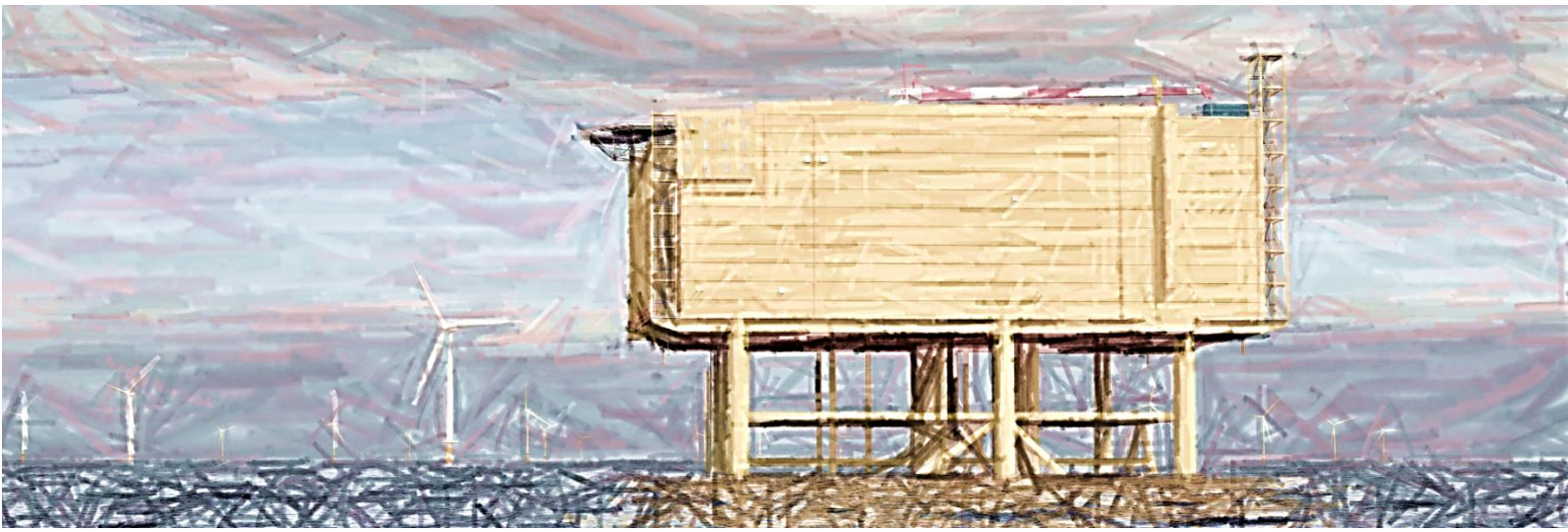
Net op zee Nederwiek 3

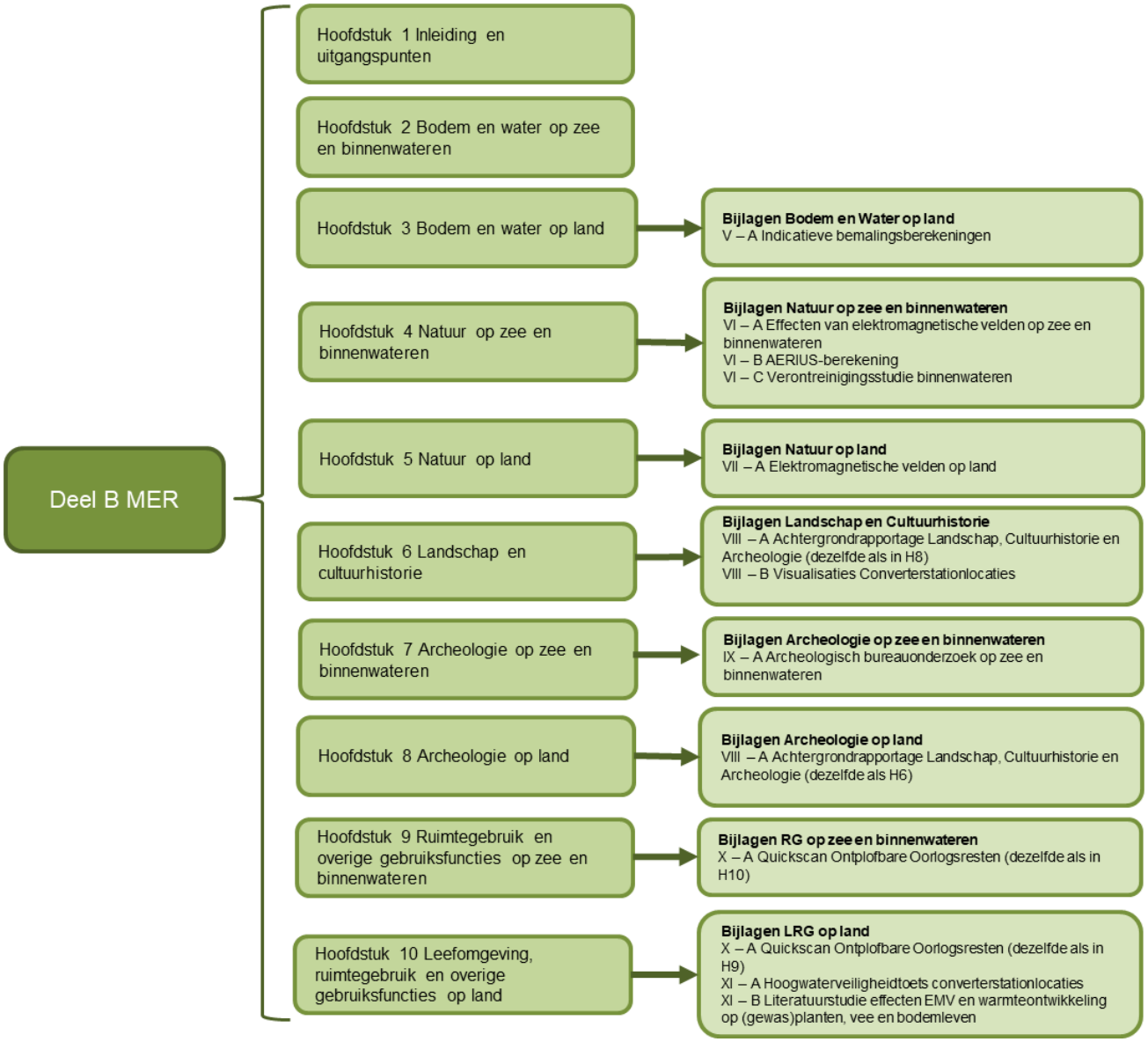
Bijlagen bij deel B van het MER fase 1



Datum: 03-09-2024
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

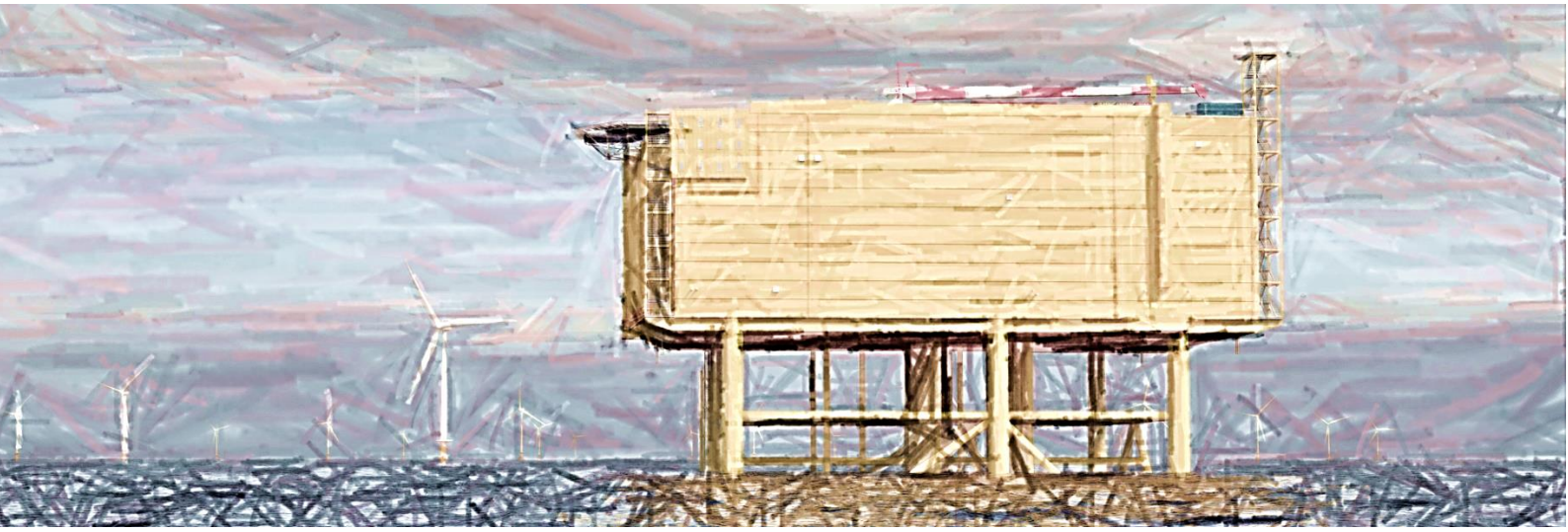
Dit document bevat de bijlagen van Deel B van het MER fase 1 Net op zee Nederwiek 3 waarnaar wordt verwezen. De (Romeinse) cijfers en titels van de bijlagen zijn weergegeven in onderstaande afbeelding. Deze afbeelding is ook te vinden in Deel A van het MER. De bijlagen zijn op volgorde van cijfers achtereenvolgens te vinden in dit document.



Bijlage V-A Indicatieve bemalingsberekening Nederwiek 3 2
Bijlage VI-A Effecten van elektromagnetische velden op zee en binnenwateren 195
Bijlage VI-B AERIUS-berekening 207
Bijlage VI-C Verontreinigingsstudie binnenwateren Nederwiek 3 329
Bijlage VII-A Effecten van elektromagnetische velden op land 473
Bijlage VIII-A Achtergrondrapportage Landschap, Cultuurhistorie & Archeologie 477
Bijlage VIII-B Visualisaties converterstationlocaties Net op zee Nederwiek 3 603
Bijlage IX-A Archeologisch bureauonderzoek op zee en binnenwateren 624
Bijlage X-A Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten Net op zee Nederwiek 3 706
Bijlage XI-A Hoogwaterveiligheidstoets converterstationlocaties 782
Bijlage XI-B Literatuurstudie effecten EMV en warmteontwikkeling op (gewas)planten, vee en bodemleven 798

Net op zee Nederwiek 3

Bijlage V-A Indicatieve bemalingsberekening



Datum: 24-04-2024
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

TenneT Taking power further

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
1.1 Voornemen werkzaamheden 3
1.2 Leeswijzer 4
2 Uitgangspunten 6
2.1 Buisleidingenstrook 6
2.2 Voorne-Hoeksche Waard 8
2.3 Binnenwateren 10
2.4 Goeree-Overflakkee 11
2.5 Onshore (DC) 12
2.5.1 Open ontgraving 12
2.5.2 Gestuurde horizontale boring (HDD) 14
2.5.3 Diameter landkabel 15
2.5.4 Mofputten (joints) 16
2.5.5 Aardputten 16
2.5.6 Converterstation 17
2.5.7 Aanlandingen 22
2.6 Aanlegmethode 22
2.6.1 Aanlegperiode 23
2.7 Samenvatting uitgangspunten 23
3 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater 24
3.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie 24
3.1.1 Bestaande maaiveldhoogte 24
3.1.2 Regionale bodemopbouw 24
3.1.3 Geohydrologische eigenschappen 26
3.2 Oppervlaktewater 27
3.3 Grondwater 30
4 Berekening debiet en invloedsgebied 34
4.1 Algemeen 34
4.2 Opbarstrisico 34
4.3 Bemalingssysteem 37
4.4 Debietberekening 38
4.5 Verlaging van de grondwaterstand 41
5 Invloed bemaling op de omgeving 43

5.1 Algemeen 43
5.2 Zetting/ zakking 43
5.3 Zoet/zout 45
5.4 Overige effecten 46
6 Aanbevelingen 51
Bijlagen 52
Colofon 66

Bijlagen

Bijlage 1: Gegevens REGIS en GeoTOP

Bijlage 2: Tracé varianten

Bijlage 3: Boringen overzichten REGIS

Bijlage 4: Geologische samenstellingen + zones

Bijlage 5: Opbarstrisico berekeningen

Bijlage 6: Grondwaterstanden

Bijlage 7: Debiet Berekeningen

Bijlage 8: Debiet indicatie tekening

Bijlage 9: Verwachte waterbezwaar

Bijlage 10: Verlaging van grondwaterstand

Bijlage 11: Omgevingseffecten

Bijlage 12: Brak/Zout Grensvlak

Bijlage 13: Zetting evaluatie

1 Inleiding

Voor de aanleg van het kabeltracé en converterstations voor het project Net op zee Nederwiek 3 is tijdelijke verlaging van het grondwater nodig. De verlaging wordt gerealiseerd door bemaling van de bodem. Om inzicht te krijgen in de benodigde bemaling en het effect hiervan op de omgeving zijn indicatieve bemalingsberekeningen uitgevoerd. In deze bijlage is de uitwerking van deze berekeningen gegeven.

Deze berekeningen leveren een inschatting van het benodigde debiet, het waterbezwaar en van de omgevingseffecten die horen bij de benodigde bemalingen voor de kabeltracés en voor de locaties van de converterstations. De resultaten worden in de MER-rapportage gebruikt om de effecten op de omgeving in beeld te brengen. 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.

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

In MER-fase 1 worden er vier tracéalternatieven onderzocht. Voor ieder tracéalternatief start deze op zee (in de Voordelta) en loopt deze naar de converterstation locaties in Moerdijk of in Geertruidenberg (zie bijlage 2). Langs de tracéalternatieven zijn er varianten mogelijk. Om de beoordeling van de tracéalternatieven te bewerkstelligen is ieder tracéalternatief verdeeld in ‘tracédelen’. Op een tracédeel kan er sprake zijn van varianten. Een tracédeel kan alleen op land, wateren of zowel op land en wateren lopen. De tracé alternatieven, tracédelen en varianten zijn in meer detail beschreven in het onderhavige MER.

Om de kabeltracé en converterstation locaties te realiseren dient ontgraven te worden. Wanneer de diepte van de ontgravingen lager is dan het aanwezige grondwaterniveau, dan wordt bemaling toegepast. Op delen waar hoge grondwaterstanden voorkomen, is de benodigde verlaging groter dan op delen waar de grondwaterstand lager is. Hoe groter de benodigde verlaging van de grondwaterstand hoe groter het potentiële effect in de omgeving (mede afhankelijk van bodemopbouw in de omgeving). De afstand waarover de verlaging van grondwaterstanden doorwerkt, wordt uitgedrukt als het invloedgebied.

Naast de verlaging van de grondwaterstand kan de grondwaterstroming ook worden beïnvloed. De grondwaterstroming wordt sterk bepaald door in de bodem aanwezige goed en slecht doorlatende lagen. Door de bemaling van de ontgraving wordt een potentiaalverlaging gecreëerd. Dit betekent dat er een verschil van grondwaterstanden ontstaat waardoor grondwaterstroming verandert. Grondwater stroomt namelijk van hoog naar laag. Wanneer er grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn binnen het invloedsgebied van de bemaling kan verspreiding van de verontreiniging naar de omgeving plaatsvinden. Vanuit de Wet Bodembescherming is dit ontoelaatbaar. Dit maakt aanleg in dat geval met traditionele bemaling onhaalbaar. Door de bemaling lokaal anders uit te

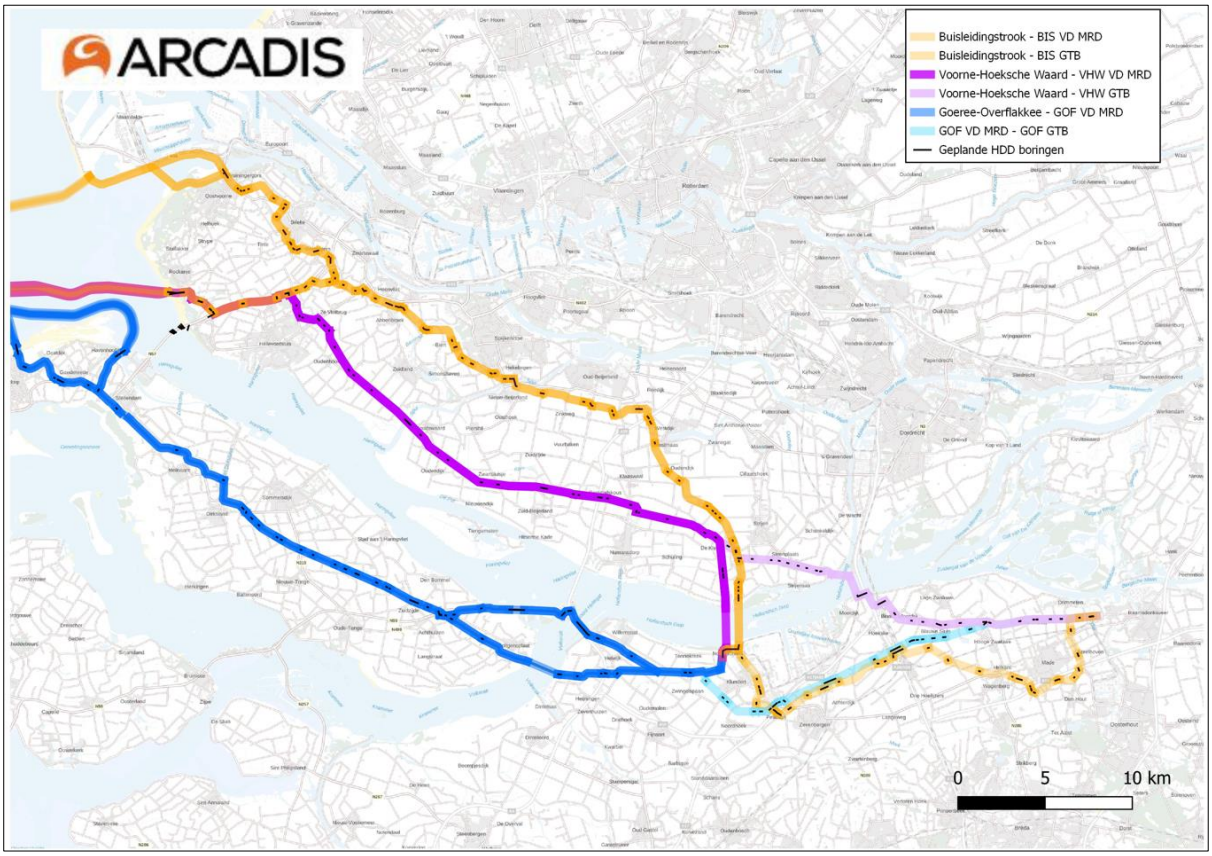
voeren, met bijvoorbeeld retourbemaling of damwanden, kan de aanleg plaatsvinden zonder verontreinigingen te verspreiden.

Daarnaast kan verlaging van grondwaterstanden leiden tot negatieve effecten zoals ongewenste zettingen/zakkingen (in niet zandige bodemopbouw), beïnvloeding en/of opconing van zoet/brak grondwater en effecten op bestaande grondwateronttrekkingen/wko systemen.

De verbinding van kabelsegmenten wordt via mof- en aardputten gerealiseerd. De intrede- en uittredelocaties van gestuurde boringen, de open ontgravingen en de mof- en aardputten worden onder het maaiveld aangelegd. Vaak is verlaging van het grondwater nodig voor deze werkwijze.

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

Verder wordt er ook een aantal converterstation locaties onderzocht (in totaal 11 stuks). De converterstation locaties bestaan onder andere uit een controlegebouw (56m x 35m) en third-party building (20m x 7m) met kelders eronder. De aanlegdiepte van de kelders is ca 3,5 m-mv.



Figuur 1-1 Kabeltracéalternatieven en converterstation locaties (Moerdijk en/of Geertruidenberg) voor Net op zee Nederwiek 3.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten van de bemaling meegenomen.

De volgende stappen zijn doorlopen:

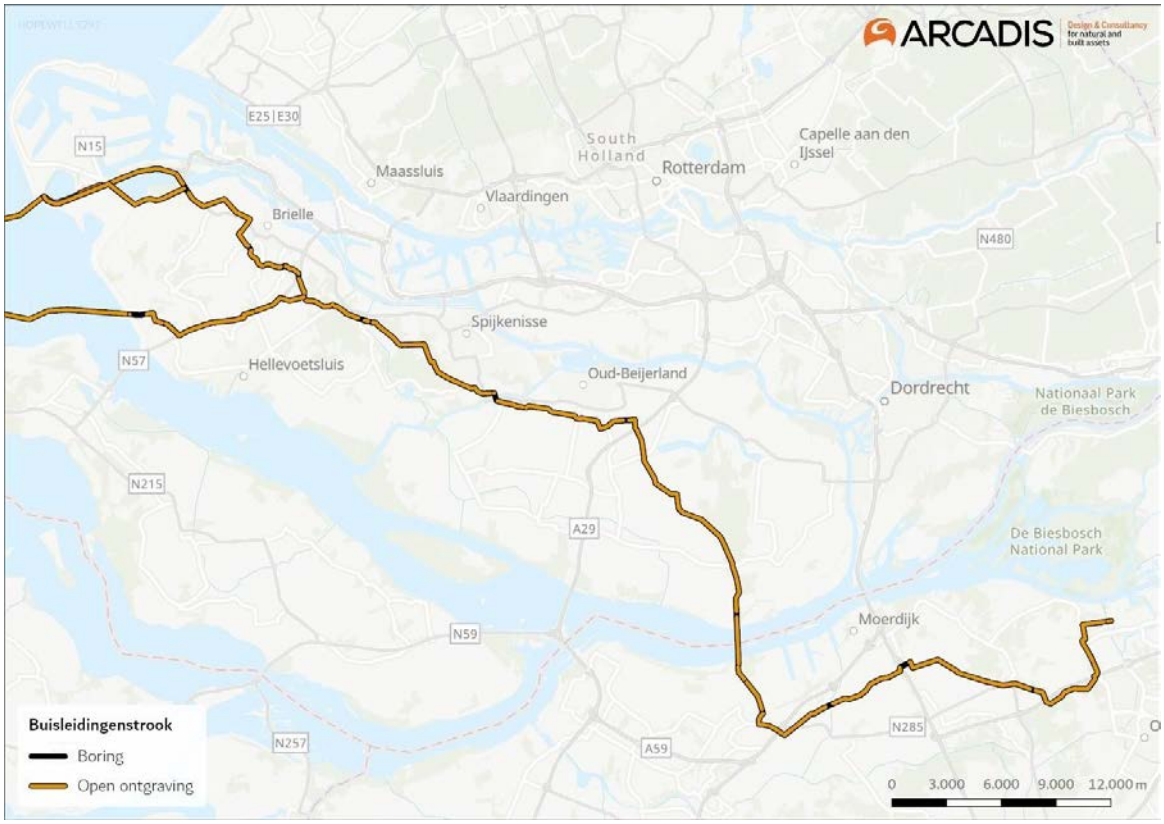
- De aanwezige geohydrologische opbouw van de ondergrond is onderzocht.
- Voor de bemaling van de open ontgravingen zijn voor een gemiddelde bodemopbouw en met geschatte parameters bemalingsdebieten berekend en is een inschatting van het invloedsgebied van de grondwaterstandverlaging (groter dan 5 cm) gemaakt.
- Voor de puntbemaling (converterstation locaties) 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.
- Verder is het totale mogelijke verticale invloedsgebied berekend.
- De mogelijke effecten van de geplande op de omgeving is meegenomen in hoofdstuk 5.

2 Uitgangspunten

Van de vier tracé alternatieven lopen er drie voornamelijk over land en één door het water (Binnenwatertracé). Dit verkennend onderzoek is alleen gericht op de landtracés omdat voor het binnenwatertracé over het algemeen geen bemaling nodig is. De technische uitgangspunten voor de aanleg van de drie landtracés zijn voor elk van de landtracés nagenoeg hetzelfde. Het tracé dat in de strook 'Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035' ligt vormt hierop een uitzondering die in de betreffende paragraaf zal worden toegelicht. Voor de aanleg van de tracés is de standaard aanlegmethode open ontgraving en zal er enkel worden geboord mocht een open ontgraving niet mogelijk of niet wenselijk is. De technische uitgangspunten voor aanleg van landtracé (DC) worden navolgend toegelicht. Voor situatie tekeningen zie Figuur 2-1 t/m Figuur 2-6 (inclusief geplande HDD-boring locaties) en bijlage 2.

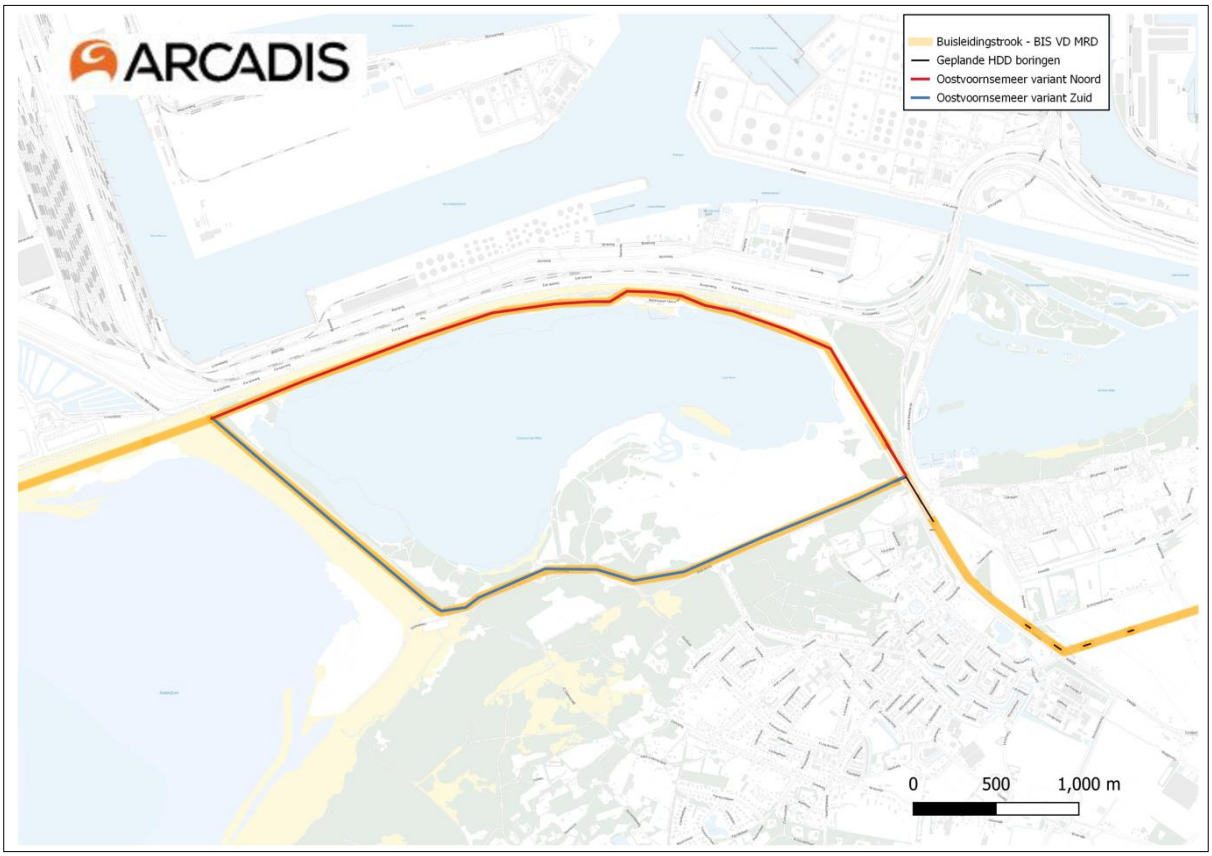
2.1 Buisleidingenstrook

Voor het tracé Buisleidingenstrook (BLS) zijn twee varianten: één variant ligt in de in Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 aangewezen strook voor buisleidingen van nationaal belang en de andere variant ligt direct naast deze strook. Alleen bij het effect "beïnvloeding van de kabel op de buisleiding" worden deze als twee varianten beschouwd. Voor alle overige effecten maakt het niet uit of het kabeltracé in of naast de buisleidingstrook ligt. Voor de variant die in de strook ligt zal nader onderzoek moeten worden gedaan naar de wederzijdse (thermische) beïnvloeding van buisleidingen met diverse grondstoffen op de 525kV DC hoogspanningskabels van TenneT. Hierdoor zullen de door TenneT gehanteerde afstanden tussen kabelsystemen misschien anders zijn dan voor de overige tracés.



Figuur 2-1 Tracé structuurvisie buisleidingen

Tracé Buisleidingenstrook loopt aan de zuidzijde van de Tweede Maasvlakte door het duinstruweel op de 5-meter hoogtelijn. Vervolgens buigt het af en loopt parallel aan de waterkering tussen het Brielse Gat en het Oostvoornse Meer (subvariant Oostvoornse Meer Noord). Aan de zuidzijde van de waterkering komt het tracé binnendijks waarna het aansluit op de in Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 aangewezen strook (subvariant Oostvoornse Meer Zuid).



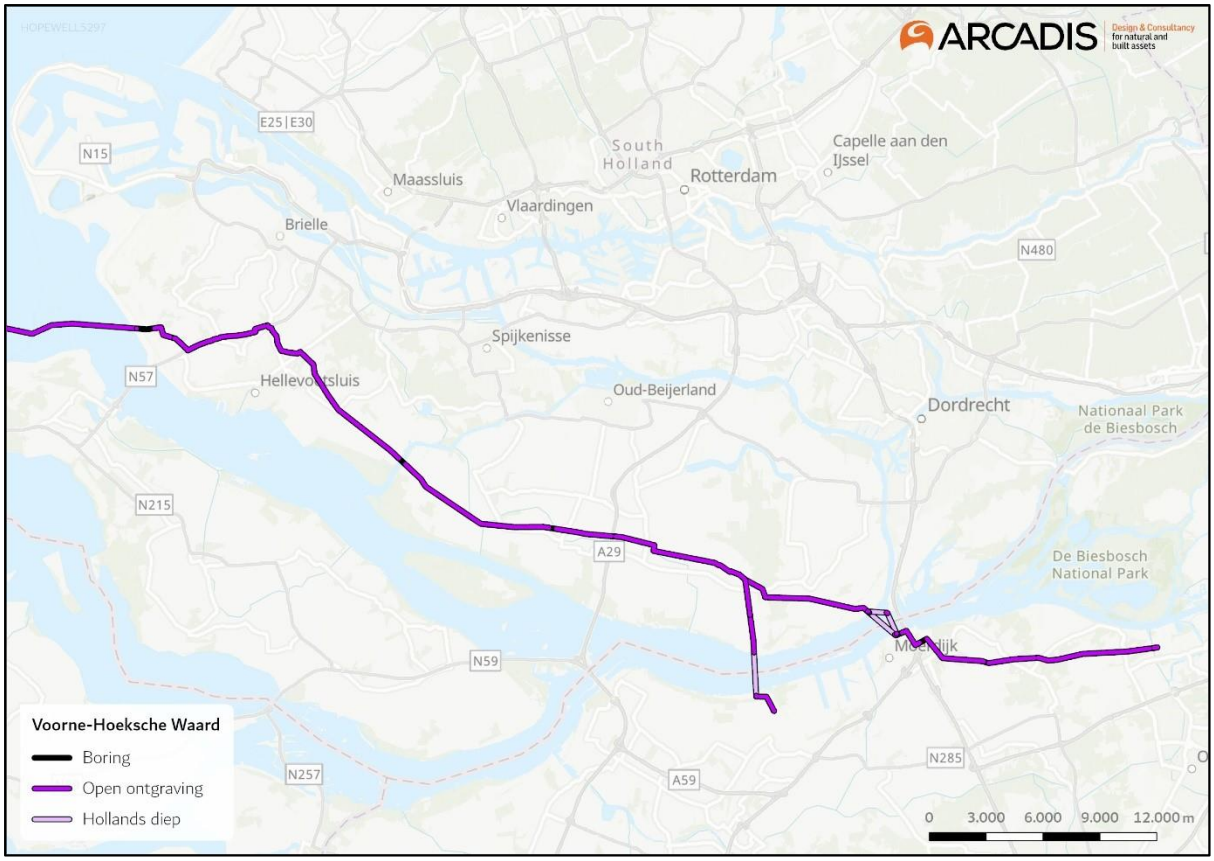
Figuur 2-2 BLS aanlanding en sub varianten (Oostvoornsemeer Noord en Zuid)

De grootste uitdagingen bij dit tracé zijn de ruimte bij de aanlanding van de zeekabel, (tijdige) beschikbaarheid van de Buisleidingenstrook, lintbebouwing op Voorne-Putten en Hoeksche Waard en de doorkruising van enkele Natura2000-gebieden zoals het Oudeland van Strijen en het Hollands Diep.

2.2 Voorne-Hoeksche Waard

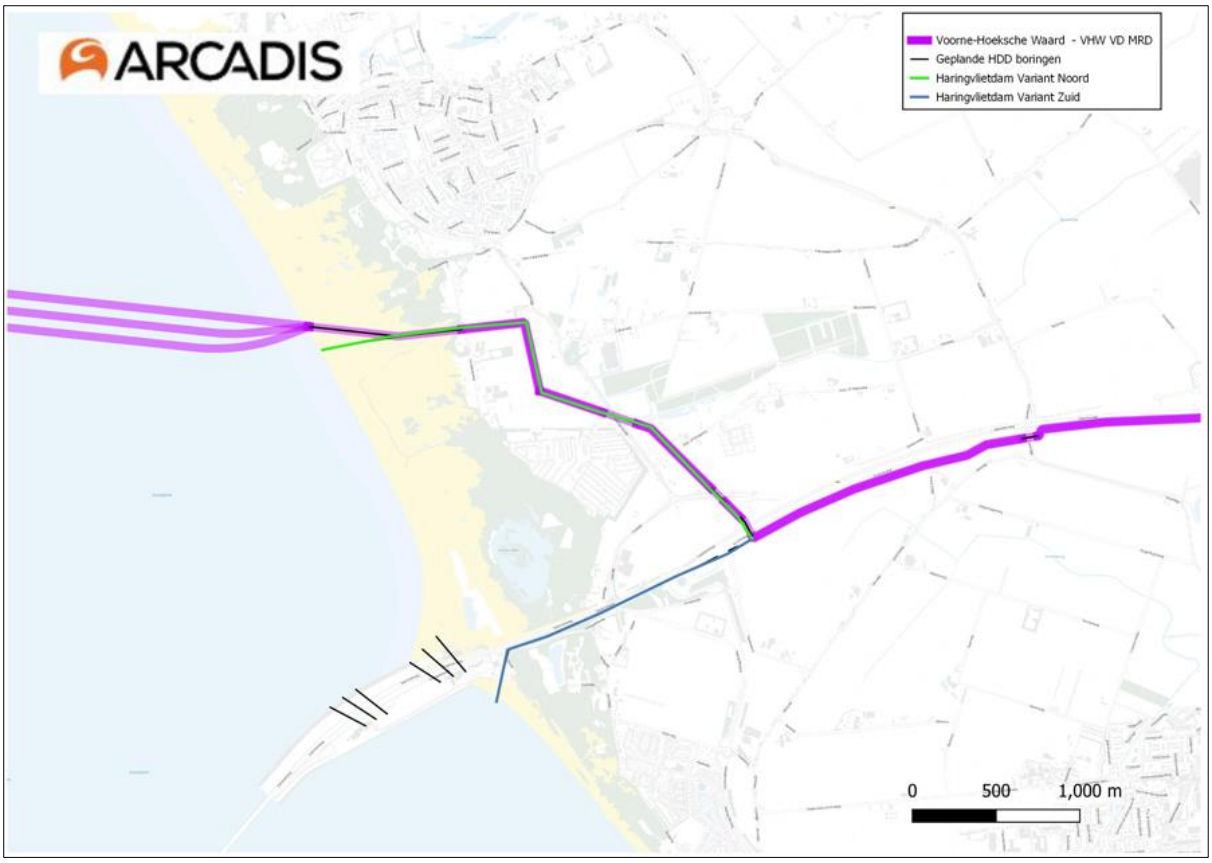
Tracé Voorne-Hoeksche Waard is een landtracé dat door de Zuid-Hollandse eilanden Voorne en Hoeksche Waard loopt, waarna het Hollands Diep kruist en vervolgt naar Moerdijk of Geertruidenberg. Het tracé ligt iets zuidelijker dan het tracé Buisleidingenstrook.

De grootste uitdagingen van dit tracé zijn de lintbebouwing op Voorne en Hoeksche Waard en de kruising van het Hollands Diep *buiten* de Servicetunnel Hollands Diep.



Figuur 2-3 Tracé Voorne – Hoeksche Waard

Verder is er gevraagd om twee sub-varianten te evalueren ter plaatse van Voorne-Hoeksche Waard – Haringvlietdam.



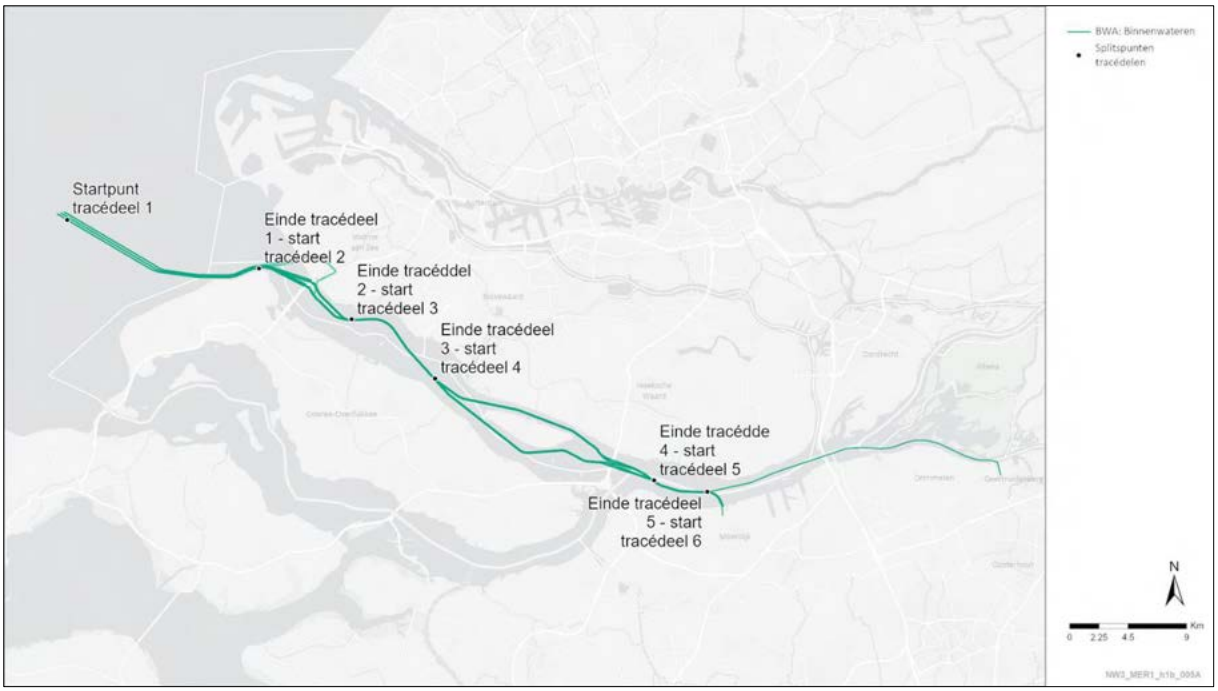
Figuur 2-4 Voorne-Hoeksche Waard – Haringvliet Dam aanlanding en sub varianten (Haringvlietdam Noord en Zuid)

2.3 Binnenwateren

Het kabeltracé van Nederwiek 3 loopt na de kruising van de Haringvlietdam door de binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en indien naar Geertruidenberg ook door de Amer. De binnenwateren kennen een andere dynamiek dan op zee en zijn (veel) smaller dan de Noordzee. Daardoor is de gehanteerde kabelcorridor in een gebundelde variant van 1.000 meter (2x500 meter aan weerszijden van de kabel) hier niet hanteerbaar.

Vanuit onderhouds- en veiligheidsperspectief stelt TenneT daarom een kabelcorridor van 100 meter in de binnenwateren voor (50 meter aan weerszijden van de kabelsystemen).

De aanleg in de binnenwateren kan met een Vertical Injector zijn of met een ploeg. Voor de Vertical Injector geldt dat er water in de bodem wordt gespoten waardoor de bodem fluïde wordt en door de Vertical Injector de kabel op diepte kan worden gebracht. Daarbij zal in en bij de bodem sediment opgewoeld worden, maar enkel in en op de waterbodem. Dat is onvergelijkbaar met baggeren wat betreft vertroebeling. Het is in orde van grootte meer vergelijkbaar met de vertroebeling die ontstaat bij het slepen van netten door vissers. Na de uitkomsten van de surveys begin 2024 zal worden besloten wat de meest geschikte aanlegmethode voor het tracé door de binnenwateren.

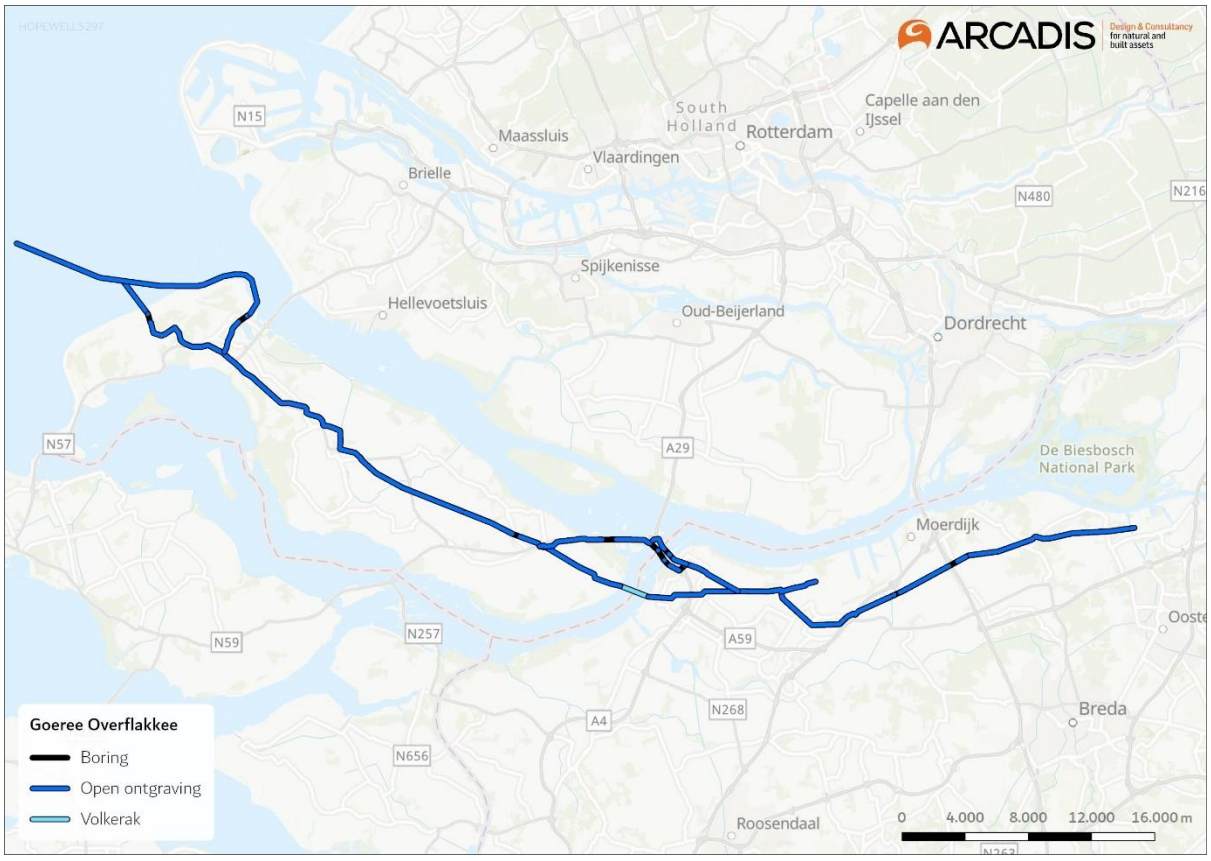


Figuur 2-5 Tracé Binnenwateren

2.4 Goeree-Overflakkee

Tracé Goeree-Overflakkee loopt ten zuiden van de binnenwateren over het dubbeleiland Goeree-Overflakkee. Het tracé landt vanuit de Voordelta aan door de duinen bij Ouddorp of om de Kwade Hoek bij Havenhoofd. De twee aanlandingsvarianten fuseren bij Stellendam en lopen daarna grotendeels parallel aan de N215. Vlak voor de Hellegatsdam buigt één variant af naar het zuiden en kruist het Volkerak met een (lange) boring. De noordelijke variant loopt via het Volkeraksluizencomplex, waarbij er zowel aan de noord- en zuidkant van de sluizen wordt overgestoken. Vervolgens buigt één lijn af naar Moerdijk en de ander vervolgt naar Geertruidenberg, grotendeels parallel aan de nieuwe hoogspanningsverbinding ZWO380.

De grootste uitdagingen van dit tracé zijn de oversteek van het Volkerak en de kruising van de A16 en spoorlijnen ten oosten van Moerdijk.



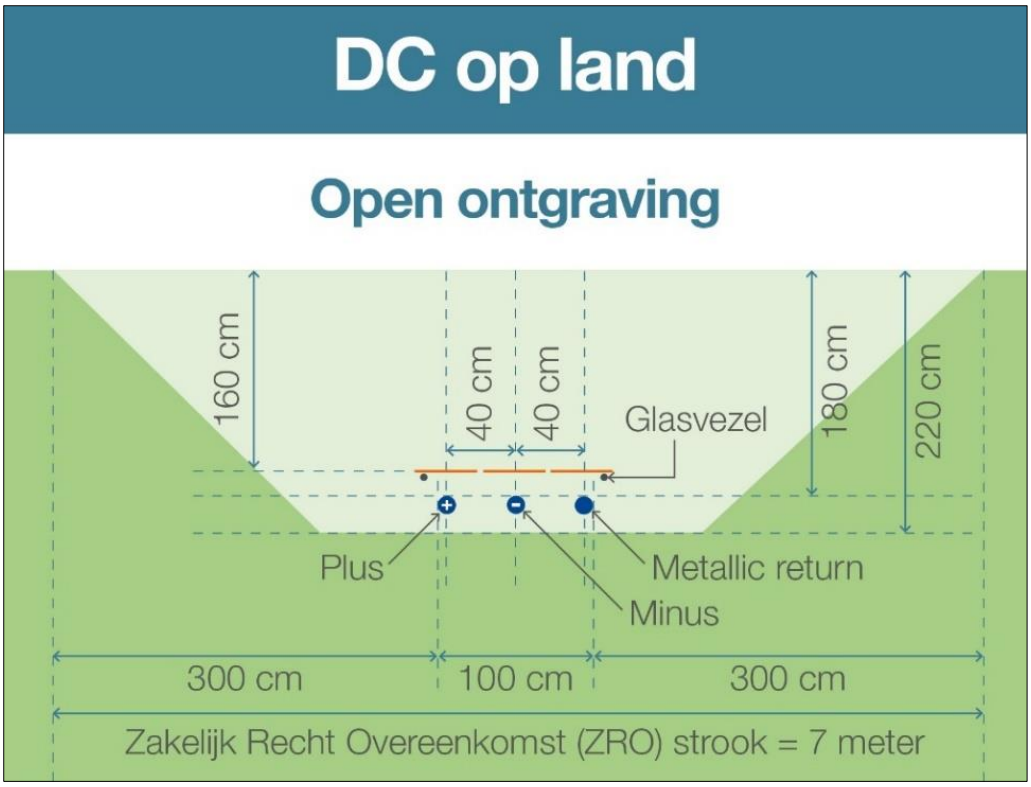
Figuur 2-6 Tracé Goeree-Overflakkee

2.5 Onshore (DC)

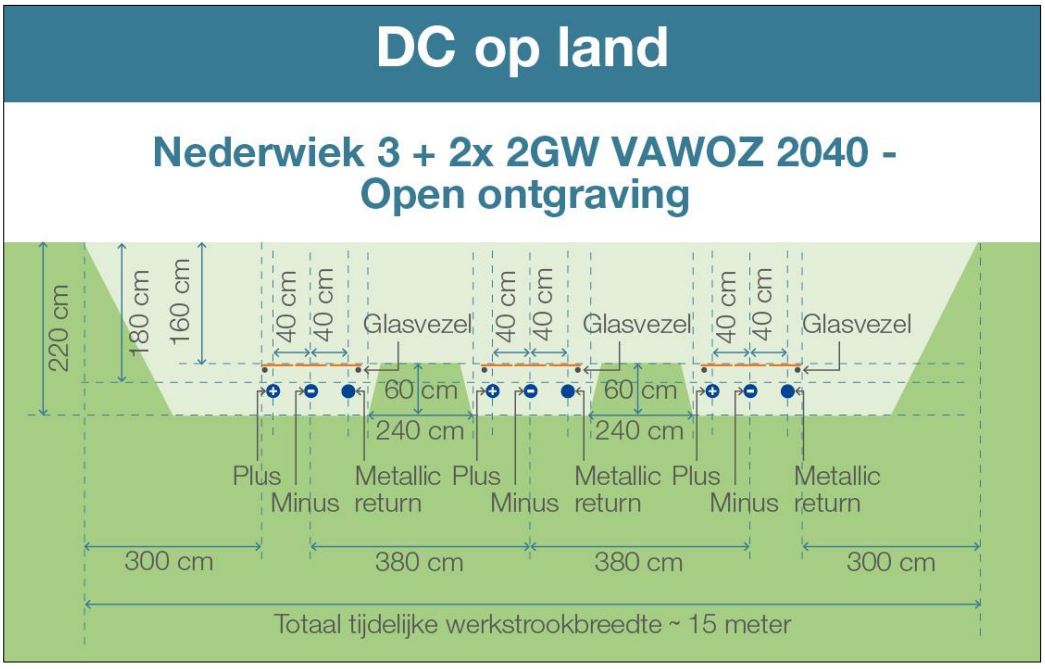
De kabelconfiguraties voor het gebundelde gelijkstroom tracé op land, voor open ontgraving en een gestuurde boring, zien er in principe als volgt uit (zie onderstaande afbeeldingen). De aanlegmethode is in beginsel open ontgraving, waarbij enkel geboord wordt op plekken waar een open ontgraving niet mogelijk of niet wenselijk is.

2.5.1 Open ontgraving

Voor een open ontgraving gelden de hiernavolgende uitgangspunten. In plat vlak configuratie liggen de kabels (plus, min, metallic return) naast elkaar met een tussenafstand van ca 40 cm. De totale ZRO-breedte is daardoor 7 meter (3 meter gemeten vanaf de buitenzijden van het kabelsysteem). Voor de situatie waarin drie kabelsystemen parallel liggen is de totale ZRO-breedte 15 meter. Doordat de kabels naast elkaar in plat vlak liggen in plaats van deels boven elkaar hoeft de sleuf minder diep te zijn. Daardoor is de diepte van de sleuf 2,20 meter. De bovenkant van de kabels is gelegen op 1,80 meter. Bij aanleg moet er rekening gehouden worden met een werkterrein van 20 tot 30 meter breed. Het werkterrein ligt direct naast de ontgraving en wordt gebruikt voor het opslaan van bouwmaterialen en afgegraven grond.

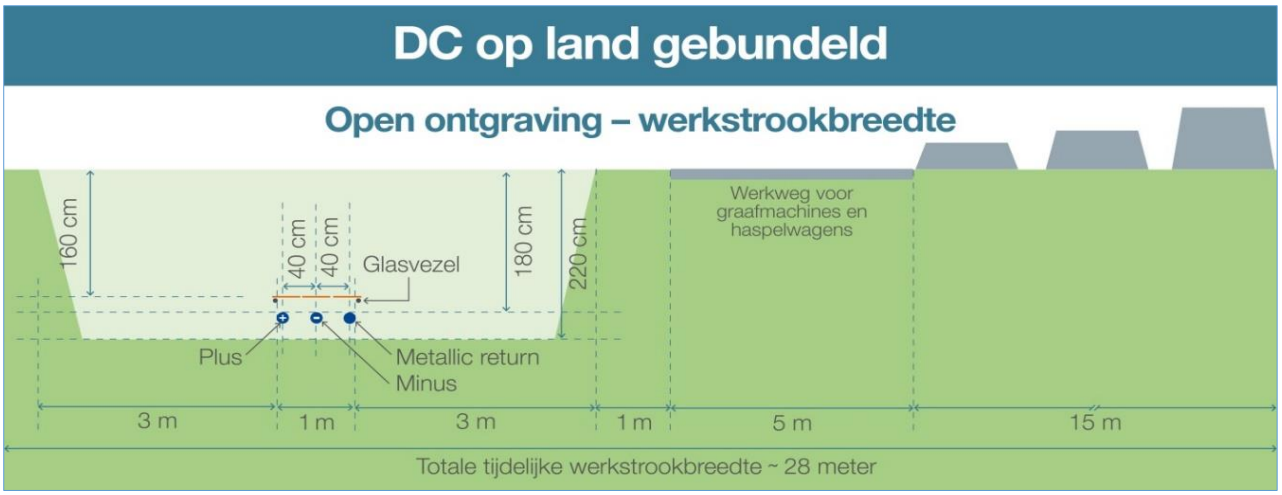


Figuur 2-7 Kabelconfiguratie open ontgraving op land Nederwiek 3

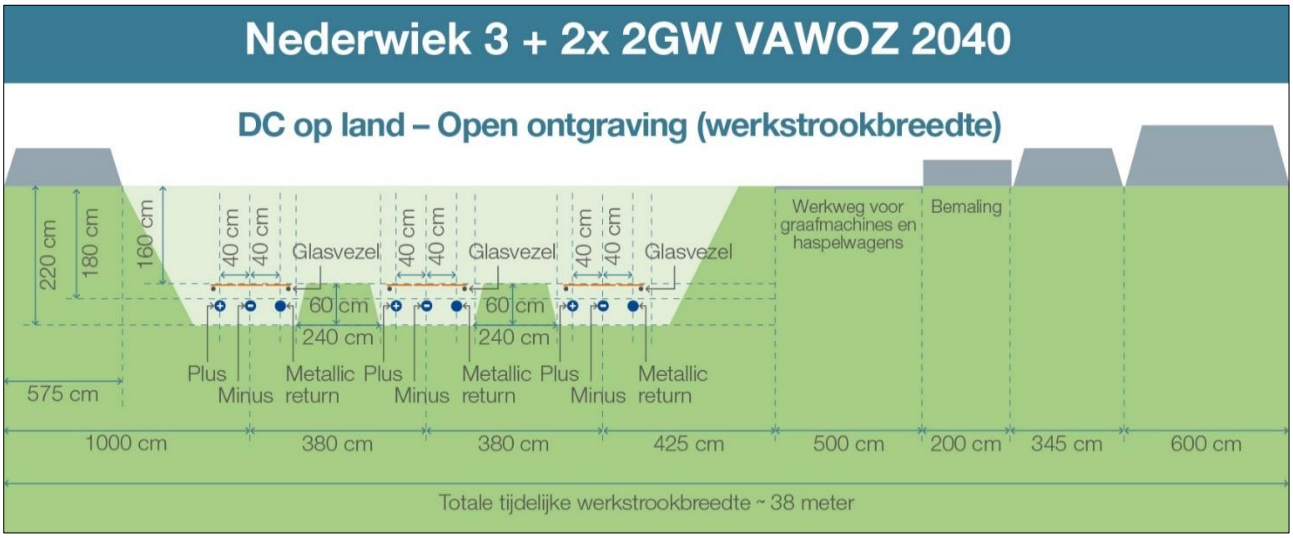


Figuur 2-8 kabelconfiguratie open ontgraving op land drie kabelsystemen

Bij een enkelvoudige ligging van Nederwiek 3 ziet de configuratie met werkterrein er als volgt uit. Omdat Nederwiek 3 en de twee extra kabelsystemen niet tegelijkertijd zullen worden aangelegd neemt het werkterrein niet in omvang toe.



Figuur 2-9 Kabelconfiguratie open ontgraving op land Nederwiek 3 met werkterreinen



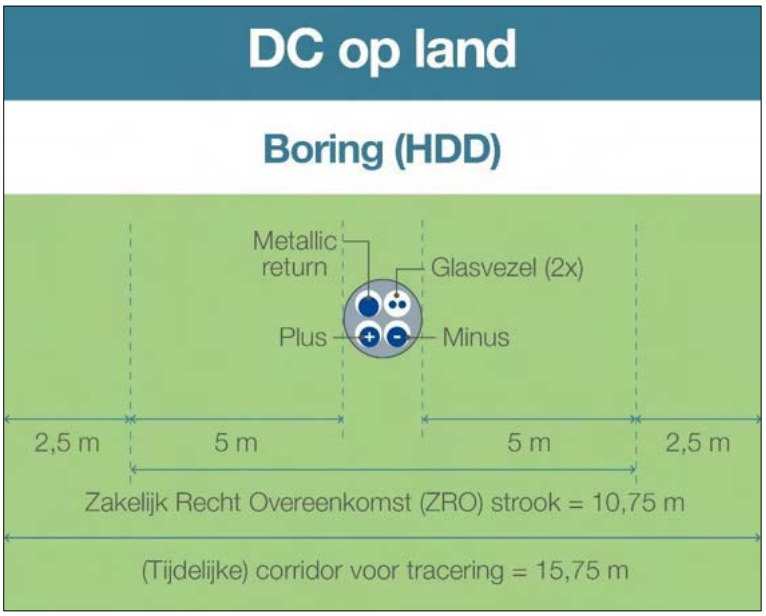
Figuur 2-10 Kabelconfiguratie open ontgraving op land drie kabelsystemen met werkterrein

2.5.2 Gestuurde horizontale boring (HDD)

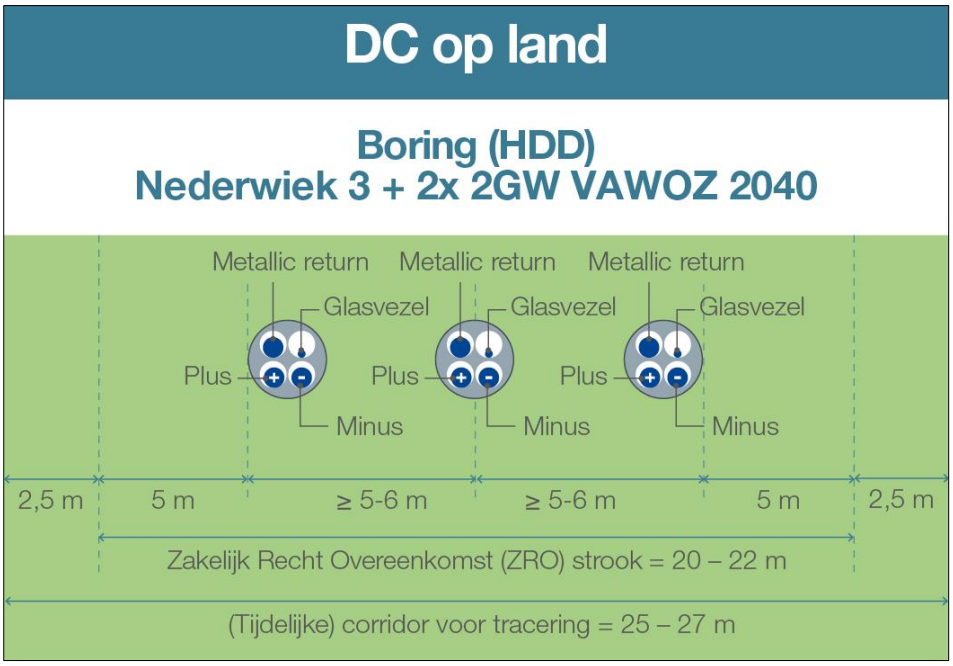
Op plekken waar het niet haalbaar of wenselijk is om de kabel aan te leggen met open ontgraving, zal er worden gekozen voor een boring. De boormethode is een zogeheten horizontaal gestuurde boring. Voor elke boring wordt een in- en uittredepunt bepaald waarvoor een werkterrein wordt ingericht. Voor lange boringen is een relatief groot ruimtebeslag van het tijdelijk werkterrein nodig.

