the Pleistocene units and the overlying Bligh Bank Member.

If so:

Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?

Yes, settlements could be affected by the installation of cables if:

- the favourable elements of the paleo-landscapes (dunes, stream valleys, beaches of lagoons, shores of lakes, et cetera) occur along the cable route, and
- these paleo-landscapes have not been affected by erosion, and
- the paleo-landscapes and related in situ prehistoric remains are located proximate to the seabed surface, within the depth range of the cable trencher.

Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects?

No, these indications have not been observed. It should be noted, that with seismics only objects can be found, which are located straight beneath the subbottom profiler; buried objects located in between survey lines cannot be traced.

If so:
Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?

This question is not applicable.

5 Summary and recommendations

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder* and *subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 489 km^2 have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second and step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 53 contacts. In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), = no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). These side scan sonar contacts are considered to be of archaeological value until it is proven not to be through a visual assessment done by a certified archaeologist.

Along the Nederwiek 2 route 2 of the sonar contacts fall within 100 meters of the route.

ID	E	N	Distance to the cable(m)
SSS_GVA_01403	536762	5807461	64
SSS_COB_02273	525796	5907245	37

Table 16. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 2

Magnetic anomalies

At 87 locations magnetic anomalies with a peak-to peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Nederwiek 2 route 9 of the magnetometer contacts fall within 100 meters of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Distance to the cable(m)
MAG_BEA_0066	919.2	567692	5752519	50
MAG_BEA_0082	1238.4	567622	5752445	75
MAG_LOC_410012	612.6	555549	5751212	66
MAG_COB_00535	559.5	536761	5803815	3
MAG_COB_00488	560.9	536831	5803830	74
MAG_COB_01114	3511.3	516294	5860969	1
MAG_BRK_60678	2669.7	515268	5866394	3
MAG_BRK_60946	2471.6	523727	5898339	5
MAG_COB_02590	571.1	523781	5898359	62

Table 17. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 2

In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). These magnetometer contacts are considered to be of archaeological value until it is proven not to be through a visual assessment done by a certified archaeologist. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 14.

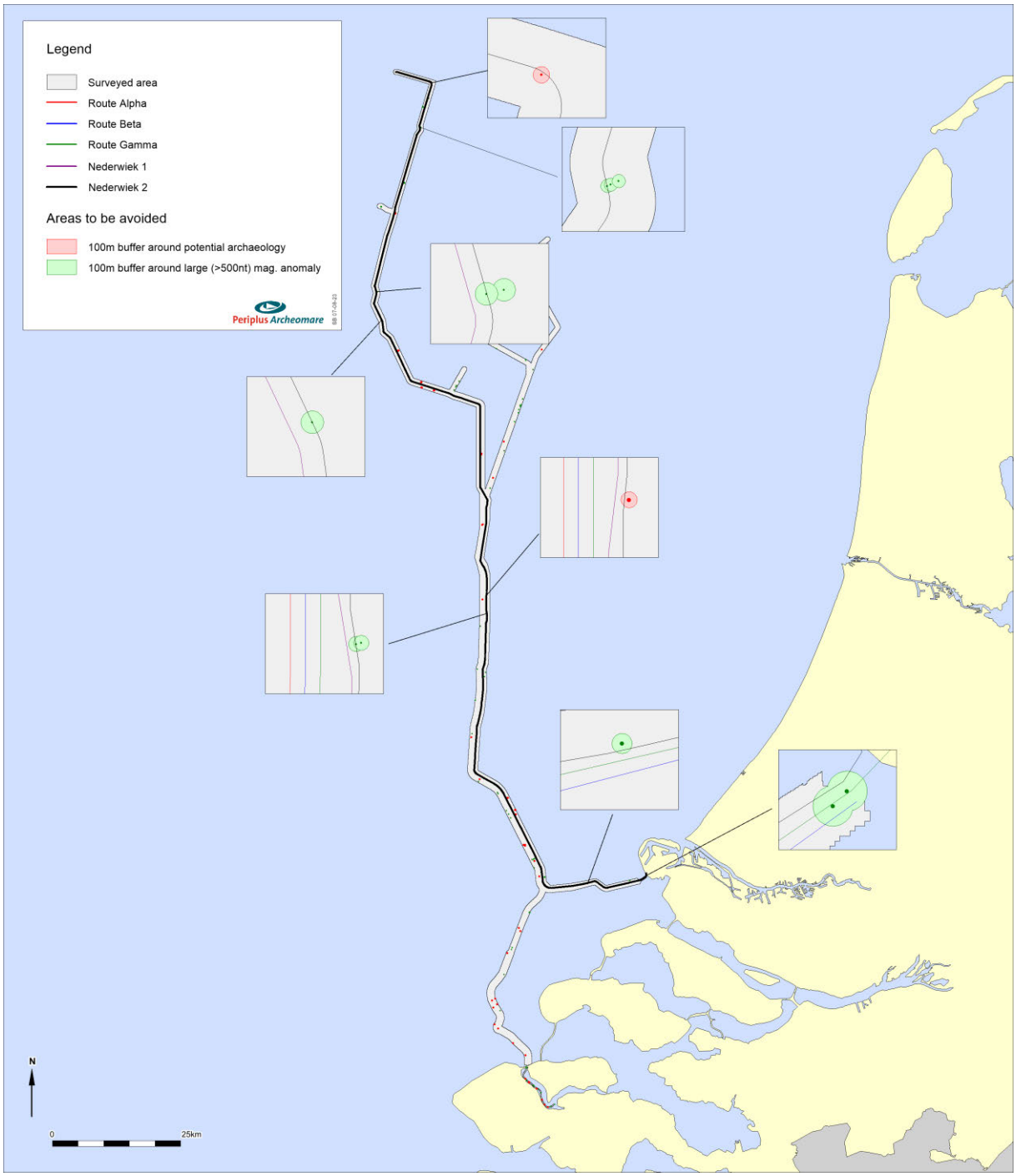


Figure 14. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 2 route including a 100-meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage.. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. Reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional research (for instance by means of ROV or dive investigations) is needed. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore, it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to small size of Late Paleolithic and Mesolithic camp sites it is very difficult to trace and map these sites. Generally, these campsites do not exceed a few m^2. Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain valuable information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to conduct specialist research including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, it is advised to conduct specialist research including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, foraminifera, and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a small number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

List of Figures

Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 2 route including a 100-meter buffer zone. 8
Figure 2. Location map of area of investigation 10
Figure 3. Bathymetry Nederwiek 2 route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions) 23
Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128 28
Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey 29
Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival. 30
Figure 7. Classification of the magnetic anomalies 32
Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more 33
Figure 9. Next Geosolutions NW2 survey report figure 8-45 'SBP results from NW2 KP 2.0 to NW2 KP 10' 36
Figure 10. River dune in Yangtze harbor (from: Sier and Moree 2011.) 36
Figure 11. IJV (Gamma) SBP example section KP15.5 – KP16.0 (source: Next Geosolutions survey report) 38
Figure 12. Clay sequence above 'Top of layered sediments' reflector 43
Figure 13. Next Geosolutions Survey report Figure 8-58 - SBP results from NW2 KP 199.6 to NW2 KP 202.5 44
Figure 14. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 2 route including a 100-meter buffer zone. . 53

List of tables

Table 1. Dutch archaeological periods 3
Table 2. Administrative details 3
Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 2 6
Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 2 7
Table 5. Data used for the archaeological assessment 15
Table 6: Overview of the survey campaigns and the employed survey methods. 16
Table 7. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed 18
Table 8. Summary of known objects 24
Table 9. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions 25
Table 10. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts 26
Table 11. Listing of sites with an archaeological expectation 27
Table 12. Classification of the magnetic anomalies 31
Table 13. Official archaeological findings within the surveyed area 45
Table 14. Classification of the side scan sonar contacts 46
Table 15. List of vibrocores with peat layers 49
Table 16. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 2 51
Table 17. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 2 .. 52

Glossary and abbreviations

Terminology	Description
AMZ	Archeologische Monumenten Zorg, a description of procedures to ensure the protection of National archaeological Cultural Heritage
CPT	Cone penetration test
Eemian	Warm period (interglacial) between Saalian and Weichselian from 130.000 to 115.000 years ago
Erratic	An (glacial) erratic is a piece of rock that differs from the size and type of rock native to the area in which it rests. These rocks are carried by glacial ice, often over distances of hundreds of kilometres. Erratics can range in size from pebbles to large boulders.
Ferrous	Material, which is magnetic or can be magnetized, and well-known types are iron and nickel
Glacial	Ice-age
Holocene	Youngest geological epoch (from the last Ice Age, around 10,000 BC. to the present)
In situ	At the original location in the original condition
Interglacial	Warm period in between two ice-ages
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie = Dutch Quality Standard for Archaeological Research
Magnetometer	Methodology to measure deviations from the earth's magnetic field (caused by the presence of ferro-magnetic = ferrous objects)
Multibeam	Acoustic instrument that uses different bundles or beams to measure the depth in order to create a detailed topographic model
Pleistocene	Geological era that began about 2 million years ago. The era of the ice ages but also moderately warm periods. The *Pleistocene* ends with the beginning of the *Holocene*
PvE	Program of Requirements (Dutch: Programma van Eisen)
RCE	Ministry of Cultural Heritage (Dutch: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)
ROV	Remotely Operated Vehicle
Saalian	Second last Ice age (glacial) from 240.000 to 130.000 years ago
Sidescan sonar	Acoustic instrument that registers the amplitude of reflections of the seabed. The resulting images are similar to a black / white photograph. The technique is used to detect objects and to classify the morphology and type of soil
Current ripples	Asymmetrical wave pattern at the seabed caused by currents. The steep sides of the ripples are always on the downstream side
Subbottom profiler	Acoustic system used to create seismic profiles of the subsurface
Trenching	Construction of a trench for the purpose of burying a cable or pipeline
Vibrocore	Vibrocore bore is a special drilling technique where a core tube is driven by means of vibration energy in the seabed. In addition, the core tube is provided with a piston so that the bottom material in the core tube remains in place
Weichselian	Last Ice Age (glacial) from 115.000 to 12.000 years ago

References

Literature

- Busschers, F.S., C. Kasse, R.T. Van Balen, J. Vandenberghe, K.M. Cohen, H.J.T. Weerts, J. Wallinga, C. Johns, P. Cleveringa and F.P.M. Bunnik, 2007: Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostacy. Quaternary Science Reviews 26 (25-28), 3216-3248.
- NextGEO, 2022. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.
- NextGEO, 2023. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) Nederwiek 1,2 and 3. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase), de Banjaard, Noordzee*. Periplus Archeomare rapport 20A015-03.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare project 21A001-01.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare project 21A002-01.
- Van den Brenk, S., 2022. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare project 21A002-05.
- Van Heeteren, S., 2010. Analysis of seabed and soil quality required for wind farms. We@Sea project 2005-005.
- Van Lil, R. en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare rapport 21A002-04.
- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01A.
- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01B.
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en R.W. Cassée, 2023. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 1*. Periplus Archeomare rapport 22A027-01.
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en R.W. Cassée, 2023. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 2*. Periplus Archeomare rapport 22A028-01.
- Vink, A., Steffen, H., Reinhardt, L. en Kaufmann, G., 2007. Holocene relative sea-level change, isostatic subsidence and the radial viscosity structure of the mantle of northwest Europe (Beglium, The Netherlands, Germany, southern North Sea). *Quaternary Science* Reviews, 26, pp. 3249-3275.

Sources from the Internet

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Geologische Dienst Nederland – Data Informatie Nederlandse Ondergrond (www.dinoloket.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- North Sea paleo-landscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB.nl)

Various sources

- Archis III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)
- SonarReg, objectendatabase Rijkswaterstaat Noordzee en Delta

Appendix 1. Potential Archaeological sites

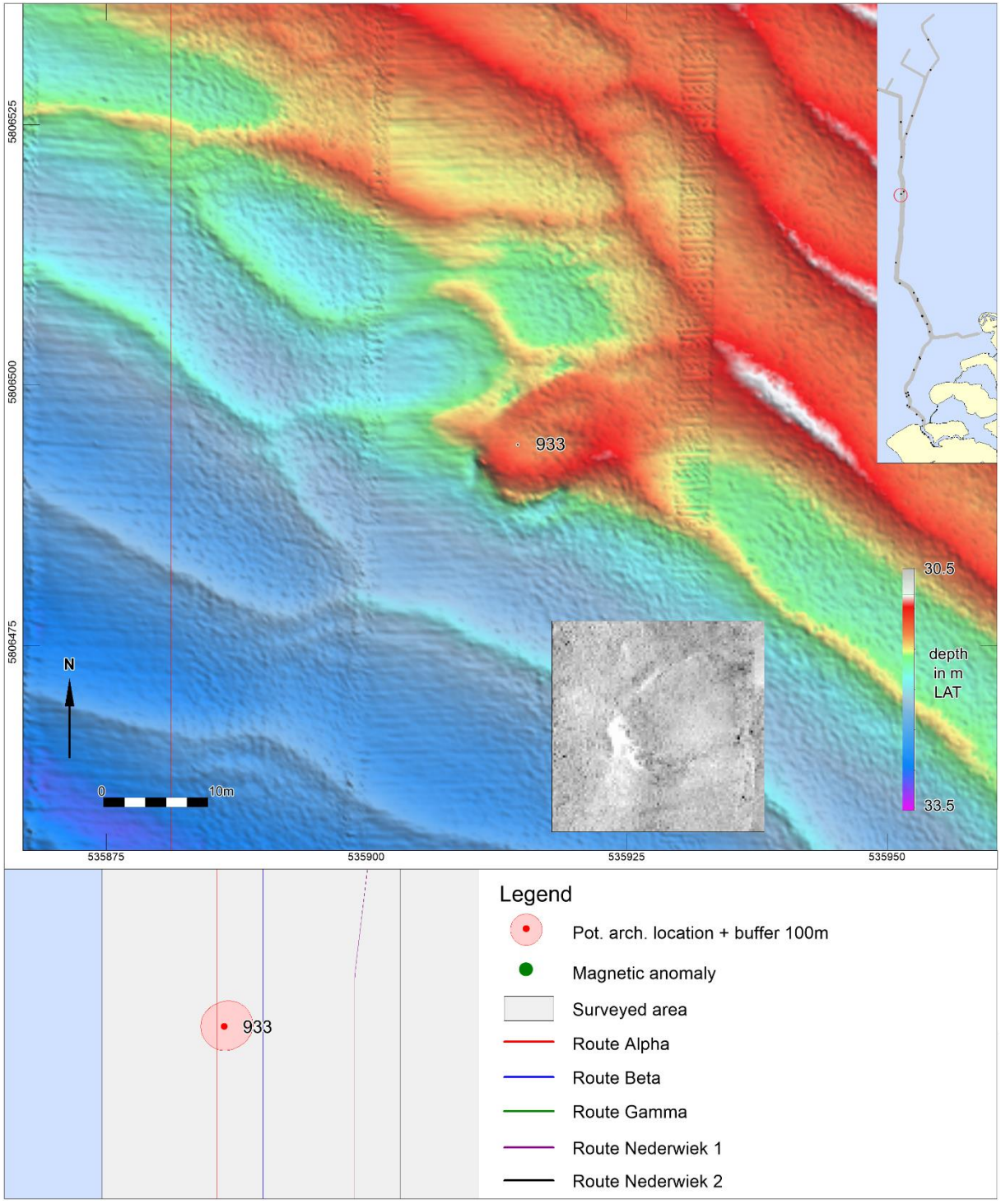
Based on side scan sonar and multibeam echo sounder recordings.

Appendix 1 – Potential archaeological sites

From surveys Net op Zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1, 2

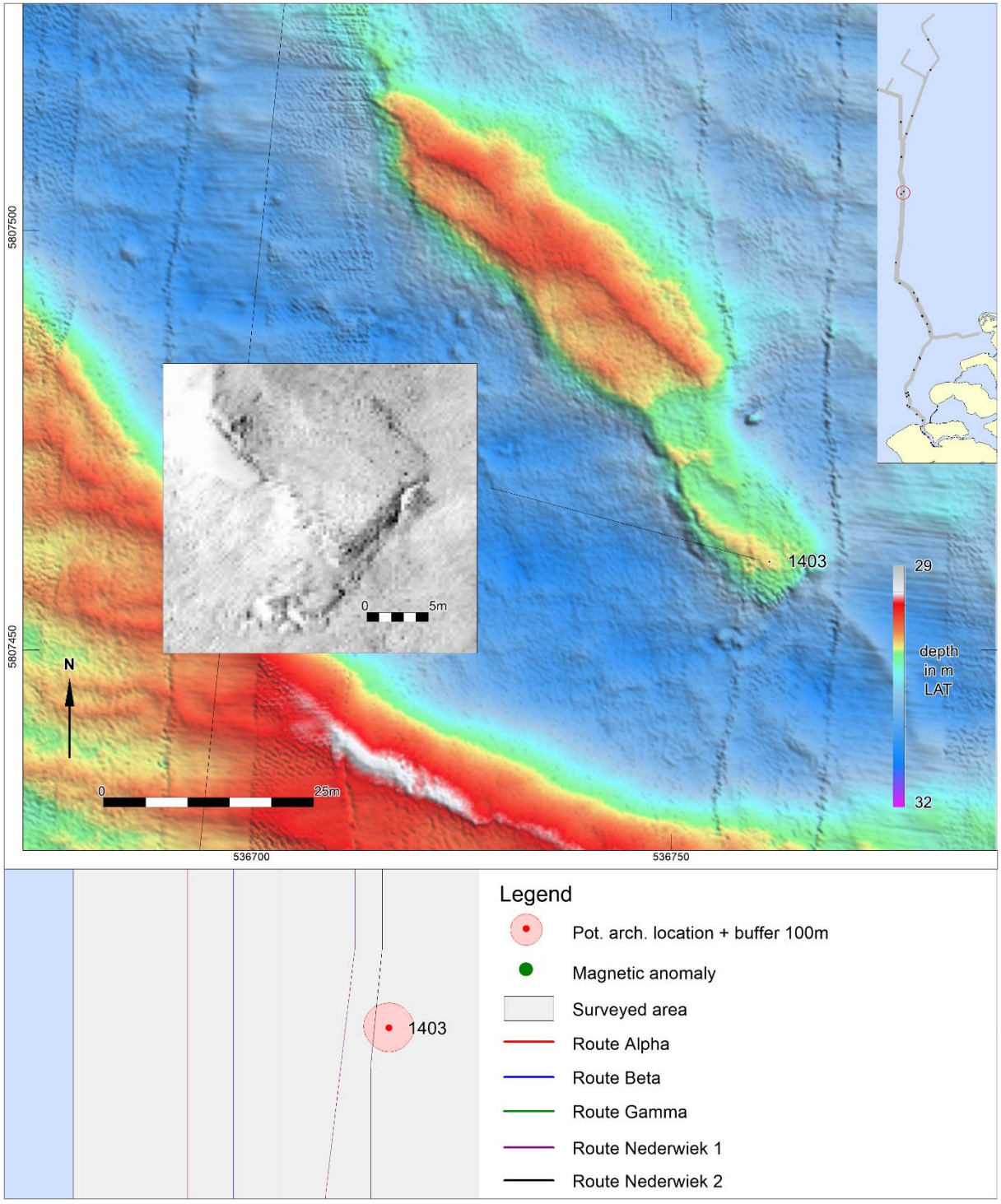
ID	Feature Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains
BRK_11012	Debris Linear	540808	5767868	-27.7	-	Possible wreck remains
BRK_11020	Debris Other	542369	5764697	-28.5	-	Possible wreck remains
COB_00438	Debris Other	526488	5847207	-35.1	-	Possible wreck remains
COB_00461	Debris Linear	524100	5847759	-40.7	-	Possible wreck remains

ID	Feature Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
COB_00463	Debris Other	524040	5848843	-40.5	-	Possible wreck remains
COB_00536	Debris Other	519571	5854937	-34.0	-	Possible wreck remains
COB_02273	Debris Fish Net	525796	5907245	-27.8	-	Possible wreck remains
BRK_11019	Wreck	542324	5765516	-25.1	24	Wreck
COB_00642	Wreck	518981	5881679	-27.7	1211	Wreck
COB_00655	Wreck	518956	5881687	-27.2	1211	Wreck
COB_00654	Wreck	518972	5881684	-27.2	1211	Wreck



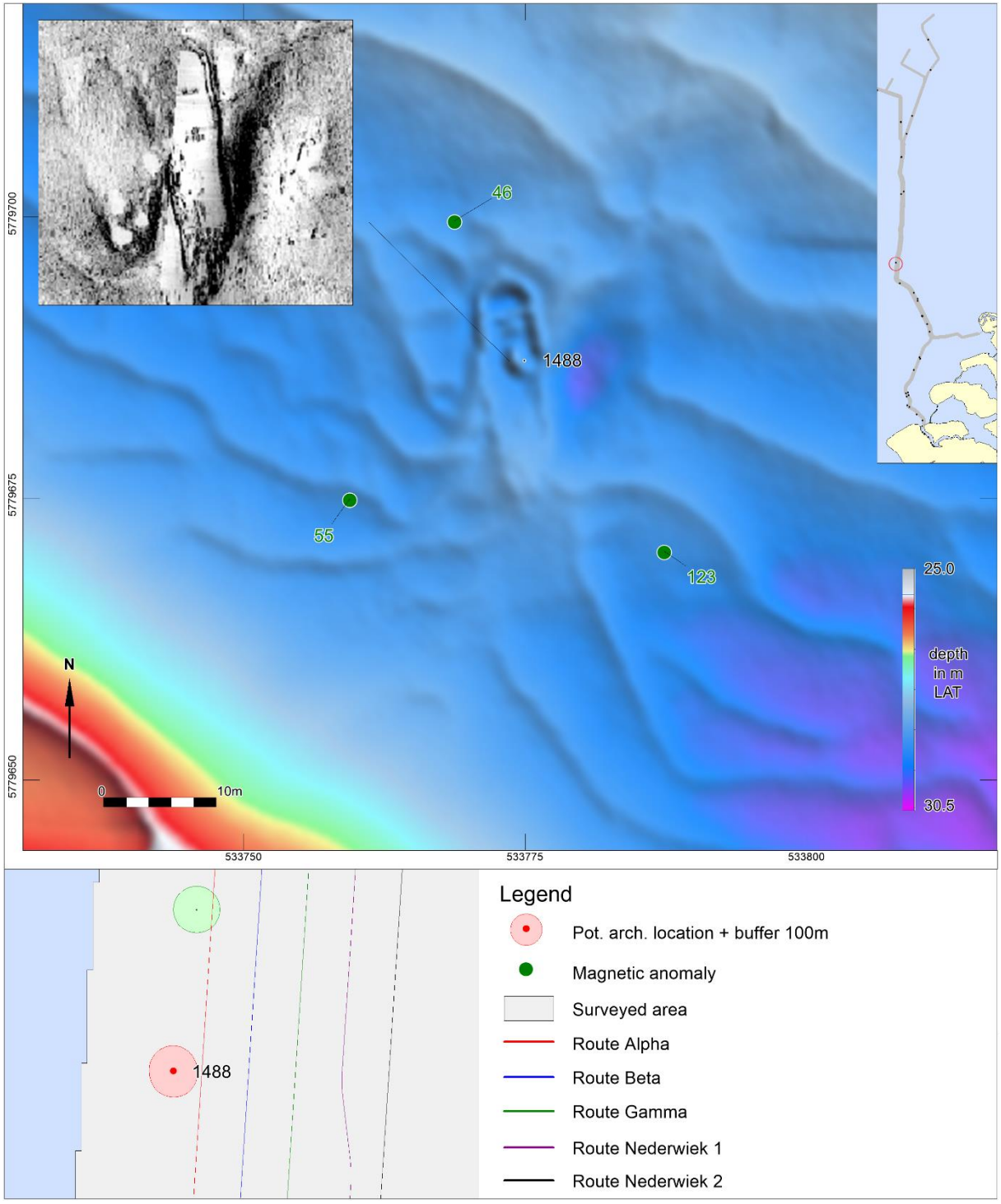
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
933	Debris linear	23.6	9.8	0.2	535914	5806494	-31.2	114.206

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval structure 25x10m, no mag. possible wreck	Possible wreck remains	1



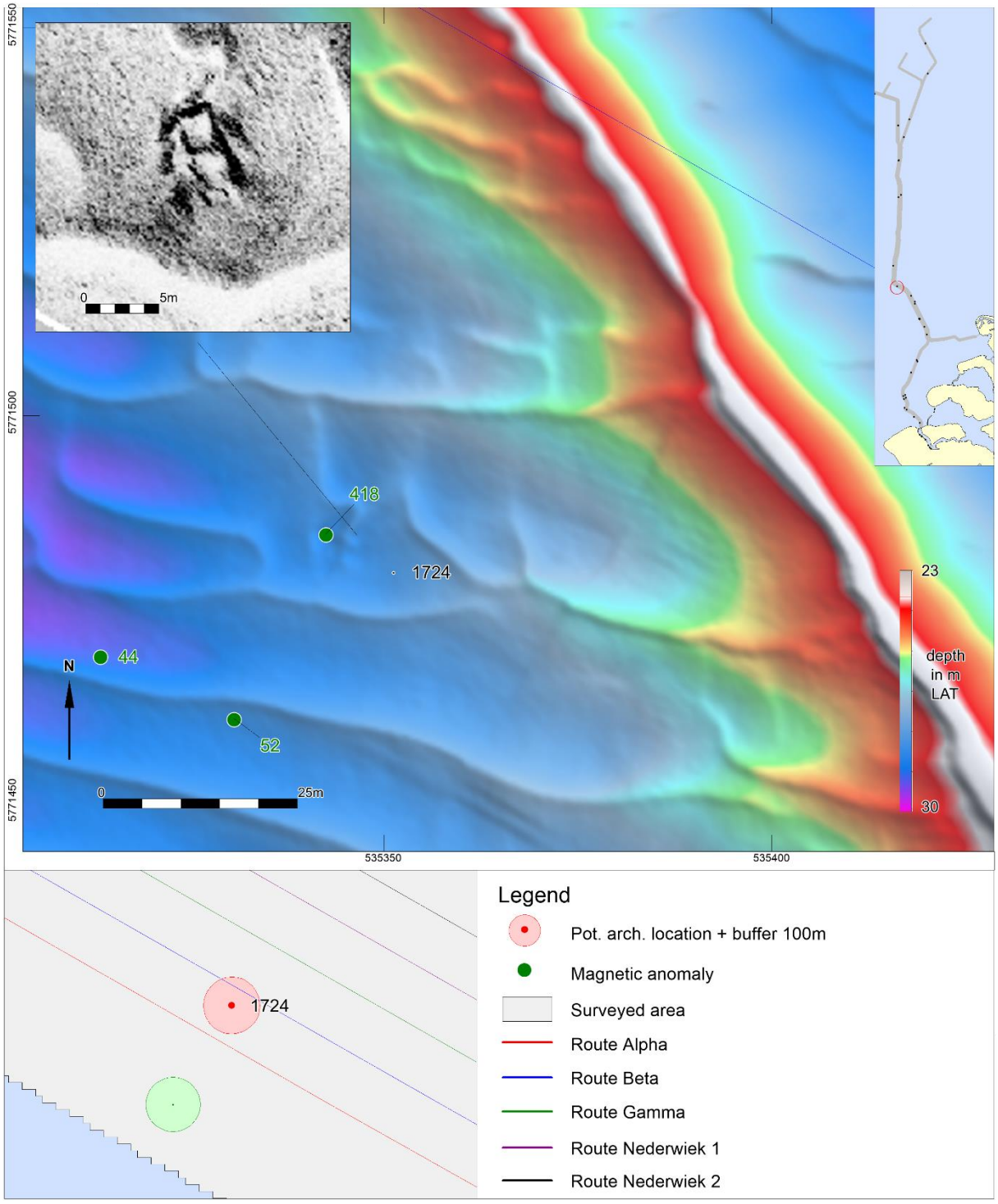
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1403	Debris other	25.6	2.3	0.7	536762	5807461	-30.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
13903	Cluster of small objects in rectangular structure	Possible wreck remains	1



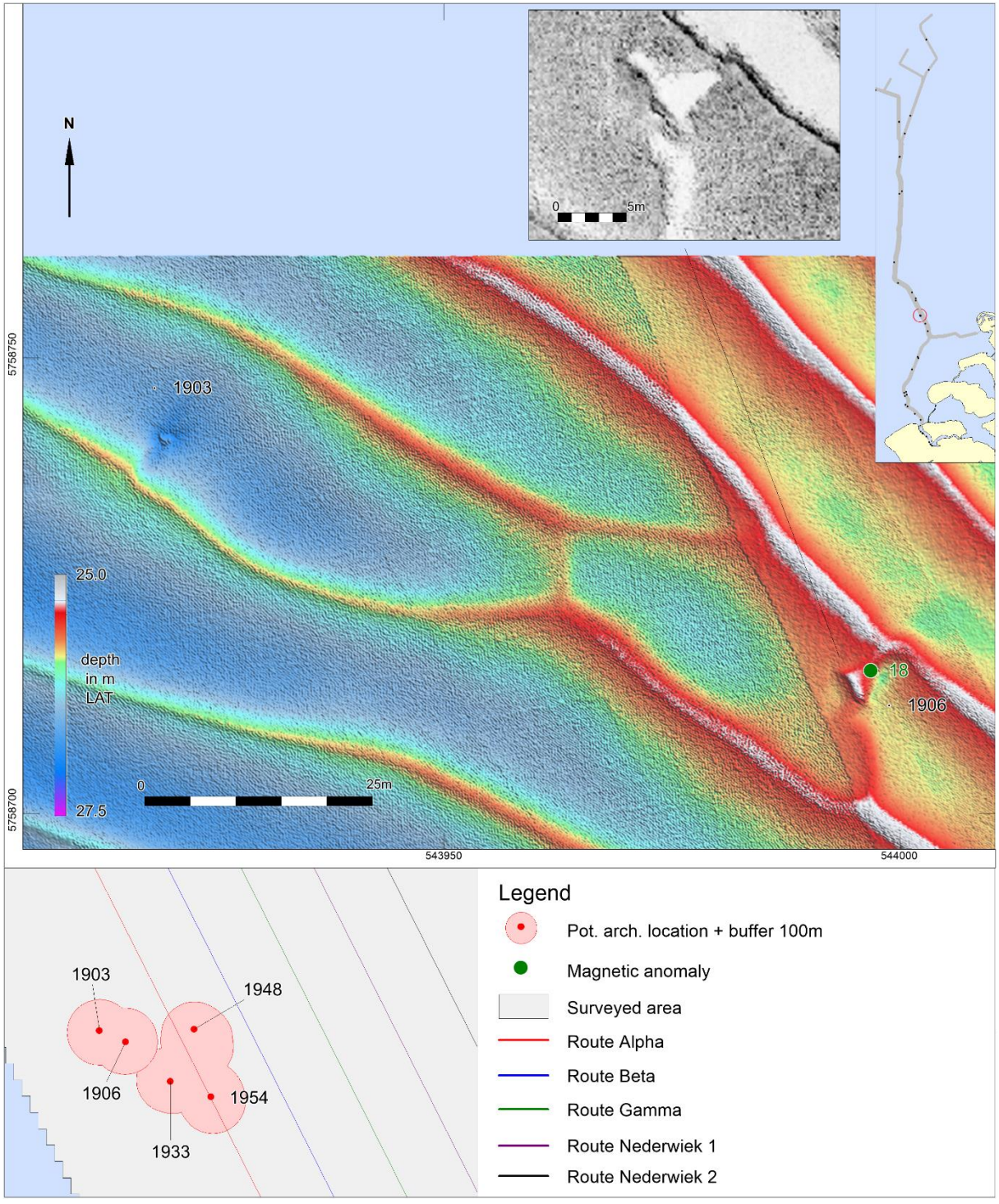
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1488	Wreck	24.3	5.9	0.4	533775	5779687	-29.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2869	Unidentified wreck, wood. NCN 2869	Wreck	2



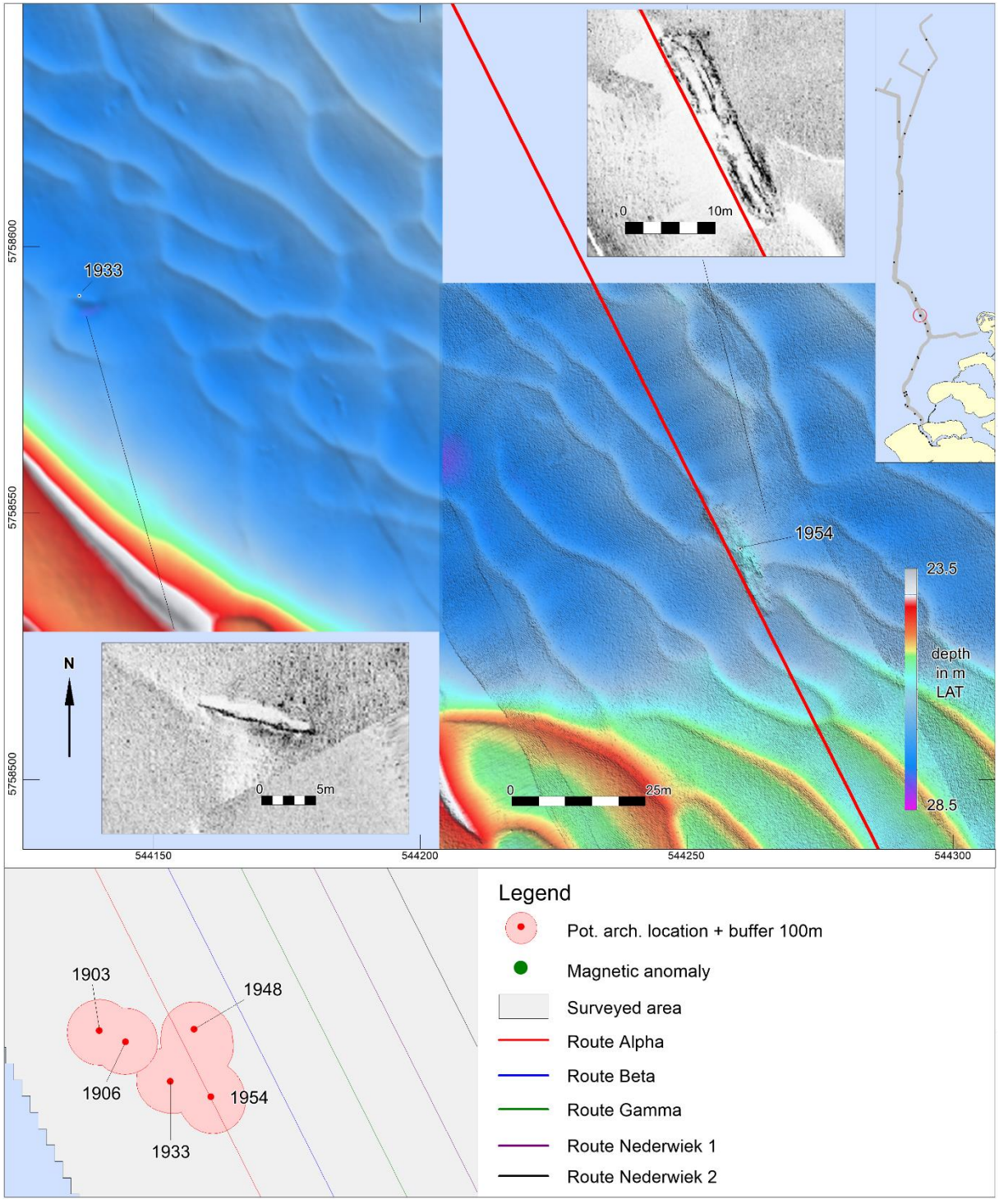
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
1724	Debris other	4.8	3.3	0.4	535351	5771480	-28.1	46.319

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of square objects with strong reflection	Wreck remains	1



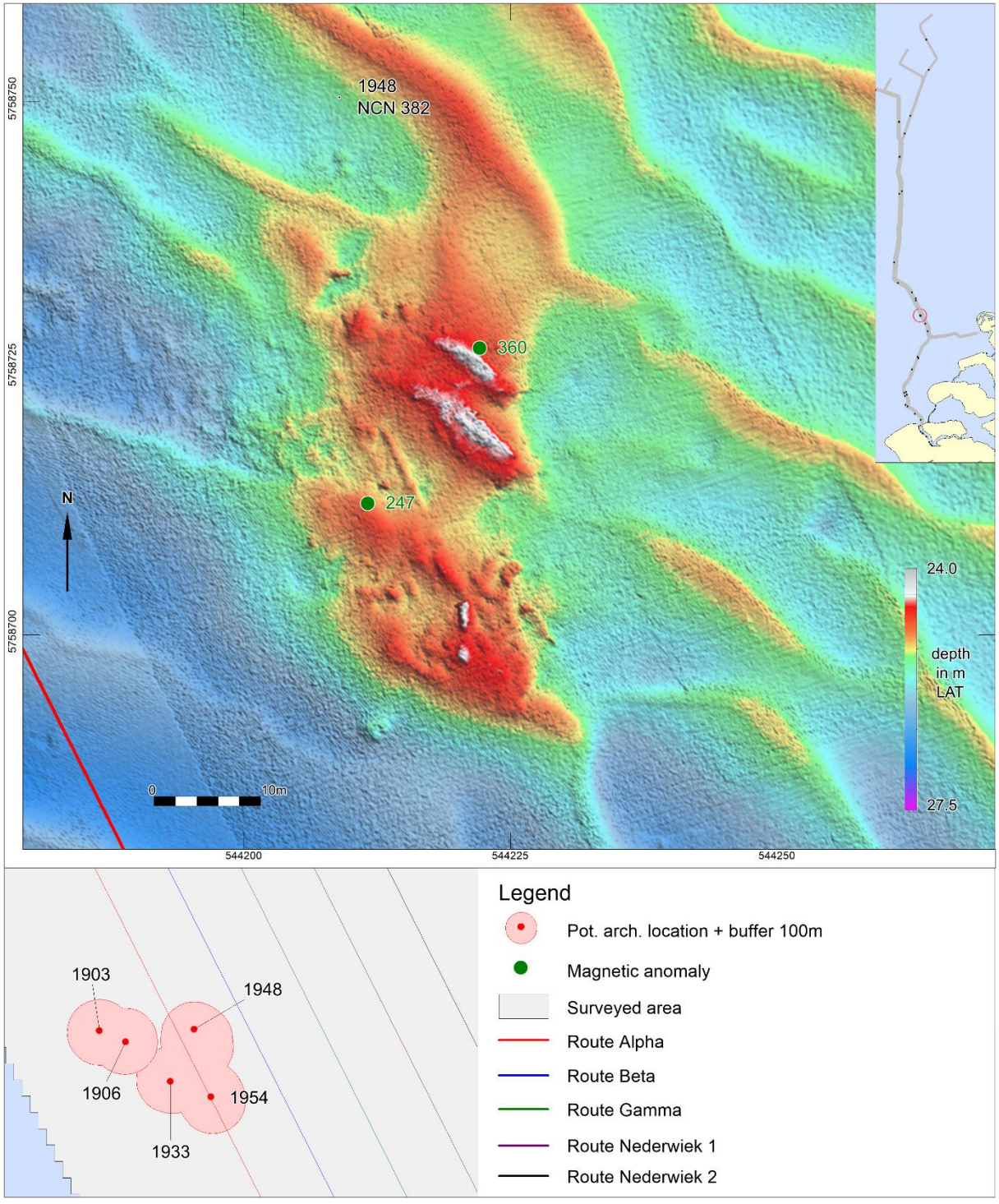
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1903	Debris other	3.1	1.3	0.4	543918	5758747	-26.6
1906	Debris other	7.1	1.1	0.8	543999	5758712	-25.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 2 x 2 m 250m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2
-	Rectangular isolated object 3.8 x 1.3 m, 200m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2



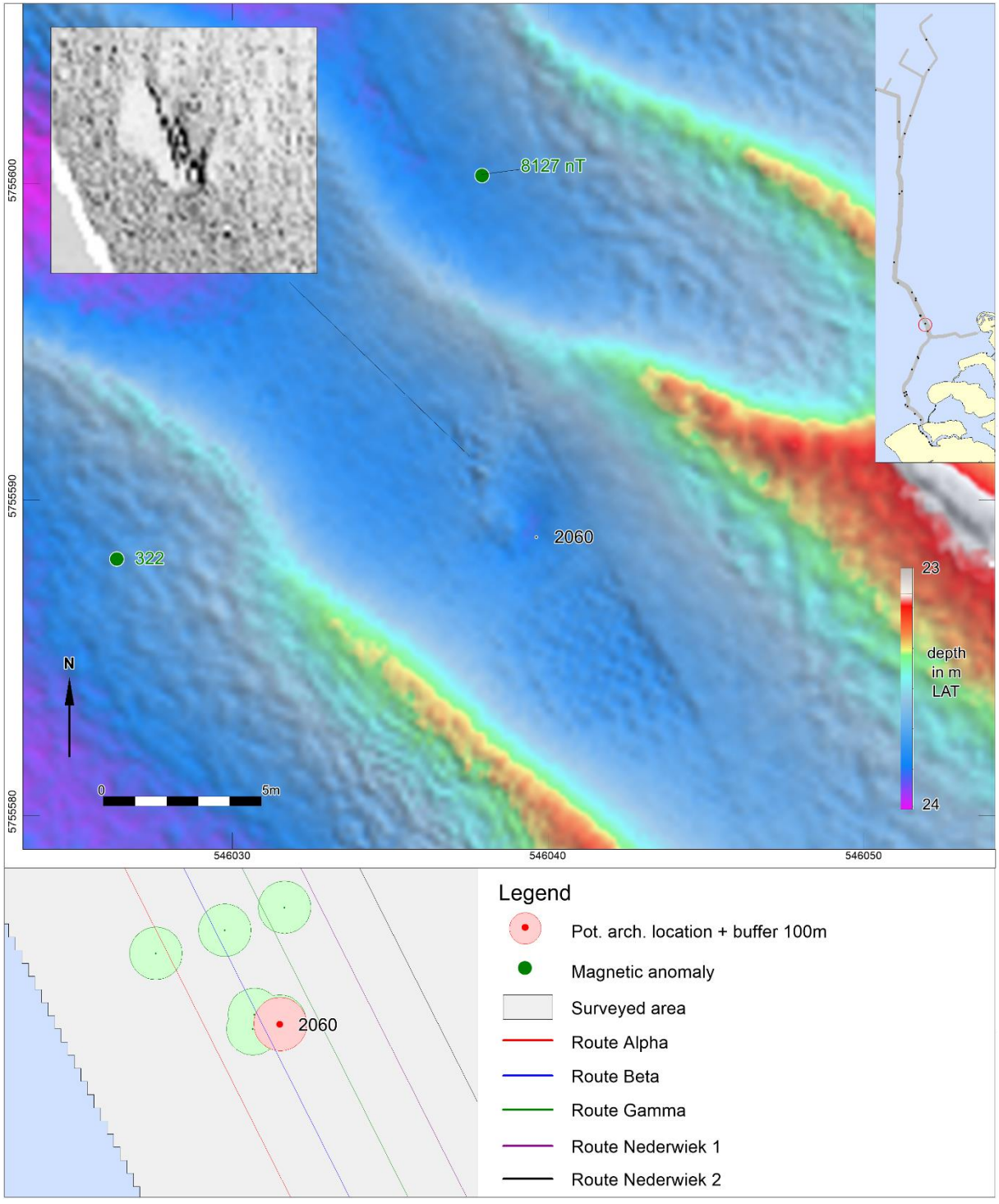
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1933	Debris linear	10.9	0.4	0.2	544136	5758591	-27.4	62.038
1954	Wreck	23.8	5.1	0.8	544260	5758544	-25.7	61.940

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure w of wreck remains NCN 382	Wreck remains	2
-	Large structure 23 x 4m, probably wreck	Wreck	2



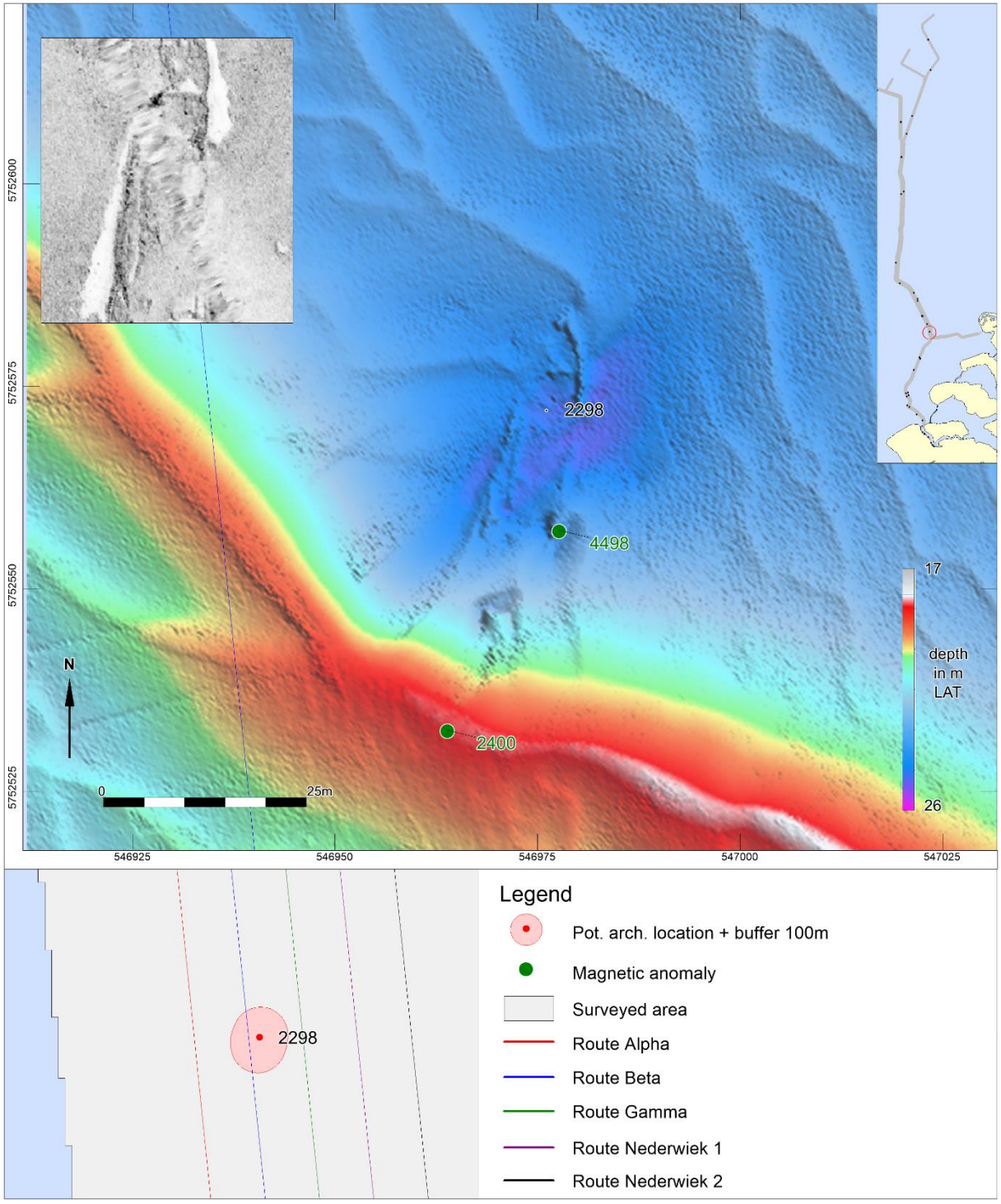
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1948	Debris other	4.3	1.4	0.2	544209	5758751	-24.5	62.148

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
382	Wreck remains NCN 382, wooden sailing vessel, three-masted reported by divers. RCE 3035875100	Wreck	2



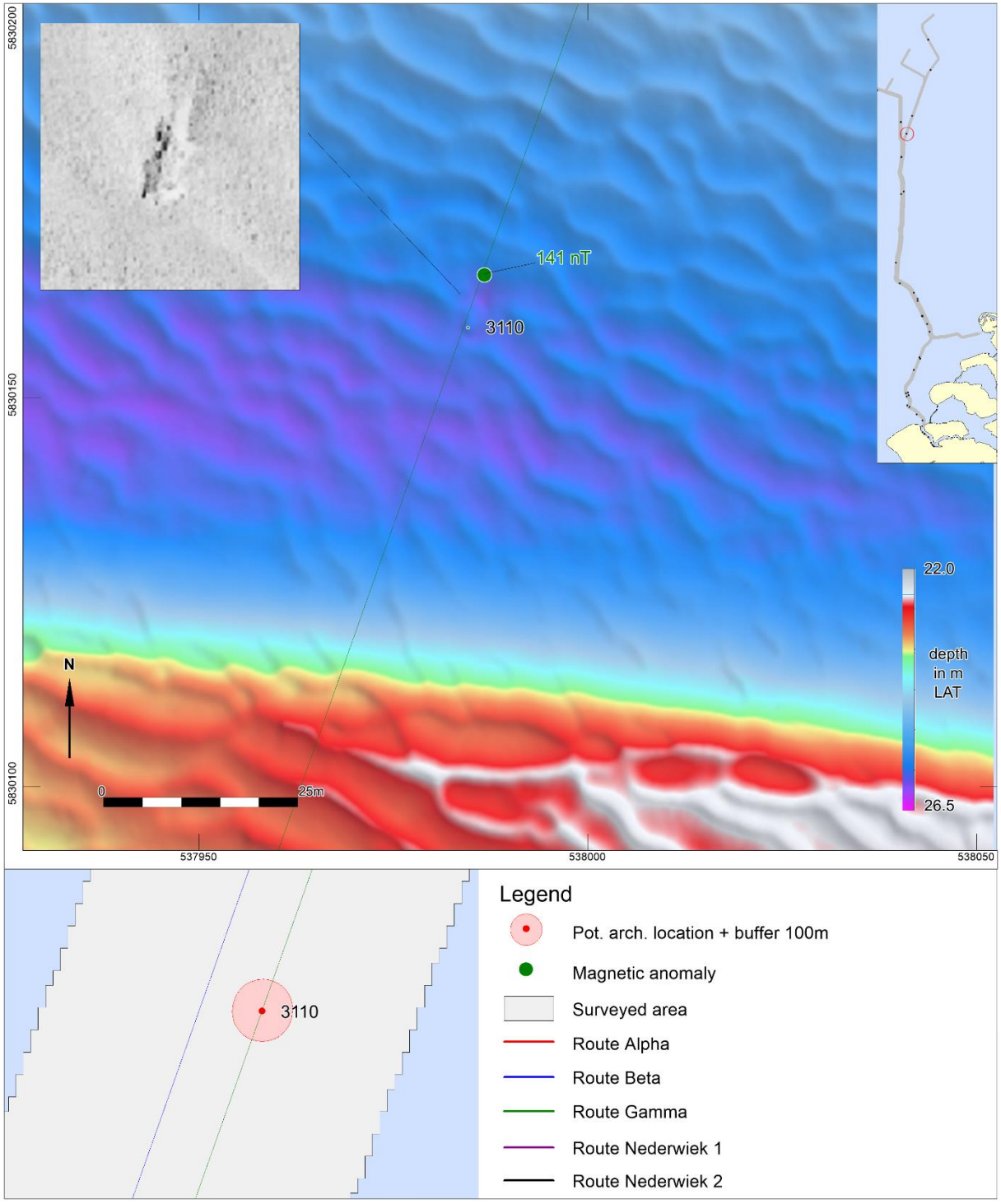
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2060	Debris metal	4.2	1.6	0.2	546040	5755589	-23.7	26.670

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of small objects, large Mag. 8127 nT	Possible wreck remains	1



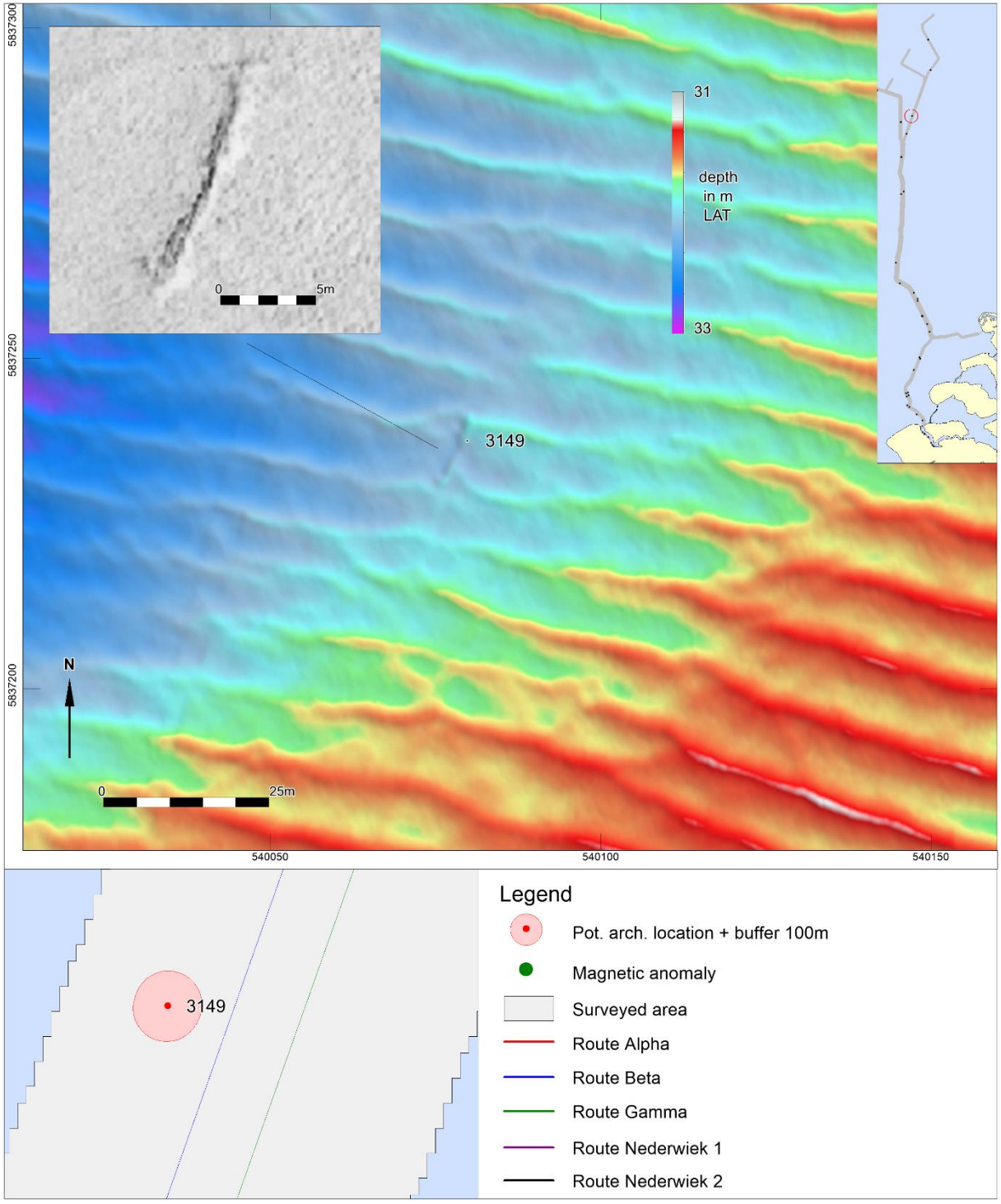
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2298	Wreck	46	8.4	4.3	546976	5752572	-24.6	23.485

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
364	Wreck NCN 364, large MAG anomalies. Wreck of a large steam vessel, iron rudder. RCE 2966920100	Wreck	2



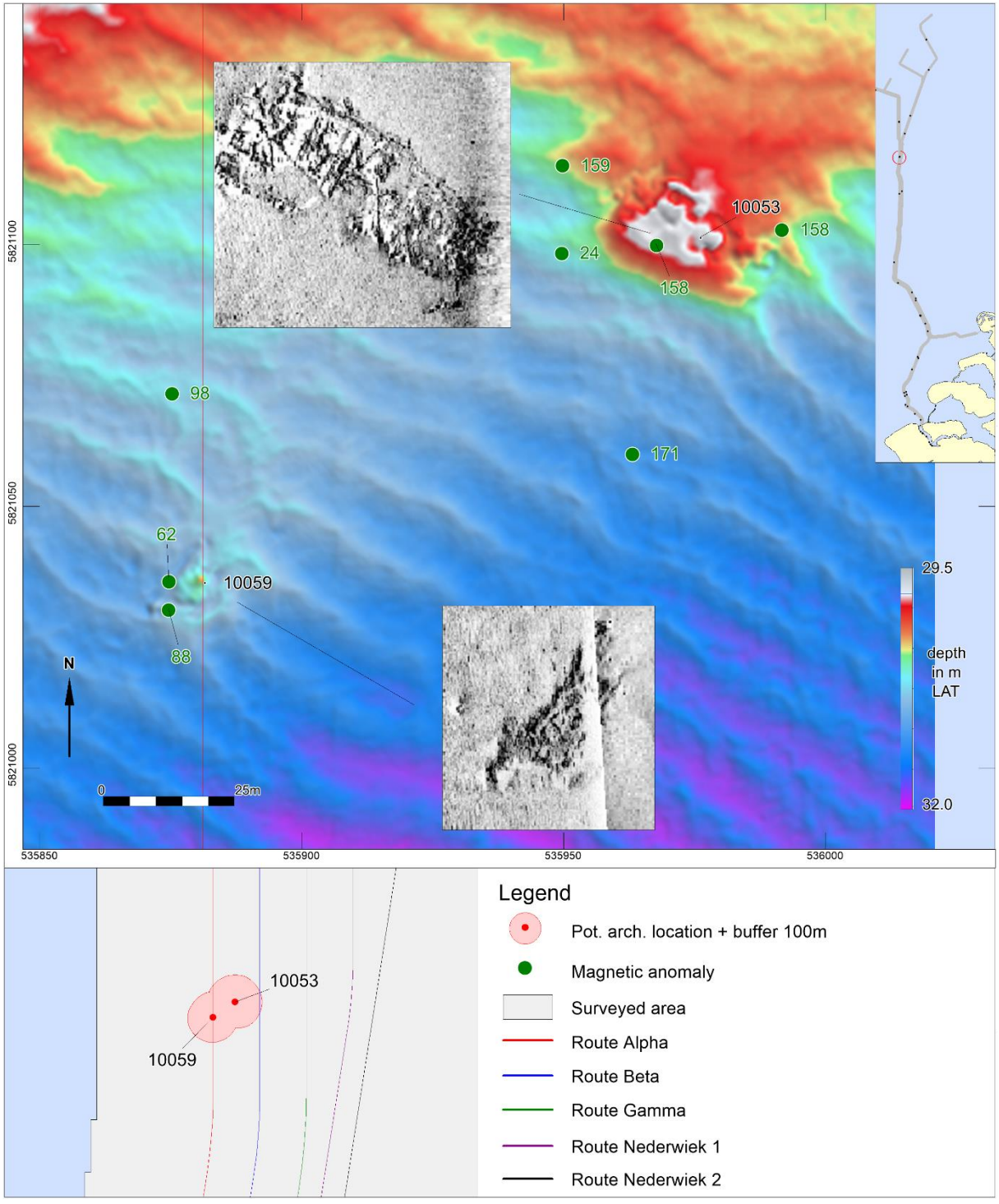
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
3110	Debris other	6.9	1.2	0.2	537985	5830159	-25.8	106.046

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure. Mag anomaly 141 nT	Possible wreck remains	1



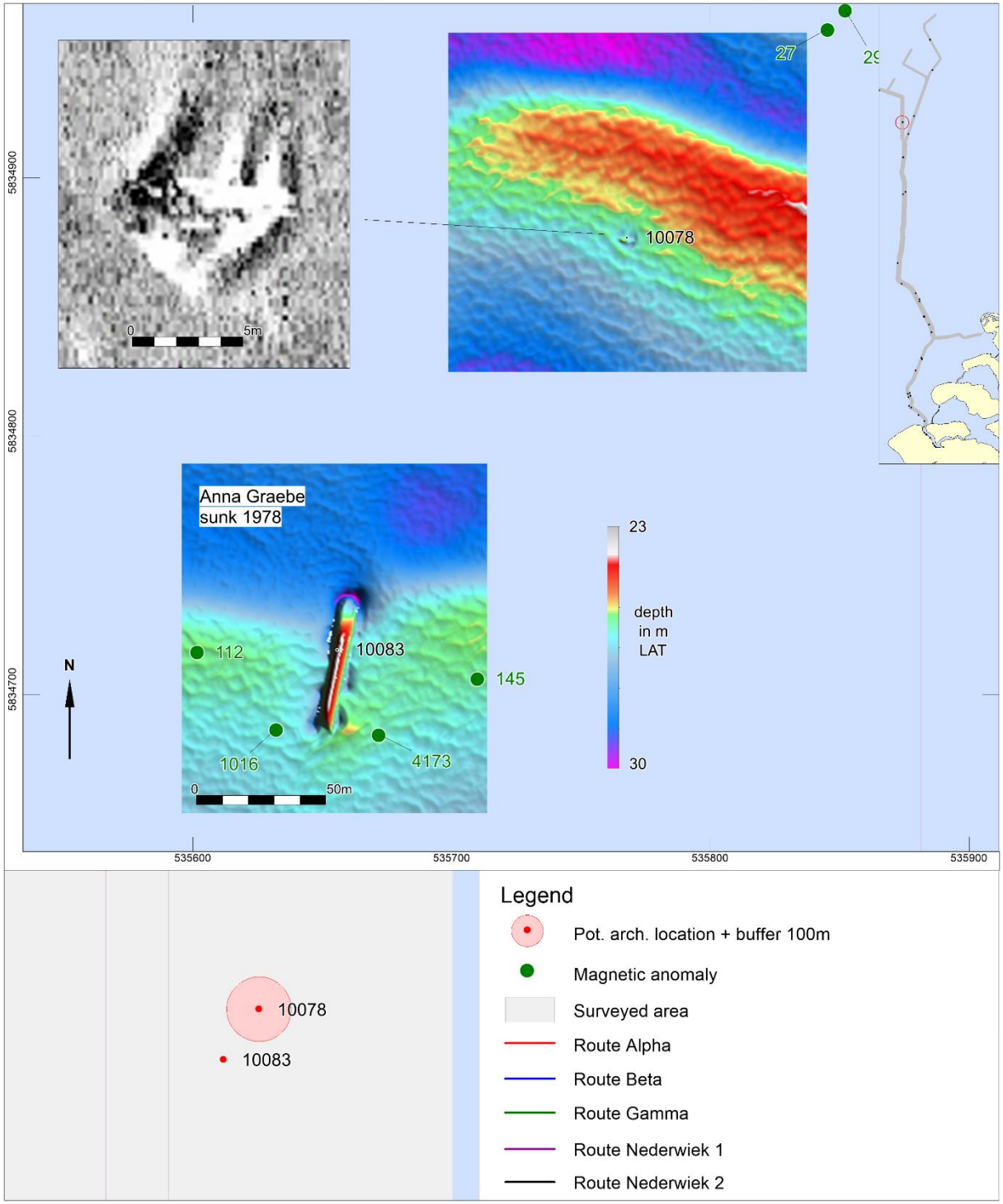
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
3149	Debris linear	11	1	0.2	540080	5837238	-32.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated patch of strong reflections, isolated	Possible wreck remains	1



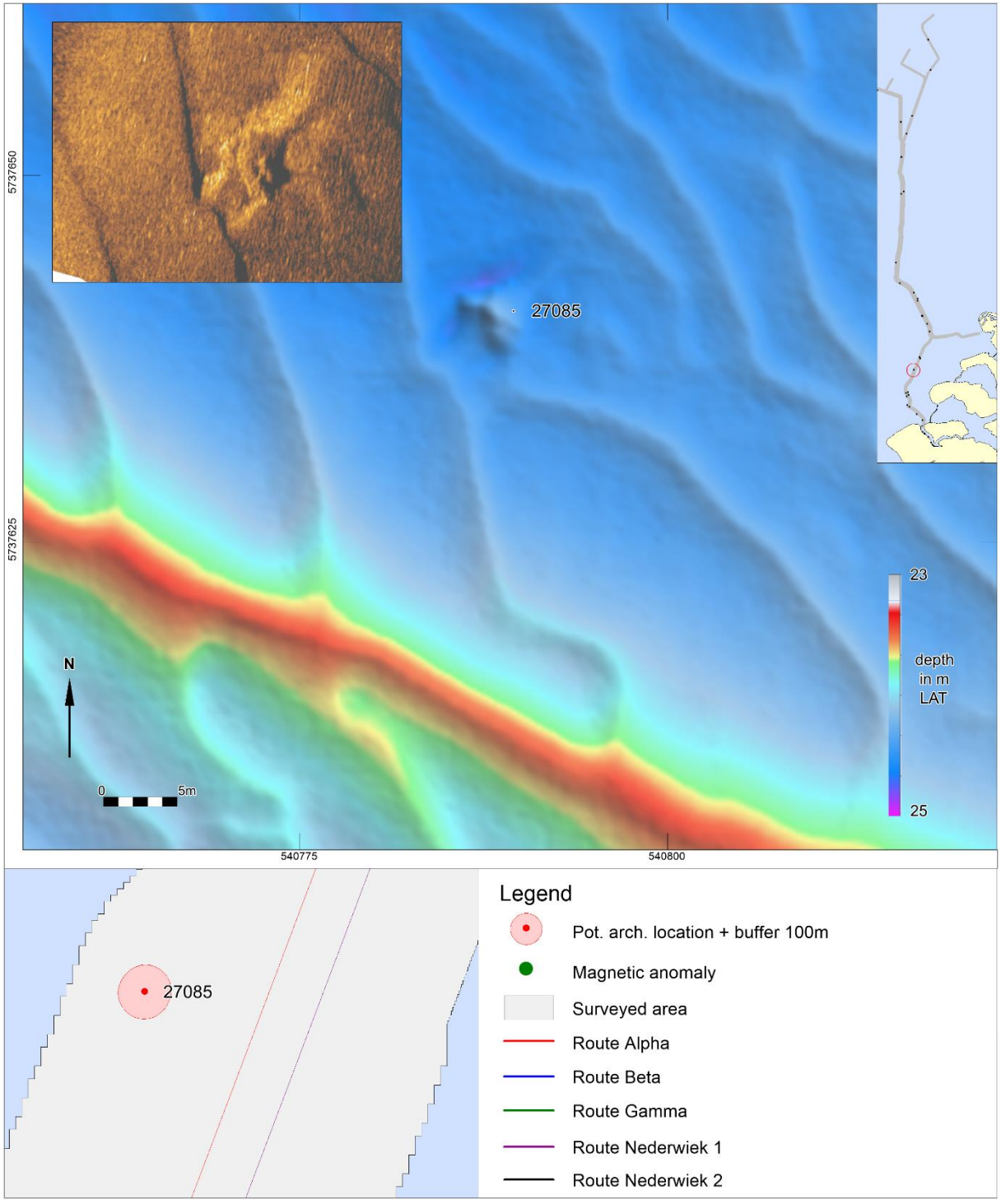
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	KP Alpha
10053	Wreck	29.6	10.6	1.2	535976	5821101	129.037
10059	Wreck	21	8.2	0.2	535882	5821036	128.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2810	Unidentified shipwreck, NCN 2810	Wreck	2
-	Rectangular cluster of small objects, several mag anomalies	Possible wreck remains	1



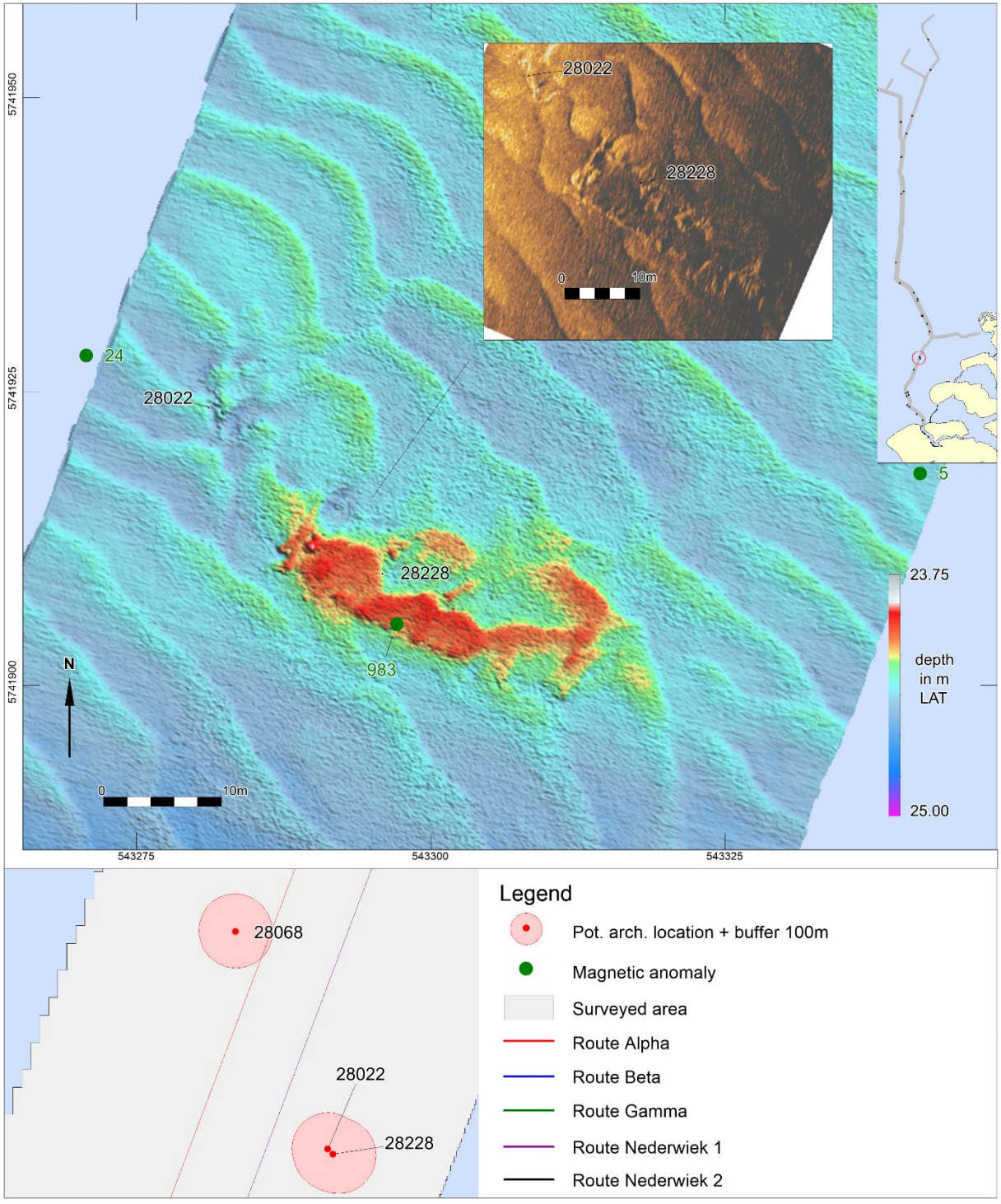
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
10078	Debris other	9.9	6.3	0.8	535768	5834877	-27.9
10083	Wreck	56.3	6.7	2	535656	5834718	-24.8

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Square structure with internal reflectors	Possible wreck remains	1
2081	Wreck *Anna Graebe*, iron freighter sunk 1978 / RCE 4028335100	Wreck	1



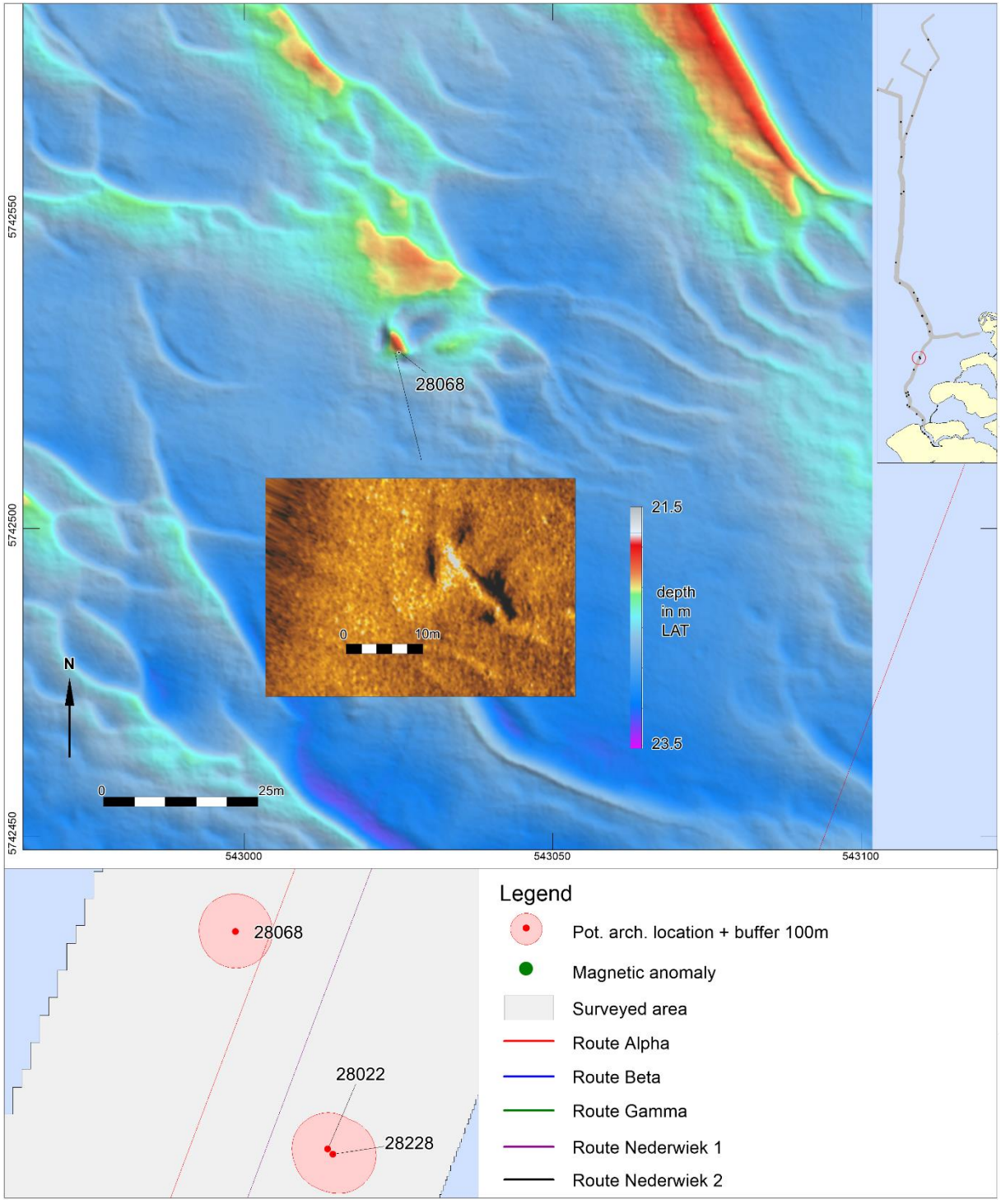
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
27085	Debris linear	15	5	1	540790	5737641	-22.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure, relatively high	Possible wreck remains	1



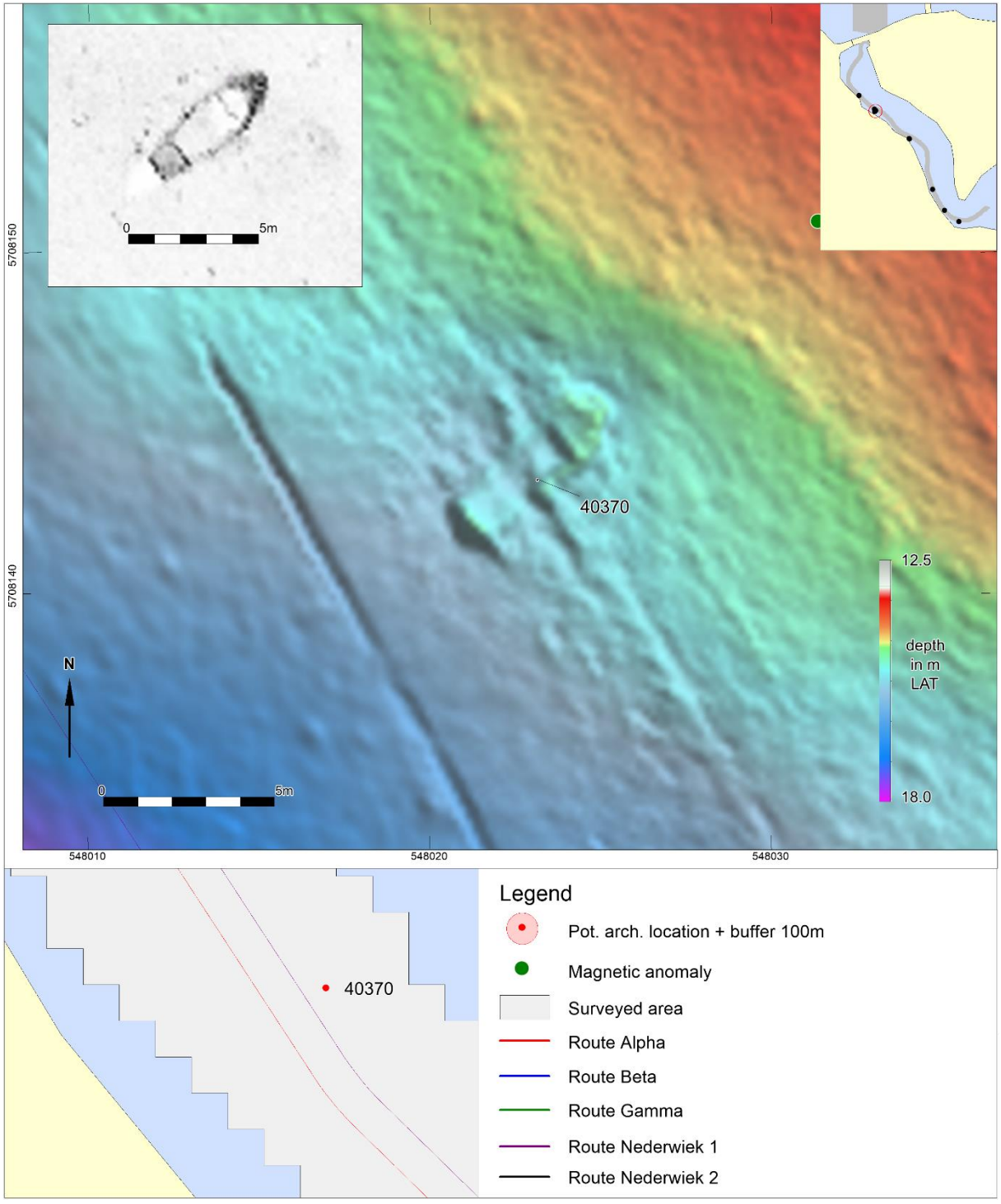
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
28022	Debris linear	4.4	0.5	0.4	543281	5741924	-24.4
28228	Wreck	44.4	9.4	0.3	543296	5741910	-24.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Object 2 x 2 m 10m NW of wreck	Wreck remains	1
-	Large structure 28 x 10m, probably wreck. Mag anomaly 983 nT	Wreck	2



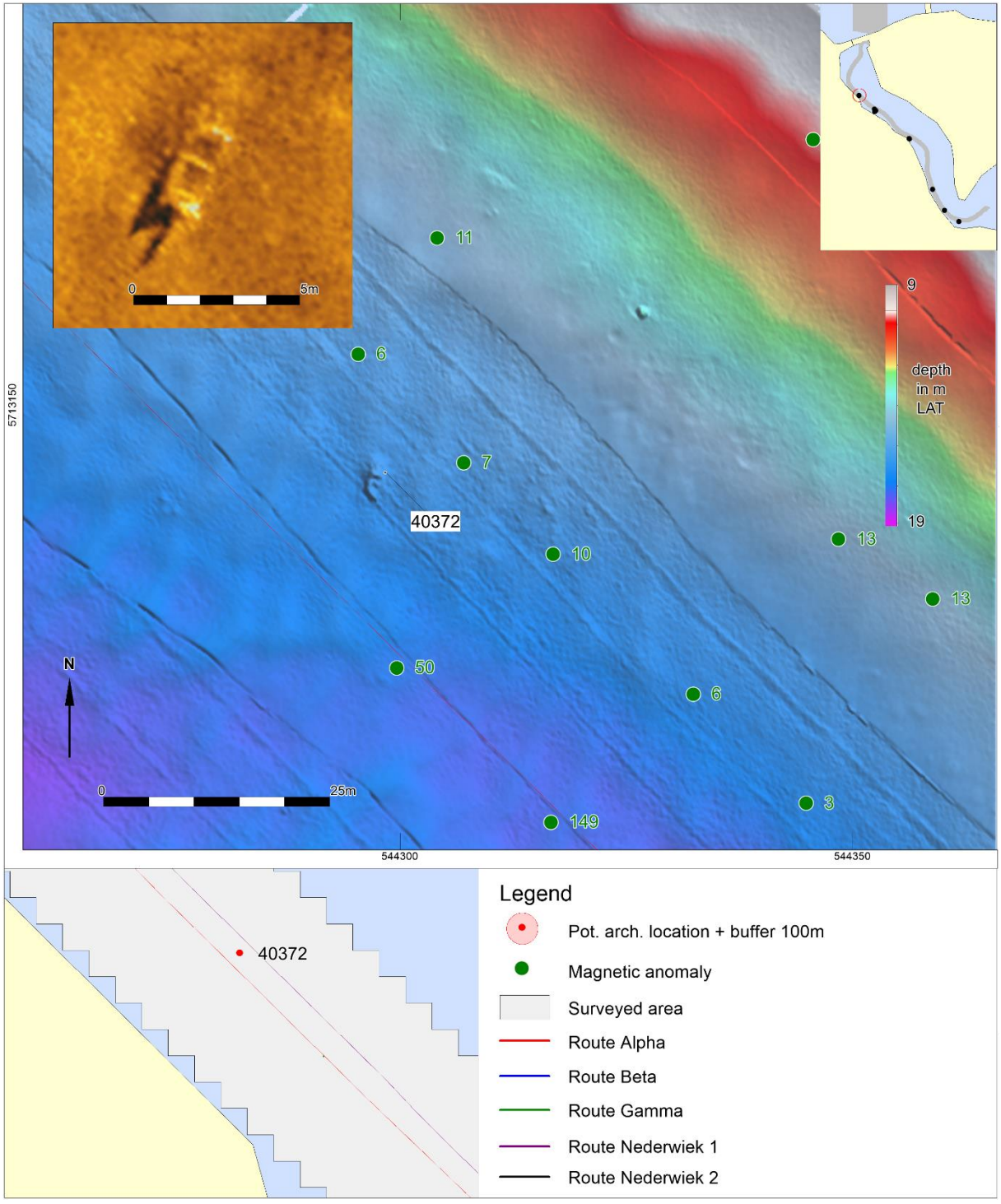
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
28068	Debris linear	13.4	1.6	0.9	543025	5742529	-22.1	43.811

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure with scouring	Possible wreck remains	1



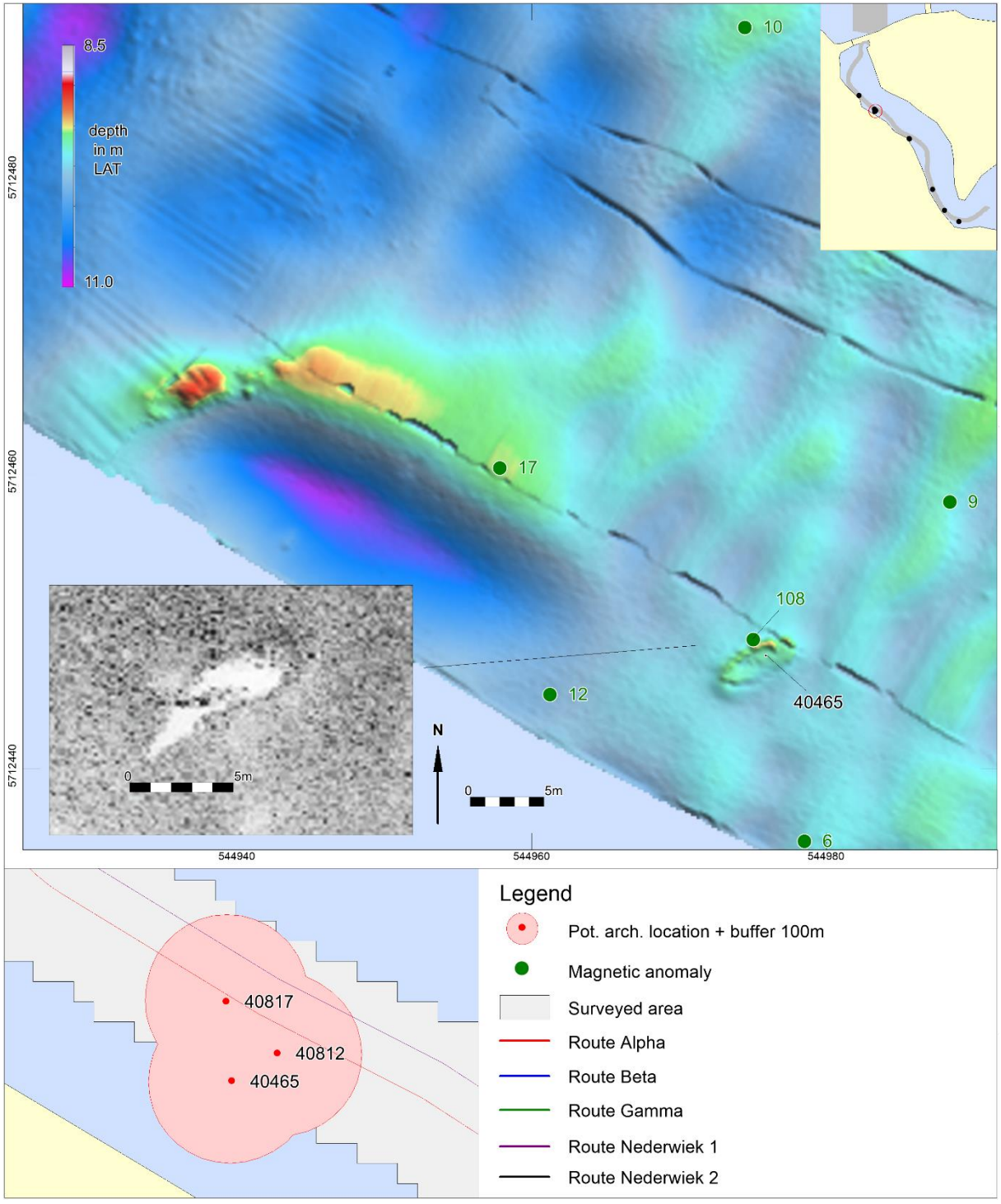
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
40370	Wreck	5.5	2.1	0.5	548023	5708143	-15.1

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



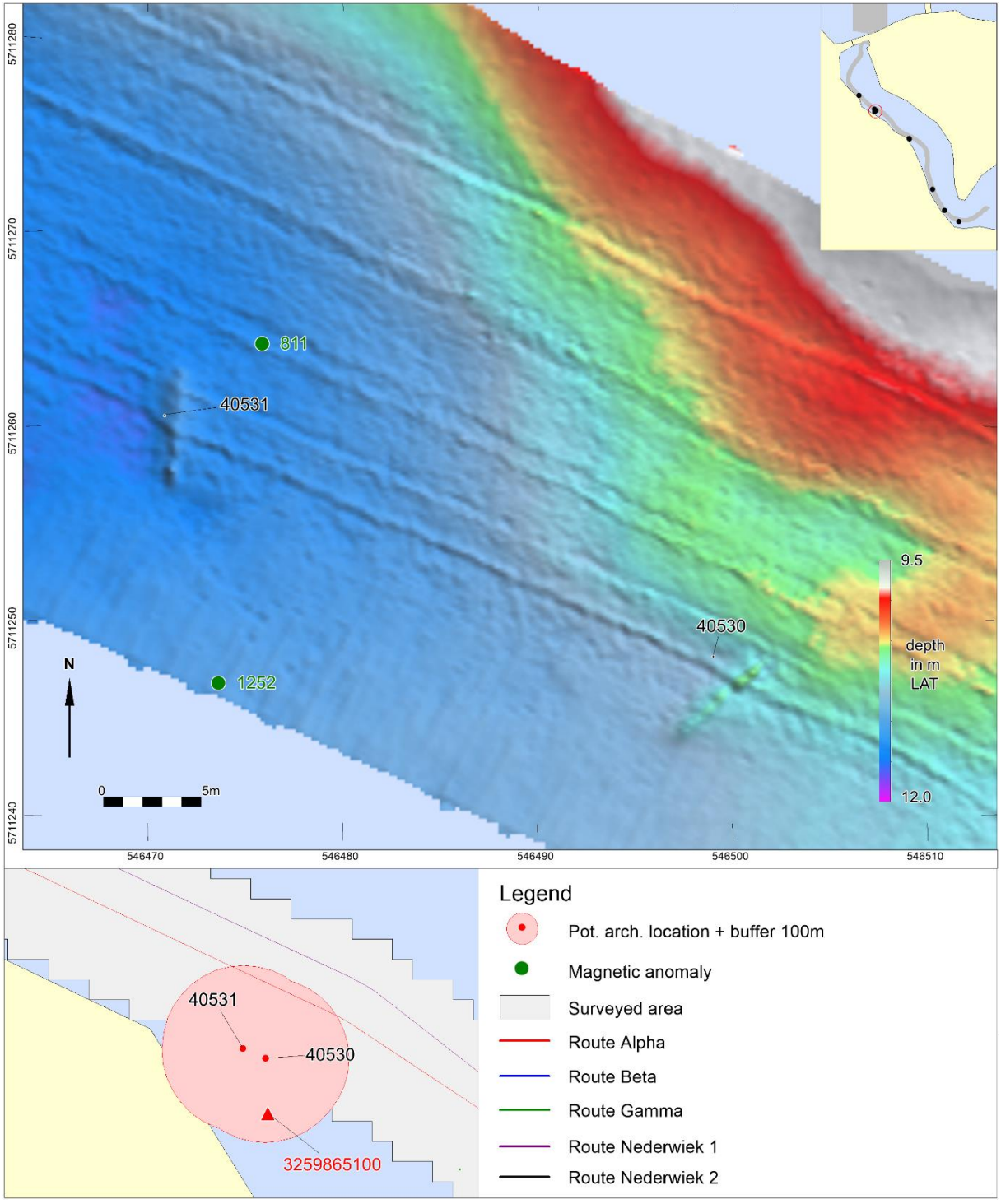
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40372	Wreck	4	1.9	0.4	544298	5713143	-16.3	8.925

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



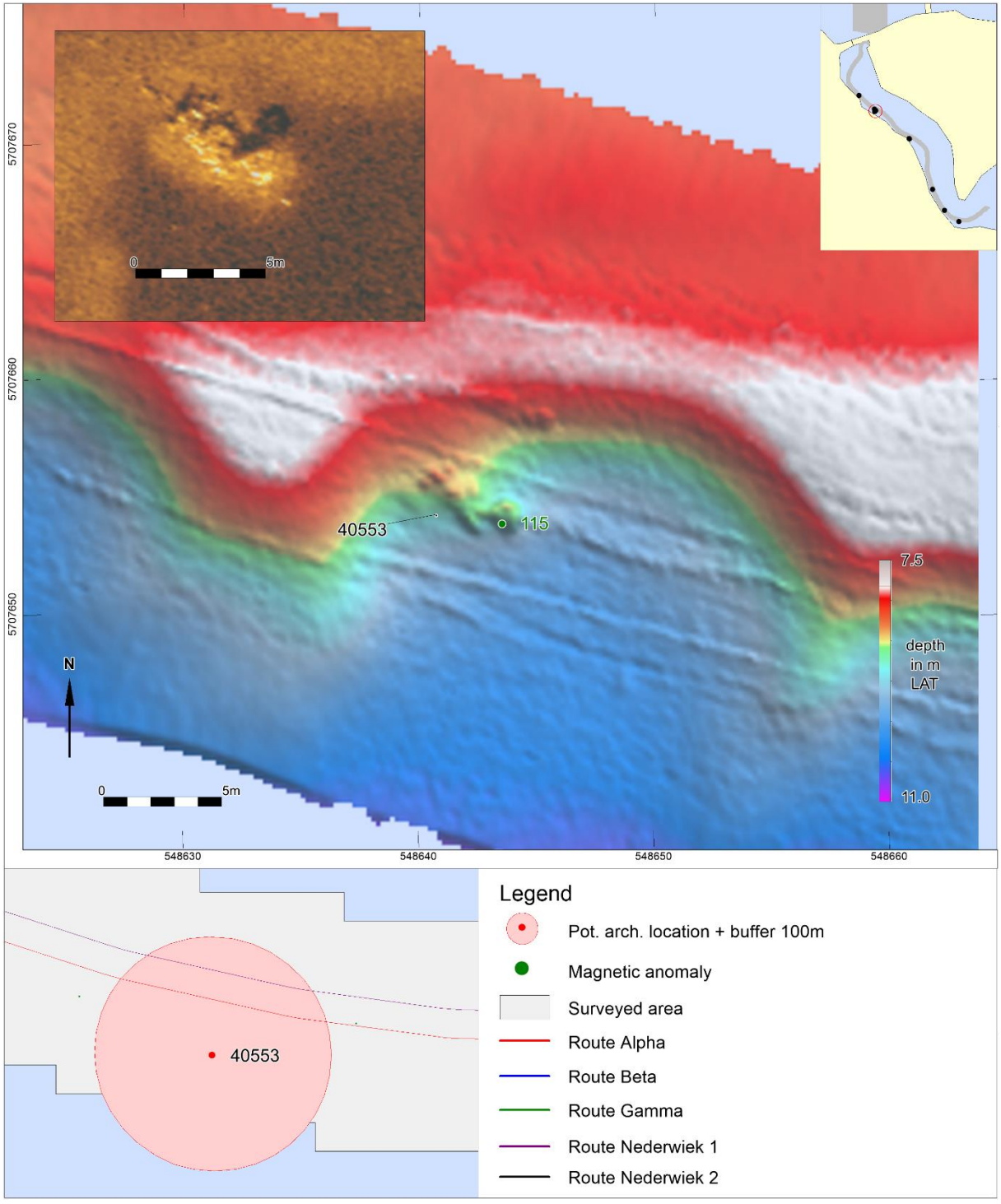
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40465	Wreck	5.5	3.1	0.9	544976	5712448	-9.5	7.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



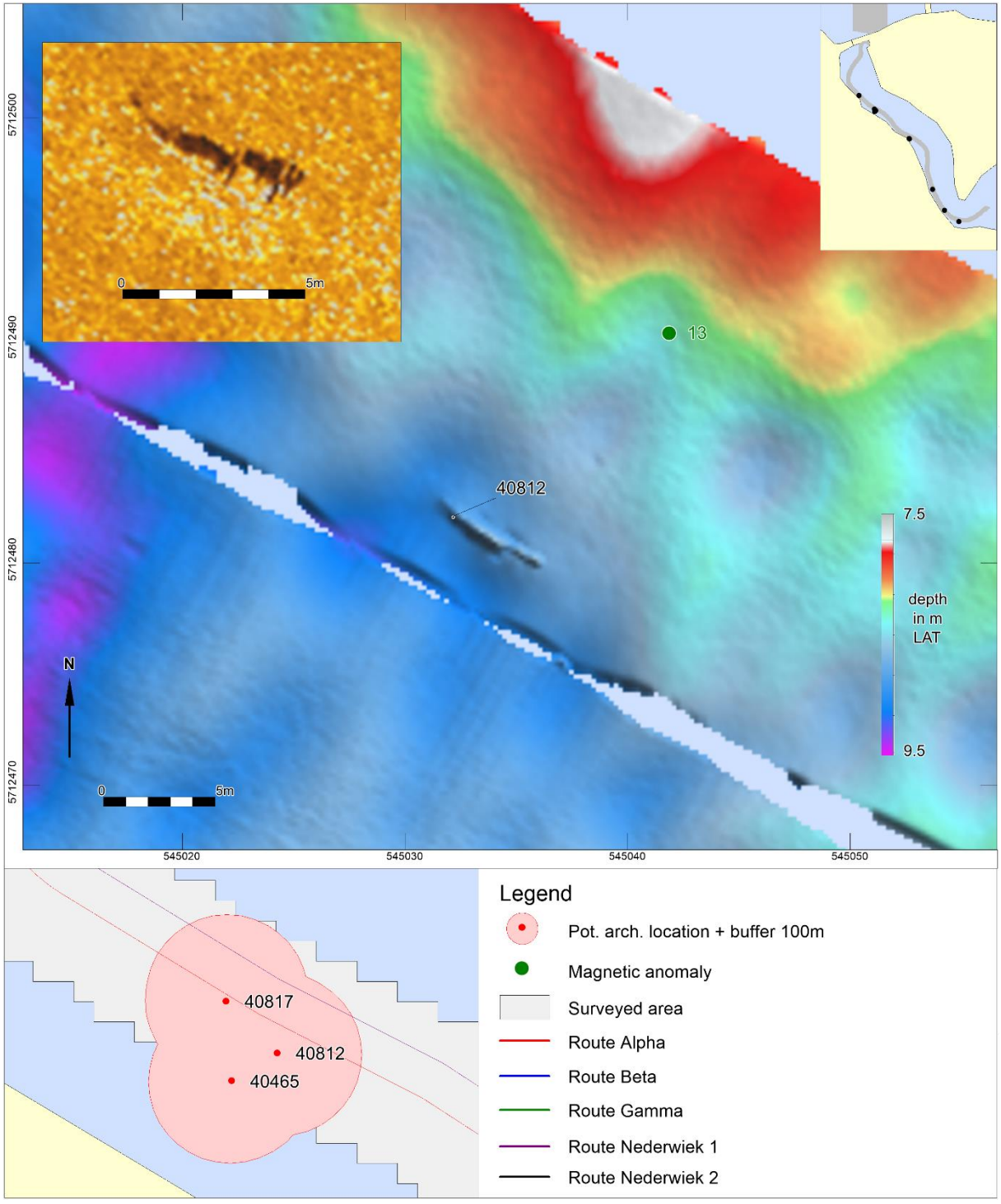
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40530	Debris linear	5	0.8	0.3	546499	5711248	-10.6	6.001
40531	Debris linear	8.5	0.7	0.2	546471	5711261	-11.4	6.031

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure, irregular - possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2
-	Elongate structure or lineation of objects, l 5.5 m, mag anomalies, possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2



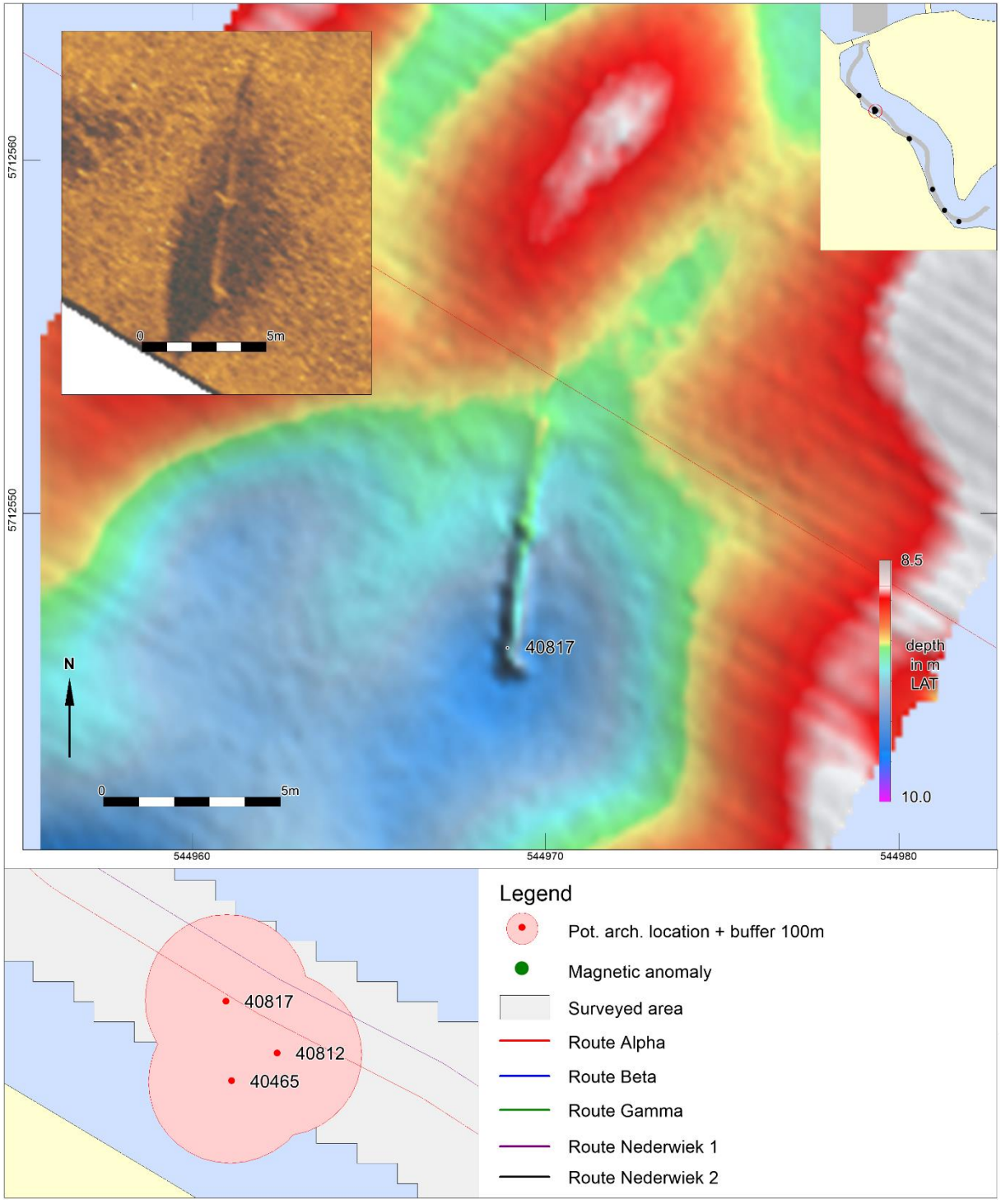
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP 1.493
40553	Debris other	6.3	3.5	0.7	548641	5707654	-8.7	

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class	Buffer
-	Irregular object 7 x 2.5, possible wreck remains	Wreck remains	1	Yes



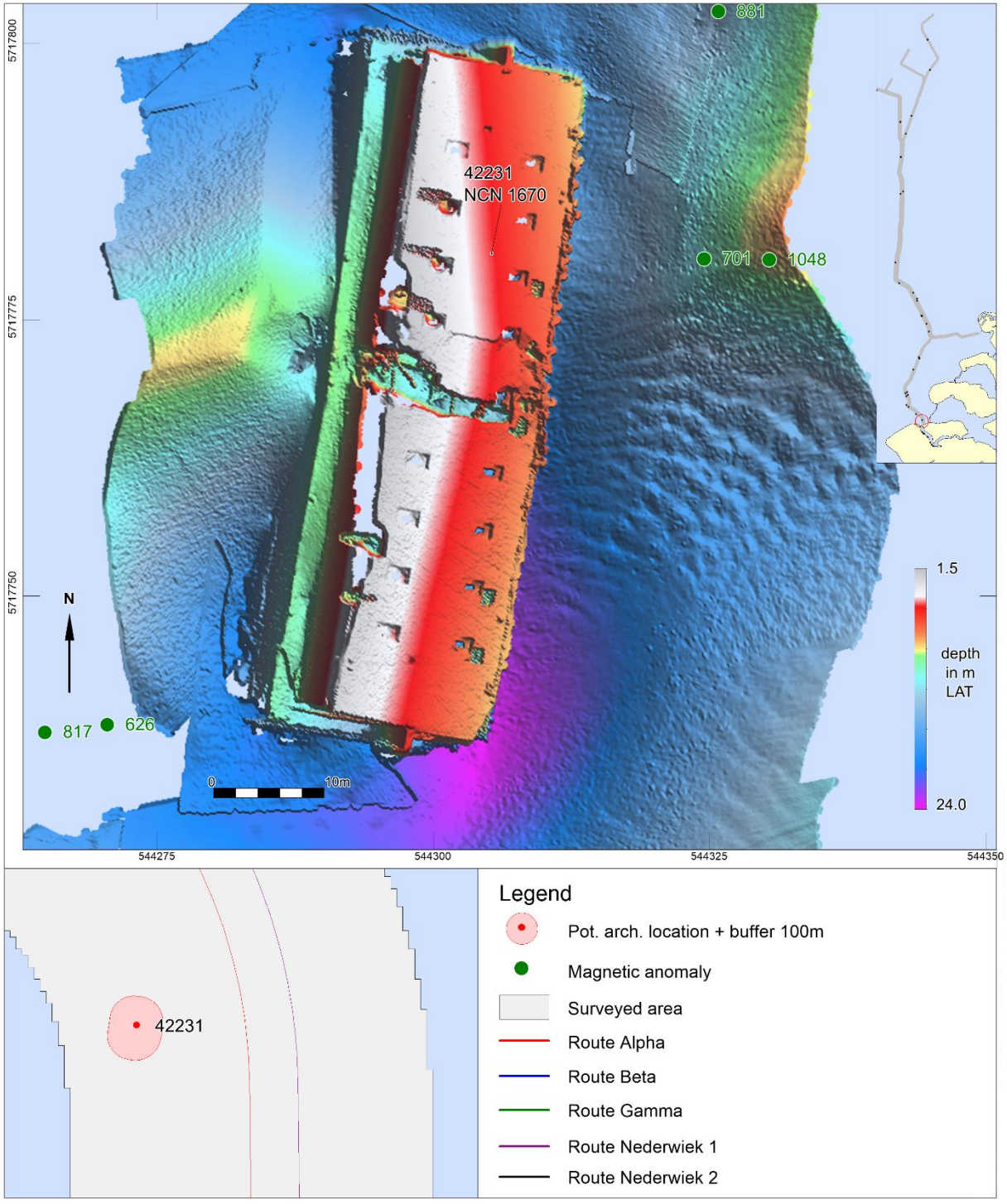
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40812	Debris linear	5.2	0.2	0.7	545032	5712482	-8.8	7.938

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular elongated object, slightly bended	Wreck remains	1



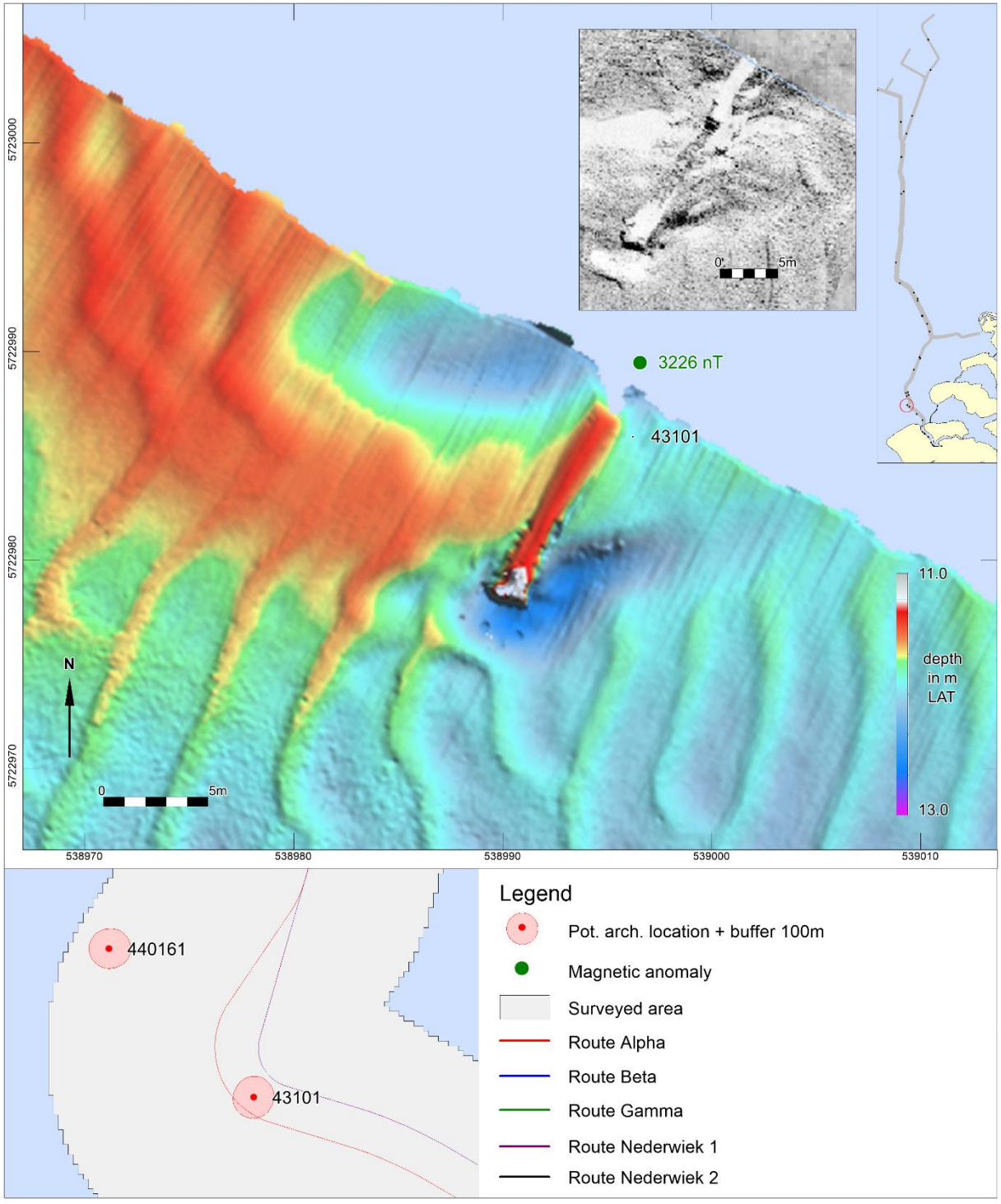
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40817	-	1.2	1.7	0.9	544969	5712546	-9.4	8.023

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated object 9.8 x 1.4 m, bended at southern end, no mag., possible part of wreck	Wreck remains	1



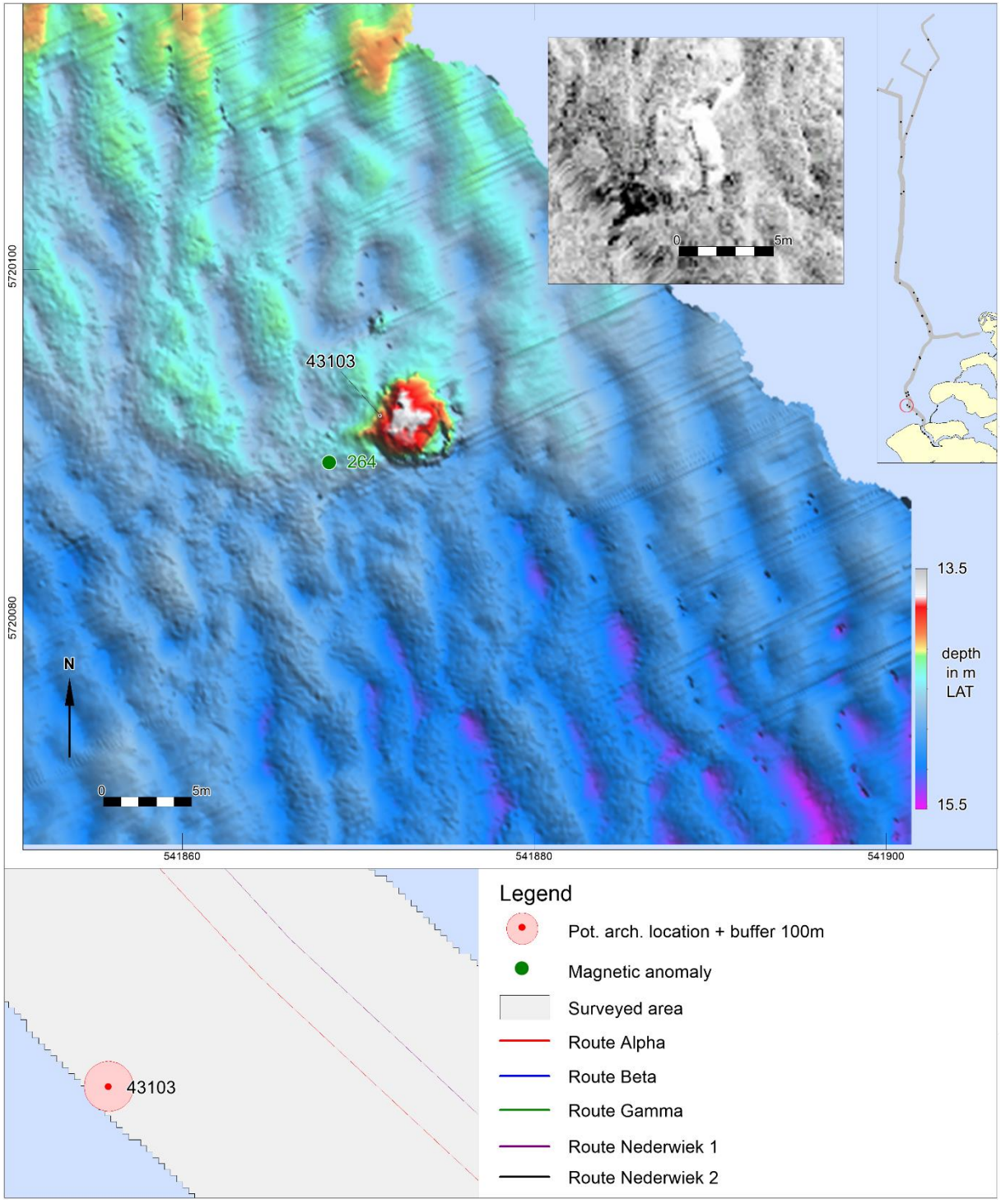
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
42231	Wreck	63.9	23.5	1.8	544305	5717781	-4.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
1670	Caisson, concrete, sunk 15-09-1953. wreck NCN 1670	Wreck	2



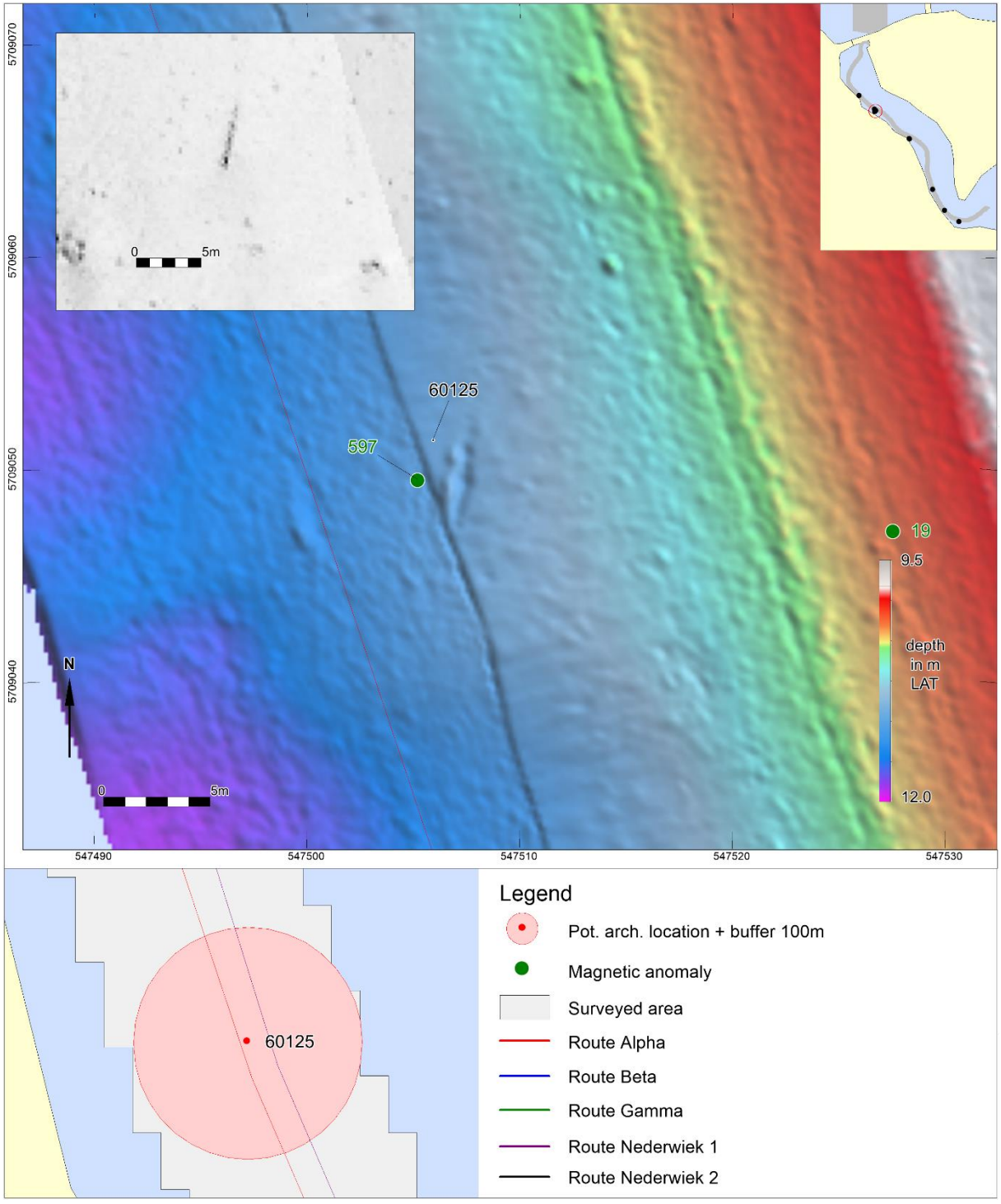
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
43101	Wreck	19.4	2.5	0	538996	5722986	-11.9	22.311

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large object 15 x 2.5 m, probably wreck, large anomaly 3225 nT	Wreck	2



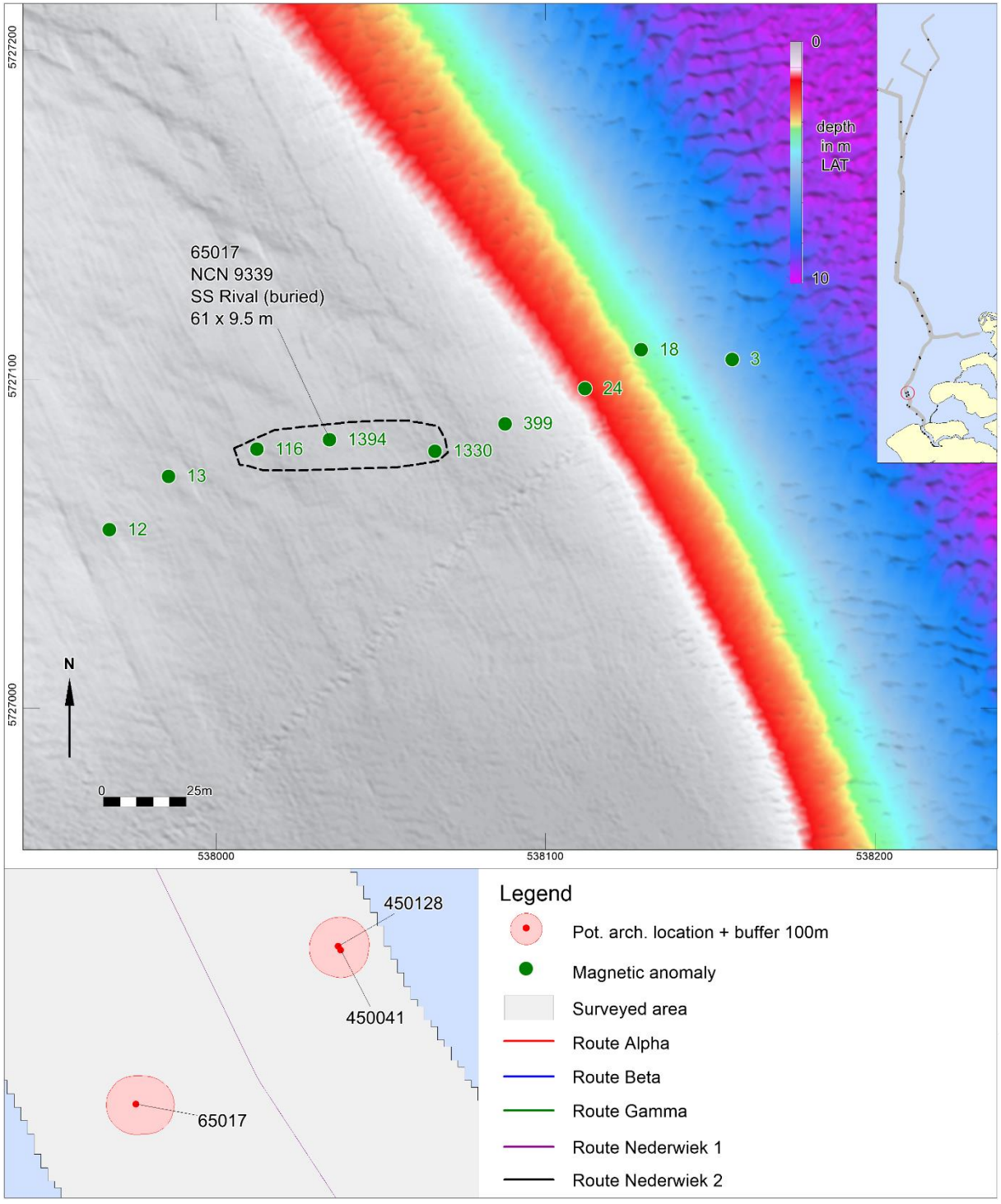
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
43103	Wreck	5.1	3.1	2.4	541871	5720092	-13.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck	Wreck	2