De huidige uitgangspunten voor HDD boring bij de intree en uittrede punten/putten zijn niet bekend. Dit zal tijdens het voorkeurstracé onderzoek (MER fase 2) nader ingevuld worden.

De kabelconfiguratie van een boring voor Nederwiek 3 ziet er als volgt uit:



Figuur 2-11 Kabelconfiguratie boring op land Nederwiek 3



Figuur 2-12 Kabelconfiguratie boring op land drie kabelsystemen

2.5.3 Diameter landkabel

De diameter van de landkabels zijn: circa 16 cm (plus-pool), 16 cm (min-pool), 14cm (metallic return) en 4 cm (glasvezelkabel).

2.5.4 Mofputten (joints)

- Er zijn moflocaties op zee. Gerekend vanaf het platform is er om de 40km tot 60km een moflocatie. Doordat het single core kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft heb je 4 moffen per moflocatie. Er komen waarschijnlijk geen joints in het nearshore gedeelte. Per moflocatie is er 7 tot 10 dagen werktijd. Een joint heeft een afmeting van circa 6m x +/- 30cm en is een soort metalen koffer (zie afbeelding ter indicatie hieronder).
- Er komt waarschijnlijk een mofput aan de oostzijde van de Haringvlietdam na de kruising van de dam (zie paragraaf over kruising Haringvlietdam).
- In het binnenwatertracé zullen er enkele moflocaties komen. Het is onduidelijk hoeveel dit er precies zijn en afhankelijk van de aanlegmethode (hoeveel km kabel er op het binnenwater per keer geïnstalleerd kan worden).
- Er komt een verbindingsmof tussen de zeekabel en de landkabel, wanneer de kabels het binnenwater uitkomen. De aanlanding van de kabels gaat via een mofput. Per kabelbundel wordt een mofput (van ongeveer 120 m²) aangelegd waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. Totaal is er één mofput voor de verbinding tussen de land- en zeekabel. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien.
- Op land is er om de circa 800 tot 1.200 meter een verbindingsmof nodig om landkabels te verbinden. De breedte van de mofput is circa 5 meter. In het slechtste geval ligt er permanent een betonplaat op de mofput. De exacte mofputlocaties zijn nog niet bekend.
- De mof ligt onder het maaiveld.

De mofputlocaties zijn nu ook nog niet bekend. De mofputten passen binnen het ruimtebeslag van de werkterreinen. Het uitgangspunt is dat de mofputten onderdeel zijn van de open ontgraving van de sleuf. De mofput is breder en soms dieper dan de open ontgraving voor de sleuf zelf. Een sleufsegment en een mofput vormen samen een bemalingssegment en worden gelijktijdig aangelegd.

2.5.5 Aardputten

Om de 3 tot 5 km komt een aardput op land. De exacte locaties van de aardputten zijn nu nog niet bekend. In beginsel is de aardput ondergronds gelegen afgedicht met een putdeksel op maaiveld. Tenzij de perceeleigenaar een bovengrondse aardput (kastje op maaiveld) wenselijk acht of het grondwaterpeil dusdanig hoog is dat een ondergrondse aardput niet gewenst is. Het is dus afhankelijk van de perceeleigenaar en de grondwaterstand of de aardput boven of ondergronds is. Het uitgangspunt is: een aardput is ondergronds en afgedekt met een putdeksel op maaiveld.

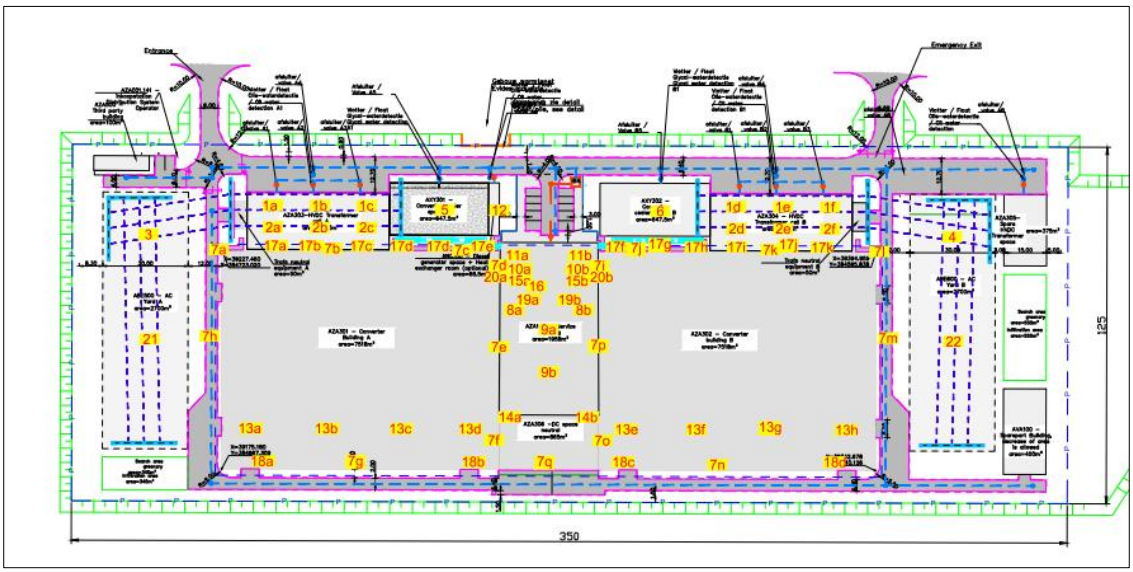
Aardputten komen voor op het landtracé. Op land is er om de 800 tot 1.200 m een joint nodig. Een aardput heeft afmetingen van circa 1m x 1m. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel. Een aardput is vergelijkbaar met een putdeksel in de straat die gelijk aan het maaiveld is afgewerkt. De earthing box zit in de aardput verwerkt. Voorkeur vanuit TenneT is om één earthing box per kabel te hebben. De aardput met earthing box daarin is permanent aanwezig. Zie voor een indicatie van een gecombineerde earthing box de afbeelding hieronder. Naar aanleiding de verwachte uitgangspunten (1 x 1 x 2,2 m-mv) is geen rekening gehouden met aardputten. Het is de verwachting dat de aardputten tijdens aanleg van de kabels gerealiseerd zullen worden.

2.5.6 Converterstation

Voor de locatie van de converterstations van Nederwiek 3 zijn twee zoekgebieden in beeld. Het eerste zoekgebied is gelegen in Geertruidenberg. In dit zoekgebied zijn eerder vier potentiële locaties onderzocht.

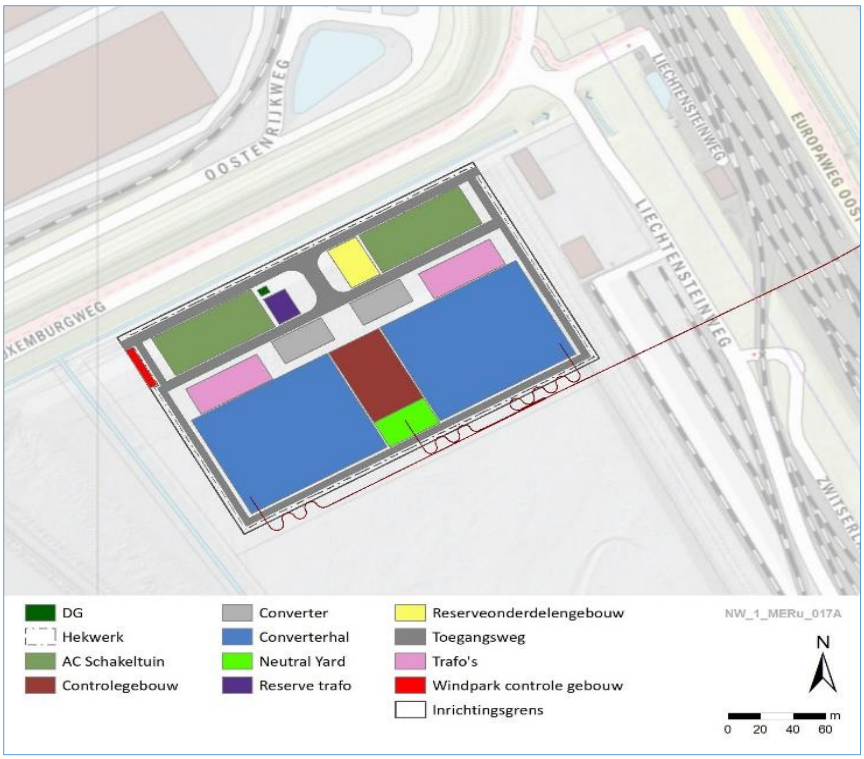
Het tweede zoekgebied is het havengebied van Moerdijk. TenneT heeft het plan om hier vóór 2031 een 380 kV station te ontwikkelen, waardoor een aanlanding van Nederwiek 3 hier ook kansrijk wordt. Dit 380kV station is noodzakelijk voor de aansluiting van Nederwiek 3 om aan te kunnen sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Omdat het 380kV-station Moerdijk in planning achterloopt op Nederwiek 3 is ervoor nu besloten om beperkt rekening te houden met de locatiekeuze van het converterstation Nederwiek 3 in relatie tot de locatie van 380kV-station Moerdijk. Voor het bepalen van de zoeklocaties zijn locatie-specifieke uitgangspunten gehanteerd die in de navolgende paragrafen zullen worden genoemd.

In onderstaande afbeeldingen wordt een impressie gegeven van de inrichting, indeling en het ontwerp van een het 2 GW converterstation.

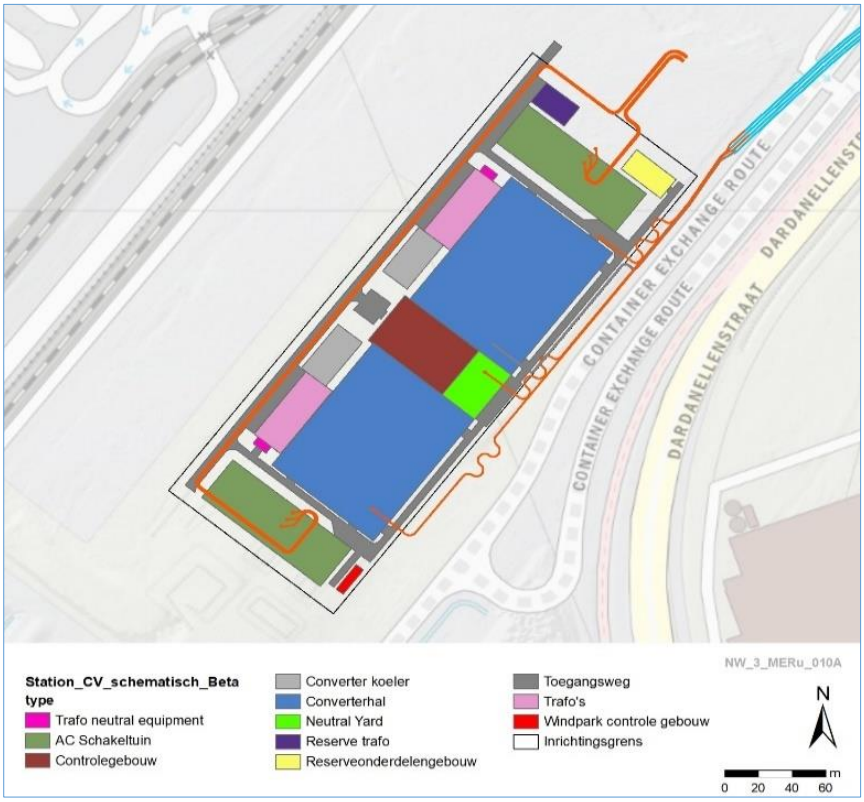


Figuur 2-13 Mogelijke Inrichtingstekening converterstation

Voor het converterstation zijn twee mogelijke configuraties die hier genoemd worden naar de projecten waarin ze zijn toegepast. Doordat het converterstation nog in detail verder uitgewerkt moet worden is onderstaand kaartje met de diverse componenten daarop nog aan verandering onderhevig (ook qua afmetingen en indeling):



Figuur 2-14 Schematische weergave converterstation model IJver Alpha



Figuur 2-15 Schematische weergave converterstation model IJver Beta

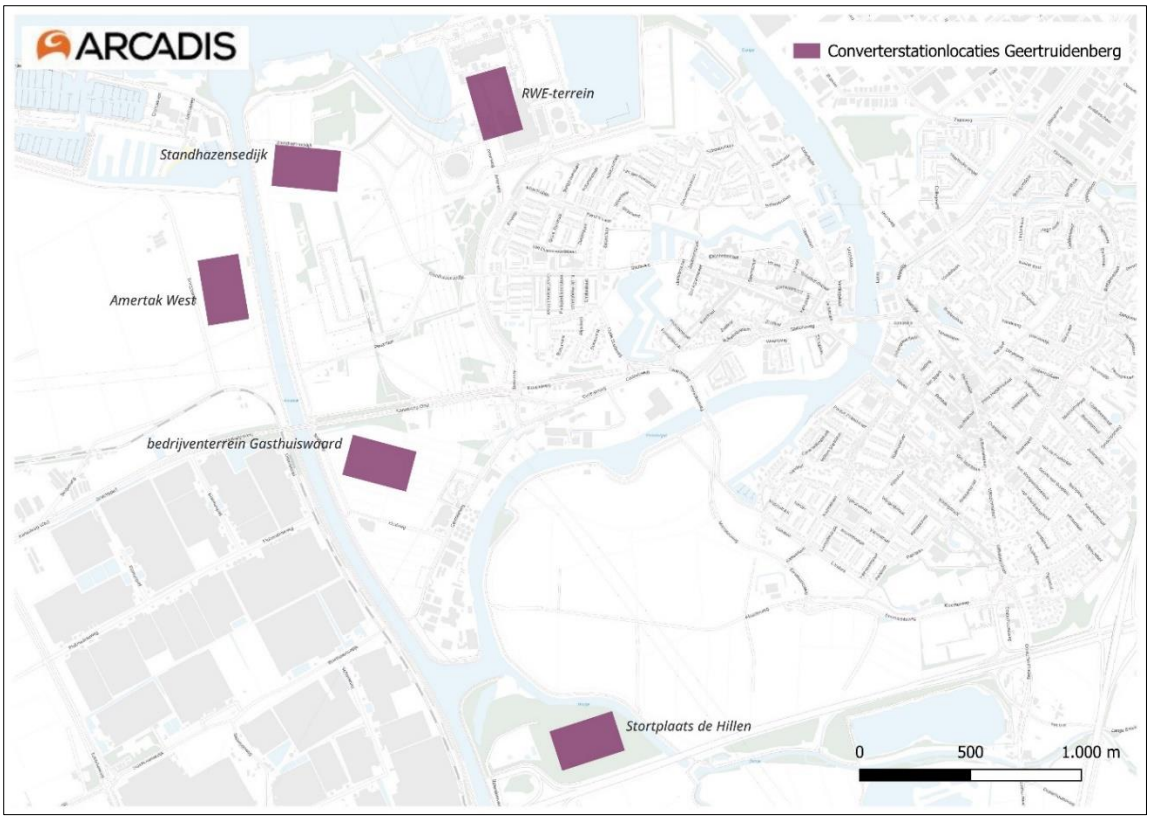
Locaties in Geertruidenberg

Het 380kV-station Geertruidenberg ligt tussen het kanaal naar de Amer en het stadscentrum van Geertruidenberg. Op het bestaande hoogspanningsstation is ruimte voor uitbreiding en kan een 2

GW DC aansluiting worden gerealiseerd. Voor het bepalen van de zoeklocaties zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Minimale omvang beschikbare terrein is 5,5 hectare, bij voorkeur aanvullend 2 hectare extra tijdens de bouwfase.
- Binnen een afstand van 5 km van een 380kV-station (kabelafstand max. 6 km).
- Afstand tot woningen circa 500 m, vuistregel om hinder door geluid te beperken, op grond van de VNG publicatie Bedrijven en milieuzonering. Dit is gebaseerd op de activiteit 'Elektriciteitsdistributiebedrijven, met transformatorvermogens van 1000 MVA of meer'. Aangezien door isolerende maatregelen geluid is te reduceren is dit een conservatief uitgangspunt. In de praktijk kan een kortere afstand ook worden gerealiseerd.
- Vermijden van terreinen of gebieden waar huidig of toekomstig gebruik wordt beperkt of beïnvloed door de aanwezigheid van het converterstation, dit betreft bijvoorbeeld beschermingszones van waterkeringen, recreatieterreinen, etc.
- Het ruimtebeslag van een converterstation verdringt het bestaande gebruik op de betreffende locatie. Gebruik van een terrein met een bedrijvenfunctie heeft dan ook de voorkeur, maar is naar verwachting niet zondermeer beschikbaar.
- Beperken van milieueffecten door beperken of voorkomen van ingrepen op locaties met bekende waarden zoals waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, NNN, Natura 2000-gebieden, bosschages, landschappelijke waarden, bekende archeologische objecten/gebieden, gebieden met aardkundige of hoge archeologische verwachtingswaardes

De locaties die zijn bepaald op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn vervolgens voorgelegd aan de betreffende gemeenten waarin het zoekgebied valt (Geertruidenberg, Drimmelen en Oosterhout). De gemeenten hebben een aantal aandachtspunten meegegeven en één extra zoeklocatie ingebracht (Stortplaats de Hillen).



Figuur 2-16 Overzicht mogelijke converterstationslocaties in Geertruidenberg (zie bijlage 2)

Locaties in Moerdijk

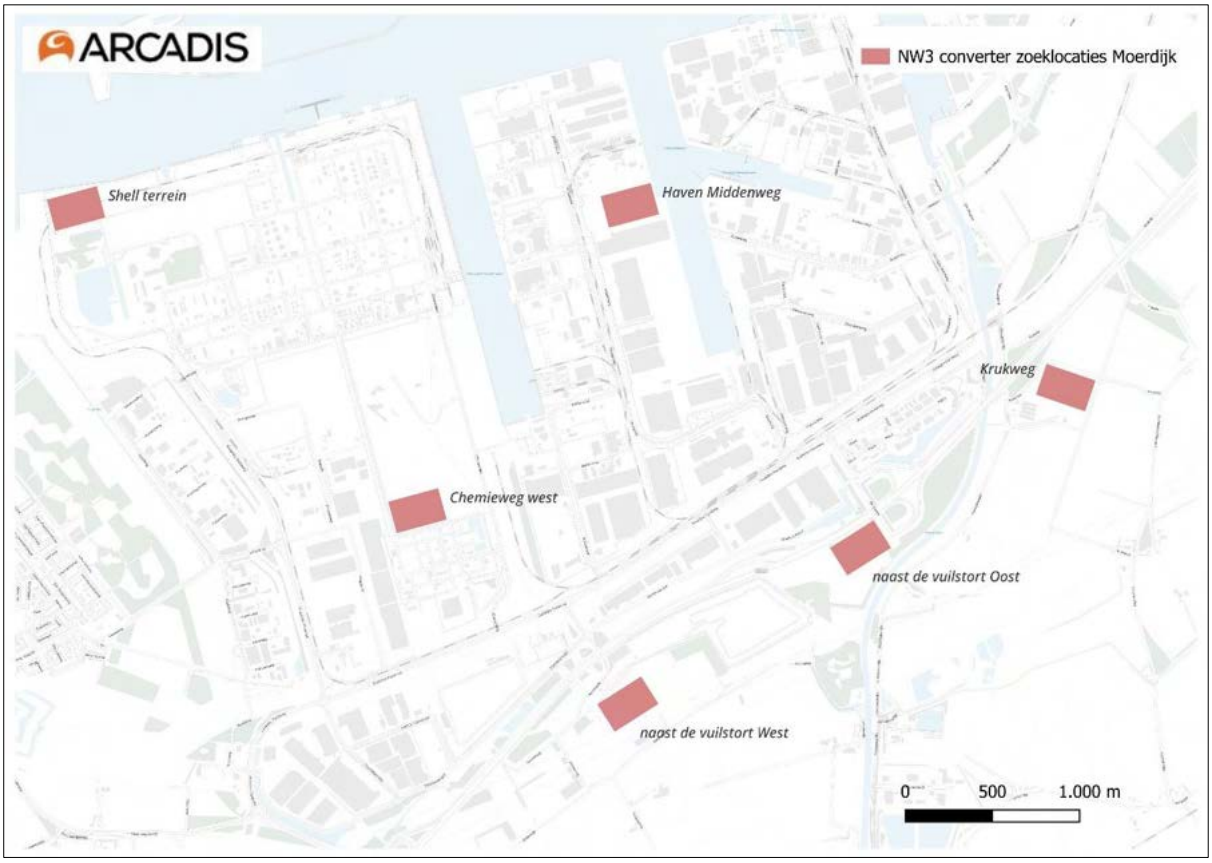
Moerdijk is een mogelijke aanlandlocatie die niet in VAWOZ 2030 is onderzocht. Moerdijk kwam na publicatie van VAWOZ 2030 in beeld omdat TenneT een plan heeft in dit gebied een 380kV-station te realiseren. De tijdige realisatie van een 380kV-station maakt Moerdijk een kansrijke locatie voor aanlanding van windenergie. Voor het 380kV-station en het converterstation moet nog een geschikte locatie worden gevonden. Door de ontwikkeling van het nieuwe 380kV-station in Moerdijk is het mogelijk om hier twee verbindingen van 2GW windenergie aan te sluiten.

Bij het bepalen van de zoeklocaties voor een converterstation in Moerdijk zijn de volgende uitgangspunten toegepast:

- Maximale omvang beschikbare terrein is 5,5 hectare, met aanvullend 2 hectare extra tijdens de bouwfase.
- Binnen een afstand van 5 km van een 380kV-station (in 2030 beschikbaar) (kabelafstand is max. 6 km).
- Afstand tot woningen circa 500 m als vuistregel om hinder door geluid te beperken, op grond van de VNG publicatie Bedrijven en milieuzonering. [1] Dit is gebaseerd op de activiteit ‘Elektriciteitsdistributiebedrijven, met transformatorvermogens van 1000 MVA of meer’. Aangezien door isolerende maatregelen geluid is te reduceren is dit een conservatief uitgangspunt. In de praktijk kan een kortere afstand ook worden gerealiseerd.
- Vermijden van terreinen of gebieden waar huidig of toekomstig gebruik wordt beperkt of beïnvloed door de aanwezigheid van het converterstation, dit betreft bijvoorbeeld beschermingszones van waterkeringen, recreatieterreinen, etc.
- Het ruimtebeslag van een converterstation verdringt het bestaande gebruik op de betreffende locatie. Gebruik van een terrein met een bedrijvenfunctie heeft dan ook de

voorkeur, maar is naar verwachting niet zondermeer beschikbaar.

- Beperken van milieueffecten door beperken of voorkomen van ingrepen op locaties met bekende waarden zoals waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, NNN, Natura 2000-gebieden, bosschages, landschappelijke waarden, bekende archeologische objecten/gebieden, gebieden met aardkundige of hoge archeologische verwachtingswaardes.



Figuur 2-17 Overzicht mogelijke converterstationslocaties in Moerdijk (zie bijlage 2)

Afmetingen van het converterstation

De verwachte afmeting van het converterstation is 5,5 hectare met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het opgehoogde maaiveld). De exacte afmetingen hangen af van de specifieke kenmerken van de locatie. De central service building (CSB) in het midden van het plot is circa 56 x 35 x 16,5 m (lengte x breedte x hoogte). Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat de grond in tot maximaal 3,5m (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 2.000 m² (56m x 35m) Deze afmetingen zijn gebaseerd op Nordlink en aangepast t.b.v. het project Nederwiek. Daarnaast komt er mogelijk ook een kelder onder het third party building (TPB) tot maximaal 3,5m diep (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) met een oppervlakte van 20m x 7m.

Aanlegperiode

De aanlegperiode voor het civiele deel van het converterstation bedraagt in een worst case scenario circa 3 jaar. Dit is exclusief de periode voor het eventueel ophogen van de grond (11 maanden) indien dit na het nog uit te voeren geofysisch onderzoek nodig blijkt te zijn. De bouw van het landstation vindt plaats nadat de grond eventueel is opgehoogd.

In het voorkeursscenario kunnen de civiele werkzaamheden aan het converterstation niet gelijktijdig plaatsvinden aan de realisatie van de HVDC-installatie. Gelijktijdige aanleg van HVDC-apparatuur en civiele werkzaamheden zal, vanuit veiligheidsoogpunt (meerdere contractors tegelijk op site betekent meer interfaces en dus meer risico's) zoveel mogelijk vermeden worden.

Er worden bij de bouw van het converterstation grondverdringende heipalen tot 30-35 meter diep de bodem ingebracht en de heipalen hebben in het meest ongunstige scenario een oppervlakte per heipaal van circa 0,25m² per stuk. Er worden naar verwachting 12 palen per dag geheid, naar verwachting worden dit er 3000 in totaal maar dit hangt af van de fundatie.

2.5.7 Aanlandingen

Er komt een verbindingsmof tussen de zeekabel en de landkabel, wanneer de kabels het zee of binnenwater uitkomen. De aanlanding van de kabels gaat via een mofput. Per kabelbundel wordt een mofput aangelegd waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. Totaal is er 1 mofput voor de verbinding tussen de land- en zeekabel. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. Per aanlanding zijn 4 kabels per systeem aangelegd. Per kabel is een HDD boring benodigd (2 x 3 x 1 m en naar verwachting 2 weken bemalingstermijn).

Naar verwachting zijn de volgende aanlandingen onderzocht in dit indicatieve bemalingsadvies:

- Maasvlakte: 1x aanlanding met en zonder U-vormige damwand
- Haringvliet dam: 2x aanlandingen (variant noord en variant zuid
- Binnenwateren: Niet bekend op dit moment
- Moerdijk: 1x aanlanding
- Geertruidenberg: 1x aanlanding.

De resultaten van de aanlandingen zijn in hoofdstuk 4 meegenomen.

2.6 Aanlegmethode

De aanlegmethoden voor op zee en op land staan beschreven in de Typical Installation Method (TIM). Een toevoeging op de TIM staan hierna de inzichten die zijn opgedaan bij het invullen van de Aeriussheet (stikstofberekeningen) van andere TenneT 2GW-projecten, waarbij in detail is bekeken welk materieel ingezet gaat worden voor de aanleg van de kabel, welk type schepen dit betreft, welke afstanden (productietempo per uur) zij kunnen afleggen tijdens de werkzaamheden. In Tabel 2-1 is dit weergegeven:

Tabel 2-1 Aanlegmethodes Nederwiek 3

Omschrijving activiteit	Deel van tracé	Type materieel	Productie
Aanleg kabel	Offshore	Kabellegschip	max. 500 m/u
Aanleg kabel	Nearshore	Kabellegschip	max.150 m/u
Aanleg kabel	Inshore (binnenwateren)	Geschakelde pontons	max.100 m/u
Aanleg kabel (kabeltrek)	Onshore	Liermachine	max. 35 m/u

NB. In het binnenwater is de installatiesnelheid sterk afhankelijk van het aantal ankers dat gebruikt mag worden.

2.6.1 Aanlegperiode

Aanlegperiode op zee

Voor Nederwiek 3 bedraagt de totale aanlegtijd drie jaar. Deze drie werkjaren voor de aanleg zijn verspreid over een tijdsperiode van vijf jaar (tussen 2027 en 2031). Deze aanlegtijd van drie jaar vindt dus niet per definitie aaneengesloten plaats.

TenneT werkt nog aan de aanbestedingsstrategie voor de kabelinstallatie (op het land en in het binnenwater). Het is nog niet duidelijk of de totale kabelinstallatie door één aannemer wordt uitgevoerd.

2.7 Samenvatting uitgangspunten

Hieronder zijn een samenvatting meegenomen van de meegenomen uitgangspunten.

Tabel 2-2 Samenvatting uitgangspunten

Project onderdeel		Ontgraving lengte	Ontgraving breedte	Ontgraving diepte	Duur van bemaling
		[m]	[m]	[m]	weken
Tracé alternatief: open ontgraving kabeltracé		1000 m[a]	ZRO Breedte van 7 m*	2,2	10
Converter station onderzoek gebieden	CSB	56	35	3,5	28
	TPB	20	7	3,5	28
Mof putten		10	5	2,2	4
Aard putten		1	1	2,2	4
HDD-boringen Tracé		2	3	1	2
Aanlandingen (HDD-boringen)		2	3	1	2

* Evaluatie van tijdelijke effecten

[a] Aangenomen dat 1000 m tegelijkertijd in bemaling komt te staan

3 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

3.1 Beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie

De bodemopbouw is onderzocht op basis van gegevens op DINOloket. In deze paragraaf wordt een korte samenvatting gegeven.

3.1.1 Bestaande maaiveldhoogte

Het niveau van het maaiveld ter plaatse van de drie landtracés is opgenomen in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Maaiveld niveau op basis van AHN 3

Variant/onderzoek gebied	Minimale hoogte [NAP m]	Maximale hoogte [NAP m]
Buisleidingenstrook	-2,00	+4,95
Voorne-Hoeksche Waard	-1,20	+4,00
Goeree-Overflakkee	-1,40	+3,95
Converterstation locaties Moerdijk	-0,15	+4,50
Converterstation locaties Geertruidenberg	-0,10	+5,70

3.1.2 Regionale bodemopbouw

Buisleidingenstrook
Op basis van REGISREGIS II v2.2 wordt verwacht dat in het plangebied vanaf maaiveld een Holocene deklaag aanwezig is tot circa NAP -25,0 m (ten westen) en neemt globaal in de diepte af richting het zuidoosten (circa NAP -5,0 m ter plaatse van Zevenbergschen Hoek). Verder blijkt ten oosten van Zevenbergschen Hoek de formatie van Boxtel (fijn zand) aanwezig te zijn tot circa NAP -3,0 á -8,0 m.

Hieronder blijkt over het algemeen de formatie van Kreftenheye aanwezig te zijn tot ca NAP -10,0 a -50,0 m. De formatie van Kreftenheye bestaat hoofdzakelijk uit midden tot grof zand met een hoge doorlatendheid. Aan de onderzijde van de formatie van Kreftenheye is een kleilaag aanwezig (formatie Waalre tot ca NAP -60,0 m). Gezien de diepte, dikte en verwachte hoge weerstand wordt deze laag voor dit project gehanteerd op geohydrologische basis.

Ten oosten van Zevenbergschen Hoek blijkt voor een specifieke lengte (ca 2 á 3 km) de formatie van Sterksel beneden de formatie van Boxtel aanwezig te zijn (tot ca NAP -8,0 m á -12,0 m. Aan de onderzijde van de formatie van Sterksel bevindt zich de formatie van Stramproy (ca NAP -14,0 á -16,0) en de Formatie van Peize en Waalre (NAP -56,0 a -60,0).

Uit GeoTOP blijkt over het algemeen opgehoogde zand ter plaatse van de 2de Maasvlakte tot ca NAP -20 m. Verder blijkt 5 verschillende hoofd geologische samenstellingen van toepassing te zijn (zie bijlage 1 en 3 en 4):

1. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 4,0 á – 6,0 m met fijn zand daaronder;
2. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 4,0 á – 6,0 m met leem en fijn zand daaronder;
3. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 6,0 á – 15,0 m met zand daaronder;
4. Grofzand vanaf maaiveld tot ca NAP – 12,0 (ten zuidoosten).
5. Opgespoten land ter plaatse van tweede Maasvlakte. Op basis van boringen ter plaatse blijkt in de bodem over het algemeen fijn tot medium grof zand aanwezig te zijn (ten

westen) met een dunne kleilaag op circa 5 m-mv. Daaronder blijkt zand met lokale dunne kleilagen tot de maximale boordiepte van circa 25 m-mv. Ten oosten blijkt de bodem uit medium grof zand te bestaan met afwisselende klei-, veen-/zandlagen tussen 3 à 13 m-mv

In bijlage 1 zijn doorsnedes opgenomen door het geohydrologisch model REGISREGIS en GeoTOP. Voor de gekozen geologische samenstellingen zie bijlage 4 en 6.

Voorne-Hoeksche Waard
Op basis van REGIS II v2.2 wordt verwacht dat in het plangebied vanaf maaiveld een Holocene deklaag aanwezig is vanaf maaiveld tot circa NAP -20,0 m (ten westen) en neem in de diepte af richting het zuidoosten (circa NAP -1,0 m ter plaatse van Hooge Zwaluwe). Verder blijkt ten oosten van Zevenbergschen Hoek de formatie van Boxtel (fijn zand) aanwezig te zijn tot circa NAP -3,0 á -8,0 m.

Hieronder blijkt over het algemeen de formatie van Kreftenheye aanwezig te zijn tot ca NAP -10,0 a -40,0 m. De formatie van Kreftenheye bestaat hoofdzakelijk uit midden tot grof zand met een hoge doorlatendheid. Aan de onderzijde van de formatie van Kreftenheye is een kleilaag aanwezig (formatie Waalre). Gezien de diepte, dikte en verwachte hoge weerstand wordt deze laag voor dit project gehanteerd als de geohydrologische basis.

Ten oosten van Hooge Zwaluwe blijkt de formaties van Sterksel en Stramproy beneden de formatie van Kreftenheye aanwezig te zijn (tot ca NAP -6,0 m á -14,0 m). Aan de onderzijde van de formatie van Peize en Waalre (NAP -60,0 a -80,0 m) (zie bijlage 1).

Uit GeoTOP blijkt 3 verschillende hoofd geologische samenstellingen van toepassing te zijn:
1. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 4,0 á 6,0 m met fijn zand daaronder;
2. Fijn zand vanaf maaiveld tot ca NAP – 3,0 á 4,0 met veen daaronder tot ca NAP -5,0 m gevolgd door leem zand/klei tot ca NAP –7,0 a – 12,0 m.
3. Grofzand vanaf maaiveld tot ca NAP – 12,0 (ten zuidoosten) met klei/fijn zand eronder.

Goeree-Overflakkee
Op basis van REGIS II v2.2 wordt verwacht dat in het plangebied vanaf maaiveld een Holocene deklaag aanwezig is vanaf maaiveld tot circa NAP -25,0 m (ten westen) en neemt in de diepte af richting het zuidoosten (circa NAP -2,0 m ter plaatse van Hooge Zwaluwe).

Hieronder blijkt over het algemeen de formaties van Boxtel en Kreftenheye aanwezig te zijn tot ca NAP -10,0 a -40,0 m. De formatie van Kreftenheye bestaat hoofdzakelijk uit midden tot grof zand met een hoge doorlatendheid. Aan de onderzijde van de formatie van Kreftenheye blijkt een kleilaag aanwezig te zijn (formatie Waalre). Gezien de diepte, dikte en verwachte hoge weerstand wordt deze laag voor dit project gehanteerd op geohydrologische basis.

Ten oosten van Hooge Zwaluwe blijkt de formaties van Sterksel en Stramproy beneden de formatie van Kreftenheye aanwezig te zijn (tot ca NAP -6,0 m á -14,0 m). Aan de onderzijde van de formatie van Peize en Waalre (NAP -60,0 m) (zie bijlage 1).

Uit GeoTOP blijkt 4 verschillende hoofd geologische samenstellingen van toepassing te zijn;
1. Fijn zand vanaf maaiveld tot ca NAP – 8,0 á 20,0 m met leemzand daaronder.

2. Fijn zand/leem vanaf maaiveld tot ca NAP – 2,0 á 3,0 met veen/klei/leemzand daaronder tot ca NAP -4,5 m a -12,0 m.
3. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 3,0 á 6,0 m met fijn/ medium grof zand daaronder.
4. Grofzand vanaf maaiveld tot circa NAP -12,0 met klei/fijn zand daaronder.

Converterstationlocaties – Moerdijk
Op basis van REGIS II v2.2 wordt verwacht dat in het plangebied vanaf maaiveld een Holocene deklaag aanwezig is vanaf maaiveld tot circa NAP -6,0 m á -8,0 m.

Hieronder blijkt over het algemeen de formatie van Kreftenheye aanwezig te zijn (ca NAP -6,0 á -12 m). Aan de onderzijde van de formatie van Kreftenheye blijkt een kleilaag aanwezig te zijn (formatie Waalre). Gezien de diepte, dikte en verwachte hoge weerstand wordt deze laag voor dit project gehanteerd op geohydrologische basis (zie bijlage 1 en 3).

Uit GeoTOP blijkt 3 verschillende hoofd geologische samenstellingen van toepassing te zijn;

1. Fijn zand vanaf maaiveld met veen daaronder vanaf ca NAP – 3,5 m tot NAP –6,0 m, gevolgd door fijn/midden grof zand tot ca NAP -13,0.
2. Klei/leem laag vanaf maaiveld tot ca NAP –4,0 m met veen daaronder tot ca NAP -5,0, gevolgd door fijn zand tot ca NAP -11,0.

Voor de gekozen geologische samenstellingen zie bijlage 3 en 4.

Converterstationlocaties – Geertruidenberg
Op basis van REGIS II v2.2 wordt verwacht dat in het plangebied vanaf maaiveld een Holocene deklaag aanwezig is vanaf maaiveld tot circa NAP -1,0 m á -3,0 (ten oosten).

Hieronder blijkt over het algemeen de formatie van Boxtel aanwezig te zijn tot circa NAP -3,0 á -4,0. Verder blijkt de formatie van Kreftenheye (ca NAP -3,0 a -14),0 m, Sterksel (NAP -14,0 a -40,0) m en Stramproy (NAP -34,0 a -44,0 (ten westen) aanwezig te zijn. Aan de onderzijde van de formaties Kreftenheye en Stramproy blijkt een kleilaag aanwezig te zijn (formatie Waalre). Gezien de diepte, dikte en verwachte hoge weerstand wordt deze laag voor dit project gehanteerd als de geohydrologische basis (zie bijlage 1 en 3).

Uit GeoTOP blijkt 2 verschillende hoofd geologische samenstellingen van toepassing te zijn;

1. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP -6,0 met fijn tot midden grof zand daaronder.
2. Klei/veen vanaf maaiveld tot ca NAP – 2,0 á -5,0 met fijn tot midden grof zand daaronder.

Voor de gekozen geologische samenstellingen zie bijlage 3 en 4.

3.1.3 Geohydrologische eigenschappen

In REGIS wordt voor de verschillende formaties een bandbreedte doorlatendheid gegeven. De doorlatendheid per formatie is in Tabel 3-2 samengevat.

Tabel 3-2 Doorlaatheden per formatie volgens REGIS

Formatie	Minimale doorlatendheid [m/d]	Maximale doorlatendheid [m/d]
Formatie van Boxtel	2	5

Formatie van Kreftenheye	10	50
Formatie van Stramproy	5	10
Formatie van Sterksel	25	50
Formatie van Peize en Waalre	5	25

In REGIS wordt voor de holocene deklaag geen doorlatendheid gegeven. Klei heeft over het algemeen een lage doorlatendheid (<0,5 m/d). Voor fijn zand kan een doorlatendheid aangehouden worden van 1 tot 10 m/d; grof zand heeft over het algemeen een doorlatendheid groter dan 10 m/d (range 10 á 200 m/d).

Voor de vergunningaanvraag is de worst-case inschatting maatgevend. Voor de verticale weerstand in de watervoerende lagen is uitgegaan van een anisotropie van 3. Voeding door neerslag is meegenomen op basis van een entreeweerstand van 350 d. Ter plaatse van het open water is de entree-weerstand verlaagd naar 10 d. Verder is uitgegaan van een weerstand van 50 d per meter klei/veen.

Uit de regionale bodemopbouw blijkt een aantal overkoepelende geohydrologische schematiseringen per tracé alternatief van toepassing te zijn. Een overzicht van de gehanteerde schematiseringen is opgenomen in Tabel 3-3. Gedetailleerde schematiseringen per tracé alternatief worden opgenomen in bijlage 1, 4 en 6.

Tabel 3-3 Verwachte geohydrologische schematisering

Diepte bodemlaag (m NAP)		Geohydrologische eenheid	Lithologie	Geohydrologische parameter		
Van	Tot			KD (m^2/d)	c (d)	S (-)
+4,0 á +5,0 (maaiveld)	-1,0 á -24,0	Holocene deklaag / Boxtel	Zand (fijn tot midden grof), afwisellende klei en veen lagen	0,5 á 200[a]	350	0,2
-5,0 á -23,0	-7,0 á -45,0	Kreftenheye / Sterksel / Stramproy	Zand (fijn tot grof)	25 á 2250*	0,1 á 700	$1,0^{E}$-05
-15,0 á -48,0	-16,0 á -58,0	Peize en Waalre	Klei (geohydrologische basis)	-	∞	

KD = doorlaatvermogen, c = weerstand, S = bergingscoëfficiënt , *bandbreedte benadering zie hoofdstuk 3, [a] gecorrigeerd op basis van verzadigde dikte

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van algemene gegevens. Het doorlaatvermogen van de watervoerende lagen is in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. Afwijkingen van deze parameters zijn mogelijk; dit heeft dan ook consequenties op de prognose van het debiet.

3.2 Oppervlaktewater

Buisleidingenstrook

Voor de tracévariant buisleidingenstrook is er een optie ten noorden en ten zuiden van het Oostvoornsemeer. Verder kruist het geplande tracé een aantal sloten en grachten en de volgende oppervlaktewaterlichamen:

- De Rik
- Het Spui
- De Vliet
- De Holle Mare
- Kanaal door Voorne

- Hollands Diep
- Amertak
- Kerkvaart
- Breede Vaart
- Zwaluwse Haven

Voorne-Hoeksche Waard
De geplande Voorne-Hoeksche Waard tracé variant blijkt een aantal sloten en grachten te kruisen. Verder blijkt dat in het geplande tracé een aantal oppervlaktewaterlichamen kruisen:

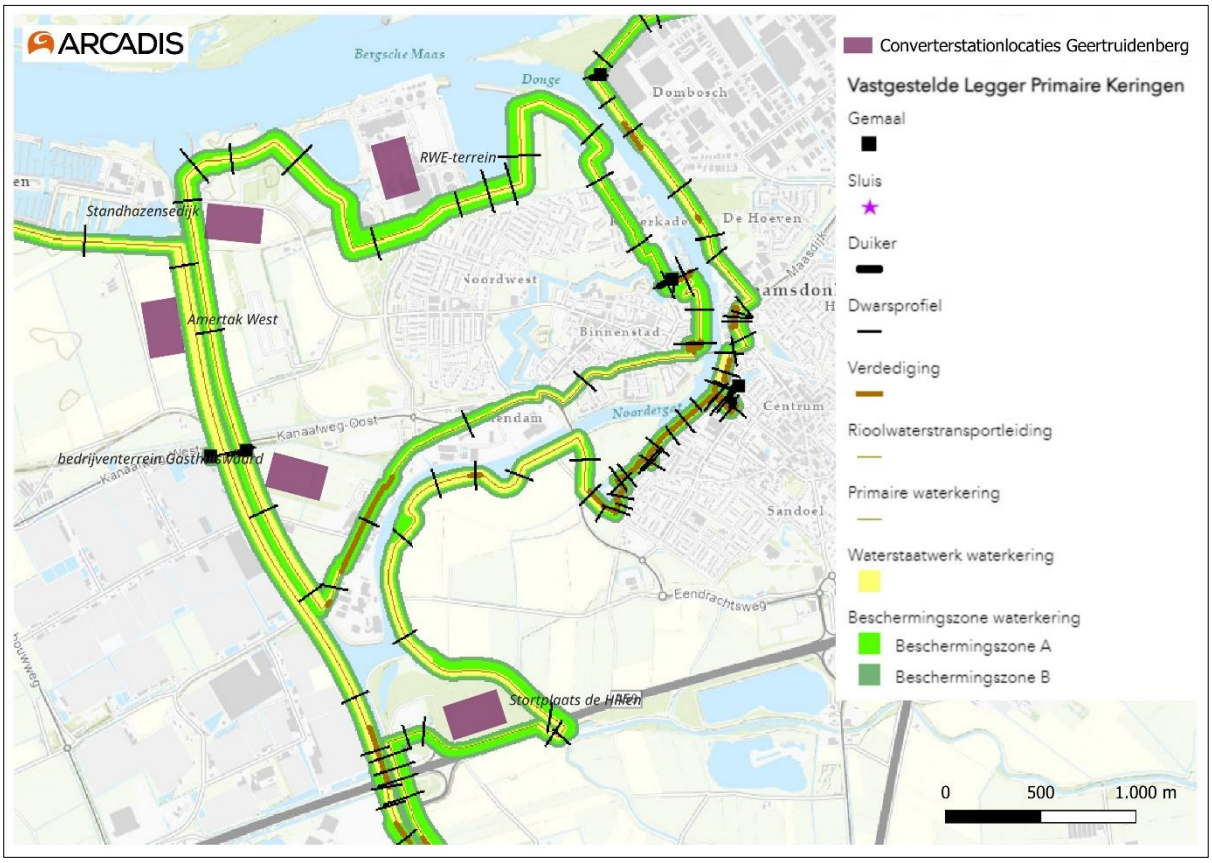
- Kanaal door Voorne
- Het Spui
- Westbinnenhaven
- Borrekeen
- Hollands diep
- Zwaluwse haven
- Breede Vaart
- Dwars Vaart
- Amertak.

Goeree-Overflakkee
Het geplande Goeree-Overflakkee tracé variant blijkt een aantal sloten en grachten te kuizen. Verder blijkt dat in het geplande tracé een aantal oppervlaktewaterlichamen kruizen:

- Het Spui
- Haven van Dirksland
- Boomvliet
- Grote Kreek
- Tweede Hamerd
- Volkerak
- Kleine Ton
- Roode Vaart
- Kerkvaat
- Amertak.

Converterstationlocaties – Geertruidenberg
De geplande locaties voor converterstations worden omringt door de wateren de Amer in het noorden, de Donge in het oosten, de Amertak aan de westzijde van locatie variant Amertak West en in het zuiden het water Noordergat. Het RWS-meetpunt Keizersveer levert de fluctuatie van het oppervlaktewater : van circa NAP 0,0 m tot NAP +1,40.

Op basis van de vastgestelde leggers van Waterschap Brabantse Delta blijkt dat de geplande varianten dicht bij een regionale waterkering ligt (zie Figuur 3-1).

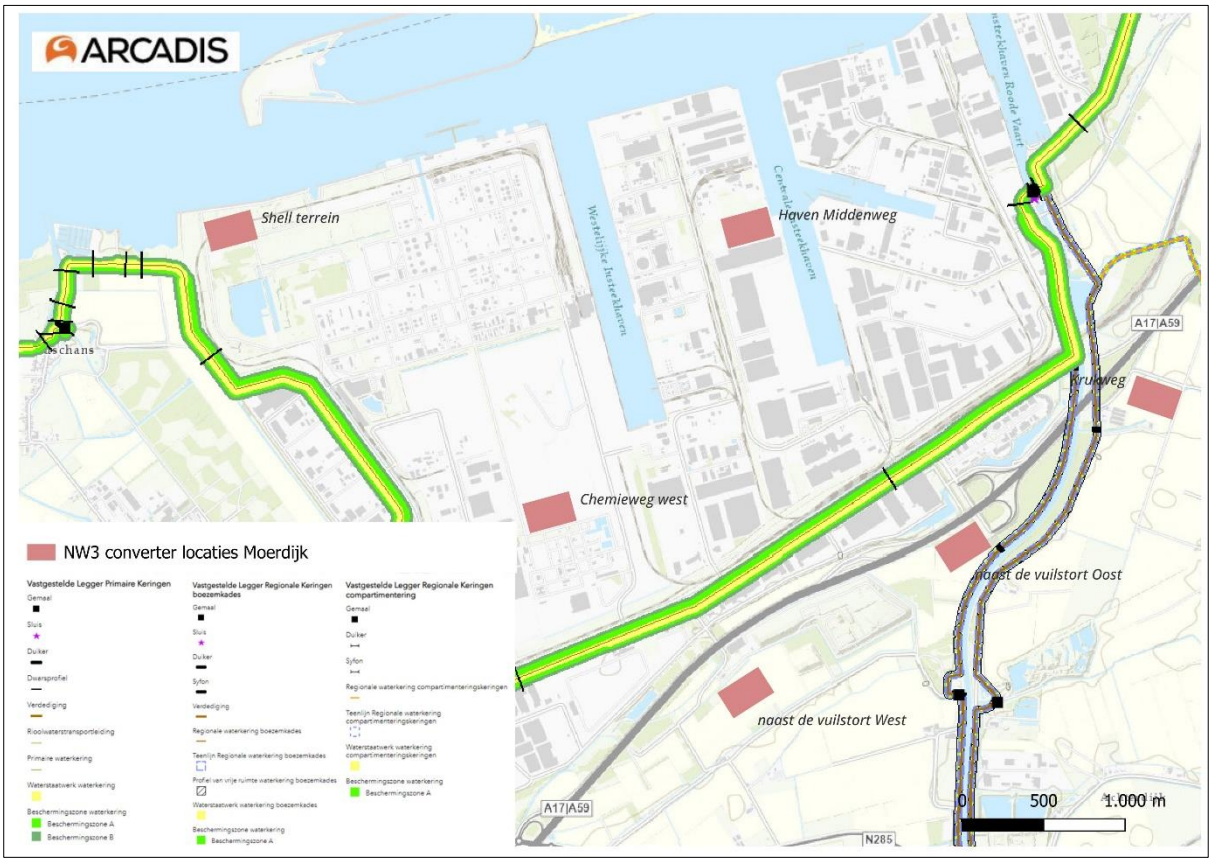


Figuur 3-1 Ligging van de converterstations (bruin) ten opzichte van de regionale keringen (groen) en de beschermingszones (licht rood) in Geertruidenberg

Converterstationlocaties – Moerdijk

Ten noorden van de geplande converterstation project locaties bevindt zich de Hollands Diep. De Roodevaart ligt tussen locatie variant Krukweg en de overige locatievarianten. Uit de Waterhoogte Oppervlaktewater gegevens (vanaf 2013 t/m 2023) van meetpunt Moerdijk (meetapparaat 127) (waterinfo.nl) blijkt dat de fluctuatie in het oppervlaktewaterpeil ligt tussen circa NAP 0,0 m en NAP +1,80 m.

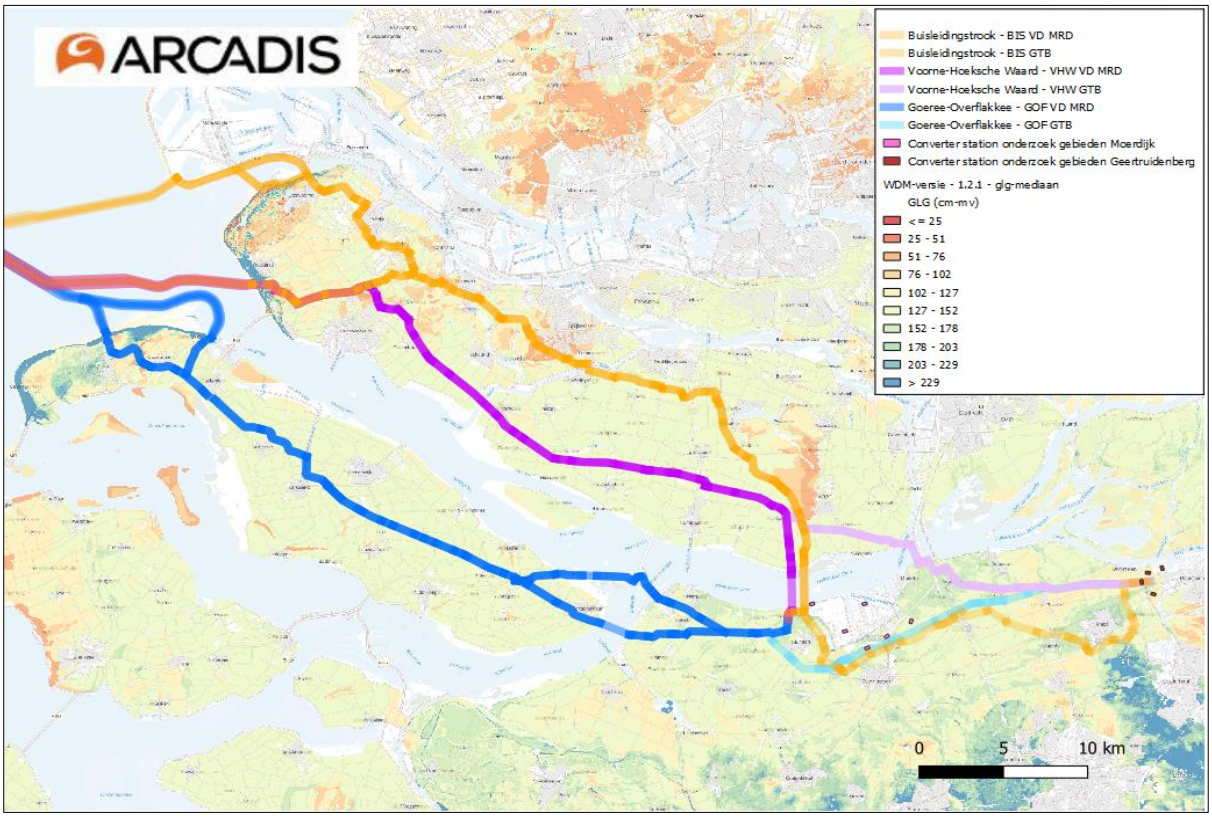
Op basis van de vastgestelde leggers van Waterschap Brabantse Delta blijkt dat de geplande variant dicht bij een regionale waterkering ligt (zie Figuur 3-2).



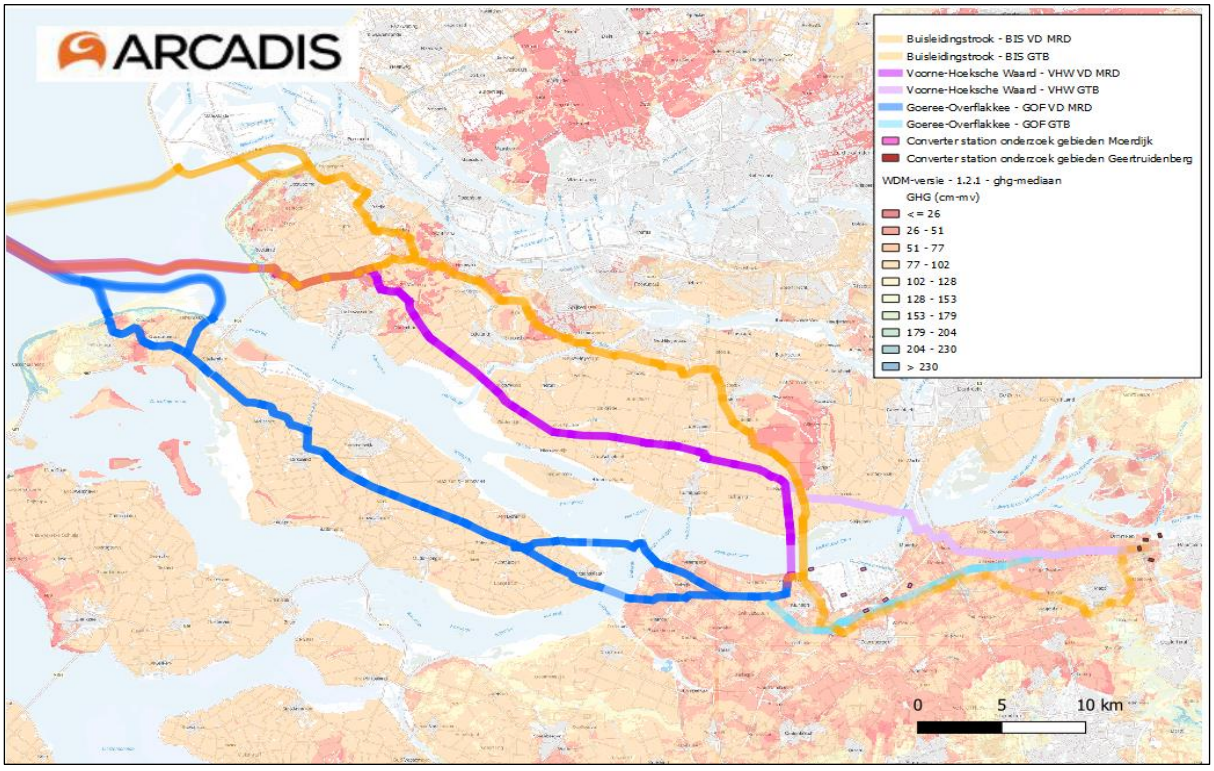
Figuur 3-2 Converterstationlocaties in het roze en regionale keringen in het groen en beschermingszones in het licht rood in Moerdijk

3.3 Grondwater

De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) zijn bepaald met grondwaterspiegeldieptekaart van DINOloket (zie Figuur 3-3 en Figuur 3-4 en bijlage 6). De grondwaterstanden per tracé variant zijn hieronder samengevat. Incidenteel kan een hogere of lagere grondwaterstand of stijghoogte optreden.



Figuur 3-3 BRO grondwaterspiegeldieptekaart – GLG



Figuur 3-4 BRO grondwaterspiegeldieptekaart – GHG

Converterstationlocaties – Geertruidenberg
Het maaiveld van de converterstationlocaties bij Geertruidenberg ligt tussen ca NAP -0,10 m en NAP + 0,30 m. Het maaiveld bij variant RWE terrein ligt iets hoger op ca NAP +5,70 m. Zie figuur 3.1 voor een uitleg van de onderzoek locatie-varianten.