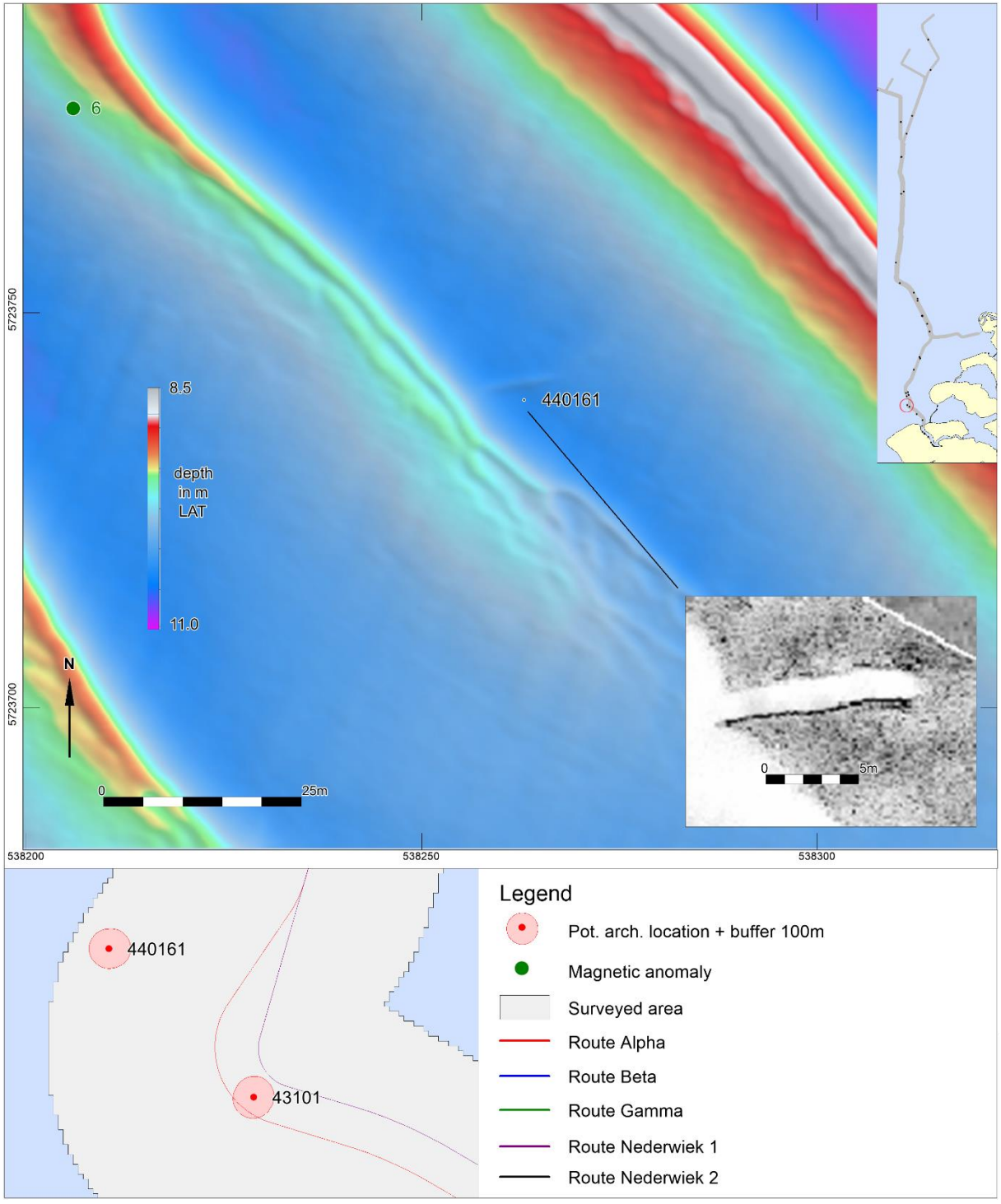
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
60125	Debris linear	6.7	0.4	0	547506	5709051	-13.8	3.353

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongate object, large MAG 597 nT	Possible wreck remains	1



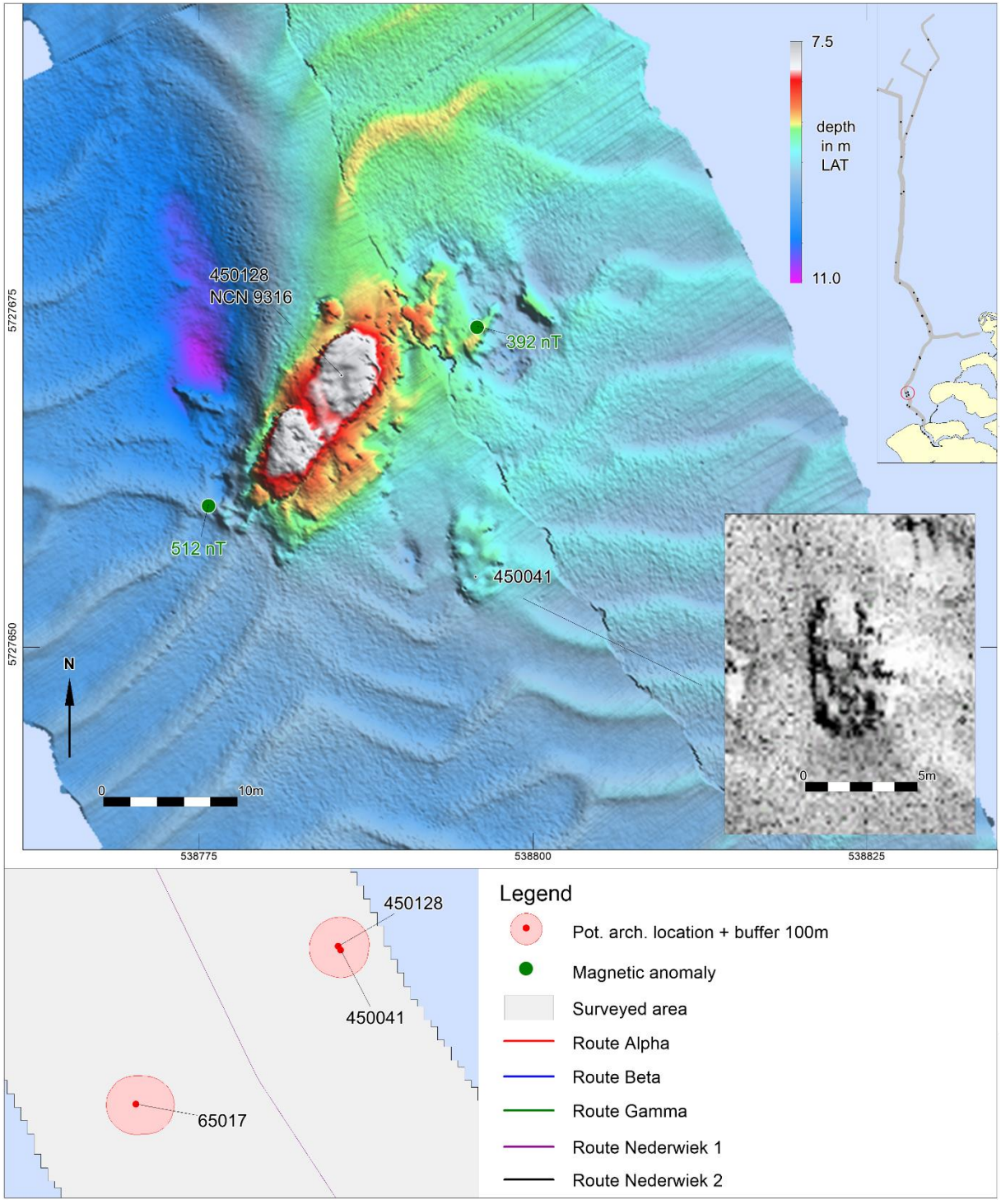
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
65017	Wreck				538034	5727082	-0.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
9339	Location NCN 9339, buried remains SS Rival, sunk 31-12-1944, covered with >2m sediment. RCE 3175138100	Wreck	2



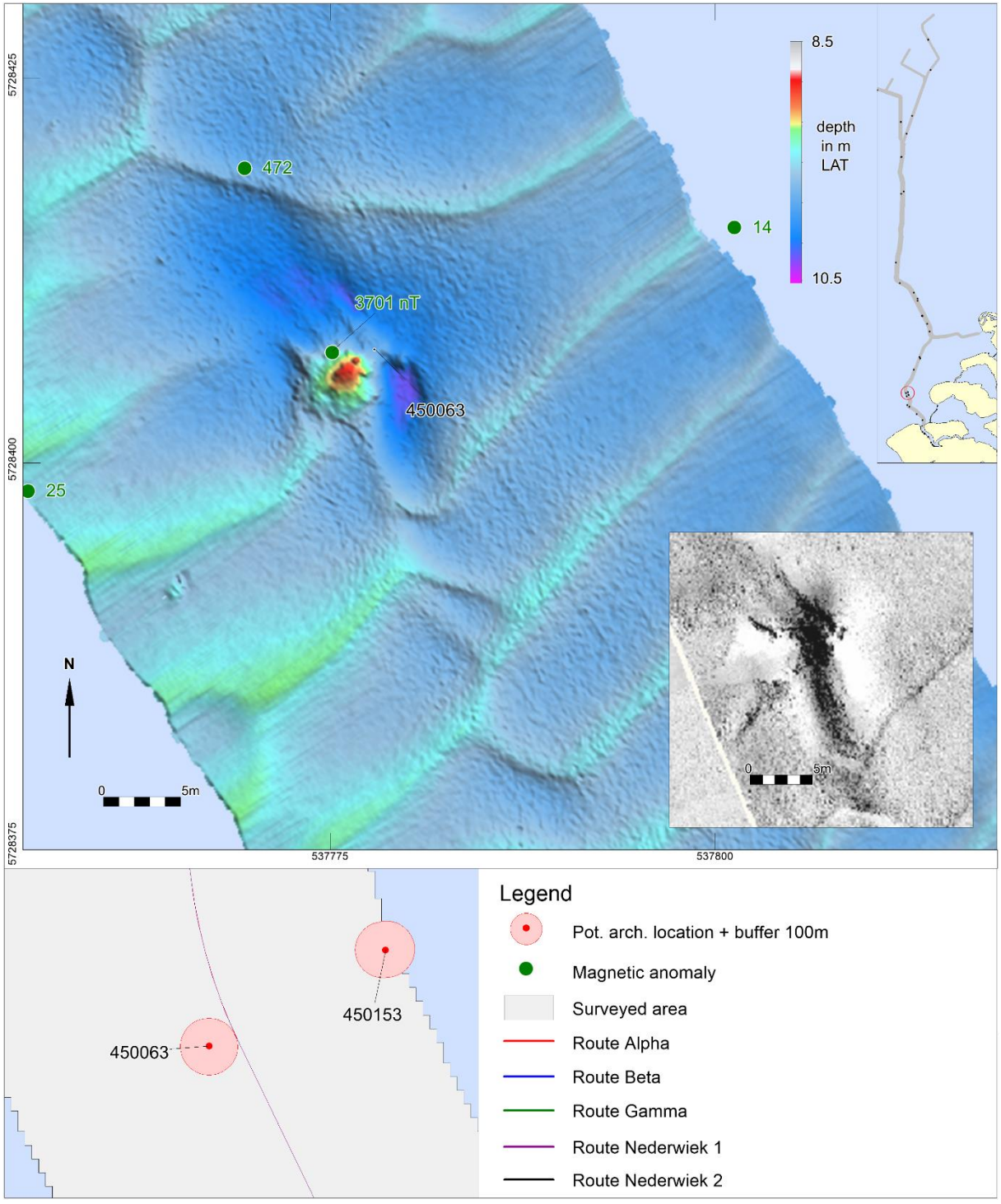
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
440161	Debris linear	10.4	0.2	0.3	538263	5723739	-10.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure perpendicular to sand ripples	Possible wreck remains	1



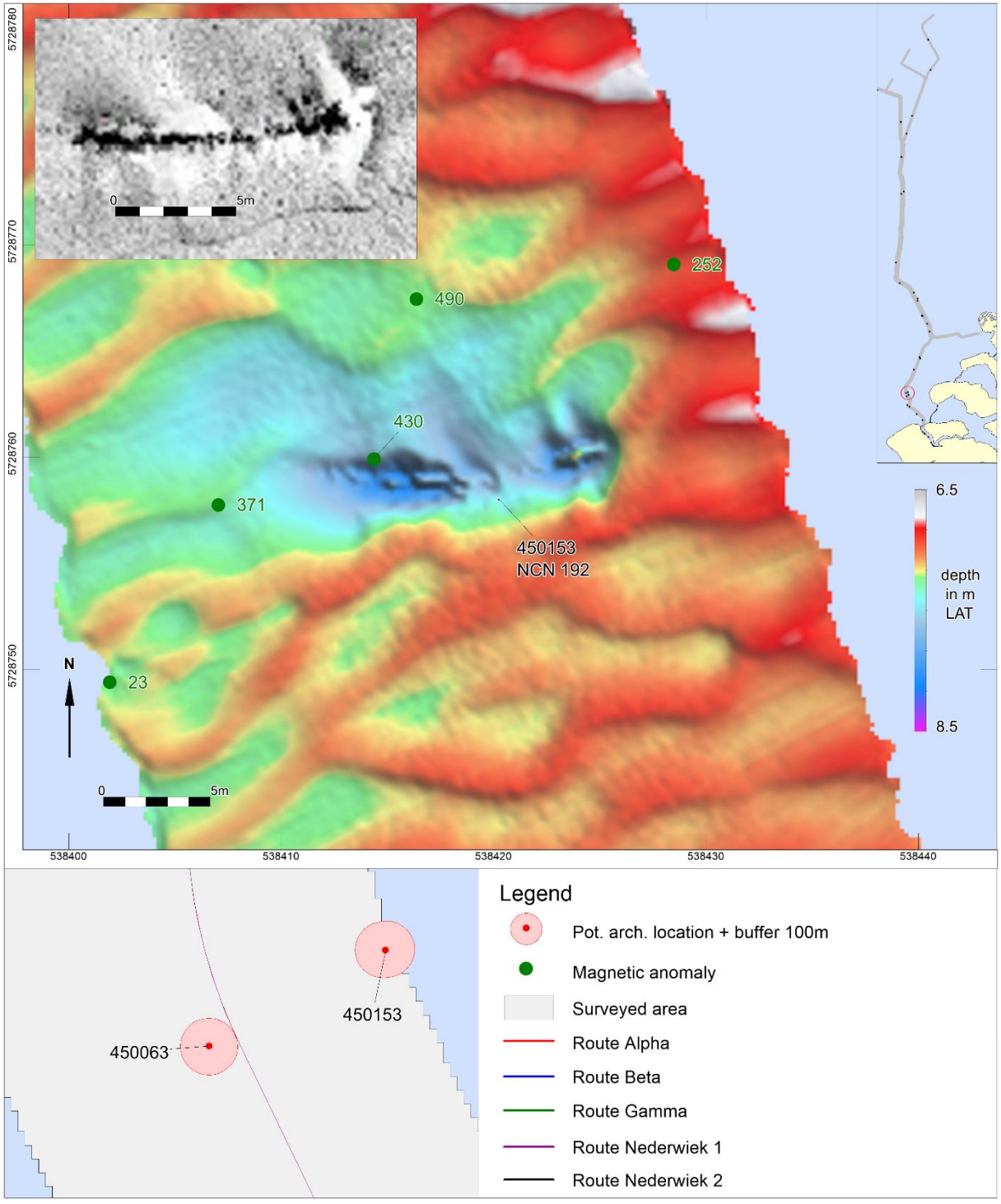
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450041	Wreck	6.9	3.7	0.8	538796	5727655	-9.1
450128	Wreck	13.5	12.5	2.3	538786	5727670	-7.7

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Structure 7 x 3 30m SE of NCN 9316, small wreck? Or remains of NCN 9316	Wreck	2
9316	Unidentified wreck, NCN 9316 / RCE 2910065100, cargo iron ingots	Wreck	2



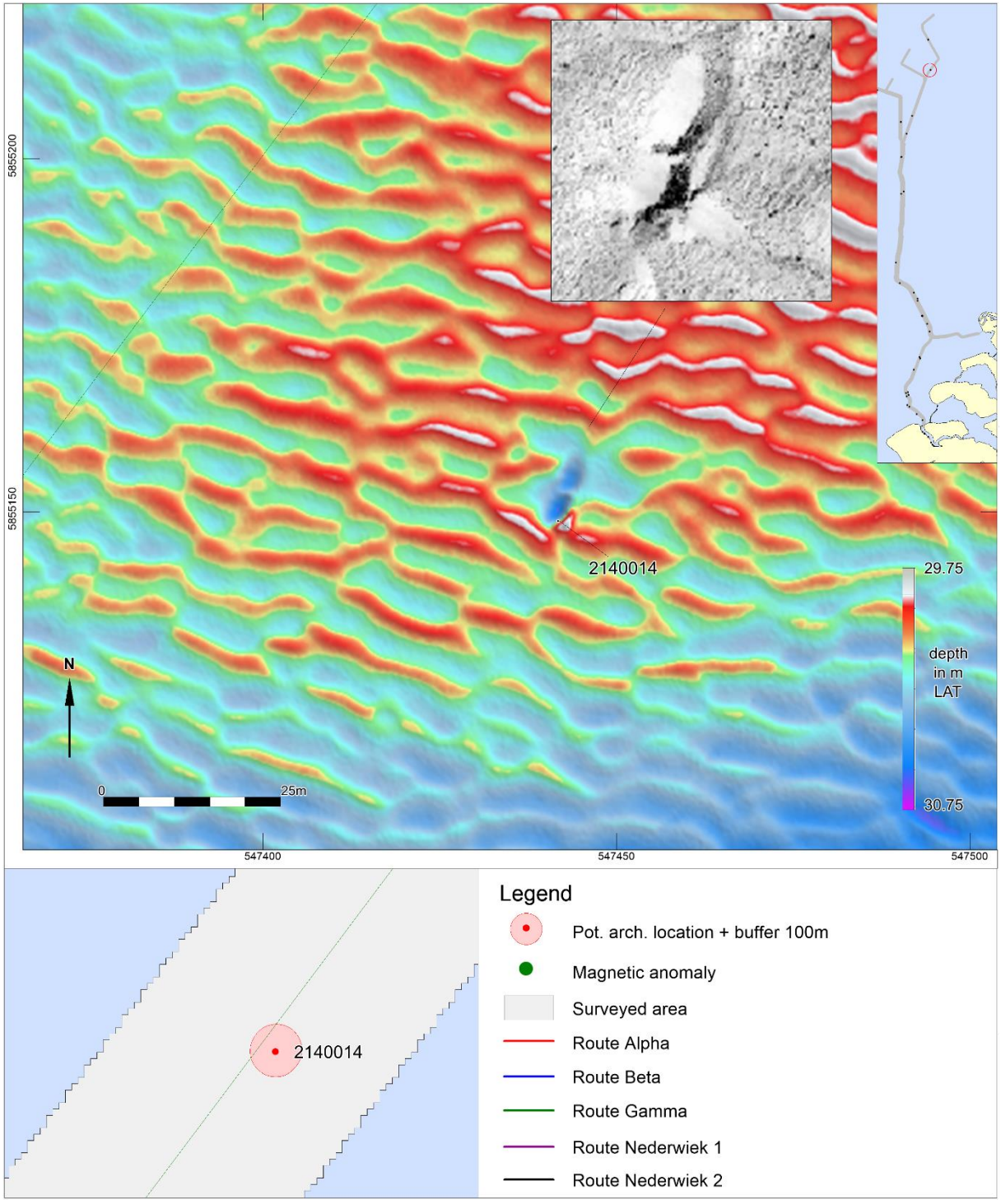
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450063	Wreck	5.5	4.9	1.1	537778	5728407	-9.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck, large MAG anomaly 3702 nT	Wreck	2



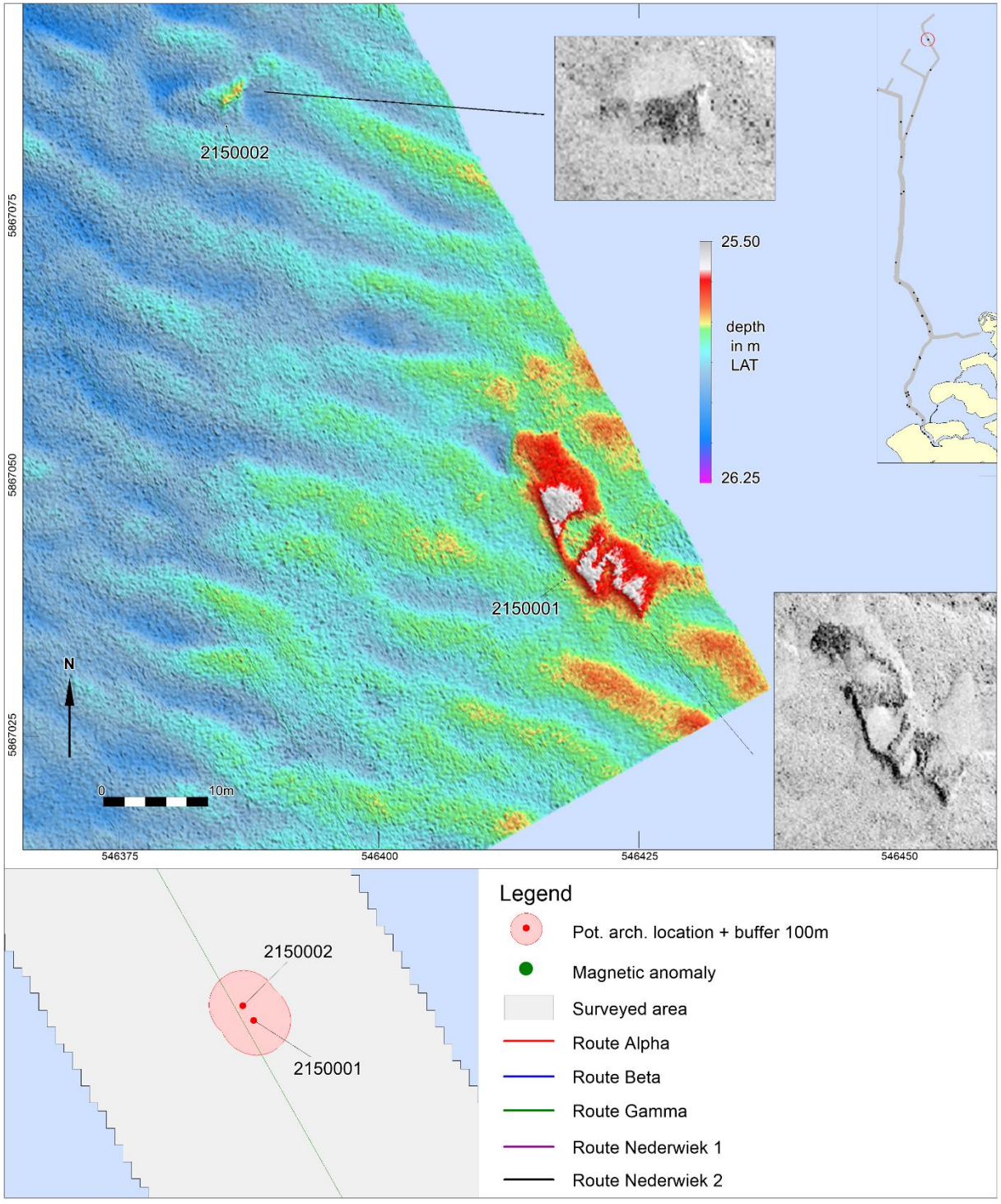
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450153	Wreck	12.1	0.8	0.5	538420	5728758	-7.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
192	Unidentified wreck remains, NCN 192 / RCE 3045019100	Wreck	2



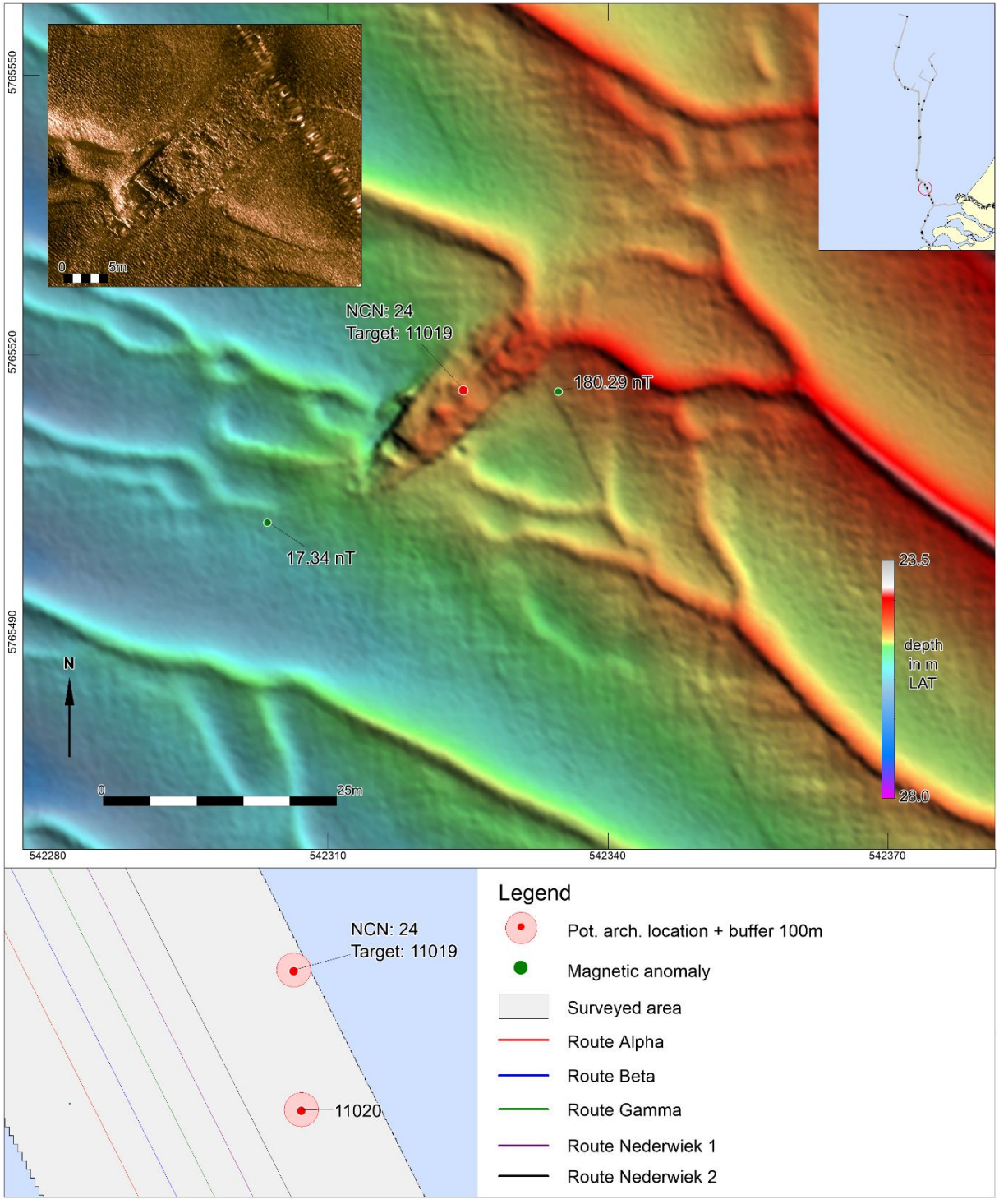
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2140014	Debris other	7.5	1.3	0.7	547442	5855149	-30.5	132.850

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of irregular objects, relative high	Possible wreck remains	1



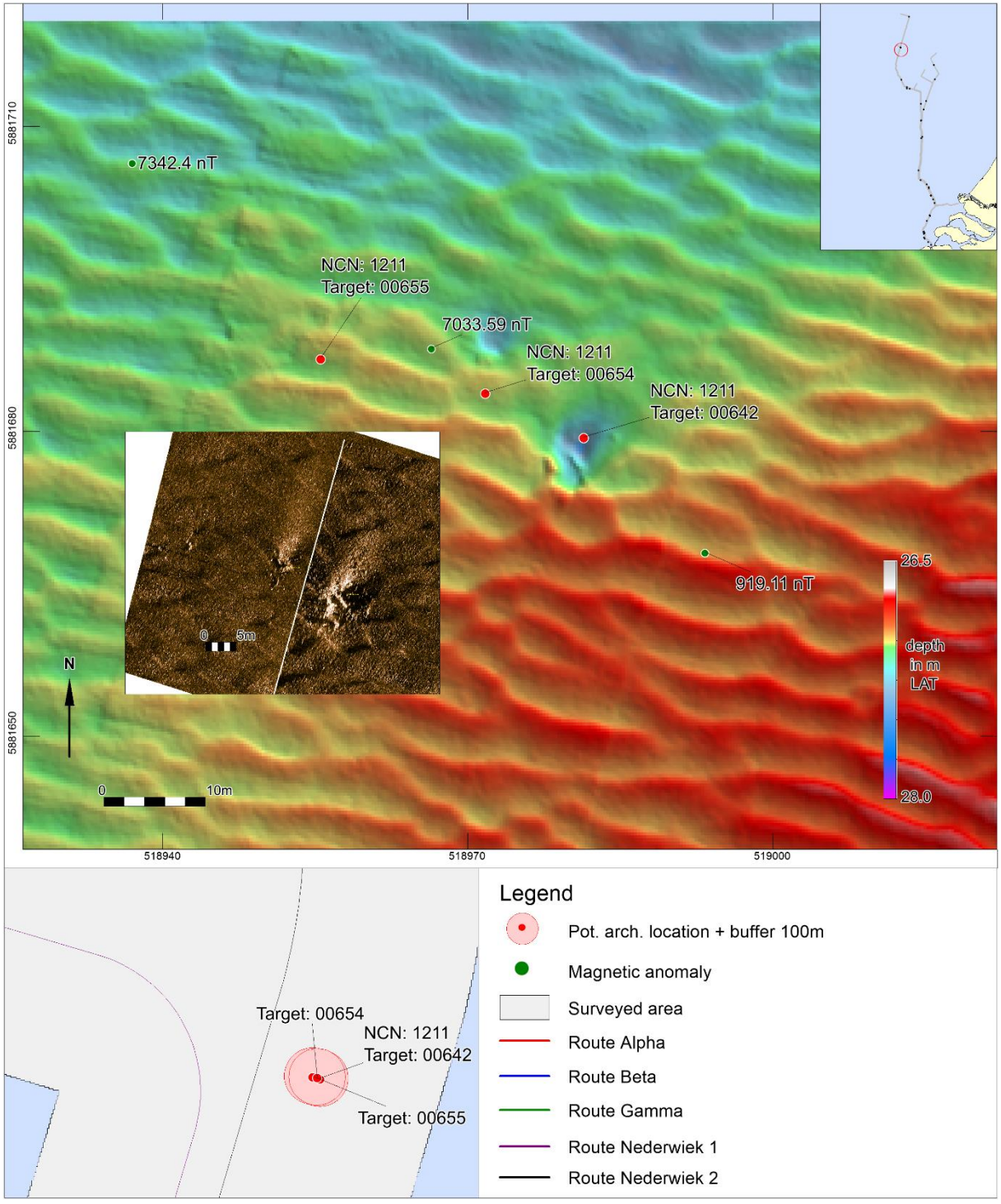
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2150001	Wreck	20.9	1.1	0.7	546418	5867040	-25.8	146.801
2150002	Wreck	4.9	4.2	0.3	546385	5867084	-25.9	146.855

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large structure 20 x 6m, possible wreck, may be geology	Possible wreck remains	1
-	Elongated object 3.2 x 2m 40m N of possible wreck remains	Possible wreck remains	1



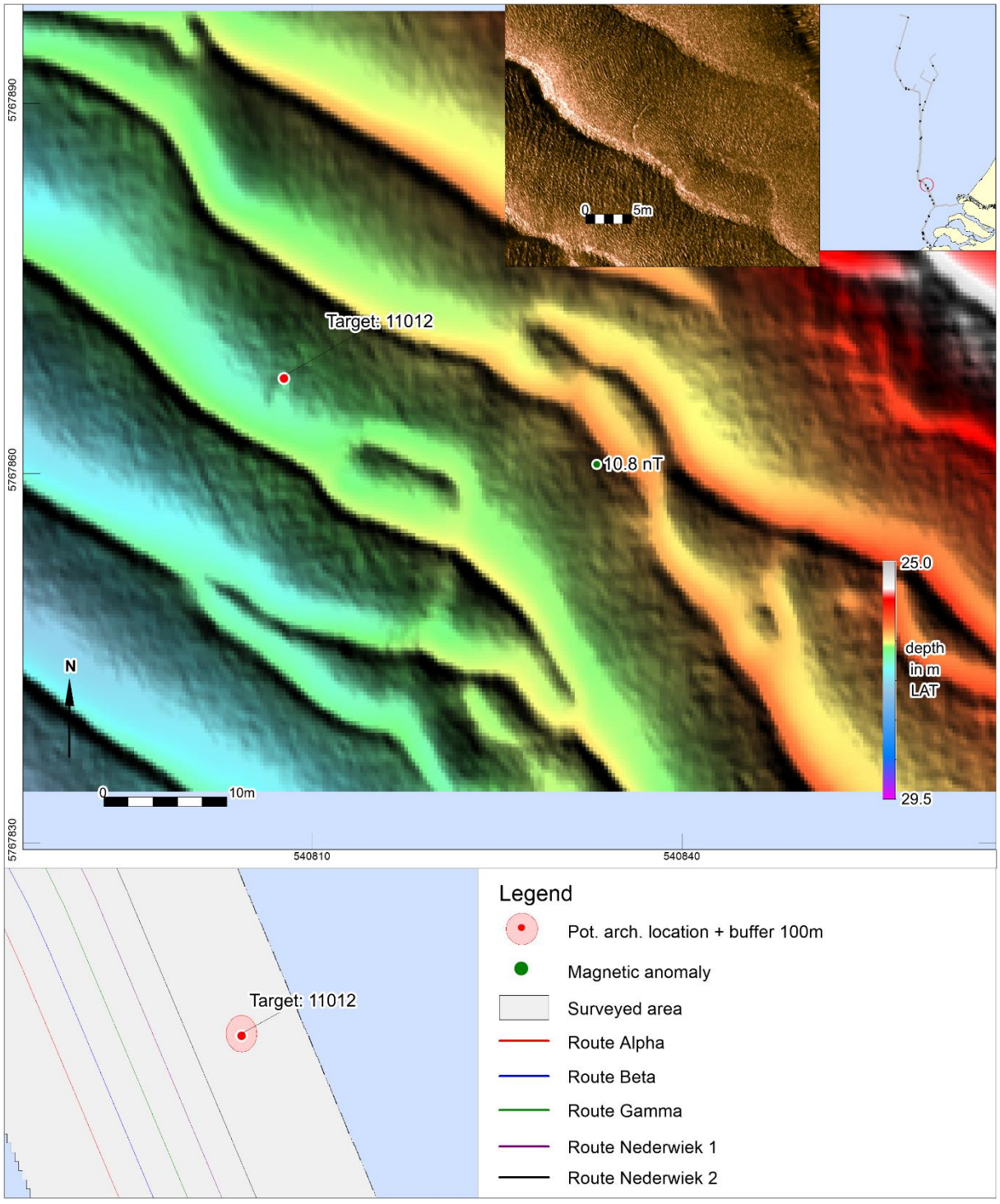
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
11019	Wreck	27.1	7.5	0.7	542324	5765516	-25.1	37.179

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
24	Unidentified wreck, wood. NCN 24	Wreck	2



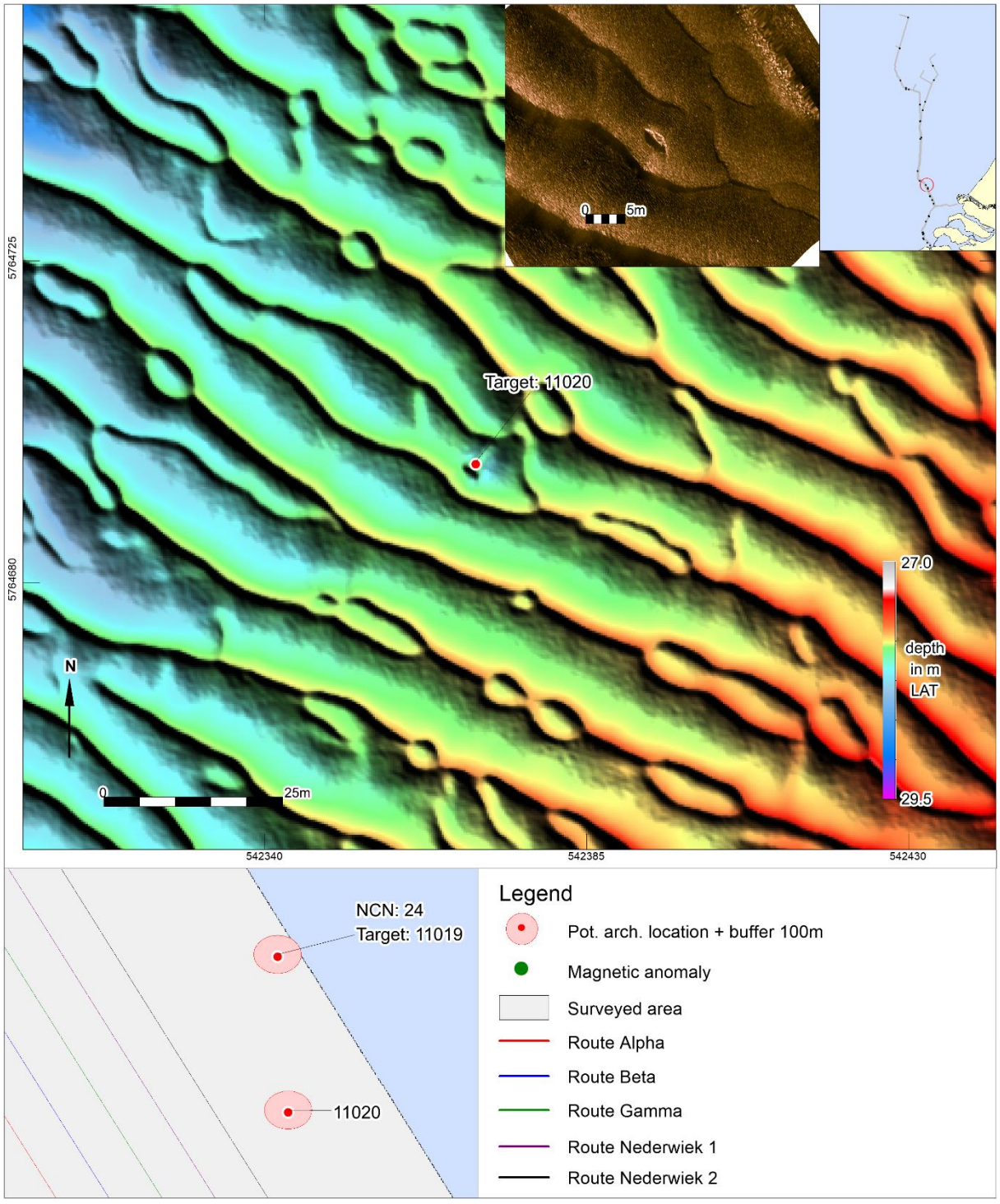
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00642	Wreck	10.7	4.5	0.4	518981	5881679	-27.7	170.013
00655	Wreck	2.9	0.8	0.1	518956	5881687	-27.2	170.013
00654	Wreck	4.7	2.0	0.3	518972	5881684	-27.2	170.014

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
1211	Unidentified wreck, NCN 1211; partially buried by a sand wave	Wreck	2



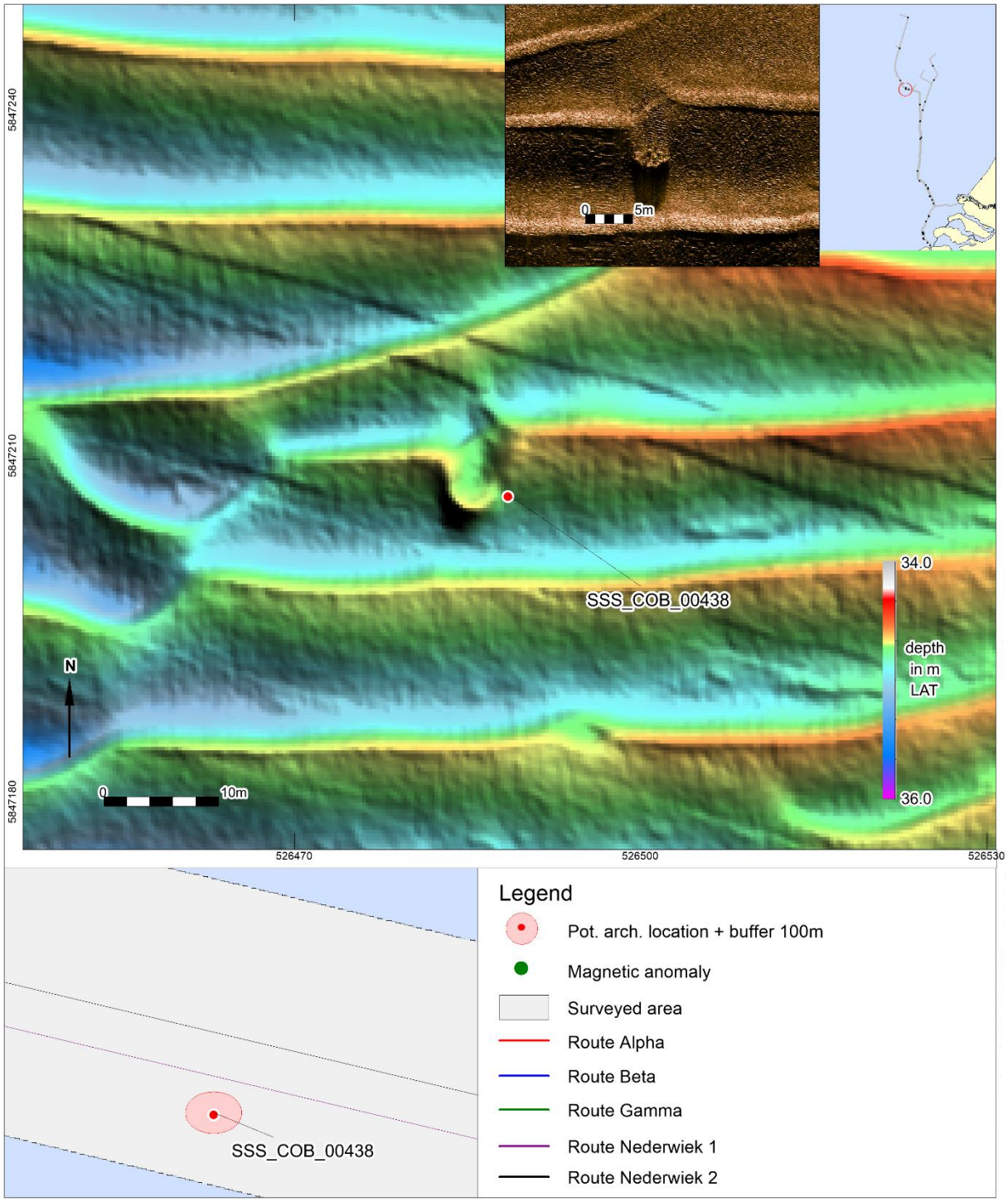
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
11012	Debris Linear	5.0	0.2	0.0	540808	5767868	-27.7	39.962

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partially buried structure, 17.3 x 5.4 m, possible wreck	Possible wreck remains	1



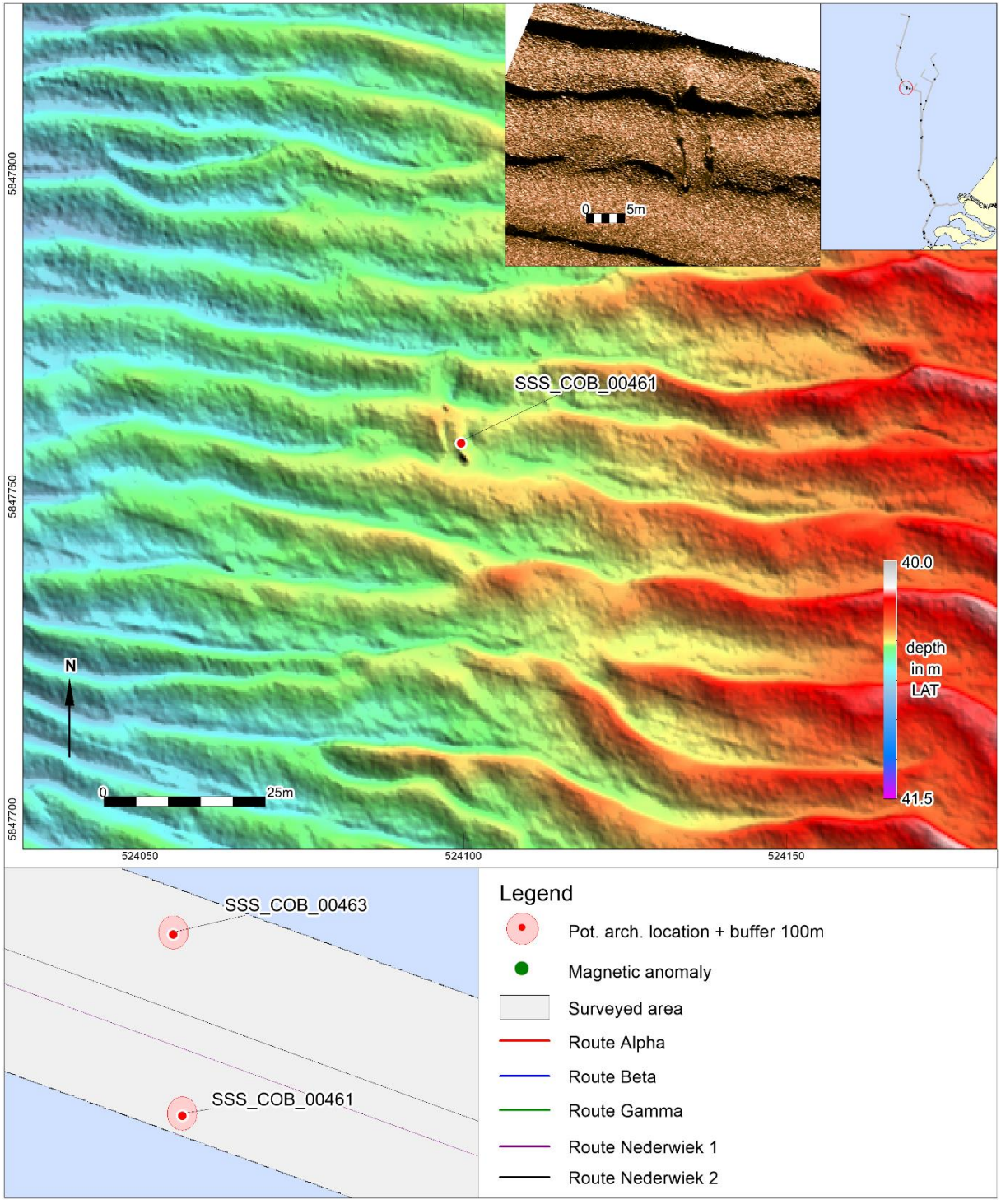
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
11020	Debris Other	4.7	0.9	0.3	542369	5764697	-28.5	36.427

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 4.7 x 0.9 x 0.3. possible wreck remains	Possible wreck remains	1



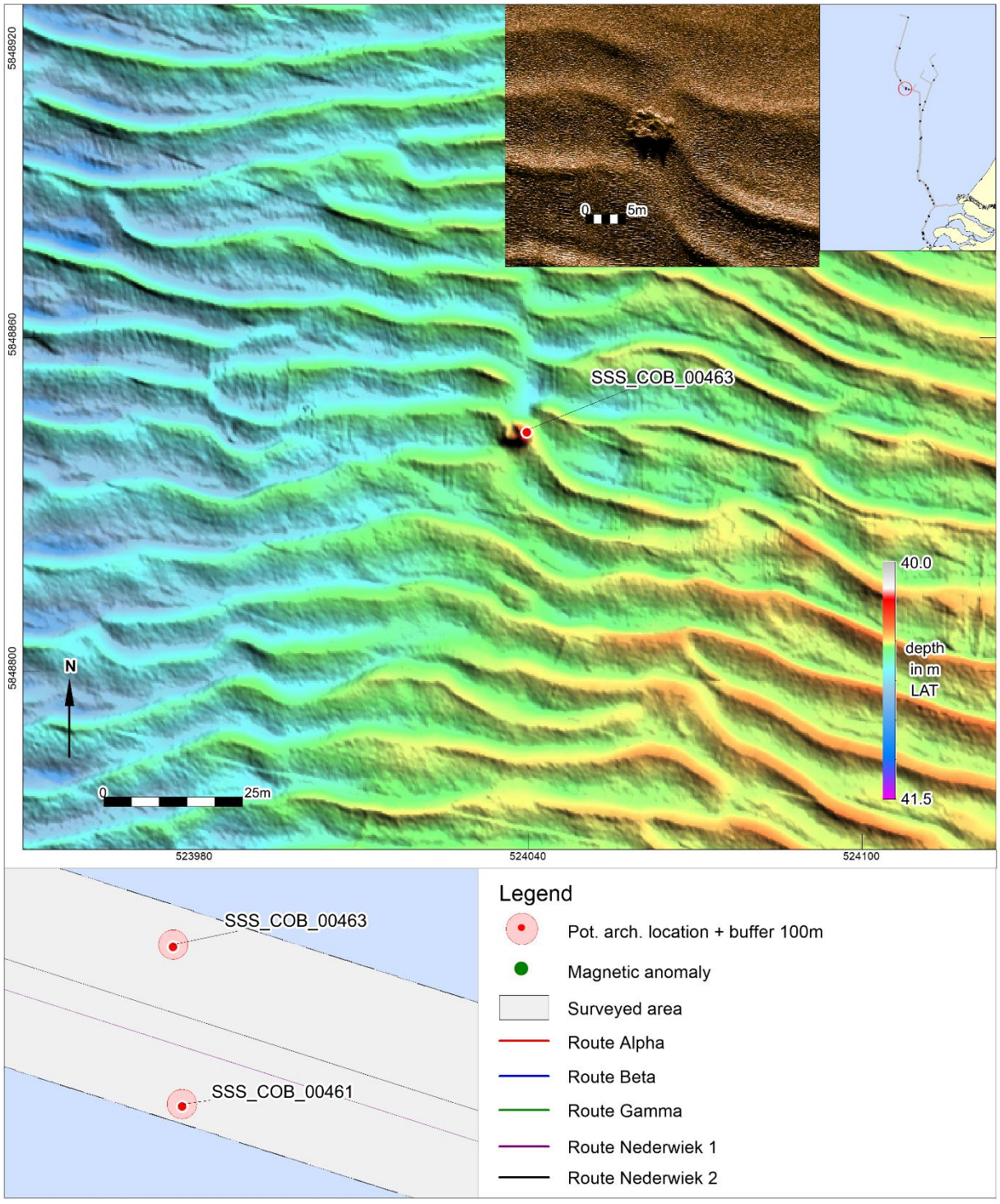
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
438	Debris Other	4.1	2.6	0.7	526488	5847207	-35.1	130.014

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 4.1 x 2.6 x 0.7, which 'breaks' a sand wave.	Possible wreck remains	1



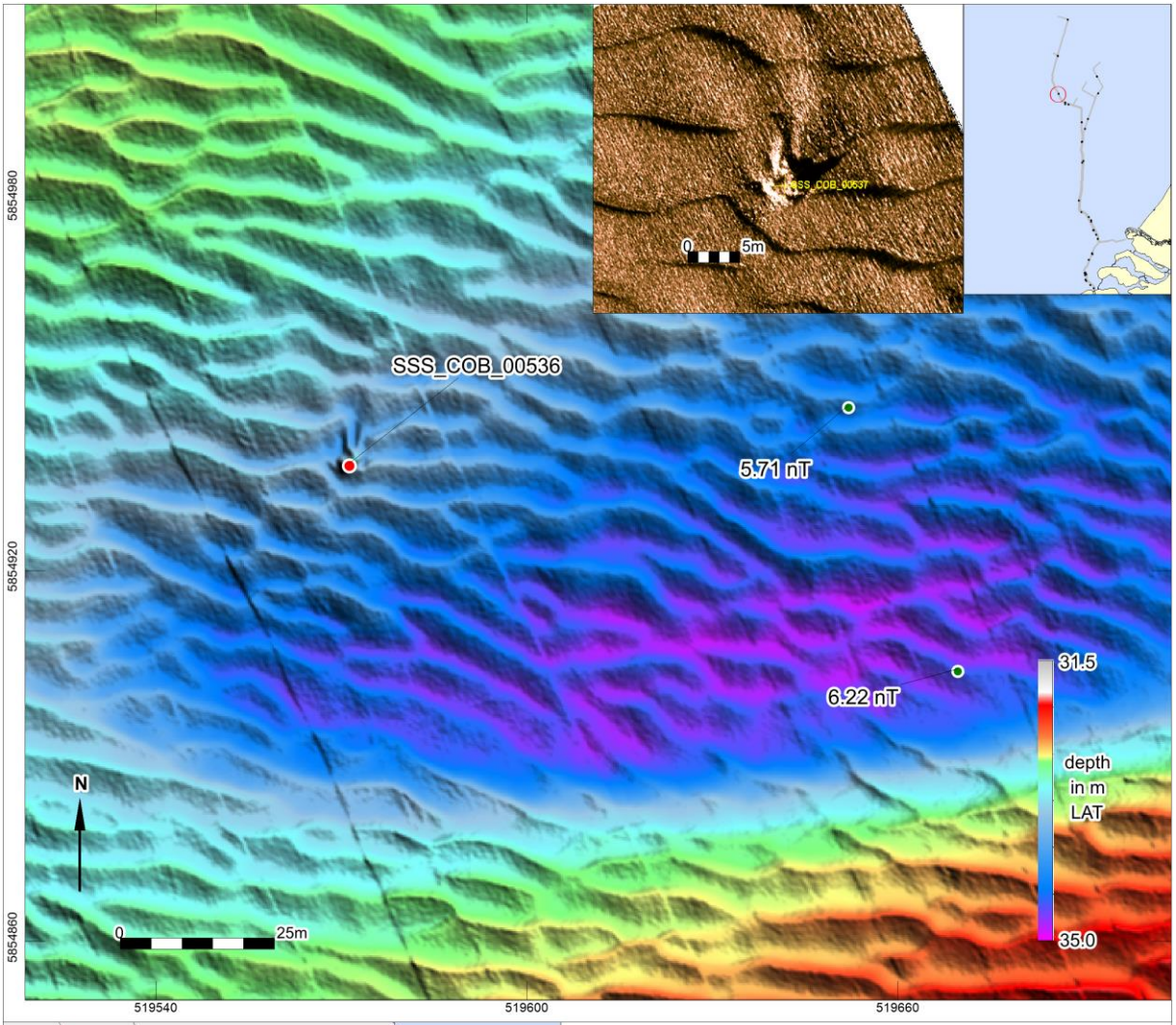
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00461	Debris Linear	11.9	0.0	0.0	524100	5847759	-40.7	132.458

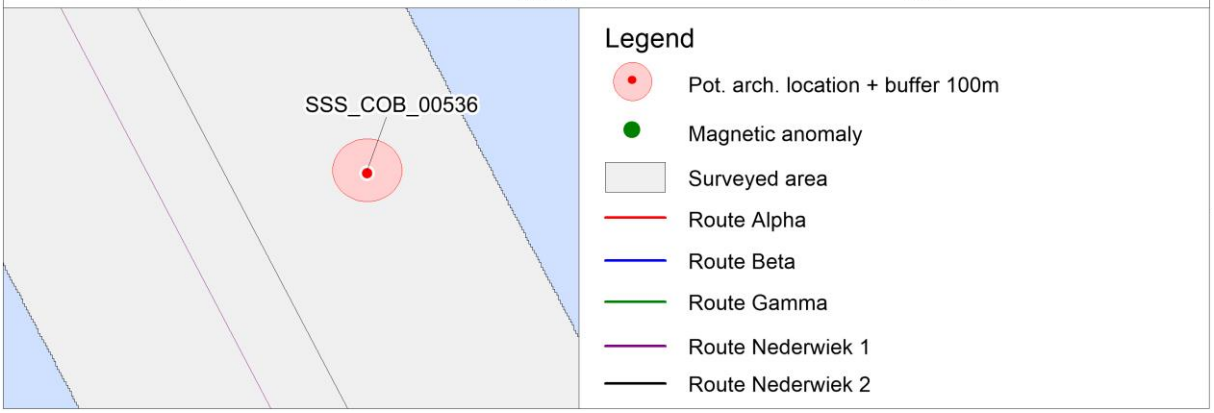
NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 12.5 x 3.8m possibly partially buried wreck	Possible wreck remains	1



ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00463	Debris Other	6.1	3.5	0.8	524040	5848843	-40.5	132.846

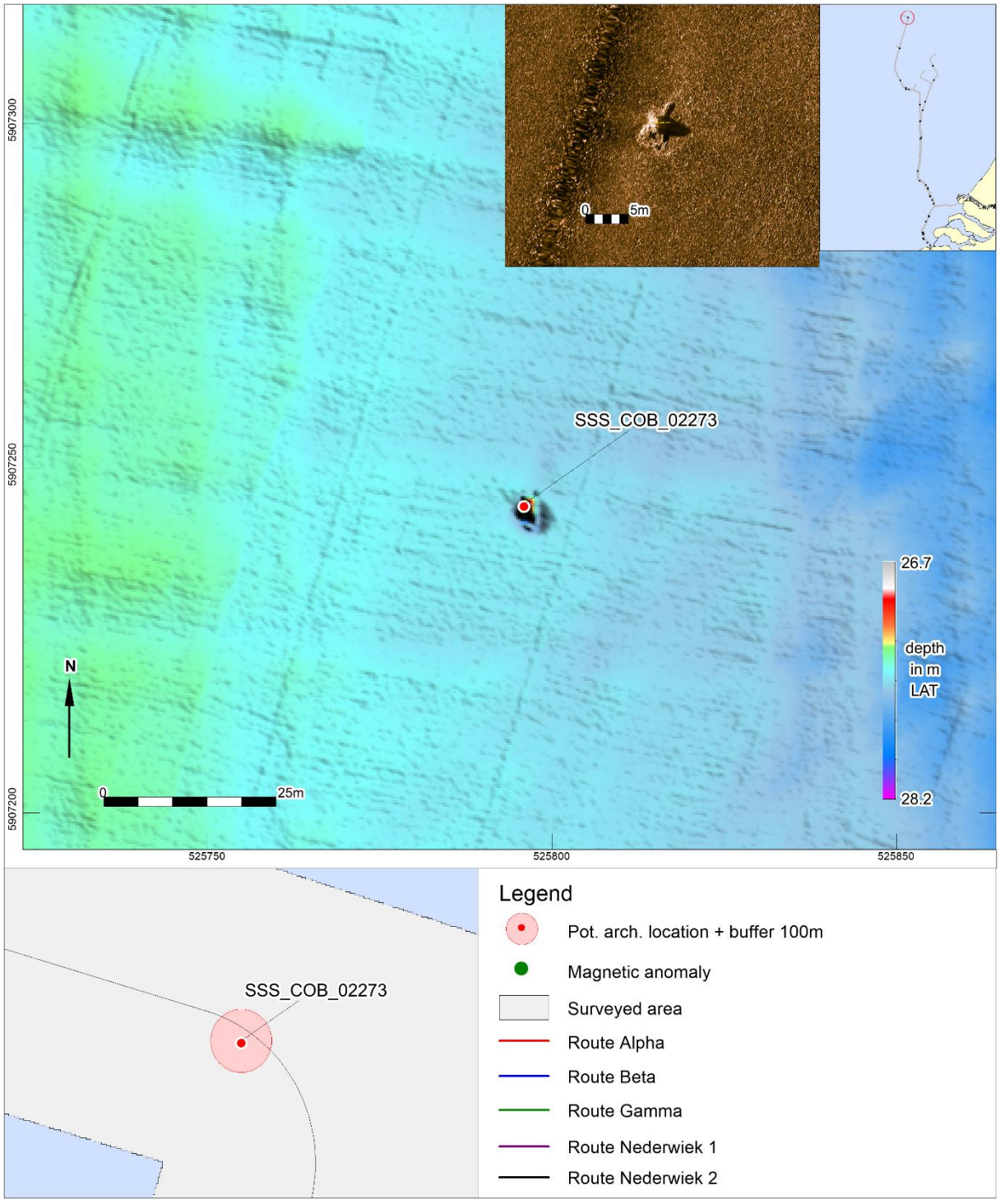
NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped object, possible wreck remains	Possible wreck remains	1





ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00536	Debris Other	6.2	3.6	0.8	519571	5854937	-34.0	141.204

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped contact with a sharp shadow, possible wreck remains.	Possible wreck remains	1



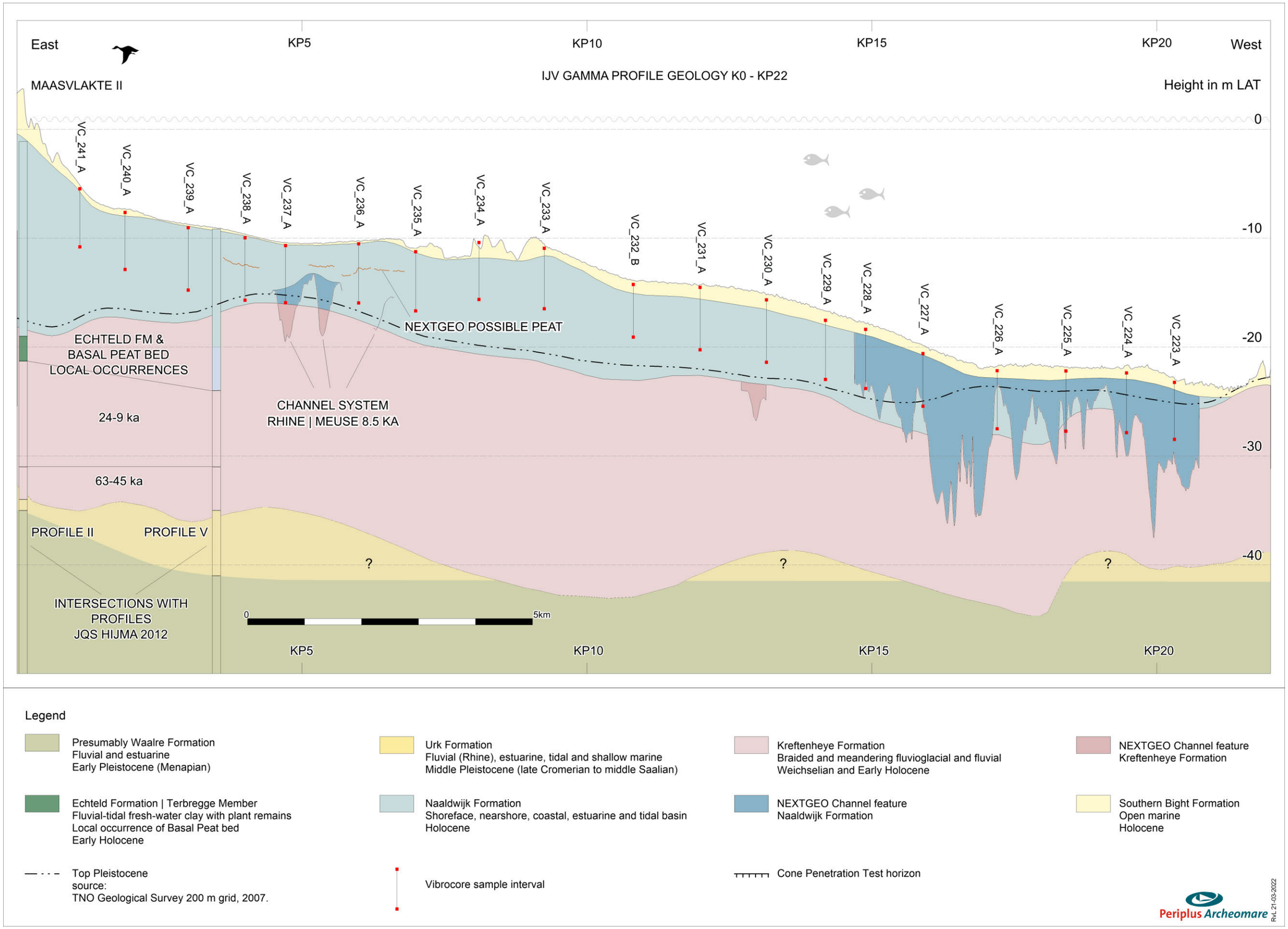
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
02273	Debris Fish Net	1.4	1.8	5.5	525796	5907245	-27.8	196.79

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped contact, possible wreck remains.	Possible wreck remains	1

Appendix 2. Geological cross-sections along the Nederwiek 2 route trajectory

Note:
Apart from the last cross-section from KP 165.00 – KP 203.92 the included cross-sections have been obtained from:

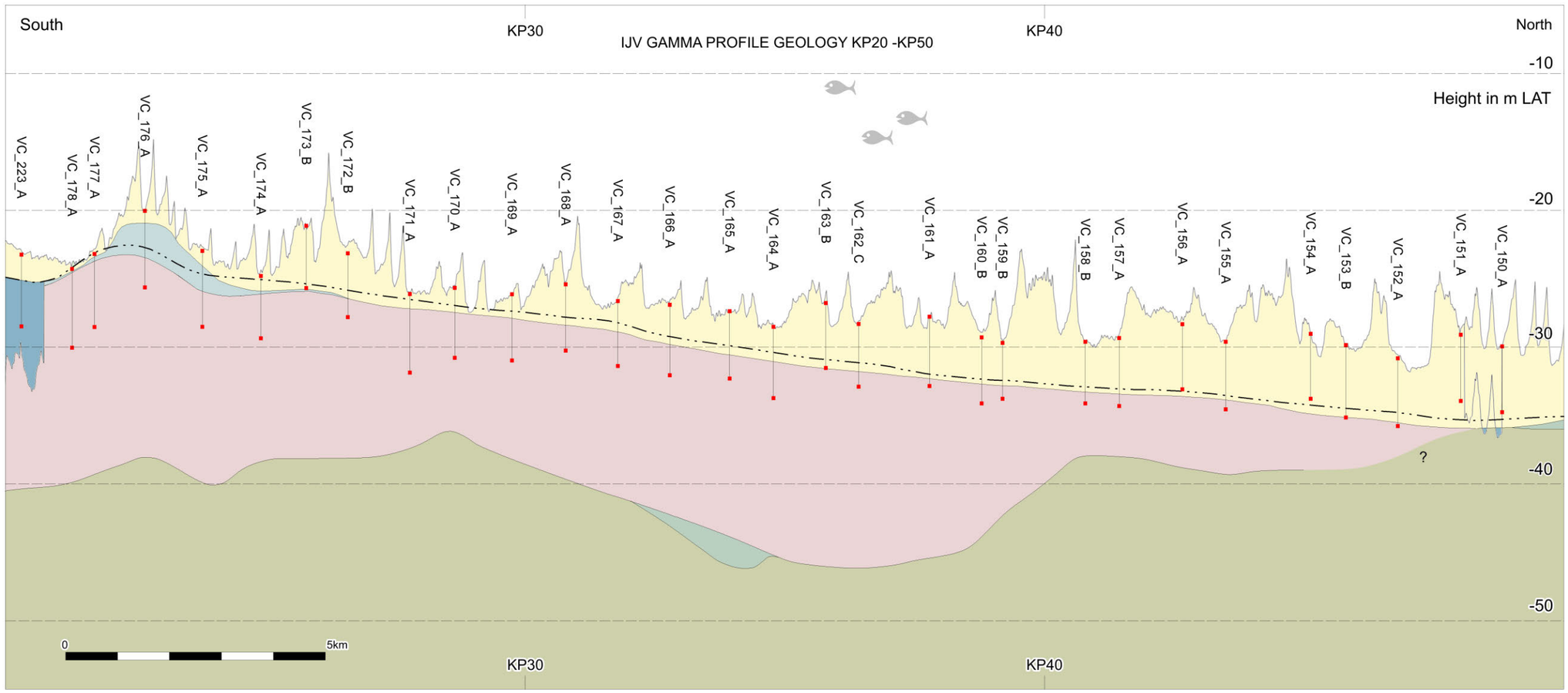
- Periplus Archeomare Report 21A001-02 (v2.0), Appendix 2: 'Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results.',
- Periplus Archeomare Report 21A002-06 (v2.0), Appendix 2: 'Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results.', and
- Periplus Archeomare Report 22A027-02 (v1.0), Appendix 2: 'Net op Zee Nederwiek 1 – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results.'



Legend

- Presumably Waalre Formation
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)
- Urk Formation
  Fluvial (Rhine), estuarine, tidal and shallow marine
  Middle Pleistocene (late Cromerian to middle Saalian)
- Kreftenheye Formation
  Braided and meandering fluvioglacial and fluvial
  Weichselian and Early Holocene
- NEXTGEO Channel feature
  Kreftenheye Formation
- Echteld Formation | Terbregge Member
  Fluvial-tidal fresh-water clay with plant remains
  Local occurrence of Basal Peat bed
  Early Holocene
- Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
- NEXTGEO Channel feature
  Naaldwijk Formation
- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon

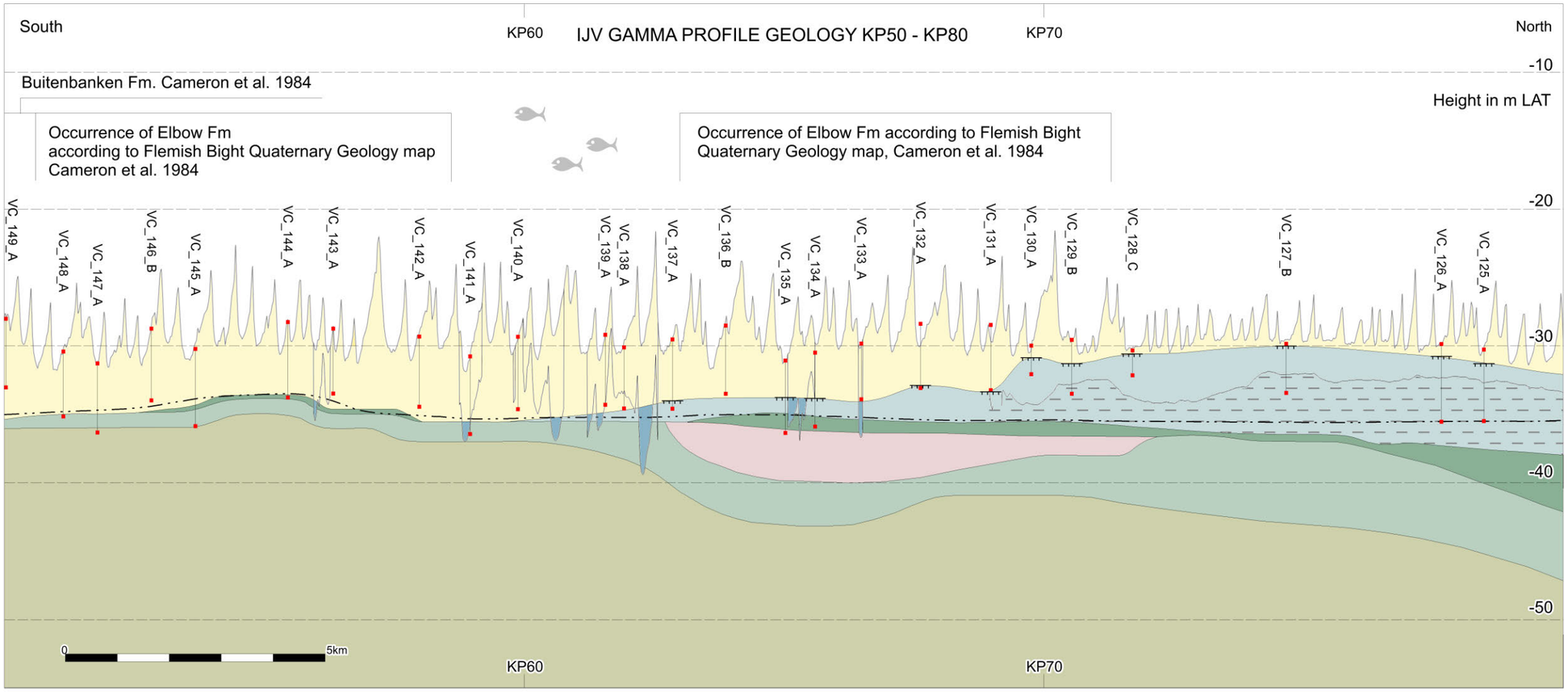
Periplus Archeomare
RvL 21-03-2022



Legend

- Presumably Waalre Formation
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)
- Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- NEXTGEO Channel feature
- Vibrocore sample interval
- Kreftenheye Formation
  Braided and mandering fluvioglacial and fluvial
  eichselian and Early Holocene
- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- Cone Penetration Test horizon

Periplus Archeomare RVL 12-05-2022



Legend

- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- GEOxyz Channel feature
- GEOxyz Layered Sediments
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
  * Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
  * Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian - Early Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Kreftenheye Formation
  Braided and meandering fluvioglacial and fluvial
  Weichselian and Early Holocene
- Eem Formation - Brown Bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
  Early Weichselian
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon

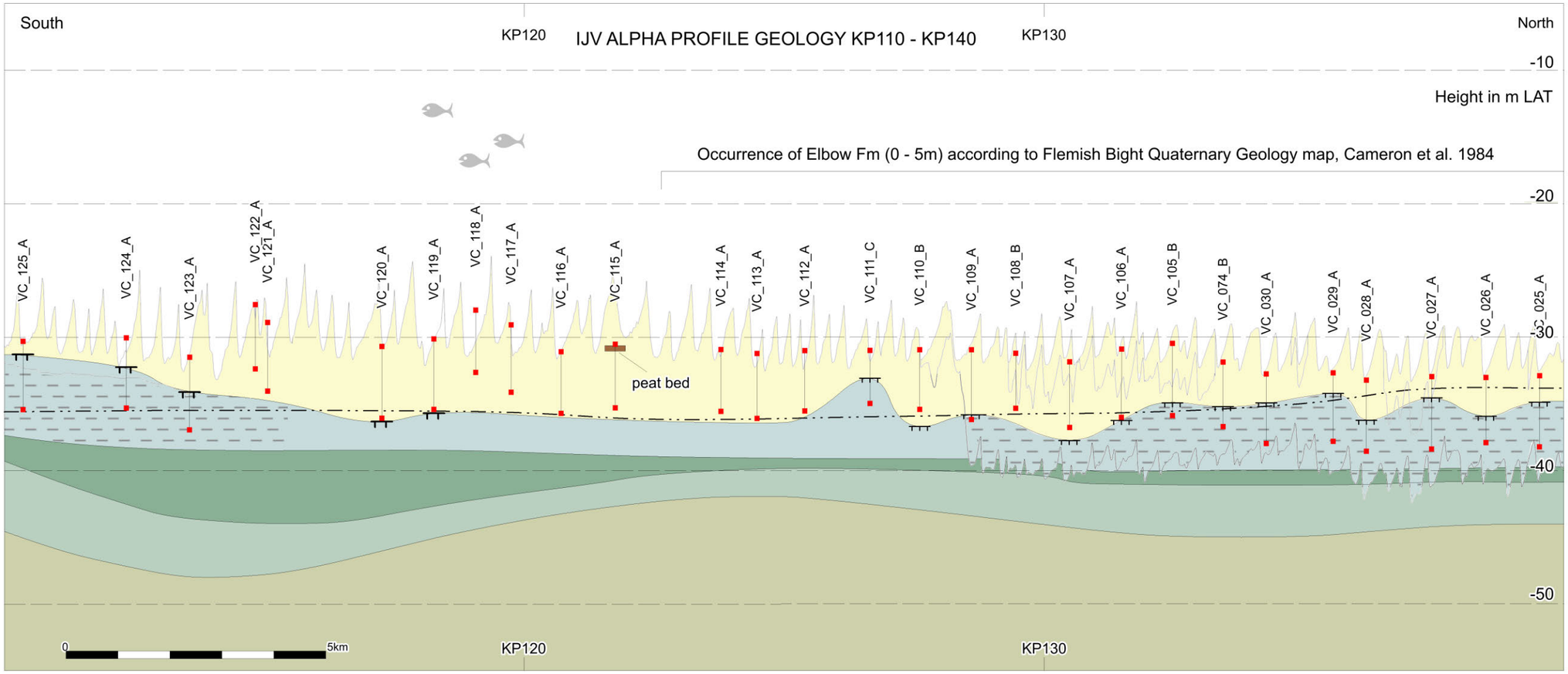
NOTES:
1)
The Pleistocene units in this profile are based on grid data of TNO (2004). The Kreftenheye Formation appears to separate the Eem Formation from the Brown Bank Member (Eem Formation). It is questioned if this is correct, because the Kreftenheye Formation is stratigraphically positioned above the Eem Formation and generally post-dates the Brown Bank Member.

2)
The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locatlly present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordancence with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.

3)
The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

Periplus Archeomare

Rvl. 12-05-2022



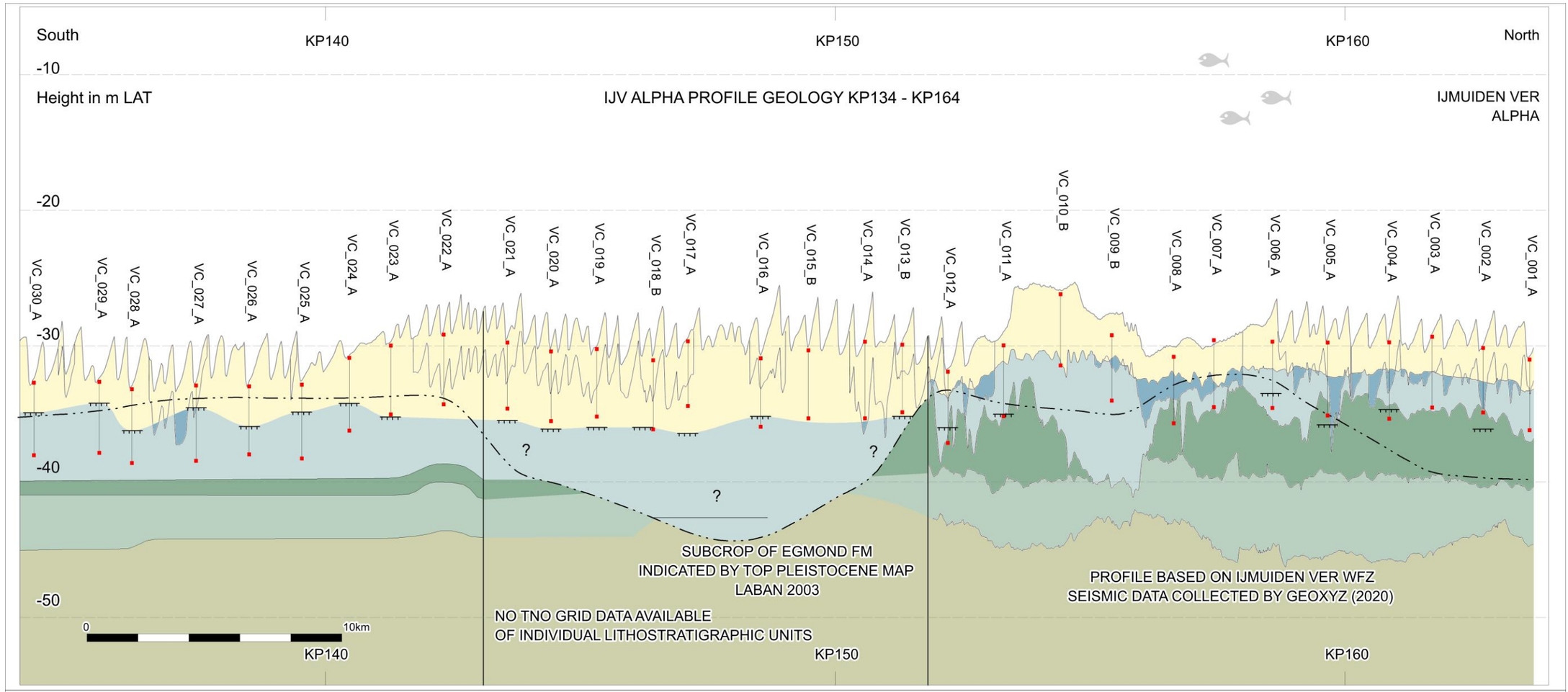
Legend

- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- NEXTGEO Channel feature
- NEXTGEO Layered Sediments
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
  * Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
  * Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian - Early Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Eem Formation - Brown Bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
  Early Weichselian
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon

NOTES:
1)
The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locatlly present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordancence with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.

2)
The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

RvL 29-03-2022



Legend

Egmond Ground Formation
Marine
Middle Pleistocene (Holsteinian)

Eem Formation
Freshwater to brackish coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian

Eem Fm - Brown bank Member
Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
Early Weichselian

Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb

Naaldwijk Fm
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene

Boxtel Formation
Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
Weichselian - Early Holocene

GEOxyz Channel feature

Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.

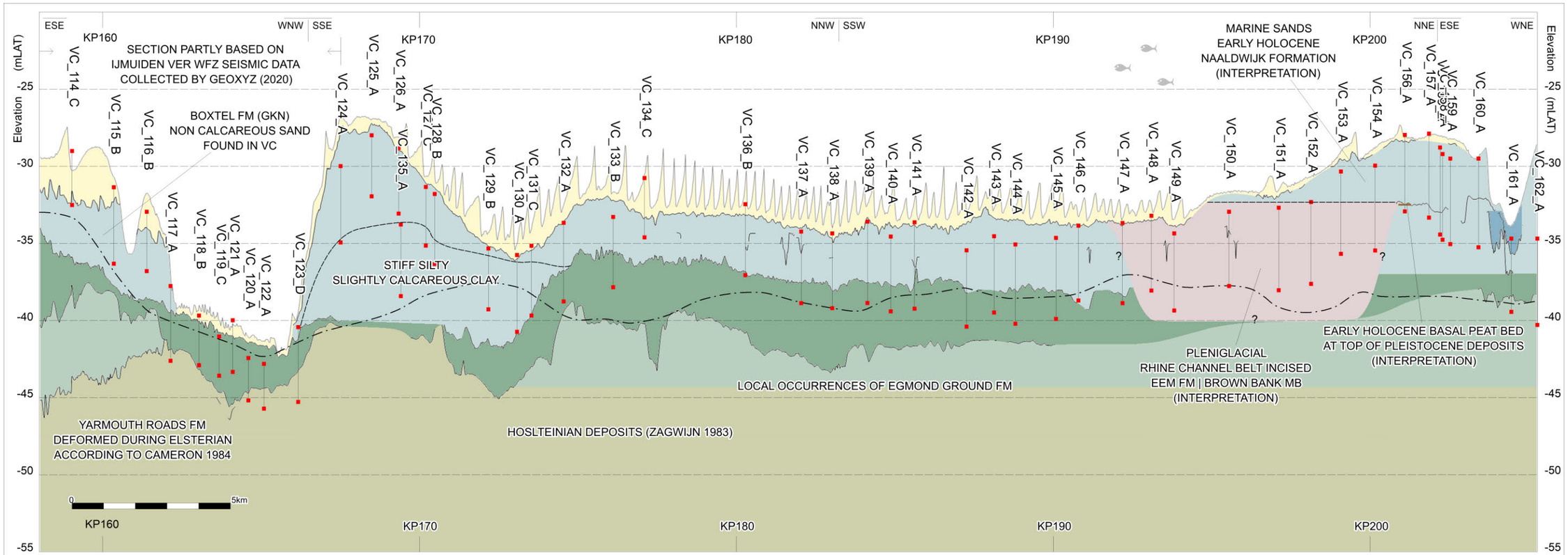
Southern Bight Formation
Open marine
Holocene

Vibrocore sample interval

Cone Penetration Test horizon

Periplus Archeomare

RvL 11-03-2022



Legend

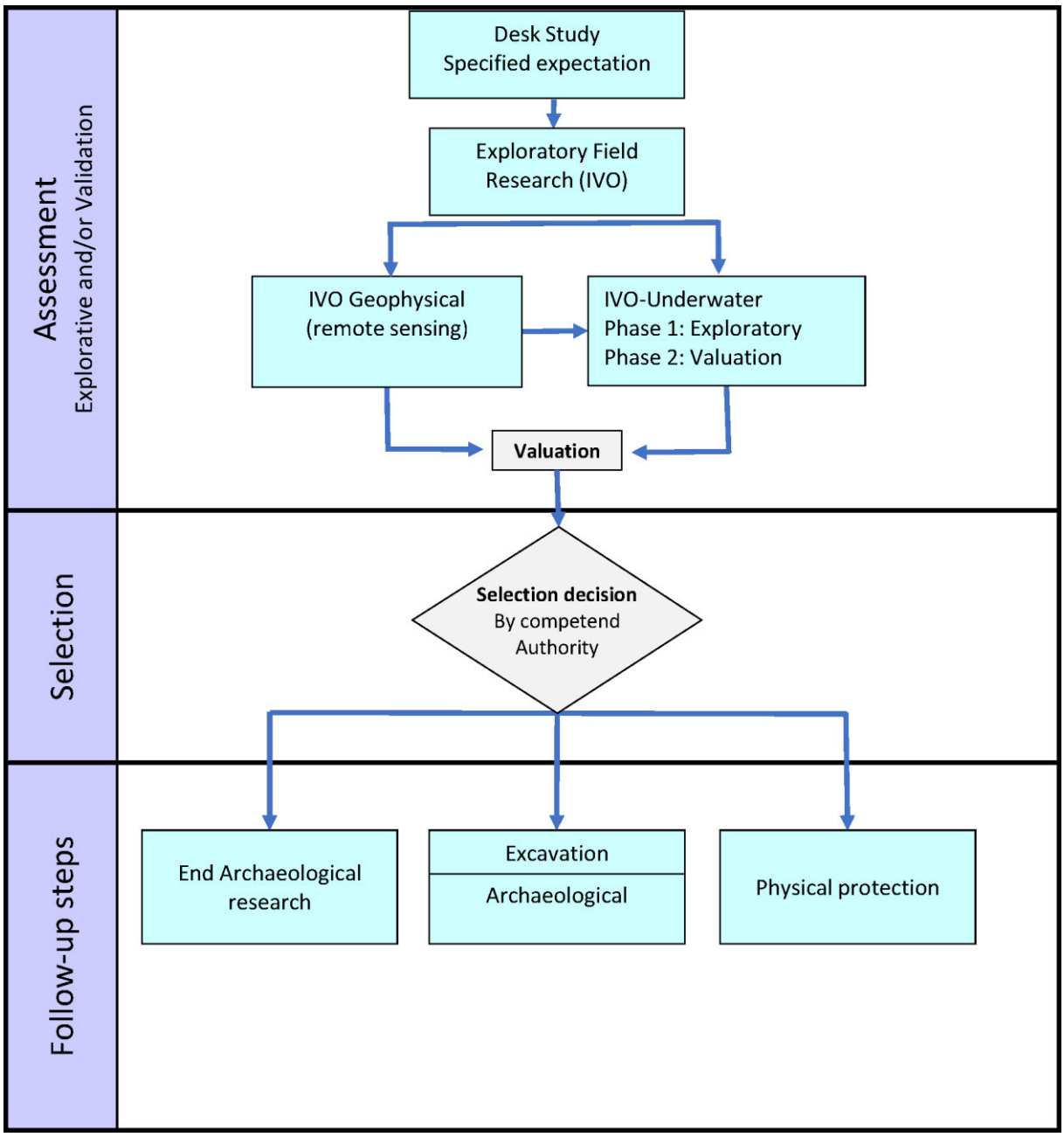
- Southern Bight Formation
  Open marine (Holocene)
- Channel feature (Late Glacial - Early Holocene)
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
- Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin (Early Holocene)
- Boxtel Formation
  Terrestrial; aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial (Late Glacial - Early Holocene)
- Brown Bank Member
  Lagoonal, shallow marine (Early Weichselian interstadial incl. Odderade interstadial 85 ka - 75 ka ago)
- Kreftenheye Formation | Boxtel Formation - Singraven Member
  Braided river deposits (Early Pleniglacial) at top possible stream deposists (Late Glacial)
- Eem Fm - Brown bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine (Early Weichselian)
- Eem Formation
  Freshwater to brackish coastal to fully marine glacial basin infill (Eemian)
- Egmond Ground Formation
  Marine (Middle Pleistocene - Holsteinian)
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Vibrocore sample interval
- Basal Peat Bed
  marshland (Early Holocene)

Rev. 25-04-2023

Appendix 3. Geological and archaeological timetable

CHRONOSTRATIGRAFIE				ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE		TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**		**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd		C		1850
						B		1650
						A		1500
	Vroeg Subatlanticum		0	Middeleeuwen	Laat	B		1250
						A		1050
					Vroeg	D		900
						C		725
						B		525
						A		450
				Romeinse tijd		Laat		270
						Midden		70 n. Chr.
						Vroeg		15 v. Chr.
			450 v. Chr	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
							Midden	500
							Vroeg	800
	Subboreaal		3700			Bronstijd	Laat	1100
							Midden	1800
							Vroeg	2000
	Atlanticum		7300		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
							Midden	4200
							Vroeg	4900/5300
	Boreaal		8700			Mesolithicum	Laat	6450
	Preboreaal		9700				Midden	8640
							Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas			Paleolithicum	Laat	B 12.500
			11.000					
			Allerød					
			12.000					
			Oude Dryas					
			12.100					
			Bølling					
			13.000				Jong	
		Pleniglaciaal L						16.000
			17.000					
			Late Glacial Max					
			20.000					
			31.500					
			Denekamp					A 35.000
			34.000					
		Pleniglaciaal M					Midden	
			40.000					
			Hengelo					
			41.500					
			45.000					
		Pleniglaciaal V	Moershoofd					
			50.000					
			71.000					
		Vroeg Glaciaal	Odderade					
			74.000					
			Brørup					
			Amersfoort					
			114.000					250.000
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000					
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000				Oud	

Appendix 4. Schematic overview KNA Waterbodems version 4.1



Appendix 5. Geophysical and geotechnical survey report

- NextGEO, 2023. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) Nederwiek 1,2 and 3. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.

Bijlage XI-A Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten (OO)

Net op Zee Nederwiek 2
TenneT TSO BV

5 juli 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

1.1 Aanleiding 3

1.2 Wettelijk kader 6

1.2.1 OO bureauonderzoek op land 6

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee 7

1.3 Doelstelling 7

1.4 Werkwijze 7

2 Effectbeoordeling OO 8

2.1 Platform op zee 8

2.1.1 Indicaties Wereldoorlogen 8

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 12

2.2 Kabeltracé op zee 13

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 13

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 20

2.3 Kabeltracé op land en converterstation 21

2.3.1 Route kabeltracé en locatie converterstation 21

2.3.2 Indicaties Tweede Wereldoorlog 22

2.3.3 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 24

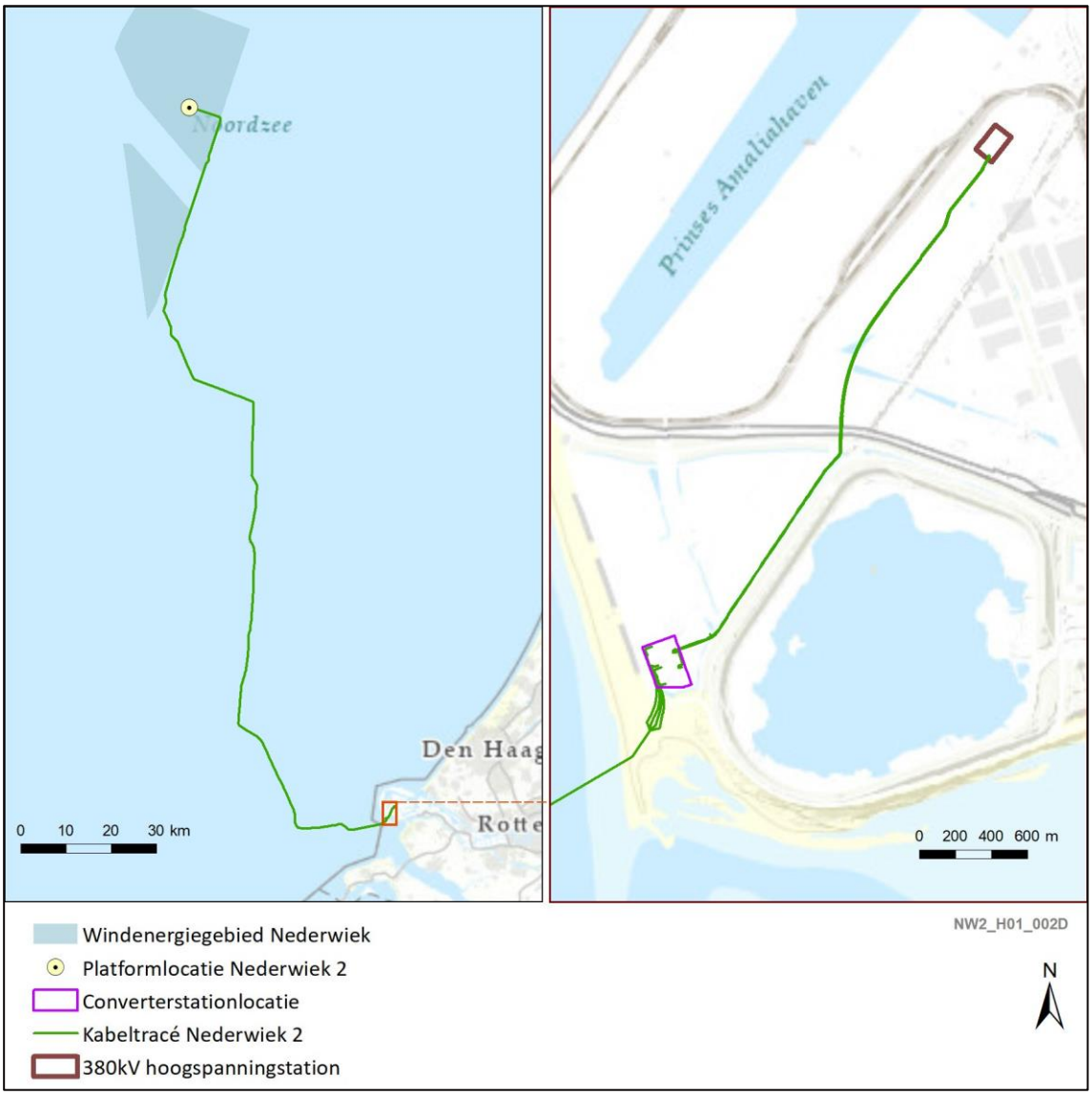
3 Samenvatting en conclusie 25

4 Bronnen 26

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een quickscan Ontplofbare Oorlogsresten (OO) uitgevoerd voor het platform op zee, het kabeltracé op zee en land, en het converterstation voor het Net op zee Nederwiek 2. Net op zee Nederwiek 2 heeft als doel om windenergie uit het noordelijke deel van windenergiegebied Nederwiek aan te sluiten op het hoogspanningsnet op land. Het voornemen is weergegeven in Figuur 1-1. Doel van deze quickscan is om door middel van een verwachtingskaart aan te geven waar bepaalde OO verwacht kunnen worden. De resultaten vormen input voor het Milieueffectrapport (MER) voor het Net op zee Nederwiek 2.

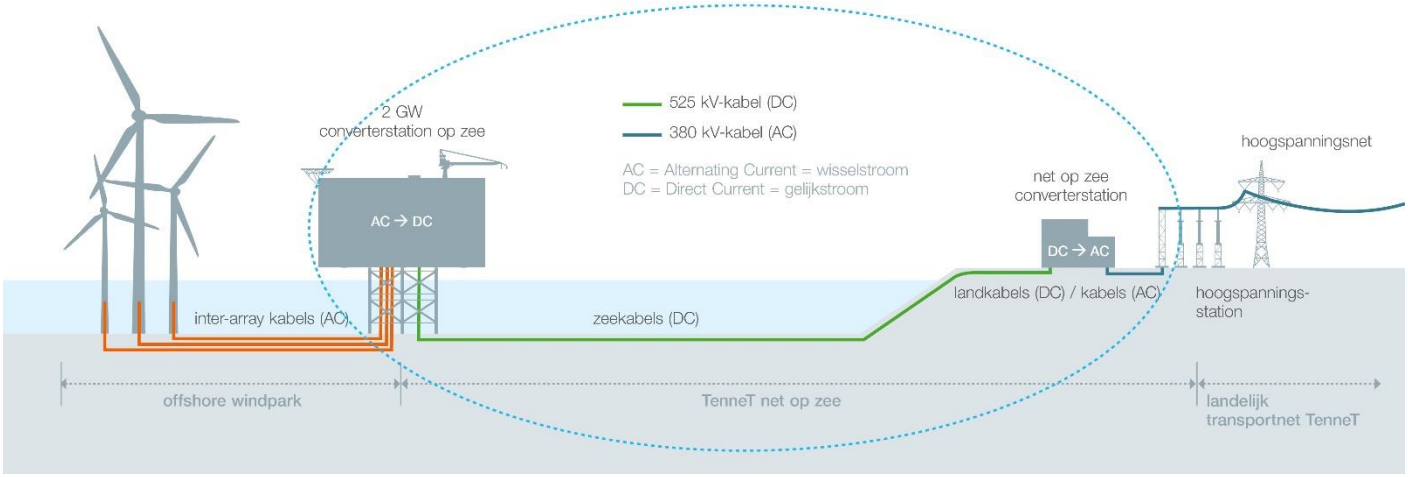


Figuur 1-1 Net op zee Nederwiek 2

Het Net op zee Nederwiek 2 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

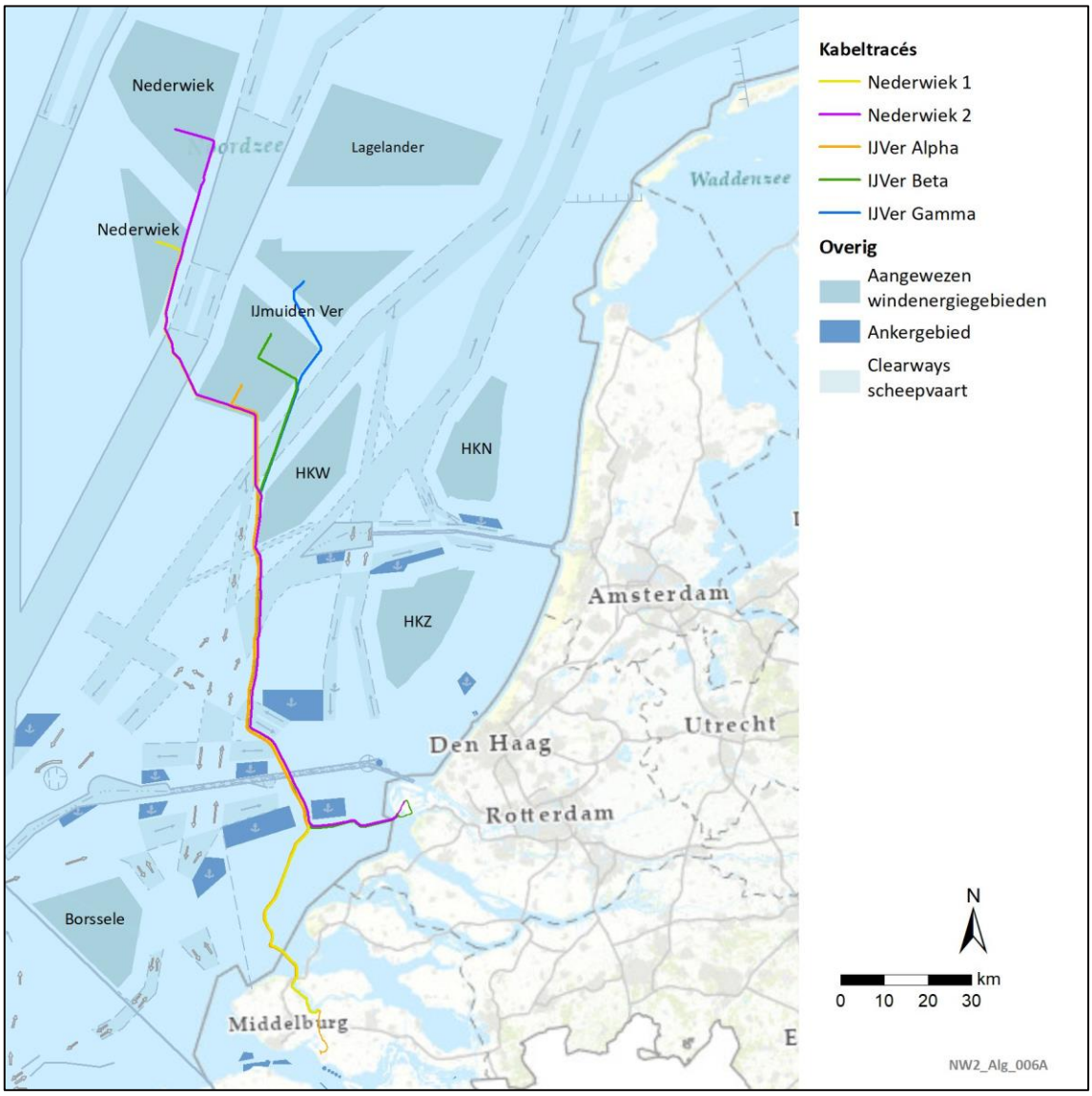
- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé op land voor transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom
- Een kabeltracé op land voor de aansluiting van de 380kV-wisselstroom op een hoogspanningsstation en daarmee het landelijk hoogspanningsnet.

In Figuur 1-2 zijn de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 2 schematisch weergegeven.



Figuur 1-2 Onderdelen project Net op zee Nederwiek 2.

Net op zee Nederwiek 2 kent een sterke samenhang met een aantal andere projecten, waaronder Net op zee Nederwiek 1 en netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De vijf kabeltracés lopen namelijk gedeeltelijk parallel aan elkaar. Net op zee Nederwiek 2 ligt voor het grootste deel parallel aan de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. De parallelligging is weergegeven in Figuur 1-3.



Figuur 1-3 De kabeltracés van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

1.2 Wettelijk kader

De omgang met ontplofbare oorlogsresten (OO) die in de (water)bodem zijn achtergebleven na de Eerste en Tweede Wereldoorlog is geregeld in het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling). Hieronder wordt de wet- en regelgeving verder uitgelegd.

1.2.1 OO bureauonderzoek op land

In artikel 4.10 Ontplofbare Oorlogsresten van het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit; Artikel 4.10) staat het volgende beschreven in lid 2:

'In alle gevallen waarin gevaar voor de veiligheid of gezondheid van werknemers kan bestaan door de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, wordt, alvorens werkzaamheden worden aangevangen, hiernaar een oriënterend onderzoek ingesteld.'

In lid 3 wordt dit verder geconcretiseerd:

'Indien het oriënterend onderzoek de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten die gevaar kunnen opleveren voor de veiligheid of gezondheid van werknemers niet uitsluit wordt een nader onderzoek ingesteld.'

Dit nader onderzoek is in de praktijk vaak een historisch vooronderzoek waarbij beoordeeld wordt of er indicaties zijn dat er binnen het projectgebied ontplofbare oorlogsresten aanwezig zijn. Het vooronderzoek bestaat uit zowel het inventariseren als beoordelen (analyseren) van bronnenmateriaal. Eindresultaat is een rapportage en een bijbehorende OO-bodembelastingkaart waarop, indien hiervoor indicaties zijn aangetroffen, een verdacht gebied OO wordt afgebakend. De eisen en uitgangspunten voor het vooronderzoek OO zijn in opdracht van de private Stichting Veilig Omgaan met Explosieve Stoffen (VOMES) opgenomen in een vrijwillig Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse OO (CS-VROO) dat in februari 2021 is gepubliceerd door het Centraal College van Deskundigen OO (CCvD-OO).

In het geval dat de aanwezigheid van OO wordt vermoed, treedt onderstaand lid 4 van artikel 4.10 van het Arbobesluit in werking:

'Indien uit het nader onderzoek blijkt dat gevaar bestaat voor de veiligheid of gezondheid van werknemers door de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, worden die ontplofbare oorlogsresten opgespoord of andere passende maatregelen getroffen om dit gevaar te voorkomen.'

De invulling van het opsporingsonderzoek wordt in detail geregeld in de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling) en specifiek in bijlage 12 van artikel 4.17f van het Certificatieschema Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten (CS-OOO). Het CS-OOO heeft betrekking op het opsporen van ontplofbare oorlogsresten die in de (water)bodem zijn achtergebleven tijdens de Tweede Wereldoorlog. Hierbij heeft het certificatieschema een drieledige doelstelling:

- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden voldoende veilig voor het eigen personeel en derden aanwezig op het projectgebied worden uitgevoerd;
- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden zodanig en met die deskundigheid worden uitgevoerd dat omwonenden veilig zijn en dat de openbare orde en publieke veiligheid wordt gewaarborgd;
- Bewerkstelligen dat de opsporing volgens de gegunde opdracht wordt uitgevoerd en opgeleverd.

Het opsporingsonderzoek OO staat in hoofdstuk 4 van het CS-OOO beschreven. De opsporingsfase omvat achtereenvolgens:

- Werkvoorbereiding (omschrijving opsporingswerkzaamheden in projectplan, opstellen RI&E (risico-inventarisatie en -evaluatie), etc.)
- Detecteren van het verdachte gebied OO met detectieapparatuur (*realtime*, *non-realtime*)
- Interpreteren meetdata
- Lokaliseren vermoede explosieven
- Laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven
- Tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de Explosieven Opruimingsdienst (EOD)

- Rapportage Proces-verbaal van oplevering wordt ter beschikking gesteld aan de opdrachtgever en Bevoegd Gezag (vermelding van aangetroffen explosieven, weergave vrijgegeven gebieden, etc.).

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee

Het huidige CS-OOO en de vrijwillige certificering CS-VROO zijn met name geschreven voor onderzoek op het land. Afgelopen jaren is duidelijk geworden dat deze regelgeving niet goed bruikbaar is voor onderzoek op zee. Enerzijds zijn de verplichte bronnen niet toegespitst op oorlogshandelingen op zee waardoor de meeste oorlogshandelingen gemist worden (en gebieden mogelijk onterecht onverdacht worden verklaard) anderzijds moeten gebeurtenissen door twee verschillende bronnen bekrachtigd worden. Indien dat niet lukt kan niet aangetoond worden dat een gebied op een bepaalde oorlogshandeling verdacht is waarna de conclusie getrokken moet worden dat een gebied onverdacht is. Verder is gebleken dat de lijst met leemtes in kennis buiten proportioneel lang is waardoor de conclusie van het vooronderzoek sterk in twijfel getrokken moet worden. Tenslotte is de huidige Nederlandse regelgeving voornamelijk toegespitst op de Tweede Wereldoorlog, terwijl op zee ook OO van de Eerste Wereldoorlog worden verwacht.

Vanwege de beperkingen op zee die de huidige regelgeving heeft ten aanzien van een historisch vooronderzoek OO is ervoor gekozen om eerst een quickscan OO uit te voeren. Hiermee wordt voldaan aan de eis in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit dat voor aanvang van toekomstige werkzaamheden er een oriënterend onderzoek naar OO moet worden ingesteld. Deze quickscan kan worden beschouwd als dit oriënterend onderzoek.

Ondanks dat de quickscan OO en verwachtingskaart in strikte zin niet voldoet aan de eisen zoals gesteld in het CS-VROO, geeft dit rapport wel degelijk inzicht waar zich verdachte gebieden OO bevinden waarbij wordt aangegeven welke verschillende hoofdsoorten OO aangetroffen kunnen worden in het projectgebied.

1.3 Doelstelling

De quickscan OO heeft als doel inzicht te verschaffen in de ontplofbare oorlogsresten die zich mogelijk in het projectgebied bevinden of verwacht worden. Aan de hand van de quickscan wordt uitspraak gedaan over de noodzaak van nader vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het nader vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

1.4 Werkwijze

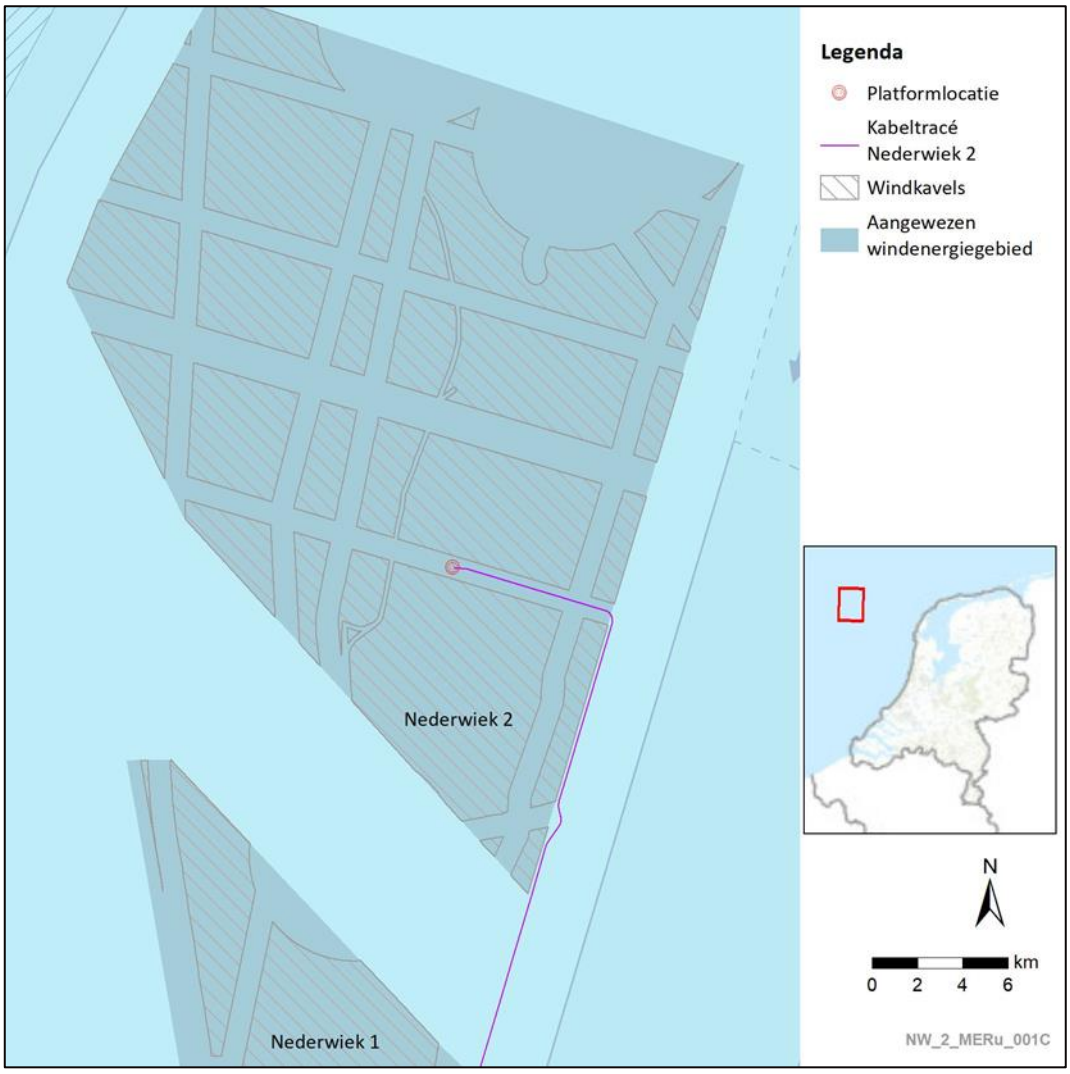
De quickscan OO met bijbehorende verwachtingskaart wordt gemaakt op basis van *expert judgement*. Hierbij wordt gebruik gemaakt van kennis die is opgedaan bij reeds uitgevoerde vooronderzoeken op zee. Andere bronnen die van belang zijn bij het opstellen van dit rapport zijn de eerder uitgevoerde quickscans op zee t.b.v. IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma; het vooronderzoek Net op zee Hollandse Kust (zuid) en door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken. Tenslotte is gebruikgemaakt van de kustwachtdatabase over OO-vondsten en ruimingen op zee over de periode 2005-2020.

2 Effectbeoordeling OO

In de effectbeoordeling wordt per onderdeel van Net op zee Nederwiek 2 gekeken of deze in een potentieel OO-verdacht gebied ligt en/of deze doorkruist. Deze quickscan geeft echter geen definitieve afbakening van het verdachte gebied OO, maar geeft een indicatie van het te verwachten verdachte gebied als een volledig vooronderzoek OO wordt uitgevoerd. De effecten beoordeling is opgesplitst in het platform op zee, het kabeltracé op zee en het converterstation.

2.1 Platform op zee

De locatie van het platform op zee van Net op zee Nederwiek 2 is weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1 Platformlocatie Net op zee Nederwiek 2.

2.1.1 Indicaties Wereldoorlogen

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist

als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Alleen al voor de kust van IJmuiden vonden er 36 zeeslagen plaats tijdens de oorlog. Hierbij werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het platform ligt op bijna 100 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (zogenaamde '*jettisons*'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

Mijnenvelden op zee

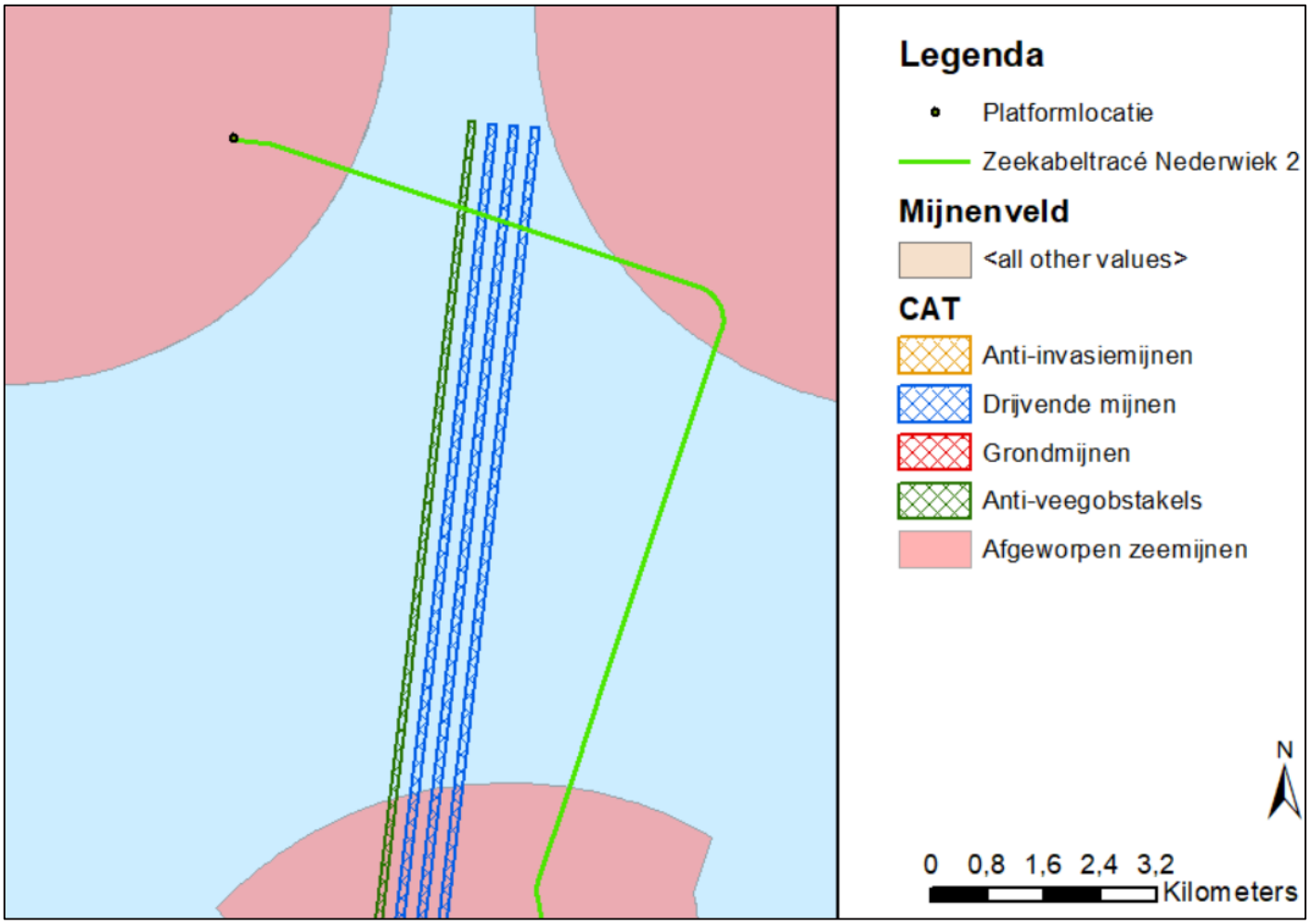
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek ligt het platform in een gebied waar een risico bestaat op het aantreffen van Britse en/of Duitse zeemijnen (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2 Historische locaties van mijnenvelden ten opzichte van de platformlocatie van Net op zee Nederwiek 2.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 20-25 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het platform ligt op bijna 100 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

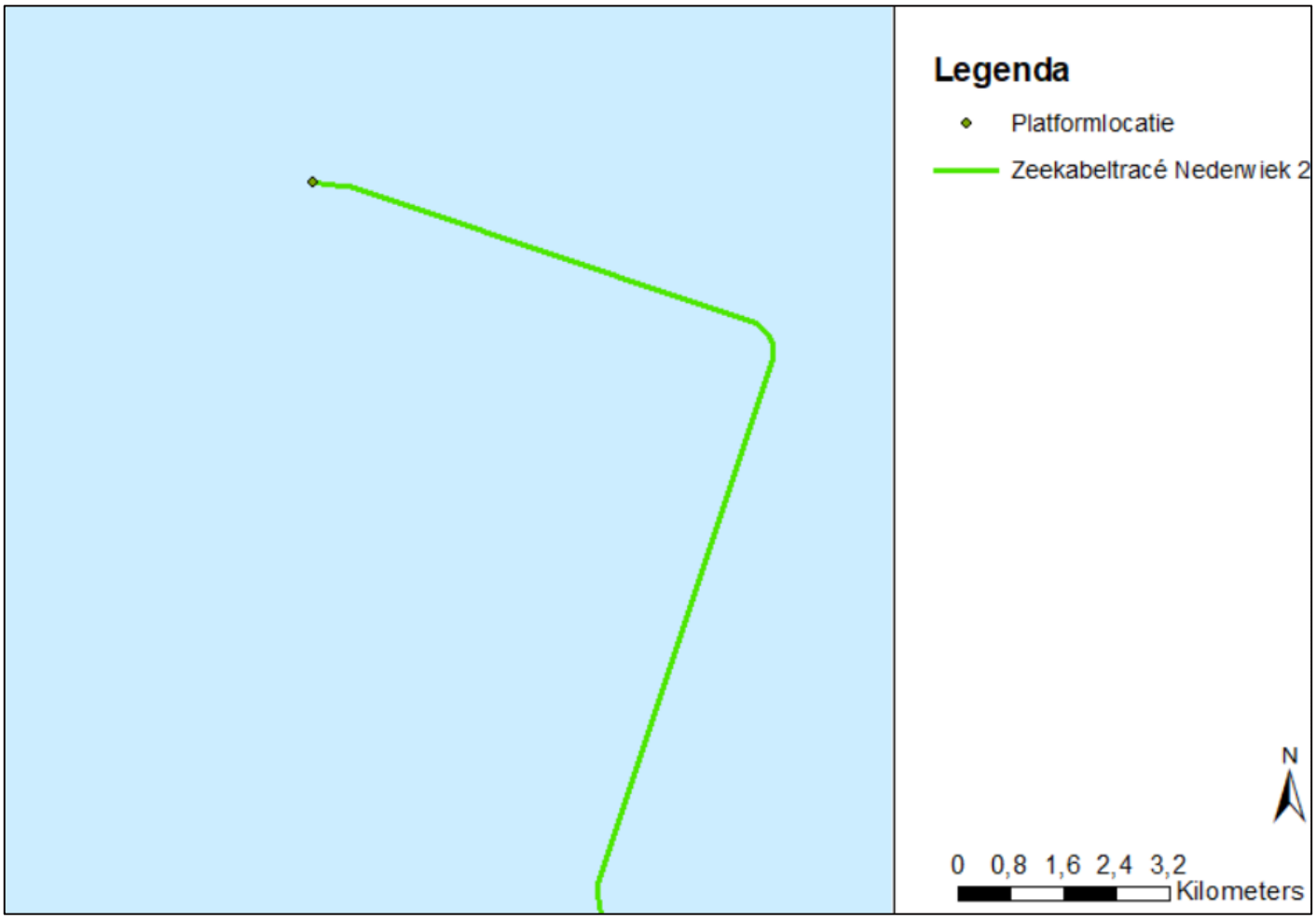
Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het platform.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2020.

Uit deze database valt op te maken dat er geen munitievondsten zijn gedaan in de omgeving van het platform (zie Figuur 2-3).

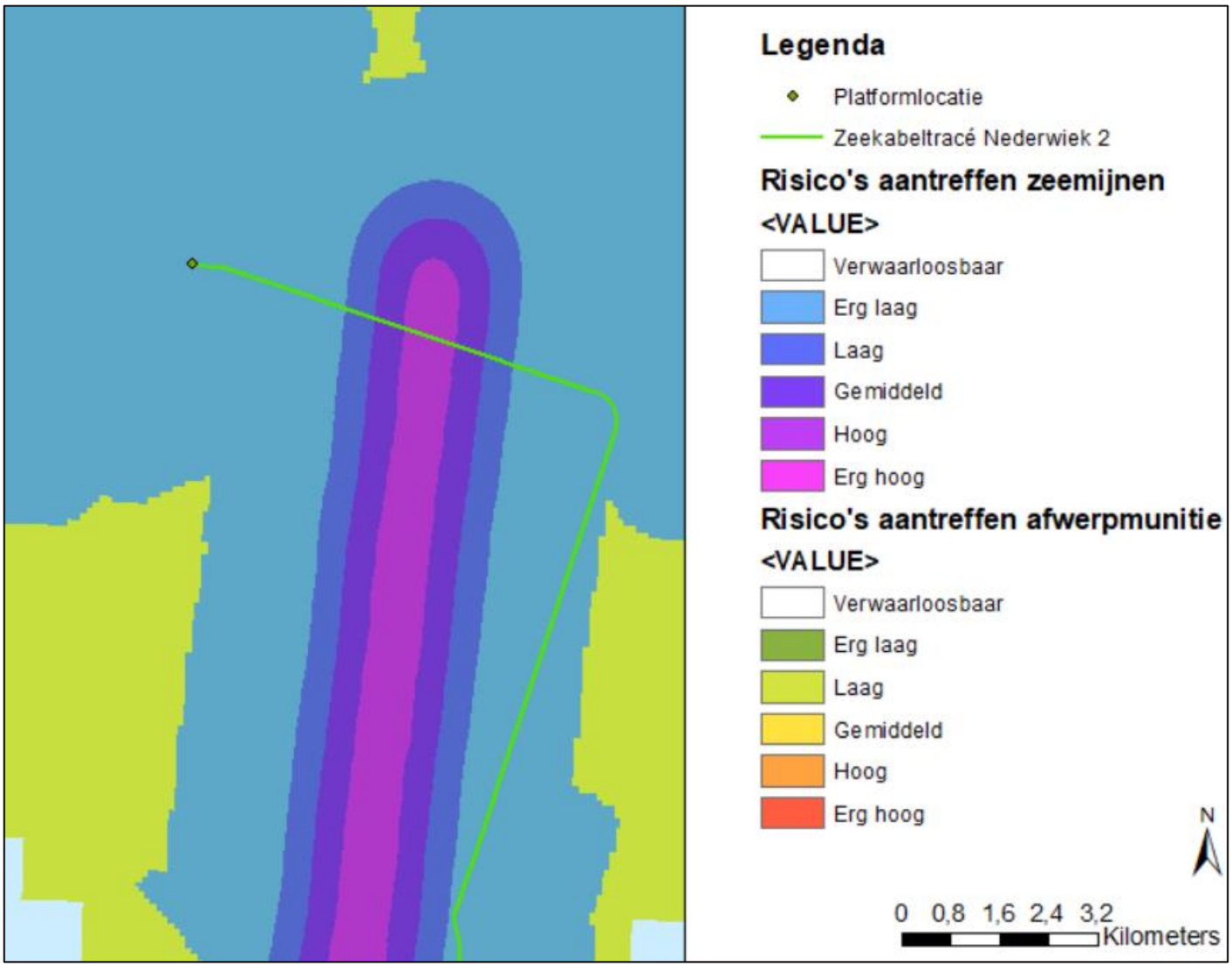


Figuur 2-3 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het platform Nederwiek 2.