De BRO grondwaterspiegelkaart (2023-1) heeft geen schatting van het grondwater bij de project locatie(s) Standhazensedijk, Bedrijventerrein Gasthuiswaard en Amertak West. Uit de omliggende grondwaterstanden blijkt wel een GHG van circa 0,5 m-mv en een GLG van circa 1,3 m-mv.

Op basis van de gegevens van DINOloket en direct ten westen van het Amertak bevindt zich peilbuis B44D1181 (gemeten grondwaterstanden tussen 2014 en 2016 en maaiveld niveau van NAP +0,13 m, filterniveau onbekend). Uit de gegevens blijkt een GHG van circa 1,30 m-mv (NAP -1,20 m) en een GLG van circa 1,47 m-mv (NAP -1,34 m). Deze peilbuis ligt dichtbij variant locatie E.

Op basis van peilbuis GLD000000027053 ter plaatse van locatie variant Haven Middenweg (gemeten grondwaterstanden tussen 2021 en 2023 en maaiveld niveau van NAP +0,37 m, filterniveau van NAP -3,88 t/m -4,88 m) blijkt een GHG van circa 0,62 m -mv (NAP -0,25 m) en een GLG van circa 0,82 m-mv (NAP -0,45 m). Deze peilbuis bevindt zich ten oosten van de Amertak.

Verder op basis van peilbuis GMW000000009296 ten oosten (gemeten grondwaterstanden in 2023 en maaiveld niveau van NAP +0,67 m, filterniveau van NAP -2,33 t/m -3,33 m) blijkt een GHG van circa 0,67 m -mv (NAP -0,0 m) en een GLG van circa 0,94 m-mv (NAP -0,27 m). Deze peilbuis bevindt zich ten westen van de Donge. Verder blijkt een stijghoogte GHG van circa 0,6 m-mv (NAP +0,1 m) en een GLG van circa 0,9 m-mv (NAP -0,23 m) (filter niveau van NAP -7,56 t/m 8,56).

Converterstationlocaties – Moerdijk
Het maaiveld van het converterstation locaties ter plaatse van Moerdijk voor Net op zee Nederwiek 3 varieert van ca NAP -0,20 t/m NAP + 0,50. Ter plaatse van variant Haven Middenweg, Chemieweg west en het Shell terrein betreft het verwachte maaiveldniveau respectievelijk circa NAP +3,14, NAP +4,50 en NAP +2,60. . Zie figuur 3.2 voor een uitleg van de onderzoek locatie varianten.

Op basis van de BRO grondwaterspiegelkaart (2023-1) blijkt geen data ter plaatse van de project locatie(s) Krukweg, naast de vuilstort West en Oost beschikbaar te zijn. Uit de omliggende grondwaterstanden blijkt wel een GHG van circa 0,5 m-mv en een GLG van circa 1,5 m-mv.

Op basis van de gegevens van DINOloket blijkt weinig recente relevante gegevens binnen 1 km beschikbaar te zijn. Direct ten westen van de Schansweg (ten westen van project variant locaties) bevindt zich peilbuis B43H0302 (gemeten grondwaterstanden tussen 1953 en 2016 en maaiveld niveau van NAP -0,34 m, filterniveau onbekend). Uit de gegevens blijkt een GHG van circa 0,4 m -mv (NAP -0,75 m) en een GLG van circa 1,0 m-mv (NAP -1,34 m).

Verder op basis van peilbuis B44C0220 circa 1 km ten zuiden (gemeten grondwaterstanden tussen 1980 en 1999 en maaiveld niveau van NAP -0,02 m, filterniveaus tussen NAP -4,07 en 31,05 m). Uit de gegevens blijkt een freatische GHG van circa 0,6 m-mv (NAP -0,62 m) en een GLG van circa 1,2 m-mv (NAP -1,22 m) (filter niveau van NAP -4,07 t/m 5,07). Verder blijkt een stijghoogte GHG van circa

0,7 m-mv (NAP -0,72 m) en een GLG van circa 1,1 m-mv (NAP -1,12 m) (filter niveau van NAP -7,56 t/m -8,56).

Oostvoornse Meer en Haringvlietdam subvarianten
Voor de grondwaterstanden van de Oostvoornse Meer en Haringvlietdam sub varianten (noord en zuid) is uitgegaan van de BRO grondwaterspiegeldieptekaart van DINOloket voor de VHW VD MRD tracé variant zoals samengevat in tabel 3-4.

Voor de grondwaterstanden van het sub variant Oostvoornse Meer noord is uitgegaan van REGIS peilbuis B37A0111-001 (maaiveld niveau van ca NAP + 1,15 m en filterniveau van ca NAP -1,9 a -2,9 m), omdat de BRO grondwaterspiegeldieptekaart van DINOloket geen beschikbare data heeft voor deze locatie. Uit de gemeten data (1967 t/m 1981) blijkt een GHG van ca NAP + 0,50 en +0,20 m.

Voor de grondwaterstanden van het sub variant Oostvoornse Meer zuid is uitgegaan van REGIS peilbuis B37C0765-001 (maaiveld niveau van ca NAP + 0,59 m en filterniveau van ca NAP -0,5 a -1,0 m) ziende dat de BRO grondwaterspiegeldieptekaart van DINOloket geen beschikbare data aanwezig heeft ter plaatse. Uit de gemeten data (1964 t/m 2020) blijkt een GHG van ca NAP +0,35 en -0,35 m. Zie bijlage 6 voor de peilbuis locaties.

4 Berekening debiet en invloedsgebied

4.1 Algemeen

In Tabel 4-1 is een samenvatting opgenomen van de gehanteerde gemiddelde GLG en GHG grondwaterstanden per tracé deel. Tevens is de benodigde verlaging gegeven uitgaande van een verlaging tot 0,3 m onder het ontgravingsniveau (tot 2,5 m-mv ter plaatse van de kabel tracés). Uit de gegevens blijkt dat voor alle tracé delen naar verwachting bemaling nodig is, zowel bij een hoge (GHG) grondwaterstand en een lage (GLG) grondwaterstand. Verder wordt uitgegaan van ontgraving onder talud (1:1) en dat voor de aanleg van landkabels bemalen wordt over een lengte van maximaal 1000 m welke tegelijkertijd in bemaling staan (de bemaling verplaatst zich door het projectgebied). Voor een situatie tekening zie bijlage 2.

Tabel 4-1 Benodigde verlagingen

Tracé Alternatief	Sub Tracé/Variant	Gemiddelde GLG	Gemiddelde GHG	Benodigde verlaging GLG*	Benodigde verlaging GHG*
		[m-mv]	[m-mv]	[m]	[m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1,32	0,63	1,18	1,87
	BIS GTB	1,45	0,54	1,05	1,96
	Oostvoornsemeer Noord	1,50	0,40	1,00	2,10
	Oostvoornsemeer Zuid	1,10	0,25	1,40	2,25
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1,41	0,69	1,09	1,81
	VHW GTB	1,42	0,55	1,08	1,95
	Haringvlietdam Noord	1,52	0,40	0,98	2,10
	Haringvlietdam Zuid	1,52	0,74	0,98	1,76
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	1,45	0,68	1,05	1,82
	GOF GTB	1,38	0,51	1,12	1,99
Converter Station	Geertruidenberg	1,30	0,50	2,80	3,60
	Moerdijk	0,90	0,60	3,20	3,50

*Benodigde freatische bemaling, voor benodigde spanningsbemaling zie bijlage 7

[a] Zie bijlage 2 voor tracé alternatief onderdelen

4.2 Opbarstrisico

Opbarsten is een gevolg van een waterdruk onder een slecht doorlatende klei- of veenlaag die groter is dan de daarboven liggende belasting. Het ontgraven van grond en het verlagen van de grondwaterstand leidt tot een afname van de neerwaartse druk. Hierdoor wordt het evenwicht verstoort en kan de bodem opbarsten. Dat is ongewenst, omdat de bodem dan niet meer stabiel en draagkrachtig is voor de aanleg van leidingen en kabels.

Het risico van opbarsten kan berekend worden met de juiste uitgangspunten goed ingeschat worden. Het risico op opbarsten is berekend met de volgende uitgangspunten:

- Ontgravingen conform Tabel 2-2
- Talud van 1:1
- Stijghoogte soortgelijk aan freatische stand

- Slechtdoorlatende deklaag met een soortelijk gewicht van 15 kN/m3

Met deze uitgangspunten is de minimale diepte berekend van de onderkant van de slecht doorlatende laag waarbij opbarsten optreedt. Wanneer de werkelijke onderkant van de waterremmende laag dieper ligt, is er geen opbarstrisico. Tabel 4-2 geeft aan waar bemaling van het eerste watervoerende pakket nodig is om het risico tegen te gaan. Er wordt aangegeven welke verlaging van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket nodig is.

Tabel 4-2 Evenwichtsberekeningen

Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Benodigde stijghoogte verlaging	
			GLG [m]	GHG [m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	-	0,87
		2	-	0,87
		3	-	-
		5	-	-
	BIS GTB	1	-	0,96
		4	-	-
	Oostvoornsemeer Noord	5	-	-
	Oostvoornsemeer Zuid	5	-	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	-	0,61
		2	-	0,61
	VHW GTB	1	-	0,75
		3	-	-
	Haringvlietdam Noord	2	-	0,61
	Haringvlietdam Zuid	2	-	0,61
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	-	-
		3	0,45	1,21
	GOF GTB	1	-	-
		2	-	-
		3	0,51	1,38
		4	-	-

De berekeningen laten zien dat op een aantal locaties opbarsten zal voorkomen wanneer er geen verlaging van de stijghoogte wordt toegepast. In bijlage 5 is berekend dat het opbarstrisico optreedt als de onderkant van de scheidende laag ondieper is dan 6,1 m-mv. Op basis van de doorsnedes door GeoTOP is geïdentificeerd waar dit mogelijk het geval is.

De gebieden met een mogelijkheid tot opbarstrisico is aangeven in Tabel 4-2 en bijlage 4 en 5. Voor de benodigde stijghoogte verlagingen van de converterstation onderzoek gebied wordt verwezen naar bijlage 5 en 7.

Converterstationlocaties – Moerdijk
Uit de gegevens op DINOloket blijkt dat er lokaal afwisselende klei-/zand- en veenlagen aanwezig zijn tot een diepte van tussen circa 12,0 m-mv á 19,0 m-mv.

De maatgevende waterdruk in het onderliggende watervoerend pakket is vergelijkbaar met de freatische grondwaterstand. Hierdoor is er mogelijk sprake van een opbarstrisico. Het risico is sterk afhankelijk van de lokale bodemopbouw (zie tabel 3-5).

Om het risico op opbarsten in te schatten zijn indicatieve evenwichtsberekeningen uitgevoerd. In de berekeningen is rekening gehouden met bodembreedte van maximaal 56 m (control building) en ook 20 m (third party building), een talud van 1:1, een soortelijk gewicht van 15 kN/m3 voor de deklaag (representatief voor kleiige bodem) en een maximale stijghoogte in het watervoerend pakket 0,7 m-mv.

Uit de berekeningen blijkt dat er een opbarstrisico aanwezig is onder het ontgravingsniveau als er een slechtdoorlatende laag aanwezig is met een onderkant ondieper dan circa 11,0 m-mv bij een ontgraving tot 3,8 m-mv. Uit de gegevens blijkt dat klei aanwezig is tot ca circa 7,0 m-mv voor variant Shell terrein en 4,0 m-mv voor de overige varianten (zie bijlage 5).

Wanneer de basis van de kleilaag zich op een dieper niveau bevindt is er geen opbarstrisico (bij de genoemde uitgangspunten). Ook wanneer de kleilaag juist dunner is en geheel wordt afgegraven is er geen opbarstrisico (wel neemt in dit geval het debiet van de bemaling ter plaatse toe).

Op basis van het beschikbare bodemonderzoek (DINOloket) wordt verwacht dat lokaal ter plaatse van locatie variant Shell terrein tot circa 7,0 m-mv klei aanwezig kan zijn. Verder wordt er verwacht (ter plaatse van de overige varianten) dat er tot circa 4,0 m-mv klei aanwezig kan zijn.

Geadviseerd wordt om spanningsbemaling toe te passen om opbarsten te voorkomen. Daarbij worden filters tot in het onderliggende watervoerende pakket geplaatst zodat de waterdruk zowel boven als onder de slecht doorlatende laag voldoende wordt verlaagd. Hierdoor nemen het debiet en de daarbij behorende omgevingseffecten toe. De minimale drukverlichting (benodigde verlaging van stijghoogte (spanningsbemaling)) bij een kleilaag tot circa 4,0 m-mv betreft circa 3,6 m en bij een kleilaag tot circa 7,0 m-mv circa 2,4 m.

Converterstationlocaties – Geertruidenberg
Op basis van de boringen van DINOloket blijkt dat ter plaatse van locatie variant Standhazensedijk, Amertak West, Sportplaatse de Hillen en het bedrijventerrein Gasthuiswaard klei en veen aanwezig vanaf maaiveld voor enkele meters met daaronder zand tot maximale boordiepte van circa 10 m-mv. Doordat het ontgravingsniveau circa 3,7 m-mv bedraagt wordt hier geen opbarstrisico verwacht (zie bijlage 3).

Bij de variant RWE terrein is wel klei aanwezig vanaf maaiveld tot circa 4,5 á 7,0 m-mv met zand daaronder. De maatgevende waterdruk in het onderliggende watervoerend pakket is vergelijkbaar met de freatische grondwaterstand (zie tabel 3-5). Hierdoor is er mogelijk sprake van een opbarstrisico. Uitgegaan is van bodem samenstelling 2 voor een worst case inschatting.

Om het risico op opbarsten in te schatten zijn indicatieve evenwichtsberekeningen uitgevoerd (zie bijlage 5). In de berekeningen is rekening gehouden met bodembreedte van maximaal 56 m (control building) en ook 20 m (third party building), een talud van 1:1, een soortelijk gewicht van 15 kN/m3 voor de deklaag (representatief voor kleiige bodem) en een maximale stijghoogte in het watervoerend pakket 0,5 m-mv.

Uit de berekeningen volgt een opbarstrisico wanneer er een slechtdoorlatende laag aanwezig is met de onderkant ondieper dan circa 11,8 m-mv bij een ontgraving tot 3,7 m-mv.

Als de basis van de kleilaag zich op een dieper niveau bevindt is er geen opbarstrisico (bij de genoemde uitgangspunten). Ook als de kleilaag juist dunner is en geheel wordt afgegraven is er geen opbarstrisico (wel neemt in dit geval het debiet van de bemaling ter plaatse toe).

Op basis van het beschikbare bodemonderzoek data (DINOloket) wordt verwacht dat lokaal tot circa 4,5 à 7,0 m-mv klei aanwezig kan zijn (RWE-Terrein). Geadviseerd wordt om spanningsbemaling toe te passen om opbarsten te voorkomen. Hierdoor nemen wel het debiet en de daarbij behorende omgevingseffecten toe. De minimale drukverlichting (benodigde verlaging van stijghoogte (spanningsbemaling)) betreft circa 3,4 m (bij een kleilaag tot circa 4,5 m-mv) en circa 2,4 m (bij een kleilaag tot circa 7, m-mv).

4.3 Bemalingssysteem

Tracé alternatieven (inclusief mof- en aardputten)
Bij ontgraving in een zandige bodem wordt voorgesteld een freatische bemaling uit te voeren met verticale filters tot maximaal 3 à 4 m-mv. In kleiige/leem bodem kan gewerkt worden met een open of horizontale bemaling (mogelijk in combinatie met verticale filters).

Converterstationlocaties
Bij ontgraving in een zandige bodem wordt voorgesteld een freatische bemaling uit te voeren met verticale filters tot maximaal 4 à 6 m-mv rondom de ontgravingen. Wanneer het bemalingssysteem dieper wordt geplaatst, bijvoorbeeld bij een bemaling met deepwells nemen het benodigde debiet en de omgevingseffecten toe. Alternatief kan een horizontale bemaling worden toegepast in verwachte kleiige/leem bodem.

HDD-boringen en aanlandingen
Bij ontgraving in een zandige bodem wordt voorgesteld de freatische bemaling uit te voeren met verticale filters tot maximaal 2 à 3 m-mv rondom de ontgravingen. Alternatief kan mogelijk een horizontale bemaling worden toegepast in verwachte kleiige/leem bodem.

De exacte uitvoeringswijze van de bemaling (aantal benodigde pompen, de definitieve locatie en omvang van de drain/situering van de filters) dient te worden bepaald door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige en nader te worden vastgelegd in een werkplan (conform BRL 12000 protocol BRL 12020).

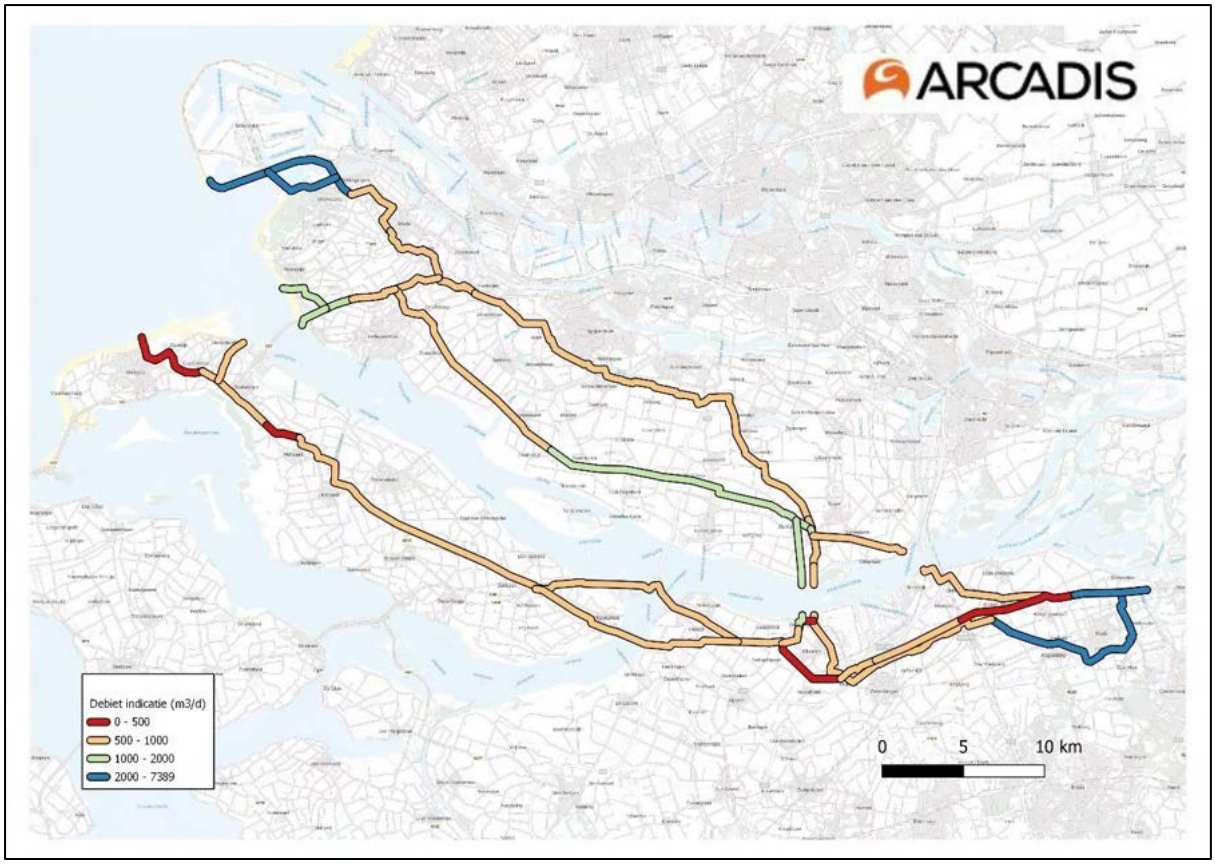
4.4 Debietberekening

Met het programma MicroFEM V4.10 zijn berekeningen uitgevoerd om de benodigde debieten van de bemaling en de verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving in te schatten. MicroFEM is een eindig elementenprogramma voor grondwaterstroming. Met het model kunnen zowel stationaire en niet-stationaire berekeningen worden uitgevoerd. De bodemopbouw varieert binnen het projectgebied. Op basis van de modellen REGIS en GeoTOP wordt onderscheidt gemaakt tussen 10 kenmerkende geohydrologische situaties (zie ruimtelijke verdeling in bijlage 4 en 6). Per kenmerkende situatie en tracé-alternatief is een grondwatermodel opgesteld. De grondwater-modellen zijn gebaseerd op de parameters in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en in bijlage 6. De straal per model bedraagt circa 3 à 20 km. De modellen zijn opgezet volgens het superpositie beginsel.

Prognose debiet
Het debiet is afhankelijk van de benodigde verlaging, die bepaald wordt door de aanwezige grond-waterstand, stijghoogte en de benodigde spanningsbemaling. De debieten zijn uitgerekend voor een hoge grondwaterstand (GHG) en voor een lage grondwaterstand (GLG).
Afhankelijk van de lage grondwaterstand bij GLG kan de ontgraving soms zonder, of met een lagere bemaling worden uitgevoerd (zie Tabel 4-1 en Tabel 4-2).

Bij een hoge grondwaterstand (GHG) is voor alle locaties bemaling nodig. De prognose van het debiet is met name afhankelijk van de doorlaatfactor van het pakket waarin de bemaling wordt uitgevoerd.

De verwachtte debieten en invloedsgebieden zijn samengevat bijlage 7. De indicatieve debieten per tracé zijn weergegeven in Figuur 4-1. De debieten zijn bepaald gebaseerd op 1000 m sleuflengte die tegelijkertijd in bemaling staan voor 10 weken (70 dagen) en uitgaande van een GHG situatie en hoge doorlatendheid (‘worst case).



Figuur 4-1 Debiet indicatie per tracé alternatief. Stationeer debieten in m3/d per 1000 m sleuflengte

Maximaal waterbezwaar

Het waterbezwaar is berekend op basis van een GHG situatie (worst case). De resultaten van verwachte waterbezwaar is per tracé alternatief en converterstation onderzoek locaties samengevat in Tabel 4-3. Zie bijlage 9 voor een gedetailleerde berekening waterbezwaar berekening voor het volgende:

- Tracé alternatieven
- converterstation onderzoek locaties;
- HDD boringen
- Aanlandingen
- Mof- en aardputten

Tabel 4-3 Prognose waterbezwaar voor tracévarianten en converterstation locaties

Tracé Alternatief/Variant/Converterstation onderzoek locatie	Verwachte waterbezwaar* [m^3]
Tracé alternatieven	
Buisleidingstrook + Oostvoornsemeer Noord Variant	1.356.320
Buisleidingstrook + Oostvoornsemeer Zuid Variant	1.369.130
Voorne-Hoeksche Waard + Haringvlietdam Noord Variant	987.000
Voorne-Hoeksche Waard + Haringvlietdam Zuid Variant	950.250
Goeree-Overflakkee	859.460

Converterstation onderzoek locaties	GHG Situatie CSB	GHG Situatie TPB
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Haven Middenweg	6.076	-
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Chemieweg west	-	-
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Shell terrein	13.720	-
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Naast de vuilstort West	134.064	-
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Krukweg	249.312	161.504
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Naast de vuilstort Oost	194.432	119.952
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Standhazensedijk	1442168	-
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie RWE-Terrein	1442168	-
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie bedrijventerrein Gasthuiswaard	-	-
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Amertak West	1451184	-
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Stortplaats de Hillen	1594264	-

*Prognose waterbezwaar gebaseerd op GHG situatie (worst case scenario)

Voor de HDD boringen, de in- en uittrede putten/punten, *mofputten* en aardputten is niet voor alle locaties een berekening van het waterbezwaar uitgevoerd. Voor deze punt-locaties is het waterbezwaar uitgerekend voor de relevante geologische gelaagdheden. Verder zijn hieronder een samenvatting van het geschatte waterbezwaar voor HDD boringen (inclusief aanlandingen), in- en uittrede putten/punten, de mofputten en de aardputten (per geologische gelaagdheid).

Tabel 4-4 Geschatte waterbezwaar per stuk voor boringen en mofputten, per geologische gelaagdheid

Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Geschatte waterbezwaar [m³]	
			HDD boringen	Mofputten
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	18	4.816
		2	18	10.981
		3	16	380
		5	280	5.488
	BIS GTB	1	22	5.238
		4	2.590	39.200
	Oostvoornsemeer Noord	5	448	6.104
	Oostvoornsemeer Zuid	5	560	6.552
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	15	4.684
		2	81	1.932
	VHW GTB	1	21	5.731
		3	2.198	39.088
	Haringvlietdam Noord	2	28	4.757
	Haringvlietdam Zuid	2	12	4.698
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	15	436

		3	13	4.480
	GOF GTB	1	22	397
		2	23	476
		3	20	5.124
		4	2.492	33.460

Het totale waterbezwaar van de veldstrekkingen en de converterstations ligt tussen circa de 0,8 en 3,0 miljoen m^3. De aantal mofputten en benodigde HDD boringen tijdens deze fase niet bekend. Tijdens met meenemen van mofputten/aardputten, HDD boringen en aanlandingen kan de verwachten waterbezwaar met een factor van circa 0,5 tot 2,0 toenemen.

4.5 Verlaging van de grondwaterstand

Uitgegaan is dat er maximaal 1000 m sleuflengte tegelijk in bemaling staat. De bemaling verplaatst zich derhalve door het projectgebied. Per locatie is uitgegaan van circa 70 dagen bemaling per sleuflengte (maximaal 1000 m). De overige uitgangspunten zijn meegenomen in Tabel 2-2.

Het hydrologisch invloedsgebied (de afstand van de 5 cm-verlagingslijn tot het tracé) is berekend op basis van de maximaal benodigde verlaging (tijdens een uitvoering in GHG-situatie). In Tabel 4-5 en Tabel 4-6 zijn een samenvatting van de invloedsgebieden weergegeven. Ook zijn de invloeds-gebieden op situatietekeningen per tracé alternatief en converter-station onderzoek locatie (zie bijlage 10). De verwachte invloedsgebieden van de te realiseren mof- en aardputten, HDD boringen en aanlandingen zijn meegenomen in bijlage 7.

Tabel 4-5 Berekende invloedsgebieden – tracé alternatieven

Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Berekende invloedsgebied – Freatische bemaling		Berekende invloedsgebied – Spanningsbemaling	
			GLG [m]	GHG [m]	GLG [m]	GHG [m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	160	390	-	430
		2	155	295	-	320
		3	77	160	-	-
		5	350	405	-	-
	BIS GTB	1	135	410	-	455
		4	900	1150	-	-
	Oostvoornsemeer Noord	5	310	415	-	-
	Oostvoornsemeer Zuid	5	365	425	-	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	145	335	-	510
		2	318	155	-	200
	VHW GTB	1	143	375	-	540
		3	720	910		-
	Haringvlietdam Noord	2	130	160	-	200

	Haringvlietdam Zuid	2	130	155	-	200
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	98	215	-	-
		3	210	315	230	345
	GOF GTB	1	62	170	-	-
		2	110	230	-	-
		3	210	325	230	360
		4	760	915	-	-

Tabel 4-6 Berekende invloedsgebieden – converterstation onderzoek locaties

Central Service Building (CSB)						
Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	**Variant onderzoek locatie**	**Geologische samenstelling / variant**	**Berekende invloedsgebied – Freatische bemaling CSB**		**Berekende invloedsgebied – Spanningsbemaling CSB**	
			GLG [m]	**GHG [m]**	**GLG [m]**	**GHG [m]**
Moerdijk	Haven Middenweg	2	-	22	-	-
	Chemieweg west	2	-	-	-	-
	Shell terrein	2	-	51	-	-
	Naast de vuilstort West	1	320	360	-	-
	Krukweg	1	450	480	480	530
	Naast de vuilstort Oost	2	390	460	440	510
Geertruidenberg	Standhazensedijk	2	750	850	-	-
	RWE-Terrein	2	-	-	-	-
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	2	850	950	-	-
	Amertak West	2	900	1000	-	-
	Stortplaats de Hillen	2	520	580	-	-
Third Party Building (CSB)						
Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	**Variant onderzoek locatie**	**Geologische samenstelling / variant**	**Berekende invloedsgebied – Freatische bemaling TPB**		**Berekende invloedsgebied – Spanningsbemaling TPB**	
			GLG [m]	**GHG [m]**	**GLG [m]**	**GHG [m]**
Moerdijk	Haven Middenweg	2	-	19	-	-
	Chemieweg west	2	-	-	-	-
	Shell terrein	2	-	27	-	-
	Naast de vuilstort West	1	220	270	-	-
	Krukweg	1	400	430	440	470
	Naast de vuilstort Oost	2	340	390	370	450
Geertruidenberg	Standhazensedijk	2	610	700	-	-

	RWE-Terrein	2	-	-	-	-
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	2	740	840	-	-
	Amertak West	2	715	850	-	-
	Stortplaats de Hillen	2	290	350	-	-

5 Invloed bemaling op de omgeving

5.1 Algemeen

Door de bemaling kunnen de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten (zoals het optreden van maaiveldzettingen, invloed op land- en akkerbouw, natuur, archeologie, grondwaterverontreinigingen, zoet/zout grensvlak, overige onttrekkingen). In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

5.2 Zetting/ zakking

Zetting onder invloed van een bemaling is het proces waarbij het maaiveld inzakt doordat de bodem wordt samengedrukt doordat grondwater uit de poriën wordt onttrokken. Hierbij zijn de samendrukbaarheid, mate van grondwaterverlaging, opbouw en belasting van de bodem bepalende factoren. Zetting in de bodem zorgt voor een mogelijk risico op schade aan gebouwen (esthetisch, instabiliteit), infrastructuur (wegen, rails), en ondergrondse infrastructuur (leidingen) en moet daardoor geëvalueerd worden.

Bij bebouwing kan schade voornamelijk optreden bij:

- Op staal gefundeerde bebouwing, vanwege een verhoging van de korrelspanning boven de grensspanning door toedoen van de grondwaterverlaging.
- Op betonpalen gefundeerde bebouwing, vanwege negatieve kleef die optreedt bij een zetting van circa 20 tot 50 mm.
- Bebouwing van voor 1970, doordat deze bebouwing vaak op ondiepe of houten fundering zijn gebouwd.

Volgens de NEN (9997-1+C1:2017) zijn voor normale constructies met afzonderlijke funderingen zettingen tot 50 mm in het algemeen toelaatbaar.

Bij het interpreteren van de zetting moet rekening worden gehouden dat zetting al kan zijn opgetreden door uitzonderlijke lage grondwaterstanden (onder GLG), bodembelastingen, eerdere werkzaamheden en eerdere grondwateronttrekkingen (bemalingen). Zandige lagen worden over het algemeen niet als zettingsgevoelig beschouwd. Klei- en veenlagen daarentegen, zijn zettingsgevoelig.

Uit de verkenning van de grondwaterstanden blijkt dat voor alle verwachte tracé-alternatieven naar verwachting onder de GLG verlaagd dient te worden. Verder blijkt dat ook ter plaatse van een aantal converterstations onderzoek locaties tot onder GLG verlaagd dient te worden.

Een aantal indicatieve zetting berekeningen (per verwachte geologische opbouw) zijn opgenomen in bijlage 13. De zettingsgevoelige gebieden zijn in Tabel 5-1 benoemd. Voor een situatie tekening zie bijlage 2.

Tabel 5-1 Zettingsgevoelige gebieden

Tracé Alternatief/Variant/Converter station onderzoek locatie	Sub Tracé	Geologische samenstelling /variant	Mogelijke risico op zettingen	Verlaging beneden GLG	
				Freatisch	Spanning
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	Ja	1,18	-
		2	Ja	1,18	-
		3	Ja	1,18	-
		5	Ja	1,18	-
	BIS GTB	1	Ja	1,05	-
		4	Nee	1,05	-
	Oostvoornsemeer-Noord	5	Ja	1,00	-
	Oostvoornsemeer-Zuid	5	Ja	1,40	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	Ja	1,09	-
		2	Nee	1,09	-
	VHW GTB	1	Ja	1,08	-
		3	Nee	1,08	-
	Haringvlietdam Noord	2	Nee	0,98	-
	Haringvlietdam Zuid	2	Nee	0,98	-
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	Ja	1,05	-
		3	Ja	1,05	0,45
	GOF GTB	1	Ja	1,12	-
		2	Ja	1,12	-
		3	Ja	1,12	0,51
		4	Nee	1,12	-

De op basis van Terzaghi berekende zetting betreft de eindzetting na een langdurige verlaging van de grondwaterstand. Doordat de grondwaterstand slechts kort (14 à 70 dagen) wordt verlaagd is de berekening (mogelijk) een overschatting van de zetting. Ook bij korte bemalingen zijn zettingen van enkele centimeters niet uit te sluiten. Indien het gewenst is de zetting meer accuraat uit te rekenen wordt aanbevolen een meer geavanceerde rekenmethode in te zetten waarbij tevens de tijdsafhankelijkheid wordt meegenomen (bijvoorbeeld de isotachen methode in een programma als D-settlement).

Benadrukt wordt dat het hier een indicatieve zettingsberekening betreft, waarvan de invoer gebaseerd is op een beperkt aantal bodemgegevens die lokaal kunnen variëren. Door het uitvoeren van bodemonderzoek (boringen en peilbuizen) kan de bodemopbouw nader in beeld worden gebracht.

Om de risico's van zetting toch zo veel mogelijk te beperken wordt geadviseerd het grondwater niet verder te verlagen dan noodzakelijk (circa 10 cm onder het ontgravingsniveau) en dit ook te controleren. Tevens kan het risico op zetting verminderd worden door de bemaling alleen actief te houden tijdens werkuren op werkdagen en zo kort mogelijk op eenzelfde locatie.

Geadviseerd wordt om voor het voorkeurstracé de actuele verwachte zettingen te berekenen en te evalueren tezamen met geassocieerde mitigerende maatregelingen.

5.3 Zoet/zout

Vergraven of doorgraven van slecht doorlatende lagen leidt tot een effect op de grondwater stroming, zowel op de hoeveelheid en de kwaliteit van het grondwater. Indien meer brakke of zoute kwel door de slecht doorlatende deklaag kan stromen, treedt (vermoedelijk) een verzilting van het ondiepe bodem en grondwater op. Andersom zorgt een doorsnijding van slecht doorlatende lagen in infiltratiegebieden mogelijk voor een toename van wegzijging (dieper wegzakken van het water aan maaiveld) van grondwater met bijvoorbeeld mogelijk landbouwkundige emissies (vanuit mest of bestrijdingsmiddelen) naar het diepere grondwater.

Naast de permanente effecten na doorsnijding van slecht doorlatende lagen treedt ook een tijdelijk effect op, met mogelijk een lang hersteltijd. Door de grondwateronttrekking kan upconing (omhoogtrekken van zout water) plaatsvinden. Eventuele langdurige verzilting door de grondwater onttrekking is niet in deze beoordeling meegenomen, omdat het ondiepe bemalingen betreft met een relatief korte tijdsduur en beperkte waterbezwaren. De doorsnijding heeft wel een meer permanent karakter.

In de Provinciale Milieuverordening (PMV) van iedere provincie zijn grondwaterbeschermings-gebieden aangewezen waarin de kwaliteit van het grondwater extra wordt beschermd met het oog op de drinkwaterwinning. In de verordening zijn regels opgenomen die gaan over het verstoren van bodemopbouw en daardoor effecten hebben op verplaatsing van eventuele verontreinigingen. Zo is er een voorschrift dat gaat over het verrichten van mechanische ingrepen in de bodem dieper dan 2 m. Op basis van de geplande tracé alternatieven en converterstation locaties zijn geen werkzaamheden gepland in grondwaterbeschermingsgebieden (zie bijlage 11).

Om het (mogelijke) effect van zoet-zout upconing in kaart te brengen zijn de tracé alternatieven en geassocieerde werkzaamheden getoetst volgens de verwachte grondwater verzilting kaart van Atlas natuurlijk kapitaal. De kaart met het grensvlak van 1000 mg/l chloride (brak-zout grensvlak) geeft op landelijke schaal aan tot op welke diepte zoet grondwater wordt aangetroffen en geeft dus een goede indicatie waar zoet grondwater beschikbaar is. De kaart is gebaseerd op een groot aantal metingen maar de ruimtelijke variatie is zo groot dat de kaart niet geschikt is voor gebruik op lokale schaal. Het brak-zout grondwater grensvlak varieert niet veel in de tijd omdat stromingsprocessen in de ondergrond langzaam gaan.

De brak-zout grensvlak per tracé variant en geplande converterstation locaties zijn meegenomen in bijlage 12. De resultaten zijn in Tabel 5-2 samengevat. De tabel toont de lengte per type zoet-brak-klasse voor de tracé-varianten. Upconing van zout water is een risico dat zal voorkomen in gebieden waar het brakke grondwater ondiep zit (0-5 m-mv bij klei/leemgronden met een lage verticale doorlatendheid; of 0-25 m-mv in zand gronden met hogere verticale doorlatendheden). De risico's van upconing kunnen voor het voorkeurstracé berekend worden met een geohydrologische analyse.

Tabel 5-2 Indicatie van brak-zout overgang per project onderdeel (Verzilting grondwater, Atlas Natuurlijk Kapitaal)

Project onderdeel	Geassocieerde lengte tracé (m) van toepassing per zoet-brak overgang (m-mv)					
	0-5	5-10	10-25	25-50	50-100	>100
Tracé varianten						
Buisleidingstrook	22988	3200	13030	13309	3991	34795
Voorne-Hoeksche Waard	7651	3700	7100	14705	5335	24513
Goeree-Overflakkee	28071	1250	12048	13040	5575	27491
Converterstation onderzoek locaties	Geassocieerde diepte (zoet-brak grensvlak) van toepassing per converter station onderzoek locatie (m-mv)					
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Haven Middenweg						X
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Chemieweg west						X
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Shell terrein						X
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie naast de vuilstort West						X
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie Krukweg						X
Converterstation Moerdijk onderzoek locatie naast de vuilstort Oost						X
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Standhazensedijk						X
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie RWE-Terrein						X
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie bedrijventerrein Gasthuiswaard						X
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Amertak West						X
Converterstation Geertruidenberg onderzoek locatie Stortplaats de Hillen						X

5.4 Overige effecten

In Tabel 5-3 t/m Tabel 5-7 zijn de overige effecten samengevat. In bijlage 11 zijn per tracé alternatief de kaarten opgenomen met de ligging ten opzichte van:

- Waterkeringen
- Aandachtsgebieden Natuur/ Aardkundige waarden
- Aandachtsgebieden Archeologie
- Grondwateronttrekkingen
- Gesloten bodemenergiesystemen

Tracé alternatieven

Tabel 5-3 Effecten evaluatie: tracéalternatief – Buisleidingenstrook

Effect op omgeving	Aanwezigheid	Motivatie
Gesloten bodemenergiesystemen	Ja	Aanwezig binnen het invloedsgebied van het tracé ten zuiden van Hollands Diep (Wagenberg t/m Geertruidenberg). Zie bijlage 11: BLS 11_F en BLS 11_G.
Open bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen open bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied.
Paalrot	Onbekend	Funderingswijze van naastgelegen panden binnen invloedsgebied verifiëren bij bevoegd gezag. Aanwezigheid van houten palen verifiëren.
Openbaar en stedelijk groen	Ja	De projectlocatie bevindt zich in bebouwde en landelijke gebieden. Binnen het invloedgebied van de bemaling bevinden

		zich mogelijk landbouwgewassen. Binnen het invloedsgebied van de bemaling is naar verwachting ook stedelijk groen aanwezig (o.a. bomen en groenstroken). Er dient hier wel onderscheidt gemaakt te worden in de geologische bodemopbouw binnen het tracé. Deellocaties van het tracé met een hoge doorlatendheid (zandige bodemopbouw) hebben meer risico tot droogteschade. Indien aantoonbaar is dat de bemaling tot gewasschade heeft geleid dient deze (conform de Waterwet) aan de eigenaar / grondgebruiker te worden vergoed.
Grondwateronttrekkingen	Ja	Er zijn een aantal (circa 21) grondwateronttrekkingen binnen het invloedsgebied van de bemalingsactiviteiten aanwezig. Voornamelijk binnen het invloedsgebied van het deeltracé Oostvoornsemeer. Gezien de verlaging onder GLG (circa 1,0 m) en dat er enkele grondwateronttrekkingen binnen circa 10 á 50 m van het tracé aanwezig zijn wordt geadviseerd contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Aandachtsgebied natuur en aardkundige waarden	Ja	Het tracé en het berekende invloedsgebied begrenst en/of kruist (natuur/aardkundige waarden) aandachtsgebieden. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Archeologische waarden	Ja	Archeologische aandachtsgebieden bevinden zich binnen het invloedsgebied en/of op een deel van het tracé, voornamelijk ten noorden van Hollands Diep en Haringvliet. Zie Bijlage 11: BLS 11_B. Gezien de verlaging onder GLG ter plaatse van de bemaling en mogelijke invloeden hiervan op het aandachtsgebied wordt geadviseerd om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Kern- en/of beschermingszone van een waterkering*	Ja	Er bevinden zich waterkeringen binnen het invloedsgebied van het tracé. Het tracé kruist drie waterkeringen; een waterkering op de Buitendijk te Strijensas, de Oudendijk te Strijen en rondom het Oostvoornsemeer. Zie bijlage 11: BLS 11_A. Verder worden een aantal waterkeringen door HDD boringen gekruist. Het BLS tracé alternatief valt onder het beheersgebied van twee waterschappen, Waterschap Hollandse Delta en Waterschap Brabantse Delta. Het noordelijk punt van het tracé tot waar het op de Buitendijk het Hollands Diep kruist valt onder het beheersgebied van Waterschap Hollandse Delta. Het tracé ten zuiden van het Hollands Diep valt onder Waterschap Brabantse Delta.
Zoet/zout vlak		Zie hoofdstuk 5.3 en bijlage 12.
Explosieven	Onbekend	In het kader van dit project is geen navraag gedaan naar de aanwezigheid van explosieven. Gegevens kunnen worden opgevraagd bij de gemeente.

Tabel 5-4 Effecten evaluatie: tracéalternatief - Voorne-Hoeksche Waard

Effect op omgeving	Aanwezigheid	Motivatie
Gesloten bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich vier gesloten bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied ten zuiden van Hollands Diep.
Open bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen open bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied.
Paalrot	Onbekend	Funderingswijze van naastgelegen panden binnen invloedsgebied verifiëren bij bevoegd gezag. Aanwezigheid van houten palen verifiëren.
Openbaar en stedelijk groen	Ja	De projectlocatie bevindt zich in bebouwde en landelijke gebieden. Binnen het invloedgebied van de bemaling bevinden zich mogelijk landbouwgewassen. Binnen het invloedsgebied van de bemaling is naar verwachting ook stedelijk groen

		aanwezig (o.a. bomen en groenstroken). Er dient hier wel onderscheidt gemaakt te worden in de geologische bodemopbouw binnen het tracé. Deellocaties van het tracé met een hoge doorlatendheid (zandige bodemopbouw) hebben meer risico tot drogingschade. Indien aantoonbaar is dat de bemaling tot gewas schade heeft geleid dient deze (conform de Waterwet) aan de eigenaar / grondgebruiker te worden vergoed.
Grondwateronttrekkingen	Ja	Zes grondwateronttrekkingen zijn aanwezig binnen het invloedsgebied van het tracé. Zie Figuur X. Gezien de verlaging onder GLG (circa 1,0 m) en dat er enkele grondwateronttrekkingen binnen circa 10 á 80 m van het tracé aanwezig zijn wordt geadviseerd contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren. Zie bijlage 11: VHW 11_C en VHW 11_D
Aandachtsgebied natuur en aardkundige waarden	Ja	Het tracé en het berekende invloedsgebied begrenst en/of kruist (natuur/aardkundige waarden) aandachtsgebieden. Zie bijlage 11: VHW 11_A. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Archeologische waarden	Ja	Archeologische aandachtsgebieden bevinden zich binnen het invloedsgebied en/of op een deel van het tracé ten noorden van Hollands Diep en Haringvliet. Deze aandachtsgebieden bevinden zich op o.a. regio Zuidland en Dammenweg, Hellevoetsluis. Zie bijlage 11: VHW 11_B. Gezien de verlaging onder GLG ter plaatse van de bemaling en mogelijke invloeden hiervan op het aandachtsgebied wordt geadviseerd om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Kern- en/of beschermingszone van een waterkering	Ja	Er bevinden zich waterkeringen binnen het invloedsgebied van het tracé. Zie bijlage 11: VHW 11_E t/m I. Het tracé kruist 9 waterkeringen; een waterkering op de Zwaluwsedijk ten zuiden van Hollands Diep, de Mariapolder te Strijensas, de Klemsedijk te Strijen, een waterkering ten zuiden van de Lange Boomweg te Strijensas, Buitendijk West te Klundert, Oude Nieuwelandsedijk, Westdijk en Zuidoordsedijk te Goudswaard en een waterkering in Rockanje. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren. Het VHW tracé valt onder het beheersgebied van twee waterschappen, Waterschap Hollandse Delta en Waterschap Brabantse Delta. Het noordelijk punt van tracé tot waar het Hollands Diep kruist valt onder het beheersgebied van Waterschap Hollandse Delta. Het tracé ten zuiden van het Hollands Diep tot voor Geertruidenberg valt onder Waterschap Brabantse Delta.
Zoet/zout vlak		Zie hoofdstuk 5.3 en bijlage 12.
Explosieven	Onbekend	In het kader van dit project is geen navraag gedaan naar de aanwezigheid van explosieven. Gegevens kunnen worden opgevraagd bij de gemeente.

Tabel 5-5 Effecten evaluatie: tracéalternatief – Goeree-Overflakkee

Effect op omgeving	Aanwezigheid	Motivatie
Gesloten bodemenergiesystemen	Ja	Enkele (circa 6) aanwezig binnen het invloedsgebied van het tracé. Zie bijlage 11: GOF 11_B en C. Niet van toepassing binnen berekende invloedsgebied.
Open bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen open bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied.

Paalrot	Onbekend	Funderingswijze van naastgelegen panden binnen invloedsgebied verifiëren bij bevoegd gezag. Aanwezigheid van houten palen verifiëren.
Openbaar en stedelijk groen	Ja	De projectlocatie bevindt zich in bebouwde en landelijke gebieden. Binnen het invloedgebied van de bemaling bevinden zich mogelijk landbouwgewassen. Binnen het invloedsgebied van de bemaling is naar verwachting ook stedelijk groen aanwezig (o.a. bomen en groenstroken). Er dient hier wel onderscheidt gemaakt te worden in de geologische bodemopbouw binnen het tracé. Deellocaties van het tracé met een hoge doorlatendheid (zandige bodemopbouw) hebben meer risico tot drogingschade. Indien aantoonbaar is dat de bemaling tot gewas schade heeft geleid dient deze (conform de Waterwet) aan de eigenaar / grondgebruiker te worden vergoed.
Grondwateronttrekkingen	Ja	Drie grondwateronttrekkingen zijn aanwezig binnen het invloedsgebied van het tracé. Zie bijlage 11: GOF 11_B en C. Gezien de verlaging onder GLG (circa 1,0 m) en dat er een grondwateronttrekking binnen circa 50 m van het tracé aanwezig is wordt geadviseerd contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Aandachtsgebied natuur en aardkundige waarden	Ja	Het tracé en het berekende invloedsgebied begrenst en/of kruist (natuur/aardkundige waarden) aandachtsgebieden. Zie bijlage 11: GOF 11_D, E en F. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Archeologische waarden	Nee	Er bevinden zich geen archeologische aandachtsgebieden binnen het berekende invloedsgebied.
Kern- en/of beschermingszone van een waterkering	Ja	Er bevinden zich waterkeringen binnen het invloedsgebied van het tracé. Zie bijlage 11: GOF 11_G, H en I. Het tracé kruist zes waterkeringen; een waterkering in Ooltgensplaat ten westen van Volkerak, de Buitendijk ten zuiden van Haringvliet, Oost- en West Havendijk te Dirksland, Damweg te Goedereede en de Zandgorsweg te Stellendam. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren. Het GOF tracé valt onder het beheersgebied van twee waterschappen, Waterschap Hollandse Delta en Waterschap Brabantse Delta. Het noordelijk punt van tracé vanaf Ouddorp tot het Volkerak valt onder het beheersgebied van Waterschap Hollandse Delta. Het tracé ten oosten van Volkerak tot voor Geertruidenberg valt onder Waterschap Brabantse Delta.
Zoet/zout vlak		Zie hoofdstuk 5.3 en bijlage 12.
Explosieven		In het kader van dit project is geen navraag gedaan naar de aanwezigheid van explosieven. Gegevens kunnen worden opgevraagd bij de gemeente.

Converterstation onderzoek gebieden

Tabel 5-6 Effecten evaluatie: Converterstations - Moerdijk

Effect op omgeving	Aanwezigheid	Motivatie
Gesloten bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen gesloten bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied.
Open bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen open bodemenergiesystemen binnen het berekende invloedsgebied.
Paalrot	Onbekend	Funderingswijze van naastgelegen panden binnen invloedsgebied verifiëren bij bevoegd gezag. Aanwezigheid van houten palen verifiëren.

Openbaar en stedelijk groen	Ja	Vanwege de korte bemalingsduur wordt er weinig tot geen risico tot drogingschade verwacht. Bemaling en het berekende invloedsgebied bevindt zich voornamelijk binnen industrieel gebied, met landbouwgewassen eromheen. Locaties met een hoge doorlatendheid (zandige bodemopbouw) hebben meer risico tot drogingschade. Indien aantoonbaar is dat de bemaling tot gewas schade heeft geleid dient deze (conform de Waterwet) aan de eigenaar / grondgebruiker te worden vergoed.
Grondwateronttrekkingen	Nee	Er zijn geen grondwateronttrekkingen aanwezig binnen de berekende invloedsgebieden.
Aandachtsgebied natuur en aardkundige waarden	Ja	De bemalingslocaties en het berekende invloedsgebied begrenzen en/of kruizen (natuur/aardkundige waarden) aandachtsgebieden ten zuiden van de onderzoek gebieden (D en F). Zie bijlage 11. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Archeologische waarden	Nee	Archeologische aandachtsgebieden bevinden zich niet binnen de berekende invloedsgebieden en/of op een deel van de onderzoek gebieden.
Kern- en/of beschermingszone van een waterkering	Ja	Er bevinden zich waterkeringen binnen het berekende invloedsgebied van variant E en F. Zie bijlage 11. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren. De projectlocatie valt onder het beheersgebied van Waterschap Brabantse Delta.
Zoet/zout vlak		Zie hoofdstuk 5.3 en bijlage 12.
Explosieven	Onbekend	In het kader van dit project is geen navraag gedaan naar de aanwezigheid van explosieven. Gegevens kunnen worden opgevraagd bij de gemeente.

Tabel 5-7 Effecten evaluatie: Converterstations - Geertruidenberg

Effect op omgeving	Aanwezigheid	Motivatie
Gesloten bodemenergiesystemen	Ja	In totaal is 1 gesloten bodemenergiesysteem aanwezig binnen het berekende invloedsgebied van converter E. Zie bijlage 11
Open bodemenergiesystemen	Nee	Er bevinden zich geen open bodemenergiesystemen binnen de berekende invloedsgebieden.
Paalrot	Onbekend	Funderingswijze van naastgelegen panden binnen invloedsgebied verifiëren bij bevoegd gezag. Aanwezigheid van houten palen verifiëren.
Openbaar en stedelijk groen	Ja	Gezien de hoge debieten voor enkele CSB locaties, is er risico voor drogingsschade. Binnen de vijf invloedsgebieden is oppervlaktewater, openbaar groen en gedeeltelijk landelijk grond aangetoond. Zie bijlage 11
Grondwateronttrekkingen	Nee	Er zijn geen grondwateronttrekkingen aanwezig binnen de berekende invloedsgebieden.
Aandachtsgebied natuur en aardkundige waarden	Ja	De vijf kelderaanleggingen en berekende invloedsgebieden begrenzen en/of kruizen natuur aandachtsgebieden. Zie bijlage 11. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren.
Archeologische waarden	Nee	Archeologische aandachtsgebieden bevinden zich niet binnen de berekende invloedsgebieden en/of op een deel van de onderzoek gebieden.
Kern- en/of beschermingszone van een waterkering	Ja	Er bevinden zich waterkeringen binnen vier van de vijf berekende invloedsgebieden (onderzoek gebied A, B, D en E). Zie bijlage 11. Geadviseerd wordt om contact op te nemen met het bevoegd gezag om enige mogelijke restricties op te vragen en te evalueren. De projectlocatie valt onder het beheersgebied van Waterschap Brabantse Delta.
Zoet/zout vlak		Zie hoofdstuk 5.3 en Zie bijlage 12.

Explosieven	Onbekend	In het kader van dit project is geen navraag gedaan naar de aanwezigheid van explosieven. Gegevens kunnen worden opgevraagd bij de gemeente.

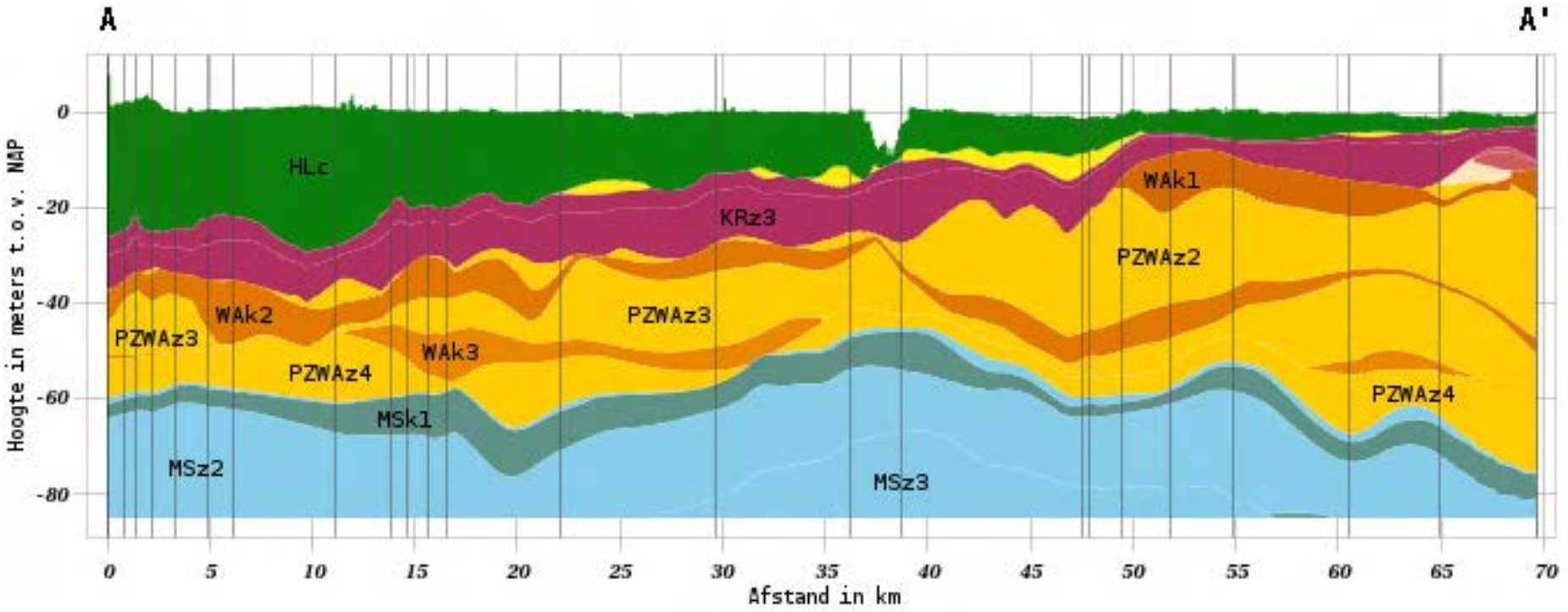
6 Aanbevelingen

- Verificatie van alle aangenomen uitgangspunten.
- Evaluatie van huidige invloedsgebied en enige mogelijke (mobiele) grondwaterverontreinigingen.
- Afstemming invloed op (mogelijke) verontreinigingen met gemeente/omgevingsdienst/bevoegd gezag.
- Zoet/zout effecten nader onderzoeken en evalueren voor voorkeurstracé
- Verwachte zetting effecten onderzoeken en evalueren voor voorkeurstracé
- Monitoringplan opmaken en evalueren voor voorkeurstracé (grondwaterstand verlagingen en zoet/zout).