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het platform op zee in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-4). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers);
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen).



Figuur 2-4 Verwachtingskaart OO van het Platform Nederwiek 2. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte OO-soorten afwerpmunitie en zeemijnen.

2.2 Kabeltracé op zee

Na het verlaten van windenergiegebied Nederwiek loopt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 richting het zuiden in de bufferzone ten noordwesten van de scheepvaartroute. Het kabeltracé ligt vanaf de plek waar Nederwiek 1 het windenergiegebied verlaat parallel aan het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 over een lengte van 148 km. Ten zuiden van windenergiegebied Nederwiek maakt het kabeltracé een zuidelijke oversteek richting windenergiegebied IJmuiden Ver, en doorkruist het meest zuidelijke gedeelte van dit windenergiegebied. Hier komen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha samen. Hierna buigen de kabeltracés zuidwaarts af om parallel aan de oostgrens van de Bruine Bank naar het zuiden te lopen. Ten noordwesten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha samen met IJmuiden Ver Beta en Gamma om vanaf dit punt tot aan het lichtplatform Goeree over een lengte van circa 80 km parallel te liggen. Ten zuiden van Lichtplatform Goeree splitst het kabeltracé van Net op Zee Nederwiek 2 van de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 af. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 gaat parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma in oostelijke richting naar de Maasvlakte. In Figuur 1-1 is de route van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven.

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

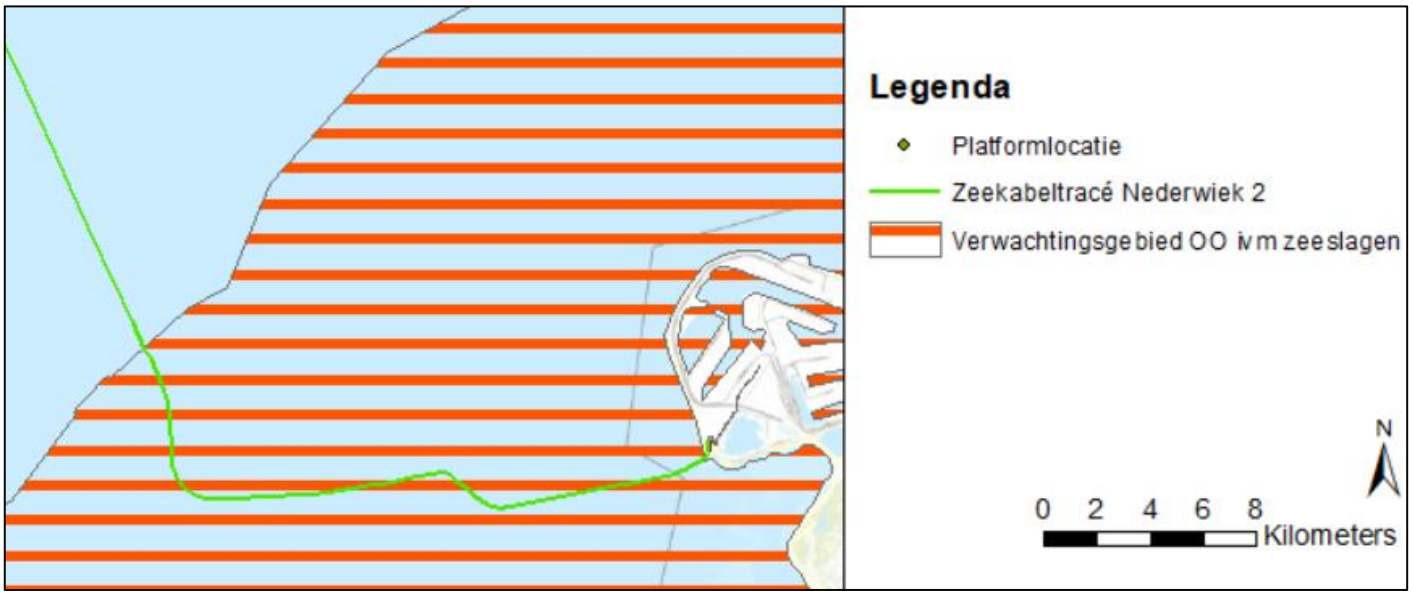
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij de zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het kabeltracé ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er OO wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen (zie Figuur 2-5).



Figuur 2-5 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rode arcering) die overlap vertoont met het kabeltracé Nederwiek 2.

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (een zogeheten 'noodafworp'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op luchtaanvallen en geregistreerde noodafworpen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek (zie Figuur 2-6) bevindt het kabeltracé zich in zowel een erg hoog (rood), hoog (oranje) gemiddeld (geel) en laag (groen) risicogebied afwerpmunitie.



Figuur 2-6 Bomb threat level en het kabeltracé op zee (blauwe lijn).

Mijnenvelden op zee

Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee. Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen (zie Figuur 2-7). Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het kabeltracé verschillende mijnenvelden met verschillende risiconiveaus (hoog, gemiddeld of laag). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen op de Noordzee en voor de monding van de Oosterschelde.

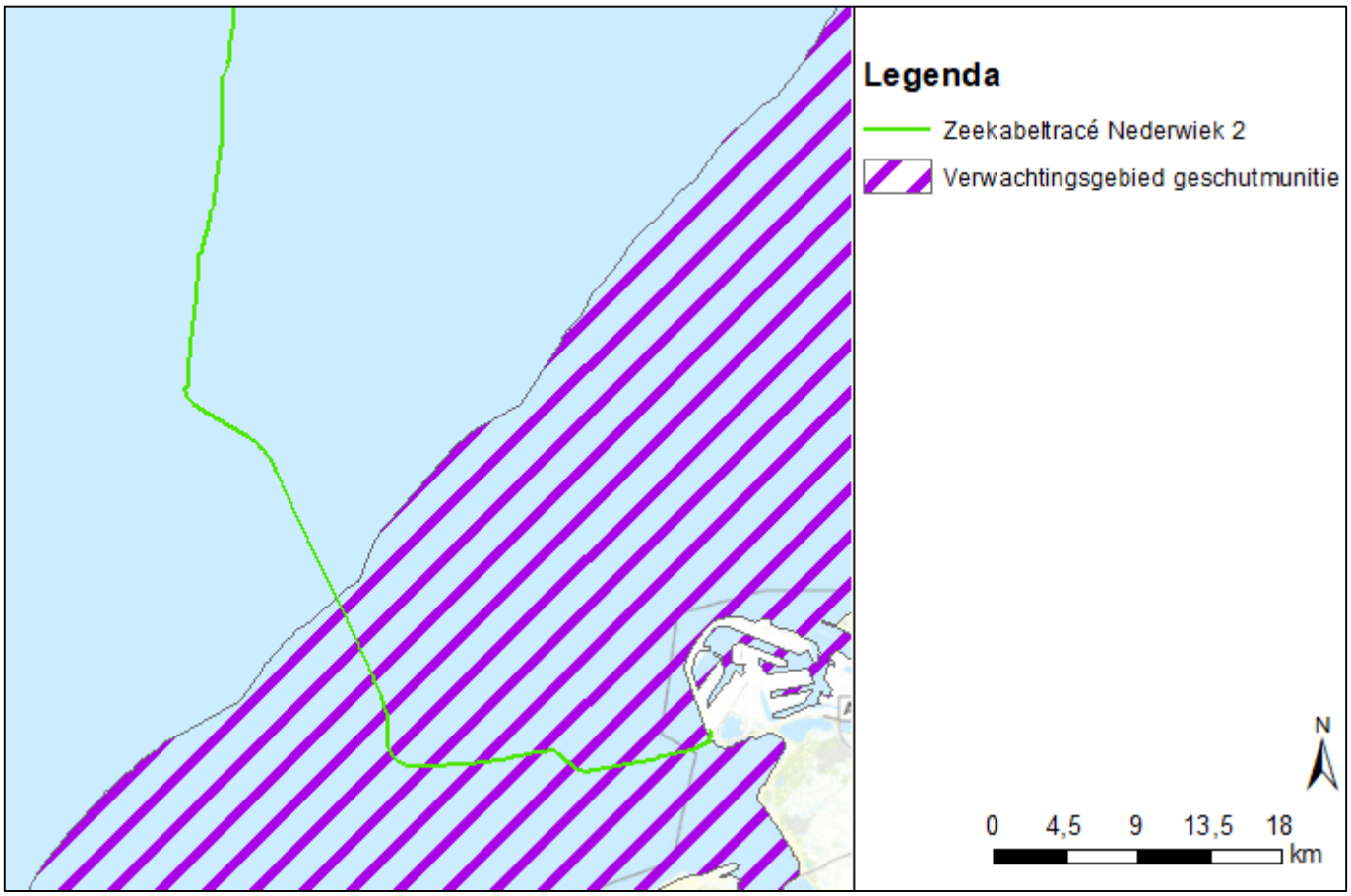


Figuur 2-7 Mine Threat Map en het kabeltracé op zee (rode lijn). Aangegeven is waar het kabeltracé in een risicogebied zeemijnen ligt en of de verwachte zeemijnen in het gebied non-ferrous zijn, wat het lastiger maakt om ze op te sporen

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden[1].

Het kabeltracé op zee ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht (zie Figuur 2-8).



Figuur 2-8 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzone (in paars) die overlap vertoont met het kabeltracé op zee (groen).

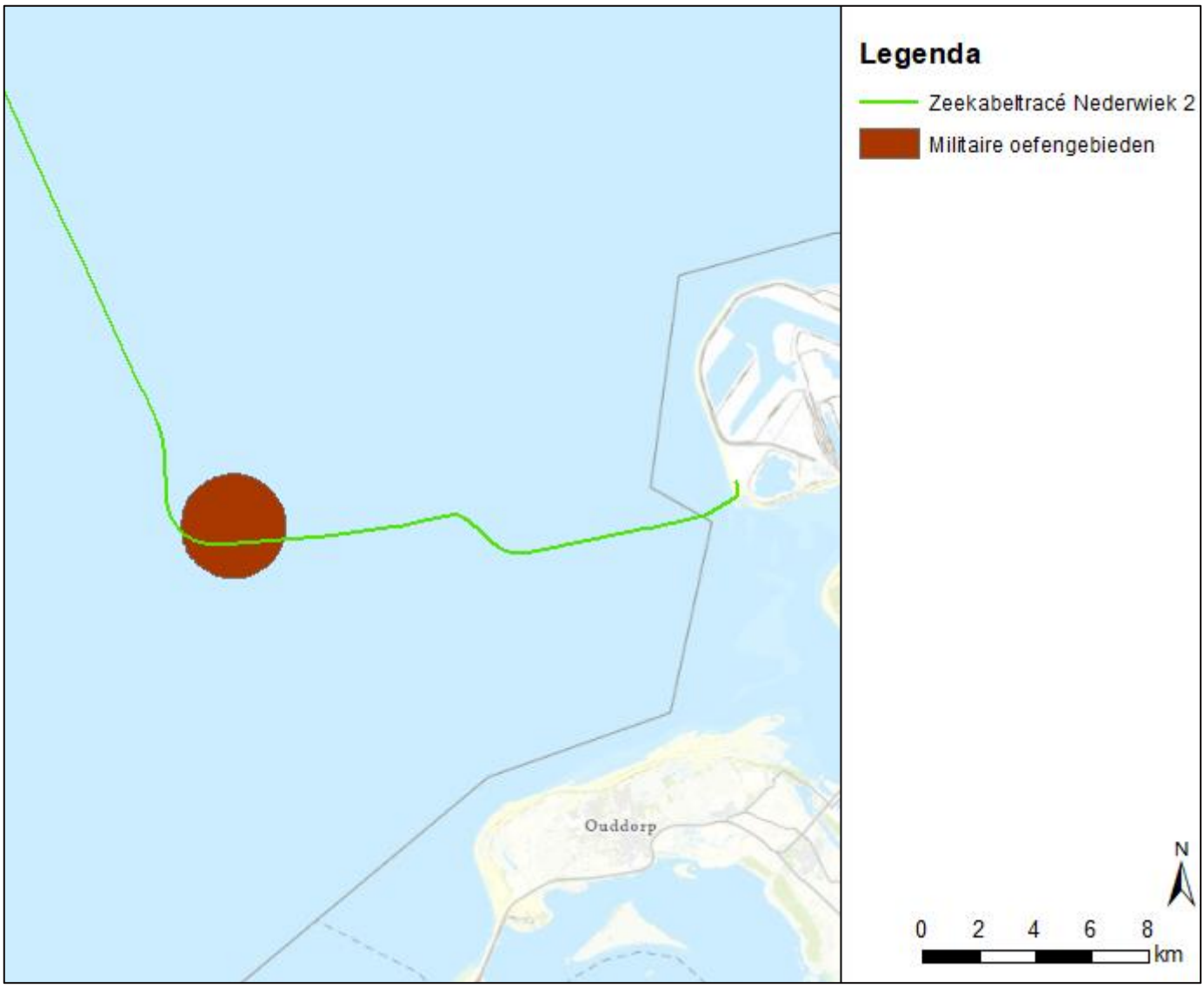
[1] NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.

Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het zeetracé.

Militaire oefengebieden

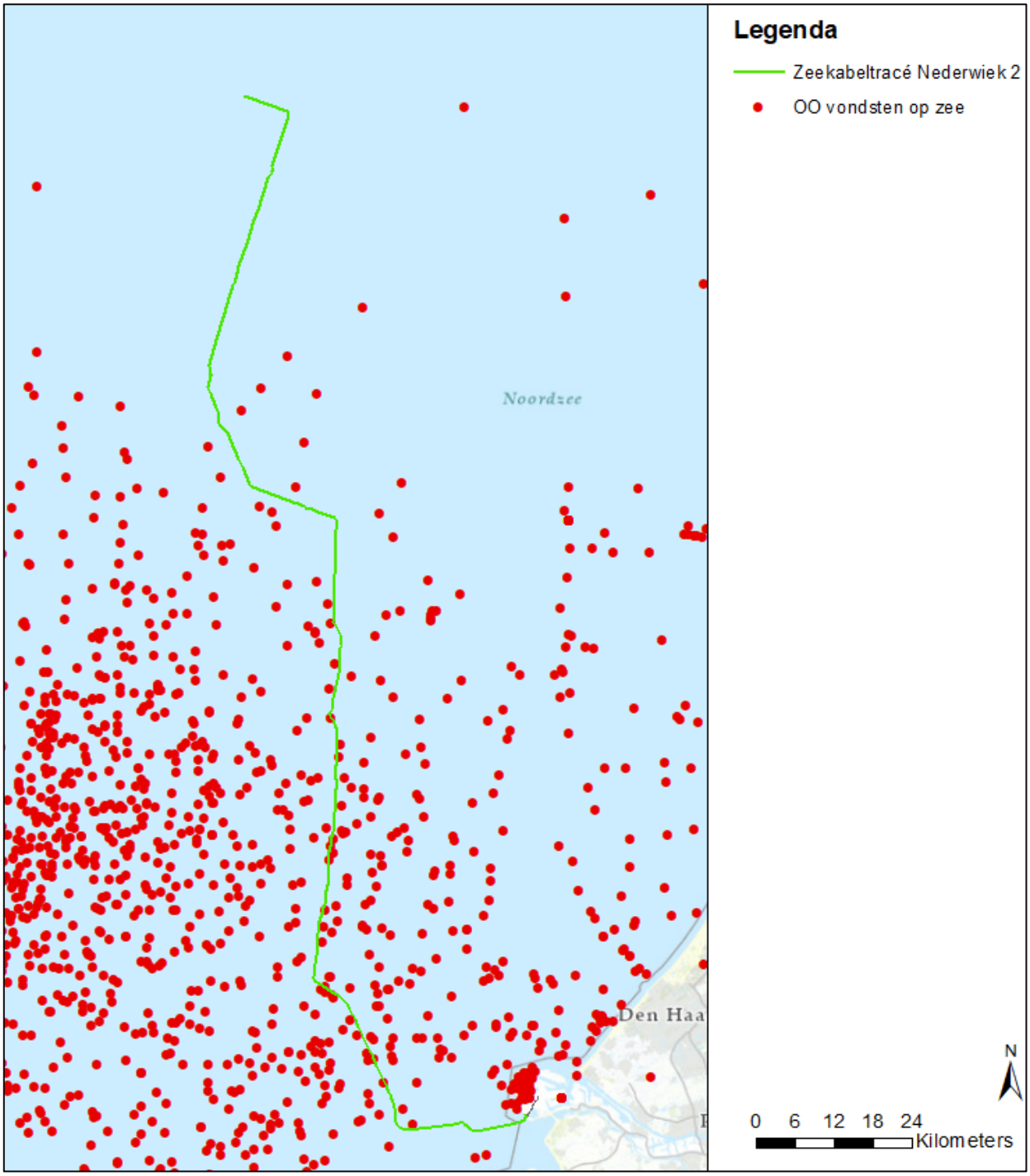
De Koninklijke Marine heeft op de Noordzee verschillende militaire oefengebieden voor het leggen en vegen van zeemijnen. Eén van deze oefengebieden (NB 9 Goeree) ligt binnen het zeetracé, zoals te zien in Figuur 2-9.



Figuur 2-9 Locatie van het militaire oefengebied NB 9 Goeree.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2020. Uit deze database valt op te maken dat er 26 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het kabeltracé. Deze zijn weergegeven in Figuur 2-10. Het ging hierbij o.a. om een mijnvernietigingslading, één zeemijn en 24 verschillende vliegtuigbommen (waaronder meerdere 500 en 1000 lb. bommen).

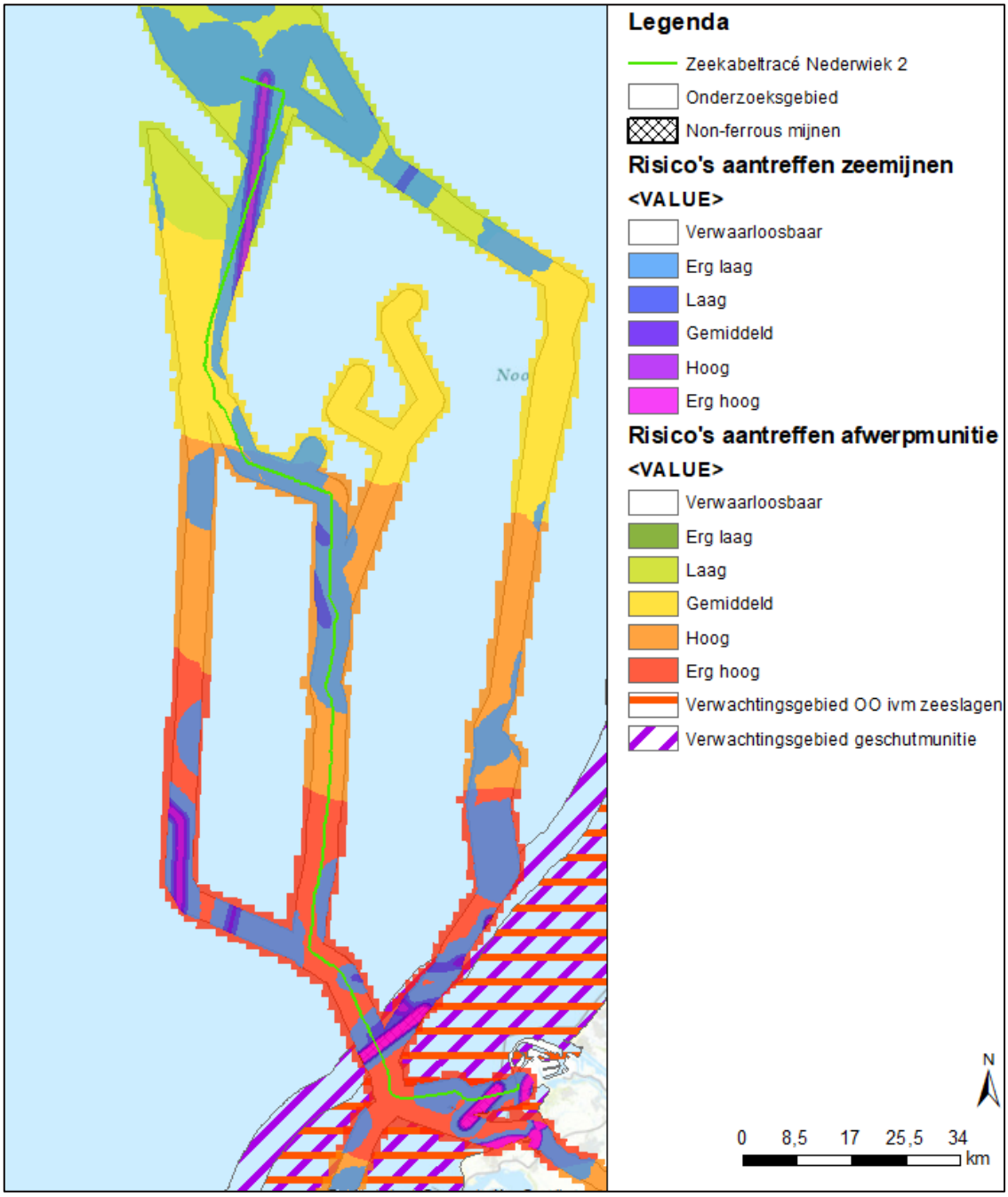


Figuur 2-10 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het kabeltracé op zee voor Nederwiek 2.

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het kabeltracé op zee in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-11). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers);
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen);
- Raketten (25 en 60 lb.);
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm).

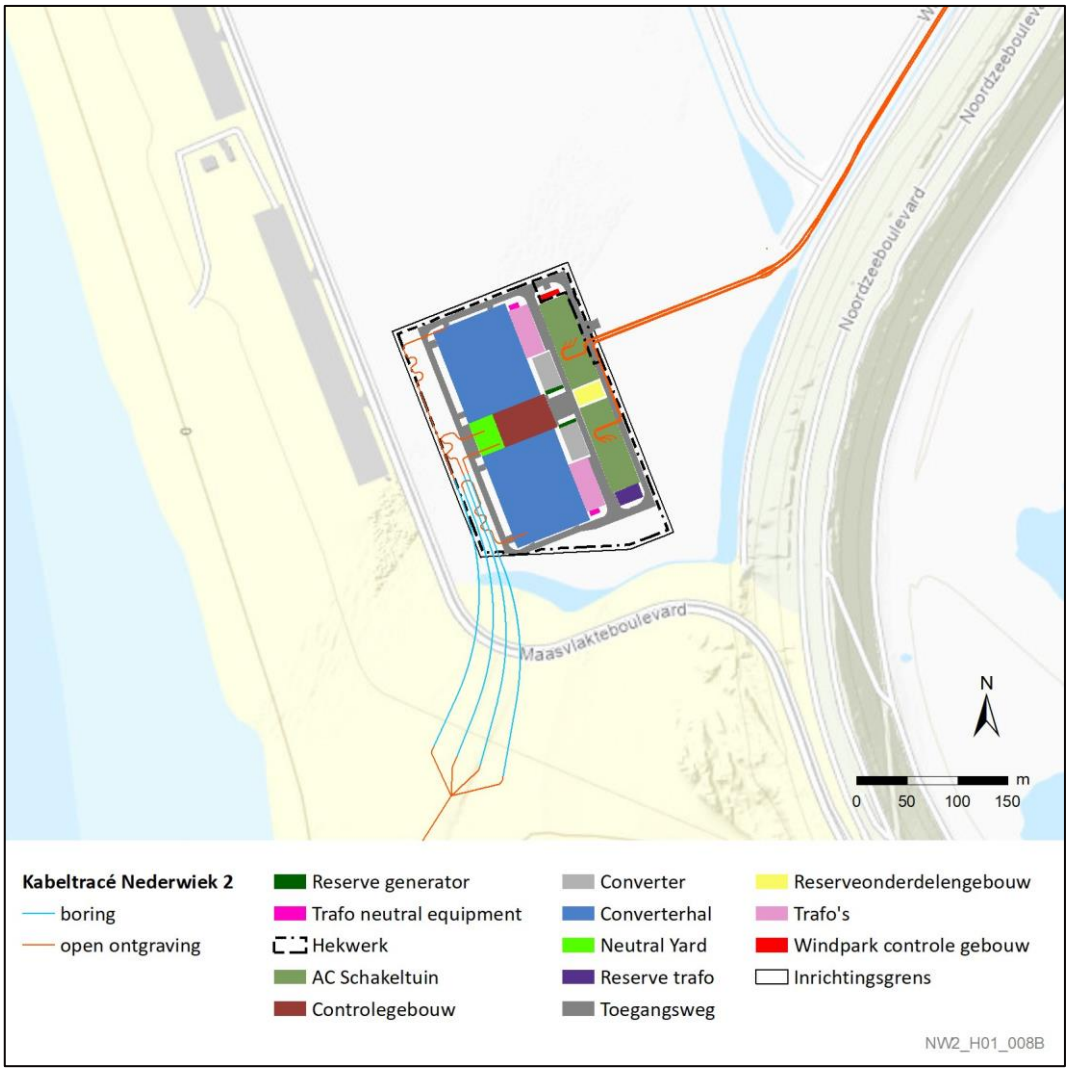


Figuur 2-11 Verwachtingskaart OO van het kabeltracé op zee voor Nederwiek 2. Hierbij staat de gele kleur voor de verwachte OO-soorten afwerpmunitie en onderwatermunitie, paars voor geschutmunitie en oranje voor raketten. De rode stippen geven eerdere munitie.

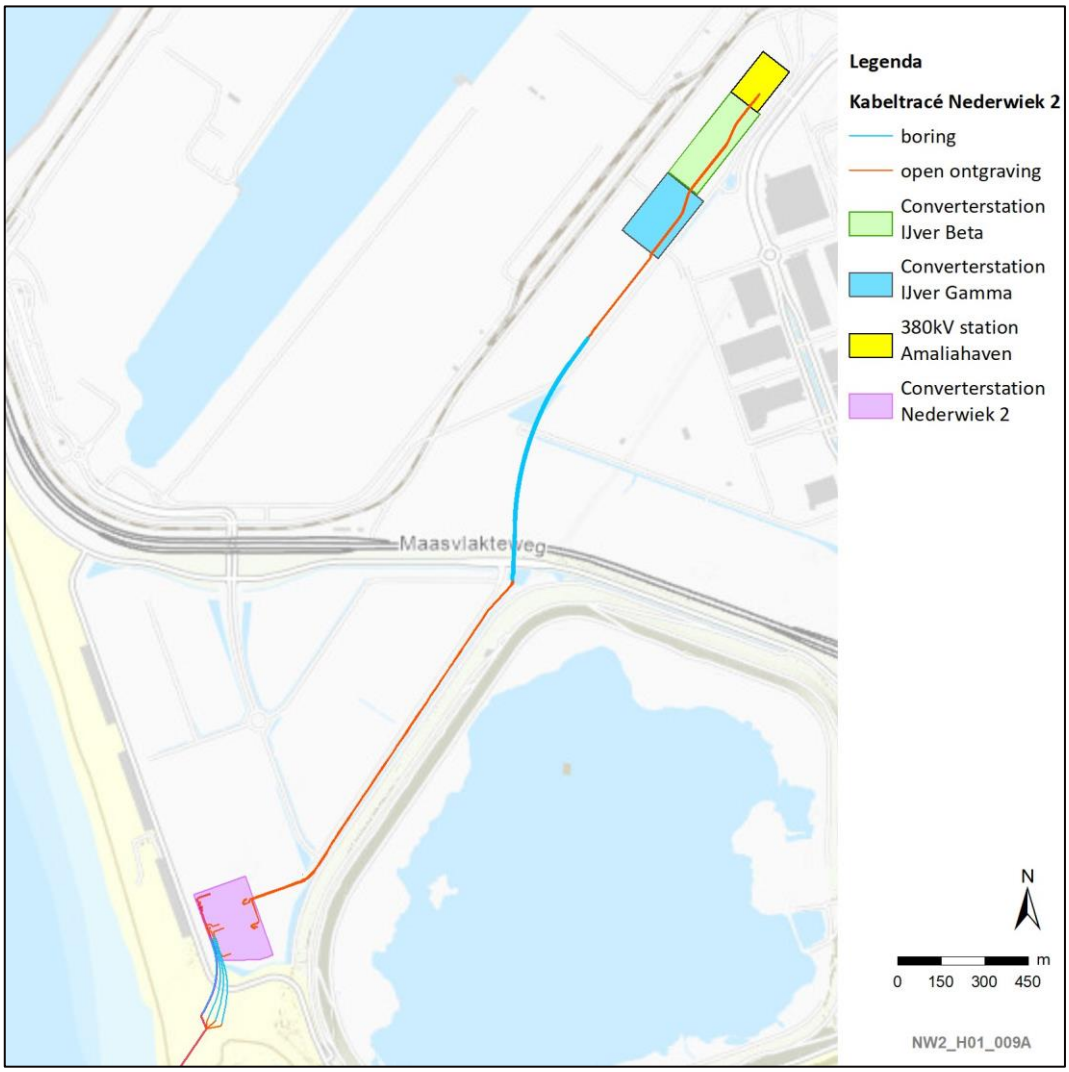
2.3 Kabeltracé op land en converterstation

2.3.1 Route kabeltracé en locatie converterstation

De aanlanding van de kabels op de Maasvlakte vindt plaats via vier gestuurde boringen (HDD) onder de zeewering door. Vervolgens wordt, door middel van een kort DC-tracé aangesloten op een converterstation achter de duinen. In Figuur 2-12 zijn de locatie en onderdelen van het converterstation weergegeven. Nadat de gelijkstroom in het converterstation omgezet is naar wisselstroom, wordt het een wisselstroomtracé aangesloten op het nieuw te bouwen hoogspanningsstation Amaliahaven. Het landtracé (AC) is te zien in Figuur 2-13.



Figuur 2-12 Aanlanding landtracé tot aan het converterstation.



Figuur 2-13 Landtracé (AC) tot aan hoogspanningsstation.

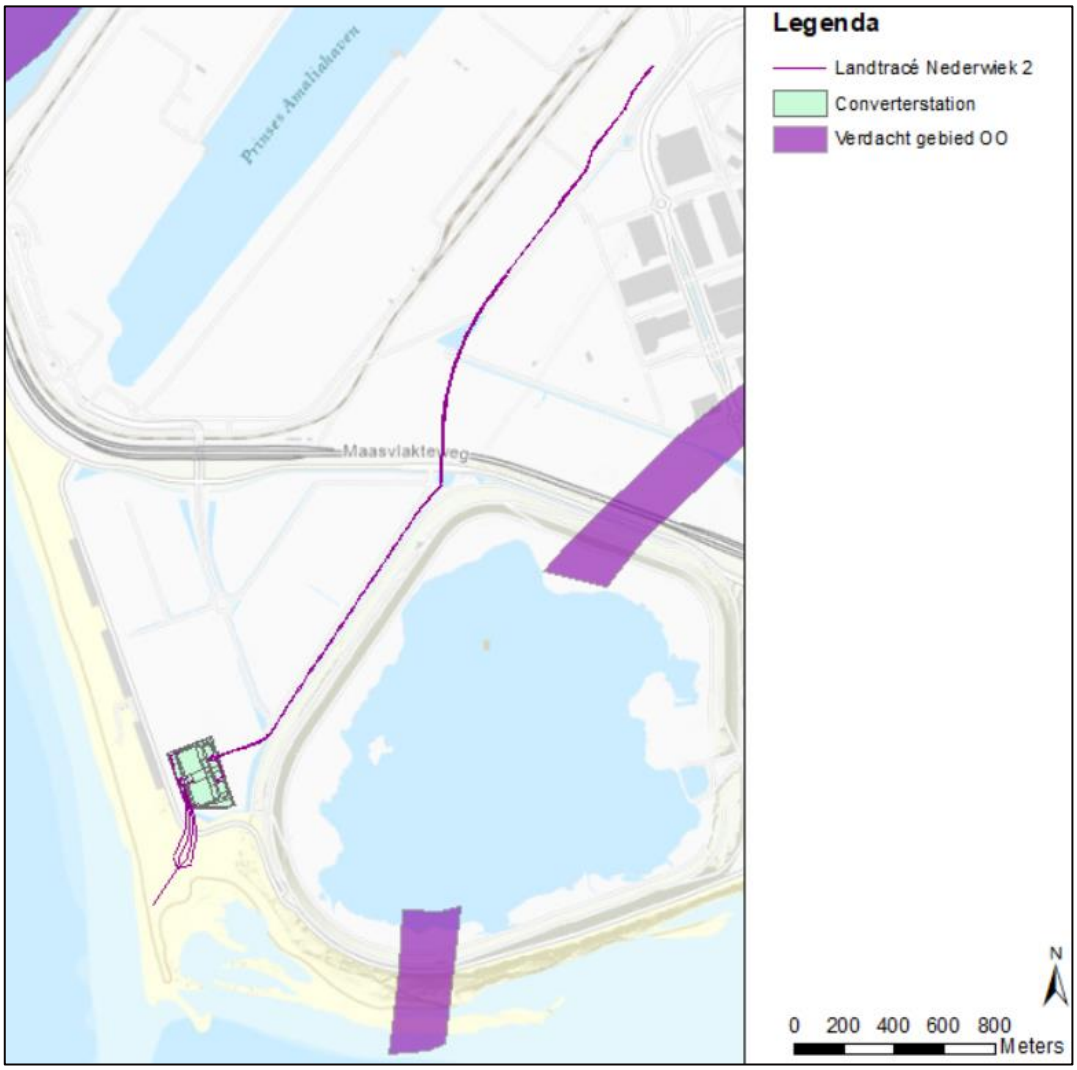
2.3.2 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

Uit het gemeente brede Vooronderzoek OO gemeente Rotterdam (kenmerk 12S043-11-VO-A-01; versie 2021) is gebleken dat de Maasvlakte deels verdacht is op OO in de vorm van onderwatermunitie (anti-invasiemijnen) (zie Figuur 2-14). Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog maakte dit gebied nog onderdeel uit van de Noordzee, maar hier bevonden zich wel enkele anti-invasiemijnenvelden voor de kust. Specifiek gaat het hier om zogeheten ‘Kathy-mijnen’, ook wel aangeduid als KMA-mijnen. Deze mijnen bestaan uit een betonnen voet met springstof die op de zeebodem werd geplaatst. Op de betonnen voet staat een driehoekige metalen constructie met daarboven een contactpunt voor de ontsteking. Als een landingsvaartuig de bovenkant van deze constructie raakte, ontplofte de mijn.

Saricon gaat ervanuit dat mogelijk niet alle Kathy-mijnen in dit gebied zijn geruimd. Kanttekening hierbij wel is dat deze mijnen (indien ze nog aanwezig zijn) op grote diepte liggen t.o.v. het huidige naoorlogs opgespoten maaiveld. Daarnaast bestaat er geen overlap van deze verdachte gebieden met het kabeltracé en de beoogde locatie van het converterstation. Werkzaamheden kunnen daarom zonder aanvullende OO-maatregelen worden uitgevoerd.



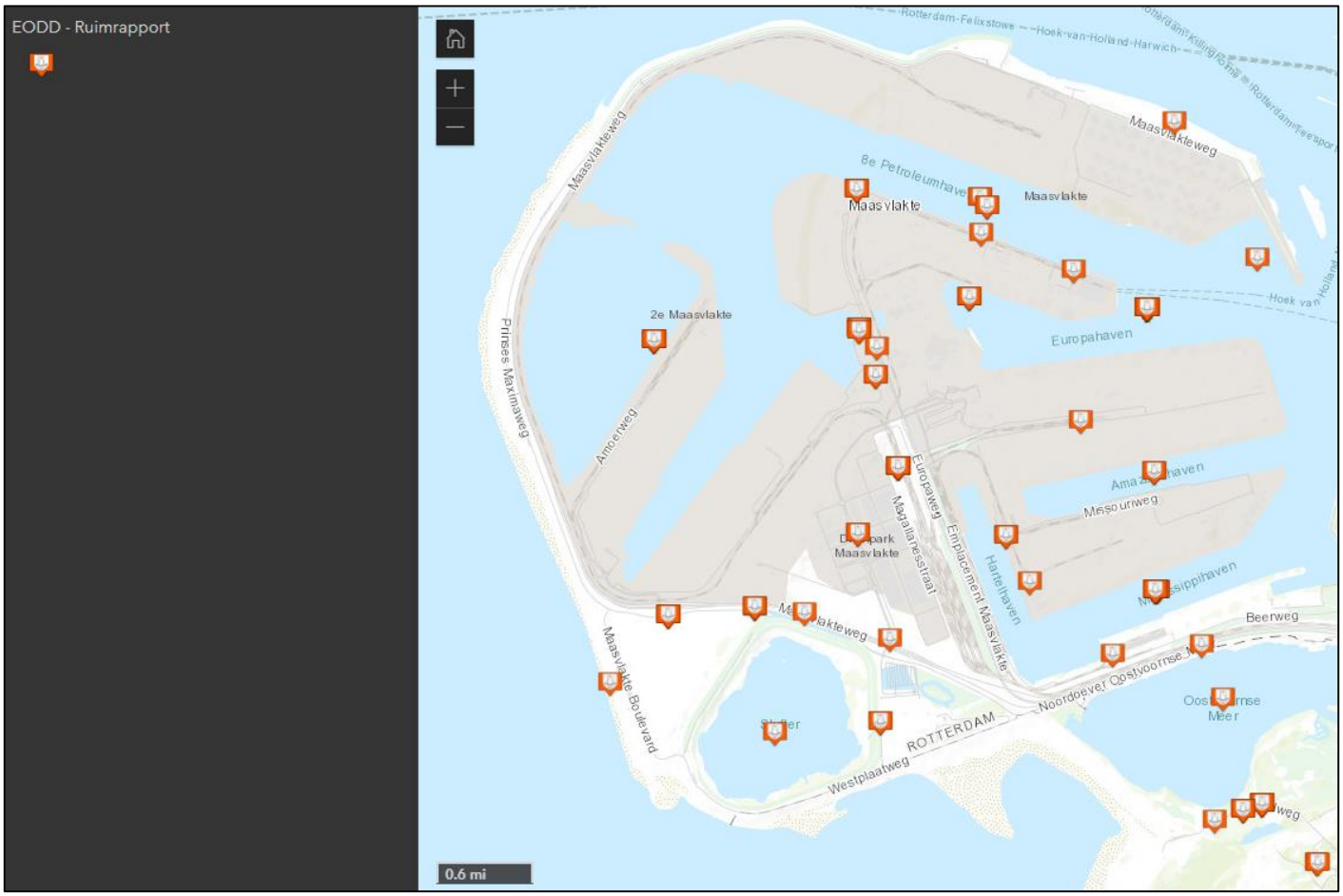
Figuur 2-14 Verdachte OO-gebieden ten opzichte van landtracé

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Ook op de Maasvlakte werd af en toe OO aangetroffen en geruimd. Hierbij gaat het om een drietal soorten:

- OO die bij het opspuiten van de Eerste en Tweede Maasvlakte wordt aangetroffen op baggerschepen en cutterzuigers;
- OO die door vissersschepen zijn opgevist en hier aan land worden gebracht;
- OO die aanspoelt op het strand van de Maasvlakte;

Deze meldingen zijn door het bedrijf BeoBOM indicatief in beeld gebracht, zie Figuur 2-15.



Figuur 2-15 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het landtracé Maasvlakte.

2.3.3 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting naar voren dat er op de Maasvlakte enkele verdachte gebieden OO zijn in de vorm van onderwatermunitie (anti-invasiemijnen). Het landtracé en het converterstation liggen echter buiten deze verdachte gebieden (zie Figuur 2-14). De grondroerende werkzaamheden voor het kabeltracé en het converterstation kunnen daarom zonder verdere OO-maatregelen worden uitgevoerd.

3 Samenvatting en conclusie

In deze quickscan OO is per onderdeel van Net op zee Nederwiek 2 gekeken naar de verwachtingen met betrekking tot OO. Hierbij kan het volgende geconcludeerd worden:

1. Platform op zee
De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het Platform Nederwiek 2. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie en onderwatermunitie. Geadviseerd wordt om voor deze locatie een waterbodemonderzoek naar OO te laten uitvoeren. Bij detectieonderzoek onder water (*UXO Offshore Survey*) kan gebruik worden gemaakt van verschillende onderzoeksmethoden, zoals magnetometrie (metaaldetectie) of *subbottom profiling*, *side-scan-sonar* en *multibeam* (akoestisch onderzoek). Geadviseerd wordt om een combinatie van deze onderzoeksmethoden in te zetten om het aantal daadwerkelijk te benaderen OO (*UXO targets*) te reduceren bij een *Offshore Survey*.

2. Kabeltracé op zee
De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het kabeltracé op zee. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Geadviseerd wordt om voor deze locatie een waterbodemonderzoek naar OO te laten uitvoeren. Bij detectieonderzoek onder water (*UXO Offshore Survey*) kan gebruik worden gemaakt van verschillende onderzoeksmethoden, zoals magnetometrie (metaaldetectie) of *subbottom profiling*, *side-scan-sonar* en *multibeam* (akoestisch onderzoek). Geadviseerd wordt om een combinatie van deze onderzoeksmethoden in te zetten om het aantal daadwerkelijk te benaderen OO (*UXO targets*) te reduceren bij een *Offshore Survey*.

3. Landtracé op de Maasvlakte
De verwachting is dat er in nabijheid van het landtracé geen verdacht gebieden OO zal zijn. Daarom wordt er geen nader onderzoek m.b.t. OO geadviseerd. Grondroerende werkzaamheden voor het landtracé kunnen zonder verdere OO-maatregelen worden uitgevoerd.

4. Converterstation op de Maasvlakte
De verwachting is dat er binnen het converterstation geen verdacht gebied OO zal zijn. Daarom wordt er geen nader onderzoek m.b.t. OO geadviseerd. Grondroerende werkzaamheden voor het converterstation kunnen zonder verdere OO-maatregelen worden uitgevoerd.

4 Bronnen

Rapporten

REASeuro, Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO), Hollandse Kust (West Gamma) Export Cable Routes (RO-190149; d.d. 7 augustus 2019).

RPS, Desk Study for Potential UXO Contamination – IJmuiden Ver Cable Route (EES1054 R-03-02; d.d. 28 januari 2022).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Rotterdam (kenmerk: 12S043-11-VO-A-01; d.d. 21 maart 2017).

T&A Survey, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Net op zee Hollandse Kust Zuid (kenmerk: GPR5632.2; d.d. 25 februari 2016).

Tavela, Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven ter plaatse van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, locatie Beta (Maasvlakte), (HVO 0187A; d.d. 15 december 2020).

UXOIntelligence, Information and Assessments of UXO in IJmuiden Ver ECR & Area 01 (d.d. 4 december 2021).

UXOIntelligence, Information and Assessments of UXO in Nederwiek ECR (d.d. 27 juni 2022).

Overige bronnen

Database Mine clearance operation ‘Beneficial Cooperation’

Koninklijke Marine – Dienst der Hydrografie, Berichten aan Zeevarenden: editie 2022.

Noordzeeloket: militair gebruik (noordzeeloket.nl/functies-gebruik/militair-gebruik/; bezocht 25 februari 2022).

Ruimingskaart BeoBOM (beobom.nl/achtergrond/ruimingskaart; bezocht 25 februari 2022).

Colofon

QUICKSCAN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN
NET OP ZEE NEDERWIEK 2

KLANT
TenneT TSO B.V.

PROJECTNUMMER
30136670

ONZE REFERENTIE
D10057647:35

DATUM
5 juli 2023

STATUS
Definitief

BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee Nederwiek 2

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Rapport nr.	:	34430-2-MO-rev.2.0
Datum	:	9 januari 2023
Versie	:	rev. 2.0 Definitief rapport

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee Nederwiek 2

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Opdrachtgever : Pondera Consult / Arcadis Nederland B.V.

Gerapporteerd door : A. Nap

Paraaf management :

Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	11 oktober 2022	Concept	Y. Koldenhof
1.0	20 december 2022	Definitief	
2.0	9 januari 2023	2e Definitieve versie	

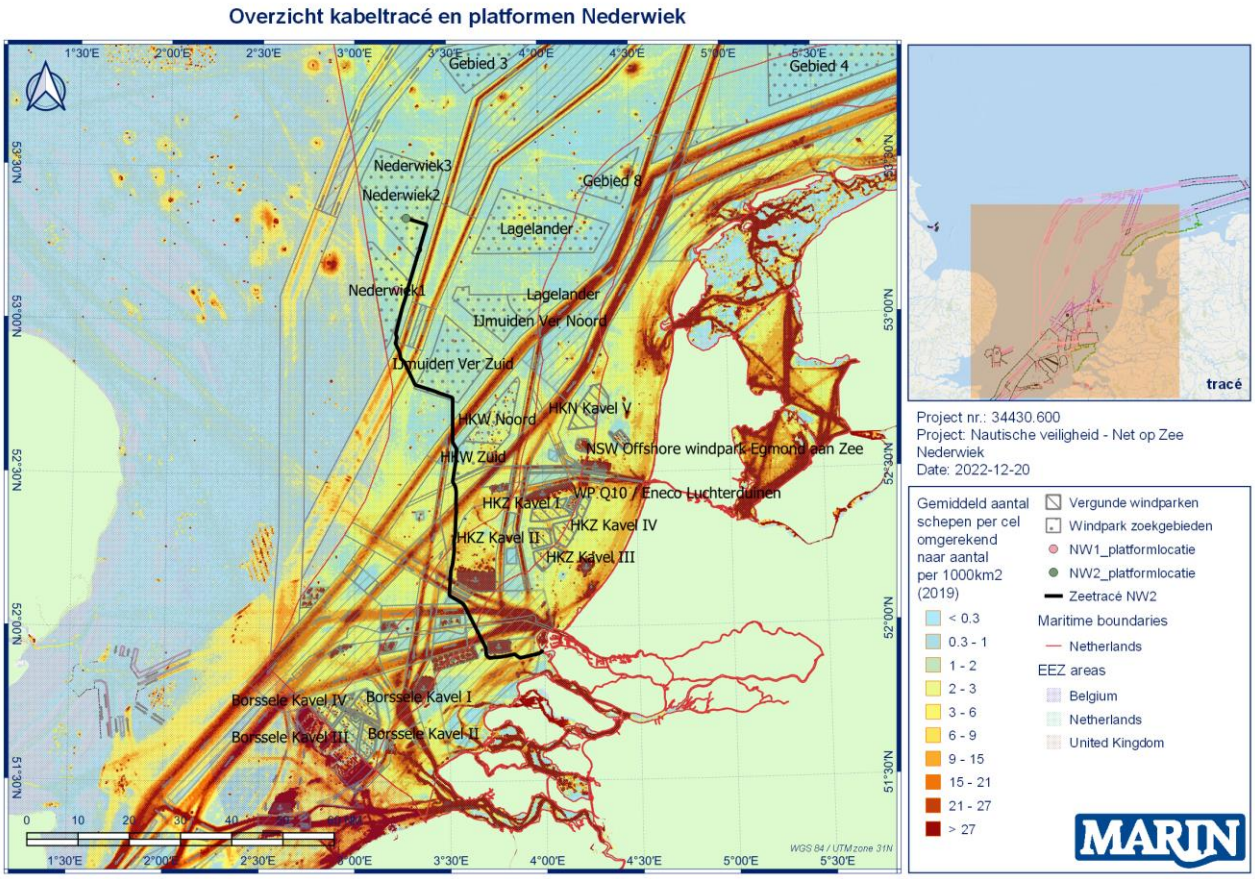
INHOUD **PAGINA**

1 INLEIDING 1
1.1 Achtergrond 1
1.2 Doel 2
1.3 Opbouw rapportage 2
2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM 3
2.1 Introductie 3
2.2 Werkwijze en uitgangspunten 3
2.2.1 SAMSON 3
2.2.2 Verkeersgegevens 4
2.2.3 Platform karakteristieken 9
2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ERTV 9
2.3 Resultaten voor platform 9
3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ 13
3.1 Inleiding 13
3.2 Werkwijze 14
3.3 Beoordeling: Kabeltracé Nederwiek 2 15
4 CONCLUSIES 18
4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform 18
4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé 18
APPENDICES: 20
APPENDIX 1 DICHTHEDEN SCHEEPVAARTVERKEER VISSERIJ 1

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Voor de milieueffectrapportage (MER) “Net op zee Nederwiek 2” worden de effecten van de kabel en het offshore transformatorplatform (hierna platform) onderzocht. Een van deze effecten is de invloed van de kabel en het platform op de scheepvaartveiligheid. In Figuur 1-1 is het kabeltracé van Nederwiek 1 en 2 weergegeven. De MER-procedures voor Nederwiek 1 en 2 zijn vergelijkbaar en worden parallel uitgevoerd.
Pondera Consult heeft MARIN gevraagd om een tweetal onderzoeken te doen. Een onderzoek naar de effecten op de scheepvaartveiligheid tijdens de aanleg van de kabel en een aanvaaronderzoek voor het platform.



Figuur 1-1 Kabeltracé Nederwiek 2

1.2 Doel

Doel van deze studie is om door middel van kwantitatief bureauonderzoek de nautische veiligheid in beeld te brengen voor zowel:

- Het risico op aanvaring met het platform. Hierbij zullen twee situaties onderscheiden worden: de situatie zonder de aanwezigheid van het windpark en de situatie inclusief de aanwezigheid van het gehele windpark (Nederwiek 1, 2 en 3). Hiermee wordt een bandbreedte van het risico in beeld gebracht dat valide is bij een gefaseerde ontwikkeling van windpark Nederwiek.

- Het risico op scheepvaarthinder tijdens de aanlegfase van het kabeltracé.

1.3 Opbouw rapportage

In hoofdstuk 2 wordt de analyse naar aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform beschreven. De analyse naar de scheepvaartveiligheid bij aanleg van het kabeltracé staat in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt afgesloten met de conclusies.

2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM

2.1 Introductie

Eén van de onderdelen van de MER-procedure is het bepalen van de effecten op de scheepvaartveiligheid als gevolg van het aanwezige platform.

Dit platform zal binnen de contouren van het windpark geplaatst worden, dus zal het effect op de scheepvaart verkeersstromen rond de locatie verwaarloosbaar klein zijn, aangezien deze verkeersstromen niet zullen veranderen ten opzichte van de huidige verkeersafwikkeling. In een studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol wind op zee [Ref 3.] is al gekeken naar de effecten van eventueel veranderende verkeersstromen door de bouw van windparken op zee.

Het enige relevante effect voor de scheepvaart is de kans dat schepen tegen het platform in Nederwiek 2 aanvaren. Dit effect wordt beschreven door het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties met behulp van het SAMSON[1]-model. Dit hoofdstuk beschrijft kort de werkwijze en de uitgangspunten voor de berekeningen en de resultaten voor het platform.

Omdat het platform er waarschijnlijk eerder staat dan het windpark, is voor zowel de situatie zonder windpark als de situatie met windpark, de aanvaar- en aandrijfkansen bepaald.

2.2 Werkwijze en uitgangspunten

De aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform zijn bepaald met het SAMSON-model. Een korte beschrijving van het SAMSON-model en de bijbehorende modelinvoer/uitgangspunten voor het verkeer worden hieronder gegeven.

2.2.1 SAMSON

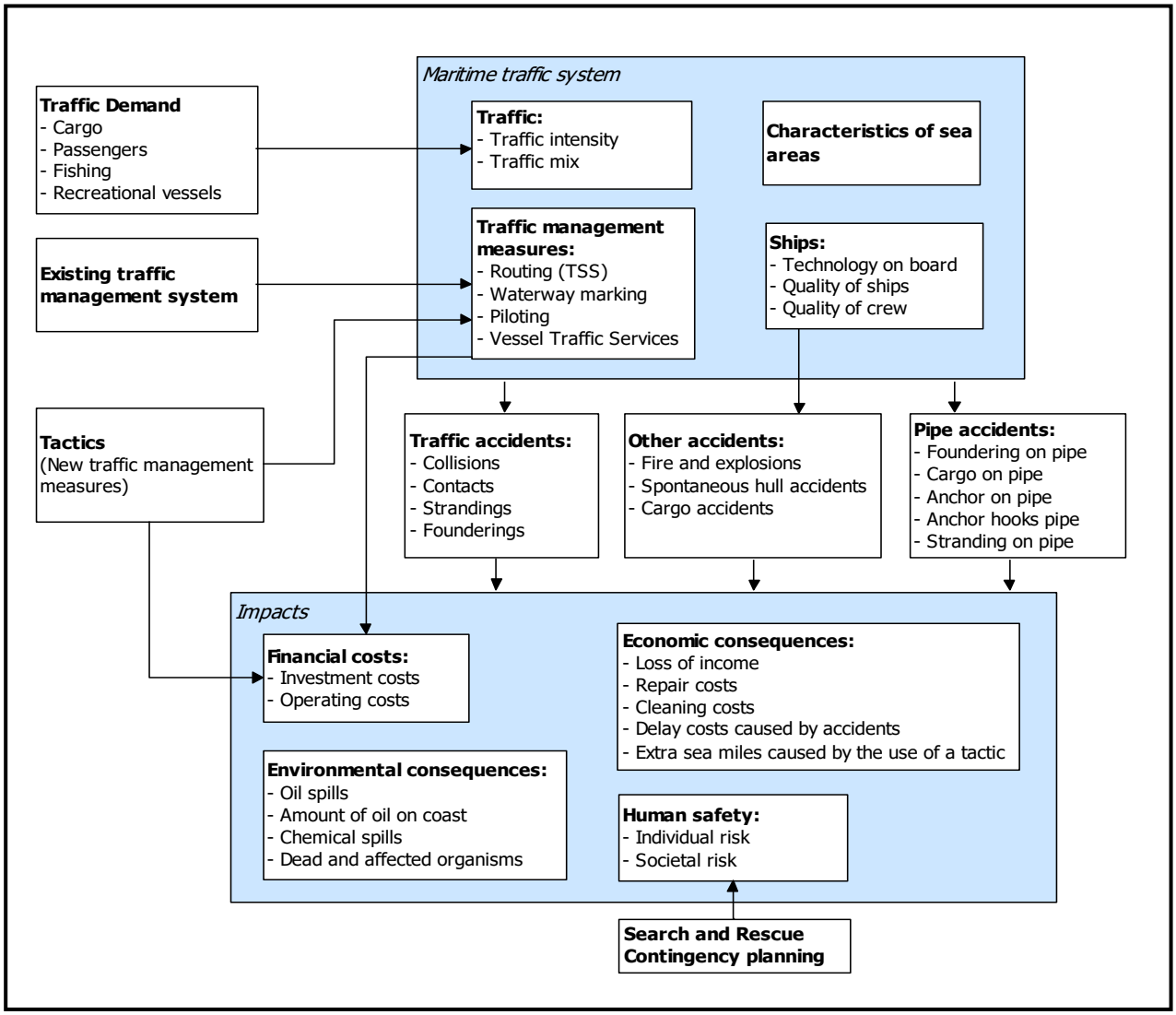
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het kwantificeren van aanvaar- en/of aandrijfrisico's als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en/of maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal scheepvaartongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een globale beschrijving van SAMSON wordt ook weergegeven op: https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON.

In Figuur 2-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.

[1] Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea



Figuur 2-1 Systeemdiagram SAMSON

2.2.2 Verkeersgegevens

Belangrijke invoer voor het SAMSON-model is de beschrijving van het scheepvaartverkeer. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde verkeersdatabase.
Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het “routegebonden” en het “niet-routegebonden” verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Routegebonden verkeer

Een verkeersdatabase voor het routegebonden verkeer is opgebouwd uit links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is.

Voor het routegebonden verkeer is de verkeersdatabase gebruikt zoals die ook binnen het cumulatieve effecten onderzoek gebruikt is [Ref 3.]. In dit onderzoek zijn drie scenario's onderscheiden:

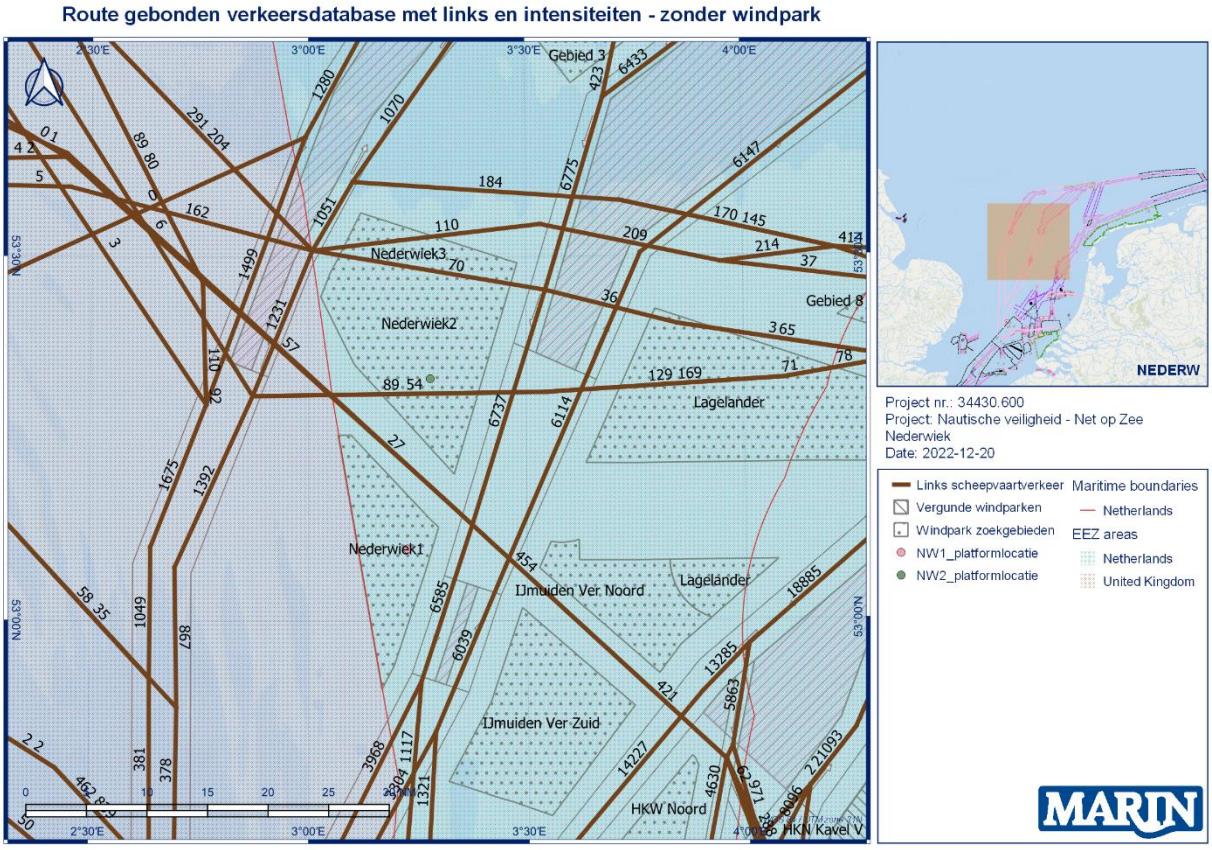
- Scenario 1: Routekaart 2030: naast de operationele windparken PAWP[2], Luchterduinen, OWEZ[3] en Borssele worden de volgende toekomstige windparken beschouwd: HKN (Hollandse Kust Noord), HKZ (Hollandse Kust Zuid), HKW noordelijk en zuidelijk deel (Hollandse Kust West), TNW (Ten Noorden van de Waddeneilanden) en IJmuiden Ver (zuidelijk deel).
- Scenario 2: Versnellingsopgave routekaart 2030+: aanvullend aan de gebieden gedefinieerd in scenario 1 wordt ook gekeken naar de aanvullend aangewezen windenergiegebieden in het Programma Noordzee 2022-2027 (PN 2022-2027): IJmuiden Ver (noordelijke deel), Gebied 1: Nederwiek (noord en zuidelijk deel), Gebied 2: Lagelander (noord en zuidelijke deel) en Gebied 5 Oost: Doordewind.
- Scenario 3: Toekomstige routekaart 2040: naast de windenergiegebieden uit scenario 1 en 2 wordt ook gekeken naar alle mogelijke zoekgebieden zoals deze indicatief zijn geduid in het PN 2022-2027 (RK2040): Gebied 3, Gebied 4, Gebied 5 middenberm, Gebied 6 (inclusief het extra gebied aan de westzijde van Gebied 6, Gebied 7 en Gebied 8.

De verkeersdatabase uit scenario 1 is gebruikt voor de situatie waarbij het platform is gebouwd in Nederwiek 2 maar nog niet de windturbines. De verkeersdatabase uit scenario 2 is gebruikt voor de situatie dat ook het windpark is gebouwd. Voor beide routegebonden verkeersdatabases geldt dat ze zijn gebaseerd op AIS-data uit 2019. Dat betekent dat geen rekening is gehouden met toekomstige ontwikkelingen qua scheepvaartverkeer. Na het vastleggen van de verkeerstromen op basis van AIS, zijn per scenario de routes aangepast om ze "om" de windparken heen te routeren. Voor Nederwiek 2 betekent dit dat de oost-west gaande verkeersstromen door Nederwiek 2 zijn verplaatst naar zowel de noordelijke als zuidelijke zijde van het windpark.

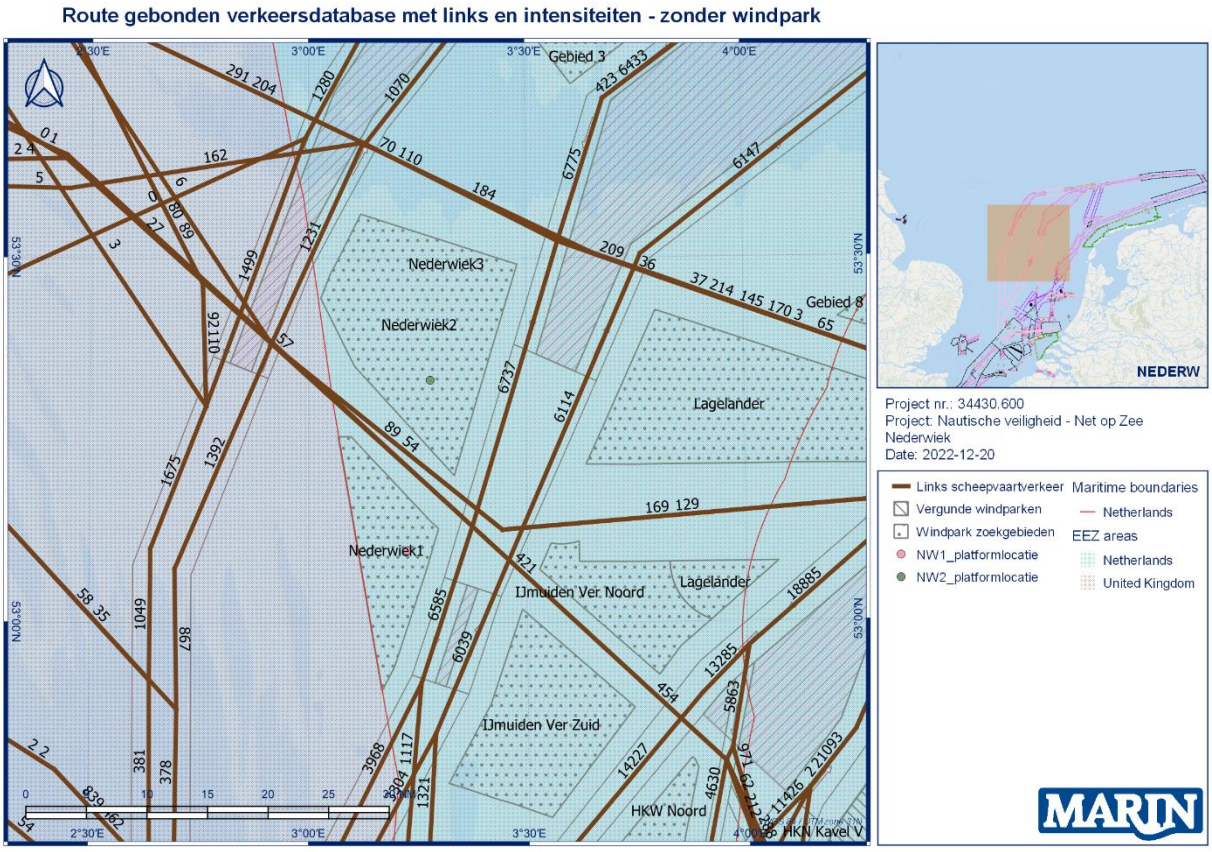
In Figuur 2-2 en Figuur 2-3 zijn de verkeersdatabases (bruine lijnen) respectievelijk weergegeven voor de situatie zonder en met gerealiseerd windpark.

[2] PAWP: Prinses Amalia WindPark

[3] OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee



Figuur 2-2 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabase zonder gerealiseerd windpark (bruine lijnen).



Figuur 2-3 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabase met gerealiseerd windpark (bruine lijnen).

Niet-routegebonden verkeer
De basis voor het niet-routegebonden verkeer is de AIS-data over 2019, verdeeld over gridcellen met een grootte van 4x4km, dit conform de uitgangspunten van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.].

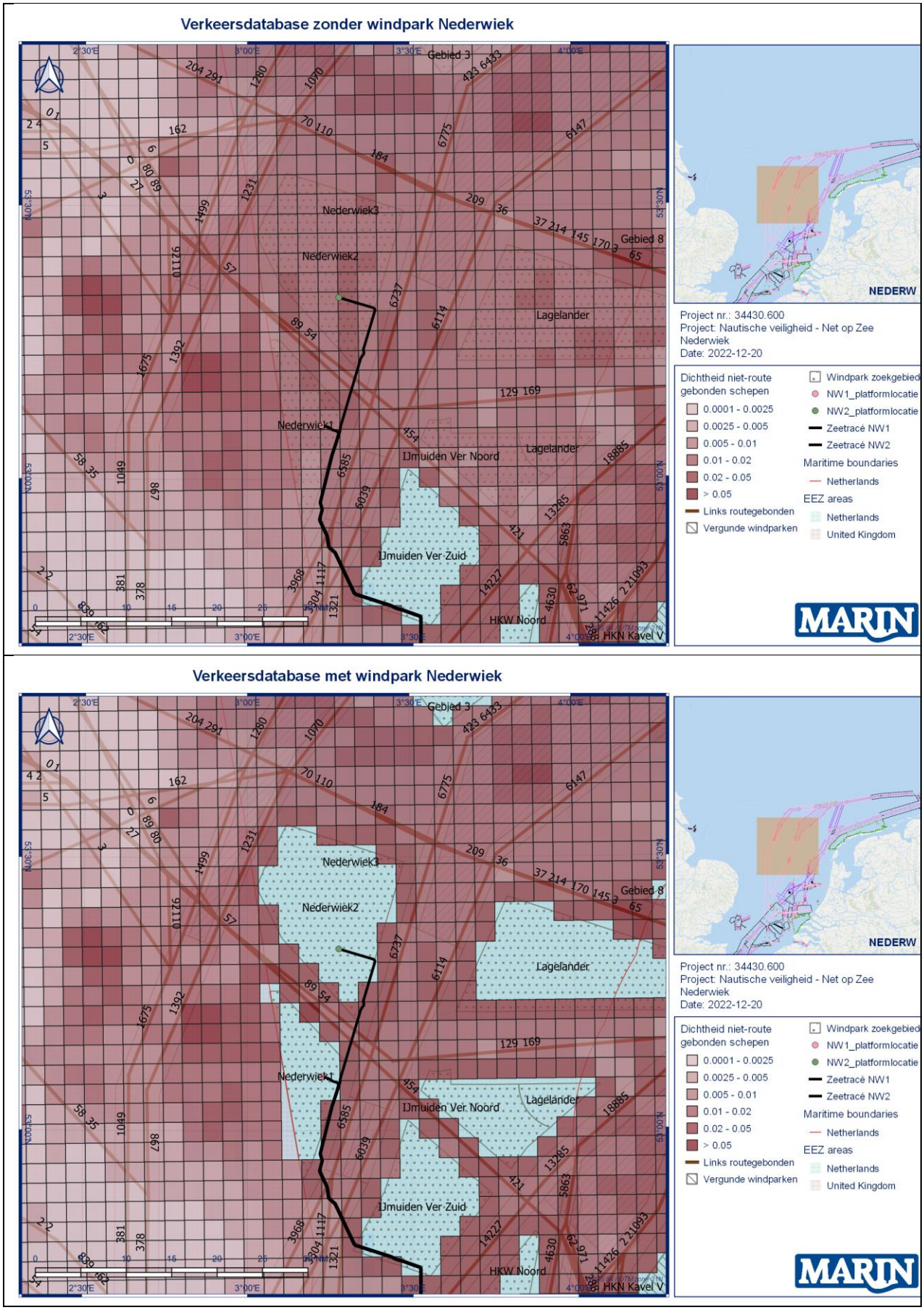
De aanvaar-en aandrijffrequenties door het niet-routegebonden verkeer is voor twee situaties uitgerekend: een situatie waarbij de windturbines nog niet gebouwd zijn en alle schepen dus op 500m van het platform mogen varen. En een situatie waarbij de schepen op grotere afstand zullen passeren door de aanwezigheid van de windturbines.

Voor de situatie zonder windpark is gebruik gemaakt van de niet-routegebonden verkeersdatabase voor scenario 1 (routekaart 2030) van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.].

Voor de situatie met windpark is gebruik gemaakt van de niet-routegebonden verkeersdatabase voor scenario 2 (versnellingsopgave routekaart 2030+) van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.]. Het in het Programma Noordzee 2022-2027 vastgestelde beleid rond doorvaart is dat er geen integrale doorvaart mag plaatsvinden. Het verkeer dat zich eerst binnen de grenzen van het windenergiegebied bevond is verplaatst naar de randen rond het gebied.

Het modeleren van de windturbines als obstakels die de aandrijf-/vaarkans met het platform verlagen is geen onderdeel van de SAMSON-modelering.

De totale verkeersdatabase (route en niet-routegebonden verkeer) voor de situatie zonder windpark is weergegeven aan de bovenkant van Figuur 2-4. Aan de onderkant is de situatie weergegeven waarbij het park gebouwd is.



Figuur 2-4 Totale verkeersdatabases gebruikt binnen de berekeningen (boven: situatie zonder windpark Nederwiek, onder: situatie met windpark Nederwiek)

2.2.3 Platform karakteristieken

In onderstaande Tabel 2-1 staan de gebruikte platform karakteristieken. Omdat de oriëntatie van het platform nog onbekend is, is in overleg met de opdrachtgever gekozen voor een worst-case benadering waarbij een contour wordt gebruikt dat voldoende groot is om een platform van 110 bij 80 meter in iedere mogelijke oriëntatie te plaatsen. Na doorrekening van de aanvaar- en aandrijffrequenties met SAMSON is de locatie van het platform gewijzigd. De effecten hiervan zijn kwalitatief beoordeeld in paragraaf 2.3.

Tabel 2-1 Karakteristieken platform Nederwiek 2

	Positie (WGS84)		Lengte (m)	Breedte (m)	Oriëntatie
	Latitude	Longitude			
Platform (SAMSON)	53º 19’ 58.08’’ N	03º 16’ 47.316’’ E	136	136	-
Platform (gewijzigd)	53º 19’ 54.522’’ N	03º 17’ 7.095’’ E			

2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ERTV

De aanvaar- en aandrijffrequenties in deze studie zijn bepaald zonder de aanvullende risico reducerende maatregel van een ERTV (emergency response towing vessel). De Nederlandse Kustwacht beschikt over drie ERTV’s welke stand-by staan en die in geval van een incident ingezet kunnen worden. Het betreft de Guardian met als thuishaven Den Helder, Multraship Protector met als thuishaven Terneuzen en Multraship Commander met als thuishaven Rotterdam. De Guardian kiest bij windsterktes vanaf 5 bft een strategische positie op de Noordzee om snel driftende of in nood verkerende schepen op sleeptouw te nemen en drenkelingen aan boord te nemen. De Multraship Protector wordt ingezet voor windpark Hollandse Kust Zuid (HKZ) en de Multraship Commander voor windpark Borssele.
Een ERTV kan alleen een aandrijving van een platform voorkomen door het driftende schip op sleep te nemen voordat ze tegen het platform drijft. Een aanvaring (rammen) kan niet voorkomen worden door een ERTV. Wel kunnen de consequenties voor mensen in het water verkleind worden door een snelle reactie.

Het gebruik van een ERTV is in deze studie niet als uitgangspunt genomen. Dit resulteert in een worst-case benadering. Nederwiek 2 ligt met circa 50nm vanaf de dichtstbijzijnde ERTV in windpark HKZ behoorlijk ver op zee wat de tijdige inzetbaarheid van de ERTV beperkt.

2.3 Resultaten voor platform

Het resultaat van de risicoberekeningen zijn de aanvaar- en aandrijffrequenties van het platform per jaar. Om meer inzicht te geven in de mogelijke consequenties van de aanvaringen/aandrijvingen worden de resultaten gepresenteerd per beschikbare kinetische energie bij impact. Deze beschikbare kinetische energie is bepaald op basis van de massa van de schepen en de verwachte snelheid tijdens de impact. De massa is bepaald op basis van de gemiddelde afmetingen per scheepstype en scheepsgrootte klasse. Voor de snelheid bij een aanvaring (rammen) wordt 90% van de service speed van de schepen genomen. De driftsnelheid is afhankelijk van de stroom, wind en scheepstype (windoppervlak).

De totale verwachte aanvaarkansen worden gegeven in Tabel 2-2, Tabel 2-3 en Figuur 2-5. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Nederwiek 2 platform is 3.69E-3 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 271 jaar. De relatief grotere kans op aanvaren wordt veroorzaakt door hogere scheepsintensiteiten ter plaatse van het te realiseren platform. Deze verhoogde verkeersintensiteit wordt met name veroorzaakt door vissersactiviteiten. In de scheepsintensiteiten voor de vissers, vergeleken tussen 2017, 2019 en 2021, is een trend zichtbaar waarbij de visactiviteiten zijn toegenomen

ter plaatse van windpark Nederwiek, zie APPENDIX 1. Onbekend is of de AIS-dekking in dit gebied is verbeterd. Wel duidelijk is dat het platform wordt gebouwd in een gebied dat door de jaren heen gebruikt wordt als visgebied, er is geen sprake van tijdelijke visactiviteiten.

In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 1.88E-4 (eens in de 5322 jaar). Deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door het verplaatsen van de niet-route gebonden schepen naar buiten het windpark, waarmee de afstand tot het platform toeneemt. Het effect van de situatie met het windpark heeft ook deels invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer als gevolg van het verleggen van de oost-west georiënteerde routes.

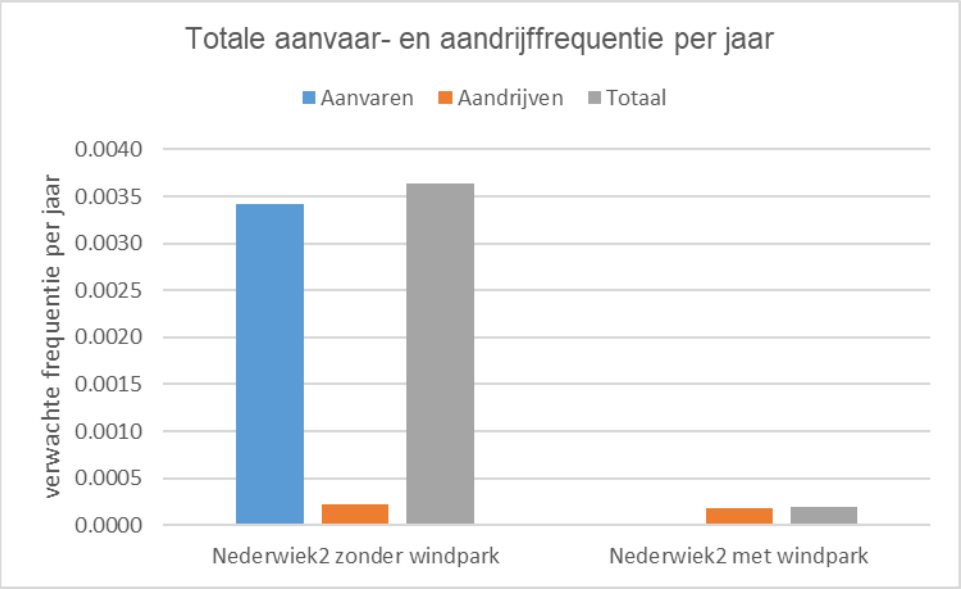
De locatie van het platform is na het uitvoeren van de kwantitatieve analyse met SAMSON gewijzigd en circa 380 meter naar het zuidwesten geschoven. De verwachting is dat het effect hiervan valt binnen de bandbreedte van de aanvaar- en aandrijffrequenties met en zonder windpark. Het platform ligt door de verschuiving dichter bij het verkeersscheidingsstelsel (VSS) en daarmee bij het route gebonden verkeer waardoor de kans met route gebonden verkeer ligt zal toenemen. De kans op aanvaren en aandrijven wordt echter gedomineerd door de aanvaarkans van niet-route gebonden verkeer in het geval dat het windpark nog niet gebouwd is. De gewijzigde positie van het platform ligt daarmee in een vergelijkbare visserij-dichtheid en zal naar verwachting niet substantieel wijzigen.

Tabel 2-2 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar voor het platform Nederwiek 2

Verkeers-situatie	Platform	Verwachte frequentie per jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Situatie zonder windpark	Nederwiek2	4.14E-05	3.42E-03	3.46E-03	1.64E-04	5.80E-05	2.22E-04	3.69E-03
Situatie met windpark	Nederwiek2	1.09E-06	1.55E-06	2.64E-06	1.57E-04	2.81E-05	1.85E-04	1.88E-04

Tabel 2-3 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties (eens in de … jaar) voor Nederwiek 2

Verkeers-situatie	Platform	Eens in de … jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Situatie zonder windpark	Nederwiek2	24135	292	289	6089	17227	4499	271
Situatie met windpark	Nederwiek2	918860	644642	378852	6363	35585	5397	5322

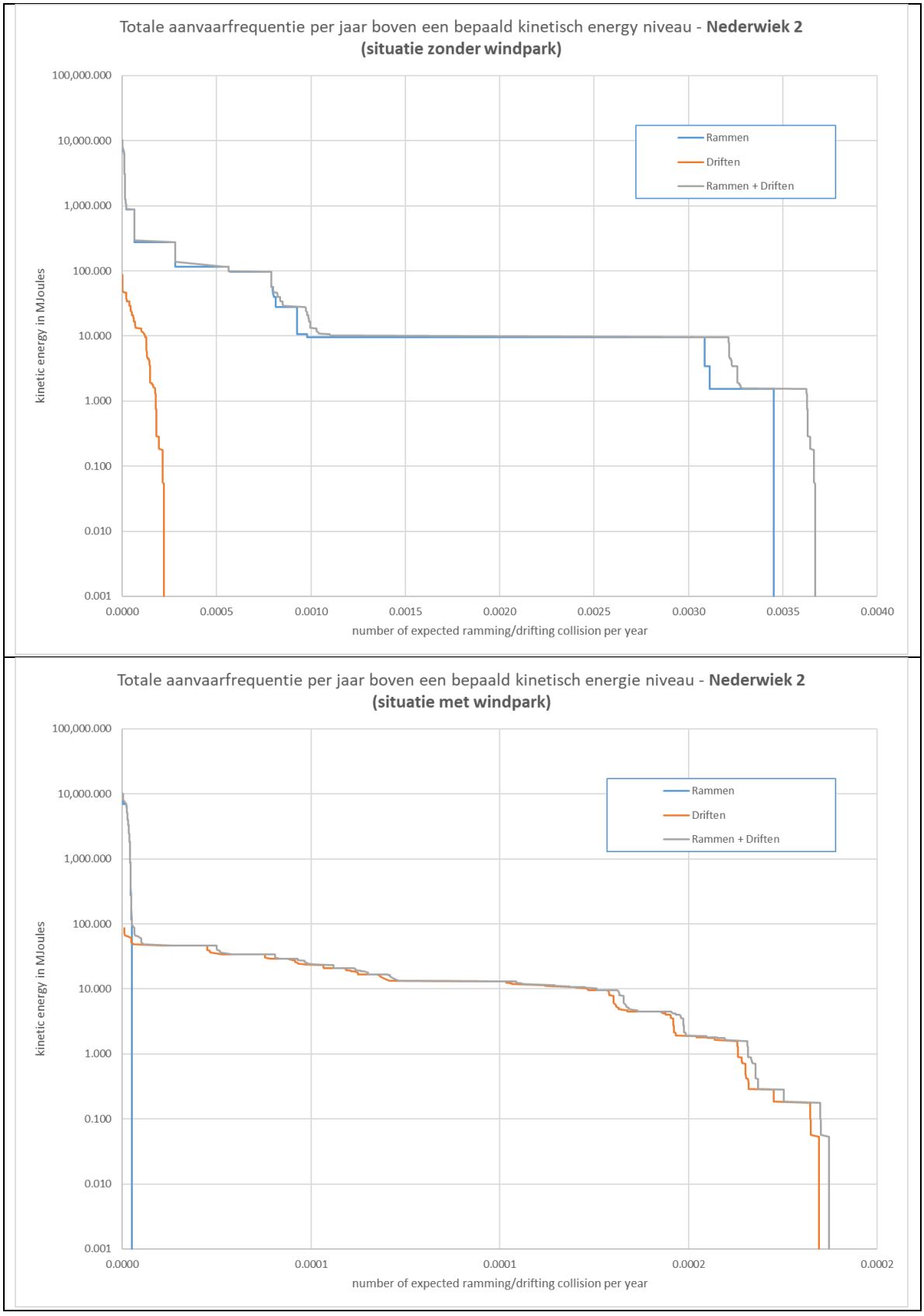


Figuur 2-5 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor het platform Nederwiek 2

Tabel 2-4 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per energie klasse

Energie Klasse [MJoules]	Situatie zonder windpark	Situatie met windpark
<1	0.000061	0.000022
1-3	0.000367	0.000017
3-5	0.000044	0.000015
5-10	0.002113	0.000008
10-15	0.000107	0.000055
15-50	0.000195	0.000066
50-100	0.000238	0.000003
100-200	0.000283	0.000000
>200	0.000280	0.000002
Totaal	0.003687	0.000188

Tenslotte is op basis van de massa en de verwachte snelheid van de schepen die het platform aanvaren of aandrijven de kinetische energie bepaald tijdens de aanvaring of aandrijving. Deze energie geeft een indicatie van de mogelijke gevolgschade aan het platform. In Tabel 2-4 is de totale frequentie per energieklasse weergegeven. In Figuur 2-6 zijn de verdelingen grafisch weergegeven.



Figuur 2-6 Totale aanvaarfrequentie boven een bepaald kinetisch energie niveau (boven in de situatie zonder windpark, onder in de situatie met windpark)

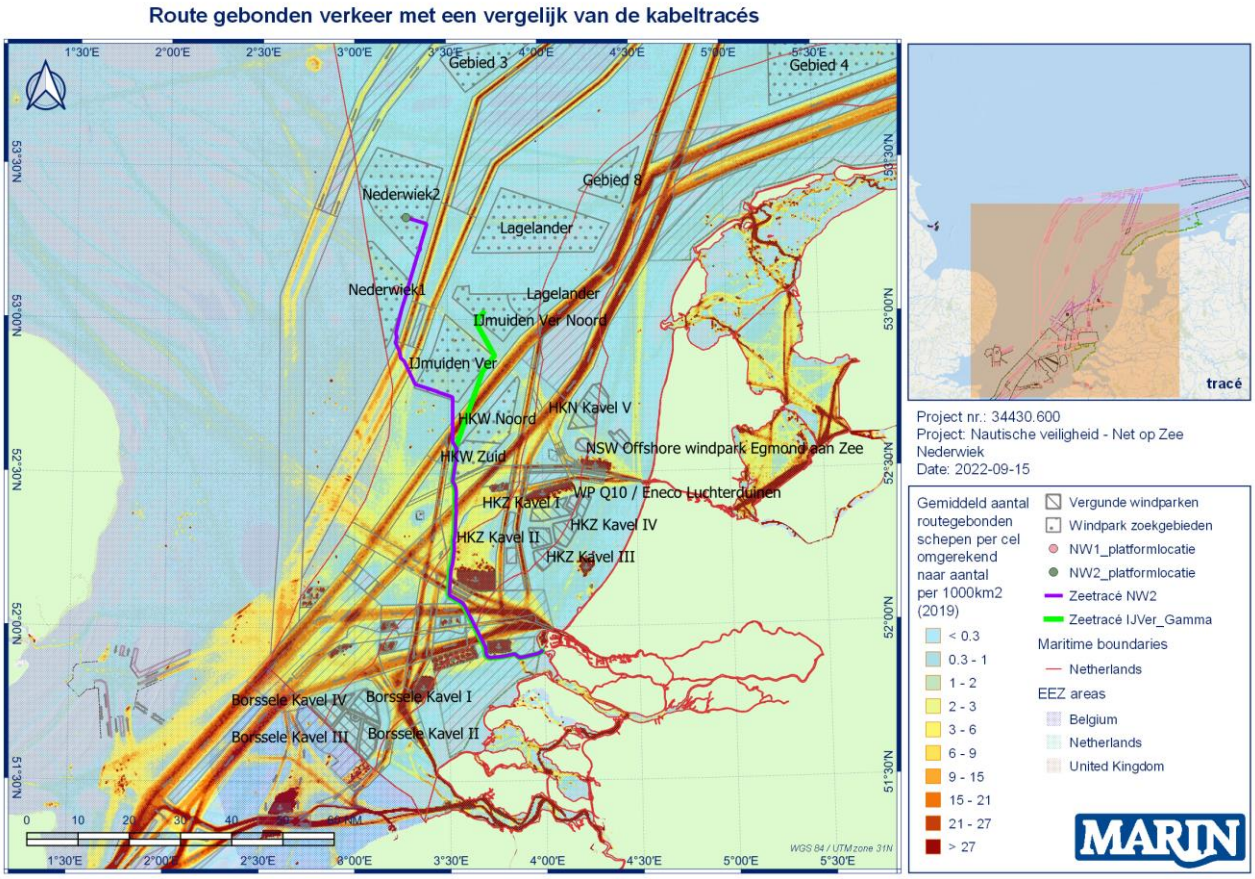
3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ

3.1 Inleiding

Onderdeel van de MER-procedure voor de export kabel van windenergiegebied Nederwiek 2, is het onderzoeken van het effect van de aanleg en onderhoud van het offshore deel van kabel op de scheepvaartveiligheid.
Voor het huidige onderzoek is de studie naar IJmuiden Ver Gamma [Ref 4.] als uitgangspunt genomen omdat de tracés voor een groot gedeelte vergelijkbaar zijn, zie ook Figuur 3-1. Hierbij is gebruikt gemaakt van AIS-data van 1 januari 2019 tot en met 31 december 2020. De tracés zijn niet geheel vergelijkbaar, de verschillen zijn:

- Het verkeersscheidingstelsel (VSS) ten zuiden van IJmuiden Ver wordt onder een andere hoek overgestoken;
- Voor Nederwiek 2 is sprake van een extra kruising van de VSS (de oostelijke diepwaterroute) tussen IJmuiden Ver en Nederwiek 2;
- Kruising noordwest-zuidoost georiënteerde corridor ter hoogte van de Nederwiek windparken.

Daar waar de studie naar de kabels voor IJmuiden Ver Gamma niet toereikend is, is gebruikt gemaakt van de intensiteiten per link/scheepvaartroute uit de cumulatieve studie met een doorkijk naar 2040 [Ref 3.]. Daarnaast zijn de intensiteiten geverifieerd met binnen MARIN beschikbare passages op basis van AIS-data van 1 januari 2020 tot en met 31 december 2021. Bij relevante afwijkingen tussen deze bronnen is gekozen voor het hoogste aantal passages als zijnde het worst-case scenario.



Figuur 3-1 Weergave routegebonden verkeer met tracés Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Gamma

3.2 Werkwijze

Voor het bepalen van de effecten op de scheepvaart tijdens de aanleg wordt gekeken naar de locaties waar de kabel drukke bestaande (en eventueel toekomstige) verkeersroutes kruist.

Per kruising is de verkeersintensiteit over de relevante verkeersbaan weergegeven. Daarnaast zijn per kruising enkele relevante parameters bepaald:

- het totaal aantal passerende schepen (routegebonden) per jaar
- het verwachte aantal passerende schepen (routegebonden) per dag en per uur
- lengte van de aanlegroute in de vaarbaan
- tijd in uren in de vaarbaan van de schepen die de kabel aanleggen, gebaseerd op een vaarsnelheid van 0,1 knopen
- het aantal verwachte ontmoetingen met passerende scheepvaart tijdens de aanleg in de verkeersbaan.

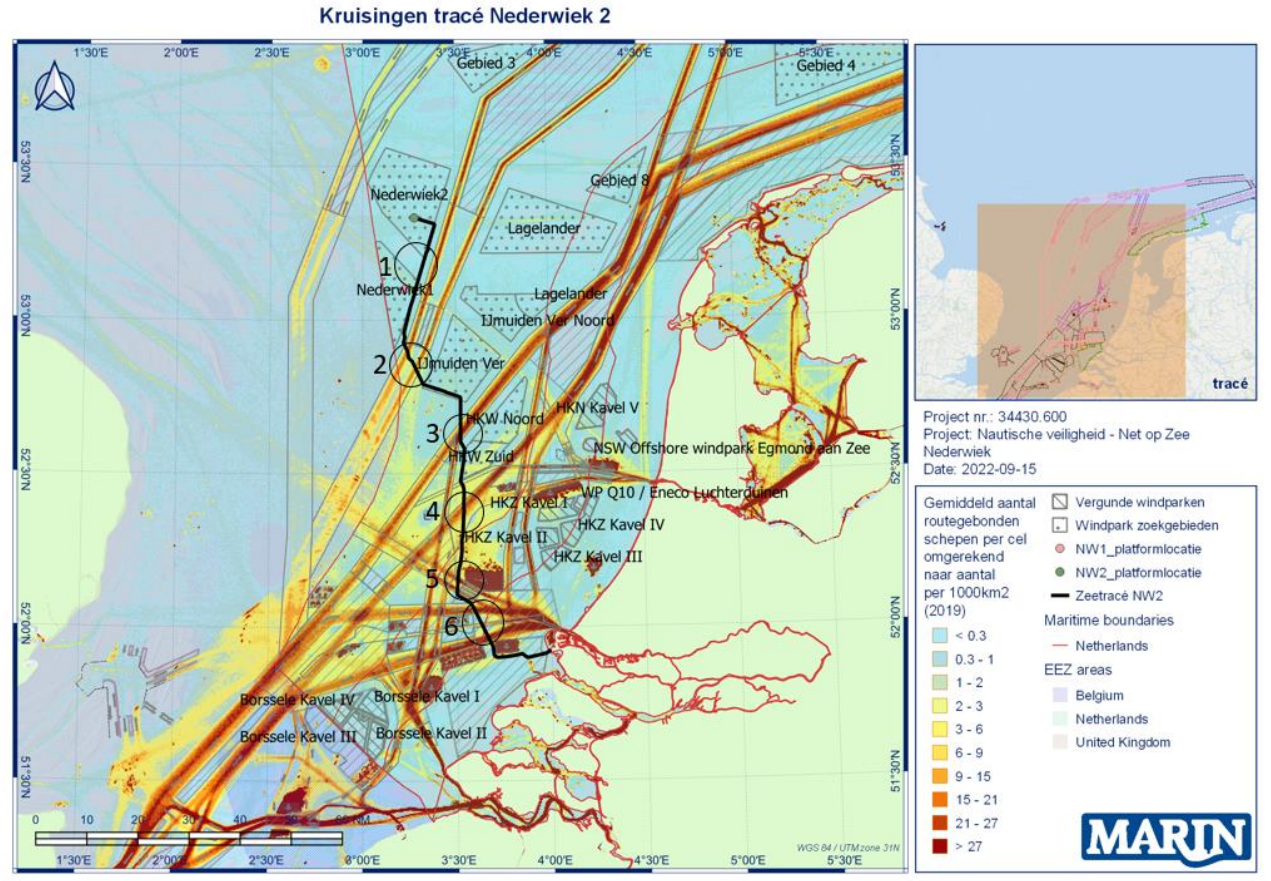
Naast de cijfers is ook gekeken naar de mogelijke andere factoren die een rol kunnen spelen in de beoordeling, zoals de passage van een voorzorggebied of haveningang.

De getallen en factoren zijn samengevat in een tabel. In de tabel is per kruising weergegeven hoeveel routegebonden schepen er passeren per jaar, gemiddeld per dag en per uur. Hierbij is aangenomen dat de verdeling over de tijd van de schepen uniform is, dit betekent dat de schepen evenredig verdeeld over de tijd passeren.

Vervolgens is een schatting gedaan van de lengte van de kruising, dit is dus niet de breedte van de vaarweg, maar de lengte van het kabeltracé in de vaarbaan. Aangenomen is dat de verwachte gemiddelde vaarsnelheid van het aanlegkonvooi van het kabeltracé rond de 0,1 knopen is. Hiermee is bepaald hoe lang het konvooi waarschijnlijk in de vaarbaan zal zijn. Dit is vervolgens gebruikt om te bepalen hoeveel schepen het konvooi waarschijnlijk tegen zal komen. Het gaat hierbij dus om een grove inschatting. Er is bijvoorbeeld aangenomen dat het verkeer dat passeert ’s nachts en overdag gelijk is. Ook is er geen rekening gehouden met eventuele seizoen effecten.
Ten slotte is er per kruising nog aangegeven of de vaarweg eenrichtings- of tweerichtingsverkeer bevat of dat er andere bijzonderheden zijn ten aanzien van de kruising.

3.3 Beoordeling: Kabeltracé Nederwiek 2

In Figuur 3-2 is het volledige offshore deel van de kabel naar Nederwiek 2 weergegeven, daarnaast is ook de verkeersdichtheid van het route gebonden verkeer zichtbaar. Op basis van deze dichtheid en de analyses uitgevoerd in 2021 [Ref 5.] en 2022 [Ref 4.] zijn 6 gebieden aangewezen waar de kabel een drukke vaarbaan kruist, deze zijn aangegeven in de figuur. Voor deze 6 gebieden zijn in Tabel 3-1 de verschillende kengetallen weergegeven waarop de beoordeling gebaseerd is.



Figuur 3-2 Kabeltracé Nederwiek 2, verkeersdichtheid route gebonden verkeer inclusief de 6 gebieden waar het kabeltracé de drukke verkeersbanen kruist.

Tabel 3-1 Overzicht factoren voor de effect beoordeling op de scheepvaartveiligheid in de aanlegfase kruispunten

Nederwiek 2	Passages route gebonden schepen totaal per jaar	Gem aantal passages per dag	Gem aantal passages per uur	Lengte kruising [nm]	uur in de vaar baan[4]	Aantal mogelijke ontmoetin gen	Opmerkingen
Gebied 1: doorvaartzone tussen Nederwiek 1&2	382	1	0.04	4.5	45	2	Twee gescheiden VSS vaarbanen in twee richtingen
Gebied 2: Oostelijke diepwater route	12624	35	1.44	8.0	80	115	Tweerichting-verkeersvaarbaan
Gebied 3: Zuid gaande VSS	14426	40	1.6	4.1	41	68	Eenrichting-verkeersvaarbaan
Gebied 4: Noordgaande VSS en passage voorzorgsgebied	17032	47	1.9	11.6	116	154	Totale kruising van een eenrichting verkeersbaan en twee tweerichting-verkeersvaarbanen
Gebied 5: VSS Maas Noord	14316	39	1.6	4.0	40	33	Twee gescheiden eenrichting VSS, smalle vaarbanen met weinig tot geen uitwijkmogelijkheden door ankergebied
Gebied 6: Kruising approach Rotterdam	29803	82	3	9	94	115	Totale kruising van twee eenrichting verkeersbaan in voorzorgsgebied Maas Center. Inclusief extra kruising diepwaterroute
Totaal	**88583**	**243**	**10**	**42**	**416**	**487**	**-**

Observaties en beoordeling:

- Totaalaantal gepasseerde individuele vaarbanen: 11 (binnen 6 gebieden, 2 kruisingen binnen aanloop richting Rotterdam).
- Totale geschatte uren in de verschillende vaarbanen: 416 uur.
- Totaalaantal geschatte “ontmoetingen” met schepen in de vaarbaan tijdens de aanleg: 487.
- Kruising 1 wordt gebruikt door o.a. de ferry tussen IJmuiden en Newcastle, kent een lage verkeersintensiteit en is overzichtelijk.
- De kruising ver op zee (gebied 3) is overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. Dit geldt in mindere mate voor gebied 2 waarbij sprake is van tweerichtingsverkeer en splitsing van vaarwegen bij de separatiezone ‘Nabij Bruine Bank’.
- Het kabeltracé passeert de grens van het voorzorgsgebied Rijnveld (gebied 4). Binnen dit gebied komen verschillende vaarroutes samen vanuit verschillende richtingen. Tijdens een expert sessie begin 2020 is door de experts aangegeven dat dit een complex vaargebied is waarbij verschillende vaarroutes kruisen [Ref 2.]. Echter staat het gebied wel als voorzorgsgebied op de kaart aangeven wat maakt dat men meer alert is.
- De kruising van het verkeersscheidingsstelsel (VSS) Maas Noord West (gebied 5) wordt door experts als zeer complex omschreven [Ref 2.]. VSS Maas Noord West bestaat uit twee relatief smalle gescheiden vaarwegen (beide 1.3 nm) met aan de noordkant een druk bezet ankergebied (Ankergebied 5). Er is dus weinig tot geen mogelijkheid tot uitwijken. Het oordeel van de expert tijdens de sessie was gebaseerd op een variant waarbij de VSS haaks

[4] Bij aangenomen vaarsnelheid van aanlegkonvooi van 0,1 kn

werd overgestoken. Het kabeltracé beschouwd binnen deze aanvulling kruist de VSS onder een schuinere hoek met als effect dat het konvooi langer in het gebied zal zijn.

- De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center (gebied 6), vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS (vessel traffic service).

4 CONCLUSIES

4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform

Voor het platform binnen Nederwiek is gekeken naar het effect van de aanwezigheid van het platform op de scheepvaartveiligheid. Hierbij zijn de resultaten weergegeven voor twee verschillende verkeersscenario's:

- De situatie zonder dat het windpark erom heen gebouwd is (huidige situatie). Hierbij is het uitgangspunt dat er geen beperkingen zijn voor de scheepvaart om te varen in het gebied, anders dan de 500m veiligheidszone rond het platform.
- De situatie waarbij het windpark gebouwd is (situatie met windpark). Hierbij is uitgegaan van het huidige beleid aangaande de doorvaart door windparken. Het uitgangspunt is dat schepen alleen door het windpark mogen varen in vooraf vastgestelde passages (schepen tot 46m). Overig verkeer, uitgezonderd bestemmingswerkverkeer, mag niet in de parken varen.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Nederwiek 2 platform is 3.69E-3 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 271 jaar, en wordt met name veroorzaakt door een hoge intensiteit van aanwezige vissers. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 1.88E-4 (eens in de 5322 jaar). Deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-routegebonden schepen. Deze schepen varen in de situatie met het windpark verder van het platform af.

Het effect van het offshore platform binnen windpark Nederwiek op de scheepvaartveiligheid is gering in de fase waarbij het platform volledig "omringd" is door het windpark maar negatief in de fase waarbij nog geen restricties bestaan voor het huidige scheepvaartverkeer. Met name de intensiteit van vissers ter plaatse van het platform is een aandachtspunt.

4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

In totaal zijn 11 kruisingen met individuele vaarbanen beoordeeld. De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center, vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS. De kruising langs het voorzorgsgebied Rijnveld is complexer. Echter de kruising van het VSS Maas Noord West op de locatie vlak bij het ankergebied werd door experts als zeer complex aangewezen, mede door de beperkte uitwijkmogelijkheden. De kruisingen ver op zee zijn meer overzichtelijk en er zijn meer uitwijkmogelijkheden. De kruising (gebied 2) met de oostelijke diepwaterroute, nabij separatiezone 'Nabij Bruine Bank' is minder overzichtelijk dan de kruising bij de zuidgaande VSS (gebied 3) in verband met twee richtingsverkeer en splitsende dan wel samenvoegende vaarbanen.
Het totaalaantal mogelijke ontmoetingen met schepen in de vaarbanen wordt geschat op 487. Daarmee wordt het effect op de scheepvaartveiligheid als negatief ingeschat.

REFERENTIE

[Ref 1.] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar

WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen.

MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019

[Ref 2.] Y. Koldenhof

Input effectbeoordeling scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver (Versie 1.1)

MARIN, 32563_MEMO_EffectenScheepvaartveiligheid_IJmuidenVer_v1.1, 16 april 2020

[Ref 3.] Y. Koldenhof

SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040

MARIN, 31797-1-MO-rev.1.0, augustus 2022

[Ref 4.] A. Nap

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee IJmuiden Ver Gamma

MARIN, 33904-1-MO-rev.1.1, 24 mei 2022

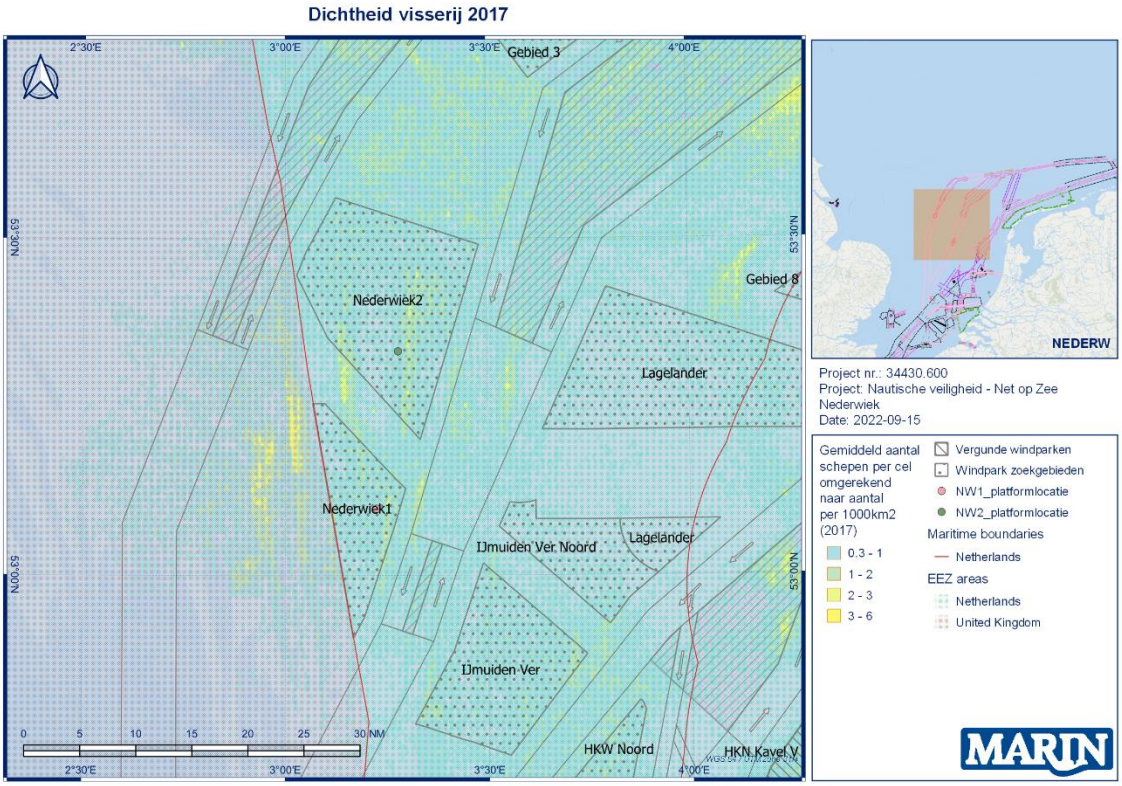
[Ref 5.] Y. Koldenhof

Nautical Risk Assessment of the Offshore Cable: IJmuiden Ver (Alpha, Beta, Gamma and Deltas)

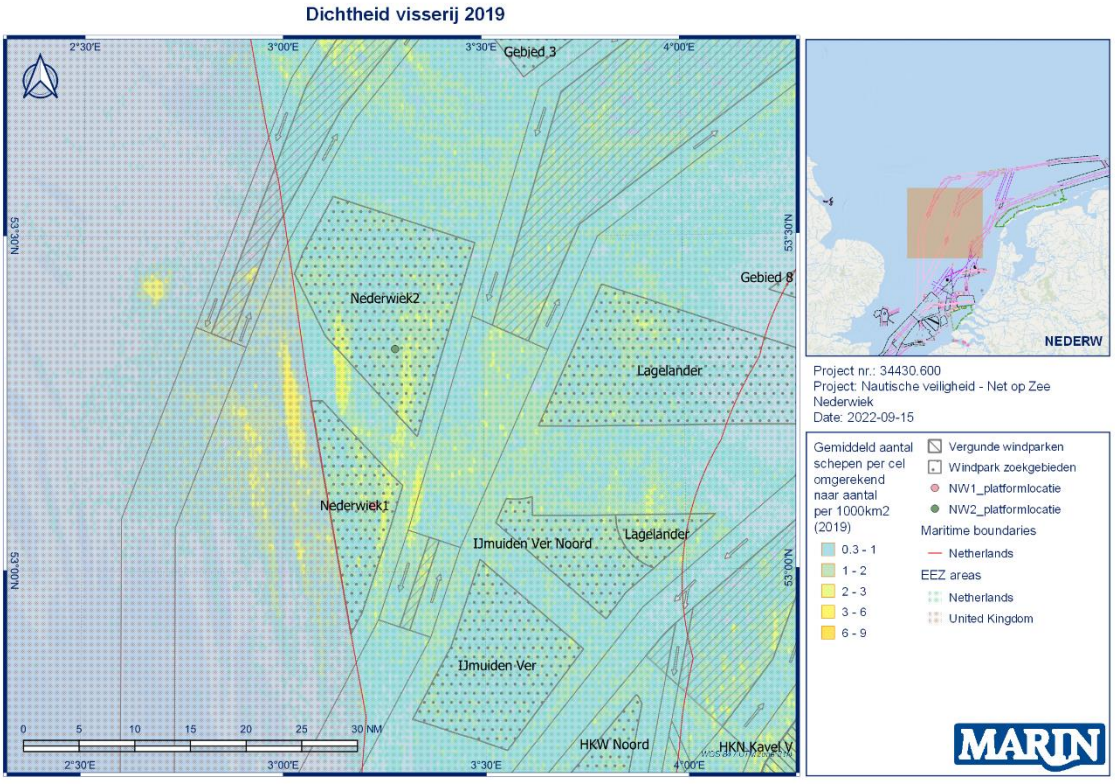
MARIN, 33889-1-MO-rev.0.2, 28 March 2022

APPENDICES

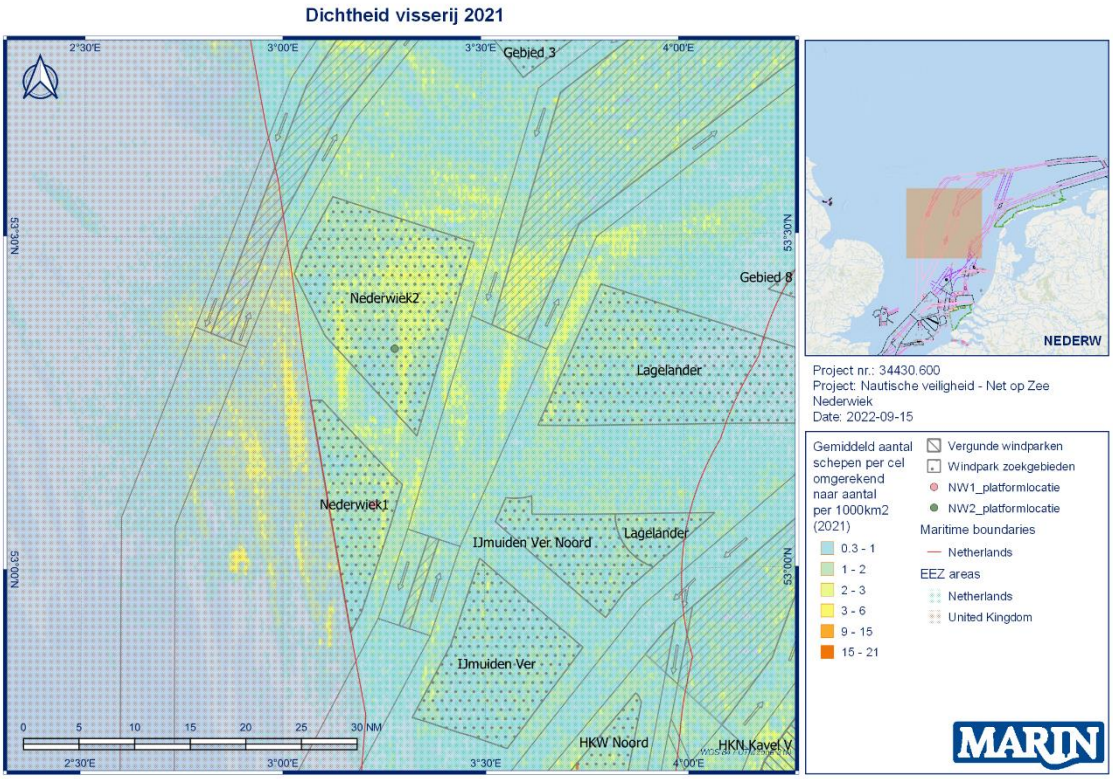
APPENDIX 1 DICHTHEDEN SCHEEPVAARTVERKEER VISSERIJ



Figuur A1-1 Dichtheid visserij in 2017



Figuur A1-2 Dichtheid visserij in 2019



Figuur A1-3 Dichtheid visserij in 2021

M A R I N
P.O. Box 28

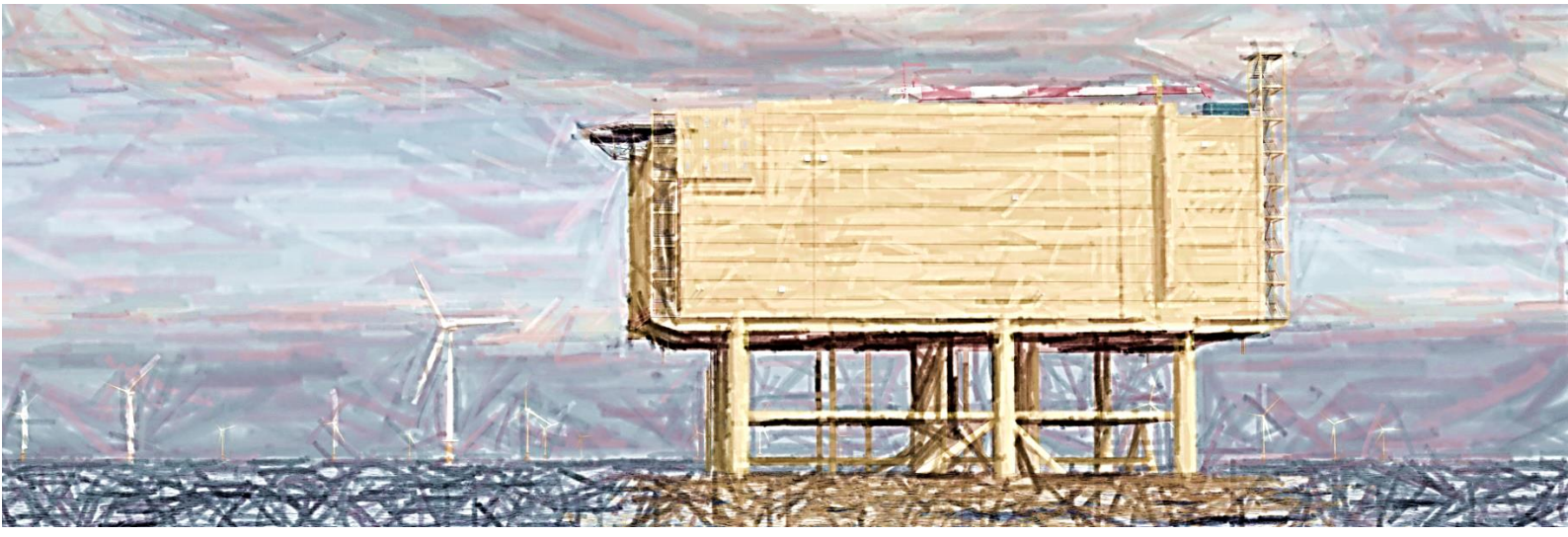
6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl

Net op zee Nederwiek 2

Bijlage XII-A Stabiliteit waterkeringen



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 2
2 Achtergrond en gegevens 2
2.1 Kruising Maasvlakte-waterkering 3
2.2 Converterstation 5
3 Beoordeling per deelgebied 6
3.1 Beoordeling kruising Maasvlakte-waterkering 6
3.2 Beoordeling converterstation 7
4 Conclusie 8
Colofon 9

1 Inleiding

Deze rapportage betreft een quickscan van de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 2 in of nabij waterkeringen. Het betreft het kabeltracé waar deze waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt. Daarnaast is ook de locatie van het converterstation onderzocht. Hiervoor is het wenselijk om vooraf en op hoofdlijnen (zonder vergaande inhoudelijke berekeningen) helder te hebben of en waar significante effecten zijn te verwachten met waterveiligheid.

Op basis van expert judgement is in deze memo beoordeeld of er aanleiding is om effecten te verwachten met betrekking tot het aspect waterveiligheid. Een aantasting van de stabiliteit van een waterkering kan een negatief effect hebben op waterveiligheid en daarmee op het overstromingsrisico van gebieden beschermd door waterkeringen. In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: de aanlegfase en de gebruiksfase. Daarnaast is er met betrekking tot het kabeltracé op land gekeken naar twee manieren van aanleg, namelijk door middel van:

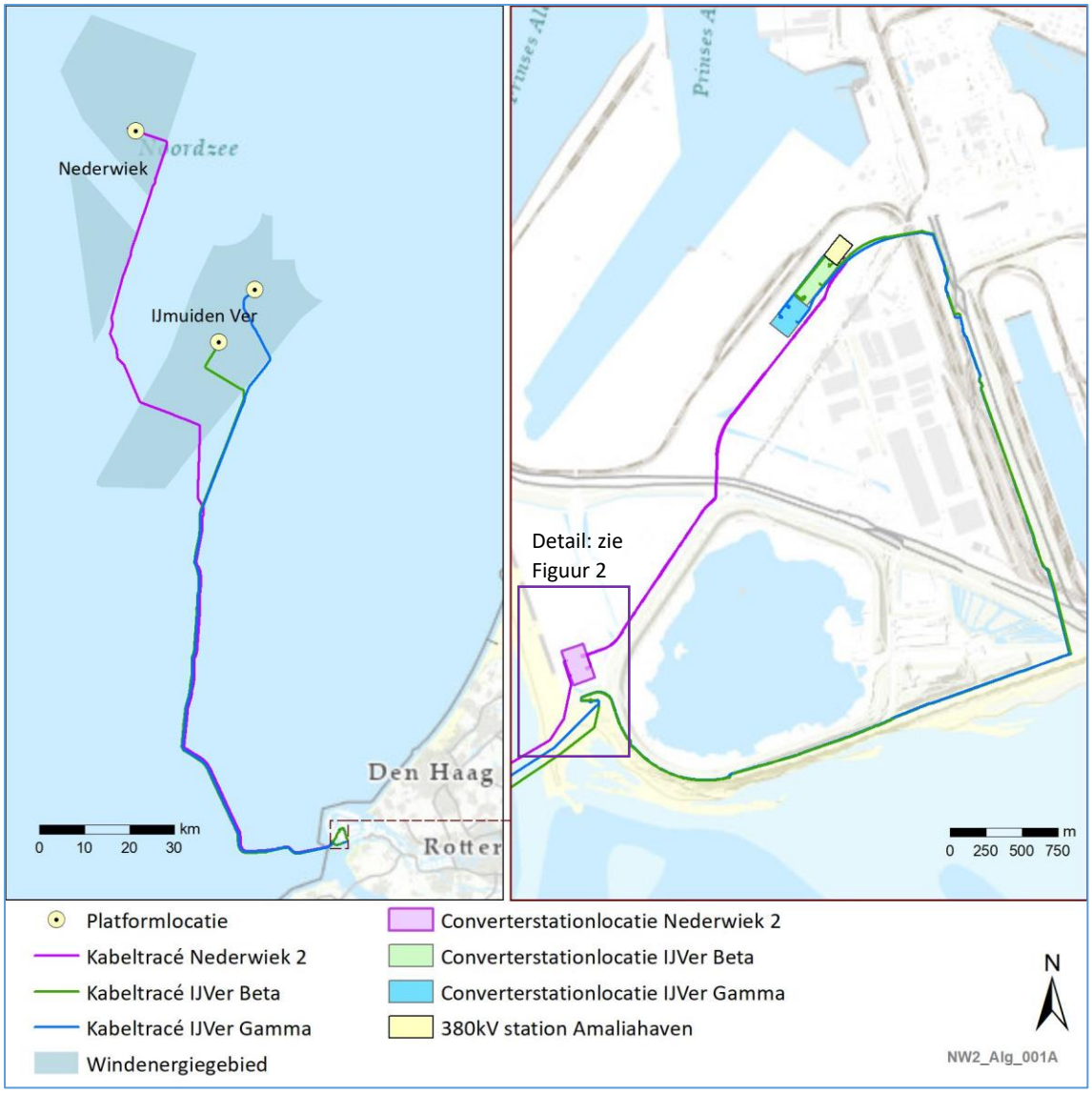
- Open ontgravingen;
- Boringen.

Met name de boringen die onder de waterkering doorlopen hebben in potentie de grootste bijdrage in het vergroten van het overstromingsrisico. De boringen onder waterkeringen door zijn echter al in detail uitgewerkt (conform de geldende NEN-normen, NEN3650/3651) zodat een goed beeld gevormd kan worden van het overstromingsrisico.

In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt in twee situaties, namelijk: de aanlegfase en de gebruiksfase. De beoordeling is gedaan op basis van expert judgement en de ligging van het kabeltracé ten opzichte van de waterkering en haar beschermingszones indien aanwezig.

2 Achtergrond en gegevens

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 sluit aan in het zuidwesten van de Tweede Maasvlakte (zie Figuur 1) en kruist daar de waterkering. Deze waterkering is ter bescherming van de Maasvlakte en is in beheer bij Rijkswaterstaat. Aan de binnenzijde van die waterkering sluit het kabeltracé vrijwel direct aan op het geplande converterstation Nederwiek 2, dat aan de binnenzijde van de waterkering is gesitueerd. In Figuur 1 zijn tevens ter indicaties de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma opgenomen. De beoordeling daarvan op de waterveiligheid is in eerdere rapportages opgenomen. Deze kabeltracés volgen een andere route langs en over de waterkering. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 is qua waterveiligheid minder complex dan Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma, omdat het alleen de kruising met de Maasvlakte-waterkering betreft, aangevuld met een beoordeling van het converterstation ten opzichte van de waterkering.



Figuur 1 Overzicht kabeltracé Net op zee Nederwiek 2 (inclusief kabeltracés Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma)

2.1 Kruising Maasvlakte-waterkering

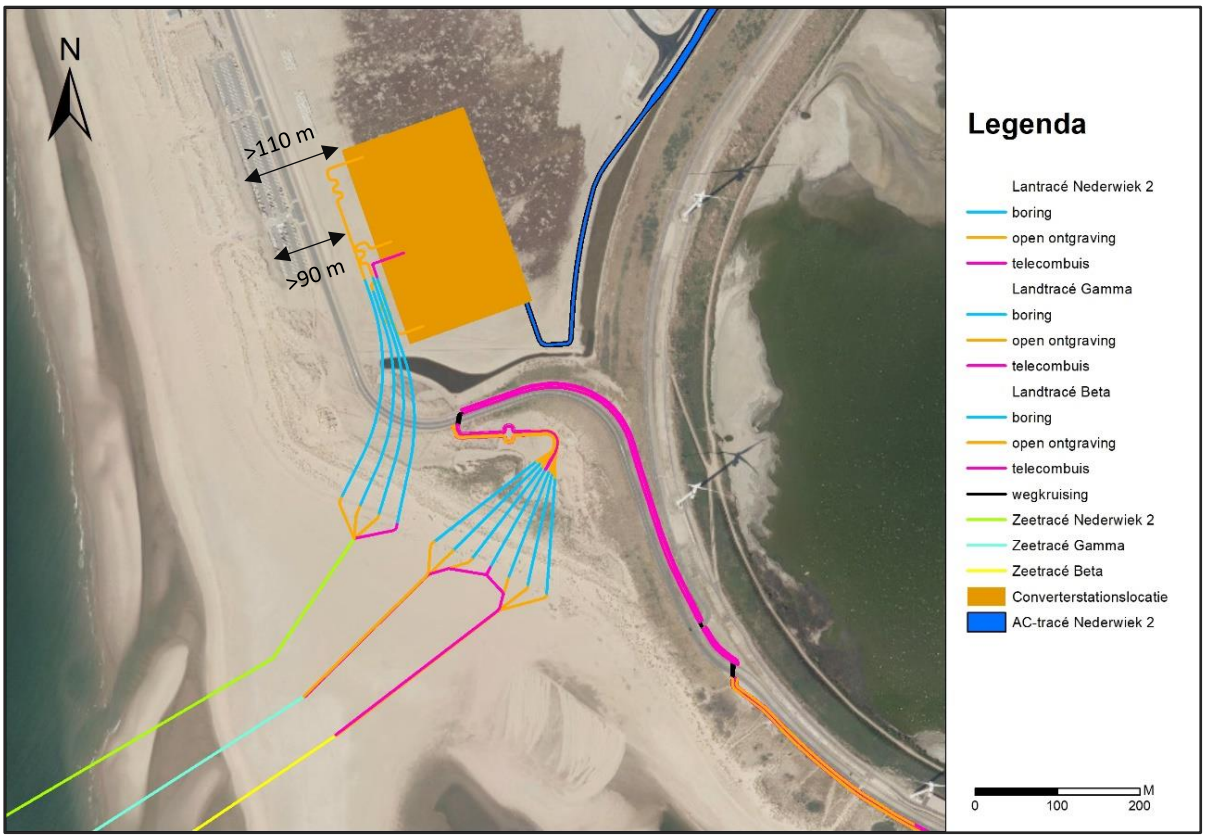
Het kabeltracé van zee naar land vindt plaats door middel van boringen onder de waterkering door. Daarna gaat het kabeltracé verder in een korte open ontgraving (circa 150 m) parallel aan de weg (Maasvlakteboulevard) richting het noorden om vervolgens direct aan te sluiten op het converterstation, zie Figuur 2.