Bijlagen

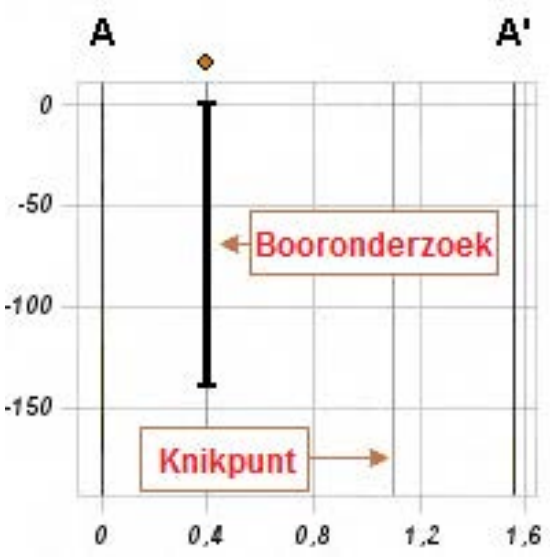
Bijlage 1 – Gegevens REGIS en GeoTOP

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1



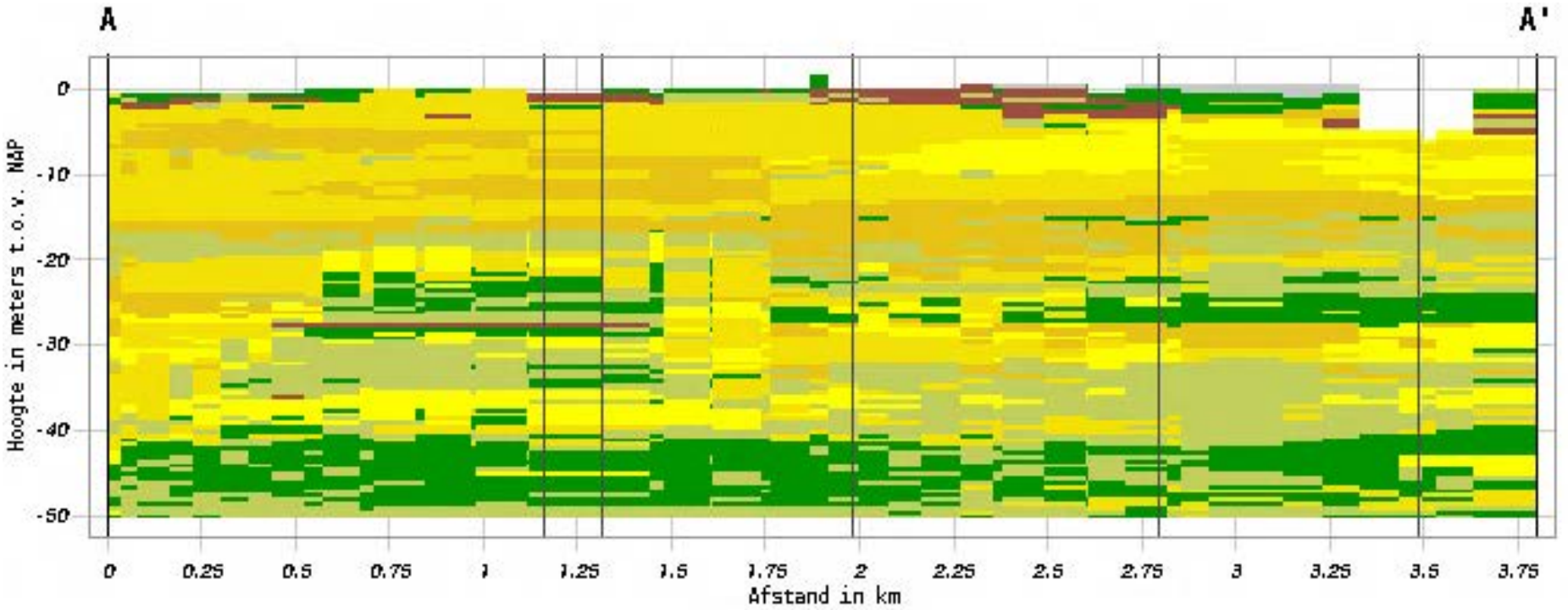
Hydrogeologie

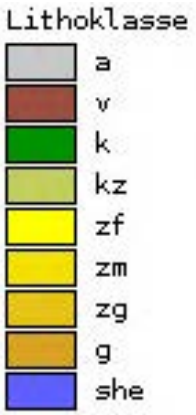
HLc	SYz2	MSz1
BXz2	SYz3	MSk1
BXz3	SYz4	MSz2
BXz4	PZWAz1	MSk2
KRWYk1	WAk1	MSz3
KRz2	PZWAz2	
KRz3	WAk2	
STz1	PZWAz3	
STz2	WAk3	
SYz1	PZWAz4	

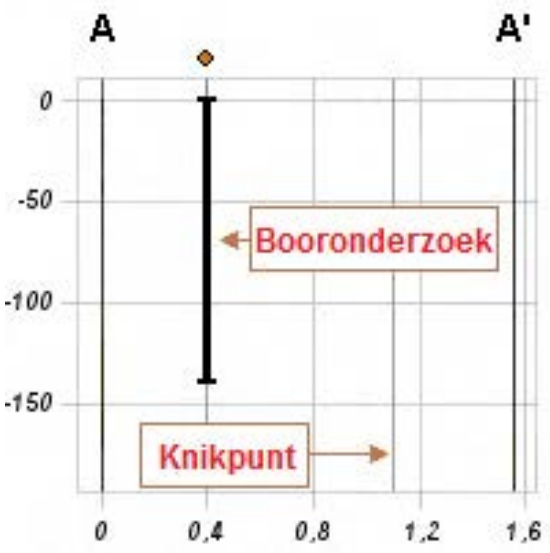




Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5

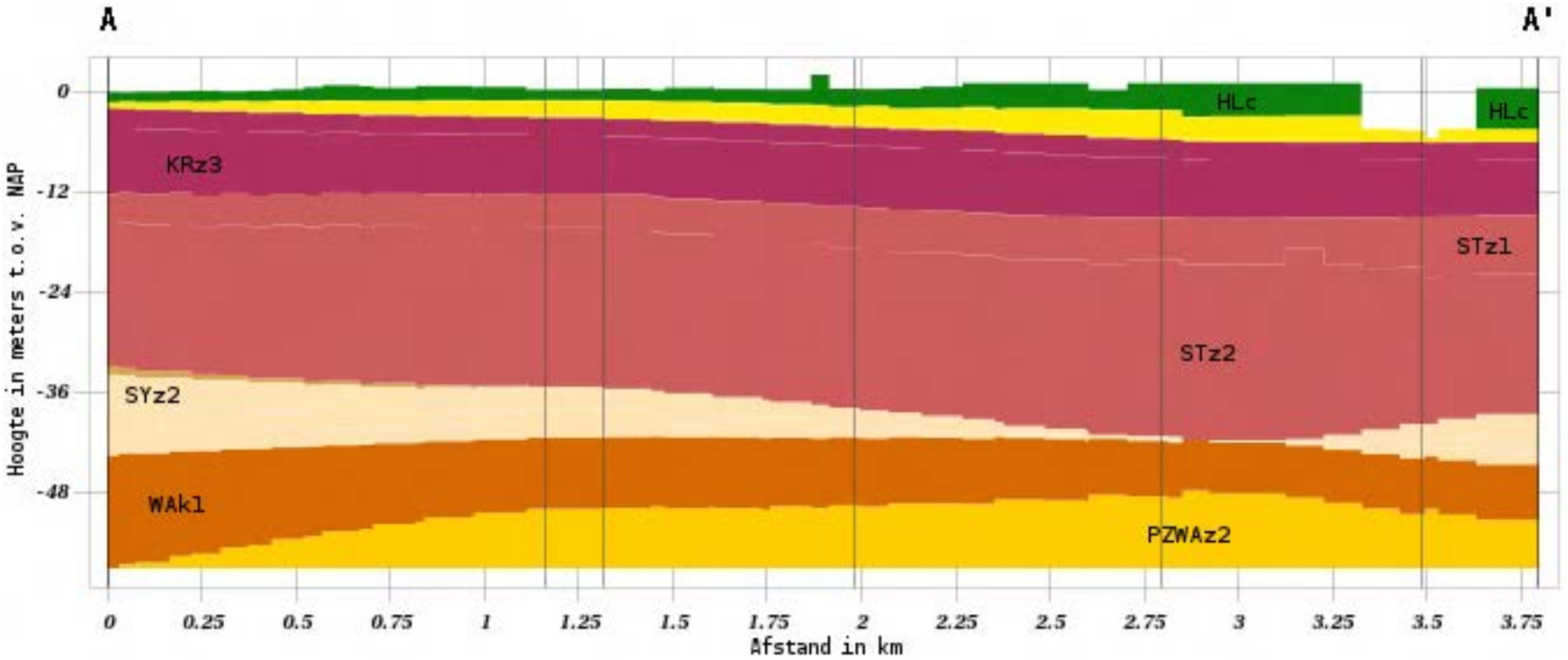


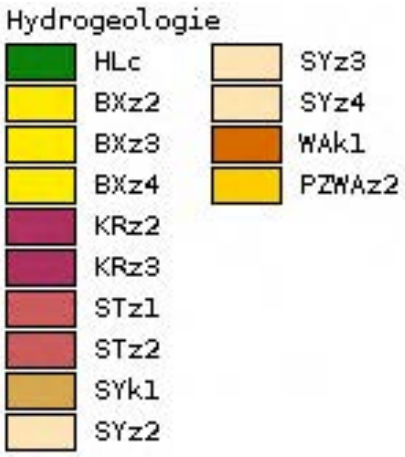

Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she

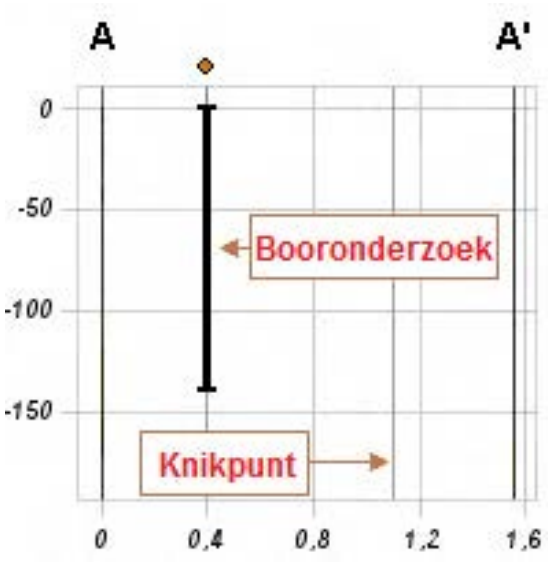

A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6


A'
Rivie
Geertruidenberg
Kanaalweg-Oost
A

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1

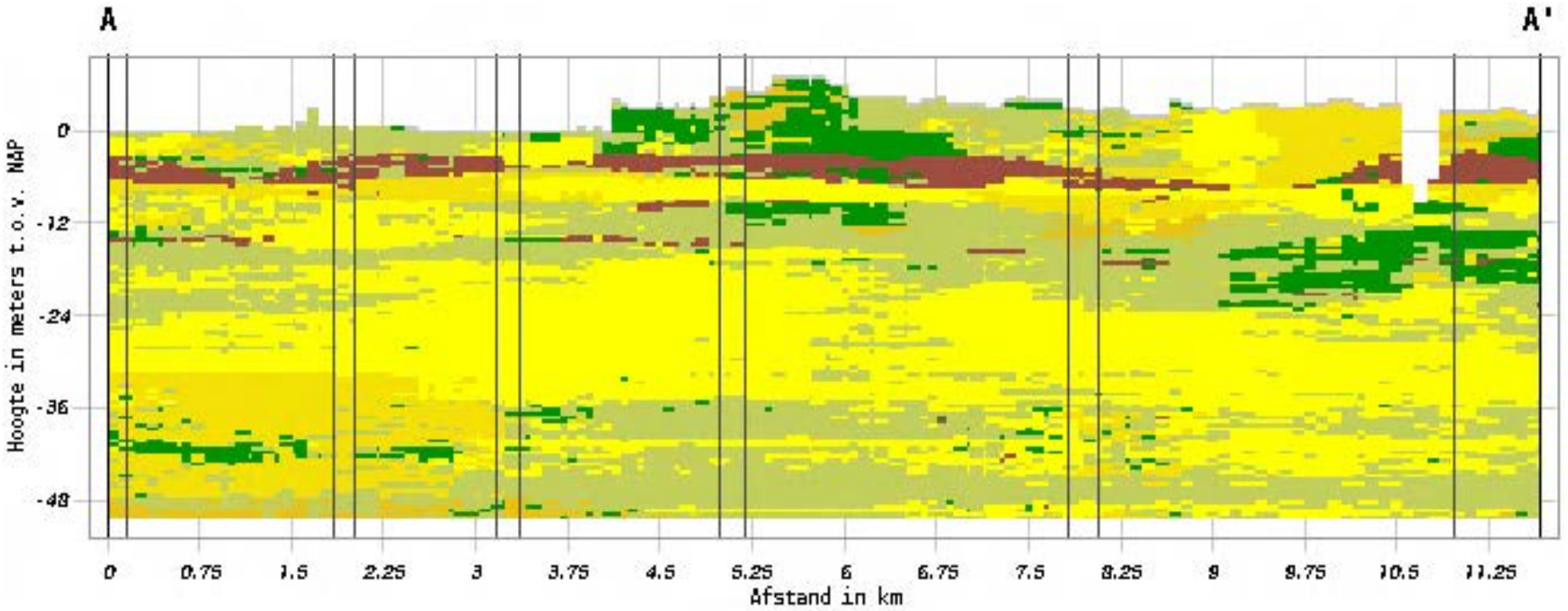



Hydrogeologie
HLc
BXz2
BXz3
BXz4
KRz2
KRz3
STz1
STz2
SYk1
SYz2
SYz3
SYz4
WAk1
PZWAz2


A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6

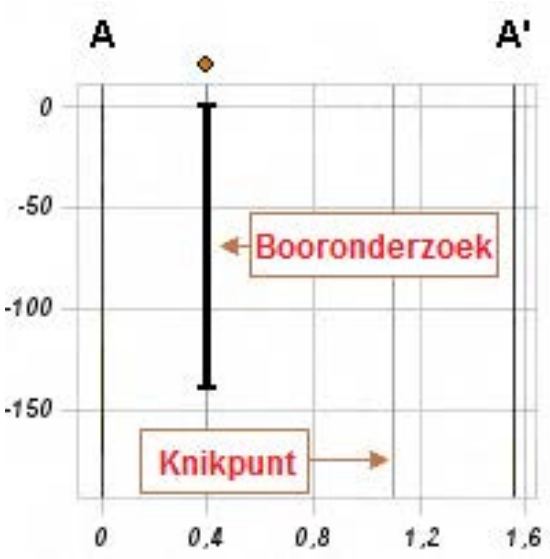

A'
A
Geertruidenberg
Kanaalweg-Oost

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5



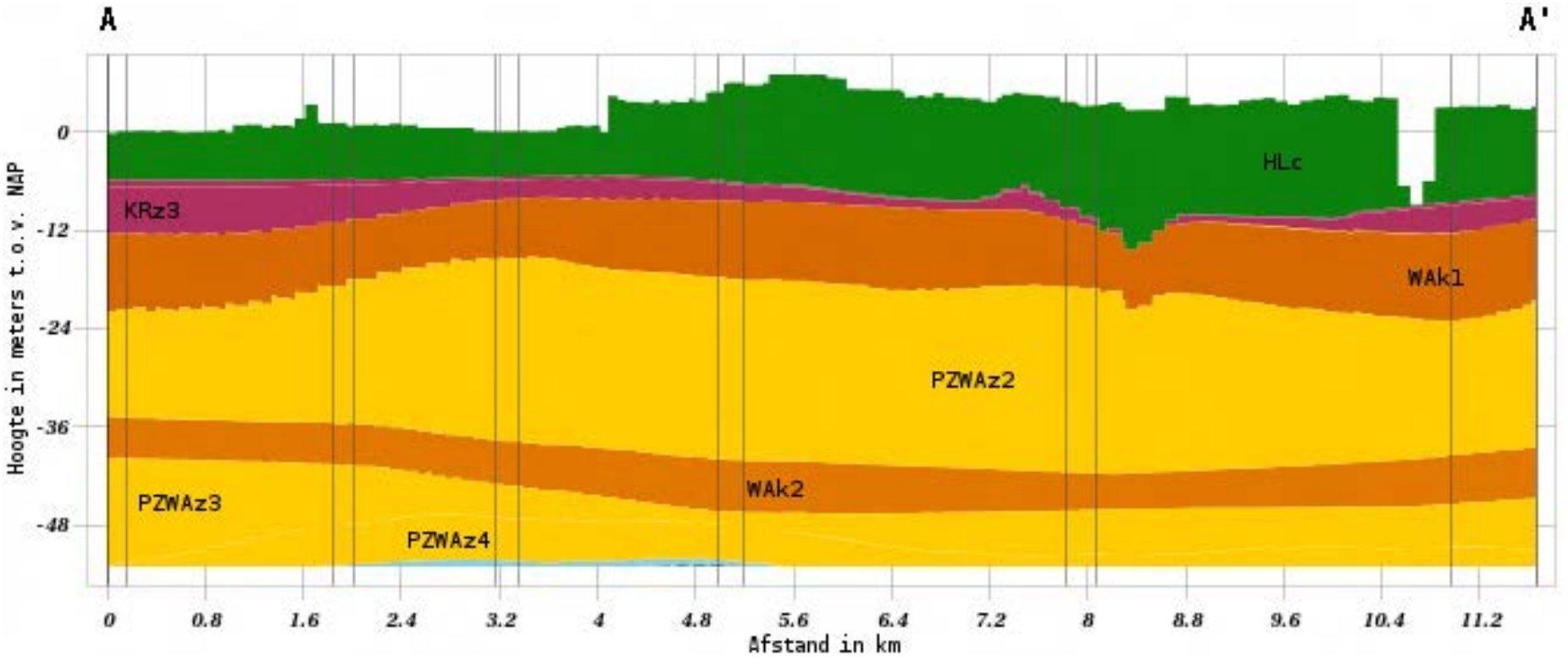
Lithoklasse

- a
- v
- k
- kz
- zf
- zm
- zg
- g
- she



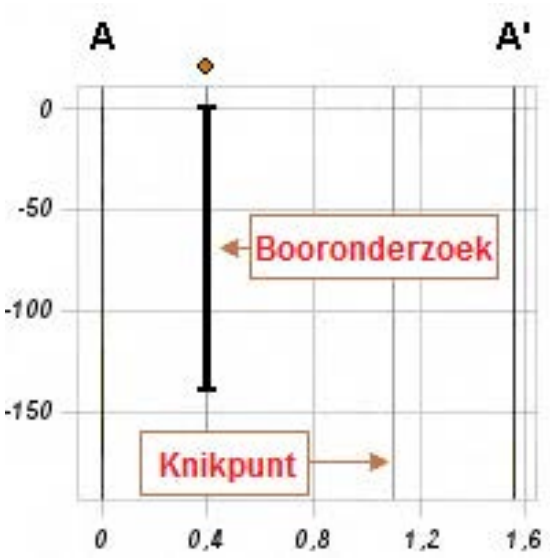


Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1



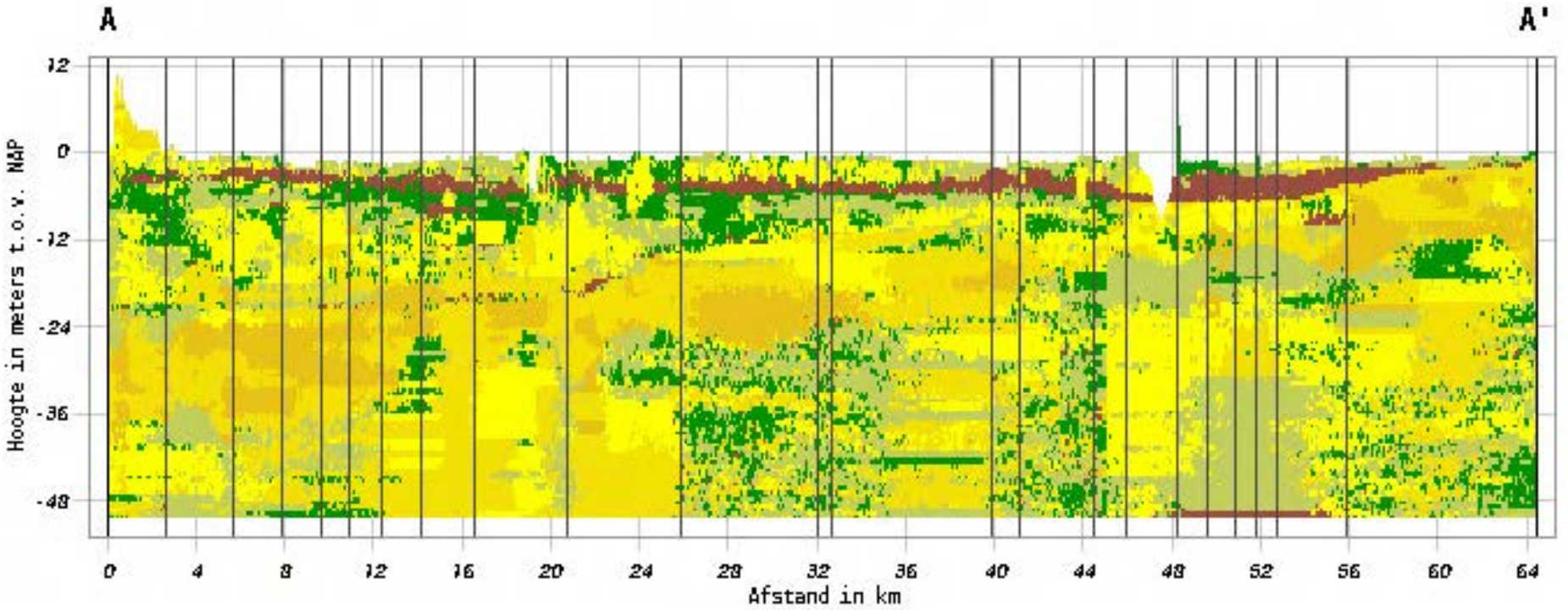
Hydrogeologie

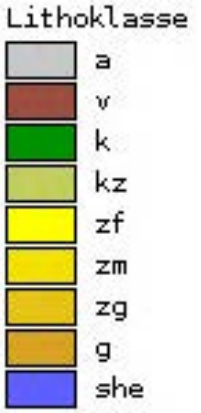
- HLc
- KRz2
- KRz3
- PZWAz1
- WAk1
- PZWAz2
- WAk2
- PZWAz3
- PZWAz4
- MSz1
- MSk1

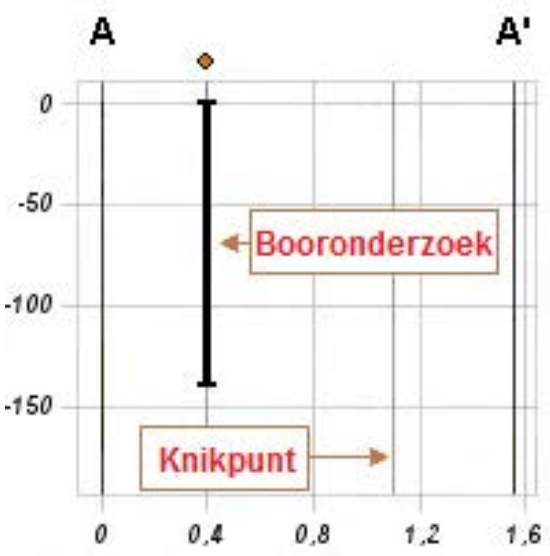




Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5

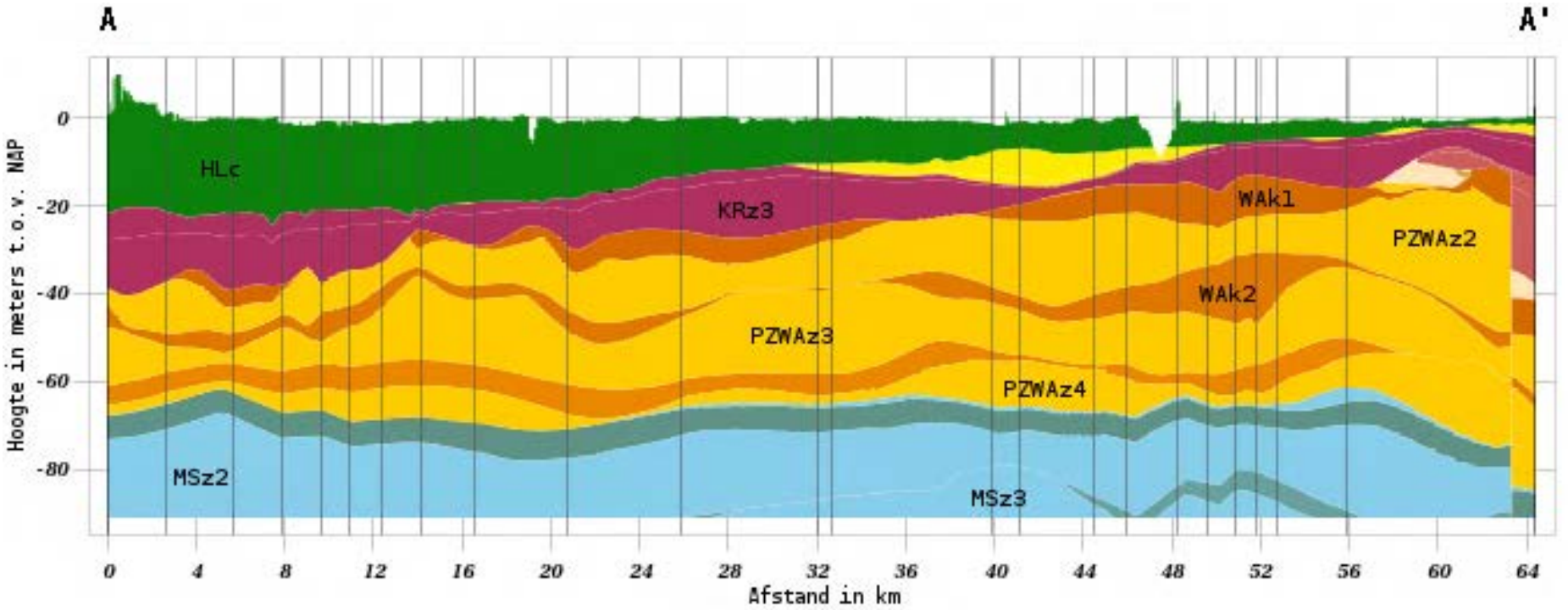



Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she


A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6

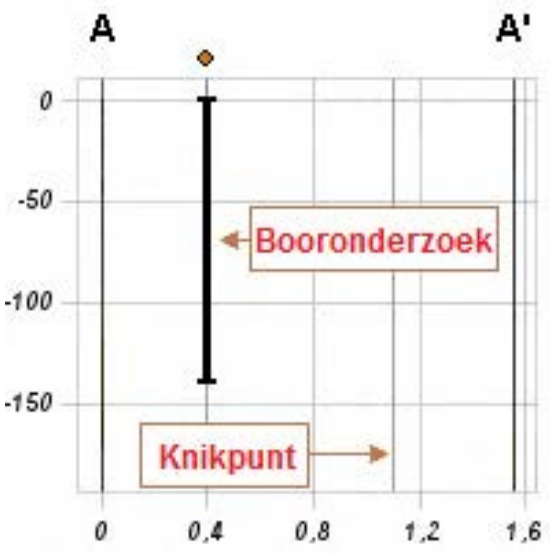

's-Gravenhage
A12
Gouda
Naaldwijk
Maasvlakte
Maassluis
Rotterdam
A
Spijkenisse
Dordrecht
Dirksland
Numansdorp
A'
Steenbergen
Breda
Roosendaal
Bergen op Zoom

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1



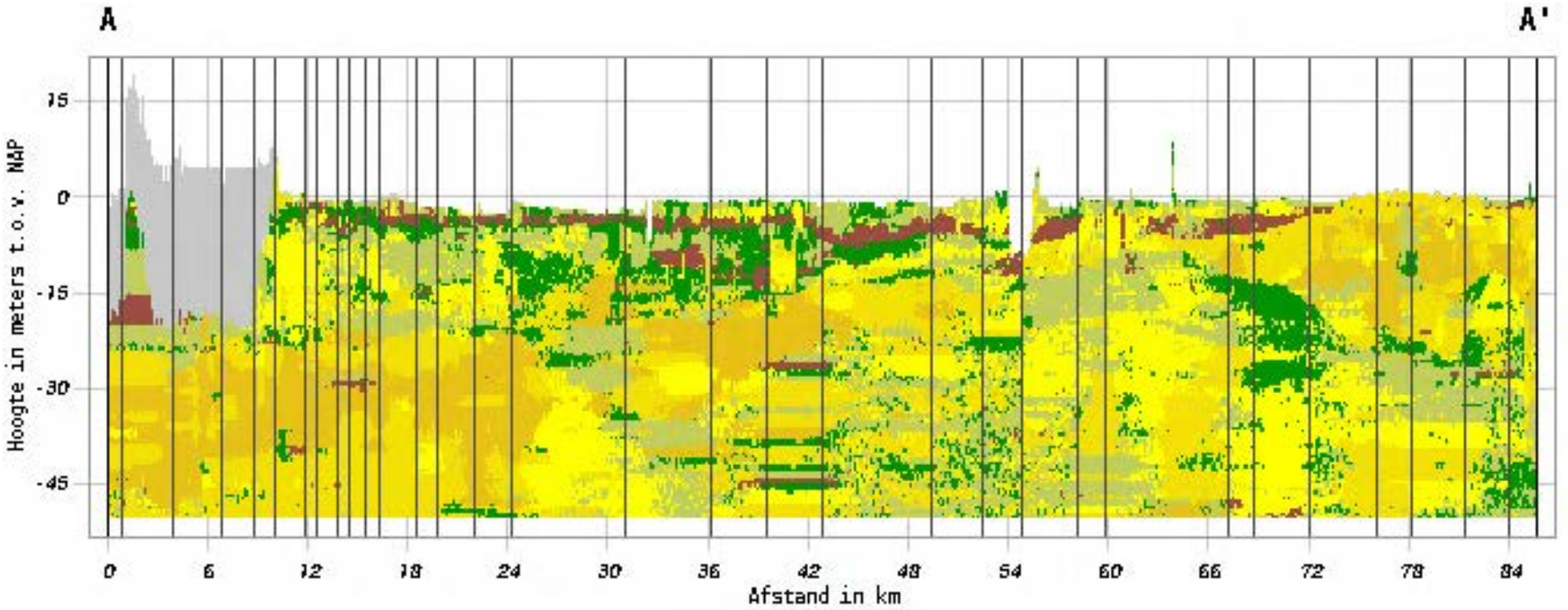
Hydrogeologie

HLc	SYk1	PZWAz4
BXz2	SYz2	MSz1
BXz3	SYz3	MSk1
BXz4	SYz4	MSz2
KRWYk1	PZWAz1	MSk2
KRz2	WAk1	MSz3
KRz3	PZWAz2	
STz1	WAk2	
STz2	PZWAz3	
SYz1	WAk3	



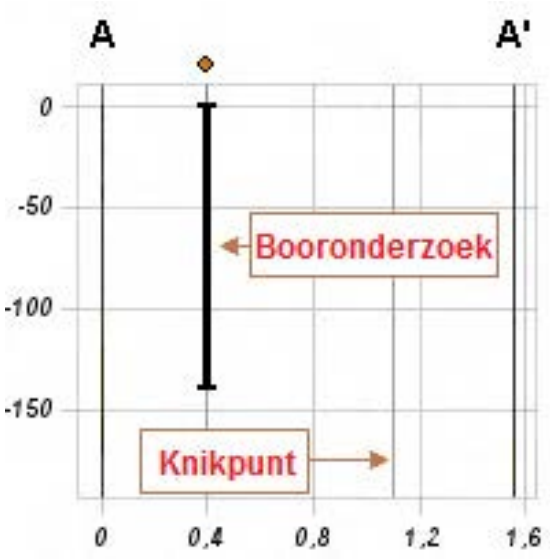


Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5



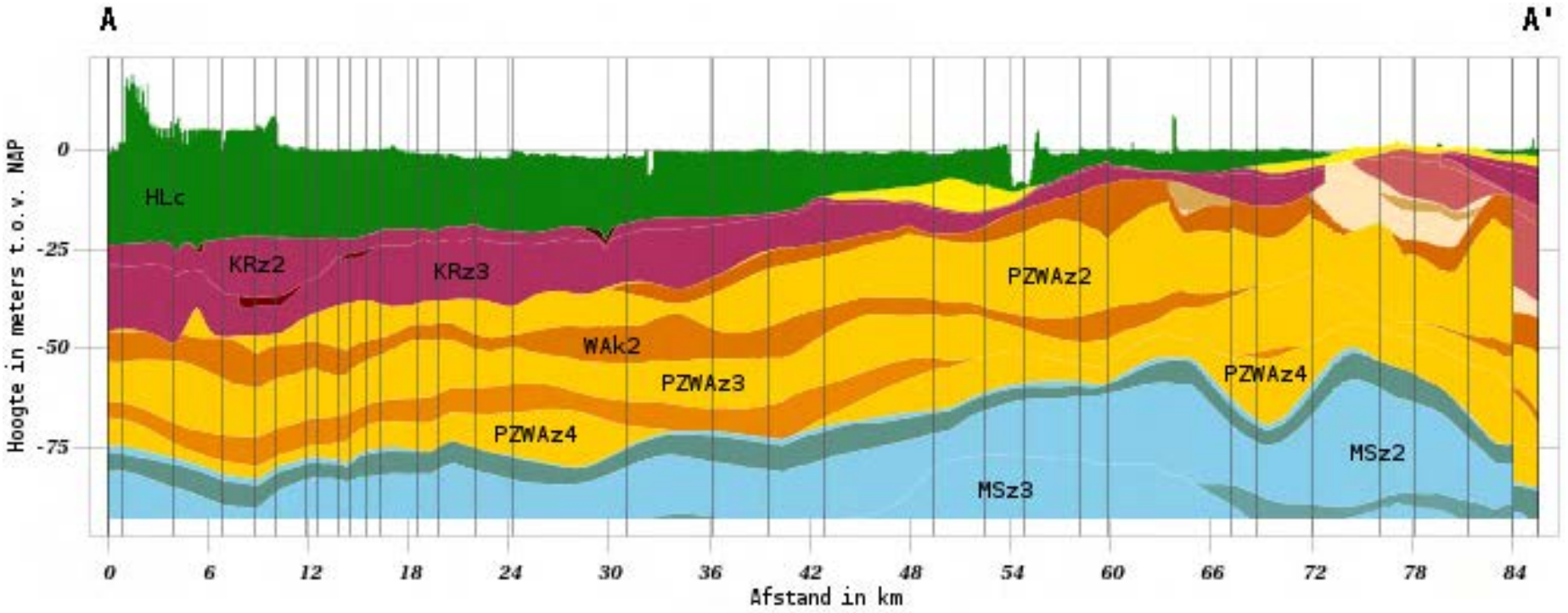
Lithoklasse

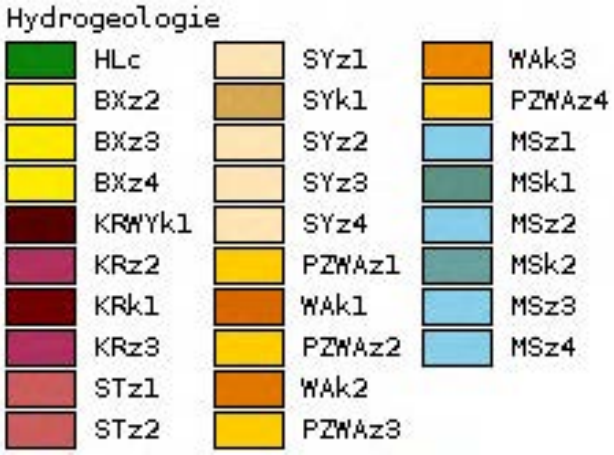
- a
- v
- k
- kz
- zf
- zm
- zg
- g
- she

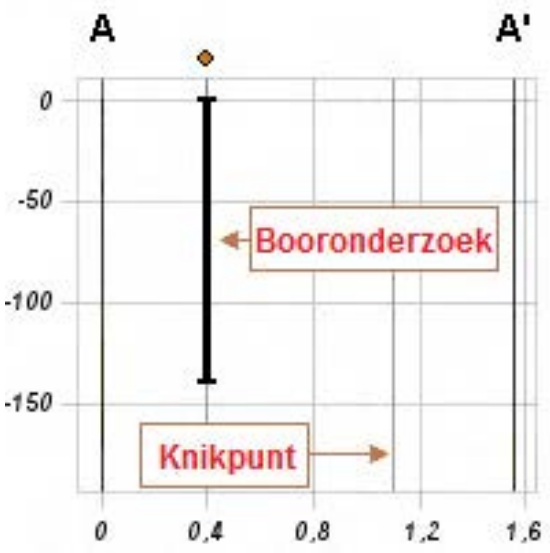




Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1

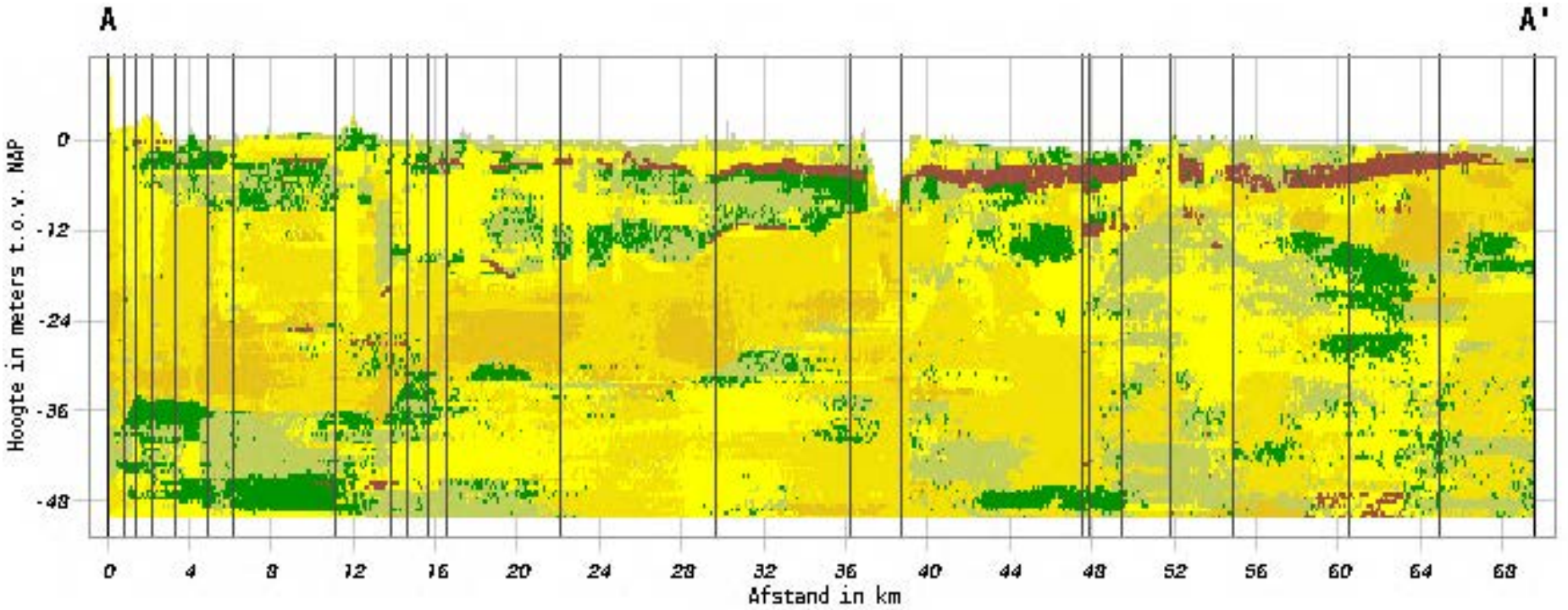


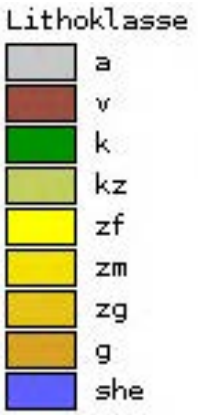

Hydrogeologie
HLc
BXz2
BXz3
BXz4
KRWYk1
KRz2
KRk1
KRz3
STz1
STz2
SYz1
SYk1
SYz2
SYz3
SYz4
PZWAz1
WAk1
PZWAz2
WAk2
PZWAz3
WAk3
PZWAz4
MSz1
MSk1
MSz2
MSk2
MSz3
MSz4

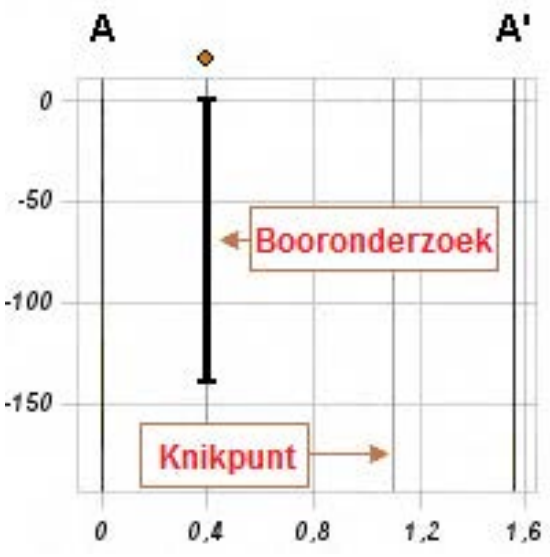

A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6


A
A'
Naaldwijk
Maassluis
Rotterdam
Dordrecht
Dirksland
Zierikzee
Steenbergen
Roosendaal
Bergen op Zoom
Breda

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5



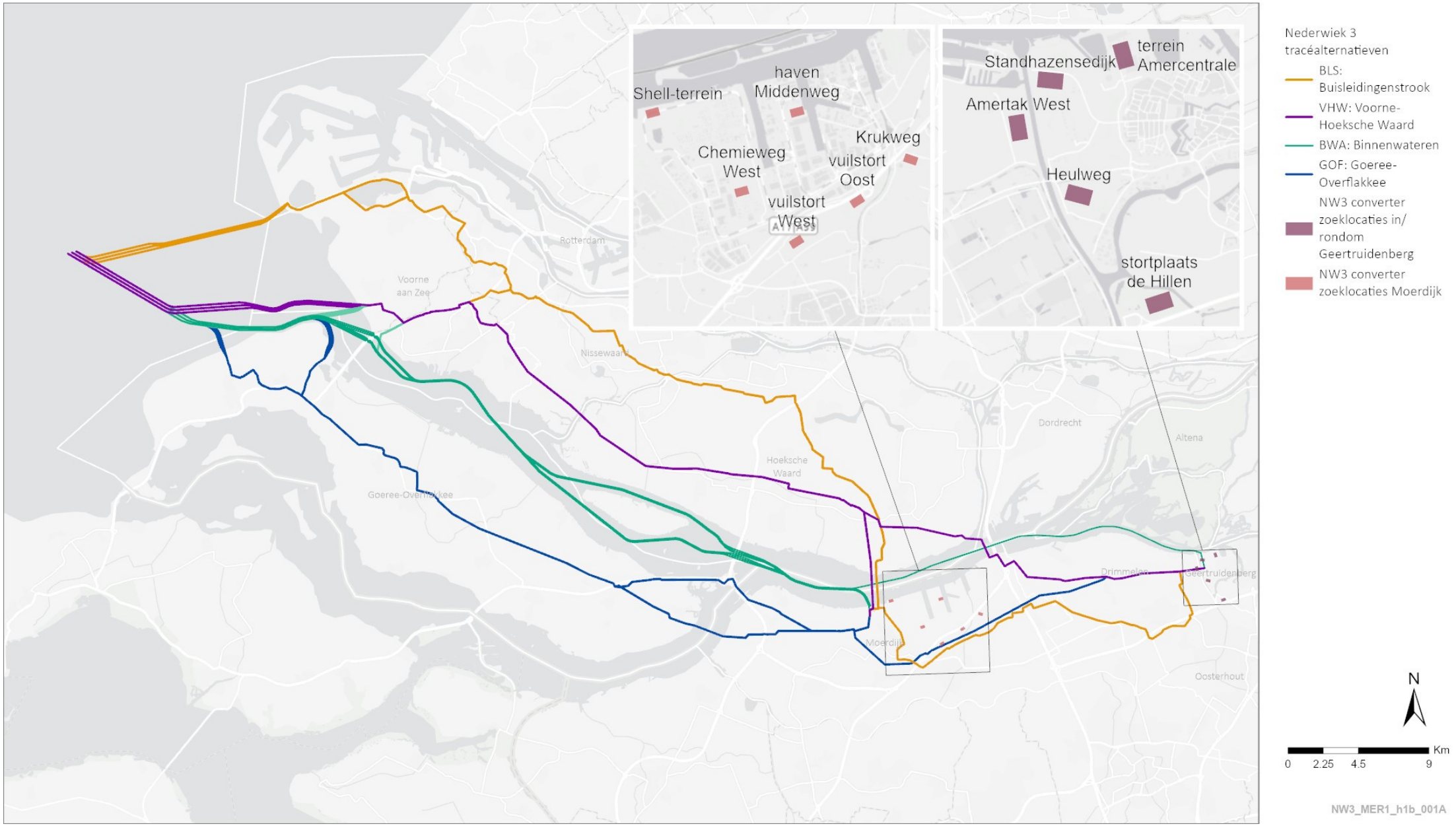

Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she


A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6

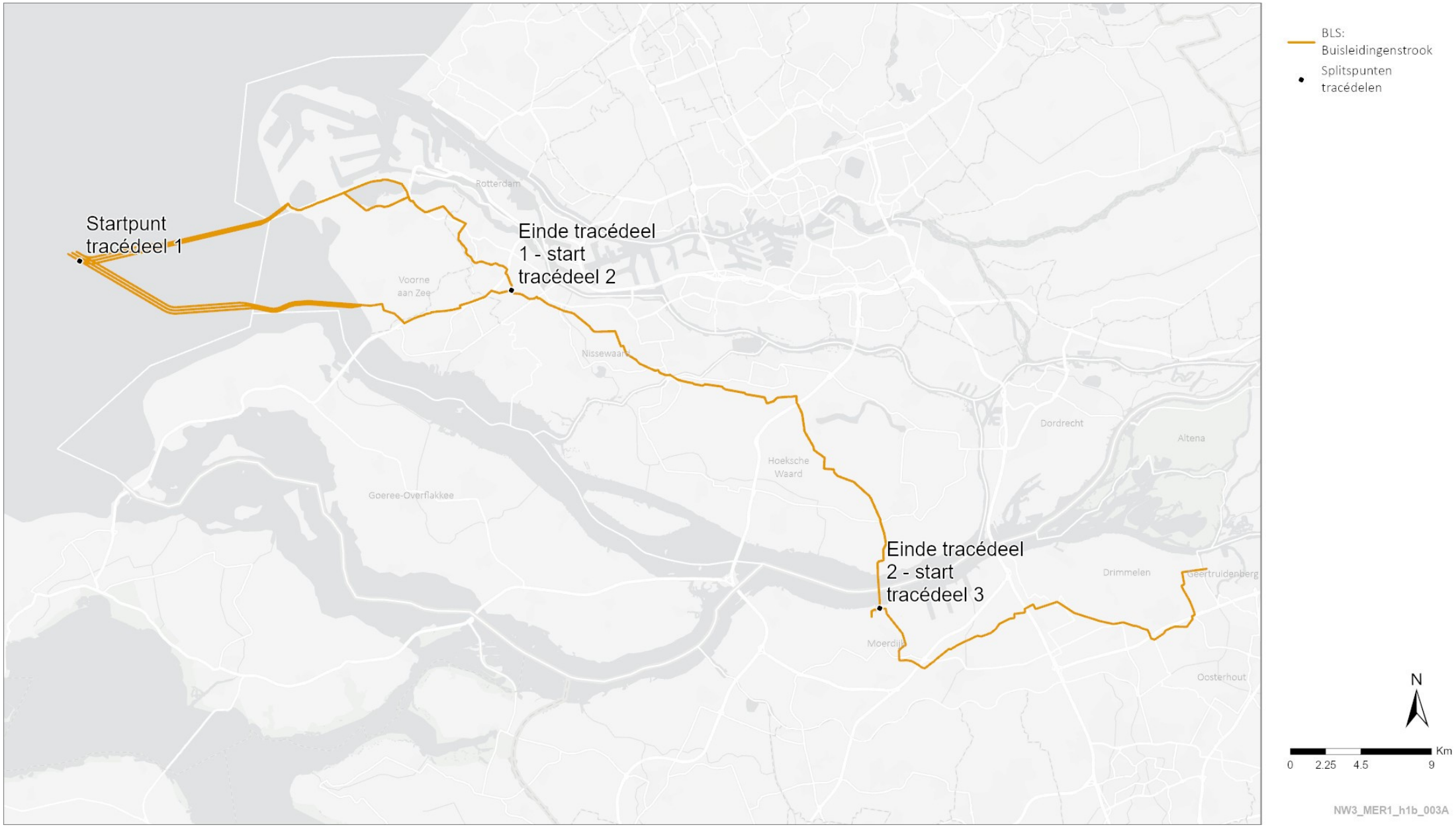

's-Gravenhage
A12
Gouda
Naaldwijk
Maasvlakte
Maassluis
Rotterdam
A
Spijkenisse
Dordrecht
Dirksland
Numansdorp
A'
Zierikzee
Steenbergen
Breda
Roosendaal
Goes
A58
Bergen op Zoom
Zundert

Bijlage 2 – Tracé alternatieven

Net op zee Nederwiek 3 – MER-fase 1 scope



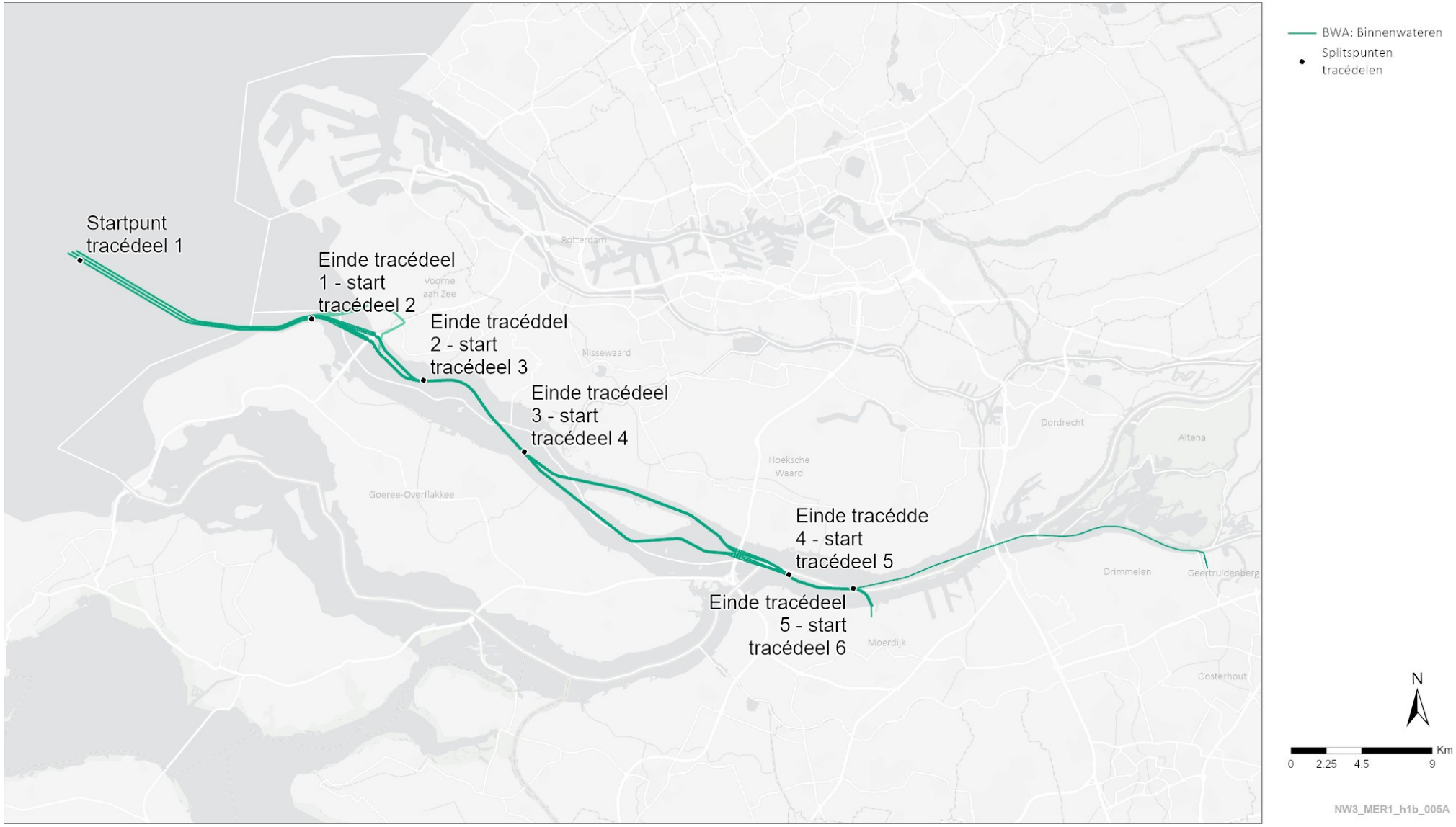
Net op zee Nederwiek 3 – MER-fase 1 tracéalternatief BLS



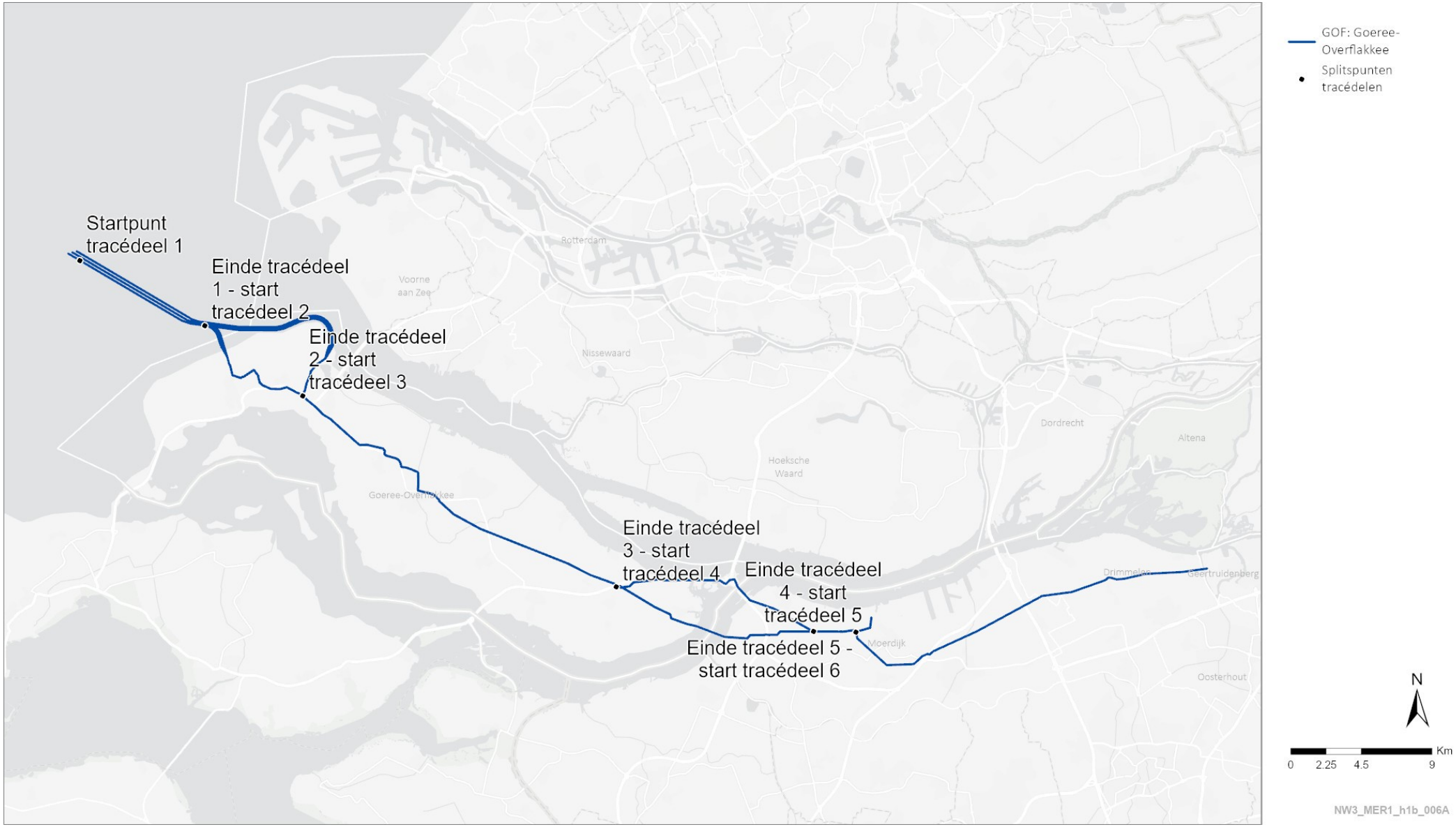
Net op zee Nederwiek 3 – MER-fase 1 tracéalternatief VHW

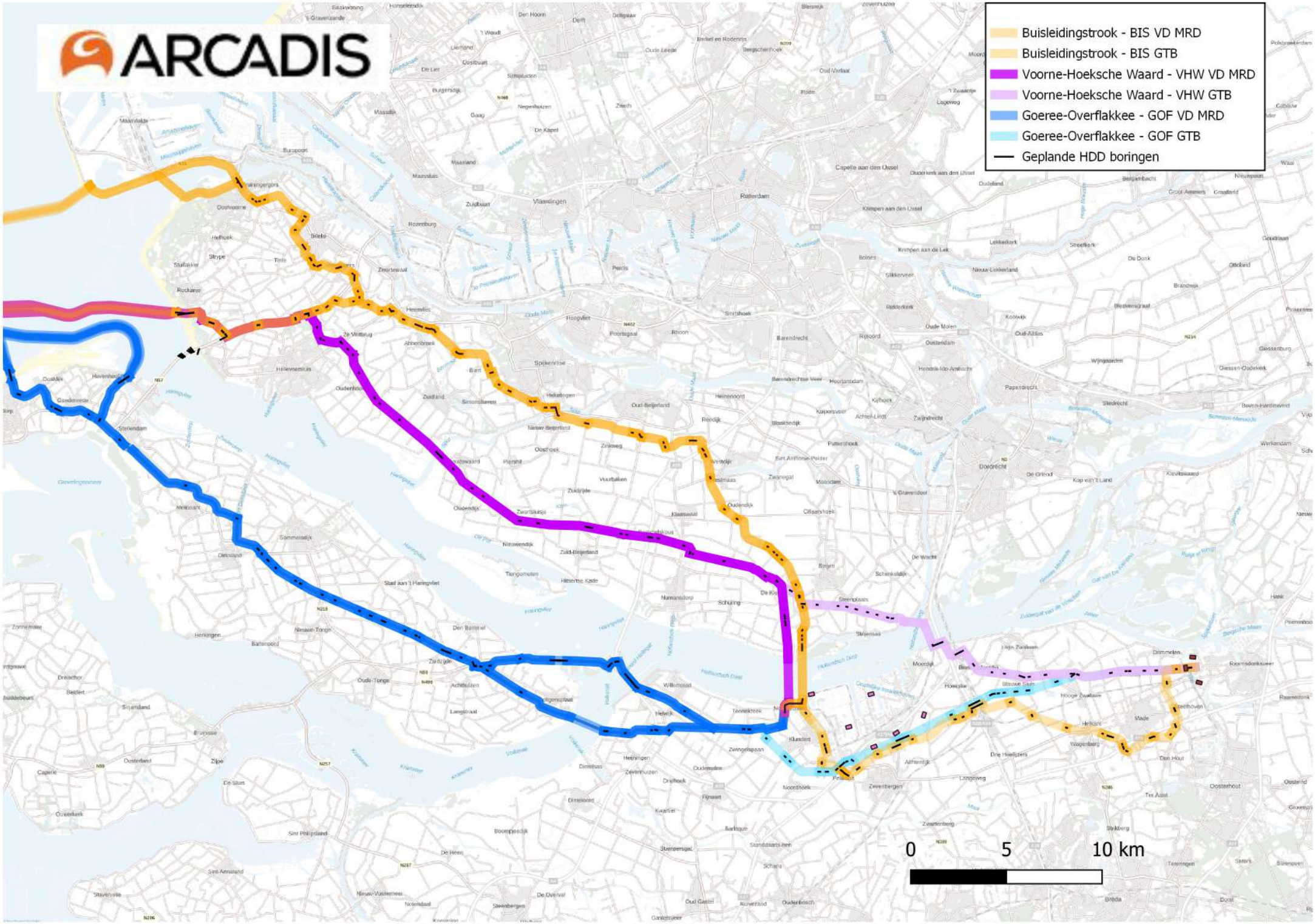


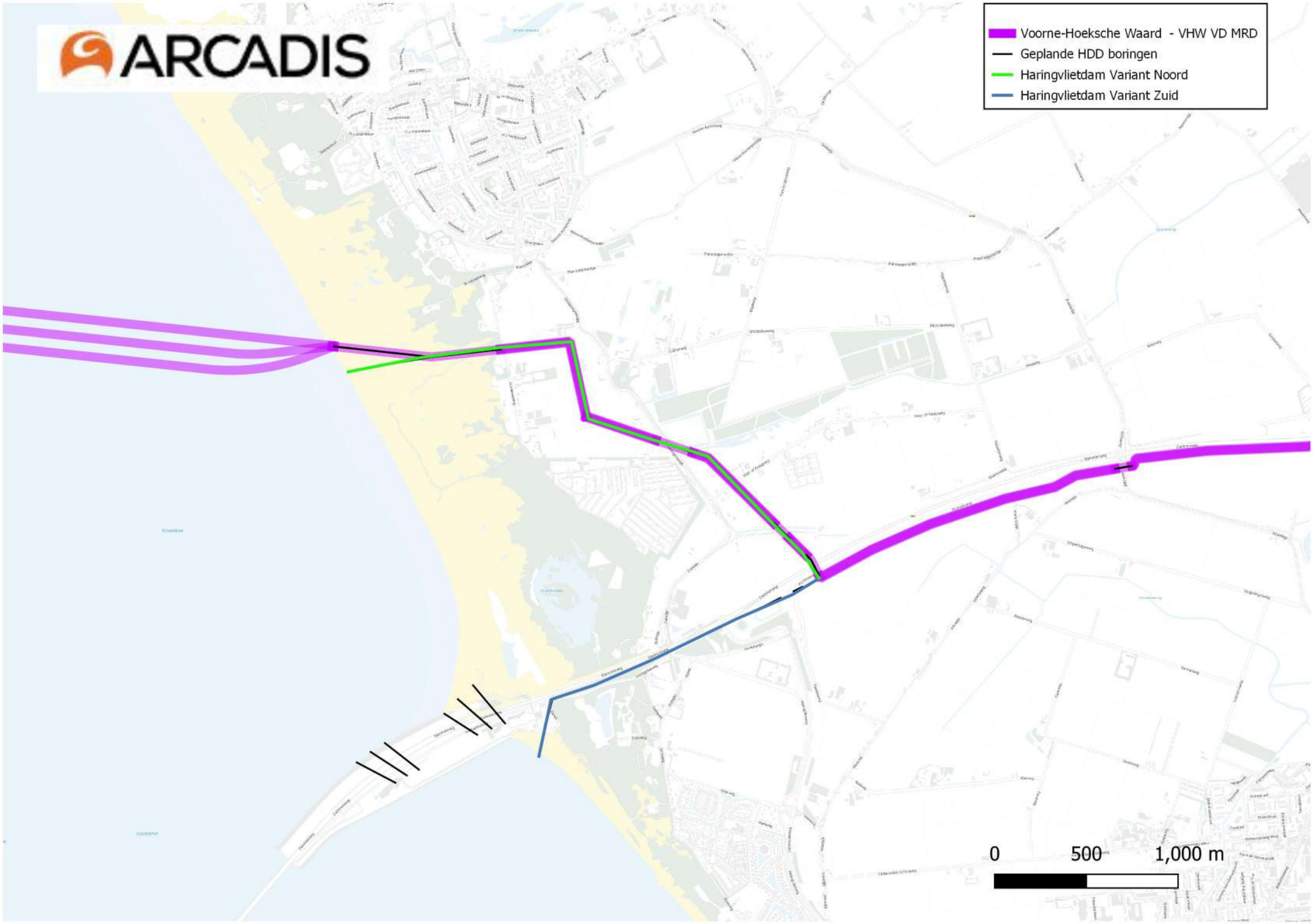
Net op zee Nederwiek 3 – MER-fase 1 tracéalternatief BWA

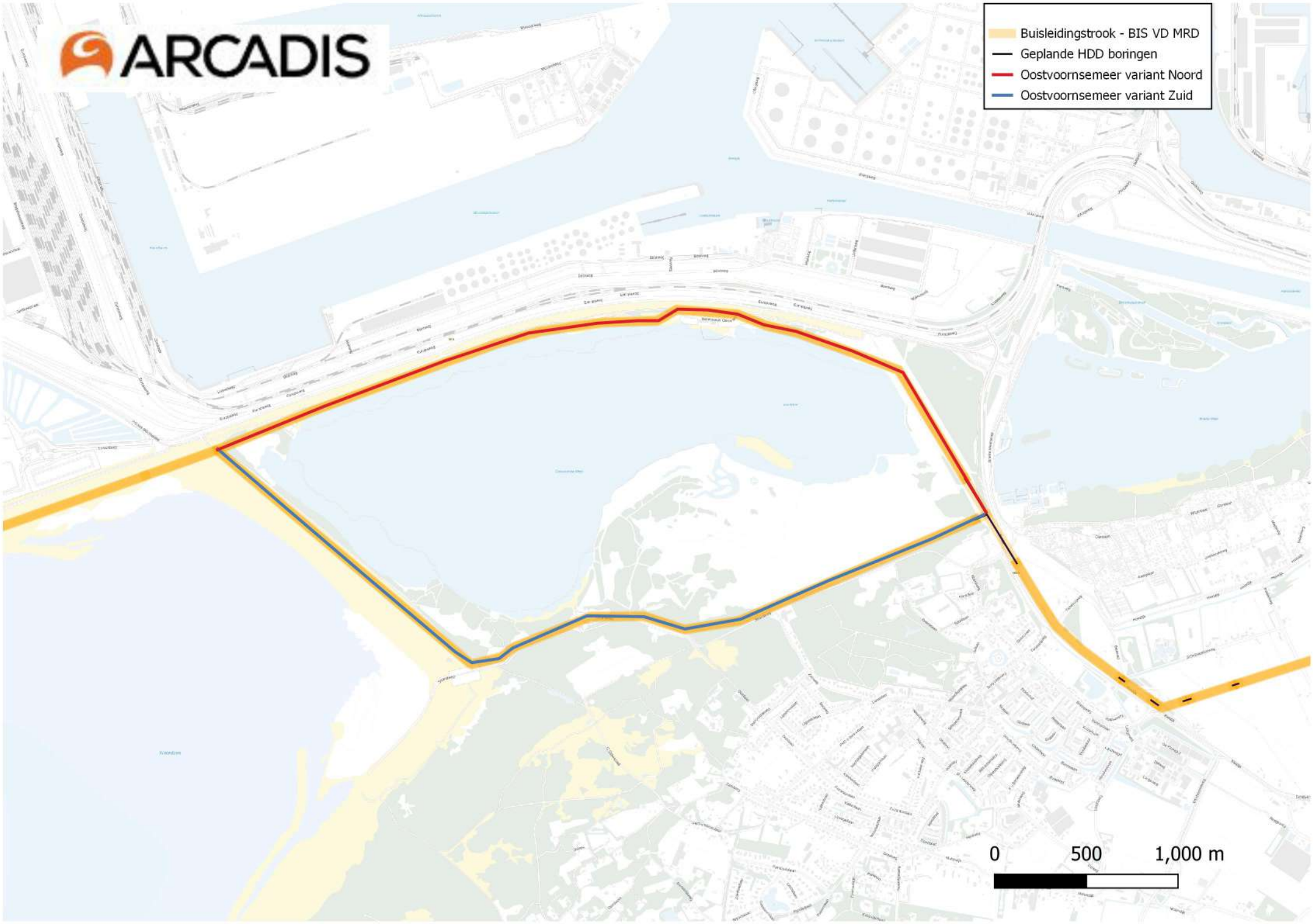


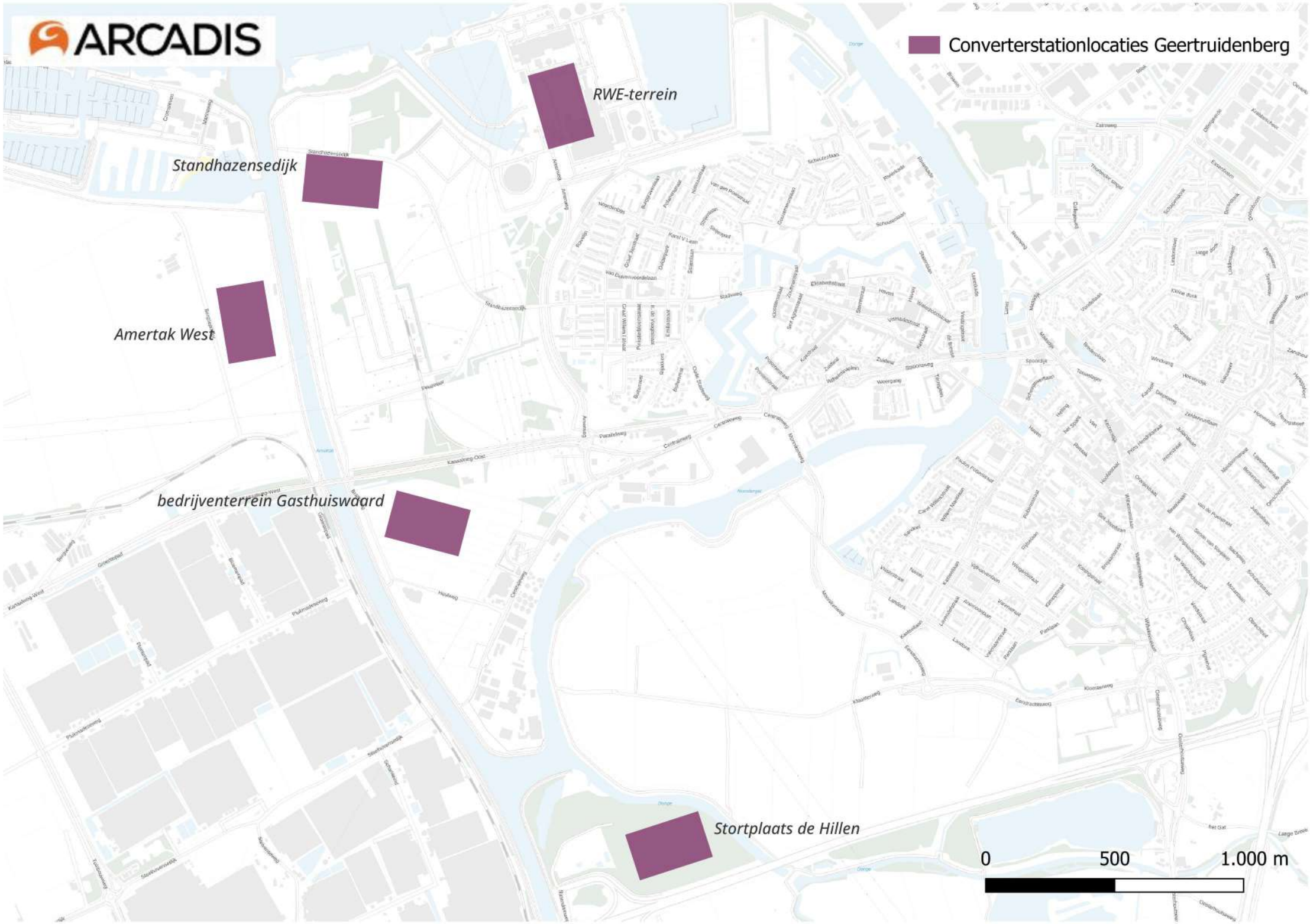
Net op zee Nederwiek 3 – MER-fase 1 tracéalternatief BWA



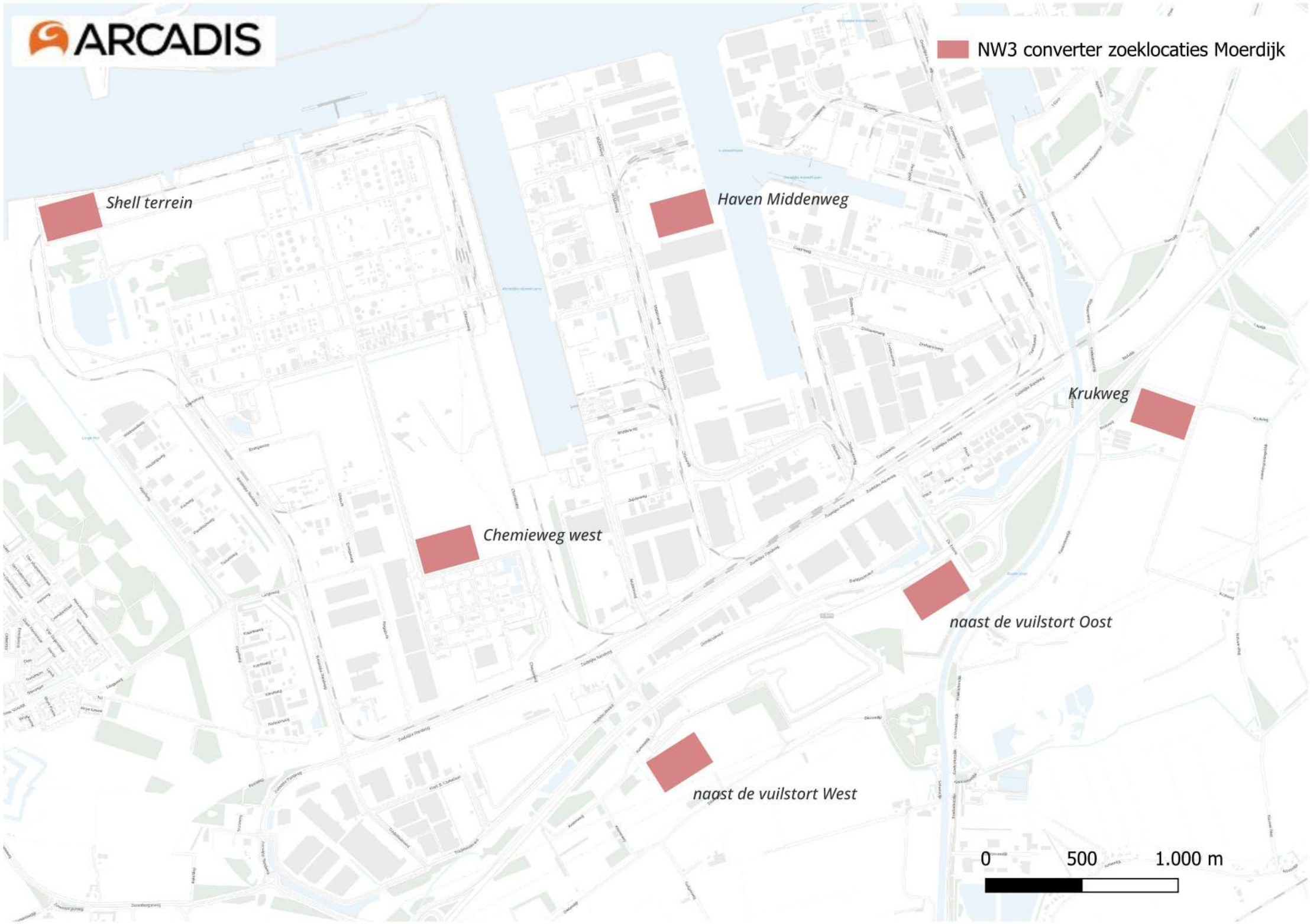

ARCADIS
Buisleidingstrook - BIS VD MRD
Buisleidingstrook - BIS GTB
Voorne-Hoeksche Waard - VHW VD MRD
Voorne-Hoeksche Waard - VHW GTB
Goeree-Overflakkee - GOF VD MRD
Goeree-Overflakkee - GOF GTB
Geplande HDD boringen
0
5
10 km


ARCADIS
Voorne-Hoeksche Waard - VHW VD MRD
Geplande HDD boringen
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
0
500
1,000 m

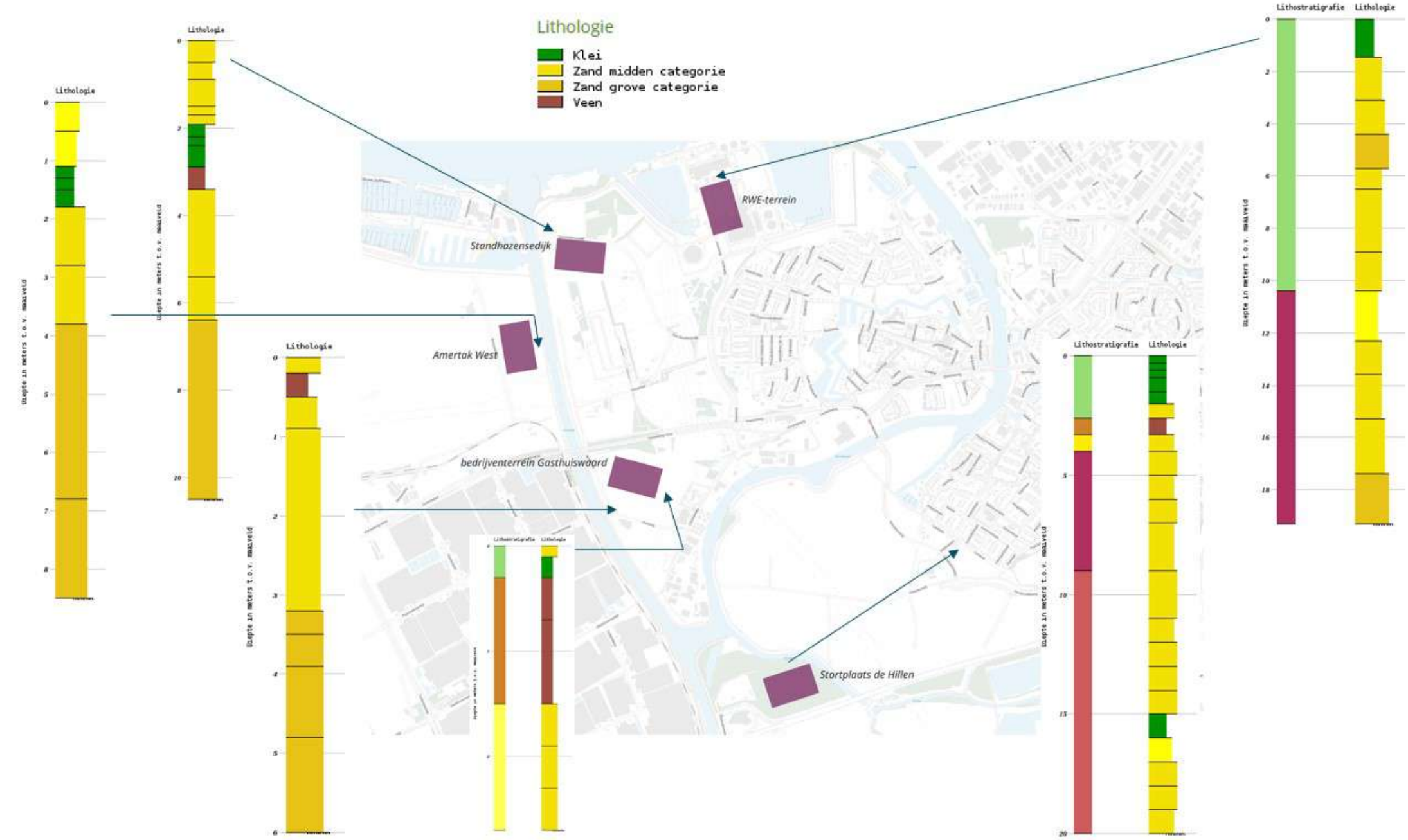

ARCADIS
Buisleidingstrook - BIS VD MRD
Geplande HDD boringen
Oostvoornsemeer variant Noord
Oostvoornsemeer variant Zuid
0
500
1,000 m

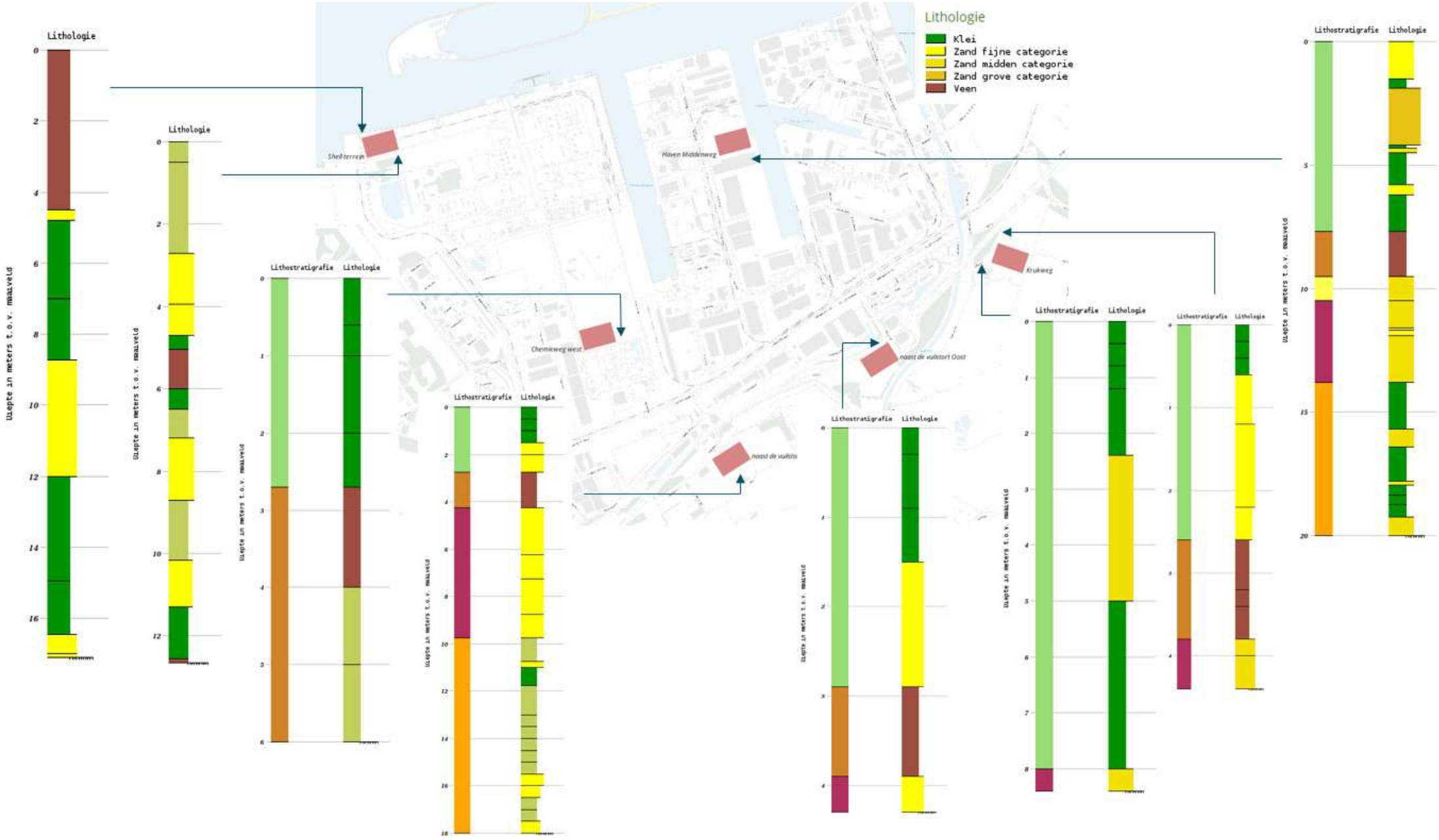

ARCADIS
Converterstationlocaties Geertruidenberg
RWE-terrein
Standhazensedijk
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hillen
0
500
1.000 m

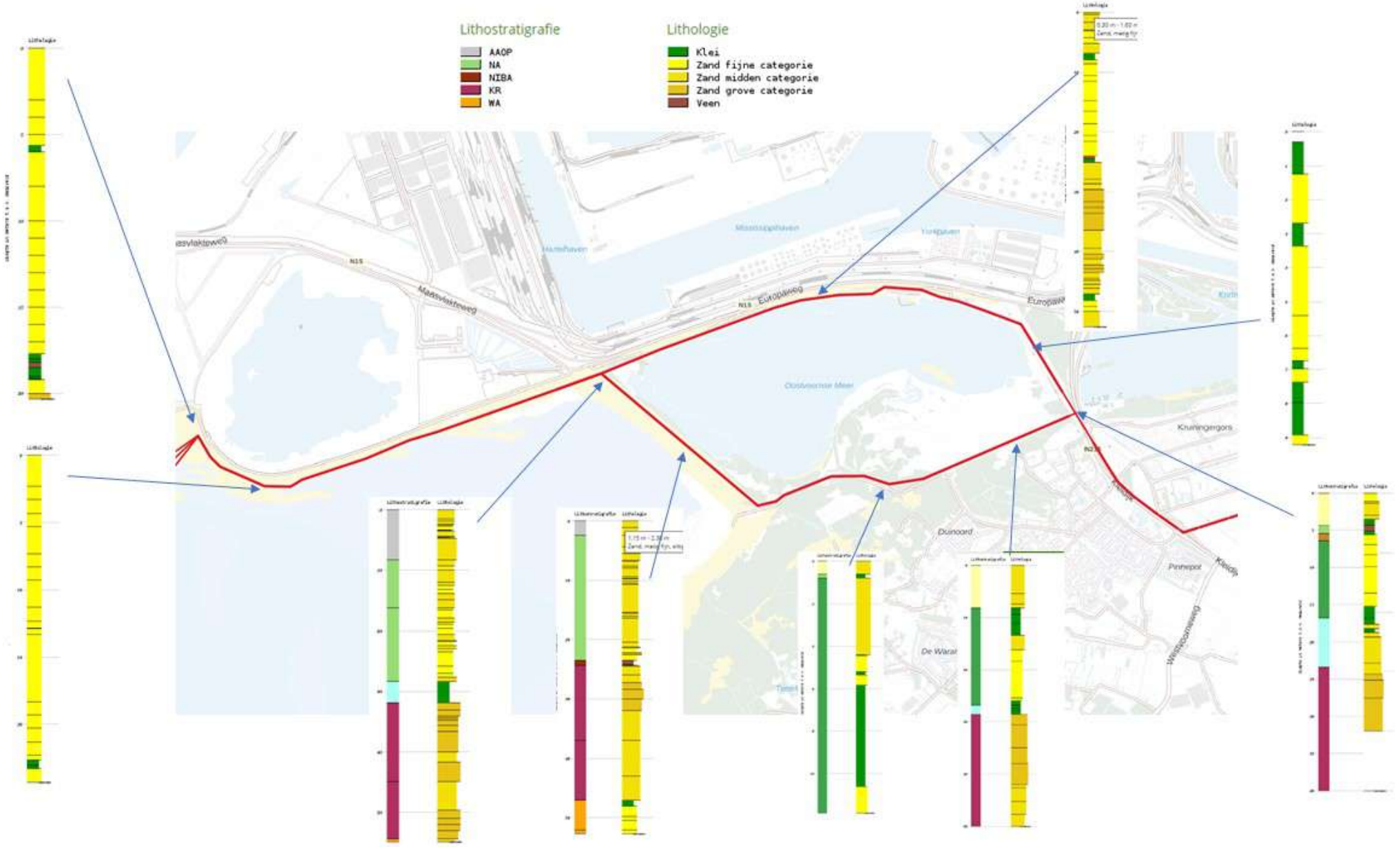

ARCADIS
VAWOZ1 converter zoeklocaties Moerdijk
VAWOZ2 converter zoeklocaties Moerdijk
NW3 converter zoeklocaties Moerdijk
Shell terrein
Haven Middenweg
Krukweg
Chemieweg west
naast de vuilstort Oost
naast de vuilstort West
0
500
1.000 m


ARCADIS
NW3 converter zoeklocaties Moerdijk
Shell terrein
Haven Middenweg
Krukweg
Chemieweg west
naast de vuilstort Oost
naast de vuilstort West
0
500
1.000 m

Bijlage 3 – Boringen overzichten REGIS

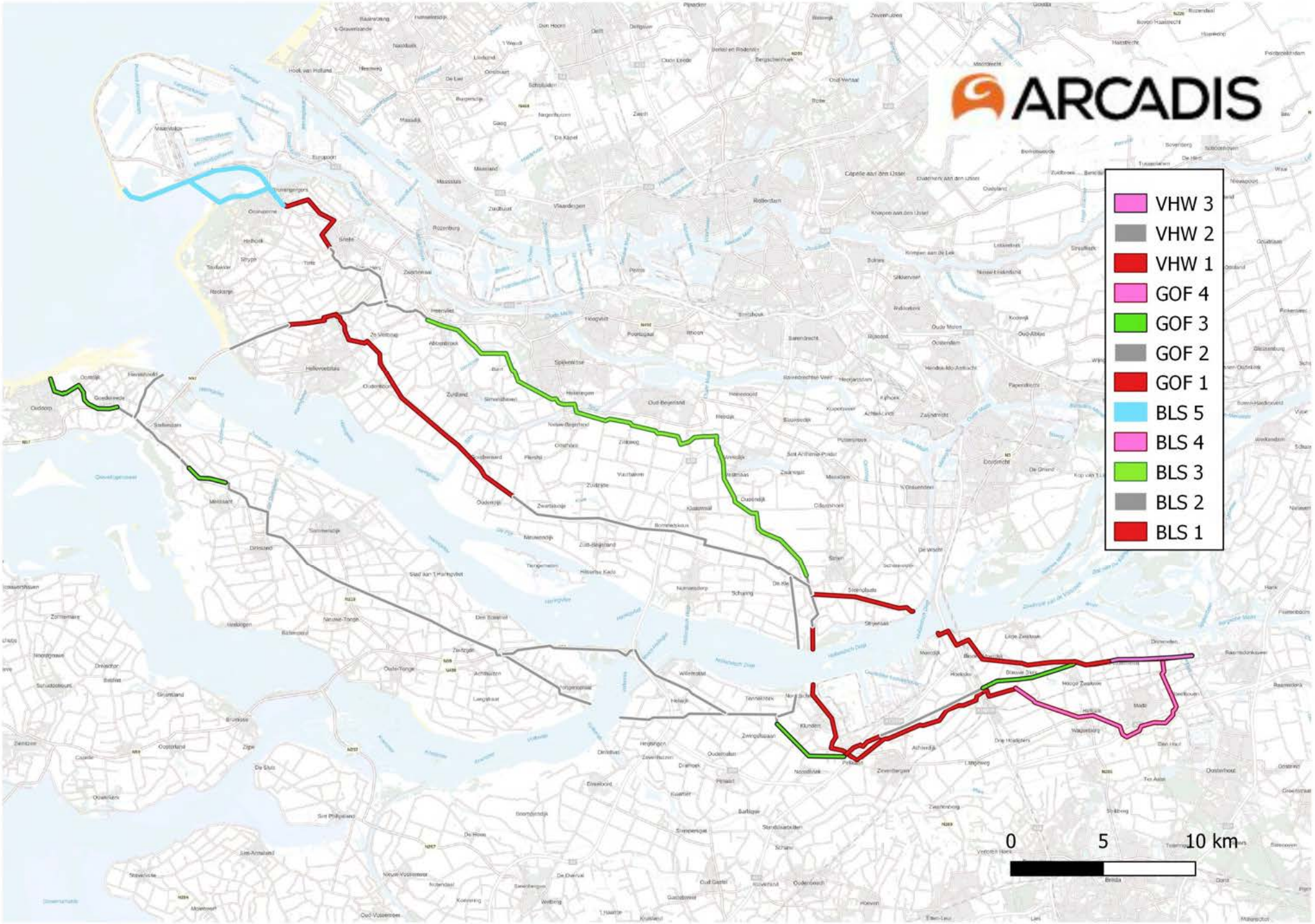

Lithologie
Klei
Zand midden categorie
Zand grove categorie
Veen
Standhazensedijk
RWE-terrein
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hillen
Lithologie
Diepte in meters t.o.v. maaiveld
Lithostratigrafie
Lithologie


Lithologie
Klei
Zand fijne categorie
Zand midden categorie
Zand grove categorie
Veen
Shelterrein
Haven Middenweg
Chemieweg west
naast de vulstort Oost
naast de vulstro
Krukweg
Lithologie
Lithostratigrafie
Lithologie
Diepte in meters t.o.v. maaiveld

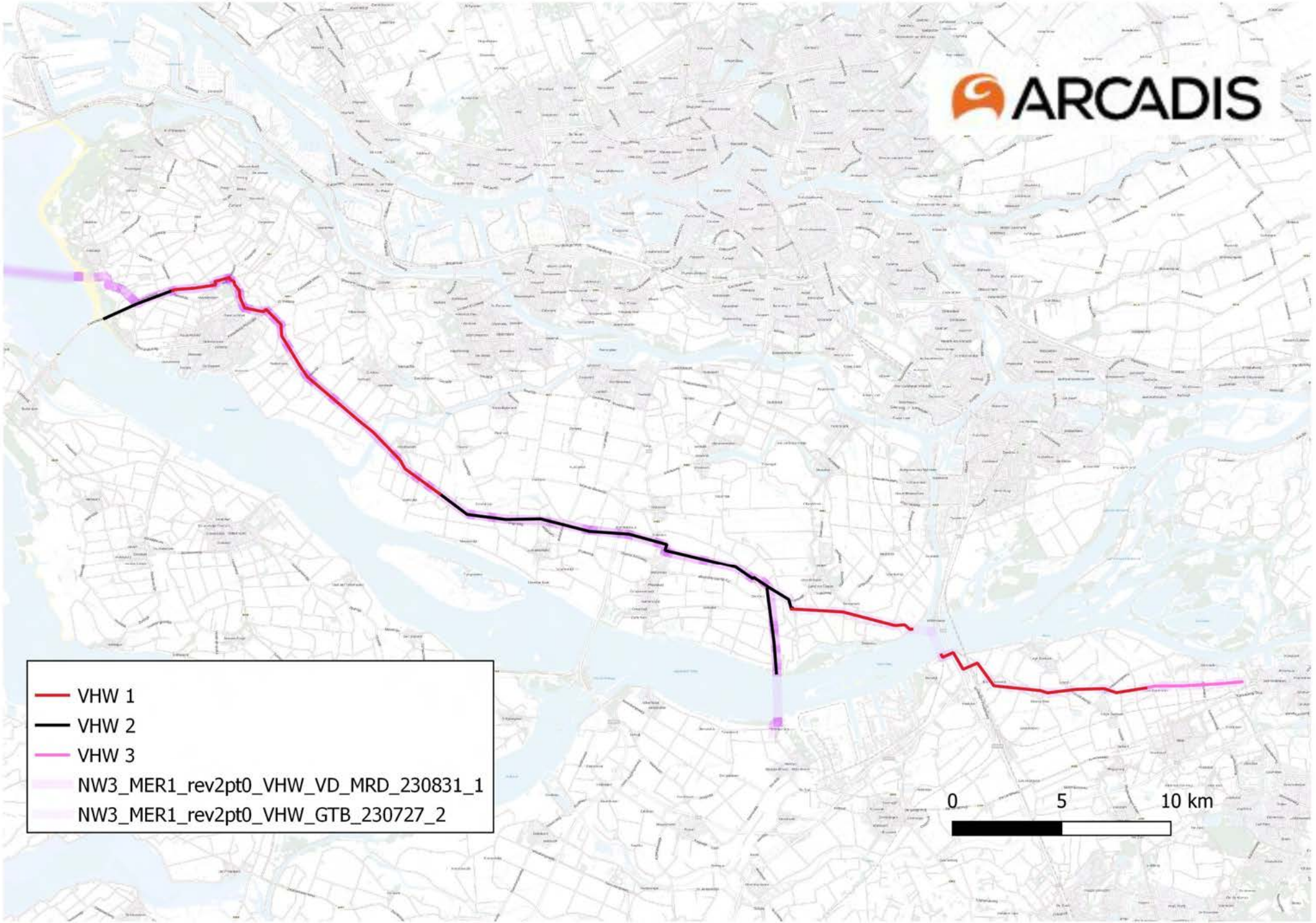

Lithostratigrafie
AAOP
NA
NIBA
KR
WA
Lithologie
Klei
Zand fijne categorie
Zand midden categorie
Zand grove categorie
Veen
Europaweg
N15
Maasvlaktweg
Maasvlakteweg
Mississippihaven
Hartelhaven
Oostvoornse Meer
Duinoord
De Waral
Pernepot
Knuringergors
Wissenkoteweg

Bijlage 4 – Geologische samenstellingen

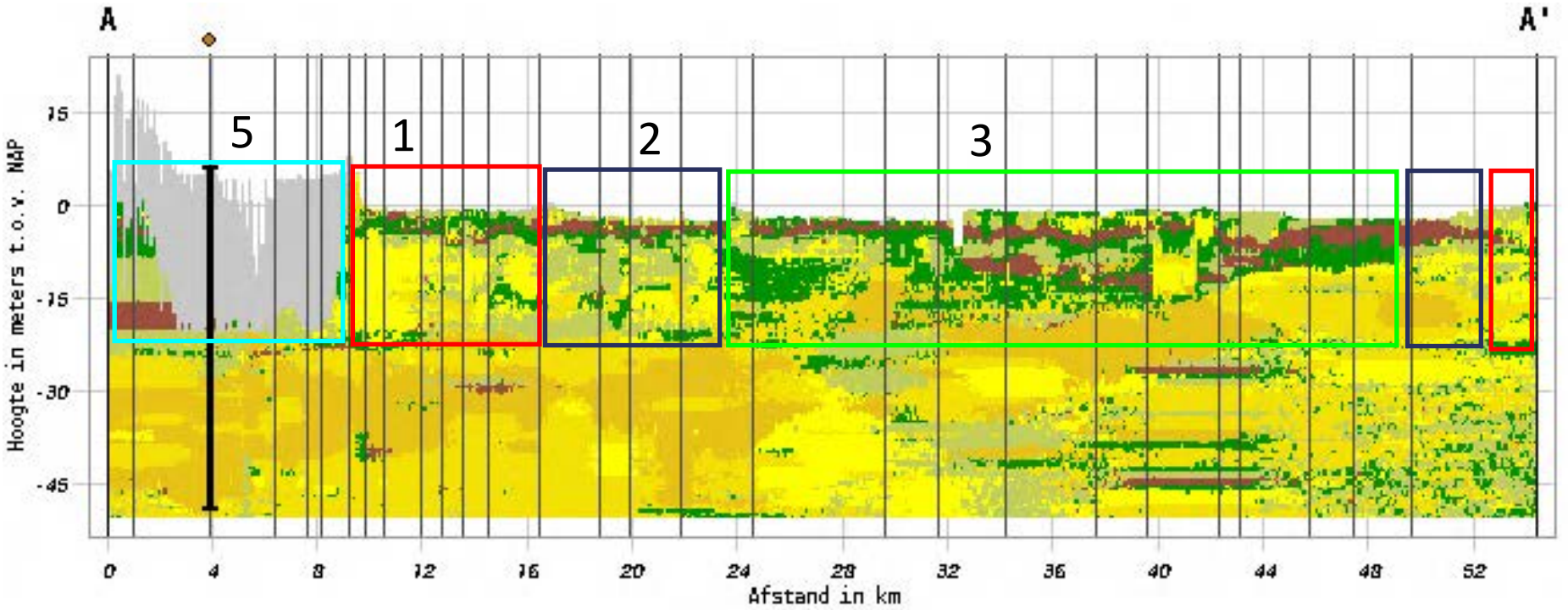

ARCADIS
BLS 1
BLS 2
BLS 3
BLS 4
BLS 5
NW3_MER1_rev2pt0_BLS_VD_MRD_230831_1
NW3_MER1_rev2pt0_BLS_GTB_230727_1
0
5
10 km


ARCADIS
VHW 3
VHW 2
VHW 1
GOF 4
GOF 3
GOF 2
GOF 1
BLS 5
BLS 4
BLS 3
BLS 2
BLS 1
0
5
10 km


GOF 1
GOF 2
GOF 3
GOF 4
NW3_MER1_rev2pt0_GOF_VD_MRD_230831_2
NW3_MER1_rev2pt0_GOF_GTB_230727_1
0
5
10 km

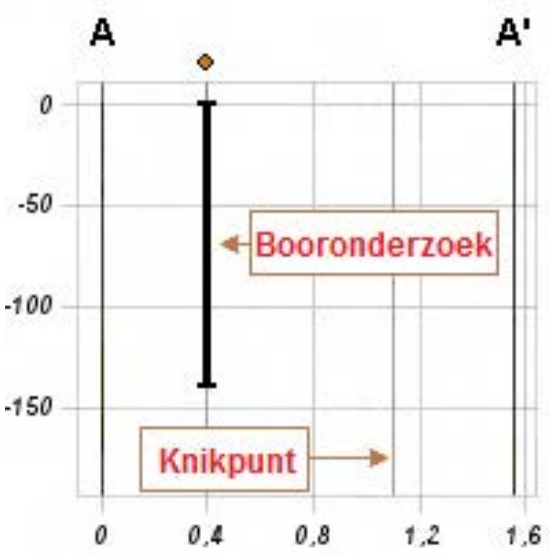

ARCADIS
VHW 1
VHW 2
VHW 3
NW3_MER1_rev2pt0_VHW_VD_MRD_230831_1
NW3_MER1_rev2pt0_VHW_GTB_230727_2
0
5
10 km

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5



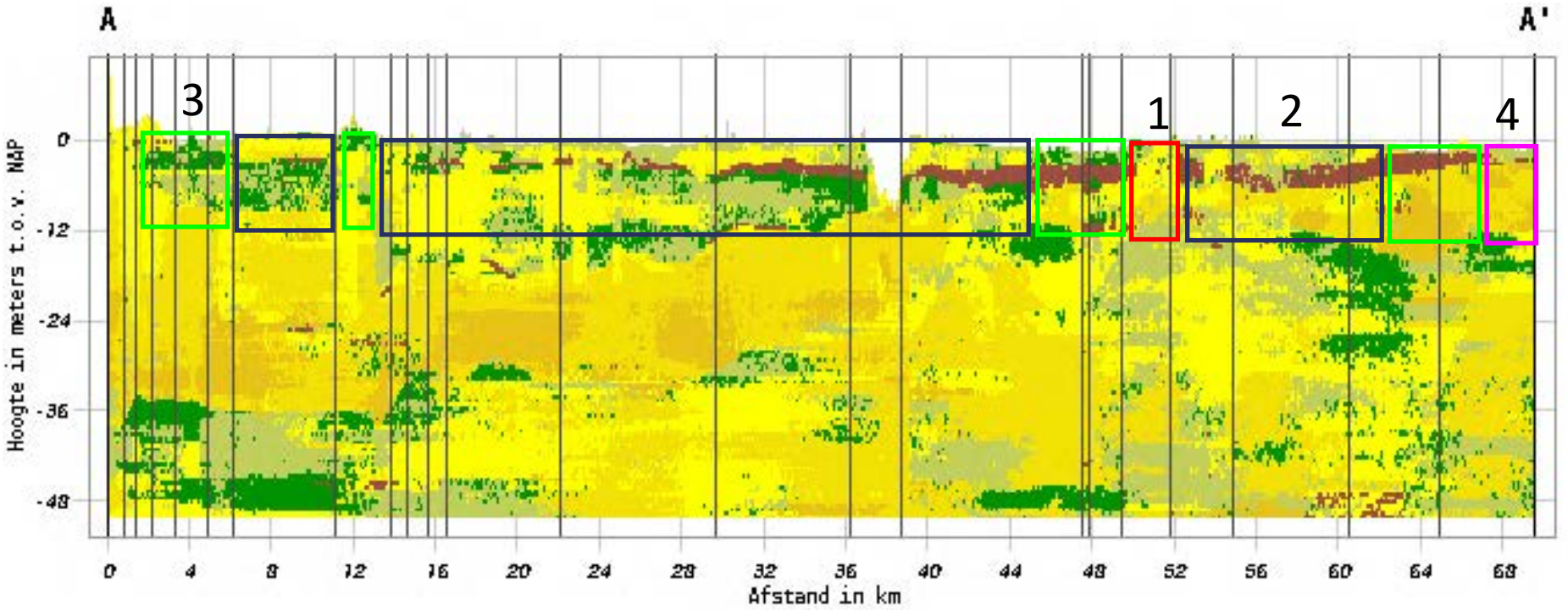
Lithoklasse

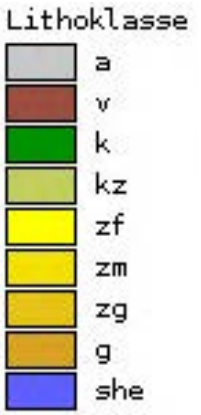
- a
- v
- k
- kz
- zf
- zm
- zg
- g
- she

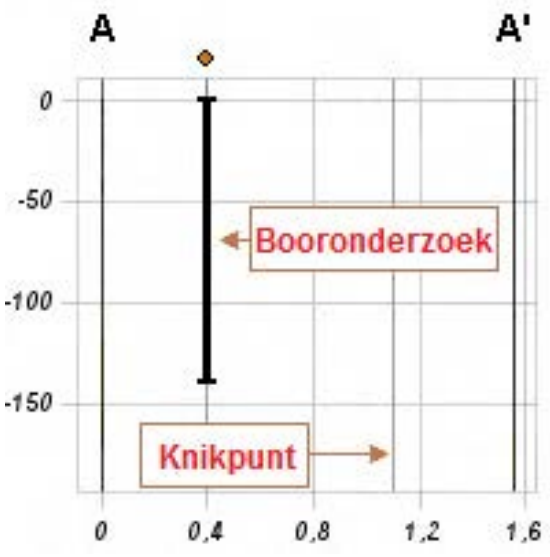




Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5

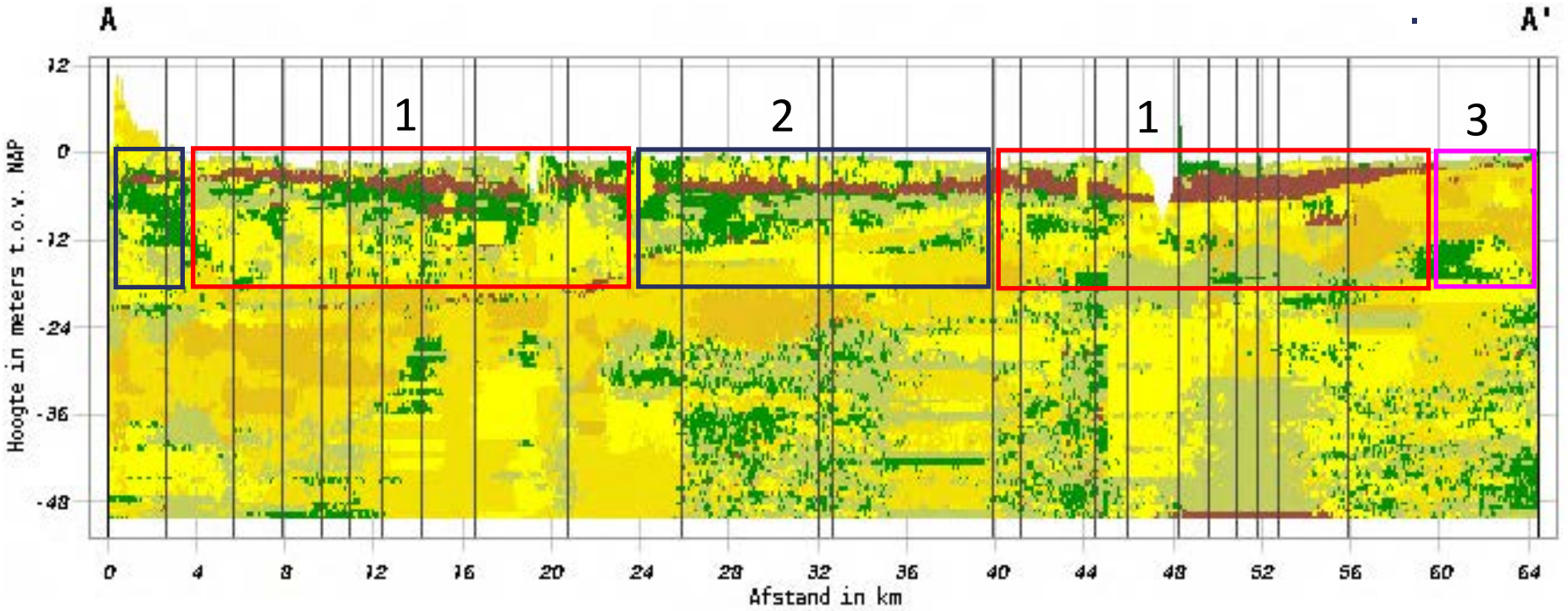


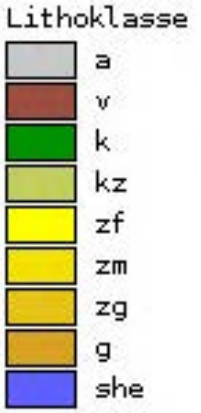

Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she

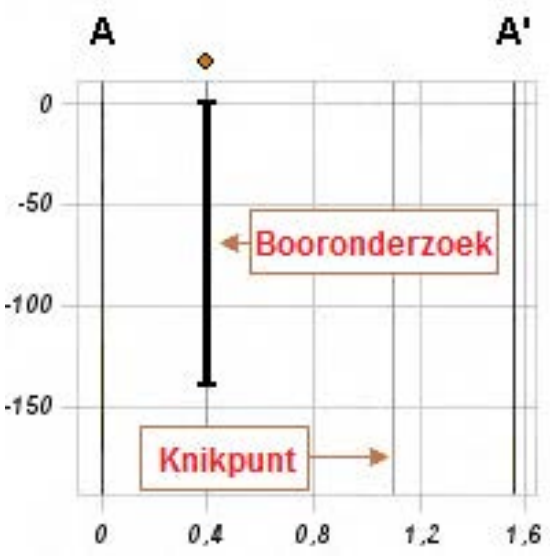

A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6


's-Gravenhage
A12
Gouda
Naaldwijk
Maasvlakte
Maassluis
Rotterdam
A
Spijkenisse
Dordrecht
Dirksland
Numansdorp
A'
Zierikzee
Steenbergen
Breda
Roosendaal
Goes
A58
Bergen op Zoom
Zundert

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5

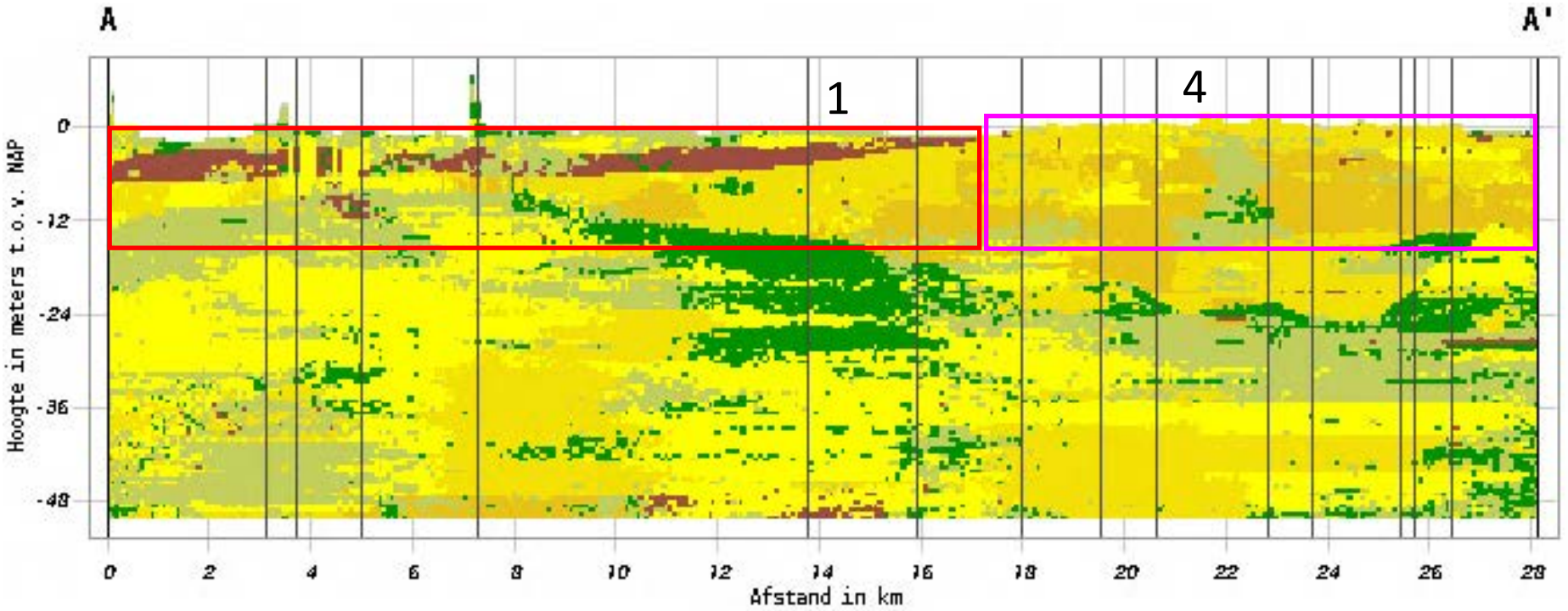


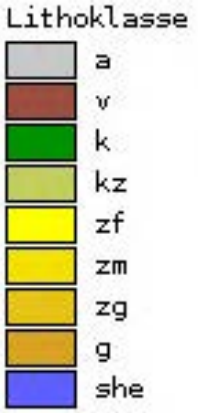

Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she

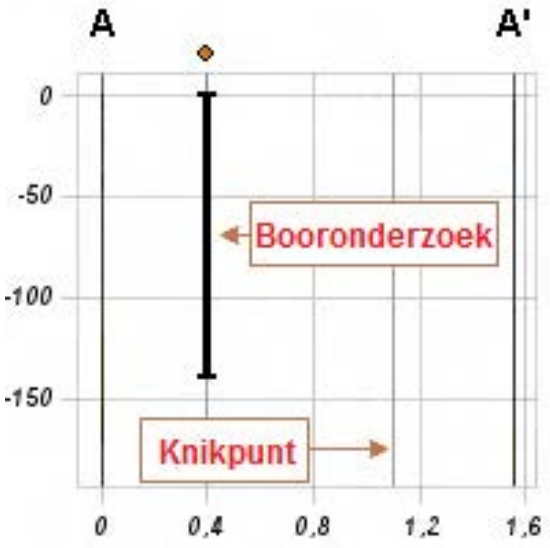

A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6


's-Gravenhage
A12
Gouda
Naaldwijk
Maasvlakte
Maassluis
Rotterdam
A
Spijkenisse
Dordrecht
Dirksland
Numansdorp
A'
Steenbergen
Breda
Roosendaal
Bergen op Zoom

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.5




Lithoklasse
a
v
k
kz
zf
zm
zg
g
she


A
A'
0
-50
-100
-150
Booronderzoek
Knikpunt
0
0,4
0,8
1,2
1,6


Strijen
Lage Zwaluwe
A
A'
Zevenbergen
A27
Oudenbosch
Breda
Etten-Leur

Bijlage 5 – Opbarstrisico Berekeningen

Indicatieve evenwichtsberekening: Converterstation Moerdijk Control Building Naast de vuilstort Oost

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	-0,05	0,00
Ontgravingsniveau	-3,75	3,70
Onderkant scheidende laag	-8,05	8,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-1,10	1,05

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
-0,05	-3,75	3,70	15,00
-3,75	-8,05	4,30	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	3,70	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	4,30	m	d2
Breedte talud	35,00	m	a
Halve bodembreedte	28,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	6,95	m	h

Gronddruk:

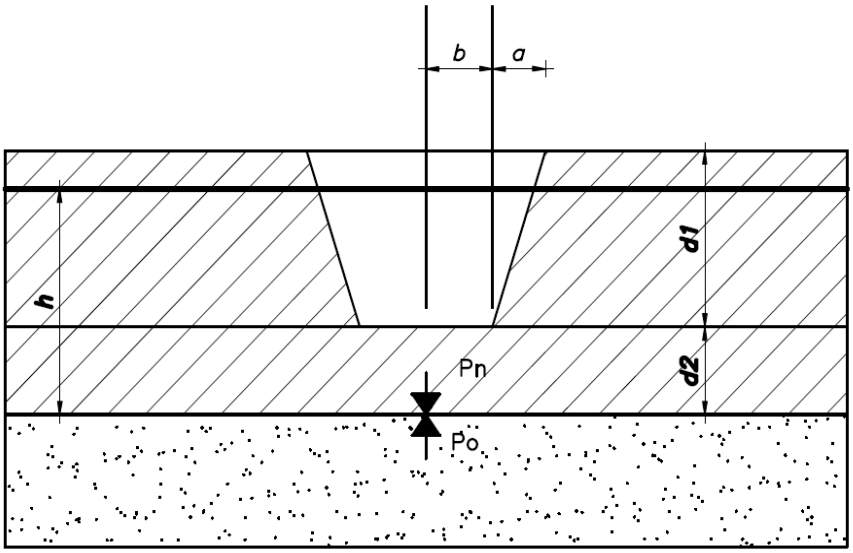
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,03	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	64,50	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	64,53	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	68,18	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,95		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-2,07	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening: Converterstation Moerdijk Control Building Naast de vuilstort West

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	-0,15	0,00
Ontgravingsniveau	-3,85	3,70
Onderkant scheidende laag	-18,15	18,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,85	0,70

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
-0,15	-3,85	3,70	15,00
-3,85	-18,15	14,30	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	3,70	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	14,30	m	d2
Breedte talud	35,00	m	a
Halve bodembreedte	28,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	17,30	m	h

Gronddruk:

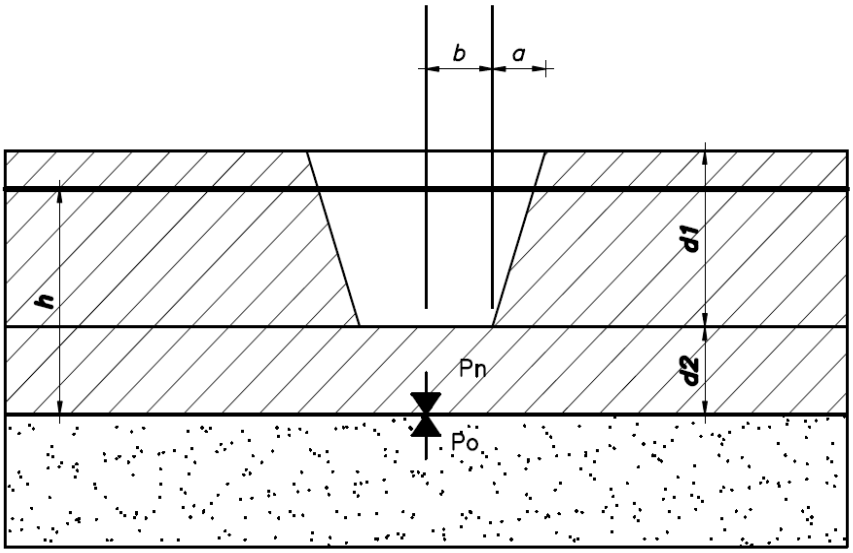
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,02		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,85	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	214,50	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	215,35	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	169,71	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	1,27		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	1,81	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Converterstation Moerdijk Control Building - Locatie variant Shell terrein