De waterkering aan de rand van de Tweede Maasvlakte heeft geen wettelijke status, maar is wel met de destijds geldende eisen aangelegd (voor vergelijkbare waterkeringen aan de kust) en wordt door Rijkswaterstaat ook zo beheerd en onderhouden. Voor de beoordeling van de waterveiligheid zijn vergelijkbare eisen gehanteerd als in het MER voor het windpark van de Tweede Maasvlakte[1], namelijk:

- Overschrijdingskans van de waterstand 1:10.000 per jaar

[1] https://commissiemer.nl/projectdocumenten/00007579.pdf

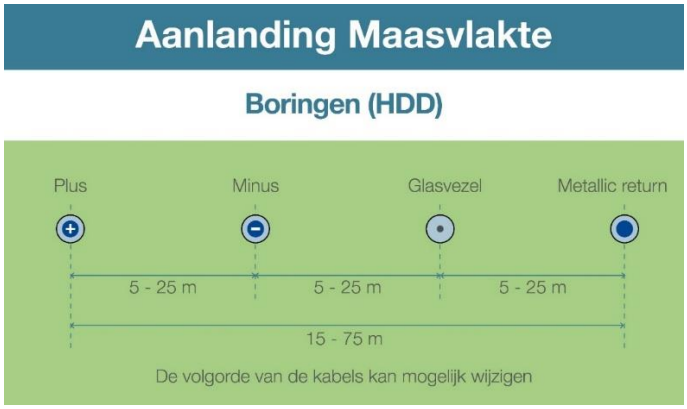
- Met gemiddeld overslagdebiet van 10 liter per seconde per strekkende meter waterkering
- En met een overschrijdingskans van 1:10 per jaar voor bij een overslagdebiet van 1 liter per seconde per strekkende meter waterkering



Figuur 2 Detail van aanlanding en kruising van de kering met boring en open ontgraving (de twee zuidelijke kabeltracés betreffen die van Net op zee IJmuiden Ver (IJver Beta en Gamma)

De open ontgraving ligt op ruim 90 m van de 'binnenteen' van de duin (westelijke rand van de parkeerplaats).

Bij de kruising van de waterkering komen vier kabels van het Net op zee Nederwiek 2 ieder in een aparte boring te liggen, zie Figuur 3 (vergelijkbaar met de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma).

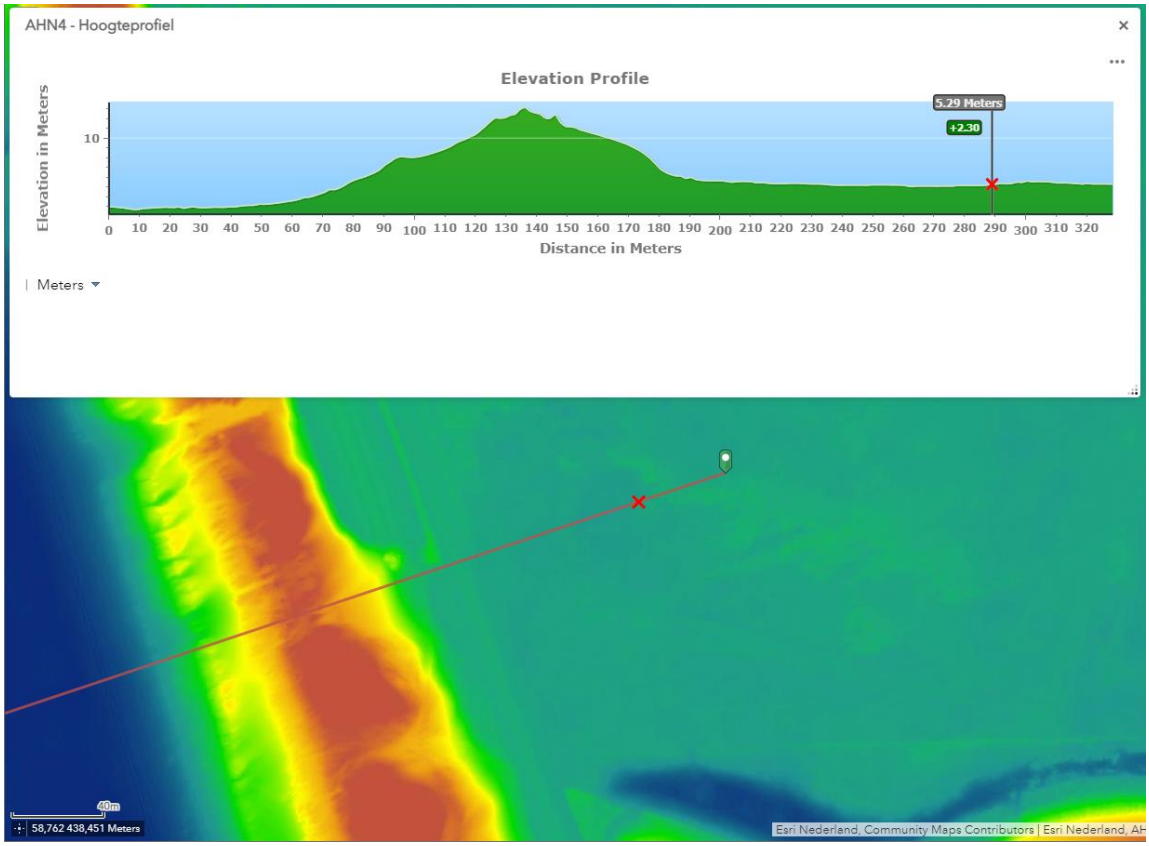


Figuur 3 Kabelconfiguratie HDD boringen bij de aanlanding op de Maasvlakte

De kruising onder de waterkering door wordt uitgevoerd met mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. Dit is uitvoerig beschreven in het rapport “Aanlanding kabels bij Maasvlakte Zuid, Nederwiek 2”, rapport 11208419-002-GEO-0002 van 30-06-2022. De kabels zullen worden geïnstalleerd in vier mantelbuizen met een diameter van circa 450 mm. De mantelbuizen worden door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen aangelegd en hebben een lengte van circa 315 m. Rondom de waterkering zijn, zover bekend, geen beschermingszones gedefinieerd. De waterkering betreft een zandige kering, waarbij de bescherming komt uit een combinatie van zandvolume en de benodigde hoogte. Conform eerdere beoordeling (Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma) en eerdere afstemming met Rijkswaterstaat is ervoor gekozen de waterkering als dijkwaterkering te benaderen.

2.2 Converterstation

Het converterstation ligt op ruim 110 m van de ‘binnenteen’ van de duin (westelijke rand van de parkeerplaats), zie Figuur 2 en Figuur 4. Het converterstation ligt daarmee buiten de zone die invloed heeft op de te keren hydraulische belasting en tevens op een relatief hoog opgespoten achterland (>NAP +5,0 m, zie Figuur 4).



Figuur 4 Dwarsprofiel op basis van het AHN4 (4e Actueel Hoogtebestand Nederland), de locatie aangeduid met een X betreft de geplande rand van het converterstation-terrein.

3 Beoordeling per deelgebied

In de volgende paragraaf 3.1 staat de kwalitatieve beoordeling voor de verschillende faalmechanismen. De kwalitatieve beoordeling is daarbij uitgevoerd op basis van expert-judgement, zonder kwantitatieve berekeningen/analyses. Onderscheid is er gemaakt in de aanlegfase en de gebruikersfase. Tevens is het verwachte effect aangegeven en indien van toepassing een voorstel om dat aan te tonen.

3.1 Beoordeling kruising Maasvlakte-waterkering

De mogelijke effecten op de stabiliteit van Maasvlakte Zuid door de aanlanding en het kruisen van de waterkering zijn door Deltares uitvoerig beoordeeld en beschreven in het rapport “Aanlanding kabels bij Maasvlakte Zuid, Nederwiek 2”, rapport 11208419-002-GEO-0002 van 30-06-2022. In deze memo zijn de resultaten overgenomen, daarbij is ervan uitgegaan dat de aanleg buiten het stormseizoen plaatsvindt.

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering die worden gegeven zijn:

- De beschouwing van de verschillende potentiële dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de gestuurde boringen (HDD’s[2]) geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering
- De te verwachten zakking van het maaiveld ter plaatse van de waterkering is gering en daardoor toelaatbaar. Het waterkerend vermogen wordt niet aangetast.
- De zandlagen ter plaatse van de vooroever zijn waarschijnlijk niet verwekingsgevoelig.
- Bovendien is de geometrische toets voor zettingsvloeiing voldoende. Er is geen risico op instabiliteit van de vooroever.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.

Daarnaast worden er nog een aantal aandachtspunten gegeven, onder andere:

- De horizontaal gestuurde boringen dienen, op normale wijze, zonder incidenten te worden uitgevoerd.
- Op basis van de gemeten grondwaterstand (=momentopname) lijkt er voldoende overdruk in het boorgat aanwezig te zijn tijdens de uitvoering van de horizontaal gestuurde boringen. Aan te raden is voorafgaand aan de uitvoering de grondwaterstand nogmaals te controleren.

Naast de voorgaande conclusies uit “Aanlanding kabels bij Maasvlakte Zuid, Nederwiek 2”, rapport 11208418-002-GEO-0002 van 30-06-2022 zijn de resultaten tevens verwerkt in Tabel 1. Hierin is geen cumulerend en significant effect te verwachten van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma en Nederwiek 2. Het cumulerende effect van de zakkingen van de HDD’s is marginaal (circa 8 mm), omdat de boringen voldoende ver uit elkaar liggen.

De aansluitende open ontgraving ligt op ruim 90 m afstand van de binnenkant van de zandige kering en heeft daarmee geen invloed op de beschermende functie van de kering.

[2] Horizontal Directional Drillings

Tabel 1 Beoordeling kruising Maasvlakte-waterkering

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect. Bij normale uitvoering is de zakking marginaal (8mm).	Geen effect, marginale zetting.
Piping (STPH)	Geen effect te verwachten, uitgaande van de juiste uitvoering van de boring, afdichting en vulling van het boorgat.	Geen effect te verwachten, uitgaande van de juiste uitvoering van de boring, afdichting en vulling van het boorgat
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, uitgaande van de aanleg buiten het stormseizoen tussen september en november.	Geen effect. Situatie in gebruiksfase is gunstiger dan tijdens de aanlegfase.

3.2 Beoordeling converterstation

Het converterstation zelf zal geen significant effect hebben op het waterkerend vermogen van de zandige kering. Dat geldt voor de aanlegfase als voor de gebruiksfase. Het converterstation ligt buiten de zone die invloed heeft op de te keren hydraulische belasting en tevens op een relatief hoog opgespoten achterland. Tevens staat de ‘buitenzijde’ van de waterkering in open verbinding met de ‘binnenzijde’, waardoor een beperkt waterstandsverschil over de waterkering zal ontstaan.

Het converterstation wordt mogelijk op heipalen gefundeerd. Het betreft een groot aantal grondverdringende heipalen (ordegrootte 3.000) met een afmeting van circa maximaal 50x50 cm. Mocht er voor een fundering op heipalen worden gekozen, wordt er geen significant effect verwacht op de waterkering. Vanwege de relatief grote afstand tot de waterkering.

Tabel 2 Beoordeling converterstation

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast en afstand tot de waterkering (relatief) groot is.	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast.
Piping (STPH)	Geen effect verwacht, vanwege de zandige ondergrond en beperkt waterstandsverschil tussen ‘binnen’ en ‘buiten’ zal er geen (extra) kans op piping optreden.	Geen effect verwacht, vanwege de zandige ondergrond en beperkt waterstandsverschil tussen ‘binnen’ en ‘buiten’ zal er geen (extra) kans op piping optreden.
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect vanwege de (relatief) grote afstand tot de waterkering.	Geen effect vanwege de (relatief) grote afstand tot de waterkering.

4 Conclusie

In voorliggende quickscan is op basis van expert judgement een beoordeling opgesteld ten aanzien van waterveiligheid ten gevolgen van de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 2.

Tabel 3 Samenvattende tabel met (mogelijk) effect op waterveiligheid

Deeltracé	Aanlegfase	Gebruiksfase
kruising Maasvlakte-waterkering	Geen effect	Geen effect
converterstation	Geen effect	Geen effect

De beschouwde effecten hebben betrekking op de technische (constructieve) waterveiligheid. Om die waterveiligheid te kunnen borgen is tevens goed beheer en onderhoud nodig waaronder inspecties. Het beschouwde kabeltracé heeft geen impact op de beheer en onderhoud van de waterkering, aangezien deze zich overal buiten de waterkering bevindt of er ruimschoots onder door gaat. Tijdens de aanlegfase kan, bijvoorbeeld voor inspectie van de waterkering, wel hinder mogelijk zijn door bouwwerkzaamheden.

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 2

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage XII-B Externe veiligheidsstudie

Net op zee Nederwiek 2
TenneT TSO

5 juli 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Wettelijk kader 5

3 Werkwijze 6

4 Resultaten 7

4.1 Beoordeling kabeltracé en converterstation 7

4.2 Beoordeling cumulatieve effecten netten op zee 9

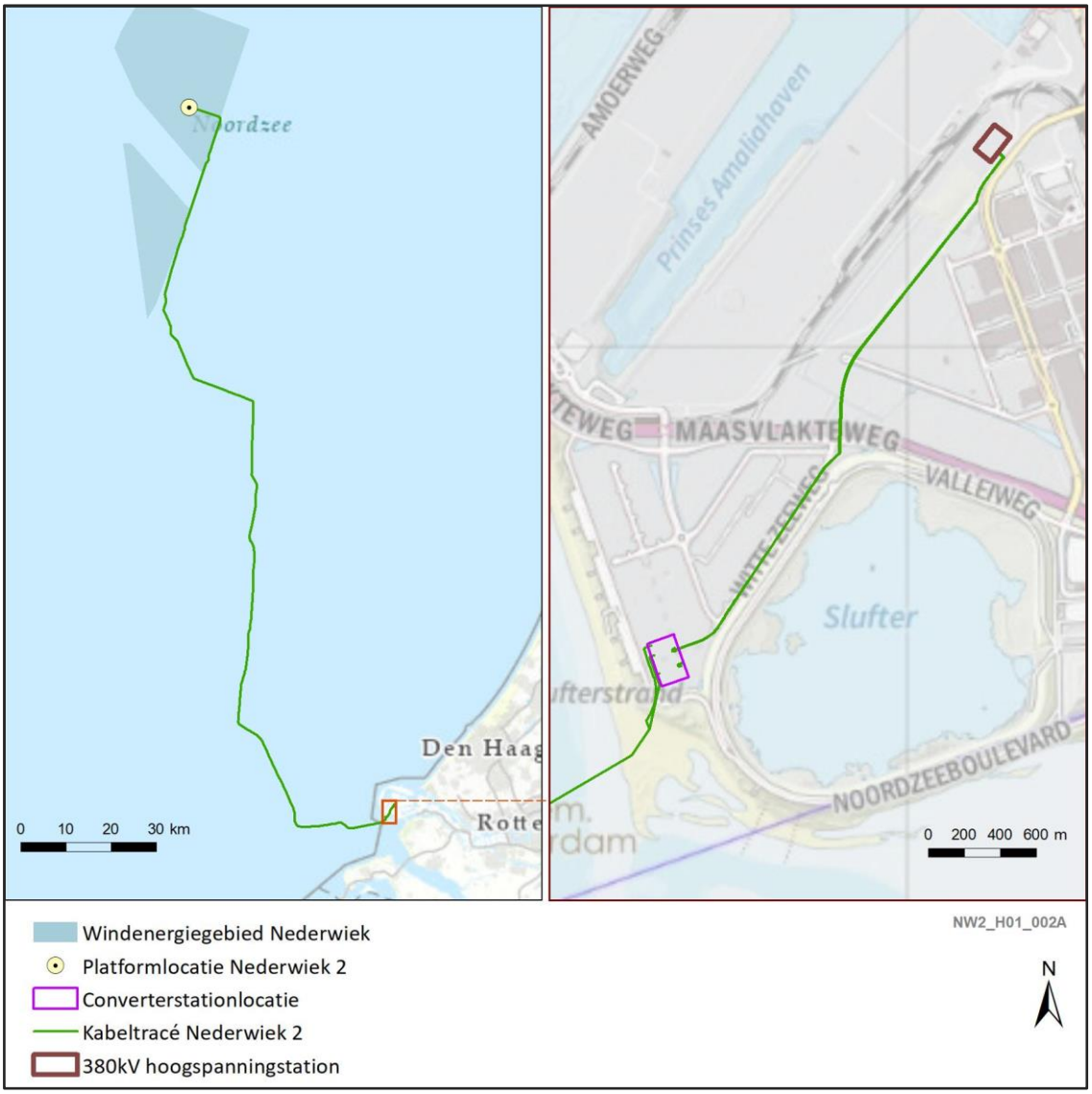
Colofon 11

1 Inleiding

In de Aanvullende Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat rond 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Met Net op zee Nederwiek 2 wordt een deel van één van de nieuwe windenergiegebieden, Nederwiek, aangesloten. De verbinding zal 2 GW aan duurzame energie naar land transporteren. De 2 GW verbinding zal aanlanden op de Maasvlakte.

Net op zee Nederwiek 2 is de tweede ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. De andere verbinding, Net op zee Nederwiek 1, loopt naar het Sloegebied bij Borssele.

In Figuur 1 is het kabeltracé op zowel zee en land en de locatie van het converterstation weergegeven. Het kabeltracé tot aan het converterstation is een gelijkstroomtracé (oftewel een DC *direct current*-tracé). Het kabeltracé dat vanaf het converterstation over de Maasvlakte loopt richting het hoogspanningsstation is een wisselstroomtracé (oftewel een AC *alternating current*-tracé).



Figuur 1 Kabeltracé en converterstationslocatie van Net op zee Nederwiek 2

Deze notitie gaat in op eventuele gevolgen voor externe veiligheid en beïnvloeding tijdens de operationele fase van Net op zee Nederwiek 2. Dit wordt gedaan in het kader van het inpassingsplan, waar de volgende veiligheidsaspecten worden opgenomen:

1. Ontplofbare Oorlogsmunitie (OO);
2. Leveringszekerheid TenneT (wat is de invloed van omliggende risicobronnen op deze leveringszekerheid);
3. Beperkingen/hinder voor omliggende bestemmingen;
4. Het converterstation (een converterstation is geen inrichting die valt onder het Besluit externe veiligheid Inrichtingen, een zogeheten Bevi-inrichting, maar kent mogelijk wel veiligheidsrisico's). De VNG-brochure 'Bedrijven en milieuzonering' hanteert als indicatieve hinderafstand 50 m rondom een transformatorstation (op basis van SBI omschrijving wordt een converterstation voor de risico afstand gelijk geschaald met een transformatorstation met een capaciteit groter dan 1000 MVA);
5. Als buisleidingen nabij liggen: een toets aan het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

Deze notitie betreft alleen de voor veiligheid relevante elementen genoemd onder 3, 4 en 5 tijdens de operationele fase van Net op zee Nederwiek 2, en gaat in op risicobronnen in de nabijheid van het kabeltracé en het converterstation. Ontplofbare oorlogsresten worden apart behandeld in Bijlage XI-A.

Deze notitie bekijkt of het kabeltracé en het converterstation inpasbaar zijn in de omgeving, daarbij is gekeken naar:

1. Risico's vanuit de omgeving op het kabeltracé en/of converterstation;
2. Risico's/gevolgen op de omgeving door het kabeltracé en het converterstation.

Ad 1, voor de integriteit van het kabeltracé en converterstation zijn alleen brand- en explosie-effecten van belang; toxische effecten zijn niet relevant en zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Ad 2, de ligging van het tracé en de locatie van het converterstation kunnen mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van het kabeltracé en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Eventuele elektromagnetische velden (EMV) en elektromagnetische compatibiliteit (EMC) worden in separate studies beschouwd.

2 Wettelijk kader

Huidige wettelijke kader

De regelgeving voor externe veiligheid is vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), het besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Risicobronnen zijn bijvoorbeeld inrichtingen waar wordt gewerkt met gevaarlijke stoffen. Ook transport van gevaarlijke stoffen over weg, spoor, water en door buisleidingen kan een risico vormen. De impact voor de omgeving wordt door middel van risicocontouren vastgelegd. Deze risicocontouren zijn onder andere terug te vinden op de publiek toegankelijke risicokaart. Deze risicokaart is een openbaar instrument te bereiken op de website www.riscokaart.nl. Op straatniveau geeft de kaart inzicht in relevante risico's in de omgeving.

De ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation zijn geen risicovolle inrichtingen in het kader van het Bevi zoals volgt uit art. 2, het zijn geen genoemde type inrichtingen. Ook Bevb is om die reden niet van toepassingen op de bedrijfsonderdelen van TenneT. Het Bevt is niet van toepassing omdat hier geen sprake is van transport van gevaarlijke stoffen over de weg.

Het converterstation en het kabeltracé liggen niet binnen de 10^{-6} contouren van buisleidingen. Ook is van een verhoging van groepsrisico als gevolg van toevoeging van personen bij het converterstation geen sprake omdat er sprake is van een onbemand station waardoor er nauwelijks personen aanwezig zijn (<5 personen).

De ondergrondse hoogspanningsverbinding brengt geen externe veiligheidsrisico's met zich mee voor kwetsbare (zoals woningen) of beperkt kwetsbare objecten die zich in de nabijheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding bevinden. Er wordt getoetst of de aanwezigheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding, het hoogspanningsstation en het converterstation invloed hebben op de bestaande 10^{-6} contouren die aanwezig zijn van de bestaande activiteiten in de omgeving (die wel onder Bevi of Bevb vallen). Voor de volledigheid zijn in Figuur 3 wel de kwetsbare objecten en bedrijven in de nabijheid van het tracé en converterstation weergegeven.

Rond het industrieterrein Maasvlakte 2 is een veiligheidscontour op grond van artikel 14 van het Bevi opgenomen in het bestemmingsplan. De veiligheidscontour dient te worden gewaarborgd op een toetswaarde van10^{-6}/jaar. De vestiging van de ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation mag niet leidden tot een overschrijding van deze toets norm.

3 Werkwijze

Veiligheidsrisico's vanuit de omgeving op het kabeltracé en/of converterstation
De analyse van risico's vanuit de omgeving op de gebruiksfase van het kabeltracé en/of het converterstation is als volgt uitgevoerd:

1. Inventarisatie van alle bedrijven en kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied, inclusief toelichting op het type bedrijf en de relevante risico-scenario's. Dit is gedaan op basis van de risicokaart. Het invloedsgebied komt voort uit het beleid van TenneT. Voor de invloed vanuit de omgeving op het kabeltracé en het converterstation is een afstand van 800m aangehouden. Dit is de risico-afstand van professionele vuurwerkopslag en dit is de grootste afstand die wordt aangehouden. Ondanks dat de invloed van het kabeltracé en het converterstation naar de omgeving veel kleiner is (ordegrootte 50 m) is in de inventarisatie naar de omgeving ook de afstand van 800m aangehouden. Hier is de impact echter nihil.
2. Beoordeling van welke bedrijfsactiviteiten van derden die van invloed kunnen zijn op het functioneren van het kabeltracé en/of converterstation is gebaseerd op grenswaarden uit het Bkl die overeenkomen met het huidige kader onder het Bevi. Hiervoor zijn alleen scenario's waarvan de oorzaak een brand- en/of een explosie effect tot gevolg heeft van belang. De beoordeling is gedaan op grond van de volgende criteria:
    a. Brandcontouren van derden:
        i. 10 kW/m^2, bij deze hittestraling is sprake van 1% letaliteit en is de inzet van hulpdiensten beperkt mogelijk, diverse brandhaarden, vervorming van hout en kunststof. Breuk dubbelglas tot 40 meter;
        ii. 35 kW/m^2, bij deze hittestraling is sprake van 100% letaliteit en is inzet van hulpdiensten niet mogelijk, onherstelbare schade, alle brandbare materialen gaan branden.
    b. Explosie contouren van derden:
        i. 0,1 bar overdruk, herstelbare schade, schade aan deurposten, bewoonbaar na kleine reparaties.
        ii. 0,3 bar overdruk, zware schade, onherstelbare schade 50-70% van de buitenmuren zijn zwaar beschadigd. De overige muren zijn onbetrouwbaar geworden.
3. Voor de voorgenoemde brand- en/of explosie contouren die:
    a. Niet overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie is er geen effect van deze bedrijfsactiviteit op het initiatief te verwachten. Er is geen verdere analyse nodig;
    b. Wel overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie, is beschreven wat de gevolgen van deze impact is, in beide richtingen zowel op Net op zee Nederwiek 2 als op de assets van derden.

De resultaten van bovenstaande stappen staan in worden in het volgende hoofdstuk toegelicht.

Veiligheidsrisico's vanuit het kabeltracé en/of converterstation op de omgeving
De ligging van het kabeltracé en converterstation kan mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van het kabeltracé en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron als gevolg van een brand of elektrische ontlading en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Dergelijke invloeden kunnen gedetailleerd bepaald worden met een EMC-studie, die geen onderdeel is van deze risicoanalyse. In deze risicoanalyse wordt bepaald of er potentieel aanleiding is voor een nadere beoordeling.

4 Resultaten

4.1 Beoordeling kabeltracé en converterstation

In de onderstaande tabellen zijn de resultaten opgenomen van de beoordeling voor het Net op zee Nederwiek 2. Hierin zijn de herkomst van een eventueel aanwezige risico-contour aangegeven en of die van invloed kan zijn op het kabeltracé. Tevens is de mogelijke beïnvloeding van het tracé naar de omgeving aangegeven.

Naast de op de risicokaart opgenomen activiteiten die daarmee ook als bekend kunnen worden aangemerkt, zijn er ook enkele ontwikkelingen waarvan de gegevens nog niet op de risico kaart zijn verwerkt. Meest belangrijke hiervan is de ontwikkeling van een waterstoffabriek door Shell en de daaraan gekoppelde waterstoftransportleiding van de Maasvlakte naar Shell Pernis. Deze ontwikkelingen zijn kwalitatief beoordeeld in het MER-hoofdstuk 9 Leefomgeving, ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties op land.

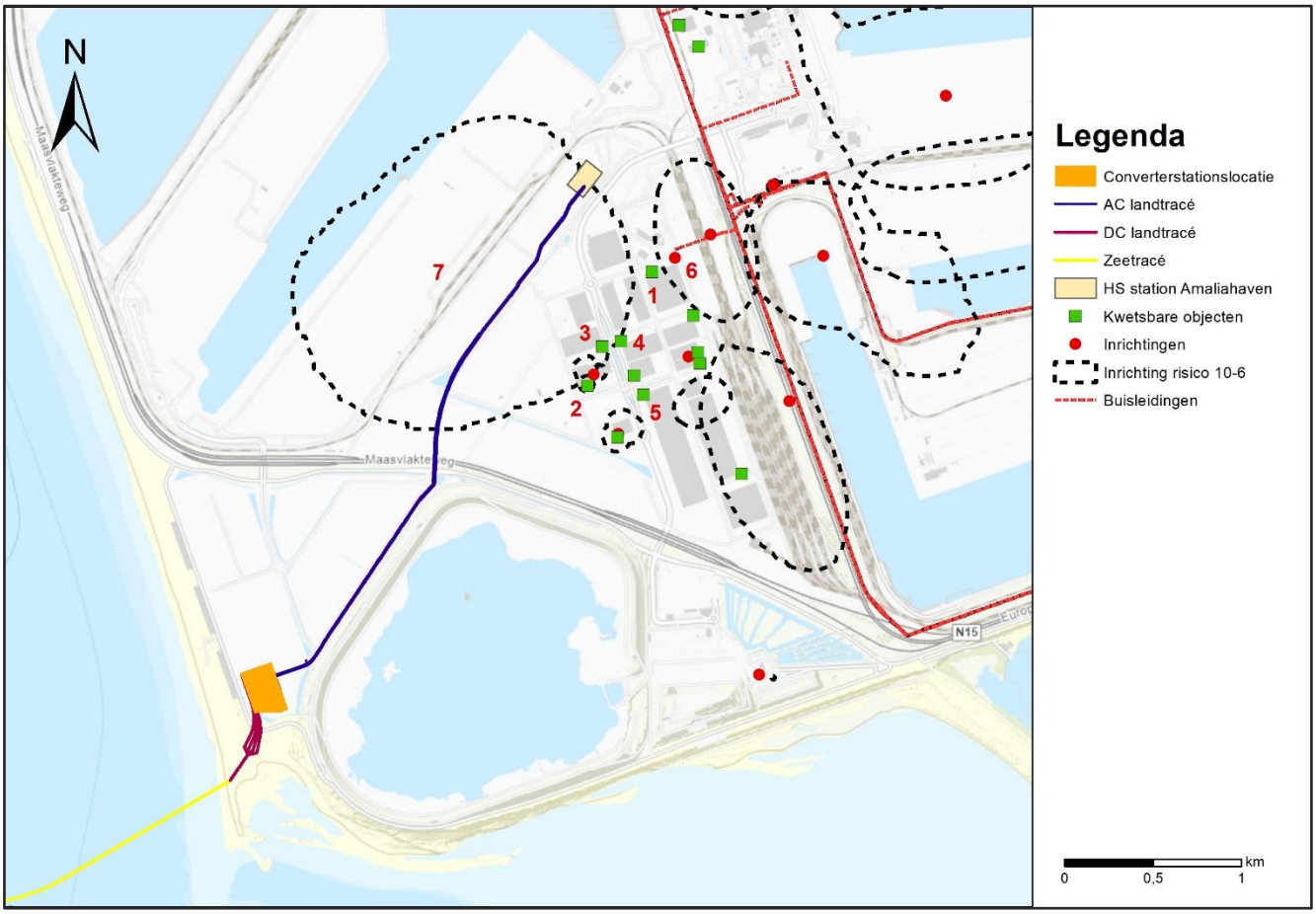
Voor het converterstation zijn er op de risico kaart geen bedrijven in de directe omgeving (binnen 800 m) die van invloed kunnen zijn op het station. Ook heeft het converterstation op basis van deze gegevens geen nadelige effecten op omliggende bedrijven. De ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation hebben derhalve ook geen invloed op de veiligheidscontour rond het industrieterrein ingevolge art 14 van het Bevi.

In de tabel zijn de objecten genummerd en deze nummers corresponderen met de nummers op de figuren. De ligging van de risicocontouren van de bedrijven rondom het tracé en converterstation is weergegeven in Figuur 2. Figuur 3 laten de ligging van kwetsbare objecten zien.

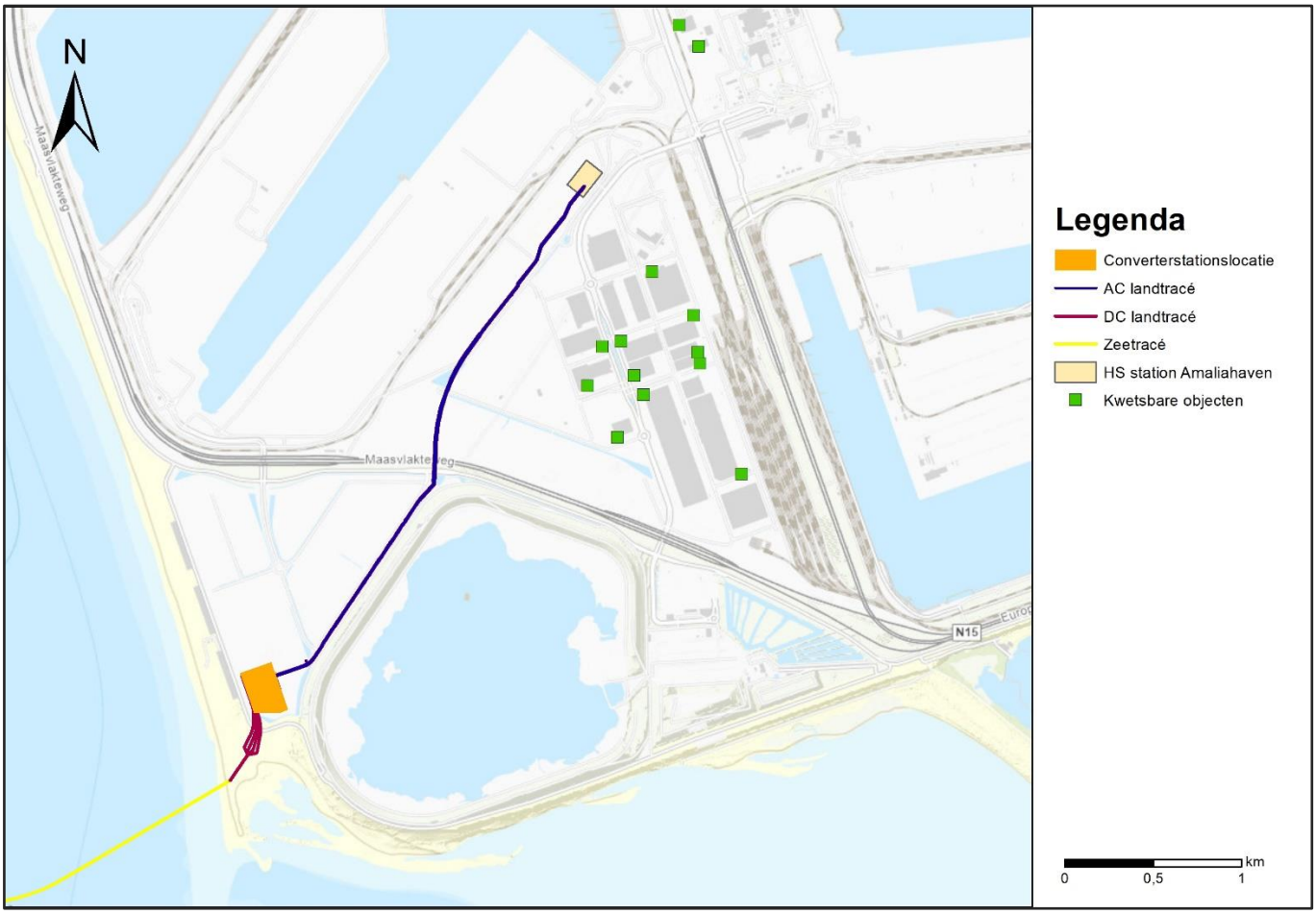
Tabel 1 Beoordeling van het kabeltracé

Nr.	Bedrijf	Achtergrond 10^{-6} contour			Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie	Toxisch		
1	Nippon Express Nederland B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
2	DR Depots	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
3	Rotterdam Blending & Filling	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed
4	EuroFrigo B.V.	Nvt	Nvt	Ja	Vanwege installatie en leidingen met Ammoniak. Beide 3600KG. Onderliggende risico's geen invloed op tracé.	Geen invloed
5	Broekman Logistics	Ja	Nvt	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen, geen invloed risico-contour binnen terreingrens	Geen invloed
6	Europaweg (Prorails spoorweg)	Ja	Nvt	Nvt	Contouren omtrent brand vanwege brandbare stoffen. Geen invloed op tracé	Geen invloed.
7	KoVa HSE B.V.	Ja	Nvt	Ja	Contour van 1500m vanwege de opslag van verschillende gevaarlijke stoffen conform PGS15. Brand en toxisch risico hebben beide geen invloed op tracé	Geen invloed

Alleen het AC-kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 over de Maasvlakte naar Amaliahaven is gelegen in de nabijheid van enkele kwetsbare objecten en bedrijven. Het tracé is ondergronds en zal daarom geen veiligheidsrisico geven. Er is geen invloed op de omliggende objecten en bedrijven vanwege de ondergrondse ligging.



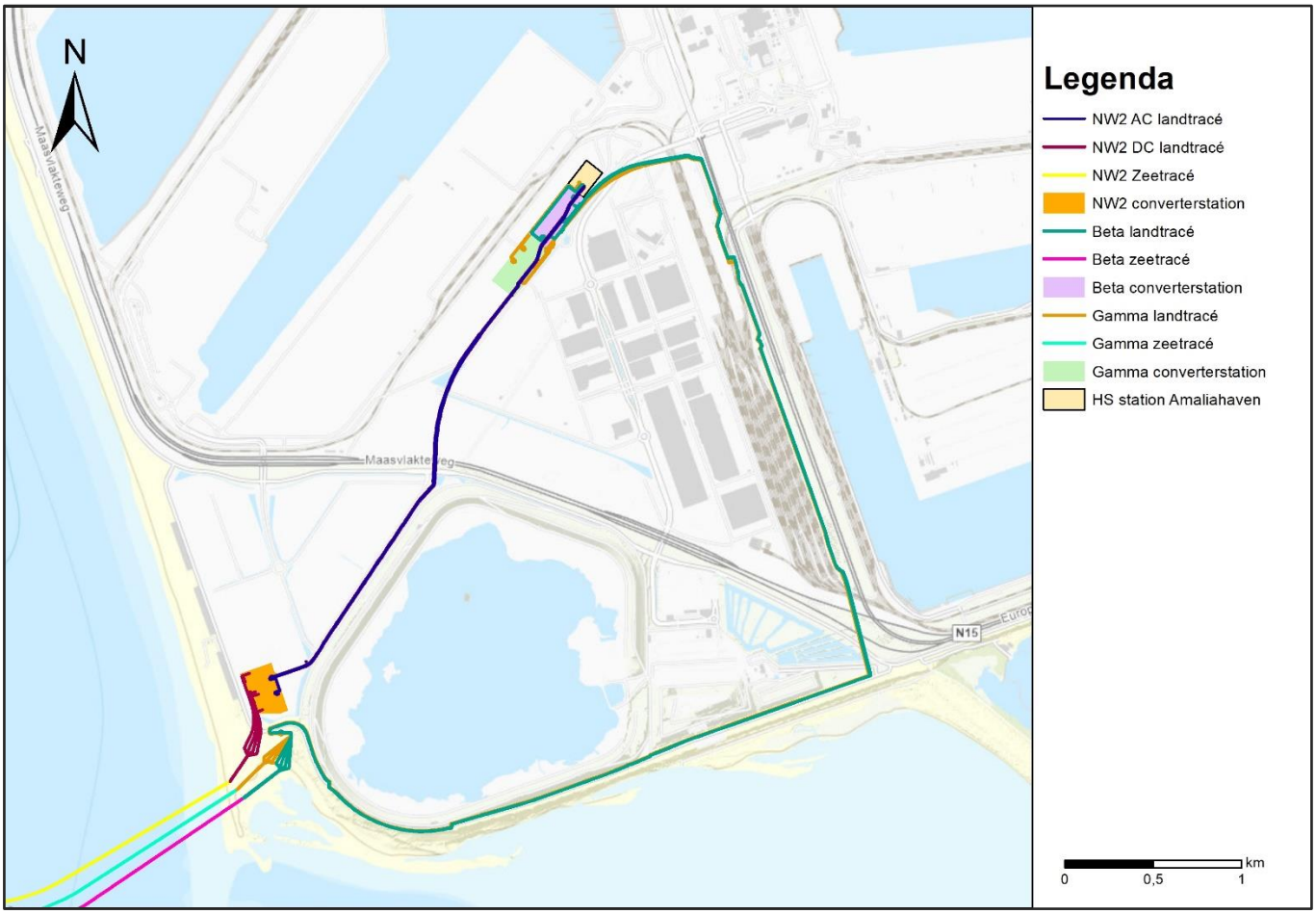
Figuur 2 Risicocontouren bedrijven nabij het Net op zee Nederwiek 2



Figuur 3 Kwetsbare objecten rond Net op zee Nederwiek 2

4.2 Beoordeling cumulatieve effecten netten op zee

Twee belangrijke autonome ontwikkelingen voor Net op zee Nederwiek 2 zijn Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. Deze verbindingen lopen grotendeels parallel aan elkaar. De tracés zijn te zien in Figuur 4. De drie tracés komen aan de zuidzijde van de Tweede Maasvlakte aan land. Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma lopen vervolgens via een andere route naar hoogspanningsstation Amaliahaven. Alle drie de verbindingen worden op dit hoogspanningsstation aangesloten. De converterstations van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma liggen in het verlengde van Amaliahaven.



Figuur 4 Net op zee Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma

Cumulerende effecten met de reeds vergunde projecten Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Gamma en het voorliggende plan zijn niet te verwachten. Het realiseren van meerdere kabeltracés geeft geen hoger verstorend risico in de omgeving vanuit externe veiligheid oogpunt temeer omdat het tracé van Net op zee Nederwiek 2 ver van de beide andere tracés af ligt. Ook de beide converterstations hebben geen cumulerend effect in de omgeving vanwege de grote afstand tussen de stations van Netten op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma en de locatie van het station Net op zee Nederwiek 2.

Colofon

RISICOANALYSE VEILIGHEID NET OP ZEE NEDERWIEK 2

KLANT
TenneT TSO B.V.

DATUM
05-07-2023

STATUS
Definitief

Bijlage XII-C Elektromagnetische velden studie

Net op zee Nederwiek 2
TenneT TSO

5 juli 2023

Arcadis Nederland B.V., Piet Mondriaanlaan 26, 3812 GV Amersfoort T +31 (0)88 4261261 www.arcadis.com
Arcadis Nederland B.V. - Registered office: Arnhem - Registered number: 09036504

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
2 Achtergrond berekeningen 4
2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden 4
2.2 Theorie en implementatie 4
3 Magneetveldberekeningen Nederwiek 2 5
3.1 Ontvangen informatie 5
3.2 Model 5
3.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden 6
3.3.1 AC-Schakeltuin 7
3.3.2 AC-kabel verbinding 7
4 Resultaten 9
4.1 Magneetveldzone converterstation Nederwiek 2 9
4.2 Magneetveldzone AC kabeltracé Nederwiek 2 11
4.2.1 HDD boring 11
4.2.2 Open ontgraving 13
5 Conclusie 15

1 Inleiding

TenneT heeft het voornemen om het project Net op zee Nederwiek 2 te realiseren. Net op zee Nederwiek 2 verbindt de windpark(en) met een gezamenlijk vermogen van 2 GW in het windenergiegebied Nederwiek op zee, met het landelijke hoogspanningsnet via een platform op zee, gelijkstroomkabels in de zeebodem en op land en een converterstation op land. Om de 525kV-gelijkstroomverbinding (HVDC-verbinding) om te zetten naar het landelijke hoogspanningsnet dat een 380kV-wisselstroomverbinding (HVAC-verbinding) is, wordt een DC/AC converterstation gebouwd op het zuidelijke deel van de Maasvlakte. Vanaf het converterstation loopt een 380kV-wisselstroomverbinding naar een nieuw te bouwen hoogspanningsstation Amaliahaven.

Bij het converterstation is er sprake van een AC-magneetveld. In deze bijlage van het milieueffectrapport (MER) voor Net op zee Nederwiek 2 worden de magneetveldzoneberekeningen die zijn gemaakt, toegelicht voor de AC-schakeltuin van het converterstation en de AC-kabelverbinding van het converterstation naar hoogspanningsstation Amaliahaven.[1]

Voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen is in Nederland het voorzorgbeleidsadvies (VROM, 2005) van toepassing[2]. Dit beleidsadvies adviseert aan gemeenten, provincies en netbeheerders om zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat ‘gevoelige bestemmingen’ vallen binnen de zone waar de jaargemiddelde veldsterkte hoger is dan 0,4 µT (microtesla). Voor ondergrondse hoogspanningsverbindingen en transformator-/(converter)stations is er op dit moment geen beleidsadvies, maar wel een Europese aanbeveling[3] die een blootstellingslimiet voorschrijft van 100 µT. Aangezien bekend is dat mensen in de nabijheid van hoogspanningsinfrastructuur zich soms zorgen maken over magneetvelden, is er voor Net op zee Nederwiek 2 gekozen om met dit memo inzicht te bieden in de magneetveldcontouren en -zones van het converterstation en de kabelverbinding op land van Net op zee Nederwiek 2. De toetsing aan het voorzorgbeleid maakt geen onderdeel uit van dit memo maar vindt plaats in het MER Net op zee Nederwiek 1 (Hoofdstuk 9).

In een kamerbrief van 16 november 2022 is door de minister van Klimaat en Energie de Tweede Kamer geïnformeerd over een herijking van dit voorzorgbeleid. Hierin beschrijft de minister dat het voorzorgbeleid zal worden aangevuld met bronmaatregelen voor bovengrondse hoogspanningslijnen, opstijgpunten, ondergrondse kabels, hoogspanningsstations en transformator- converterstations. Het huidige voorzorgbeleid wordt in stand gehouden, dus dat er zo veel als redelijkerwijs voorkomen wordt dat gevoelige bestemmingen zoals woningen binnen een jaargemiddelde veldsterkte van hoger dan 0,4 µT liggen. Het feit dat in deze rapportage 0,4 µT zones en -contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 µT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

* Het energietransport gebeurt voornamelijk door middel van gelijkstroomkabels. Ten aanzien van magneetvelden van gelijkstroomkabels bestaat vooralsnog geen wettelijk kader. De kanttekening kan gemaakt worden dat het magneetveld van gelijkstroomkabels van dezelfde aard is als het aardmagnetisch veld (DC) en op enkele meters tot tientallen meters afstand van de kabel ook beduidend zwakker. Er zijn geen aanwijzingen voor schadelijke effecten op de gezondheid van de mens als gevolg van magneetvelden opgewekt door DC-kabels. Een mogelijk effect is nog wel kompasafwijking, zoals staat toegelicht in het memo "Risico op kompasdeviatie in de 2*2-configuratie", 27 september 2021.

Deze bijlage is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt de methode waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd nader toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten, hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van de berekeningen. Tenslotte wordt er in hoofdstuk 5 een conclusie beschreven.

[1] Deze berekeningen zijn voor diverse projecten voor TenneT succesvol uitgevoerd. Drie recente voorbeelden hiervan zijn Oosteind 150 kV Nieuwbouwstation (2020), Netten op zee IJmuiden Ver (2021), en Net op zee Nederwiek 1 (2022).
[2] Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen, Ministerie van VROM, kenmerk SAS/2005183118
[3] Aanbeveling van de Raad van de Europese Unie van 12 juli 1999 (1999/519/EG). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 199/59-70, 1999.

2 Achtergrond berekeningen

Deze paragraaf geeft enige achtergrond bij berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond complexere geometrieën, zoals het converterstation van Net op zee Nederwiek 2.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- "Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen", G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015.
- Het document "Afspraken over de rekenmethodiek voor de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding", 3 november 2011.

2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden

De volgende uitgangspunten liggen ten grondslag aan de berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond hoogspanningsstations:

1) De geometrie bestaat uit eindige, rechte lijnelementen (die willekeurig georiënteerd kunnen zijn).
2) De invloed van de bodem is verwaarloosbaar (deze heeft in het algemeen een dempend effect *naast* het station), conform de RIVM-handreikingen tot het berekenen van magneetvelden[4]. Deze vereenvoudiging is een conservatieve aanname.
3) Specifiek voor magneetveldzoneberekeningen in de geest van de 0,4µT-contourbepaling wordt ervan uitgegaan dat alleen fasegeleiders stroom voeren; geaarde geleiders voeren geen stroom, ook dit conform de RIVM-handreikingen. Deze vereenvoudiging is een conservatieve aanname.
4) De bron van het magneetveld is stroom die door de lijnelementen vloeit.
5) Elk lijnelement krijgt een stroom toegekend, inclusief richting en klokgetal.
6) Specifiek voor het converterstation van Net op zee Nederwiek 2: De stromen zijn berekend op basis van het nominale transportvermogen van de DC-kabels.
7) Het magneetveld opgewekt door het tijdswisselend elektrisch veld **E,** wordt verwaarloosd. Dat wil zeggen dat in de wet van Ampère:

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \, \partial \mathbf{E} / \partial t$$

de vierde der Maxwellvergelijkingen, domineert de term met de stroomdichtheid **J** de term met **E**. Hierin zijn μ_0 de magnetische permeabiliteit van het vacuüm, ε_0 de permitiviteit van het vacuüm en **B** het magnetisch veld.

2.2 Theorie en implementatie

Bovengenoemde wet van Ampère kan als volgt worden omgeschreven voor het geval van stromen door 'dunne' geleiders:

$$\boldsymbol{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\boldsymbol{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Deze staat bekend als de wet van Biot-Savart. Hierin is *I* de stroom door een infinitesimaal lijnelement ***dl*** en *r* de afstand tussen het observatiepunt *P* en het lijnelement. Tenslotte is $\hat{r}$ de eenheidsvector, dat wil zeggen dat ***r*** genormaliseerd wordt tot lengte 1. De integraal wordt genomen over alle stroom voerende lijnelementen. In de praktische implementatie in de berekeningen is de integraal vervangen door een sommatie over eindige-lengte-lijnelementen. Rekening houdend met stroomrichtingen en klokgetallen kan voor ieder punt in de ruimte een tijdsafhankelijke magneetveldvector en een *rms* (*root mean square*) -waarde voor het magnetische veld worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd voor een dicht raster. In de postprocessing, waarbij er figuren zijn gemaakt van het converterstation en de magneetveldzones, worden contouren aangegeven, in het bijzonder de 0,4 µT-contour.

[4] In zoverre dat de invloed van de bodem niet genoemd wordt, ook niet in de vorm van toepassing van spiegelgeleiders (hetgeen accuraat zou zijn voor een oneindig goed geleidende bodem).

3 Magneetveldberekeningen Nederwiek 2

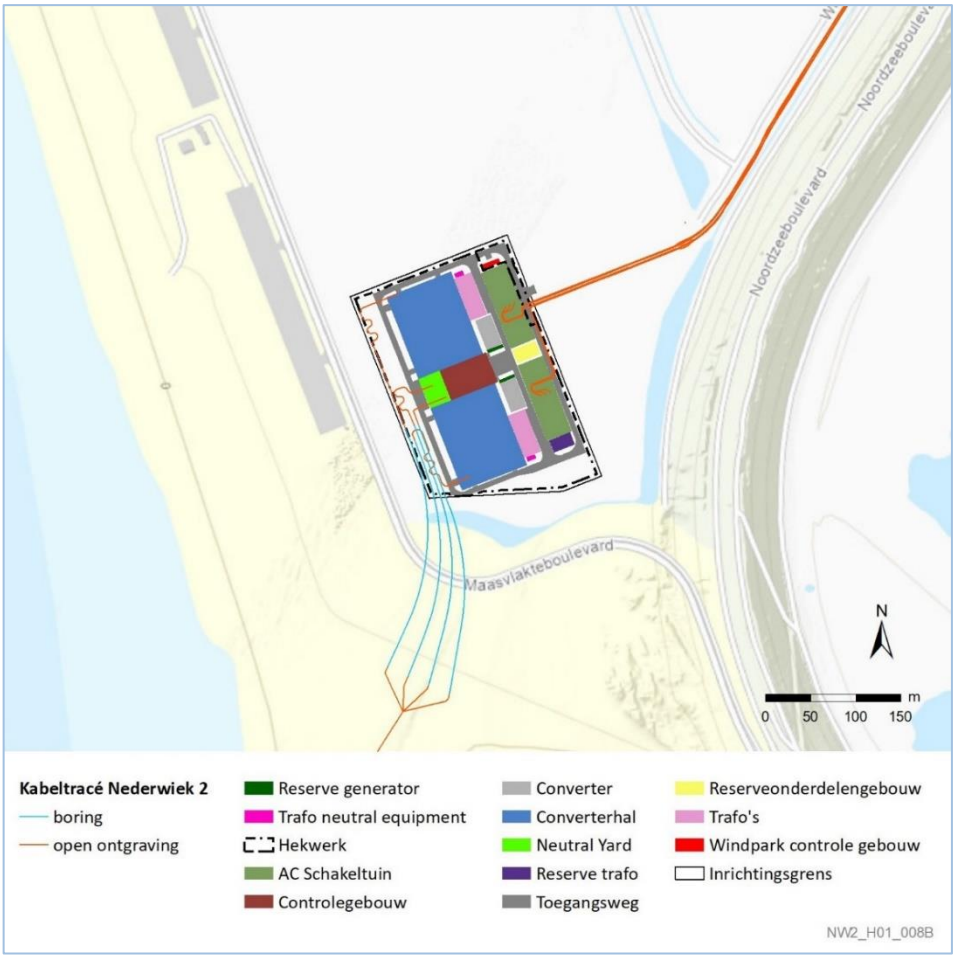
3.1 Ontvangen informatie

TenneT heeft Arcadis verschillende documenten en tekeningen verstrekt:

1. Indeling van converterstation Nederwiek 2 (NW2_v0_4_CV_station_schematisch_RD.shp)
2. Kabeltracé van de AC-kabelverbinding tussen het converterstation en het 380-kV hoogspanningsstation Amaliahaven (NW2_v0_42_landkabelroute_RD.shp)
3. Algemene eisen van primaire installaties van TenneT (PVE.01.000 Primair)

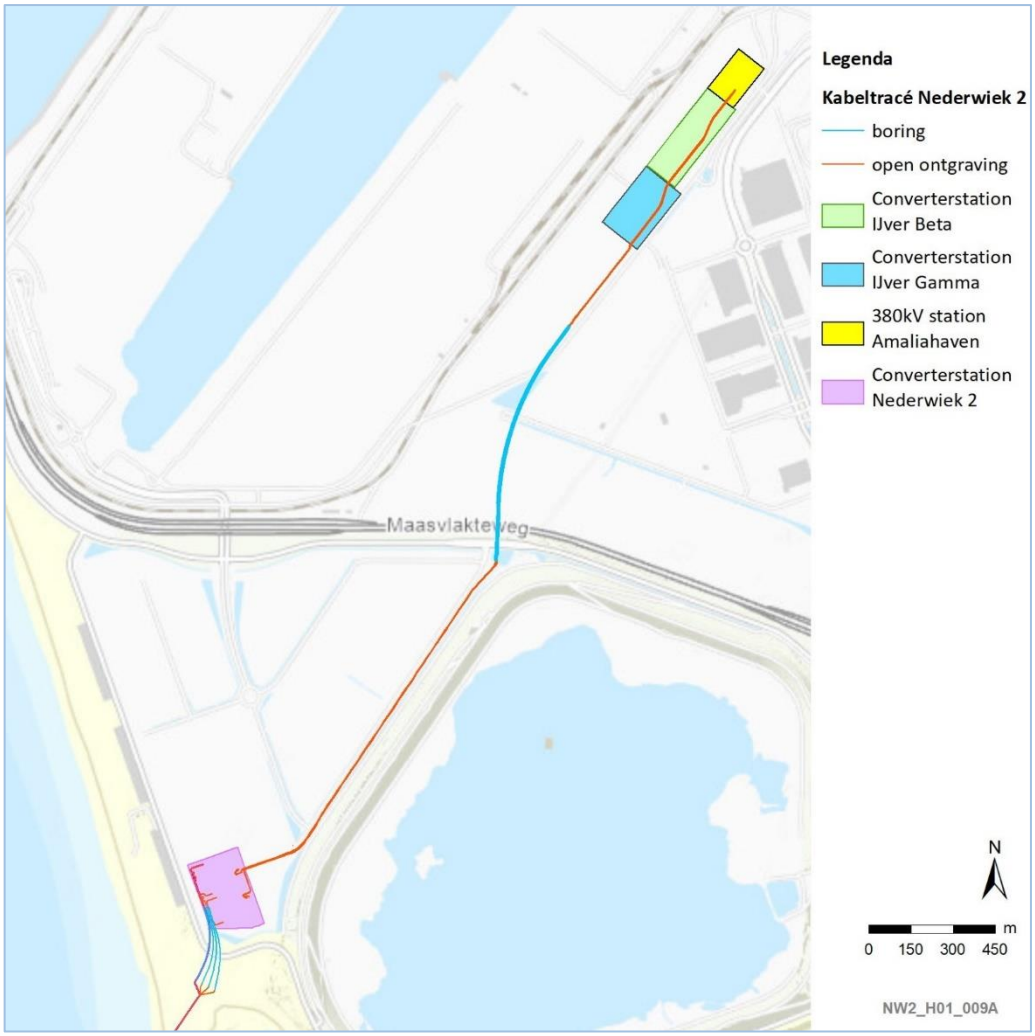
3.2 Model

De magneetveldberekeningen zijn in twee delen opgedeeld: 1) Het converterstation en 2) het AC-kabeltracé. Eerst is het magneetveld voor het converterstation berekend. In Figuur 1 is de ligging van het converterstation van Net op zee Nederwiek 2 weergegeven nabij de zuidwestkust van de Maasvlakte. Als de DC-verbinding (linkerkant) aankomt op het terrein van het converterstation, loopt deze naar de DC-hal waar de gelijkstroom (+525 en –525 kV) wordt omgezet in wisselstroom (380 kV). Nadat de gelijkstroom is omgezet naar wisselstroom verlaat de AC-kabelverbinding het converterstationterrein via de AC schakeltuinen (rechterkant). Van de schakeltuin wordt de stroom naar het 380kV-hoogspanningsstation Amaliahaven gebracht via een AC-kabelverbinding.



Figuur 1 Ligging converterstation Nederwiek 2.

Ten tweede is de AC-kabelverbinding tussen converterstation Nederwiek 2 en hoogspanningsstation Amaliahaven gemodelleerd. Het AC-tracé van Nederwiek 2 loopt in eerste instantie via een open ontgraving (in mantelbuizen) in oostelijke richting. Vervolgens buigt het tracé af in noordoostelijke richting. Vlak voor de Maasvlakteweg zal een boring (HDD) worden ingezet om de Maasvlakteweg (en toekomstig spoor) te kruisen. *Vervolgens zal met een open ontgraving het AC-tracé worden aangesloten op het 380kV hoogspanningsstation Amaliahaven*[5]. Het geplande tracé is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Kabeltracé op land Nederwiek 2 met boringen en open ontgravingen. Het AC-tracé is het gedeelte van het kabeltracé vanaf het converterstation tot het 380kV hoogspanningsstation Amaliahaven

3.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

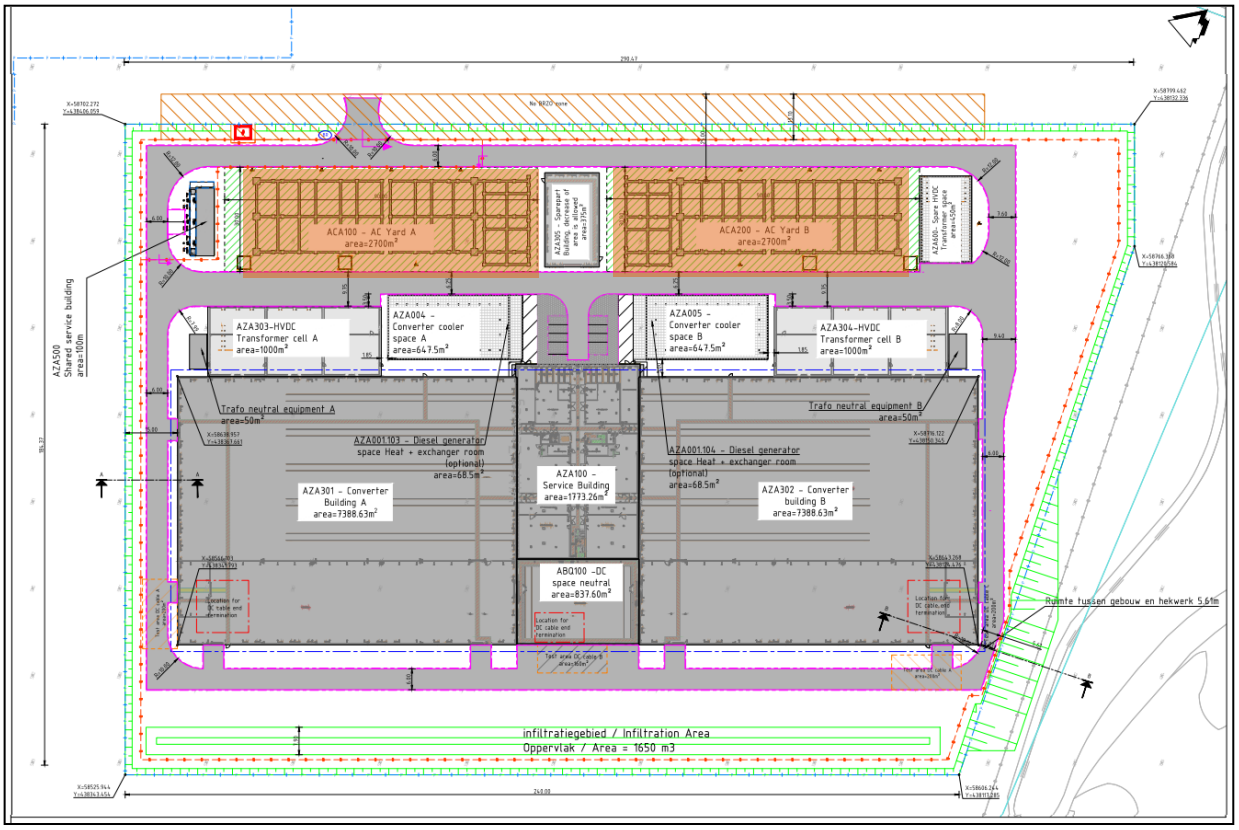
De magneetveldzoneberekening is zo veel als mogelijk uitgevoerd in de geest van de RIVM-handreiking en de afspraken over de rekenmethodiek voor kabels en hoogspanningsstations. De magneetveldzoneberekening wordt uitgevoerd voor één stroom die maatgevend is voor de maximale jaarlijkse gemiddelde stroom en voor twee bedrijfssituaties:

[5] Een deel van het AC-tracé zal onder de converterstations van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma liggen. De aanleg van het AC-tracé zal voor de aanleg van de converterstations gebeuren.