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	2,60	0,00
Ontgravingsniveau	-1,10	3,70
Onderkant scheidende laag	-4,40	7,00
Stijghoogte onder scheidende laag	1,90	0,70

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
2,60	-1,10	3,70	15,00
-1,10	-4,40	3,30	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	3,70	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	3,30	m	d2
Breedte talud	35,00	m	a
Halve bodembreedte	28,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	6,30	m	h

Gronddruk:

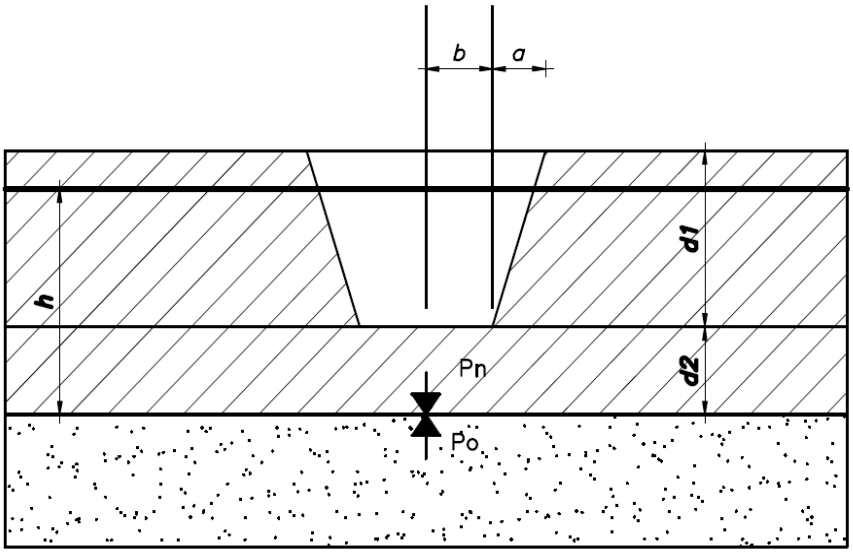
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,01	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	49,50	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	49,51	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	61,80	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,80		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,19	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Goeree-Overflakkee Mofputten

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-3,00	3,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,68	0,68

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-3,00	0,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,80	m	d2
Breedte talud	5,00	m	a
Halve bodembreedte	3,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	2,32	m	h

Gronddruk:

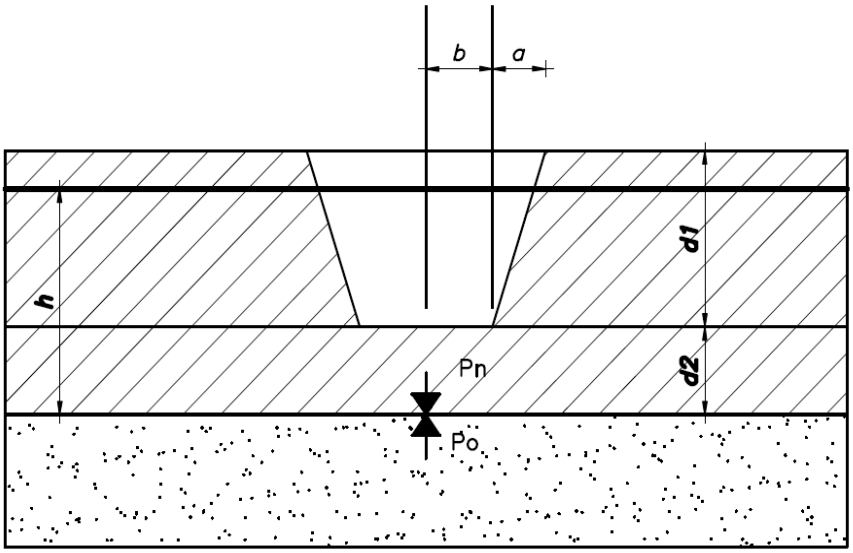
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,07	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	12,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	12,07	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	22,76	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,53		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,88	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Goeree-Overflakkee Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-3,00	3,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,68	0,68

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-3,00	0,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,80	m	d2
Breedte talud	15,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	2,32	m	h

Gronddruk:

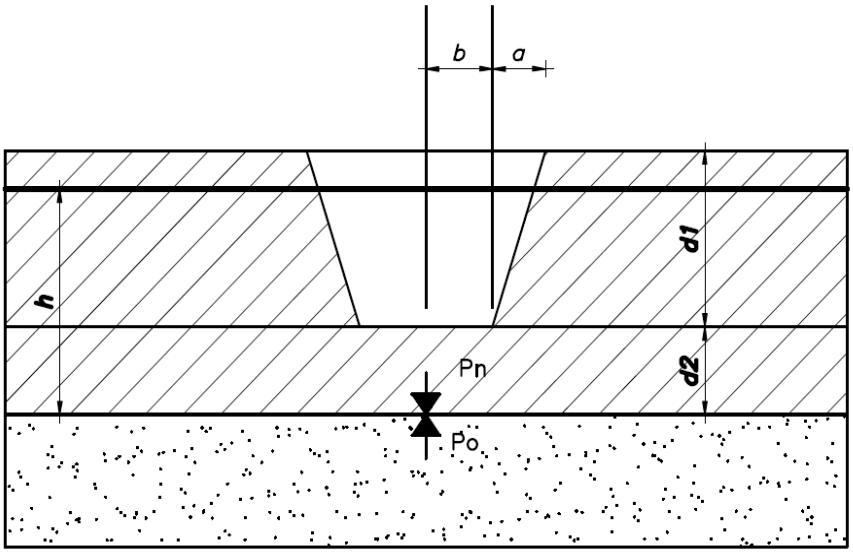
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	12,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	12,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	22,76	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,53		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,89	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Goeree-Overflakkee Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-3,00	3,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,68	0,68

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-3,00	0,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,80	m	d2
Breedte talud	7,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	2,32	m	h

Gronddruk:

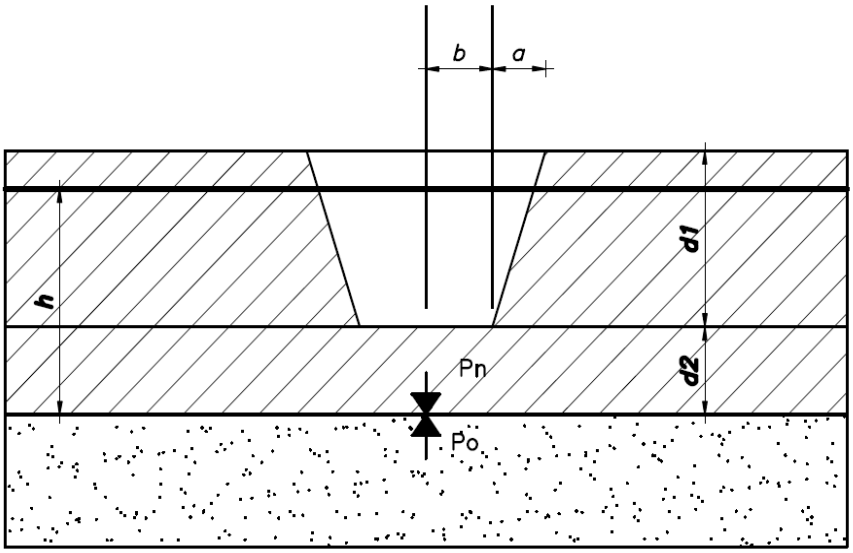
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	12,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	12,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	22,76	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,53		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,89	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Voorne-Hoeksche Waard Mofputten

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,69	0,69

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	5,00	m	a
Halve bodembreedte	3,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,31	m	h

Gronddruk:

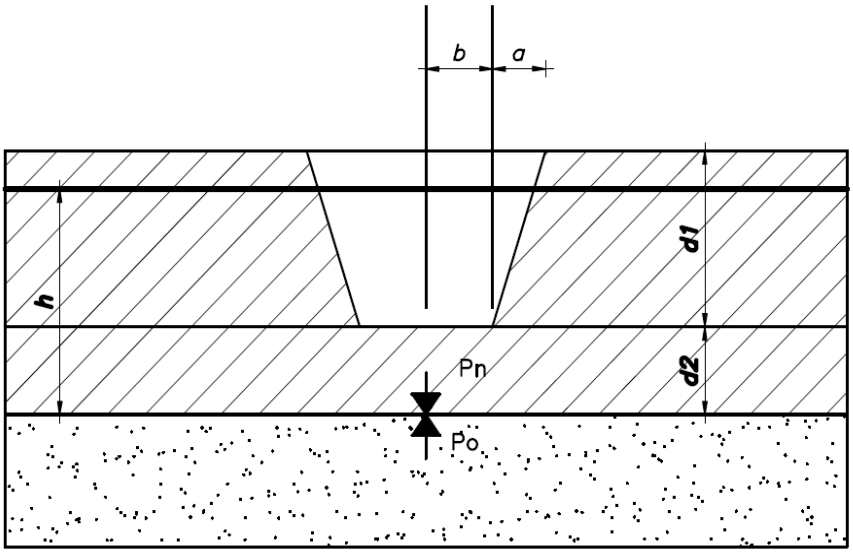
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,02		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,63	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,63	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	32,47	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,85		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,44	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Voorne-Hoeksche Waard Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,69	0,69

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	15,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,31	m	h

Gronddruk:

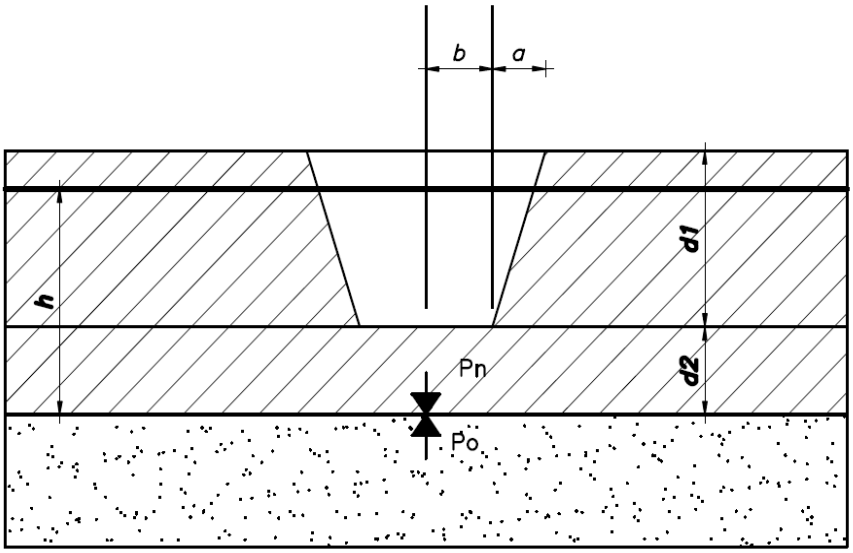
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	32,47	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,83		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,50	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
Voorne-Hoeksche Waard Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,69	0,69

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	7,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,31	m	h

Gronddruk:

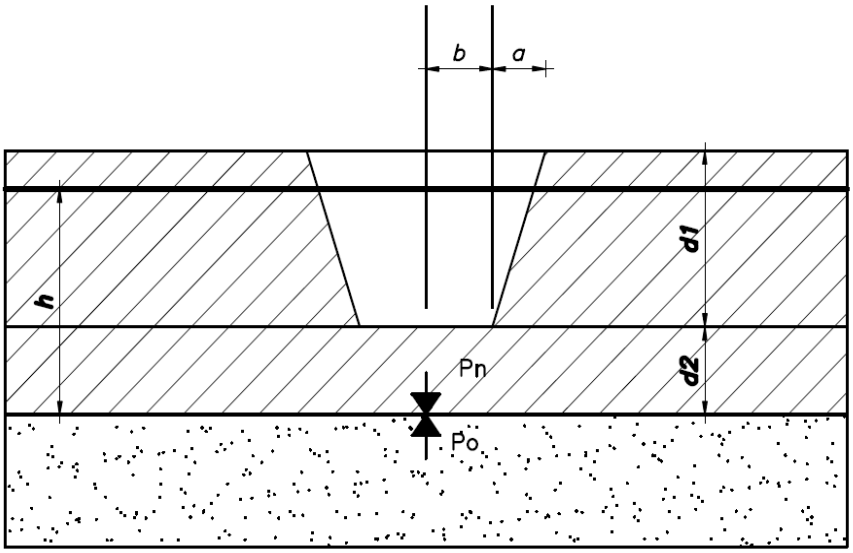
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	32,47	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,83		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,50	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
BLS Aardputten

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,63	0,63

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	1,00	m	a
Halve bodembreedte	0,50	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,37	m	h

Gronddruk:

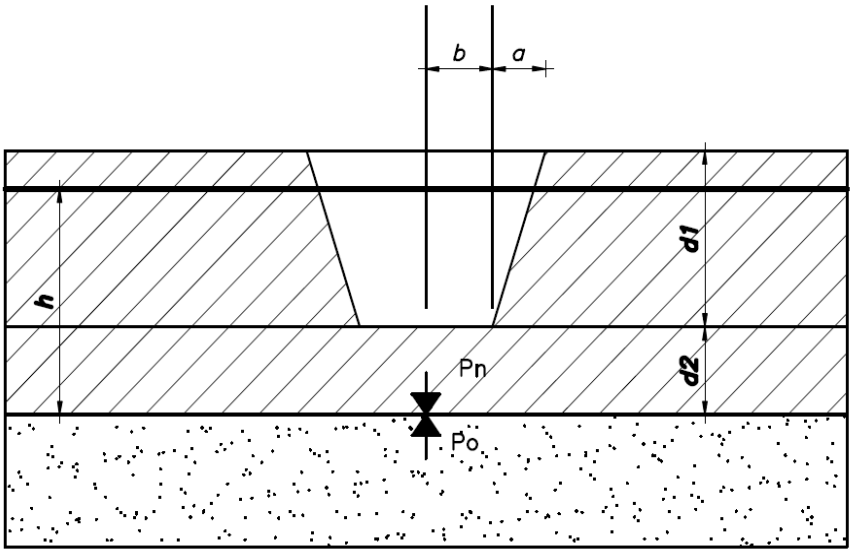
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,42		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	13,95	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	40,95	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	33,06	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	1,24		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-0,20	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
BLS Mofputten

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,63	0,63

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	5,00	m	a
Halve bodembreedte	3,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,37	m	h

Gronddruk:

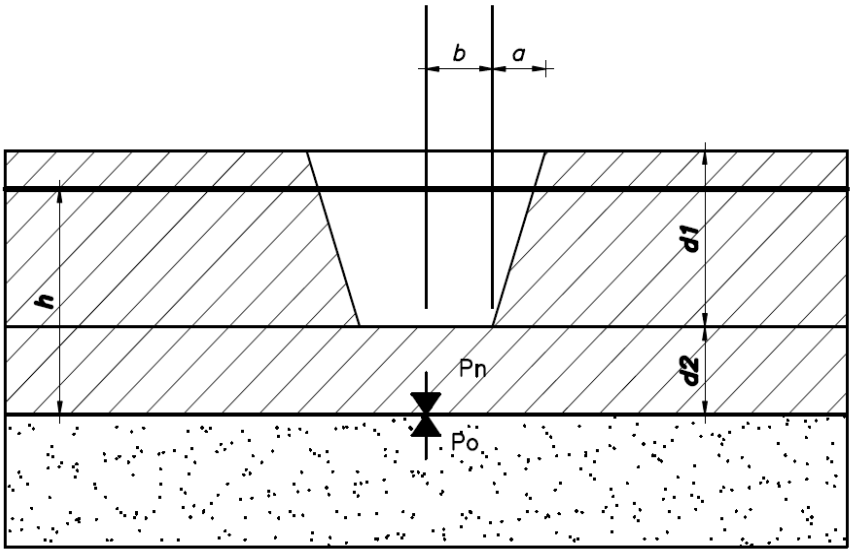
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,02		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,63	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,63	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	33,06	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,84		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,44	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
BLS Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,63	0,63

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	15,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,37	m	h

Gronddruk:

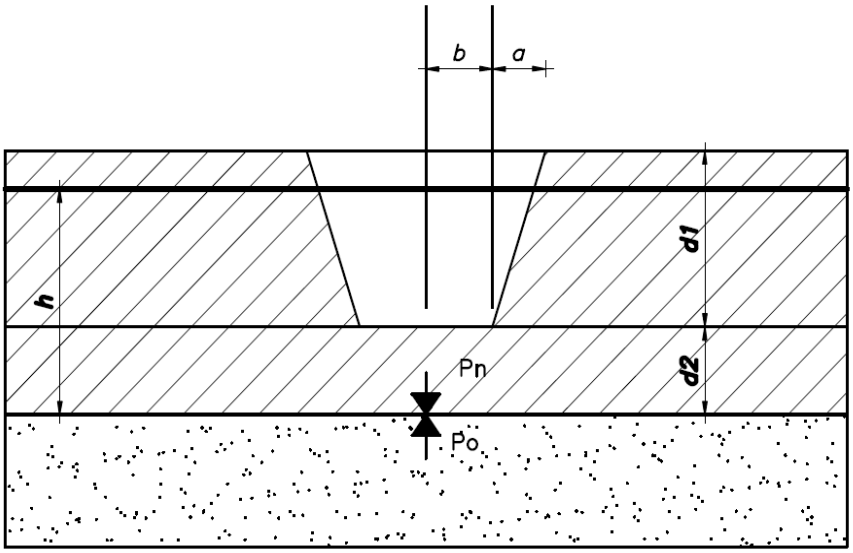
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	33,06	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,82		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,50	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening:
BLS Trace

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,00	0,00
Ontgravingsniveau	-2,20	2,20
Onderkant scheidende laag	-4,00	4,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,63	0,63

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,00	-2,20	2,20	15,00
-2,20	-4,00	1,80	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,20	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	1,80	m	d2
Breedte talud	7,00	m	a
Halve bodembreedte	175,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	3,37	m	h

Gronddruk:

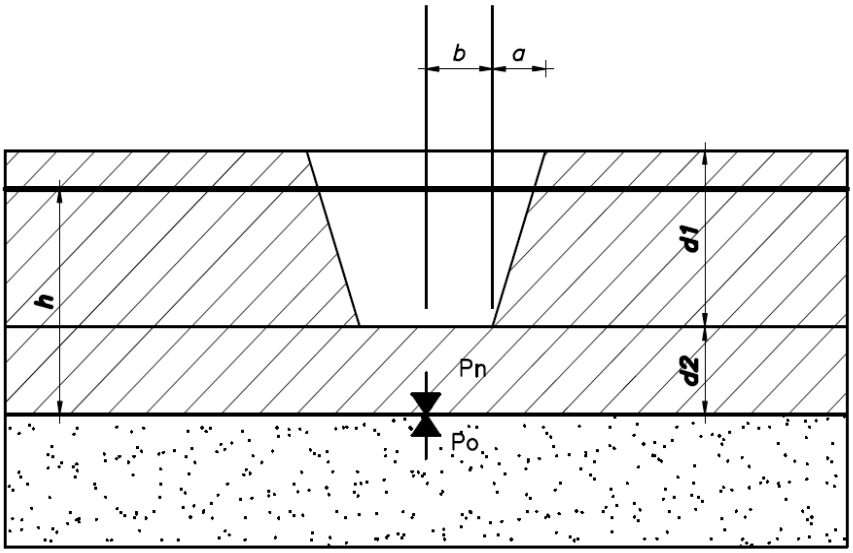
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,00	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	27,00	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	27,00	kN/m2	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	33,06	kN/m2	P0

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,82		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,50	m NAP	



Indicatieve evenwichtsberekening: Converterstation Moerdijk
Control Building Krukweg

Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	0,60	0,00
Ontgravingsniveau	-3,10	3,70
Onderkant scheidende laag	-6,40	7,00
Stijghoogte onder scheidende laag	-0,50	1,10

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m3)
0,60	-3,10	3,70	15,00
-3,10	-6,40	3,30	15,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	3,70	m	d1
Dikte pakket onder bouwput	3,30	m	d2
Breedte talud	35,00	m	a
Halve bodembreedte	28,00	m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	5,90	m	h

Gronddruk:

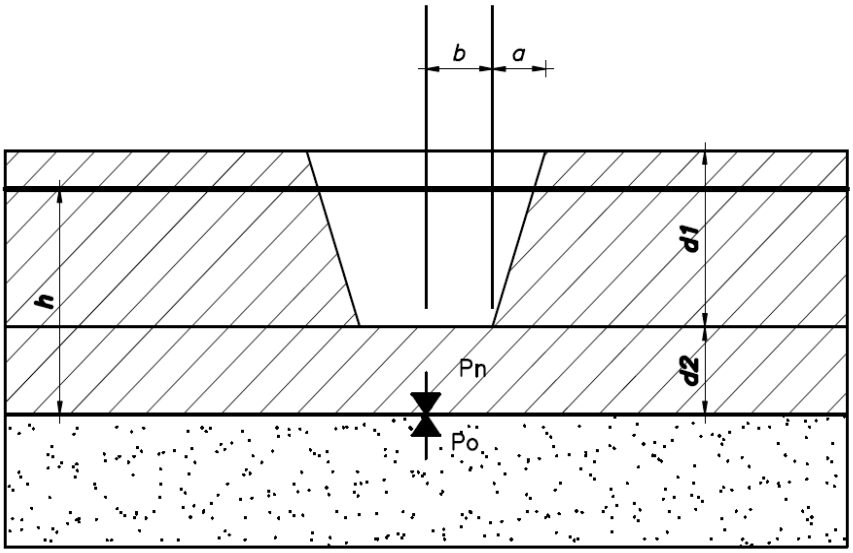
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,00		f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,01	kN/m2	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	49,50	kN/m2	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	49,51	kN/m2	Pn

Waterdruk:

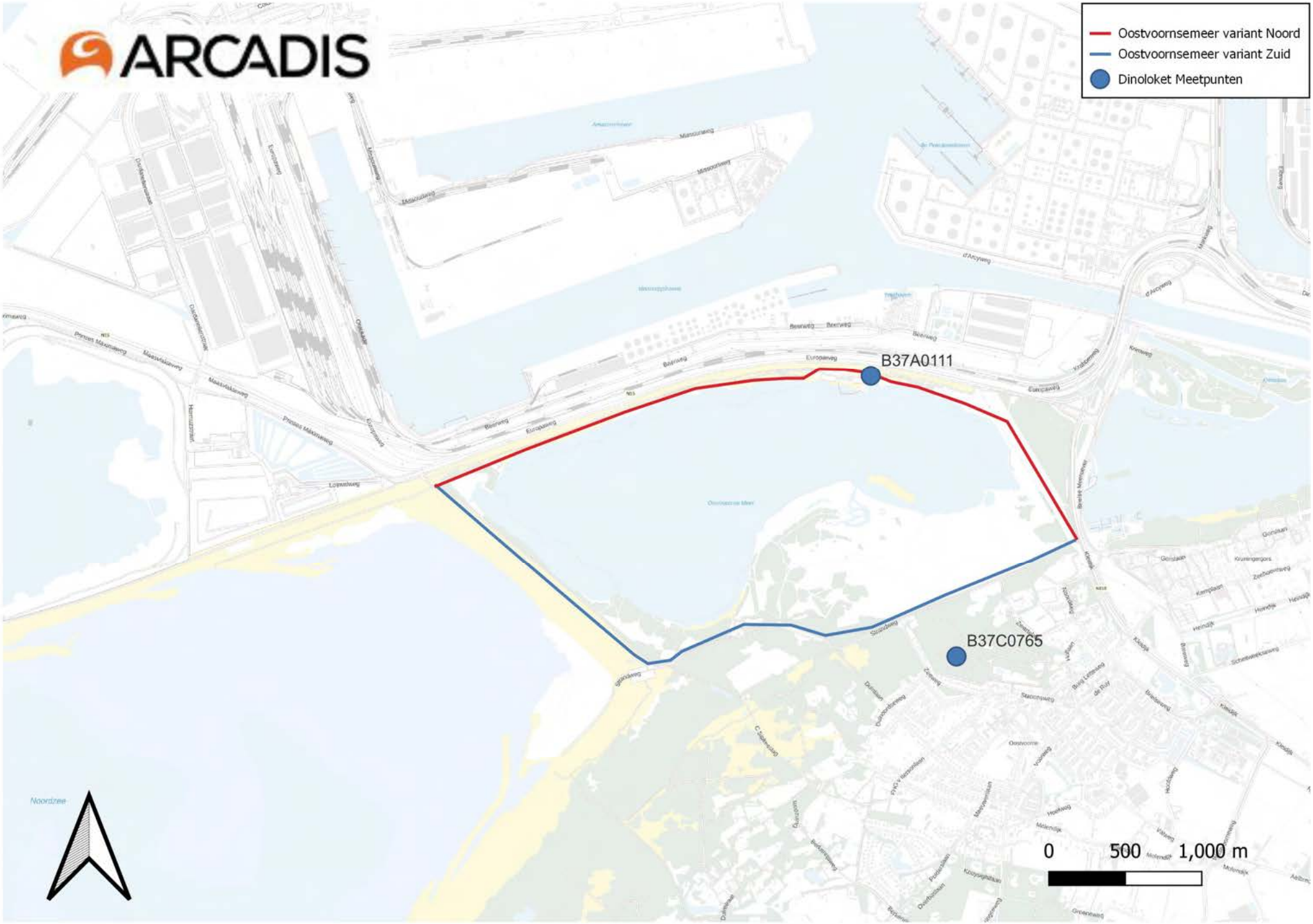
Opwaartse waterdruk	57,88	kN/m2	P0

Resultaat:

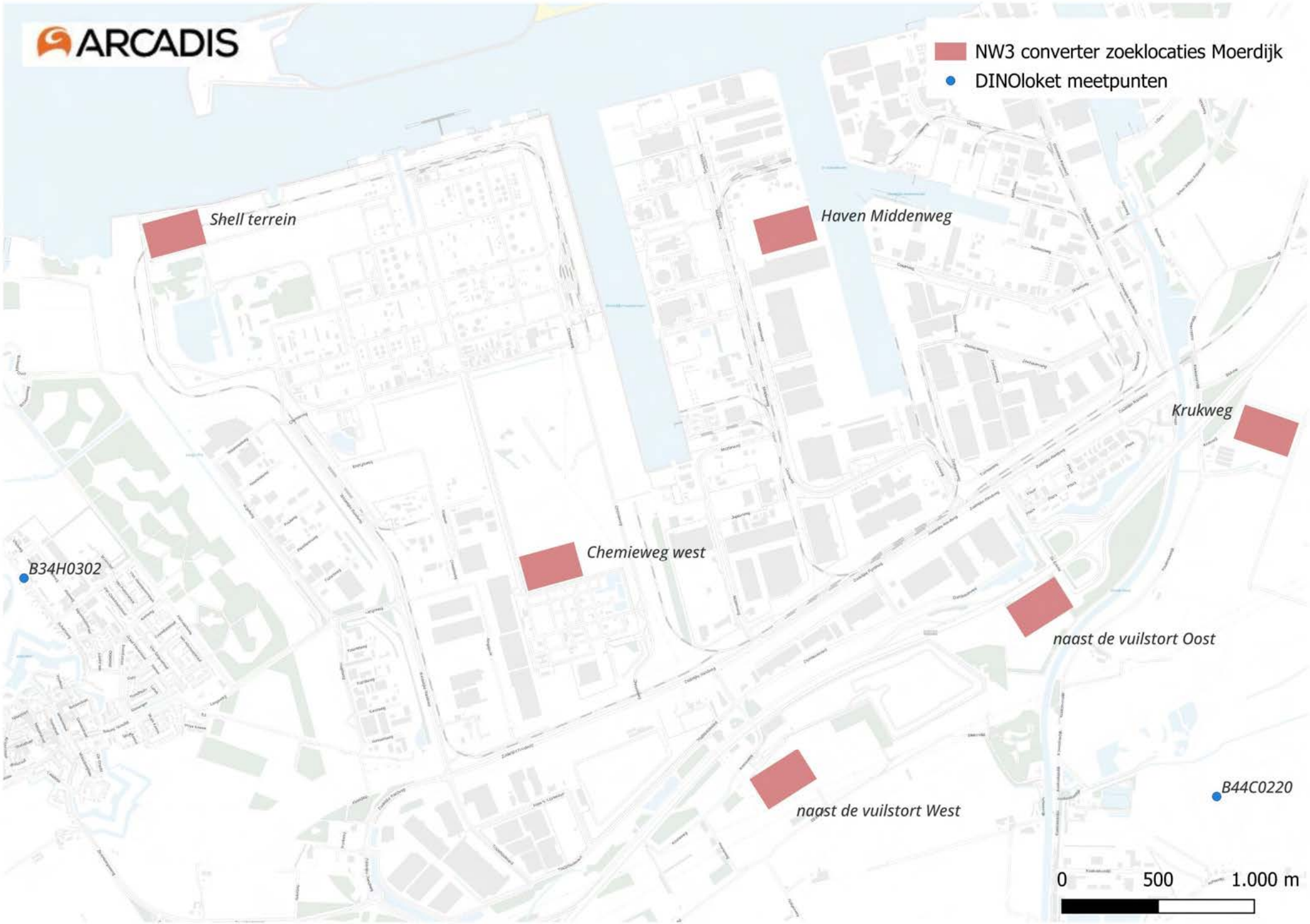
Veiligheidsfactor:	0,86		dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-1,81	m NAP	

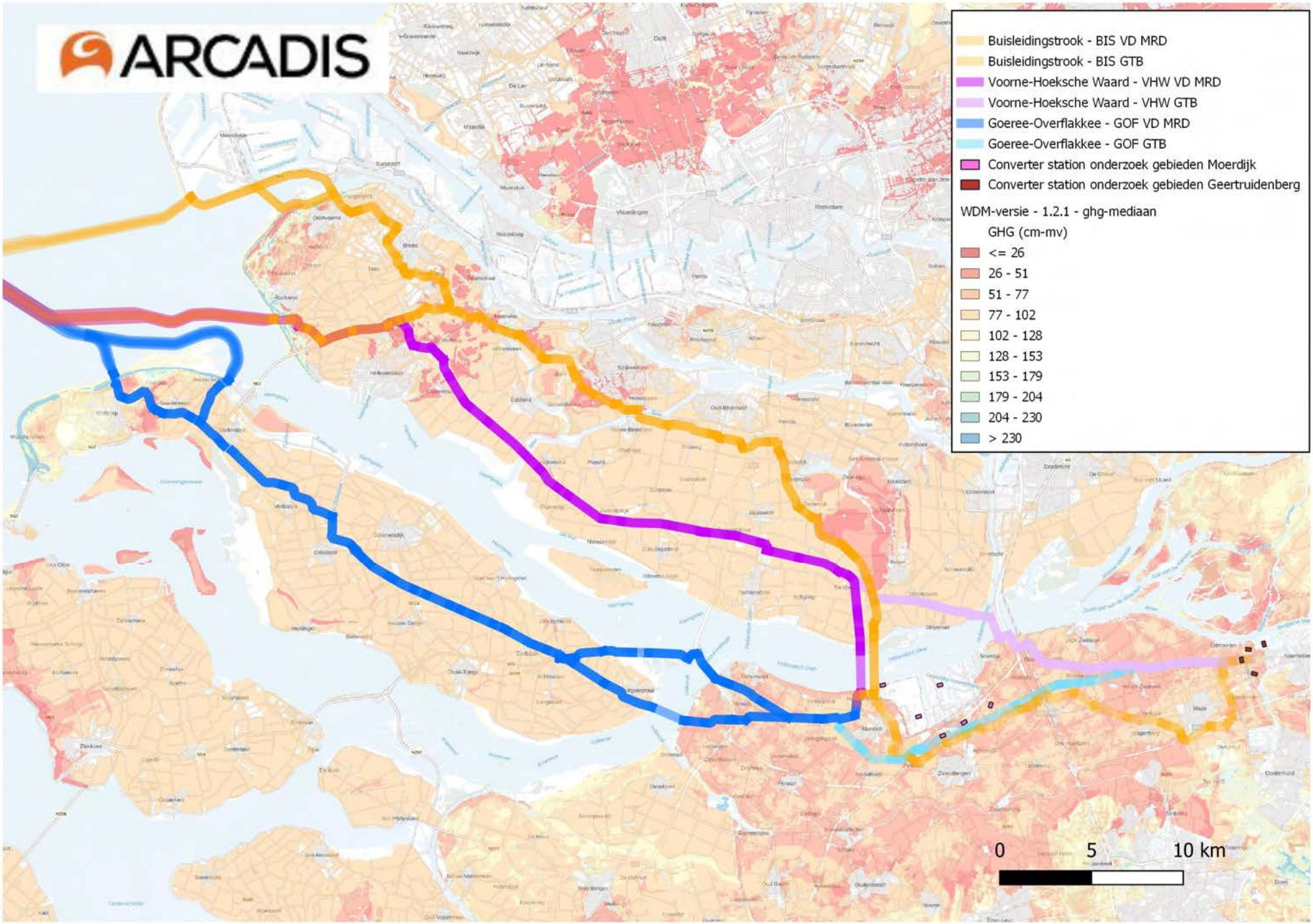


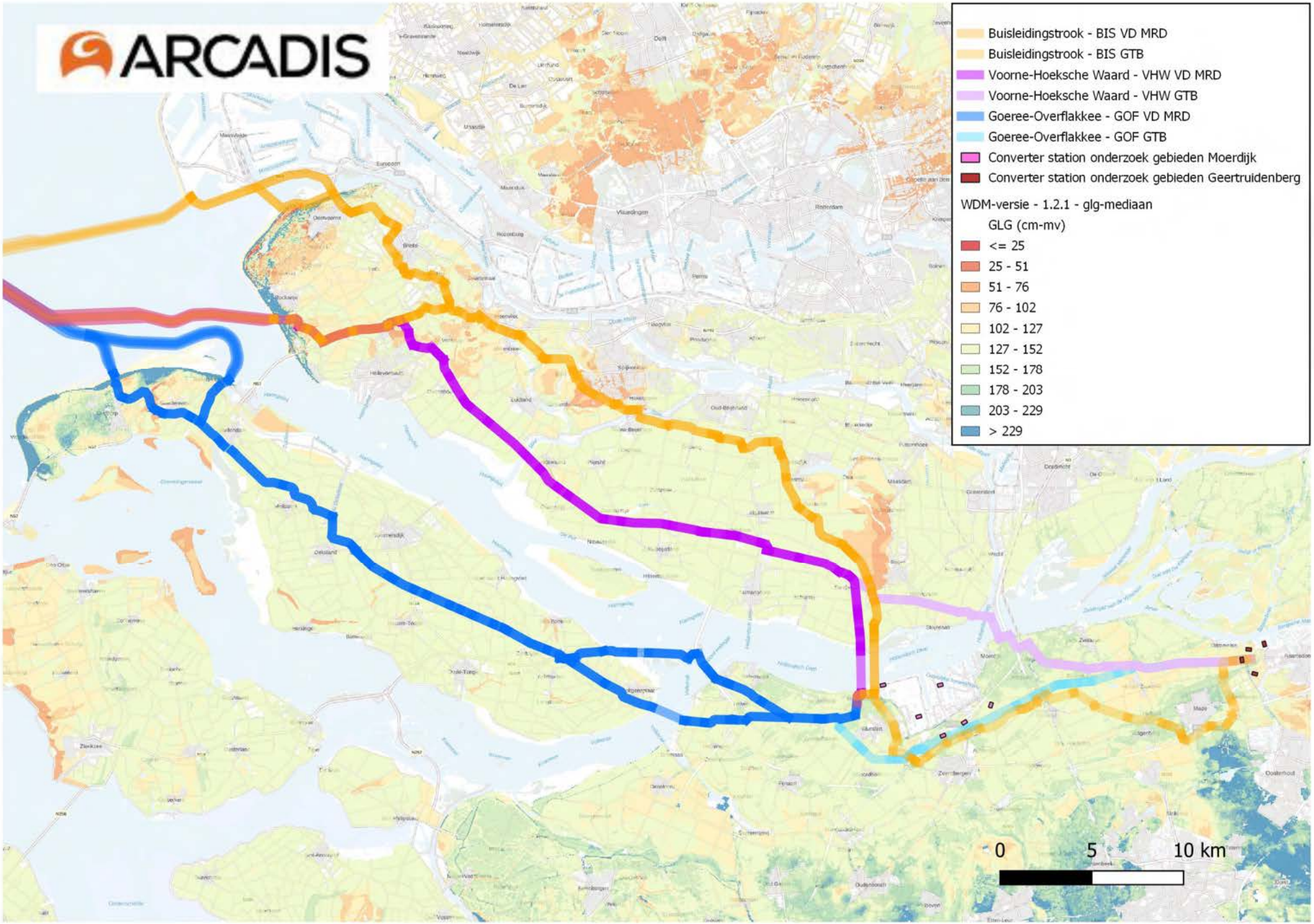
Bijlage 6 – Grondwaterstanden


ARCADIS
Oostvoornsemeer variant Noord
Oostvoornsemeer variant Zuid
Dinoloket Meetpunten
B37A0111
B37C0765
Noordzee
0
500
1,000 m


ARCADIS
Converterstationlocaties Geertruidenberg
DINOloket meetpunten
RWE-terrein
GMW000000009296
Standhazensedijk
GLD000000027053
Amertak West
B44D1181
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hillen
0
500
1.000 m


ARCADIS
NW3 converter zoeklocaties Moerdijk
DINOloket meetpunten
Shell terrein
Haven Middenweg
Krukweg
Chemieweg west
B34H0302
naast de vuilstort Oost
naast de vuilstort West
B44C0220
0
500
1.000 m


ARCADIS
Buisleidingstrook - BIS VD MRD
Buisleidingstrook - BIS GTB
Voorne-Hoeksche Waard - VHW VD MRD
Voorne-Hoeksche Waard - VHW GTB
Goeree-Overflakkee - GOF VD MRD
Goeree-Overflakkee - GOF GTB
Converter station onderzoek gebieden Moerdijk
Converter station onderzoek gebieden Geertruidenberg
WDM-versie - 1.2.1 - ghg-mediaan
GHG (cm-mv)
<= 26
26 - 51
51 - 77
77 - 102
102 - 128
128 - 153
153 - 179
179 - 204
204 - 230
> 230
0
5
10 km


ARCADIS
Buisleidingstrook - BIS VD MRD
Buisleidingstrook - BIS GTB
Voorne-Hoeksche Waard - VHW VD MRD
Voorne-Hoeksche Waard - VHW GTB
Goeree-Overflakkee - GOF VD MRD
Goeree-Overflakkee - GOF GTB
Converter station onderzoek gebieden Moerdijk
Converter station onderzoek gebieden Geertruidenberg
WDM-versie - 1.2.1 - glg-mediaan
GLG (cm-mv)
<= 25
25 - 51
51 - 76
76 - 102
102 - 127
127 - 152
152 - 178
178 - 203
203 - 229
> 229
0
5
10 km

Bijlage 7 – Debiet berekeningen

HDD boringen In en Uitrede putten + Aanlandingen per Geologische opbouw

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG
					per land tracé	per land tracé	Freatisch		Spannings		Freatisch		Spannings	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m]	[m]	[m]	[m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	0,00	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8,00	-	-
		2	0,00	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8,00	-	-
		3	0,00	0,37	-	-	-	1,15	-	-	-	9,50	-	-
		5	0,00	0,37	-	-	-	20,00	-	-	-	25,00	-	-
	BIS GTB	1	0,00	0,46	-	-	-	1,60	-	-	-	9,00	-	-
		4	0,00	0,46	-	-	-	185,00	-	-	-	78,00	-	-
	Oostvoornsemeer Noord	5	0,00	0,60	-	-	-	32,00	-	-	-	50,00	-	-
	Oostvoornsemeer Zuid	5	0,00	0,75	-	-	-	40,00	-	-	-	65,00	-	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	0,00	0,31	-	-	-	1,05	-	-	-	7,00	-	-
		2	0,00	0,31	-	-	-	5,80	-	-	-	27,00	-	-
	VHW GTB	1	0,00	0,45	-	-	-	1,50	-	-	-	8,45	-	-
		3	0,00	0,45	-	-	-	157,00	-	-	-	110,00	-	-
	Haringvlietdam Noord	1	0,00	0,60	-	-	-	2,00	-	-	-	10,50	-	-
	Haringvlietdam Zuid	1	0,00	0,26	-	-	-	0,88	-	-	-	6,00	-	-
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	0,00	0,32	-	-	-	1,08	-	-	-	7,00	-	-
		3	0,00	0,32	-	-	-	0,92	-	-	-	6,80	-	-
	GOF GTB	1	0,00	0,49	-	-	-	1,60	-	-	-	11,00	-	-
		2	0,00	0,49	-	-	-	1,65	-	-	-	10,00	-	-
		3	0,00	0,49	-	-	-	1,40	-	-	-	9,00	-	-
		4	0,00	0,49	-	-	-	178,00	-	-	-	43,00	-	-

Mofputten

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG
							Freatisch		Spannings		Freatisch		Spannings	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m]	[m]	[m]	[m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	10,20	12,00	-	160,00	12,50	90,00	-	125,00
		2	1,18	1,87	-	0,87	10,30	12,20	-	380,00	12,00	98,00	-	135,00
		3	1,18	1,87	-	-	8,60	13,60	-	-	16,00	19,00	-	-
		5	1,18	1,87	-	-	122,00	196,00	-	-	98,00	130,00	-	-
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	9,00	12,10		175,00	12,00	100,00	-	129,00
		4	1,05	1,96	-	-	756,00	1400,00	-	-	185,00	310,00	-	-
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,85	2,10	-	-	192,00	218,00	-	-	132,00	145,00	-	-
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	145,00	234,00	-	-	110,00	150,00	-	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	9,50	12,30		155,00	12,50	95,00	-	200,00
		2	1,09	1,81	-	0,61	33,00	56,00	-	13,00	55,00	70,00	-	96,00
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	9,40	12,70	-	192,00	12,00	115,00	-	225,00
		3	1,08	1,95	-	-	778,00	1396,00	-	-	185,00	320,00	-	-
	Haringvlietdam Noord	1	0,98	2,10	-	0,61	8,50	14,90	-	155,00	12,00	95,00	-	200,00
	Haringvlietdam Zuid	1	0,98	1,76	-	0,61	8,50	12,80	-	155,00	12,00	90,00	-	200,00
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	9,00	15,60	-	-	14,00	18,00	-	-
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	5,80	7,00	55,00	153,00	52,00	115,00	120,00	195,00
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	8,00	14,20	-	-	14,50	19,00	-	-
		2	1,12	1,99	-	-	9,70	17,00	-	-	14,50	18,50	-	-
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	6,00	8,00	63,00	175,00	58,00	125,00	125,00	210,00
		4	1,12	1,99	-	-	675,00	1195,00	-	-	340,00	440,00	-	-

Trace alternatieven

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG
					per land tracé	per land tracé	Freatisch*		Spannings*		Freatisch*		Spannings*	
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m]	[m]	[m]	[m]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	475	555	-	915	160	390	-	430
		2	1,18	1,87	-	0,87	442	555	-	515	155	295	-	320
		3	1,18	1,87	-	-	360	571	-	-	77	160	-	-
		5	1,18	1,87	-	-	1438	2227	-	-	350	405	-	-
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	423	562	-	1053	135	410	-	455
		4	1,05	1,96	-	-	5309	9867	-	-	900	1150	-	-
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,00	2,10	-	-	1218	2556	-	-	310	415	-	-
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	1705	2739	-	-	365	425	-	-
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	441	632	-	487	145	335	-	510
		2	1,09	1,81	-	0,61	510	1340	-	624	318	155	-	200
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	438	640	-	715	143	375	-	540
		3	1,08	1,95	-	-	4029	7250	-	-	720	910		-
	Haringvlietdam Noord	2	0,98	2,10	-	0,61	460	1614	-	798	130	160	-	200
	Haringvlietdam Zuid	2	0,98	1,76	-	0,61	460	1293	-	594	130	155	-	200
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	423	683	-	-	98	215	-	-
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	326	368	232	959	210	315	230	345
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	350	621	-	-	62	170	-	-
		2	1,12	1,99	-	-	452	750	-	-	110	230	-	-
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	318	380	265	1128	210	325	230	360
		4	1,12	1,99	-	-	4174	7389	-	-	760	915	-	-

Converterstation locaties

Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Geologische samenstelling variant	Maaiveld*	GWS Freatisch GLG	GWS Freatisch GHG	GWS Spannings GLG	GWS Spannings GHG	Benodigde Ontwatering niveau	Benodigde freatisch verlaging GLG	Benodigde freatisch verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG
			[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]
Moerdijk	Haven Middenweg	2	3,20	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-0,90	0,00	0,40	0,00	0,00
	Chemieweg west	2	4,50	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	Shell terrein	2	2,70	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-1,40	0,00	0,90	0,00	0,00
	Naast de vuilstort West	1	-0,15	-1,65	-0,65	-1,25	-0,85	-4,25	2,60	3,60	0,00	0,00
	Krukweg	1	0,60	-0,90	0,10	-0,50	-0,10	-3,50	2,60	3,60	1,91	2,31
	Naast de vuilstort Oost	2	-0,05	-1,55	-0,55	-1,10	-0,70	-4,15	2,60	3,60	0,92	1,32
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	2	0,30	-1,20	-0,20	-0,60	-0,30	-3,80	2,60	3,60	0,00	0,00
	RWE-Terrein	2	5,70	-1,50	-0,50	-0,90	-0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	2	-0,10	-1,60	-0,60	-1,00	-0,70	-4,20	2,60	3,60	0,00	0,00
	Amertak West	2	0,10	-1,40	-0,40	-0,80	-0,50	-4,00	2,60	3,60	0,00	0,00
	Stortplaats de Hillen	2	0,50	-1,00	0,00	-	-	-3,60	2,60	3,60	0,00	0,00

Converterstation locaties

Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG
		Freatisch CSB		Freatisch TPB		Spannings CSB		Spannings TPB		Freatisch CSB		Spannings CSB		Freatisch TPB		Spannings TPB	
		[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Moerdijk	Haven Middenweg	-	1	-	0,3	-	-	-	-	-	22	-	-	-	19	-	-
	Chemieweg west	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Shell terrein	-	3	-	0,8	-	-	-	-	-	51	-	-	-	27	-	-
	Naast de vuilstort West	21	29	10	14	-	-	-	-	320	360	-	-	220	270	-	-
	Krukweg	14	21	7	10	28	32	21	24	450	480	480	530	400	430	440	470
	Naast de vuilstort Oost	7	9	2	2	22	32	16	23	390	460	440	510	340	390	370	450
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	221	307	124	172	-	-	-	-	750	850	-	-	610	700	-	-
	RWE-Terrein	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	223	309	116	160	-	-	-	-	850	950	-	-	740	840	-	-
	Amertak West	245	339	155	179	-	-	-	-	900	1000	-	-	715	850	-	-
	Stortplaats de Hillen	255	353	96	134	-	-	-	-	520	580	-	-	290	350	-	-

Bijlage 8 – Debiet indicatie tekening

HDD boringen In en Uitrede putten per Geologische opbouw

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Totaal
					per land tracé	per land tracé	Freatisch		Spannings		Freatisch		Spannings		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	0	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8	-	-	17,5
		2	0	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8	-	-	17,5
		3	0	0,37	-	-	-	1,15	-	-	-	9,5	-	-	16,1
		5	0	0,37	-	-	-	20	-	-	-	25	-	-	280
	BIS GTB	1	0	0,46	-	-	-	1,6	-	-	-	9	-	-	22,4
		4	0	0,46	-	-	-	185	-	-	-	78	-	-	2590
	Oostvoornsemeer Noord	5	0	0,6	-	-	-	32	-	-	-	50	-	-	448
	Oostvoornsemeer Zuid	5	0	0,75	-	-	-	40	-	-	-	65	-	-	560
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	0	0,31	-	-	-	1,05	-	-	-	7	-	-	14,7
		2	0	0,31	-	-	-	5,8	-	-	-	27	-	-	81,2
	VHW GTB	1	0	0,45	-	-	-	1,5	-	-	-	8,45	-	-	21
		3	0	0,45	-	-	-	157	-	-	-	110	-	-	2198
	Haringvlietdam Noord	1	0	0,6	-	-	-	2	-	-	-	10,5	-	-	28
	Haringvlietdam Zuid	1	0	0,26	-	-	-	0,88	-	-	-	6	-	-	12,32
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	0	0,32	-	-	-	1,08	-	-	-	7	-	-	15,12
		3	0	0,32	-	-	-	0,92	-	-	-	6,8	-	-	12,88
	GOF GTB	1	0	0,49	-	-	-	1,6	-	-	-	11	-	-	22,4
		2	0	0,49	-	-	-	1,65	-	-	-	10	-	-	23,1
		3	0	0,49	-	-	-	1,4	-	-	-	9	-	-	19,6
		4	0	0,49	-	-	-	178	-	-	-	43	-	-	2492

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Mofputten								
			Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Totaal
							Freatisch		Spannings		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	10,20	12,00	-	160,00	4816,00
		2	1,18	1,87	-	0,87	10,30	12,20	-	380,00	10981,60
		3	1,18	1,87	-	-	8,60	13,60	-	-	380,80
		5	1,18	1,87	-	-	122,00	196,00	-	-	5488,00
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	9,00	12,10		175,00	5238,80
		4	1,05	1,96	-	-	756,00	1400,00	-	-	39200,00
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,85	2,10	-	-	192,00	218,00	-	-	6104,00
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	145,00	234,00	-	-	6552,00
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	9,50	12,30		155,00	4684,40
		2	1,09	1,81	-	0,61	33,00	56,00	-	13,00	1932,00
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	9,40	12,70	-	192,00	5731,60
		3	1,08	1,95	-	-	778,00	1396,00	-	-	39088,00
	Haringvlietdam Noord	1	0,98	2,10	-	0,61	8,50	14,90	-	155,00	4757,20
	Haringvlietdam Zuid	1	0,98	1,76	-	0,61	8,50	12,80	-	155,00	4698,40
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	9,00	15,60	-	-	436,80
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	5,80	7,00	55,00	153,00	4480,00
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	8,00	14,20	-	-	397,60
		2	1,12	1,99	-	-	9,70	17,00	-	-	476,00
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	6,00	8,00	63,00	175,00	5124,00
		4	1,12	1,99	-	-	675,00	1195,00	-	-	33460,00

Trace alternatieven

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Totaal
					per land tracé	per land tracé	Freatisch*		Spannings*		Freatisch*		Spannings*		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	475	555	-	915	33250	38850	0	64050	1356320
		2	1,18	1,87	-	0,87	442	555	-	515	30940	38850	0	36050	
		3	1,18	1,87	-	-	360	571	-	-	25200	39970	0	0	
		5	1,18	1,87	-	-	1438	2227	-	-	100660	155890	0	0	
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	423	562	-	1053	29610	39340	0	73710	
		4	1,05	1,96	-	-	5309	9867	-	-	371630	690690	0	0	
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,00	2,10	-	-	1218	2556	-	-	85260	178920	0	0	
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	1705	2739	-	-	119350	191730	0	0	
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	441	632	-	487	30870	44240	0	34090	987000
		2	1,09	1,81	-	0,61	510	1340	-	624	35700	93800	0	43680	
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	438	640	-	715	30660	44800	0	50050	
		3	1,08	1,95	-	-	4029	7250	-	-	282030	507500	0	0	
	Haringvlietdam Noord	2	0,98	2,10	-	0,61	460	1614	-	798	32200	112980	0	55860	
	Haringvlietdam Zuid	2	0,98	1,76	-	0,61	460	1293	-	594	32200	90510	0	41580	
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	423	683	-	-	29610	47810	0	0	859460
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	326	368	232	959	22820	25760	16240	67130	
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	350	621	-	-	24500	43470	0	0	
		2	1,12	1,99	-	-	452	750	-	-	31640	52500	0	0	
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	318	380	265	1128	22260	26600	18550	78960	
		4	1,12	1,99	-	-	4174	7389	-	-	292180	517230	0	0	

Converterstation locaties

Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Geologische samenstelling variant	Maaiveld*	GWS Freatisch GLG	GWS Freatisch GHG	GWS Spannings GLG	GWS Spannings GHG	Benodigde Ontwatering niveau	Benodigde freatisch verlaging GLG	Benodigde freatisch verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG
			[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]
Moerdijk	Haven Middenweg	2	3,20	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-0,90	0,00	0,40	0,00	0,00
	Chemieweg west	2	4,50	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	Shell terrein	2	2,70	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-1,40	0,00	0,90	0,00	0,00
	Naast de vuilstort West	1	-0,15	-1,65	-0,65	-1,25	-0,85	-4,25	2,60	3,60	0,00	0,00
	Krukweg	1	0,60	-0,90	0,10	-0,50	-0,10	-3,50	2,60	3,60	1,91	2,31
	Naast de vuilstort Oost	2	-0,05	-1,55	-0,55	-1,10	-0,70	-4,15	2,60	3,60	0,92	1,32
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	2	0,30	-1,20	-0,20	-0,60	-0,30	-3,80	2,60	3,60	0,00	0,00
	RWE-Terrein	2	5,70	-1,50	-0,50	-0,90	-0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	2	-0,10	-1,60	-0,60	-1,00	-0,70	-4,20	2,60	3,60	0,00	0,00
	Amertak West	2	0,10	-1,40	-0,40	-0,80	-0,50	-4,00	2,60	3,60	0,00	0,00
	Stortplaats de Hillen	2	0,50	-1,00	0,00	-0,40	-0,10	-3,60	2,60	3,60	0,00	0,00

Converterstation locaties

Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Totaal	
		Freatisch CSB		Freatisch TPB		Spannings CSB		Spannings TPB		Freatisch CSB		Spannings CSB		Freatisch TPB		Spannings TPB		GHG Situatie CSB	GHG Situatie TPB
		[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]
Moerdijk	Haven Middenweg	-	1	-	0,3	-	-	-	-	-	6076	-	-	-	1599	-	-	6076	-
	Chemieweg west	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Shell terrein	-	3	-	0,8	-	-	-	-	-	13720	-	-	-	3724	-	-	13720	-
	Naast de vuilstort West	21	29	10	14	-	-	-	-	96824	134064	-	-	46060	63700	-	-	134064	-
	Krukweg	14	21	7	10	28	32	21	24	64680	99176	133280	150136	33124	49000	96432	112504	249312	161504
	Naast de vuilstort Oost	7	9	2	2	22	32	16	23	31556	43120	104664	151312	8232	10976	75656	108976	194432	119952
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	221	307	124	172	-	-	-	-	1041740	1442168	-	-	583296	807520	-	-	1442168	-
	RWE-Terrein	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	223	309	116	160	-	-	-	-	1048208	1451184	-	-	-	-	-	-	1451184	-
	Amertak West	245	339	155	179	-	-	-	-	1151696	1594264	-	-	727160	842800	-	-	1594264	-
	Stortplaats de Hillen	255	353	96	134	-	-	-	-	1199912	1661296	-	-	453740	627984	-	-	1661296	-

Bijlage 9 – Verwachte waterbezwaar

HDD boringen In en Uitrede putten per Geologische opbouw

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Invloedsarea GLG	Invloedsarea GHG	Totaal
					per land tracé	per land tracé	Freatisch		Spannings		Freatisch		Spannings		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	0	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8	-	-	17,5
		2	0	0,37	-	-	-	1,25	-	-	-	8	-	-	17,5
		3	0	0,37	-	-	-	1,15	-	-	-	9,5	-	-	16,1
		5	0	0,37	-	-	-	20	-	-	-	25	-	-	280
	BIS GTB	1	0	0,46	-	-	-	1,6	-	-	-	9	-	-	22,4
		4	0	0,46	-	-	-	185	-	-	-	78	-	-	2590
	Oostvoornsemeer Noord	5	0	0,6	-	-	-	32	-	-	-	50	-	-	448
	Oostvoornsemeer Zuid	5	0	0,75	-	-	-	40	-	-	-	65	-	-	560
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	0	0,31	-	-	-	1,05	-	-	-	7	-	-	14,7
		2	0	0,31	-	-	-	5,8	-	-	-	27	-	-	81,2
	VHW GTB	1	0	0,45	-	-	-	1,5	-	-	-	8,45	-	-	21
		3	0	0,45	-	-	-	157	-	-	-	110	-	-	2198
	Haringvlietdam Noord	1	0	0,6	-	-	-	2	-	-	-	10,5	-	-	28
	Haringvlietdam Zuid	1	0	0,26	-	-	-	0,88	-	-	-	6	-	-	12,32
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	0	0,32	-	-	-	1,08	-	-	-	7	-	-	15,12
		3	0	0,32	-	-	-	0,92	-	-	-	6,8	-	-	12,88
	GOF GTB	1	0	0,49	-	-	-	1,6	-	-	-	11	-	-	22,4
		2	0	0,49	-	-	-	1,65	-	-	-	10	-	-	23,1
		3	0	0,49	-	-	-	1,4	-	-	-	9	-	-	19,6
		4	0	0,49	-	-	-	178	-	-	-	43	-	-	2492

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling variant	Mofputten								
			Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Totaal
							Freatisch		Spannings		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	10,20	12,00	-	160,00	4816,00
		2	1,18	1,87	-	0,87	10,30	12,20	-	380,00	10981,60
		3	1,18	1,87	-	-	8,60	13,60	-	-	380,80
		5	1,18	1,87	-	-	122,00	196,00	-	-	5488,00
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	9,00	12,10		175,00	5238,80
		4	1,05	1,96	-	-	756,00	1400,00	-	-	39200,00
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,85	2,10	-	-	192,00	218,00	-	-	6104,00
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	145,00	234,00	-	-	6552,00
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	9,50	12,30		155,00	4684,40
		2	1,09	1,81	-	0,61	33,00	56,00	-	13,00	1932,00
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	9,40	12,70	-	192,00	5731,60
		3	1,08	1,95	-	-	778,00	1396,00	-	-	39088,00
	Haringvlietdam Noord	1	0,98	2,10	-	0,61	8,50	14,90	-	155,00	4757,20
	Haringvlietdam Zuid	1	0,98	1,76	-	0,61	8,50	12,80	-	155,00	4698,40
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	9,00	15,60	-	-	436,80
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	5,80	7,00	55,00	153,00	4480,00
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	8,00	14,20	-	-	397,60
		2	1,12	1,99	-	-	9,70	17,00	-	-	476,00
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	6,00	8,00	63,00	175,00	5124,00
		4	1,12	1,99	-	-	675,00	1195,00	-	-	33460,00

Trace alternatieven

Tracé Alternatief	Sub Tracé	Geologische samenstelling / variant	Benodigde verlaging GLG	Benodigde verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Totaal
					per land tracé	per land tracé	Freatisch*		Spannings*		Freatisch*		Spannings*		GHG Situatie
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3/d]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]
Buisleidingstrook	BIS VD MRD	1	1,18	1,87	-	0,87	475	555	-	915	33250	38850	0	64050	1356320
		2	1,18	1,87	-	0,87	442	555	-	515	30940	38850	0	36050	
		3	1,18	1,87	-	-	360	571	-	-	25200	39970	0	0	
		5	1,18	1,87	-	-	1438	2227	-	-	100660	155890	0	0	
	BIS GTB	1	1,05	1,96	-	0,96	423	562	-	1053	29610	39340	0	73710	
		4	1,05	1,96	-	-	5309	9867	-	-	371630	690690	0	0	
	Oostvoornsemeer Noord	5	1,00	2,10	-	-	1218	2556	-	-	85260	178920	0	0	
	Oostvoornsemeer Zuid	5	1,40	2,25	-	-	1705	2739	-	-	119350	191730	0	0	
Voorne-Hoeksche Waard	VHW VD MRD	1	1,09	1,81	-	0,61	441	632	-	487	30870	44240	0	34090	987000
		2	1,09	1,81	-	0,61	510	1340	-	624	35700	93800	0	43680	
	VHW GTB	1	1,08	1,95	-	0,75	438	640	-	715	30660	44800	0	50050	
		3	1,08	1,95	-	-	4029	7250	-	-	282030	507500	0	0	
	Haringvlietdam Noord	2	0,98	2,10	-	0,61	460	1614	-	798	32200	112980	0	55860	
	Haringvlietdam Zuid	2	0,98	1,76	-	0,61	460	1293	-	594	32200	90510	0	41580	
Goeree-Overflakkee	GOF VD MRD	2	1,05	1,82	-	-	423	683	-	-	29610	47810	0	0	859460
		3	1,05	1,82	0,45	1,21	326	368	232	959	22820	25760	16240	67130	
	GOF GTB	1	1,12	1,99	-	-	350	621	-	-	24500	43470	0	0	
		2	1,12	1,99	-	-	452	750	-	-	31640	52500	0	0	
		3	1,12	1,99	0,51	1,38	318	380	265	1128	22260	26600	18550	78960	
		4	1,12	1,99	-	-	4174	7389	-	-	292180	517230	0	0	

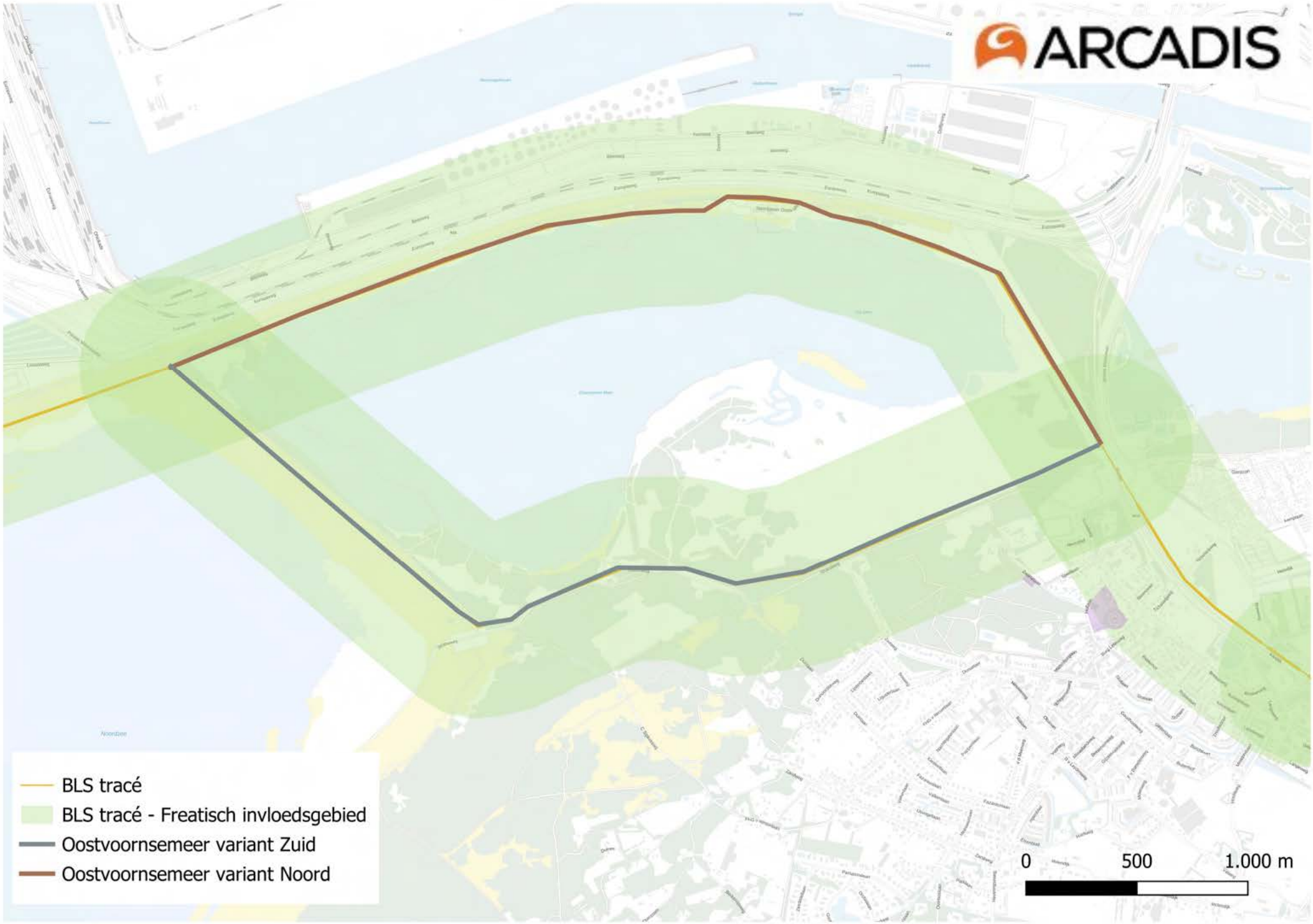
Converterstation locaties

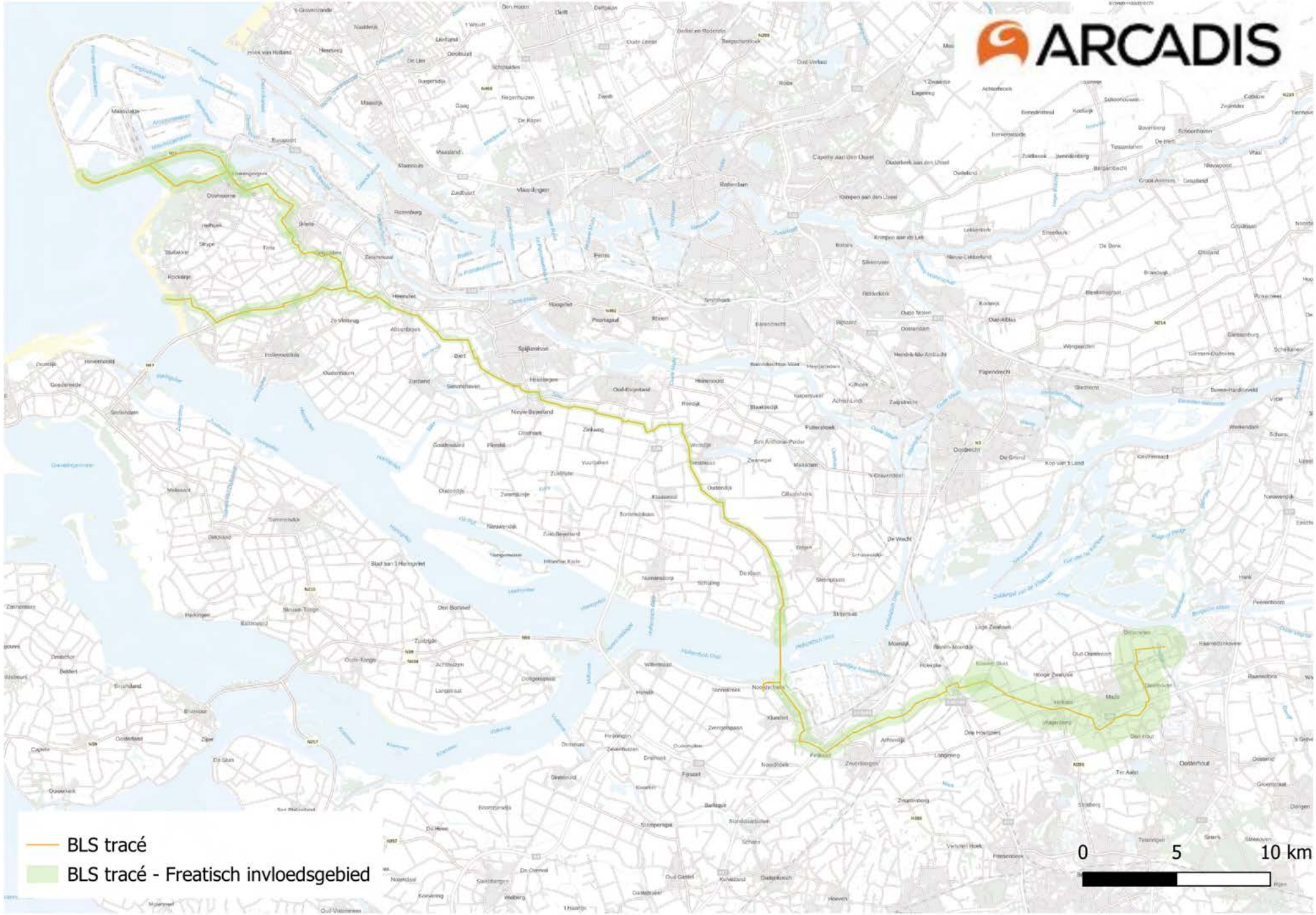
Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Geologische samenstelling variant	Maaiveld*	GWS Freatisch GLG	GWS Freatisch GHG	GWS Spannings GLG	GWS Spannings GHG	Benodigde Ontwatering niveau	Benodigde freatisch verlaging GLG	Benodigde freatisch verlaging GHG	Benodigde spannings verlaging GLG	Benodigde spannings verlaging GLG
			[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]
Moerdijk	Haven Middenweg	2	3,20	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-0,90	0,00	0,40	0,00	0,00
	Chemieweg west	2	4,50	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	Shell terrein	2	2,70	-1,50	-0,50	-1,10	-0,70	-1,40	0,00	0,90	0,00	0,00
	Naast de vuilstort West	1	-0,15	-1,65	-0,65	-1,25	-0,85	-4,25	2,60	3,60	0,00	0,00
	Krukweg	1	0,60	-0,90	0,10	-0,50	-0,10	-3,50	2,60	3,60	1,91	2,31
	Naast de vuilstort Oost	2	-0,05	-1,55	-0,55	-1,10	-0,70	-4,15	2,60	3,60	0,92	1,32
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	2	0,30	-1,20	-0,20	-0,60	-0,30	-3,80	2,60	3,60	0,00	0,00
	RWE-Terrein	2	5,70	-1,50	-0,50	-0,90	-0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	2	-0,10	-1,60	-0,60	-1,00	-0,70	-4,20	2,60	3,60	0,00	0,00
	Amertak West	2	0,10	-1,40	-0,40	-0,80	-0,50	-4,00	2,60	3,60	0,00	0,00
	Stortplaats de Hillen	2	0,50	-1,00	0,00	-0,40	-0,10	-3,60	2,60	3,60	0,00	0,00

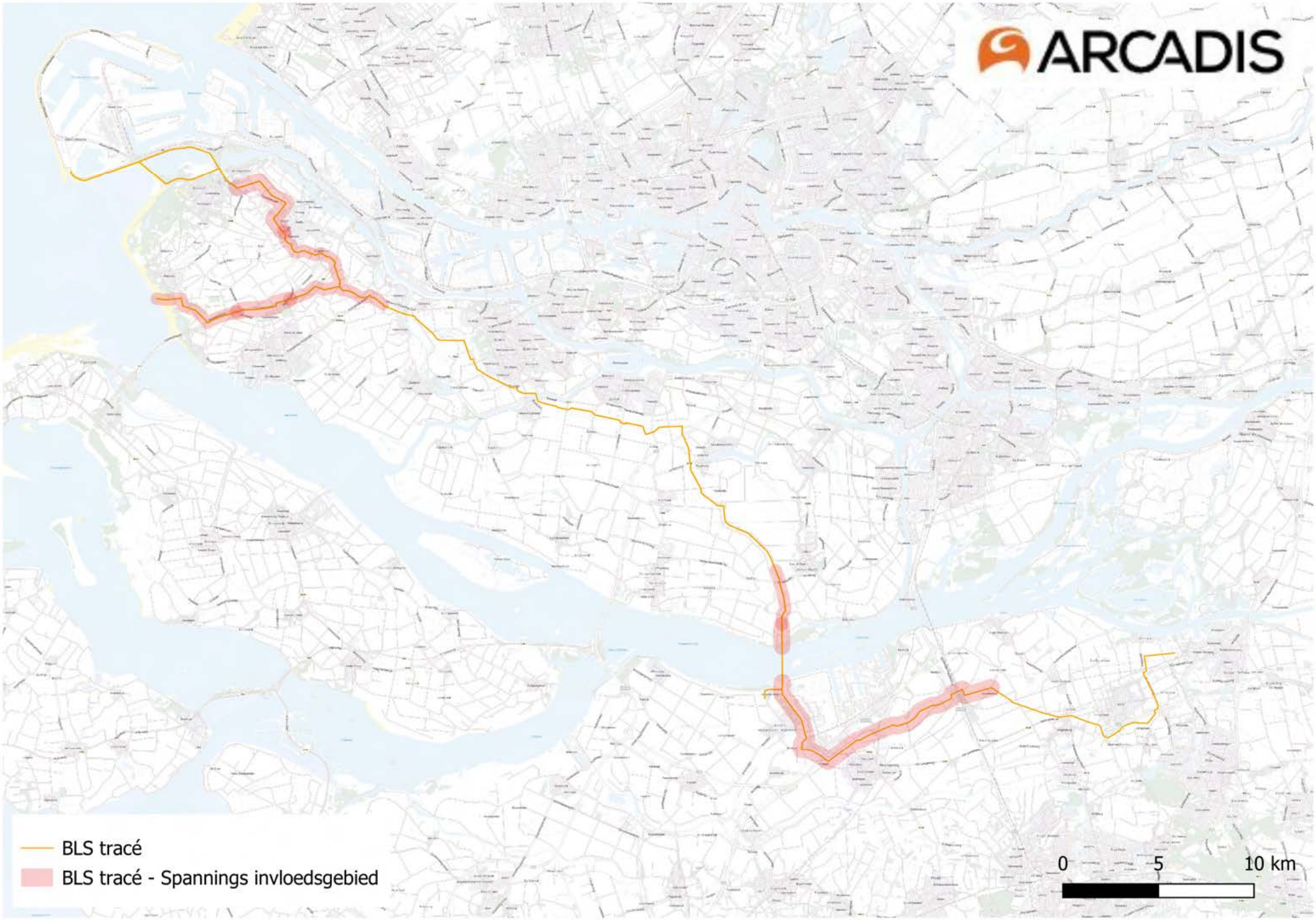
Converterstation locaties

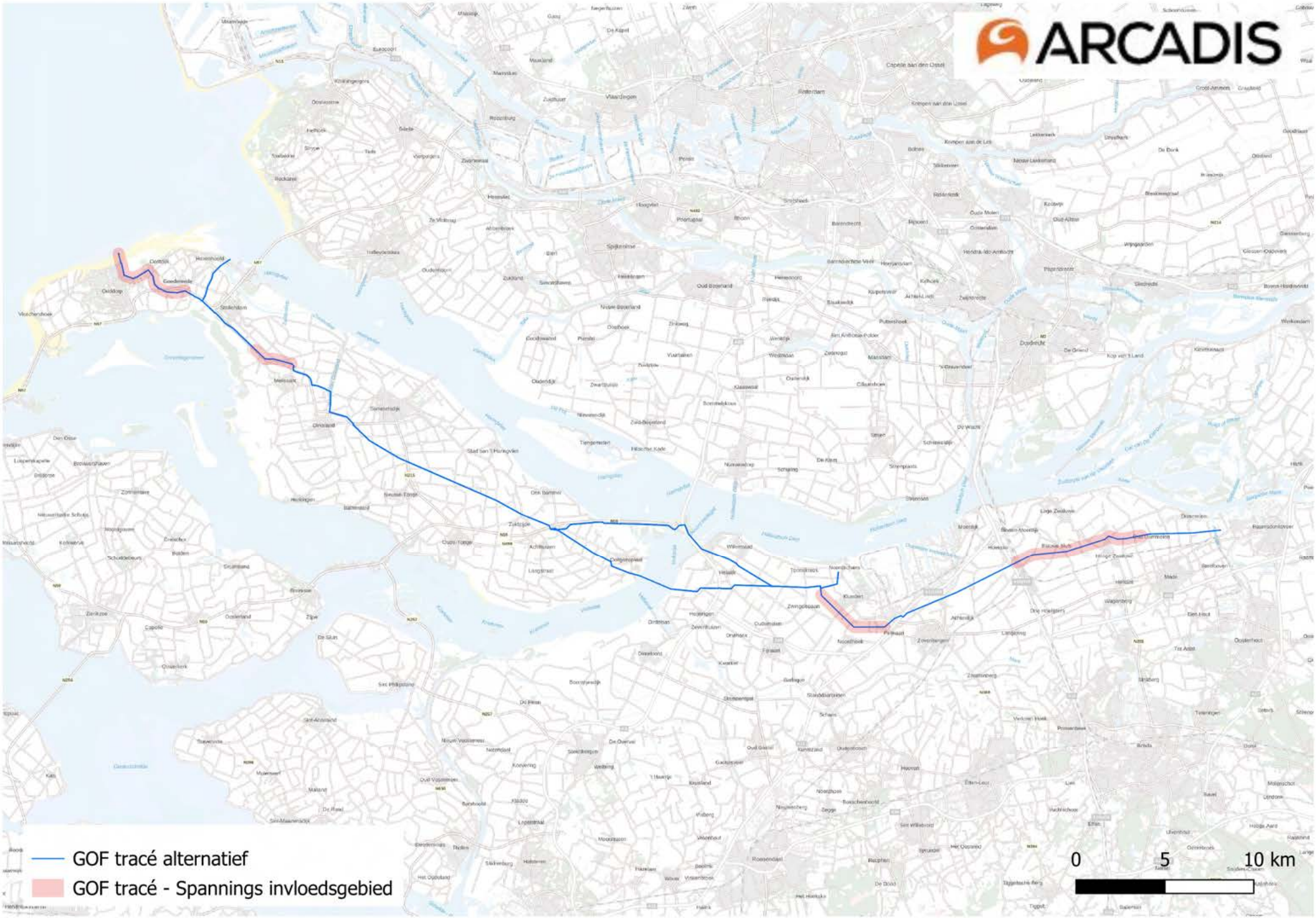
Converterstation locaties	Variant onderzoek locatie	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Prognose debiet GLG	Prognose debiet GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Verwachte waterbezwaar GLG	Verwachte waterbezwaar GHG	Totaal	
		Freatisch CSB		Freatisch TPB		Spannings CSB		Spannings TPB		Freatisch CSB		Spannings CSB		Freatisch TPB		Spannings TPB		GHG Situatie CSB	GHG Situatie TPB
		[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m3/uur]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]
Moerdijk	Haven Middenweg	-	1	-	0,3	-	-	-	-	-	6076	-	-	-	1599	-	-	6076	-
	Chemieweg west	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Shell terrein	-	3	-	0,8	-	-	-	-	-	13720	-	-	-	3724	-	-	13720	-
	Naast de vuilstort West	21	29	10	14	-	-	-	-	96824	134064	-	-	46060	63700	-	-	134064	-
	Krukweg	14	21	7	10	28	32	21	24	64680	99176	133280	150136	33124	49000	96432	112504	249312	161504
	Naast de vuilstort Oost	7	9	2	2	22	32	16	23	31556	43120	104664	151312	8232	10976	75656	108976	194432	119952
Geertruidenberg	Standhazenzedijk	221	307	124	172	-	-	-	-	1041740	1442168	-	-	583296	807520	-	-	1442168	-
	RWE-Terrein	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	bedrijventerrein Gasthuiswaard	223	309	116	160	-	-	-	-	1048208	1451184	-	-	-	-	-	-	1451184	-
	Amertak West	245	339	155	179	-	-	-	-	1151696	1594264	-	-	727160	842800	-	-	1594264	-
	Stortplaats de Hillen	255	353	96	134	-	-	-	-	1199912	1661296	-	-	453740	627984	-	-	1661296	-

Bijlage 10 – Verlaging van grondwaterstand


ARCADIS
BLS tracé
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Oostvoornsemeer variant Zuid
Oostvoornsemeer variant Noord
0
500
1.000 m

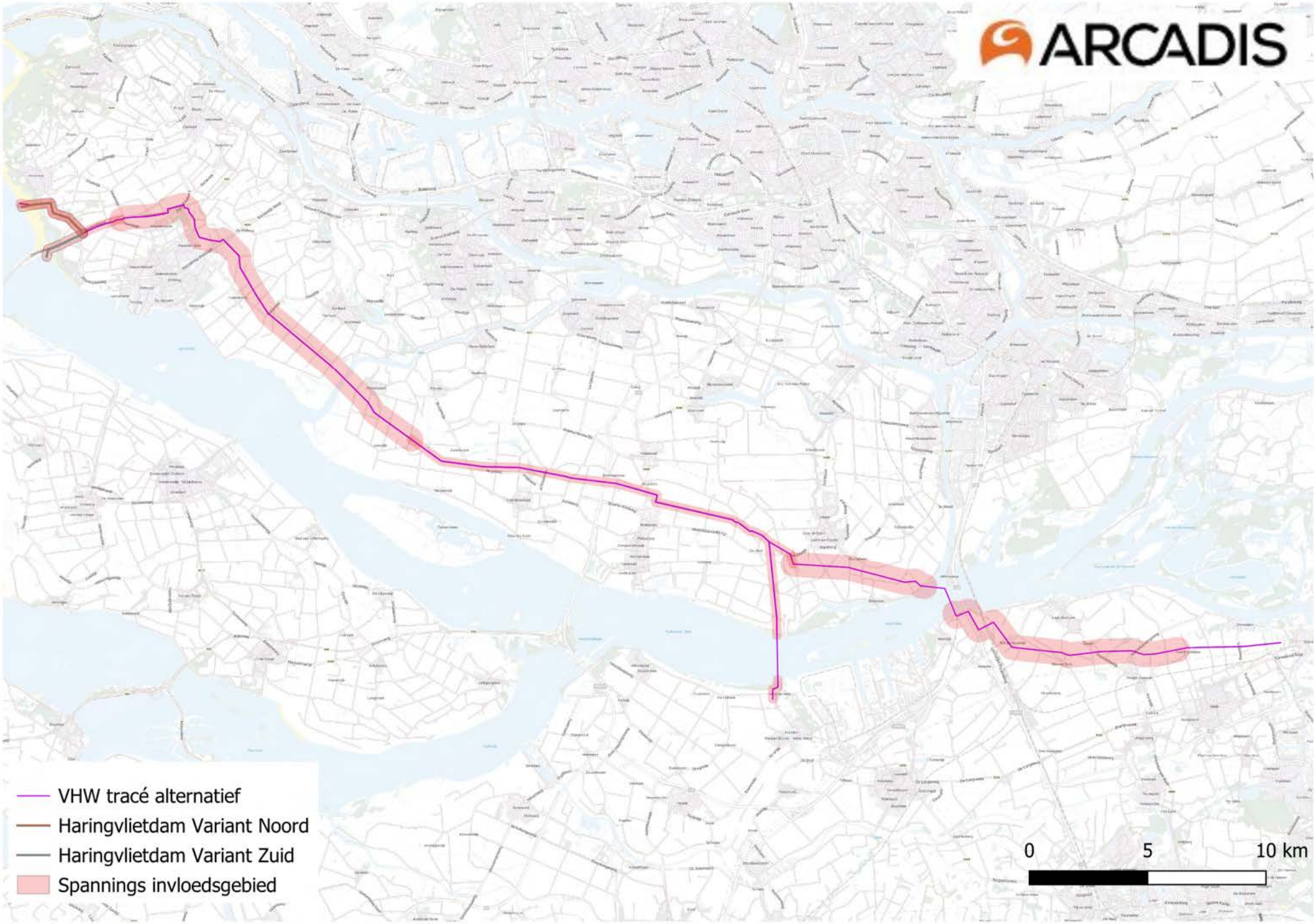

ARCADIS
BLS tracé
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km

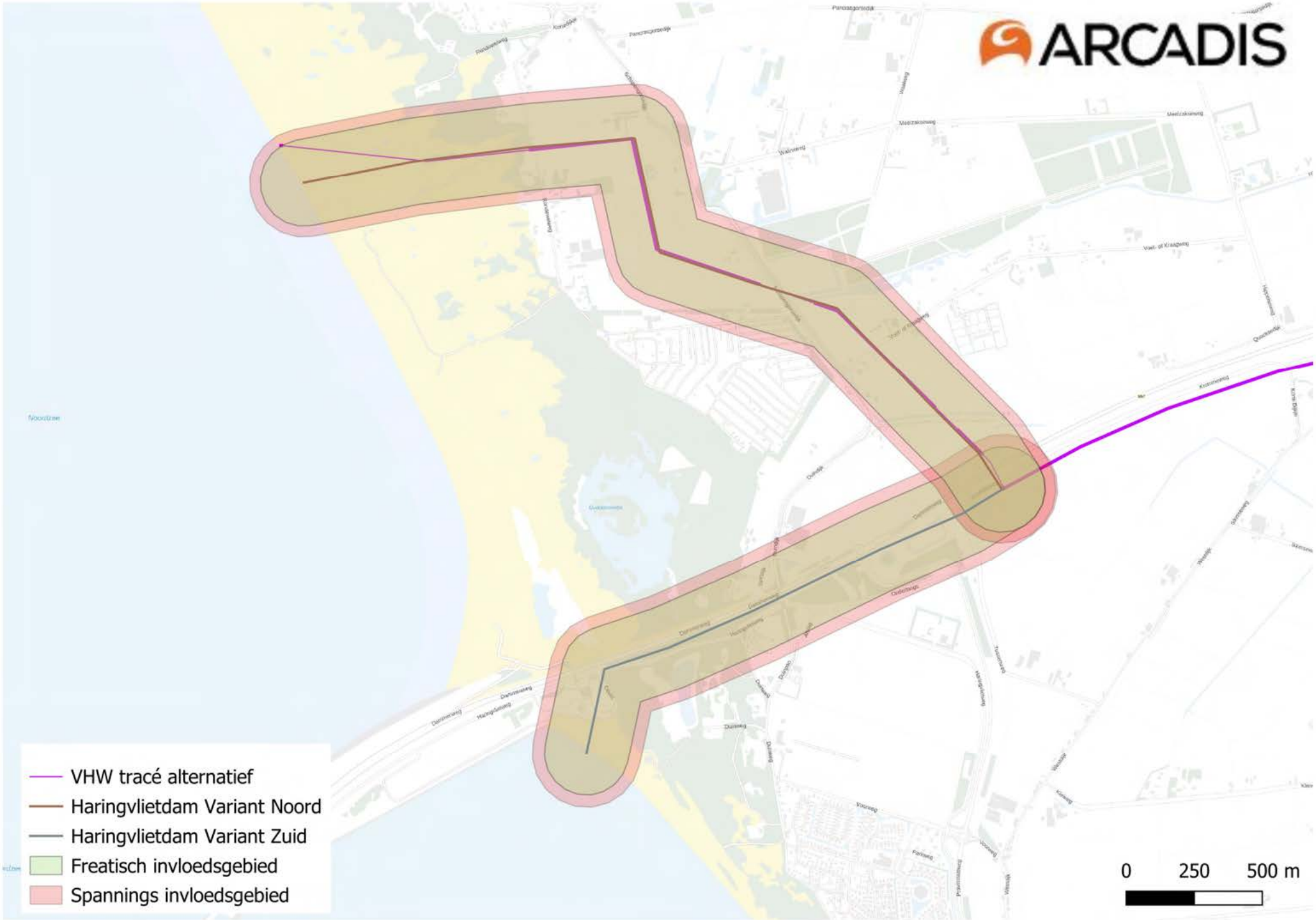

ARCADIS
BLS tracé
BLS tracé - Spannings invloedsgebied
0
5
10 km


ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Spannings invloedsgebied
0
5
10 km

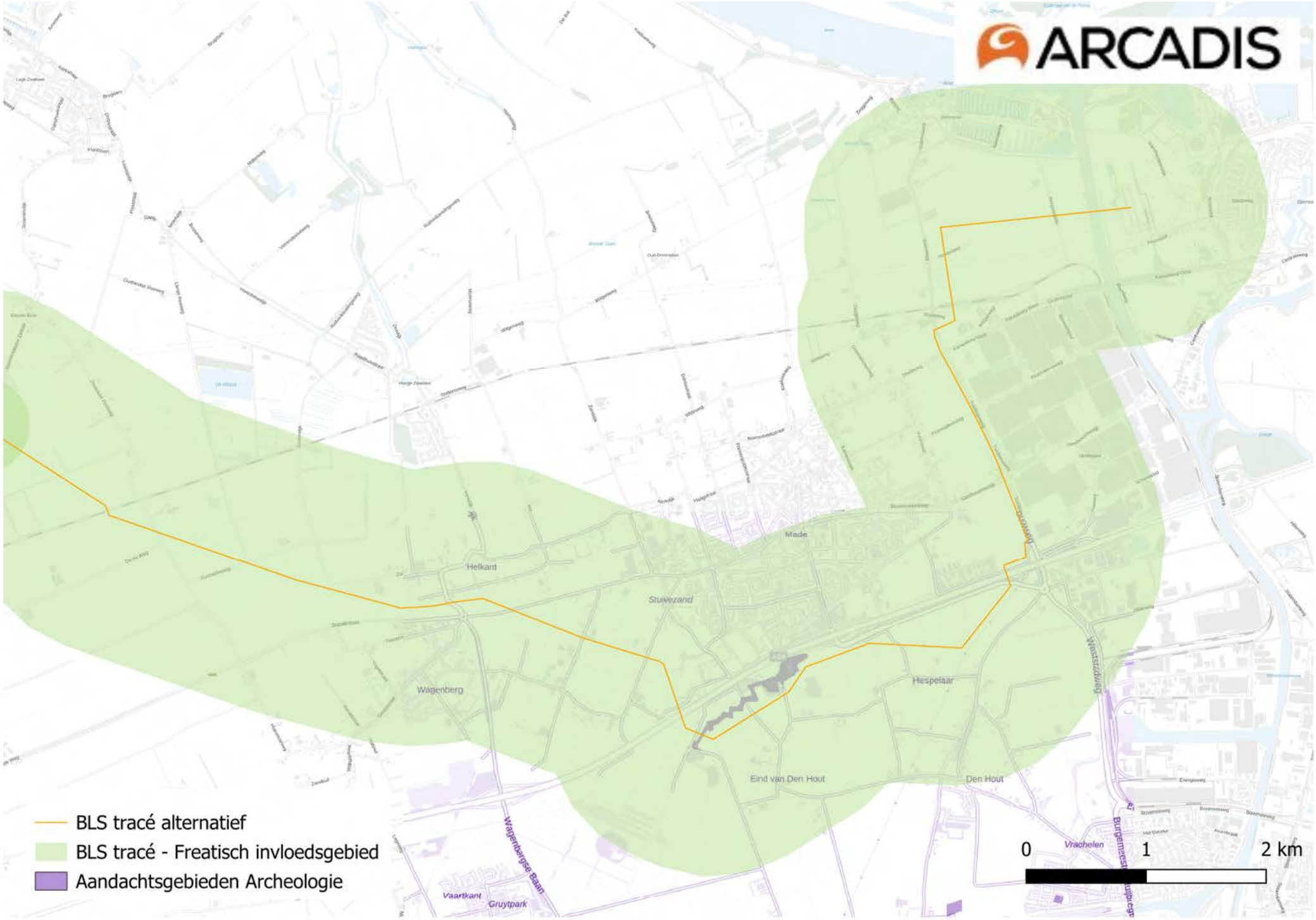

ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
0
7,5
15 km

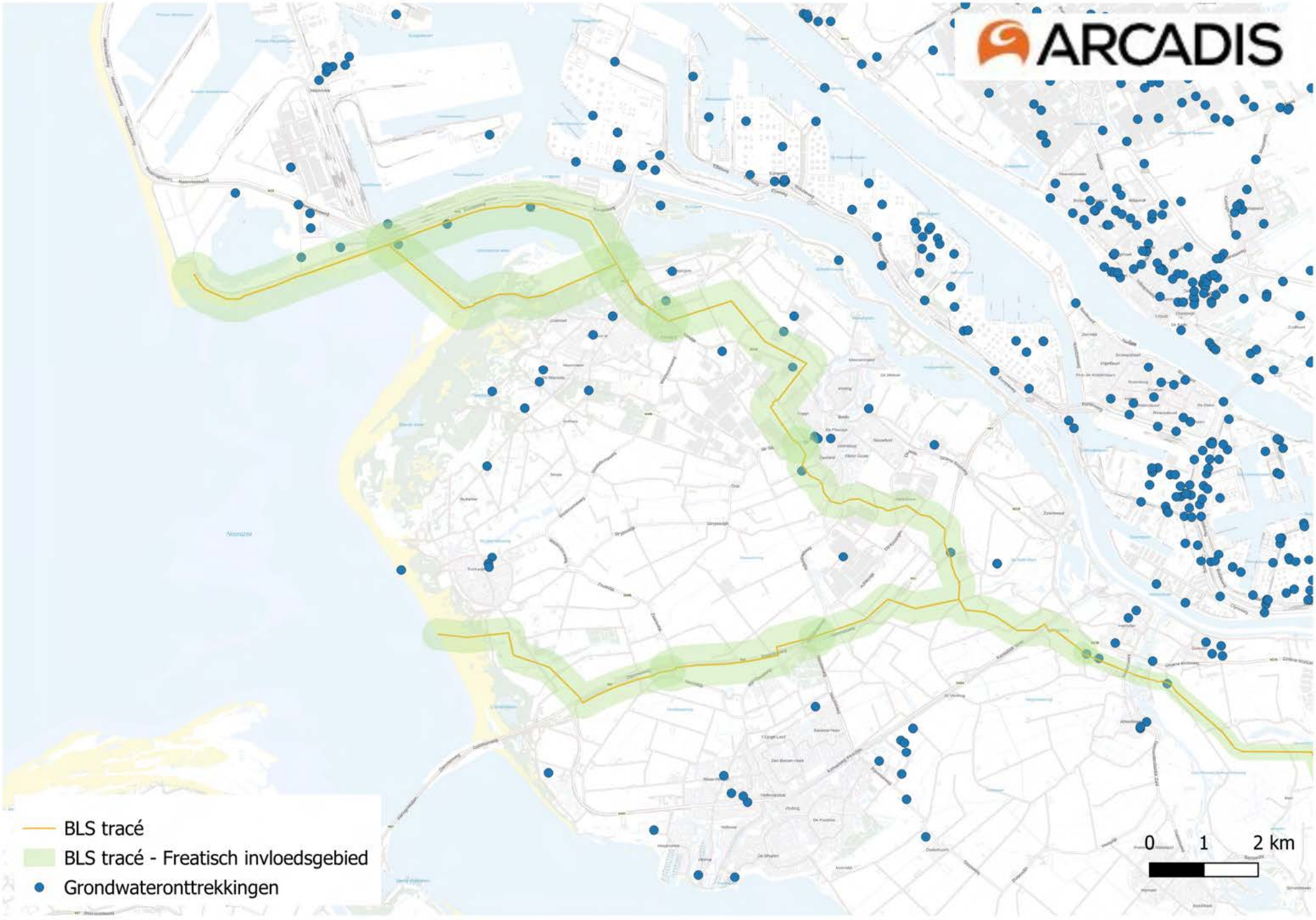

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km

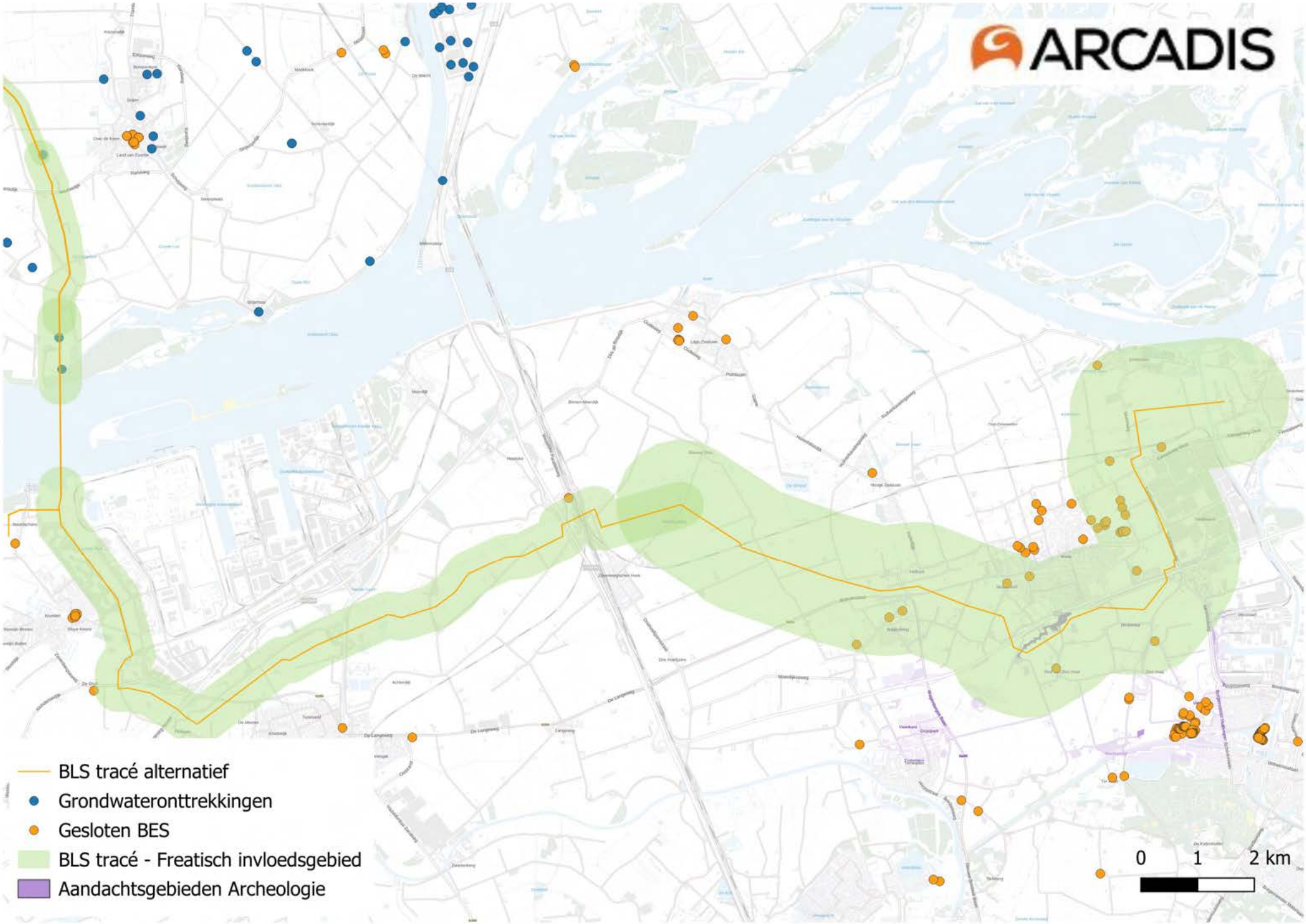

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
Spannings invloedsgebied
0
5
10 km


VHW tracé alternatief
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
Freatisch invloedsgebied
Spannings invloedsgebied
0
250
500 m

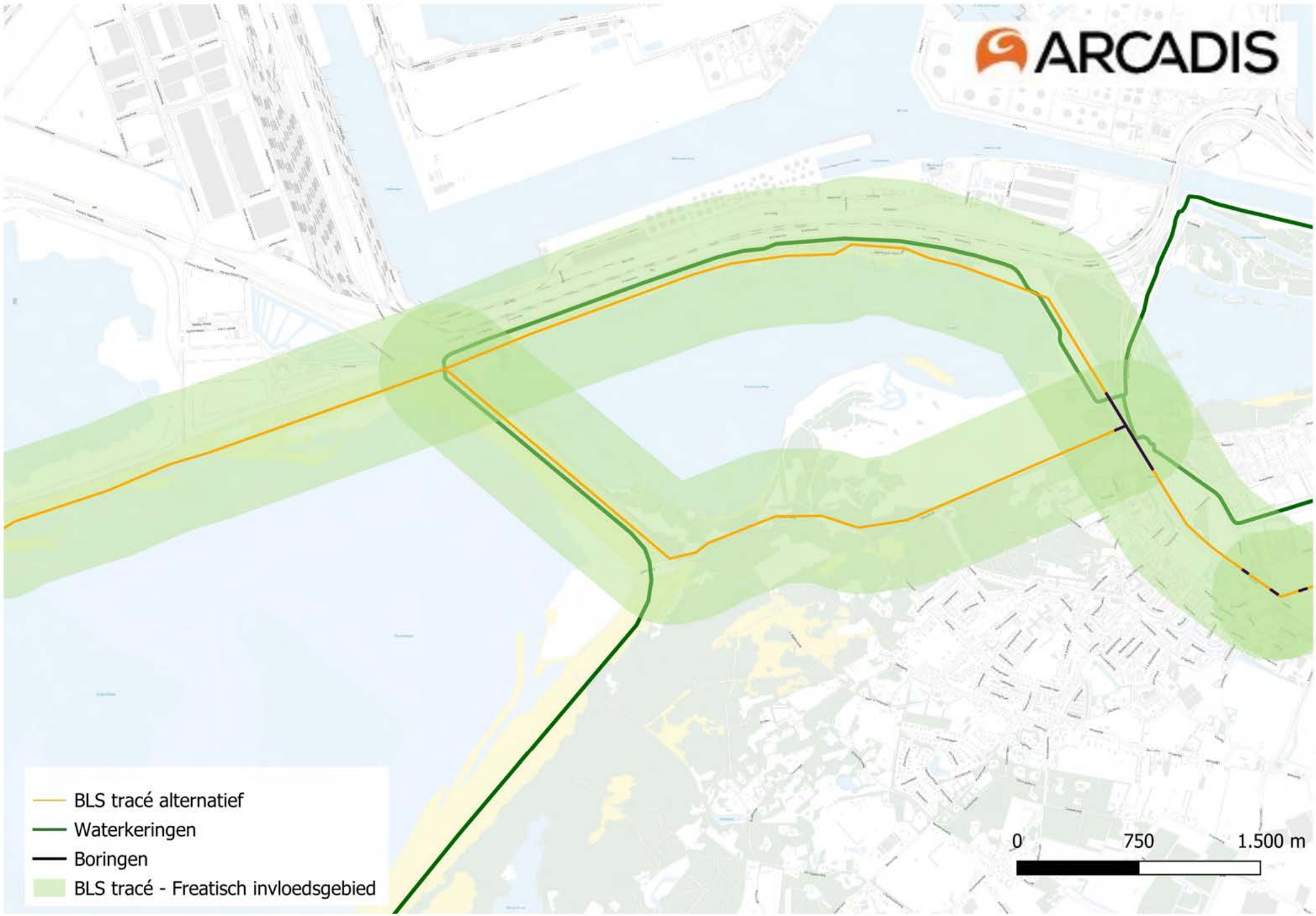
Bijlage 11 – Omgevingseffecten

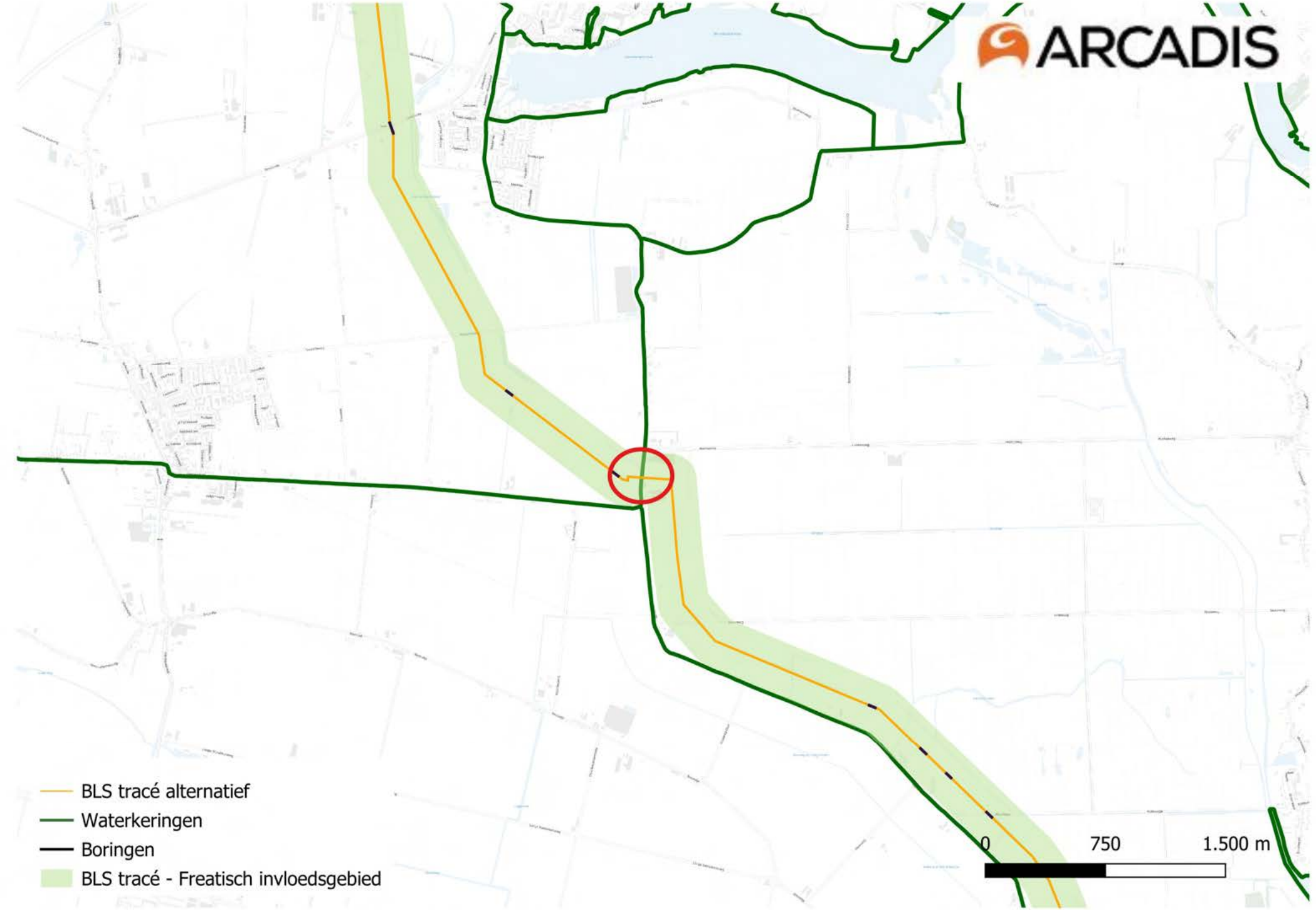

ARCADIS
BLS tracé alternatief
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Archeologie
0
1
2 km
Made
Helkant
Stuivezand
Wagenberg
Hespelaar
Eind van Den Hout
Den Hout
Vrachelen
Vaartkant
Gruytpark
Wagenbergse Baan
Weststraweg

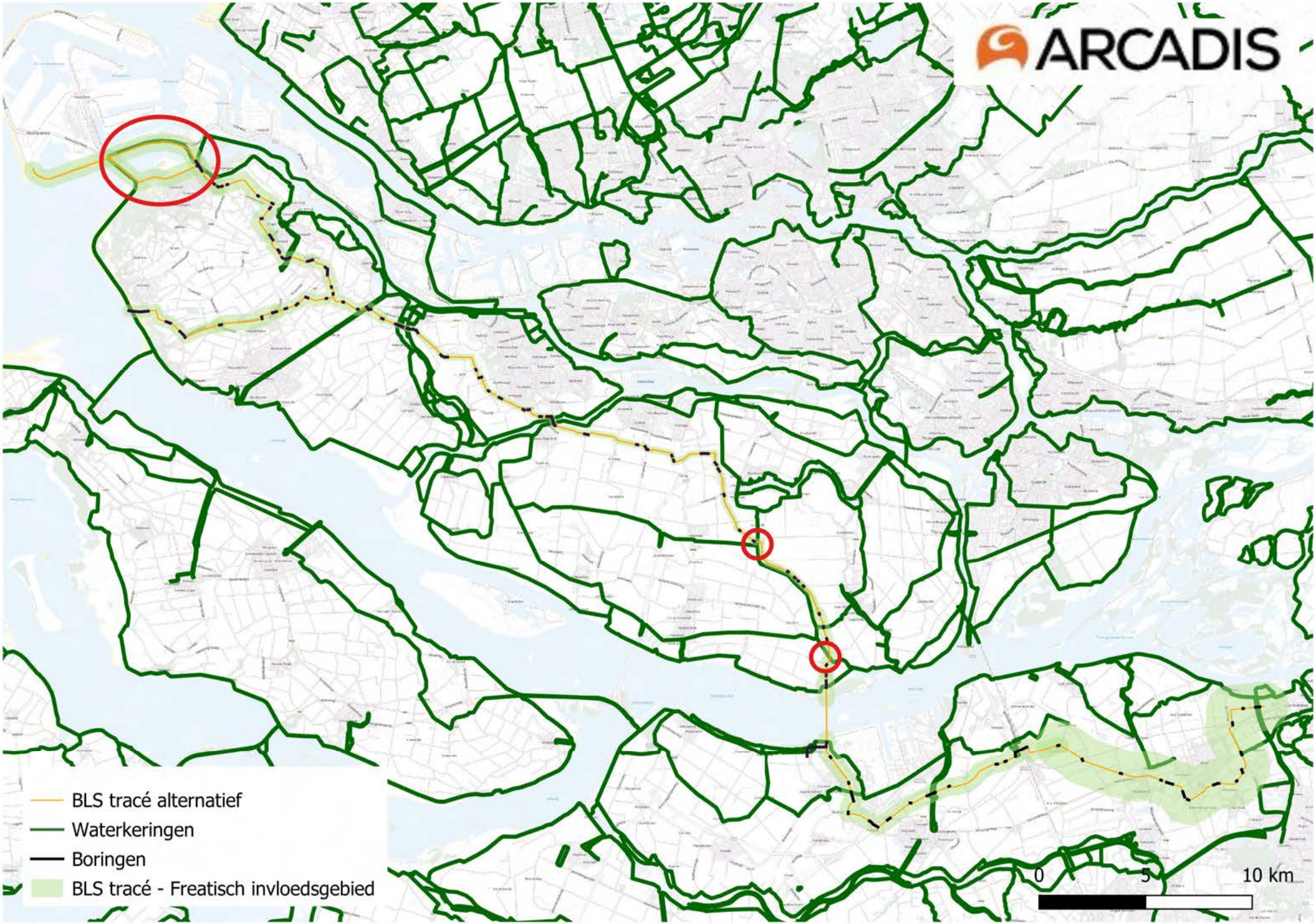

ARCADIS
BLS tracé
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Grondwateronttrekkingen
0
1
2 km

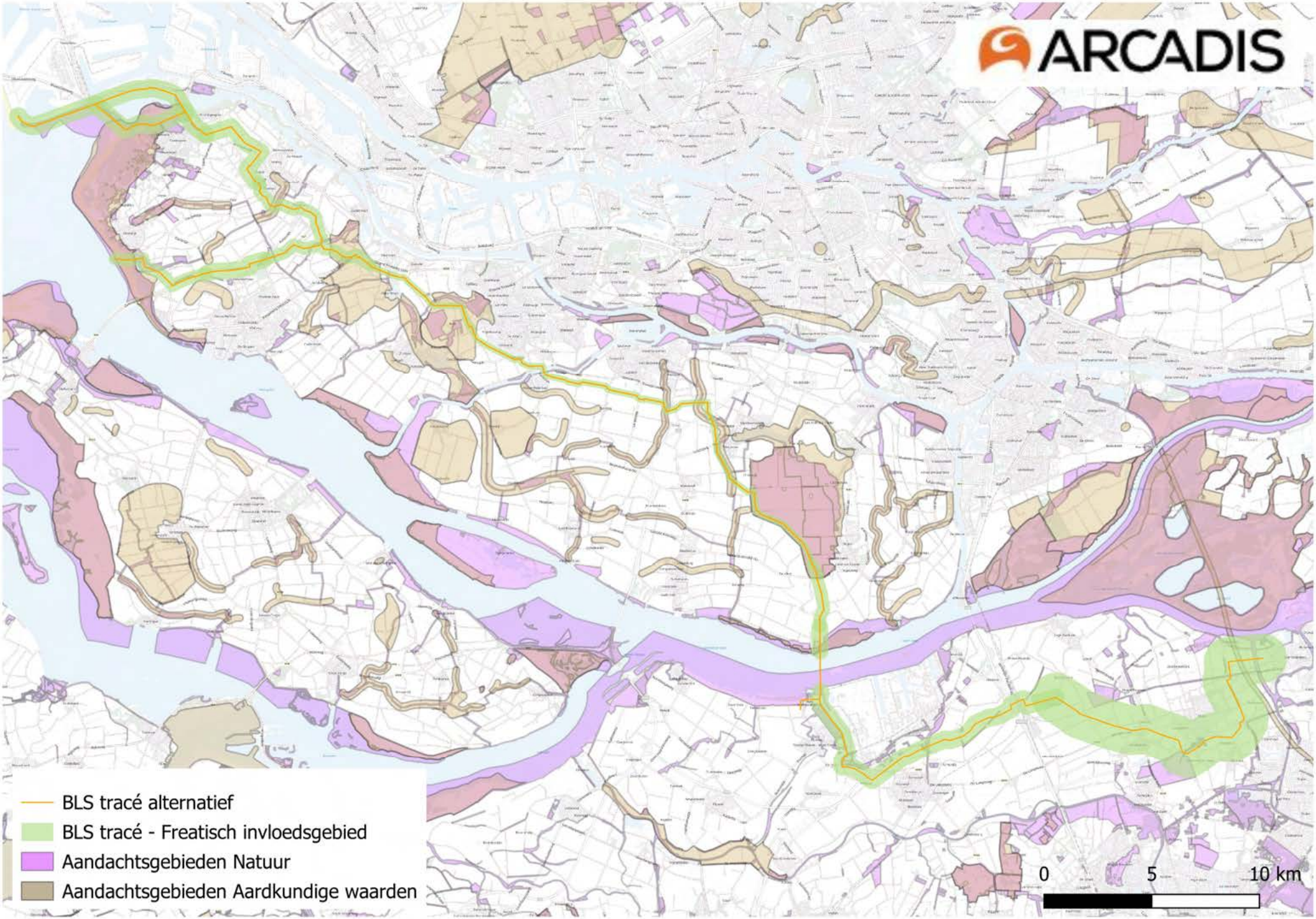

ARCADIS
BLS tracé alternatief
Grondwateronttrekkingen
Gesloten BES
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Archeologie
0
1
2 km