- **Normaal bedrijf**: beide AC schakeltuinen zijn in bedrijf.
    - De veldstroom tijdens normaal bedrijf is 1519,5 A. Deze waarde is afgeleid van de ontwerpstroom van de HVDC-kabel (kabelstroom bedraagt: 2000 MW/ 2*(380 kV * √3) = 1519,5 A.
- **Onderhoudssituatie**: één van de twee AC schakeltuinen is in bedrijf.
    - De veldstroom tijdens de onderhoudssituatie is 3039 A. Er wordt van uitgegaan dat tijdens de onderhoudssituatie maar één van de AC-schakeltuinen in dienst is. Al het vermogen loopt dan via één kant van het station en dus zal de stroom twee keer zo hoog zijn als tijdens normaal bedrijf.

Verder wordt de stroom door het aardscherm van de AC-kabels of de bliksemdraden in de AC-schakeltuin niet in deze simulatie meegenomen. Dit is een conservatieve aanname.

3.3.1 AC-Schakeltuin



Figuur 3 Gedetailleerde indeling van converterstation Nederwiek 2. De AC schakeltuinen zijn weergegeven in de oranje vlakken.

Er worden twee AC-schakeltuinen geïnstalleerd in het converterstation Nederwiek 2. Dit is gevisualiseerd in Figuur 3 als oranje gebieden.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de AC-schakeltuinen:

1. De hoogte van de geleiders in de AC-schakeltuinen is 7 m;
2. De hart-op-hartafstand tussen fasen is 5,5 m;
3. De lengte van de AC-schakeltuin-geleiders is 78,8 m;

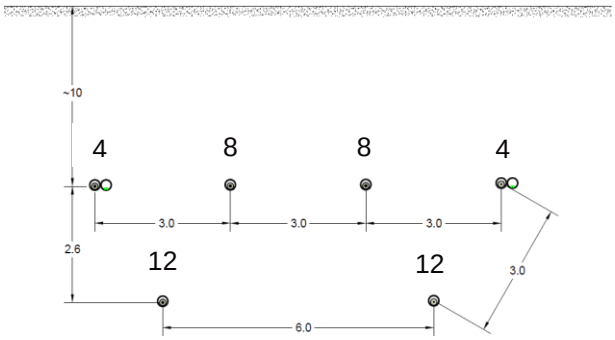
3.3.2 AC-kabel verbinding

Vanuit de twee schakeltuinen worden er twee 380kV-kabelverbindingen gelegd van het converterstation naar hoogspanningsstation Amaliahaven. In Figuur 2 is het kabeltracé weergegeven in het oranje en blauw. Het oranje deel

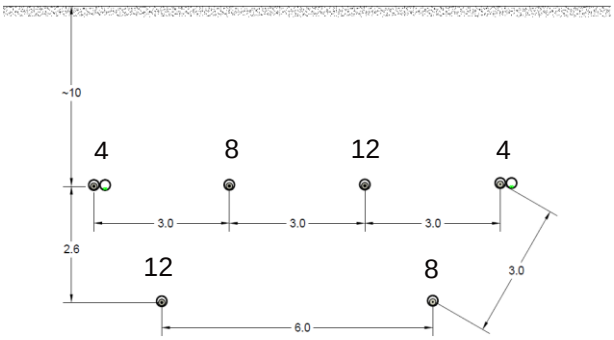
wordt gelegd via een open ontgraving waarbij de kabels in een vlak worden gelegd, zie Figuur 6. Het blauwe deel wordt gelegd via een HDD boring waarbij de kabels in driehoek worden gelegd, zie Figuur 4.

Voor het kabeltracé zijn in het model een aantal uitgangspunten toegepast op basis van ontvangen informatie:

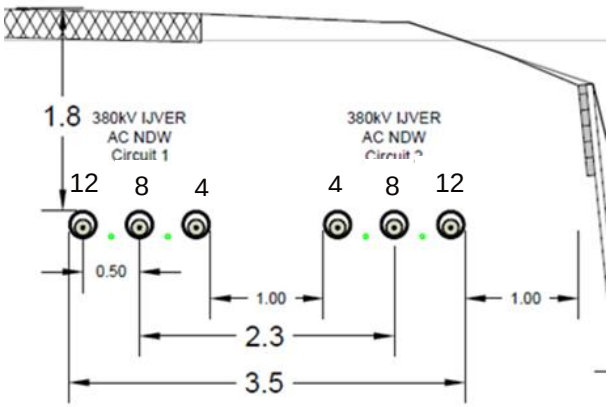
1. Voor de oriëntatie van de klokgetallen van de kabels onderling worden twee situaties bekeken:
    - De klokgetallen van de kabels ten opzichte van elkaar zijn gespiegeld, zie Figuur 4 en Figuur 6;
    - De klokgetallen van de kabels ten opzichte van elkaar zijn geroteerd, zie Figuur 5 en Figuur 7;
2. Afmeting en liggen van de kabels volgen uit de figuren;
3. Het type en de diameter van de kabel zijn niet bekend, een hypothetische kabel met diameter 250 mm is genomen; Dit is een plausibele waarde, maar de precieze diameter is voor deze specifieke studie van ondergeschikt belang[6].
4. De stroom door het aardscherm van de AC-kabels wordt buiten beschouwing gehouden;
5. De kabels worden gemodelleerd als rechte lijnen. Dit geeft een weergave van de magneetveld buffer rond de kabels. In de praktijk lopen de kabels niet (helemaal) recht op alle delen van het tracé. Dit zal een minimale impact hebben op de magneetveldbuffer om de kabels en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.



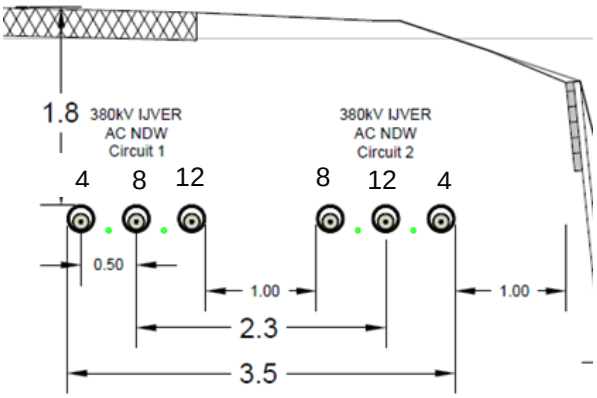
Figuur 4 Kabeltracé bij HDD-boring met gespiegelde klokgetalen.



Figuur 5 Kabeltracé bij HDD-boring met geroteerde klokgetalen.



Figuur 6 Kabeltracé bij open ontgraving met gespiegelde klokgetalen.



Figuur 7 Kabeltracé bij open ontgraving met geroteerde klokgetalen.

[6] Voor de studies voor IJmuiden Ver was de diameter wel van belang, omdat deze bepalend was voor de scheiding tussen de fasen (driehoeksligging).

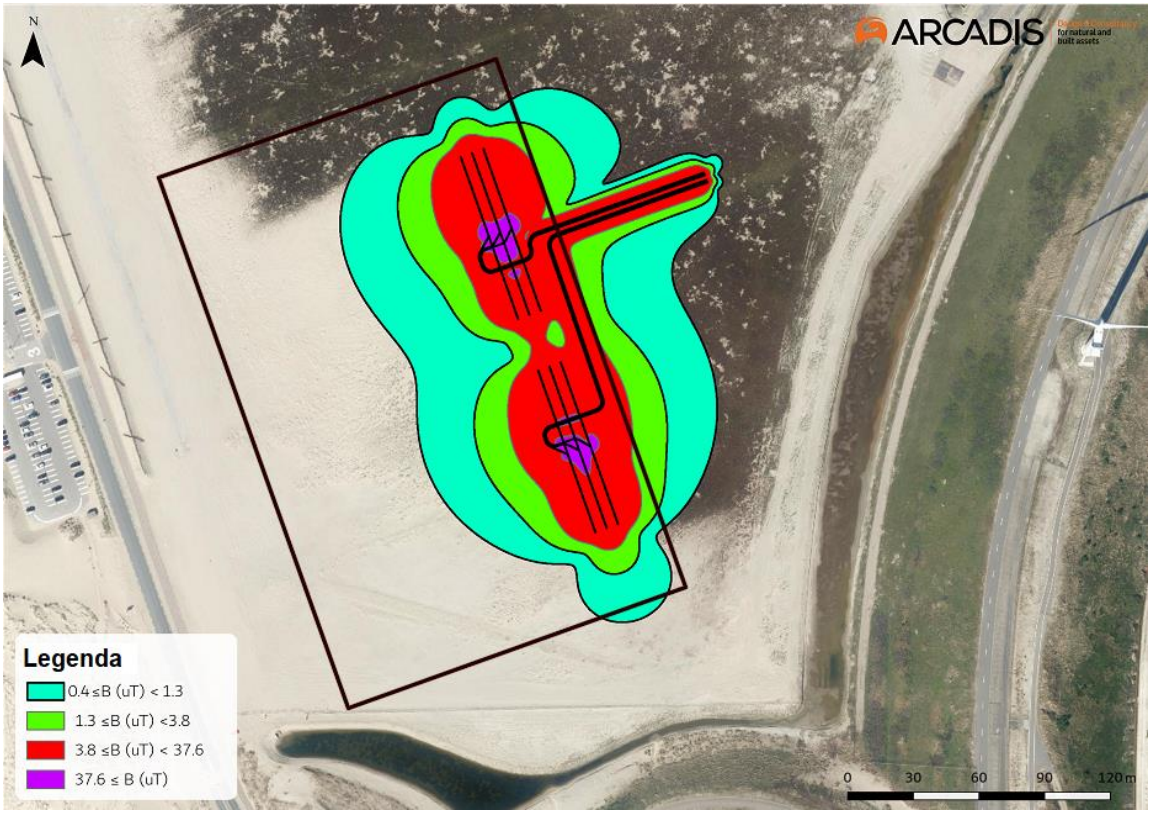
4 Resultaten

4.1 Magneetveldzone converterstation Nederwiek 2

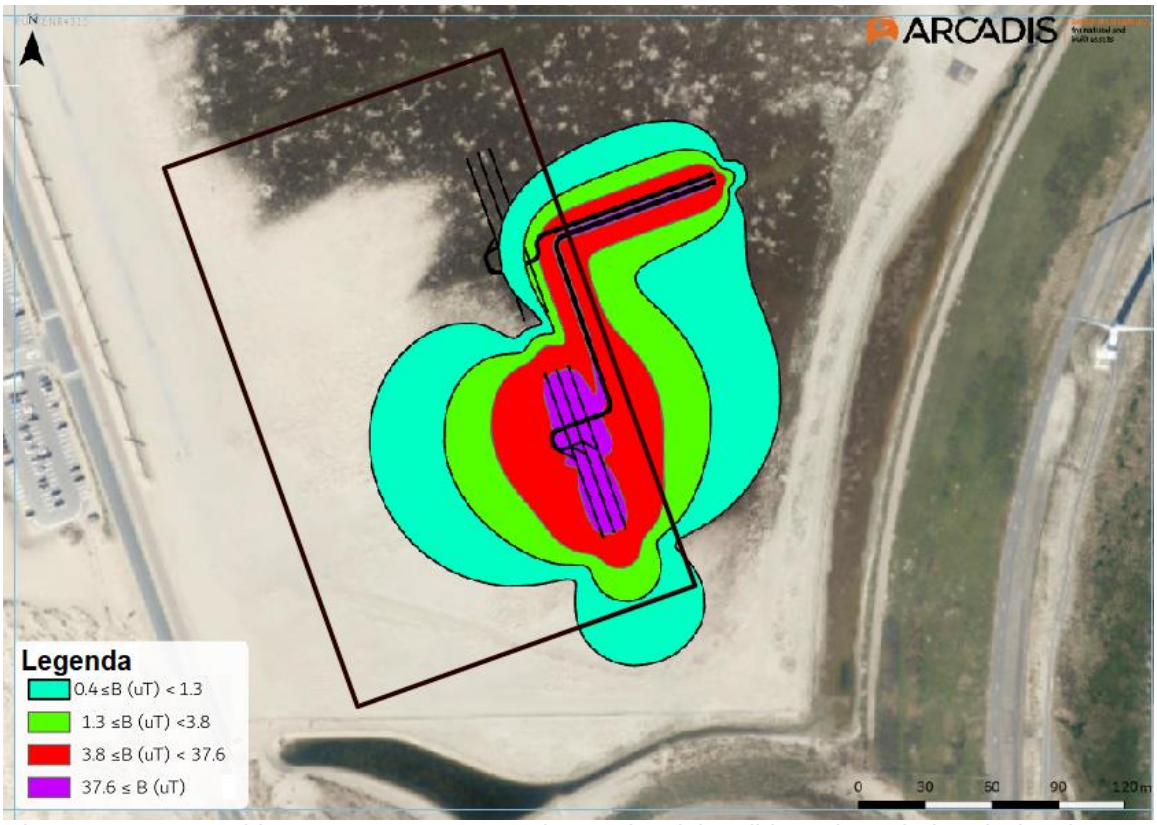
De magneetveldzone van het converterstation Nederwiek 2 in normaal bedrijf is te zien in Figuur 8. Het gebied van de 0,4 µT-magneetveldcontour van de AC-schakeltuinen reikt tot circa 51 m buiten het oostelijke hekwerk van converterstation van Net op zee Nederwiek 2.

De magneetveldzone van het converterstation Nederwiek 2 in de onderhoudssituatie is te zien in Figuur 9. Het gebied van de 0,4 µT-magneetveldcontour van de AC-schakeltuinen reikt tot circa 77 m buiten het oostelijke hekwerk van converterstation van Net op zee Nederwiek 2.

Verder zijn in deze resultaten ook de contouren voor 1,3 µT, 3,8 µT en 37,6 µT toegevoegd (Dit komt overeen met 1, 3 en 30 A/m respectievelijk: dit zijn toetswaarden voor klassen van elektrische apparatuur conform NEN-EN-IEC 61000-6-1 en 61000-6-2). Deze contouren zijn van belang bij EMC analyses volgens de NEN 3654 en kunnen in een later stadium nog van pas komen. Ter vergelijking, binnen hoogspanningsinfrastructuur van TenneT hebben de magneetvelden meestal een sterkte tussen de 10 en 40 µT.



Figuur 8 Magneetveldzone voor converterstation Nederwiek 2 tijdens normaal bedrijf. De omtrek van het converterstation is aangegeven met de zwarte rechthoek.



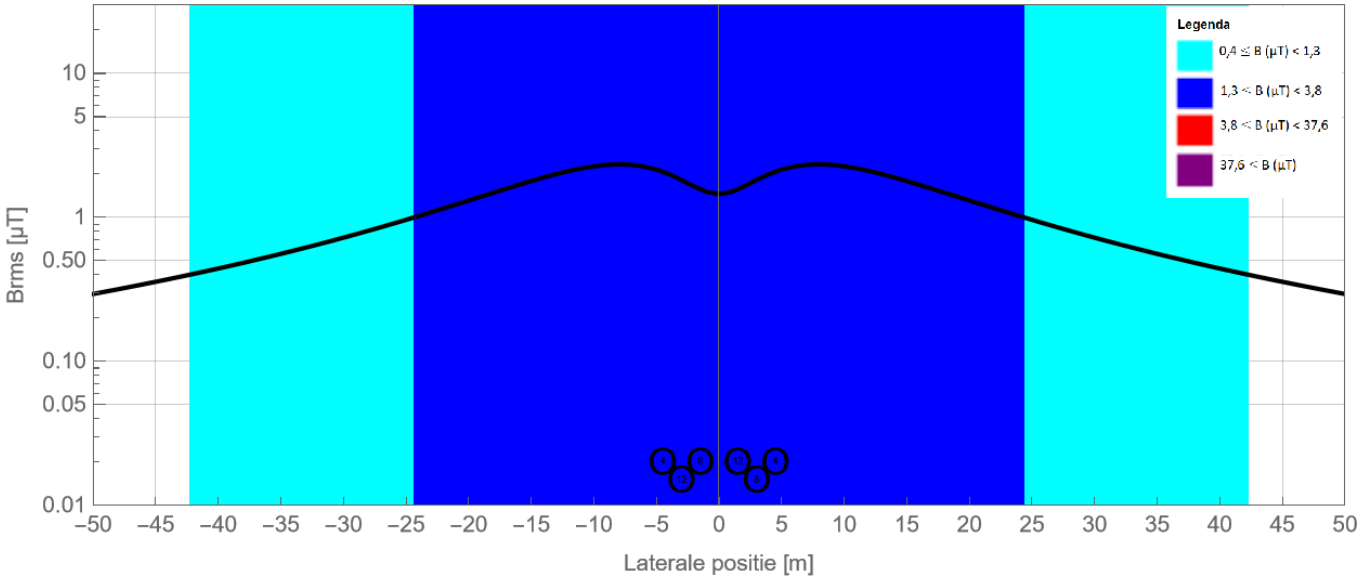
Figuur 9 Magneetveldzone voor converterstation Nederwiek 2 tijdens de onderhoudssituatie. De omtrek van het converterstation is aangegeven met de zwarte rechthoek.

4.2 Magneetveldzone AC kabeltracé Nederwiek 2

Zoals besproken in §3.3.2 wordt de kabel geanalyseerd als een los stuk kabel. Verschillende situaties worden getoetst om de magneetveldzone rond de kabels te bepalen. Verder zijn in deze resultaten ook de contouren voor 1,3 µT, 3,8 µT en 37,6 µT toegevoegd. Deze contouren zijn van belang bij EMC analyses volgens de NEN 3654 en kunnen in een later stadium nog van pas komen (zoals hierboven in sectie 4.1 uiteengezet: De herkomst van deze toetswaarden is de NEN-EN-IEC 61000-6-1 en 61000-6-2).

4.2.1 HDD boring

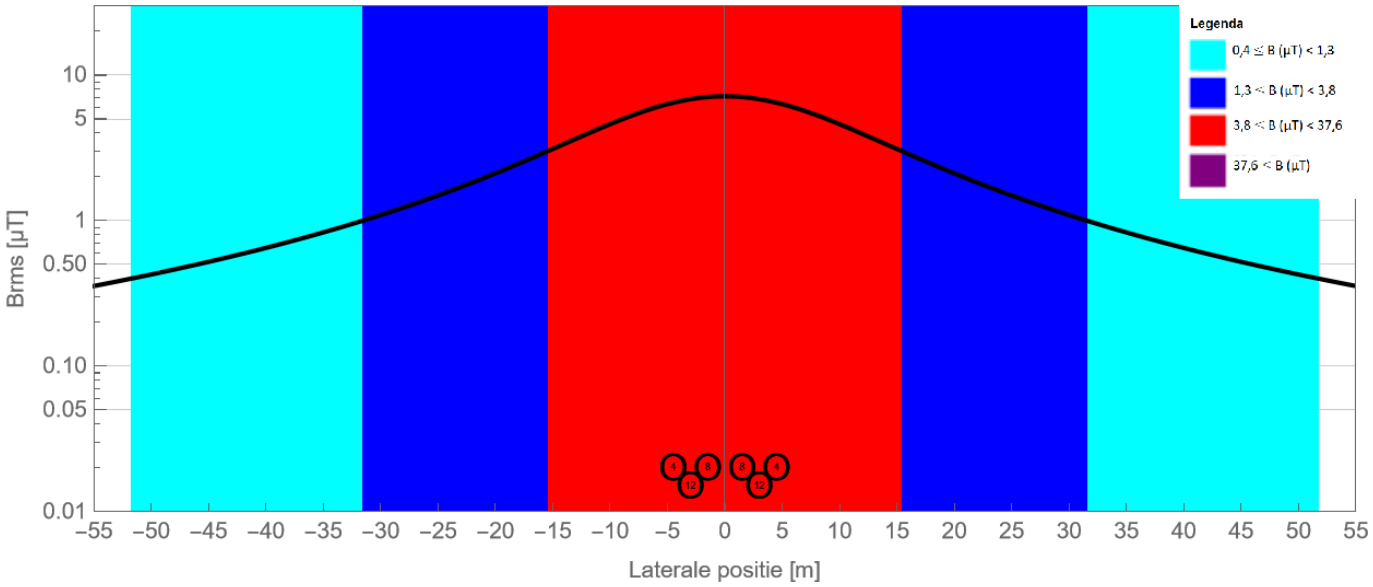
De eerste situatie die is bekeken is de HDD-boring waarbij de klokgetallen van de twee kabels gedraaid zijn ten opzichte van elkaar tijdens normaal bedrijf (dit komt overeen met Figuur 5). Het resultaat van deze simulatie is weergegeven in Figuur 10. De maximale waarde van het magneetveld is ongeveer 2,5 µT en wordt bereikt rond de locatie van de kabels. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot ongeveer 42 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.



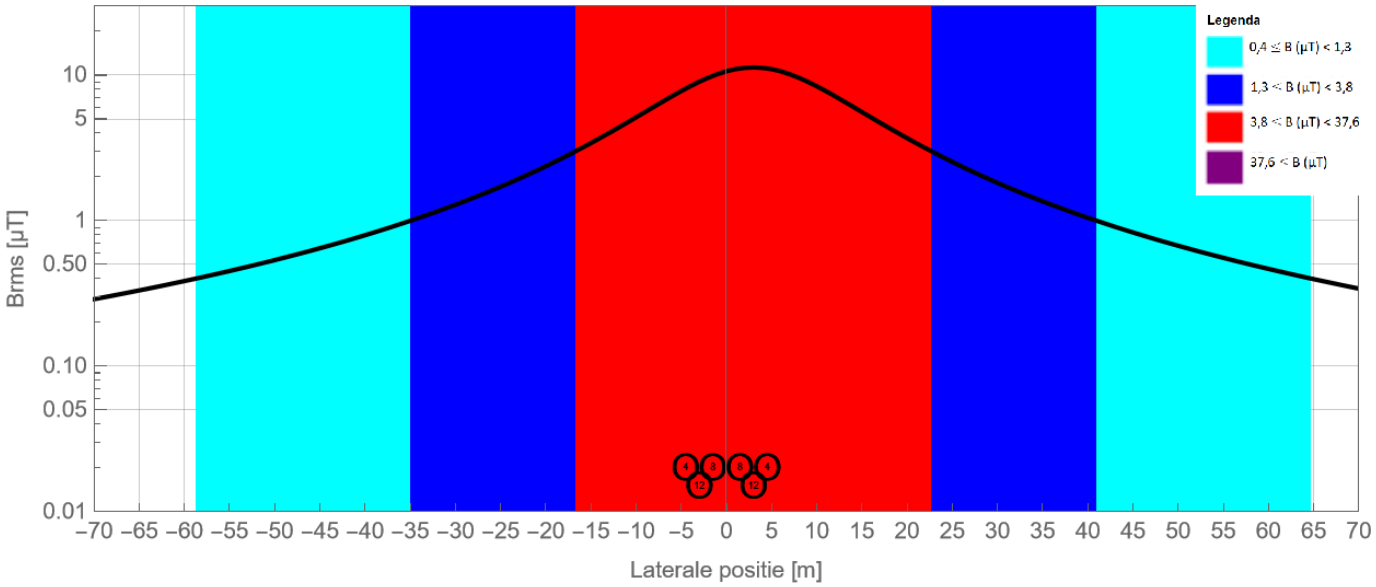
Figuur 10 Magneetveldzones voor de HDD-boring tijdens normaal bedrijf. De klokgetallen van de twee kabels zijn gedraaid ten opzichte van elkaar. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.

De tweede bekeken situatie is die van de HDD-boring waarbij de klokgetallen van de twee kabels onderling zijn gespiegeld tijdens normaal bedrijf (dit komt overeen met Figuur 4). Het resultaat van deze simulatie is te zien in Figuur 11. De maximale waarde van het magneetveld is circa 6 µT. Anders dan bij de situatie waarbij de klokgetallen zijn gespiegeld, ligt de maximale waarde van het magneetveld hier tussen kabels in. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot circa 52 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.

De laatste situatie die is bekeken voor de HDD-boring in de onderhoudssituatie. Dit betekent dat één kabel buiten bedrijf is en door de andere een stroomsterkte van 3039 A loopt. De resultaten van deze simulatie zijn te zien in Figuur 12, in dit geval voert de rechter alle stroom. De maximale waarde van het magneetveld is circa 10 µT en ligt in het midden van de kabel die in bedrijf is. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot circa 65 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.



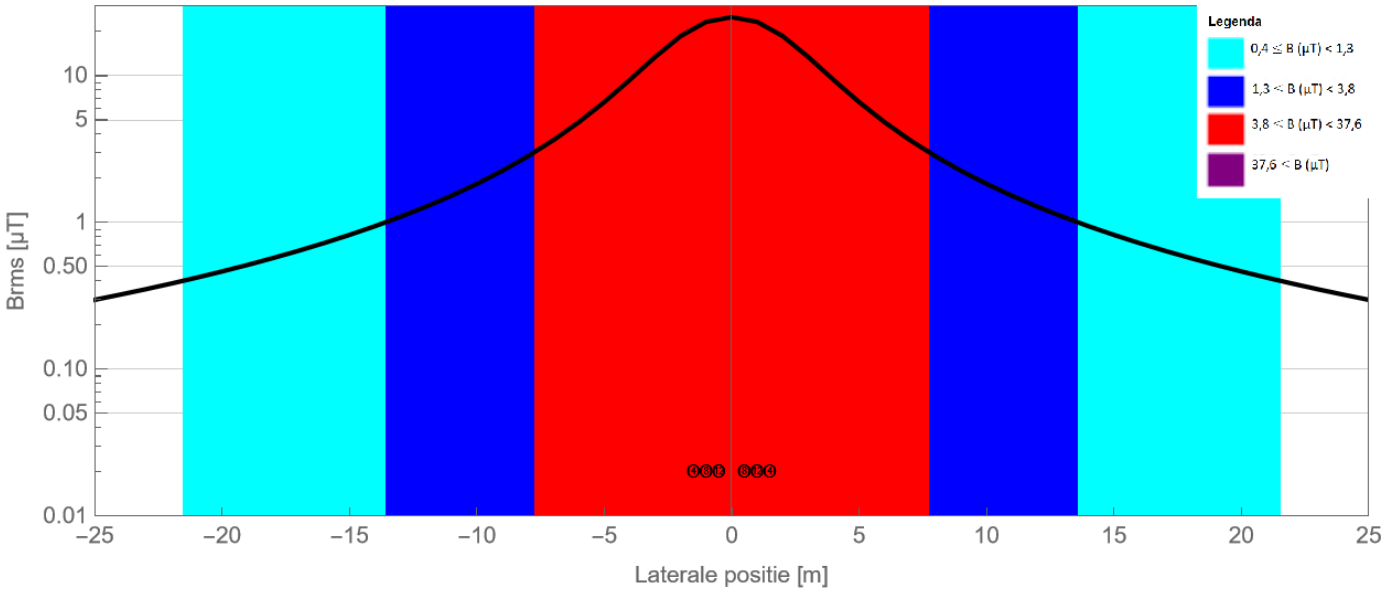
Figuur 11: Magneetveldzones voor de HDD-boring tijdens normaal bedrijf. De klokgetallen van de twee kabels zijn gespiegeld ten opzichte van elkaar. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.



Figuur 12 Magneetveldzones voor de HDD-boring tijdens onderhoud waar alle stroom door het rechter circuit loopt. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.

4.2.2 Open ontgraving

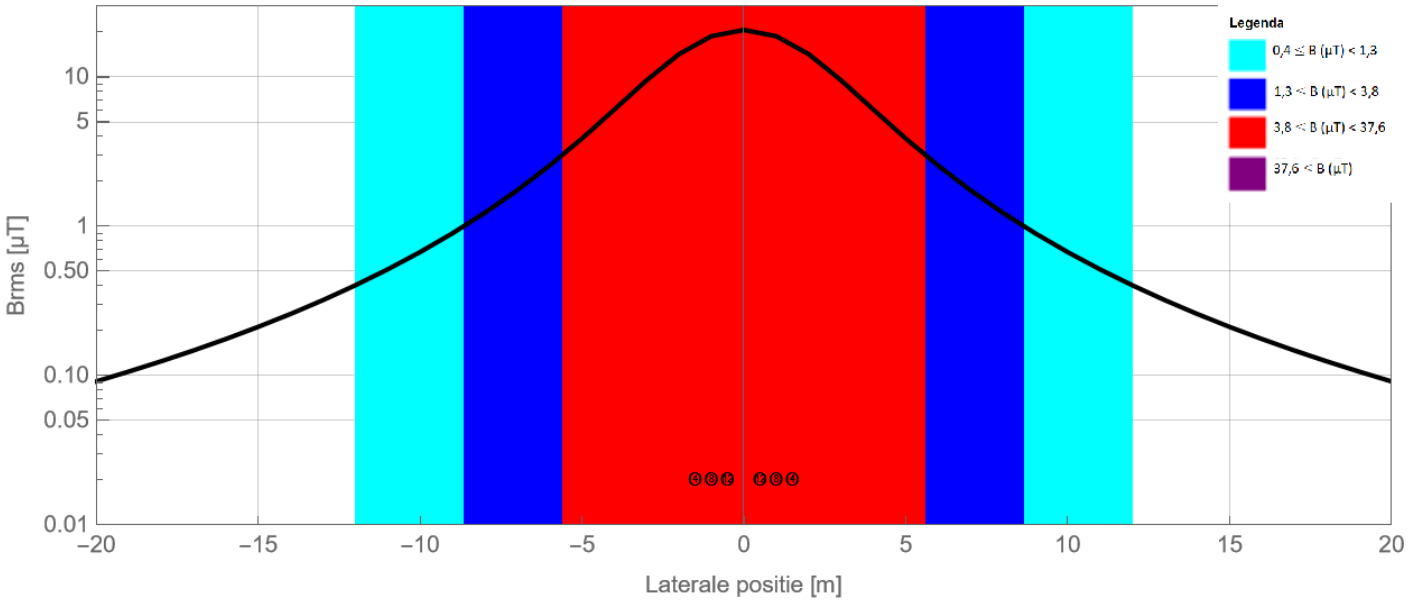
De eerste situatie die is bekeken is de open ontgraving waarbij de klokgetallen van de twee kabels gedraaid zijn ten opzichte van elkaar tijdens normaal bedrijf (dit komt overeen met Figuur 7). Het resultaat van deze simulatie is weergegeven in Figuur 13. De maximale waarde van het magneetveld is circa 11 µT en ligt precies in het midden van de twee kabels. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot circa 21,6 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.



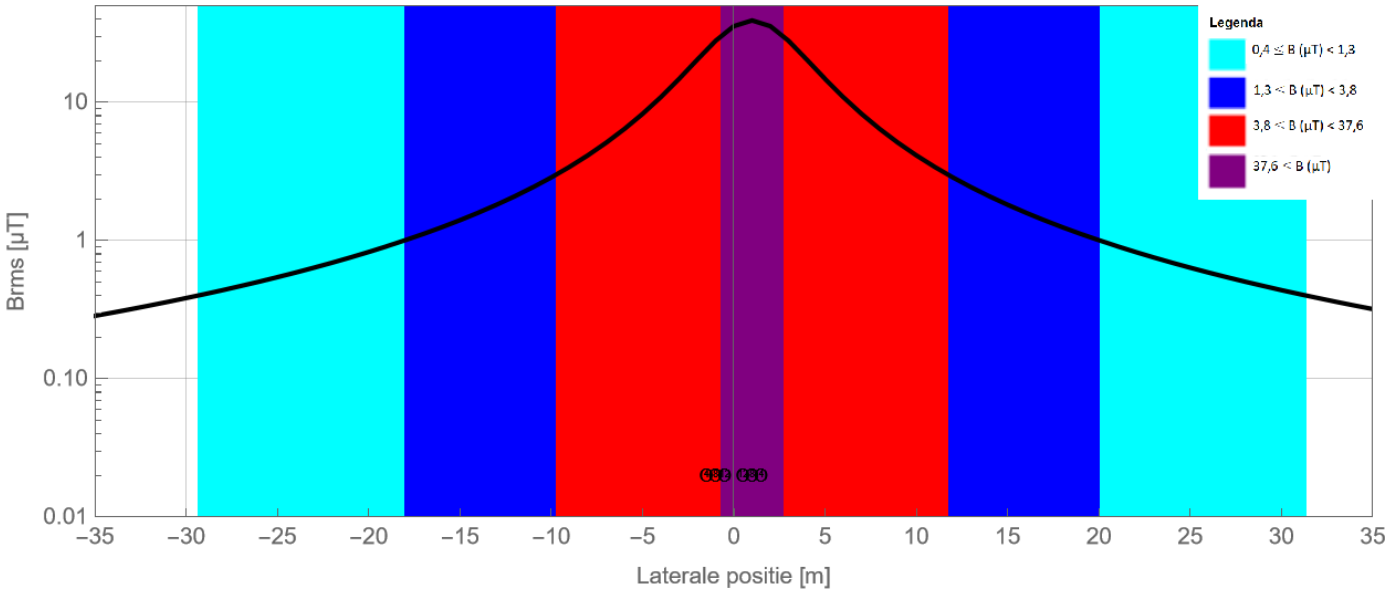
Figuur 13 Magneetveldzones voor de open ontgraving tijdens normaal bedrijf. De klokgetallen van de twee kabels zijn gedraaid ten opzichte van elkaar. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.

De tweede bekeken situatie is die van de open ontgraving waarbij de klokgetallen van de twee kabels onderling zijn gespiegeld tijdens normaal bedrijf. Het resultaat van deze simulatie is te zien in Figuur 14. De maximale waarde van het magneetveld is circa 11 µT en ligt precies in het midden van de twee kabels. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot circa 12 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.

De laatste situatie die is bekeken voor de open ontgraving in de onderhoudssituatie. Dit betekent dat één kabel buiten bedrijf is en door de andere een stroomsterkte van 3039 A loopt. De resultaten van deze simulatie zijn te zien in Figuur 15, in dit geval voert de rechter alle stroom. De maximale waarde van het magneetveld is circa 13 µT en ligt in het midden van de kabel die in bedrijf is. De zone waarin het magneetveld groter is dan 0,4 µT reikt tot circa 31,4 m buiten het punt midden tussen de twee kabels.



Figuur 14 Magneetveldzones voor de open ontgraving tijdens normaal bedrijf. De klokgetallen van de twee kabels zijn gespiegeld ten opzichte van elkaar. Dit komt overeen met Figuur 6. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.



Figuur 15 Magneetveldzones voor de open ontgraving tijdens onderhoud waar alle stroom door het rechter circuit loopt. Het lichtblauwe gebied geeft de 0,4 µT zone weer.

5 Conclusie

Arcadis heeft de magneetveldzoneberekeningen uitgevoerd voor de AC-schakeltuinen bij het converterstation van Net op zee Nederwiek 2 en het AC-tracé van dit converterstation naar het nieuw te bouwen hoogspanningsstation Amaliahaven.

Bij normaal bedrijf reikt de 0,4 µT zone tot 51 m buiten de oostelijke grens van het station. Tijdens de onderhoudssituatie, waar één circuit buiten bedrijf is en de tweede het complete vermogen voert, reikt deze zone tot 77 m buiten de oostelijke grens van het converterstation.

De kabelverbinding van het converterstation tot aan het 380kV hoogspanningsstation Amaliahaven is gesimuleerd voor zes verschillende situaties. Dit is gedaan om ondanks de beperkte informatie in deze fase van het ontwerp toch een worst-case situatie te bepalen. In Tabel 1 is een overzicht te vinden van de maximale magneetveldwaarde en de afstand van de hartlijn van het tracé tot aan de grens van de 0,4 µT magneetveldzone voor de verschillende situaties. De onderhoudssituaties geven de grootste zones. Er mag echter van uit worden gegaan dat dit geen goed beeld geeft voor het jaarlijks gemiddelde. De situaties onder normaal bedrijf geven een beter beeld voor het jaarlijks gemiddelde. Voor de HDD-boring is de worst-case situatie waar de klokgetallen van de twee kabels ten opzichte van elkaar gespiegeld zijn, dit geeft een zone van 52 m met een maximale magneetveldwaarde van 6 µT. Voor de open ontgraving is juist de situatie waarbij de klokgetallen van de twee kabels ten opzichte van elkaar gedraaid zijn worst case, waarbij er een zone is van 21,6 m en een maximale magneetveldwaarde van 11 µT.

Tabel 1 Resultaten van de magneetveldberekening. De grootte van de magneetveldzone is genomen van de hartlijn van het tracé tot aan de rand van het 0,4 µT gebied.

Situatie	Grootte 0,4 µT magneetveldzone (m)	Maximale waarde magneetveld (µT)
HDD NB Gedraaid (Figuur 10)	42	2,5
HDD NB Gespiegeld (Figuur 11)	52	6
HDD OH (Figuur 12)	65	10
Open Ontgraving NB Gedraaid (Figuur 13)	21,6	11
Open Ontgraving Gespiegeld (Figuur 14)	12	11
Open Ontgraving OH (Figuur 15)	31,4	13

Trefkansanalyse Net op zee Nederwiek 2

Trefkansanalyse voor het kabeltracé op land en converterstation Net op zee Nederwiek 2

TenneT TSO BV

722071 | v2.0

5-7-2023



Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document
Trefkansanalyse

Projectnaam
Trefkansanalyse voor het kabeltracé op land en converterstation Net op zee Nederwiek 2

Versienummer
v2.0

Datum
5-7-2023

Project nummer
722071

Opdrachtgever
TenneT TSO BV

Auteur

Nagekeken door

Disclaimer
In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.

EIK ISO 9001:2015 gecertificeerd

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2

2 Uitgangspunten 4

2.1 Rekenmethodiek 4

2.2 Eigenschappen objecten 6

3 Resultaten 7

3.1 Kabeltracé op land 7

3.2 Converterstation 8

4 Beoordeling effecten 9

4.1 Aandachtspunten afweging 9

4.2 Cumulatie 10

1 Inleiding

Deze analyse onderzoekt de mogelijke effecten van veertien windturbines van windpark Slufter op het (geplande) nabijgelegen (ondergrondse) kabeltracé op land en converterstation van Net op zee Nederwiek 2. Het geplande kabeltracé ligt op de Tweede Maasvlakte, ten westen van Oostvoorne en ten zuidwesten van Hoek van Holland. Al de beschreven objecten zijn visueel weergegeven in Figuur 1.1.

De coördinaten van de windturbines zijn weergegeven in Tabel 1.1. Er is uitgegaan van een voor dit plan relatief maximaal gedimensioneerd windturbinetype Vestas V112 op een ashoogte van 94 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 150 m. Voor de gehele analyse zijn dezelfde windturbine eigenschappen aangenomen als voor de trefkansanalyse uitgevoerd voor Net op zee IJmuiden Ver Beta[1].

Omdat de hoogspanningskabels geen gevaar voor de omgeving kunnen veroorzaken gaat het hier niet om een extern veiligheidsrisico maar wel om een afweging voor de kans op schade aan de hoogspanningsverbindingen.

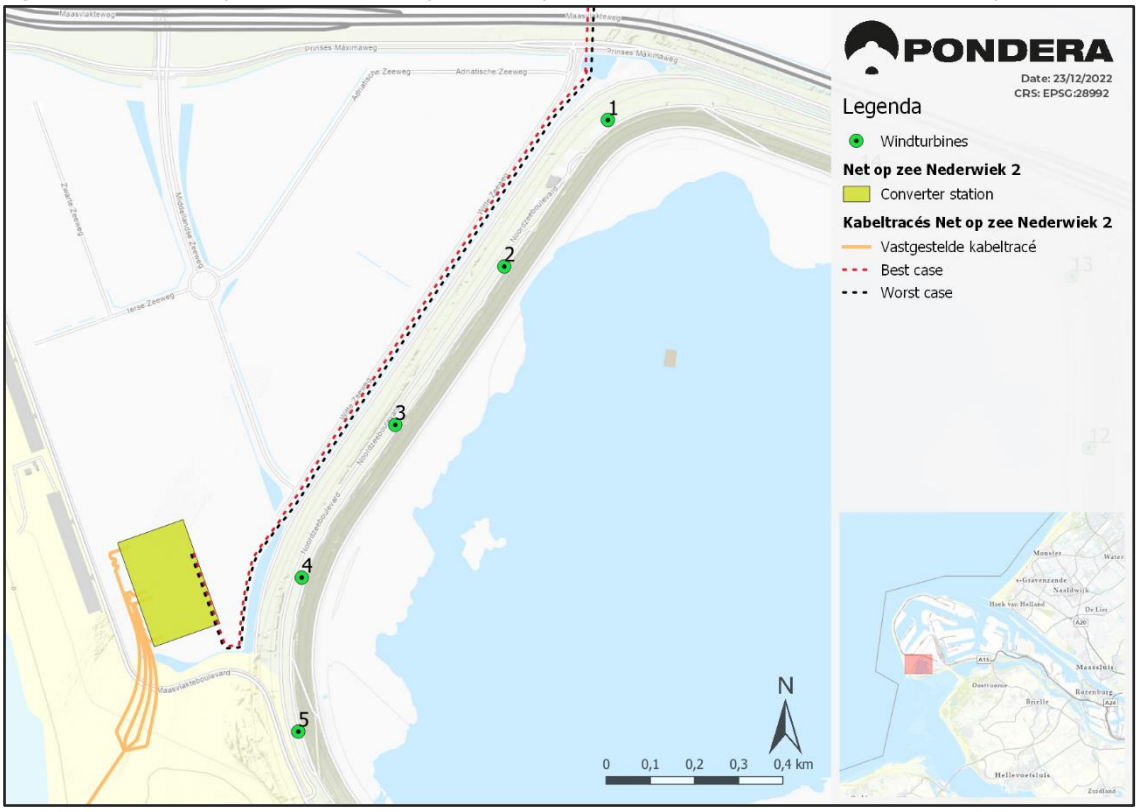
Het geplande kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 2 heeft momenteel nog geen exacte ligging, enkel een bandbreedte van het ruimtebeslag op het land. Om inzichtelijk te maken wat de trefkans op het kabeltracé is, worden uit de bandbreedte van het ruimtebeslag op land de best- en worst-case scenario's geanalyseerd. Het best-case scenario is hierbij een situatie waar de kabel zo ver weg mogelijk van de windturbines ligt, en voor worst-case ligt de kabel zo dichtbij mogelijk bij de windturbines.

Voor het converterstation van Net op zee Nederwiek 2 ligt het plot vast (157m x 250m) en er wordt geen ruimte geboden voor verplaatsing en/of grotere variant van het station. Deze rapportage beschrijft de trefkansanalyse voor dit converterstation.

Hoofdstuk 2 beschrijft de rekenmethodiek en eigenschappen van de te onderzoeken objecten. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de trefkansanalyse. In hoofdstuk 4 worden de effecten beoordeeld.

[1] Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

Figuur 1.1 Overzicht te plaatsen kabeltracé op land Net op zee Nederwiek 2 en de windturbines van windpark Slufter.



Tabel 1.1 Windturbine X- en Y-coördinaten in coördinatenstelsel EPSG:28992 (Rijksdriehoeksstelsel).

Windturbine	X-coördinaten	Y-coördinaten
1	59665,9	439310,4
2	59431,1	438978,3
3	59184,0	438619,2
4	58972,0	438273,2
5	58964,1	437924,1
6	59247,2	437568,2
7	59660,0	437501,2
8	60080,0	437634,5
9	60496,8	437778,7
10	61117,1	437942,2
11	60766,0	438135,0
12	60756,0	438567,0
13	60717,0	438956,0
14	60238,0	439188,0

2 Uitgangspunten

2.1 Rekenmethodiek

De methodiek om de trefkansen te berekenen is gebaseerd op de berekeningsmethodieken in de Handreiking Risicozonering Windturbines v1.1[2] en de Handleiding Risicoberekeningen Windturbines (versie oktober 2020)[3]. Deze laatste is de huidige opvolging van het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1). Voor het leesgemak wordt naar beide rapportages verwezen als “HRW”. Per faalscenario wordt omschreven hoe de berekening is uitgevoerd.

Er is geen vaste rekenmethodiek beschikbaar voor het berekenen van de kans op schade aan ondergrondse hoogspanningskabels. De rekenmethodiek leidt tot een conservatieve inschatting van de maximale kans op schade gebaseerd op treffen = 100% kans op schade.

2.1.1 Faalscenario’s

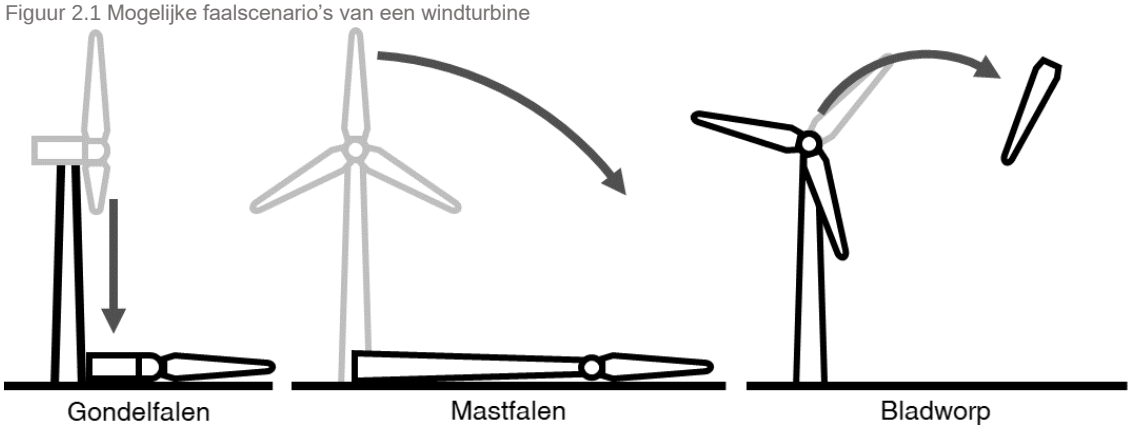
Conform het HRW zijn er drie mogelijke faalscenario’s van windturbines: gondelfalen, mastfalen en bladworp. De faalscenario’s zijn weergegeven in Figuur 2.1. In geval van gondelfalen breekt de gondel los van de mast en valt langs de mast naar beneden, vervolgens breekt ook een blad los. Bij mastfalen breekt de mast onderaan af en valt de gehele windturbine naar beneden. Bij bladworp breekt een blad los en wordt dit rotorblad in zijn geheel geworpen als gevolge van de rotatie van de rotor. Bij bladworp wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt tussen bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren. Bij bladworp bij overtoeren wordt er gerekend met een toerental gelijk aan twee keer het nominale toerental. De faalfrequenties van de verschillende faalscenario’s conform het HRW zijn in Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Faalfrequenties van de verschillende faalscenario’s, conform het HRW.

Faalscenario	Faalfrequentie per jaar
Gondelfalen	4,0E-05
Mastfalen	1,3E-04
Bladworp bij nominale toeren	8,4E-04
Bladworp bij overtoeren	5,0E-06

[2] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), versie 1.1, Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving, 20 mei 2020.
[3] Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Figuur 2.1 Mogelijke faalscenario's van een windturbine



2.1.2 Rekenmethodiek bij buisleidingen

In de Handleiding risicoberekeningen windturbines (module IV omgevingsveiligheid versie juli 2020) zijn geen rekenregels opgenomen waarmee de kans op schade is te berekenen aan ondergrondse elektriciteitskabels. Door het ontbreken van deze formules zijn er geen rekenregels beschikbaar om de kans op schade te kunnen bepalen conform een door belanghebbende afgestemde rekenmethodiek. Om toch enig inzicht te kunnen verlenen in de mogelijke hoogte van de trefkansen die zouden kunnen optreden wordt een methodiek gebruikt die gebaseerd is op de rekenformules van ondergrondse buisleidingen (aardgas).

Schade aan buisleidingen als gevolg van falende windturbineonderdelen kan plaatsvinden indien het zwaartepunt van het onderdeel landt binnen een kritische afstand rondom de buisleiding. Daarom worden de zwaartepunten van de windturbineonderdelen beschouwd. De kritische afstand is afhankelijk van de eigenschappen van de buisleiding.

Gondelfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de maximale straal van de mast + de lengte van de gondel inclusief de hub + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Mastfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de ashoogte + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Bladworp

Voor bladworp wordt uitgegaan van de werpafstanden van het zwaartepunt van een rotorblad welke berekend worden met het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten zoals opgenomen in paragraaf 2.3.1 van het HRW. Deze berekening wordt vervolgens geconverteerd in een data-image (geotiff), waarin elke pixel de kans weergeeft dat het zwaartepunt van het blad op de betreffende pixel land. Vervolgens wordt een trefzone bepaald rondom het betreffende object. Deze trefzone bestaat uit een buffer gelijk aan de kritische afstand van het object, ook wel de kritische strook genoemd. Indien het zwaartepunt van het blad in deze trefzone landt, wordt er aangenomen dat het object getroffen wordt. De uiteindelijke trefkans is de som van alle pixels van de data-image (geotiff) binnen de trefzone van het object.

2.2 Eigenschappen objecten

De relevante eigenschappen van de windturbines en de kritische stroken van de ondergrondse elektriciteitskabels zijn weergegeven in onderstaande tabellen.

Tabel 2.2 Eigenschappen windturbines Vestas V112.

Eigenschap	**Waarde**
Rotordiameter [m]	112
Ashoogte [m]	94
Tiphoogte [m]	150
Nominaal toerental [rpm]	14,0
Afstand tot zwaartepunt van een blad, gemeten vanaf de hub-as [m]	14,64
Mastdiameter [m]	24
Lengte gondel inclusief hub [m]	17,5

Tabel 2.3 Kritische stroken ondergrondse elektriciteitskabels.

Object	**Kritische strook [m][4]**		
	Mast	Gondel	Blad
Kabeltracé Net op zee Nederwiek 2	6	10	4

[4] Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

3 Resultaten

3.1 Kabeltracé op land

De totale trefkans per object is weergegeven in Tabel 3.1. De meeste objecten ondervinden een totale trefkans in de ordegrootte van 2E-04. Tabel 3.2 geeft de trefkansen per faalscenario en windturbine weer[5]. De elektriciteitskabels ondervinden trefkansen van de mastfalen, bladworp nominaal en bladworp overtoeren maar niet van gondelfalen. Het grootste verschil tussen best- en worst-case is bij WT 4, waar voor de worst-case scenario mastfalen optreedt en voor best-case niet. Het verschil in totale trefkans tussen best- en worst-case is 4,80E-05, oftewel een toename van 40% ten opzichte van best-case. Windturbines 6 t/m 14 hebben geen impact voor de trefkansanalyse, dit is ook te zien in Figuur 3.1.

Tabel 3.1 Totale trefkans per object.

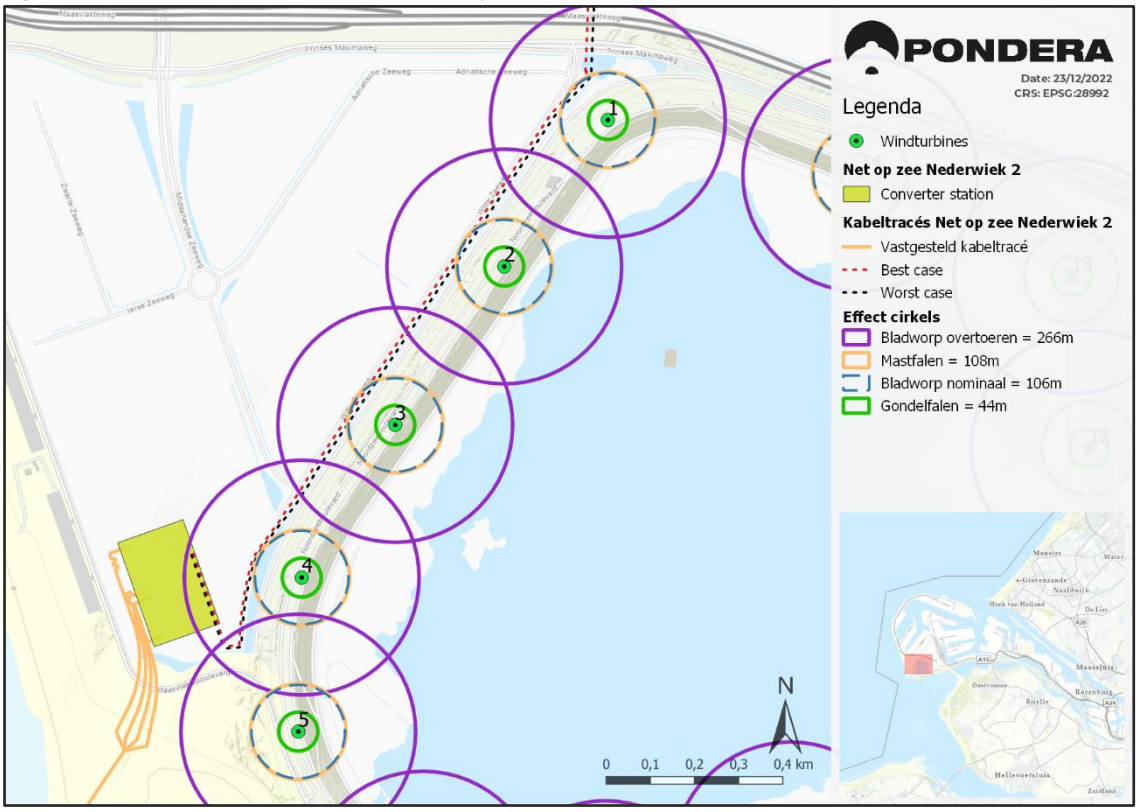
Kabeltracé Net op zee Nederwiek 2	Trefkans	Kans van optreden
Best-case	1,21E-04	1 / 8.248 jaar
Worst-case	1,69E-04	1 / 5.932 jaar

Tabel 3.2 Trefkansen per faalscenario en windturbine op de elektriciteitskabels. WT staat voor windturbine.

Kabeltracé Net op zee Nederwiek 2	WT	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
Best-case	4	0	0	0	9,49E-08	9,49E-08
Best-case	3	0	2,69E-05	2,05E-05	7,79E-08	4,75E-05
Best-case	2	0	2,26E-05	1,33E-05	7,50E-08	3,60E-05
Best-case	1	0	2,31E-05	1,45E-05	6,98E-08	3,77E-05
Best-case	5	0	0	0	1,43E-08	1,43E-08
Worst-case	4	0	1,28E-05	0	1,00E-07	1,29E-05
Worst-case	3	0	3,34E-05	2,19E-05	8,33E-08	5,53E-05
Worst-case	2	0	3,01E-05	2,10E-05	8,01E-08	5,12E-05
Worst-case	1	0	2,87E-05	2,03E-05	7,56E-08	4,91E-05
Worst-case	5	0	0	0	1,58E-08	1,58E-08

[5] In deze trefkansanalyse is gerekend met een AC-tracé dat iets verouderd is ten opzichte van het meest actuele AC-tracé. Het nieuwe tracé ligt op een grotere afstand van omliggende windturbines in de omgeving en is hiermee gunstiger dan het tracé dat is doorgerekend. Hierdoor is de daadwerkelijke trefkans kleiner dan dat de trefkans die wordt doorgerekend in de trefkansanalyse. TenneT is hiervan op de hoogte.

Figuur 3.1 Overzicht effect cirkels kabeltracé Net op zee Nederwiek 2



3.2 Converterstation

De totale trefkans van het converterstation is weergeven in Tabel 3.3. Het beoogde converterstation ondervindt een totale trefkans in de ordegrootte van 2 E-07. Het converterstation ondervindt enkel, zoals ook te zien in Figuur 3.1, een trefkans van bladworp overtoeren voor windturbine 4.

Tabel 3.3 Totale trefkans van het converterstation Net op zee Nederwiek 2

Object	Trefkans	Kans van optreden
Converterstation Net op zee Nederwiek 2	2,14E-07	1 / 4.679.997 jaar

De totale trefkansen uit Tabel 3.3 zijn berekend voor het gehele object, er is dus aangenomen dat het gehele terrein kwetsbaar is voor schade als gevolgd van windturbine impact en is daardoor worst-case. In de praktijk kan slechts een deel van het terrein kwetsbaar zijn, waardoor de totale trefkans op het terrein kleiner zal worden. Aangezien het converterstation enkel een trefkans voor bladworp overtoeren heeft, zijn de trefrisico's klein (orde grootte 2E-07) en niet significant te noemen.

4 Beoordeling effecten

De aangegeven trefkansen die inzicht geven in de maximale kans op schade welke zou kunnen optreden als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines nabij de aangegeven tracéopties dienen te worden gezien als een maximale weergave. Een trefkans met een kans op voorkomen van 1 / 5.932 jaar (wat overeen komt met de totale trefkans van het kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 2 (worst-case) kan ook worden gezien als een periode van uitval. Als de herstelwerkzaamheden van schade bijvoorbeeld 14-28 dagen in beslag nemen dan is de gemiddelde te verwachten periode van stroomonderbreking per jaar circa tussen 3 minuut en 24 seconden en 6 minuut en 48 seconden als gevolg van dit risico. De gevolgen van de onderbreking van de stroomlevering en de kans op schade kan gebruikt worden in de afweging van TenneT TSO BV over de te gebruiken tracés.

4.1 Aandachtspunten afweging

Een aantal aandachtspunten hebben sterk invloed op de getoonde resultaten in deze notitie:

- Gebruikt uitgangspunt van treffen = 100% schade;
- Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad;
- Aanleg landtracé deels dieper leggen of wijzigen ten opzichte van uitgangspunt.

4.1.1 Aanpassing uitgangspunt treffen = 100 % kans op schade

In deze notitie is ervan uitgegaan dat het treffen van de kritische strook altijd fatale schade veroorzaakt aan de functionele werking van de elektriciteitskabels. Dit betekent dat de trefkans voor 100% wordt vertaald in de kans op schade. Er zijn echter vele scenario's denkbaar waarbij een faalsituatie niet leidt tot schade aan de elektriciteitskabels. Zo kan bij mastfalen de mast van een windturbine deels falen waarbij de windturbineonderdelen niet het kabeltracé treffen, kan een blad gedeeltelijk worden geworpen of zodanig landen dat er amper sprake is van een impact, en/of kan bij gondelfalen enkel de hub met rotorbladen neervallen in de plaats van de gehele gondel.

Door in berekeningen uit te gaan van beschermingsfactoren i.p.v. 100% kans op schade (zie ook paragraaf 2.3.4.3 van de Handleiding Risicobeoordeling Windturbines), die aangeven wat de kans is dat er geen schade optreedt, kan de kans op schade worden gereduceerd. Er zijn geen vaste waarden bekend van geschikte beschermingsfactoren voor ondergrondse hoogspanningskabels. Op basis van expert judgement zouden de volgende beschermingsfactoren van toepassing kunnen zijn:

- Impact van de mast: - Beschermingsfactor 0,5;
- Impact van de gondel – Beschermingsfactor 0,25;
- Impact van een rotorblad – Beschermingsfactor 0,1.

Tabel 4.1 Opgetelde trefkansen kabeltracé Net op zee Nederwiek 2 rekening houdend met beschermingsfactoren

Kabeltracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
Best-case	4,84E-05 (-60 %)	1 / 20.663 jaar
Worst-case	6,83E-05 (-59 %)	1 / 14.632 jaar

4.1.2 Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad

Het is zeer onzeker of de impact van een rotorblad op een onder de grond gelegen elektriciteitskabel een zodanige schokgolf kan veroorzaken dat er significante schade aan de elektriciteitskabel optreedt. De gegevens over de hoeveelheid gronddekking boven de bekabeling, de sterkte van de bekabeling, het gewicht van een rotorblad, de gewichtsverdeling in een rotorblad en de lengte van een rotorblad kunnen allen invloed hebben of er schade kan optreden aan een ondergrondse elektriciteitskabel. Omdat de zeer grote rotorbladen (hier 56 meter) hun gewicht ook verdelen over een groot oppervlakte aan rotorblad is het aannemelijk dat de elektriciteitskabels niet kapotgaan door de impact van een rotorblad. Er zijn op het moment van schrijven van deze notitie bij de auteur geen praktijksituaties bekend waarbij een rotorblad een ondergrondse bekabeling heeft beschadigd. Als de impact van een rotorblad wordt verwijderd uit de trefkansanalyse dan blijven de volgende trefkansen resterend.

Tabel 4.2 Trefkans als gevolg van mastfalen en gondelfalen zonder rotorblad impact

Kabeltracé	Trefkans per jaar	Kans van optreden
Best-case	7,25E-05 (-40 %)	1 / 13.786 jaar
Worst-case	1,05E-04 (-38 %)	1 / 9.521 jaar

4.1.3 Afweging aanvullende maatregelen

Als de trefkansen en de kans op schade te hoog worden geacht, kan overwogen worden om lokaal nabij de windturbines de bekabeling dieper onder de grond te leggen eventueel met een gestuurde boring of om de bekabeling schokresistent uit te voeren (bijvoorbeeld in een betonnen bak). Ook kan de afstand vergroot worden tot buiten de effectafstanden van de windturbines zoals vermeld in de tabellen in deze rapportage. De geschiktheid, kosten en de uitwerking van dergelijke maatregelen dient nader te worden uitgezocht als een dergelijke optie wordt gekozen.

4.2 Cumulatie

Nabij het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 bevinden zich de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma. De kleinste afstand tussen Gamma/Beta en Nederwiek 2 is 39 m, hierdoor overlappen de raakzones van Gamma/Beta en Nederwiek 2 niet er is er dus geen sprake van een dubbeltelling, oftewel kans dat er met één faalincident beide tracés geraakt zouden kunnen worden.