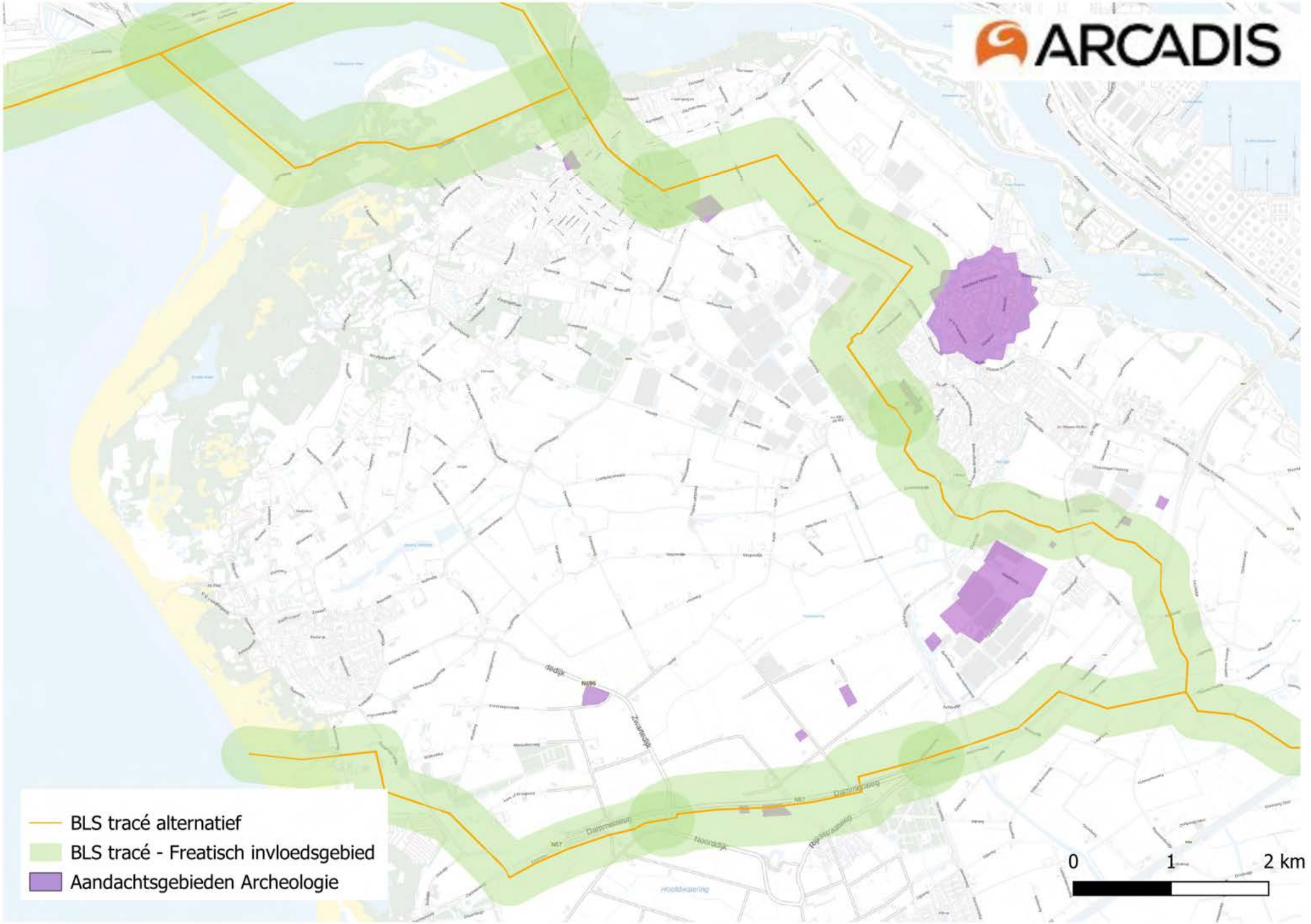

ARCADIS
BLS tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m

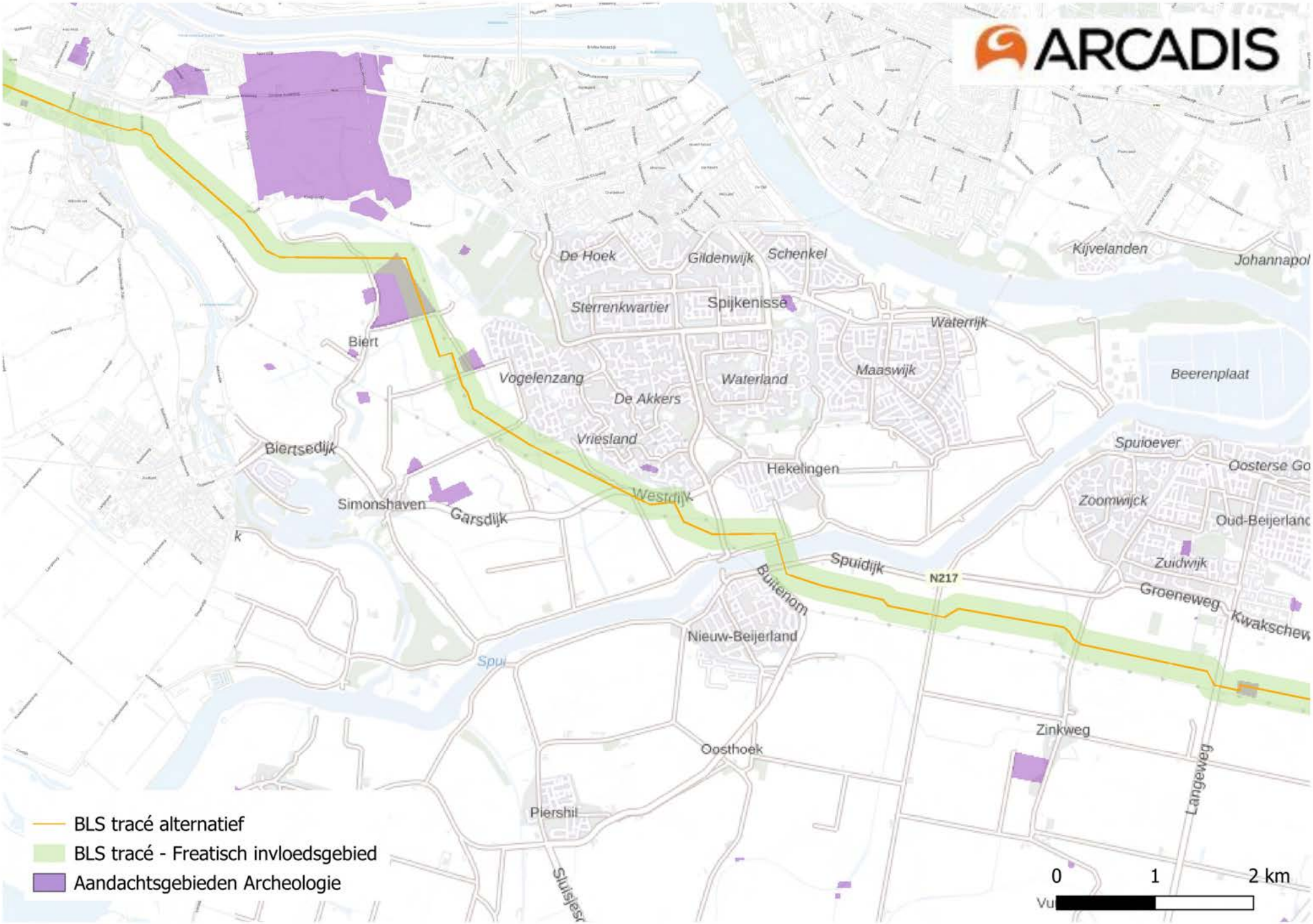

ARCADIS
BLS tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m

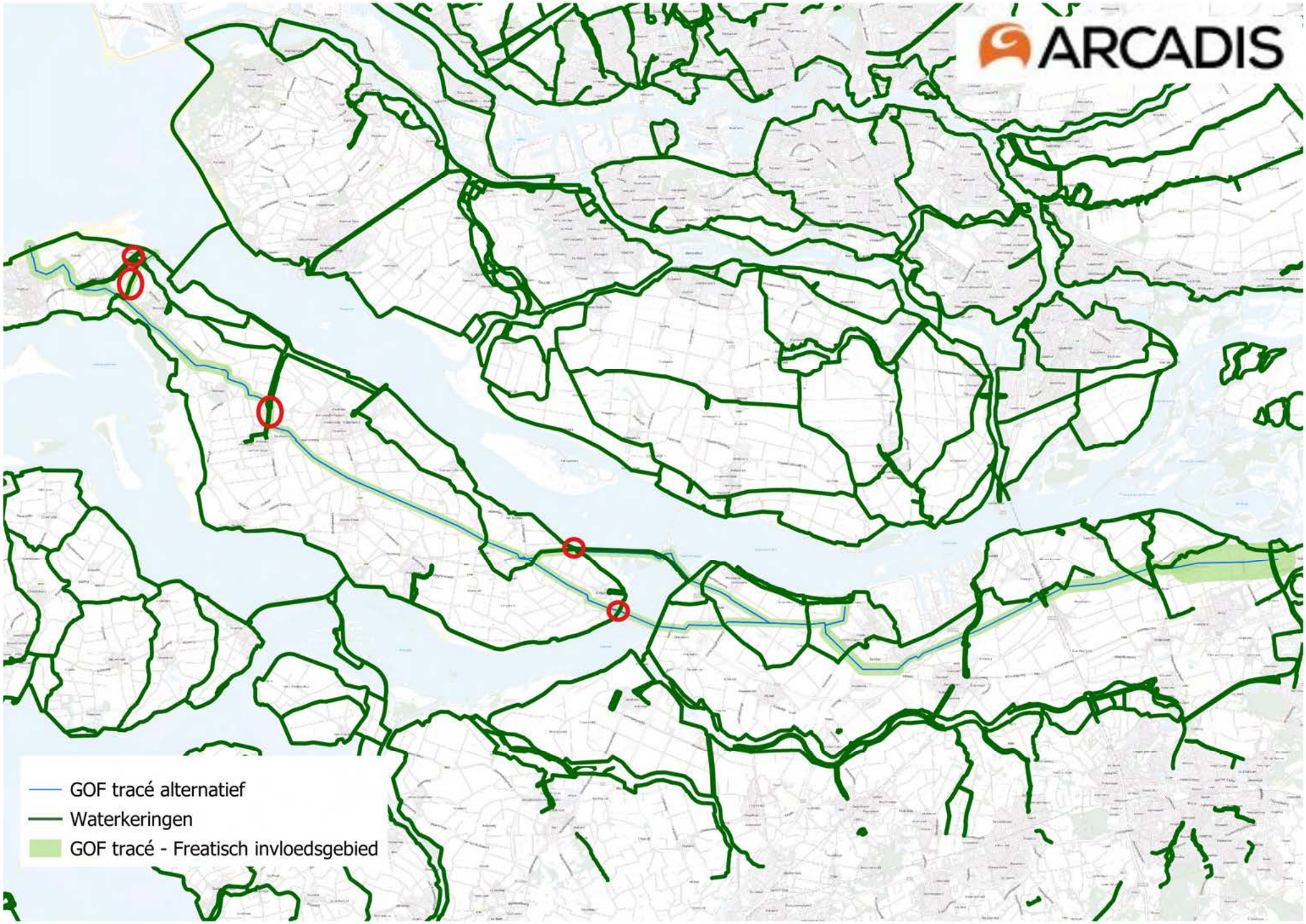

ARCADIS
BLS tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m


ARCADIS
BLS tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km

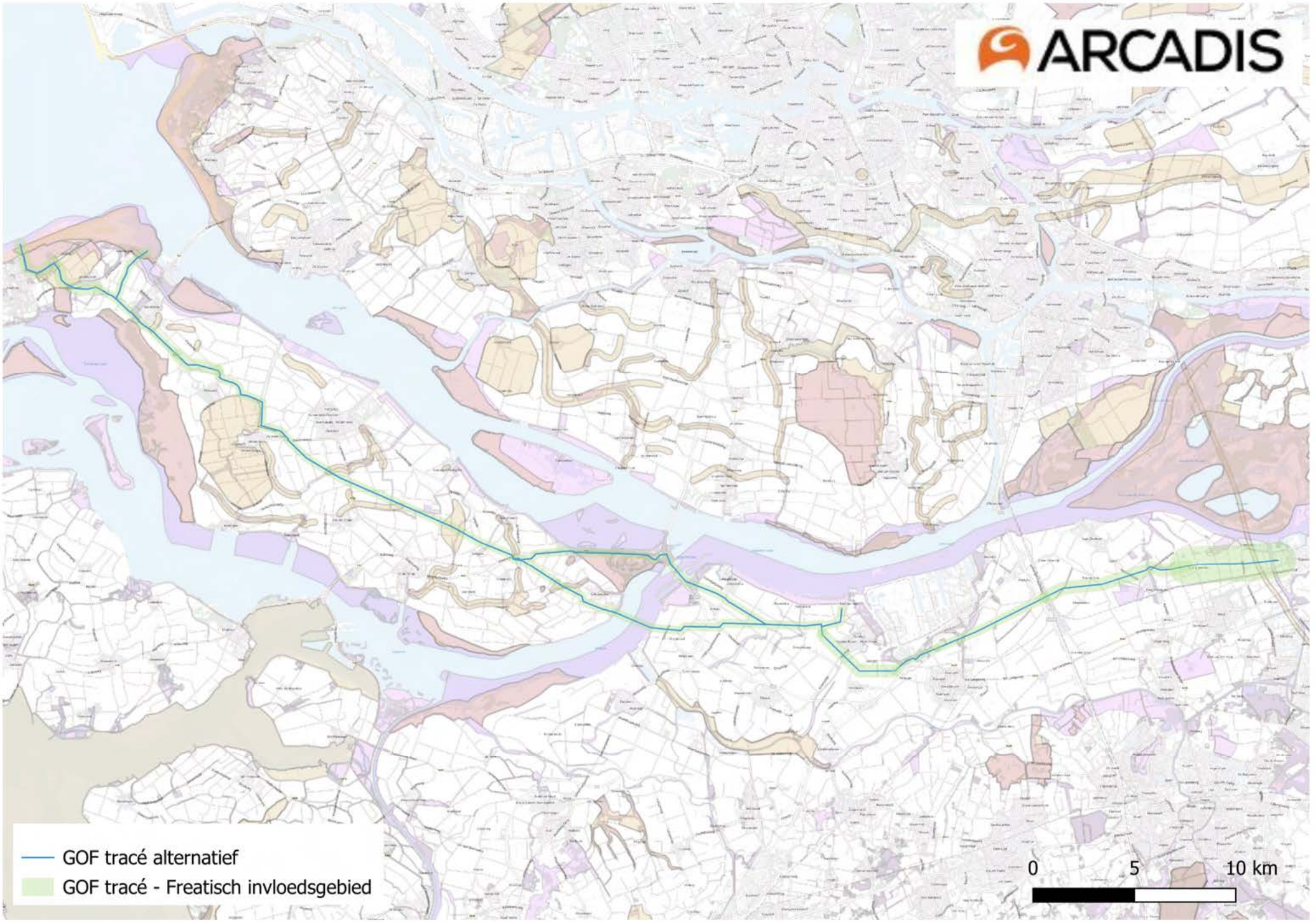

ARCADIS
BLS tracé alternatief
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Natuur
Aandachtsgebieden Aardkundige waarden
0
5
10 km

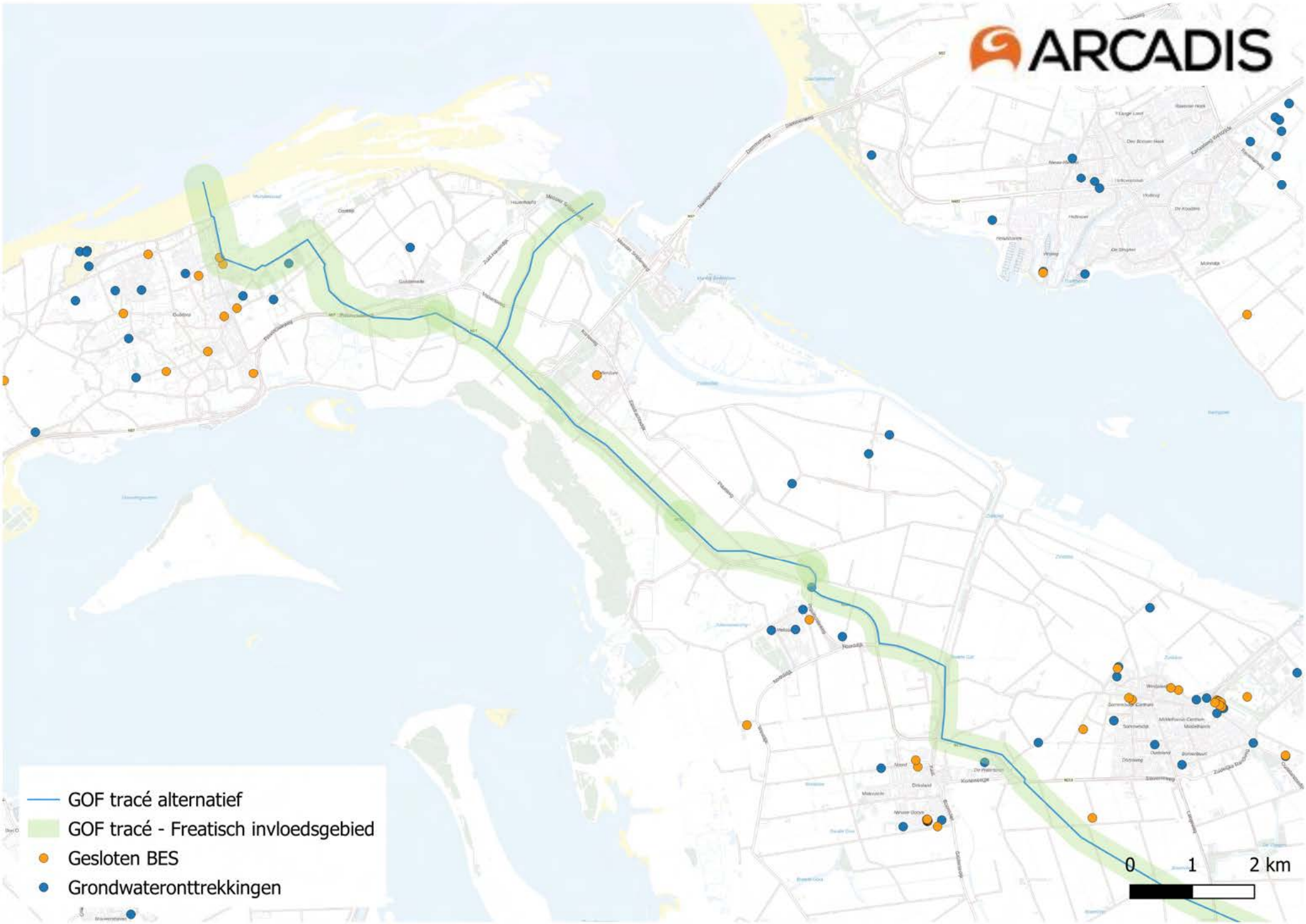

ARCADIS
BLS tracé alternatief
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Archeologie
0
1
2 km

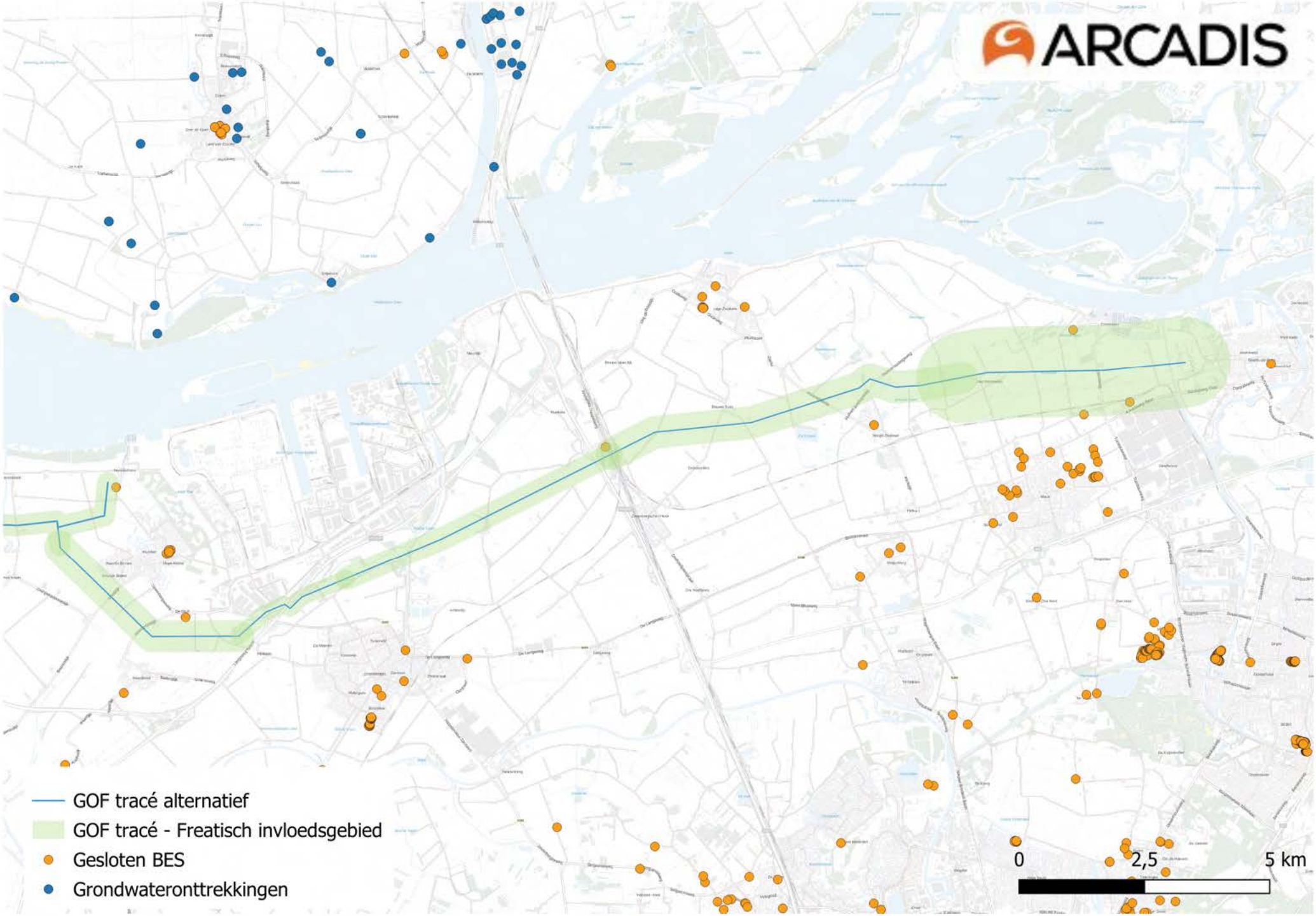

ARCADIS
De Hoek
Gildenwijk
Schenkel
Kijvelanden
Johannapol
Sterrenkwartier
Spijkenisse
Waterrijk
Biert
Vogelenzang
Waterland
Maaswijk
Beerenplaat
De Akkers
Vriesland
Spuioever
Biertsedijk
Hekelingen
Oosterse Go
Simonshaven
Garsdijk
Westdijk
Zoomwijck
Oud-Beijerlanc
Spuidijk
N217
Zuidwijk
Buitenom
Groeneweg
Kwakschew
Nieuw-Beijerland
Spui
Zinkweg
Oosthoek
Langeweg
Piershil
BLS tracé alternatief
BLS tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Archeologie
0
1
2 km

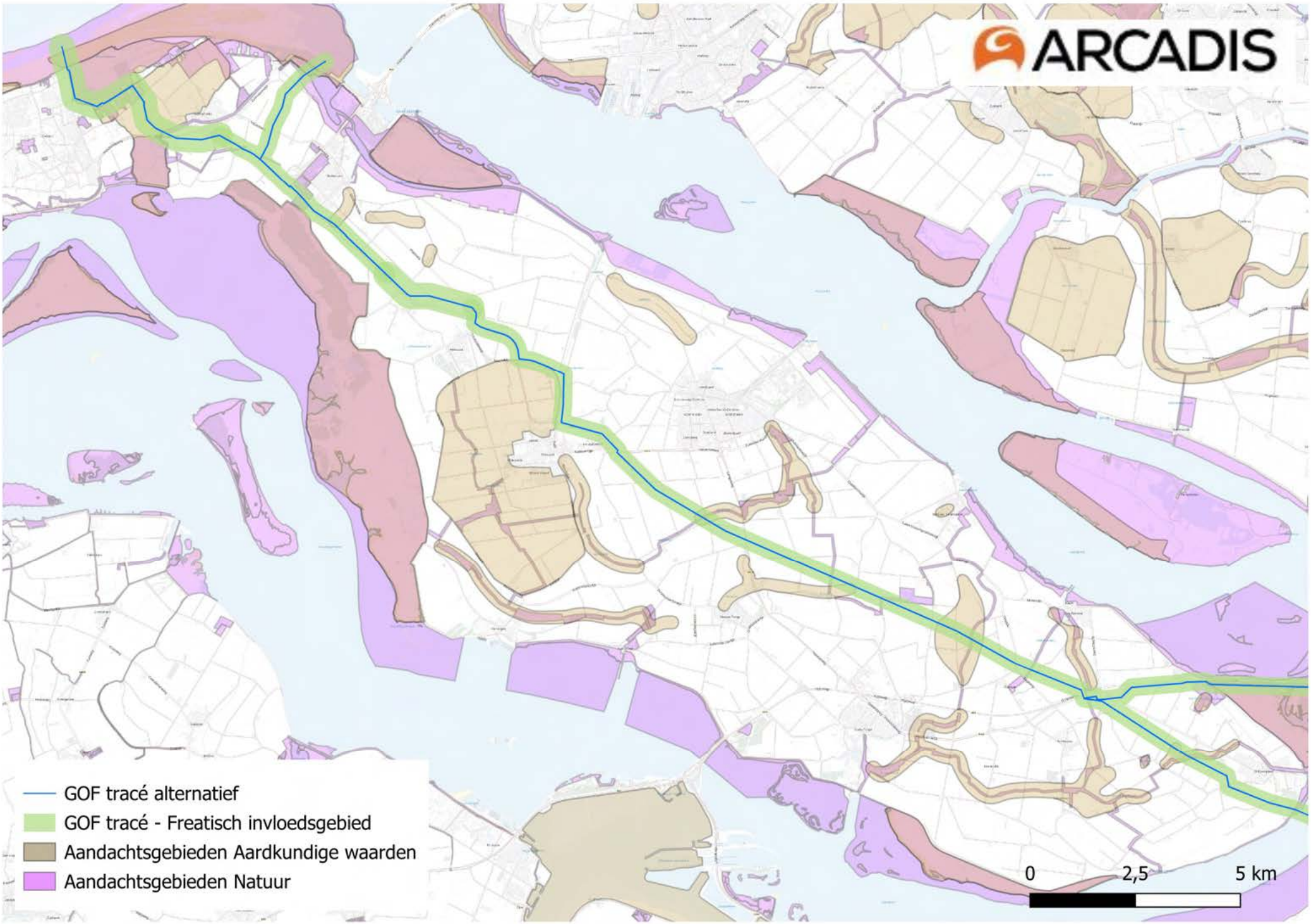

ARCADIS
GOF tracé alternatief
Waterkeringen
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied

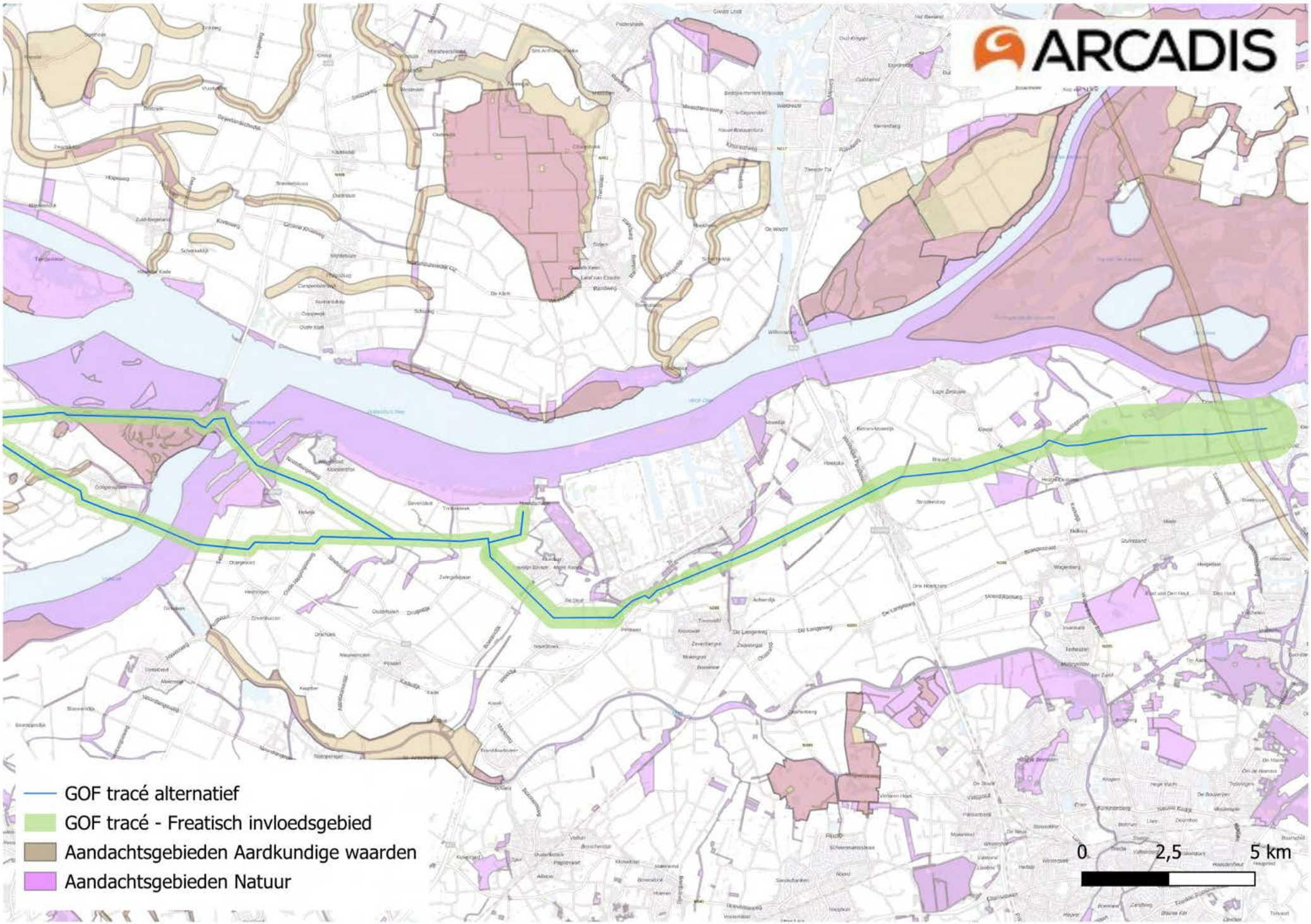

ARCADIS
GOF tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
0
1
2 km

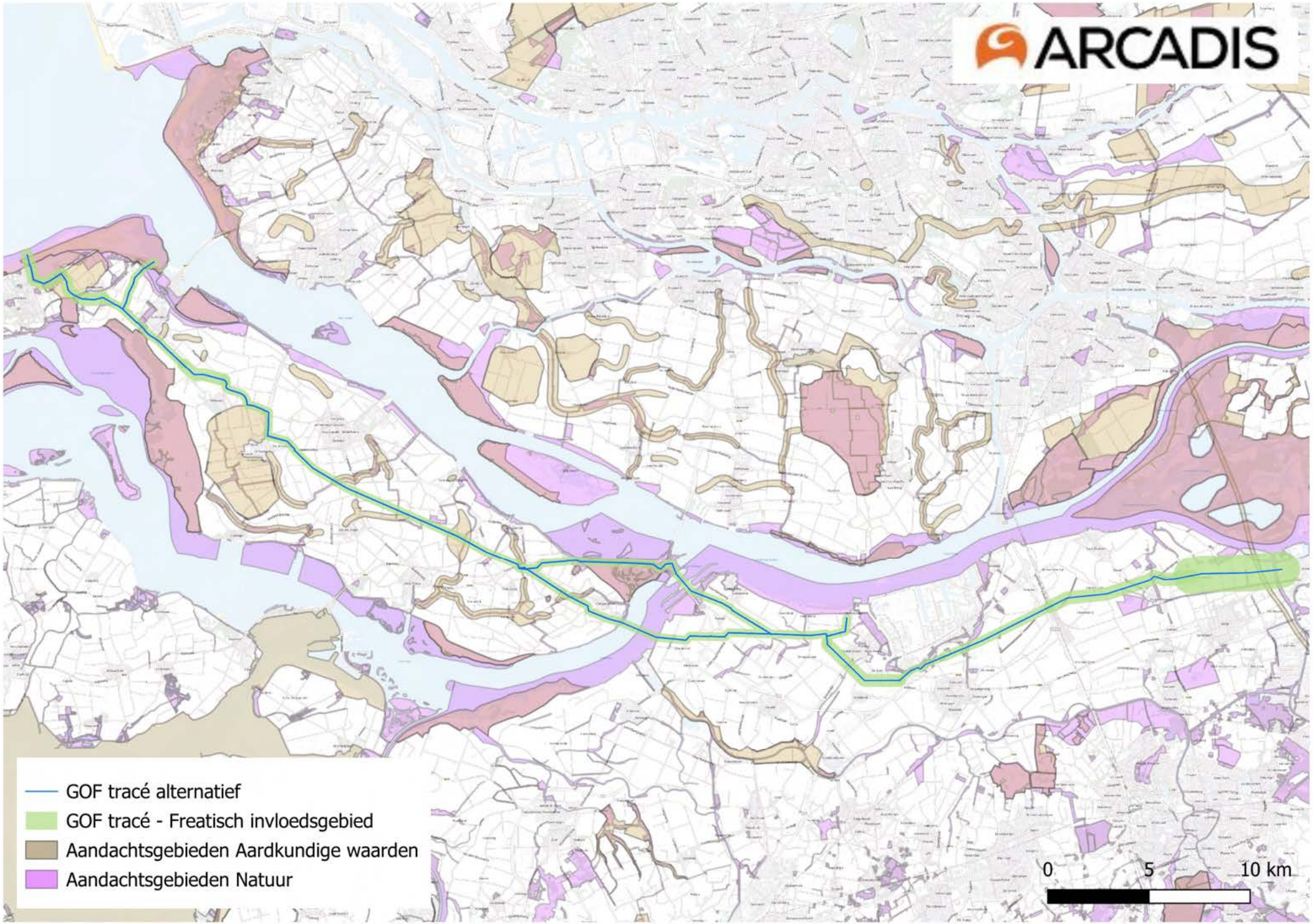

ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km


GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
Gesloten BES
Grondwateronttrekkingen
0
1
2 km

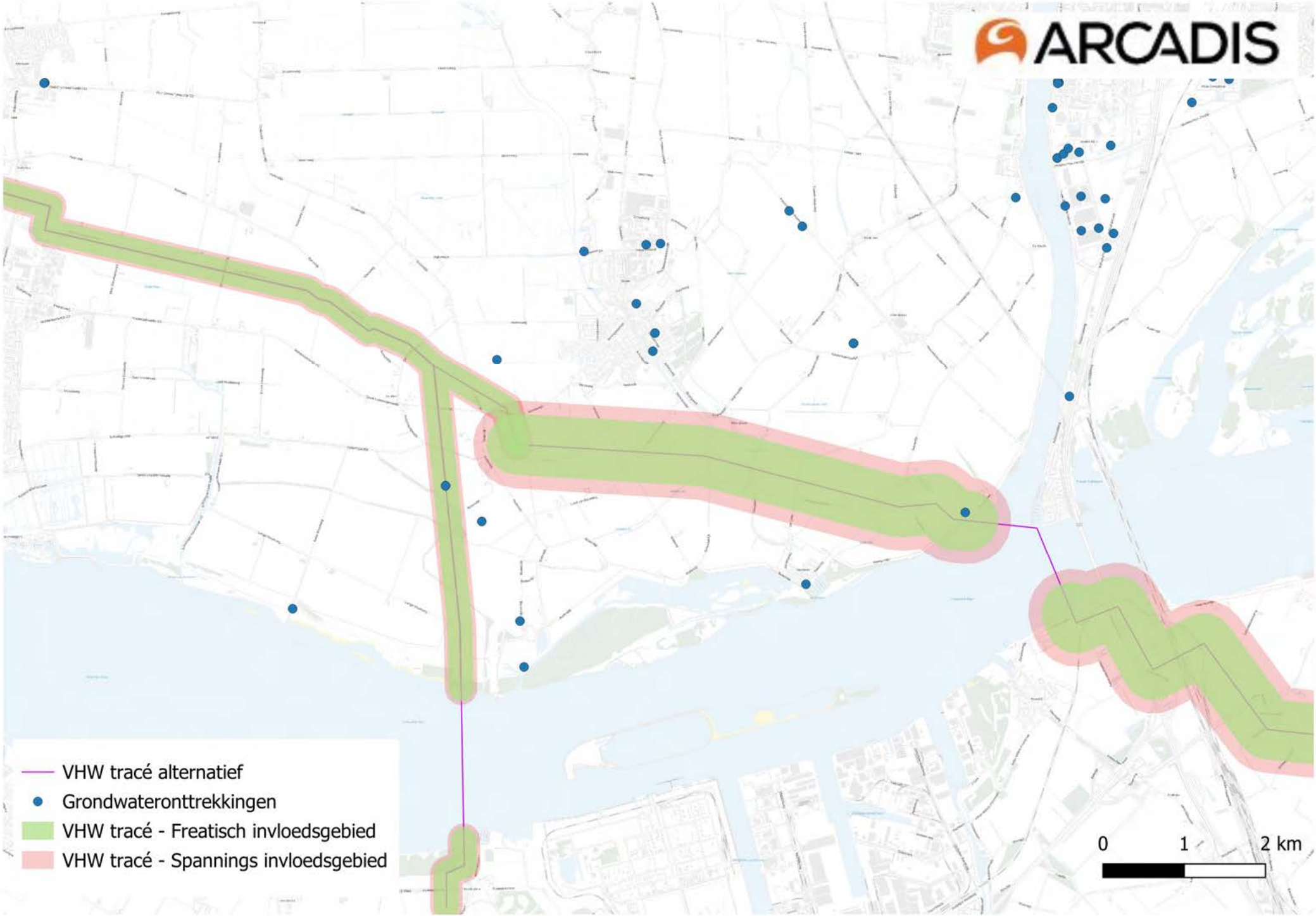

ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
Gesloten BES
Grondwateronttrekkingen
0
2,5
5 km


ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Aardkundige waarden
Aandachtsgebieden Natuur
0
2,5
5 km


ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Aardkundige waarden
Aandachtsgebieden Natuur
0
2,5
5 km

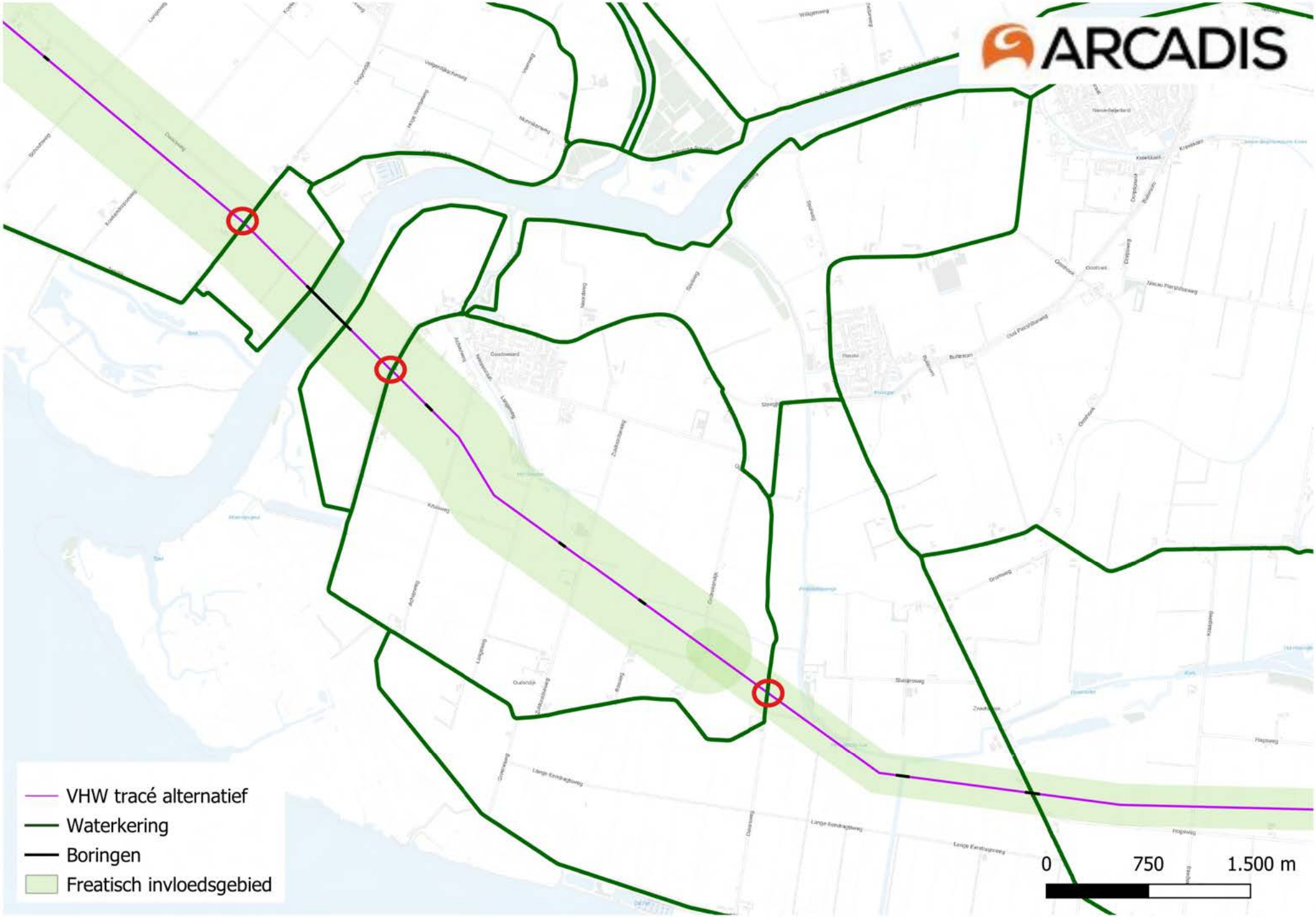

ARCADIS
GOF tracé alternatief
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
Aandachtsgebieden Aardkundige waarden
Aandachtsgebieden Natuur
0
5
10 km

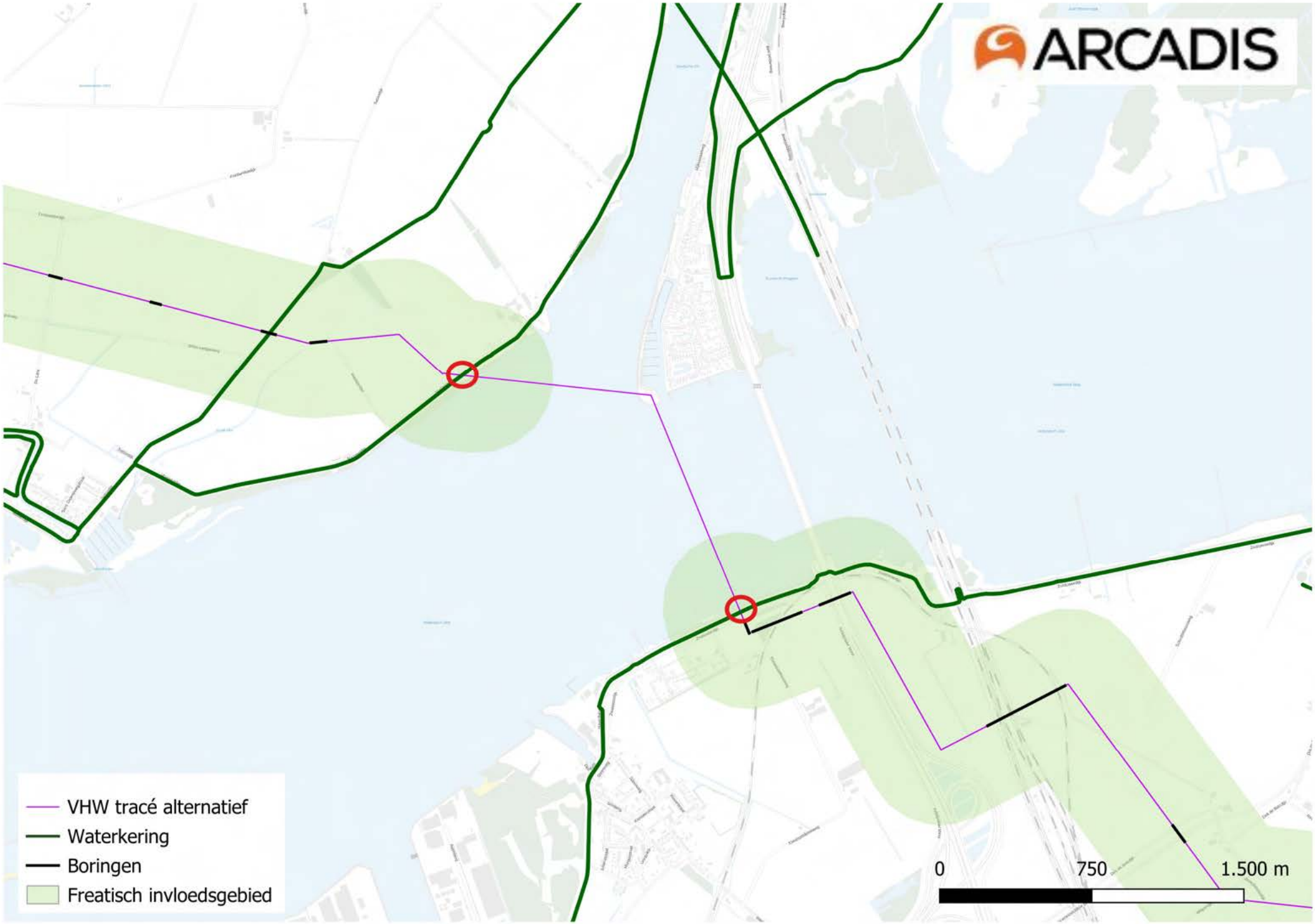

ARCADIS
GOF tracé alternatief
Waterkeringen
Boringen
GOF tracé - Freatisch invloedsgebied
0
1
2 km


ARCADIS
VHW tracé alternatief
Grondwateronttrekkingen
VHW tracé - Freatisch invloedsgebied
VHW tracé - Spannings invloedsgebied
0
1
2 km

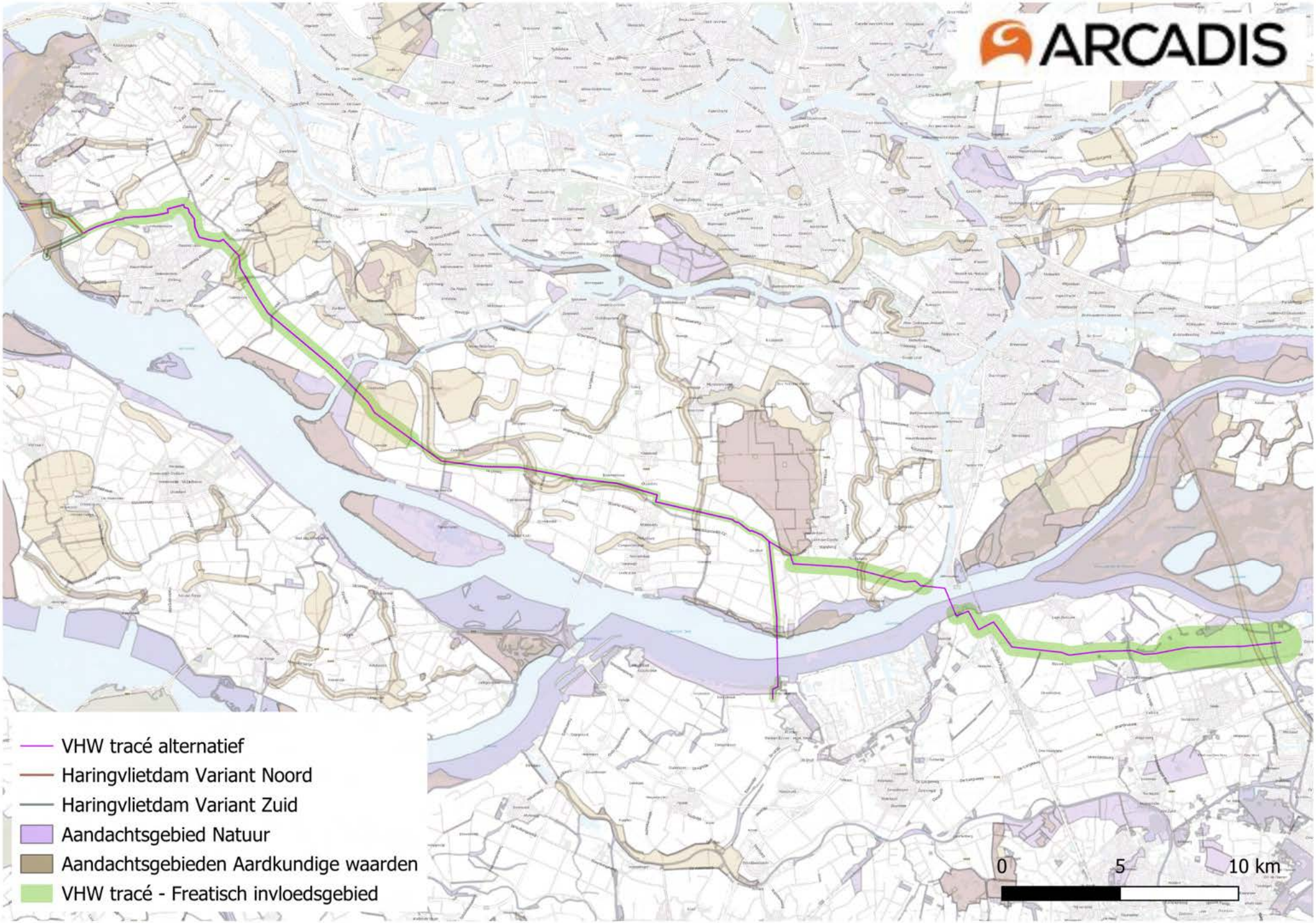

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
Waterkering
Boringen
Freatisch invloedsgebied
0
500
1.000 m

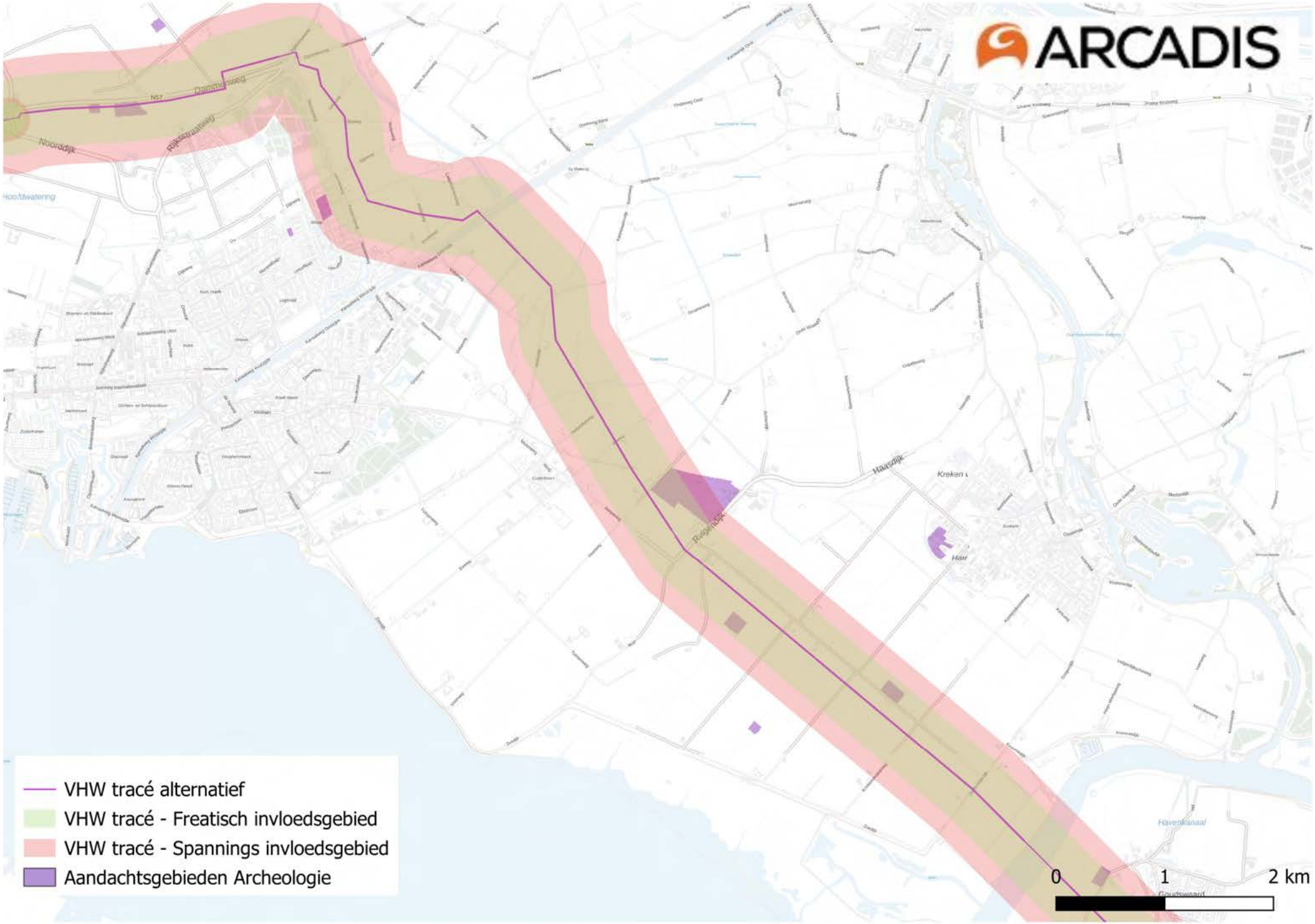

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Waterkering
Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m

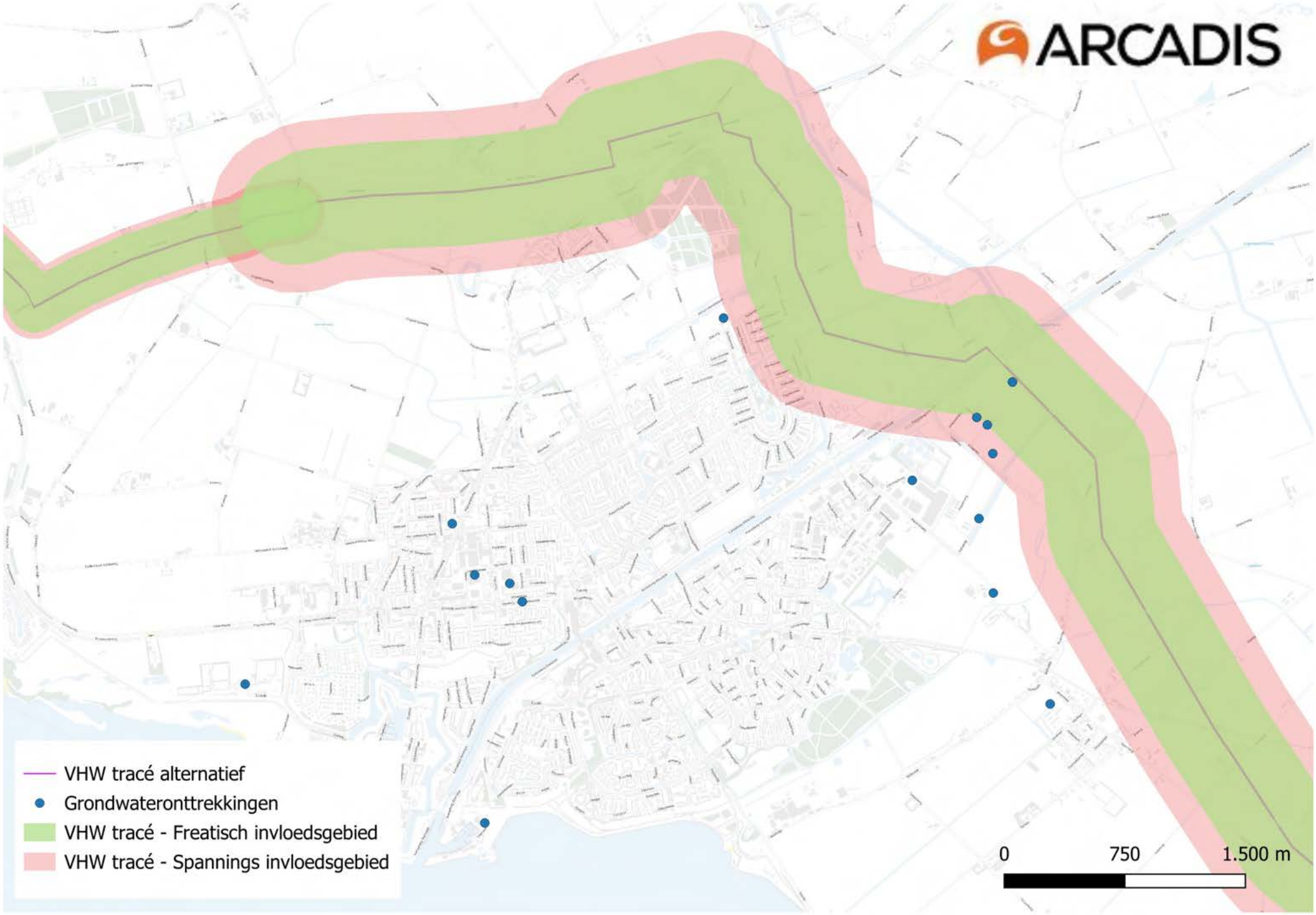

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Waterkering
Boringen
Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m

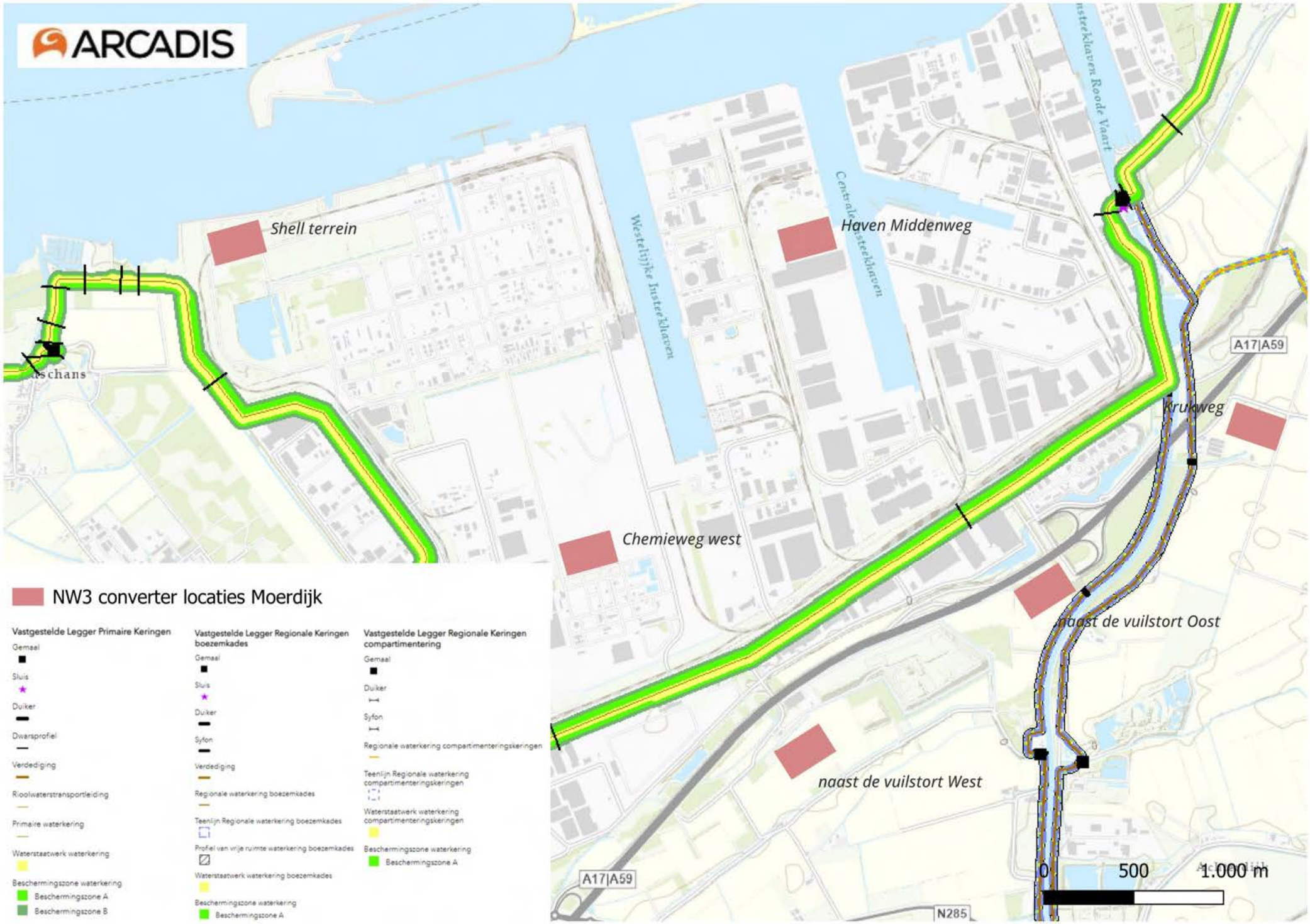

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Waterkering
Boringen
Freatisch invloedsgebied
0
750
1.500 m

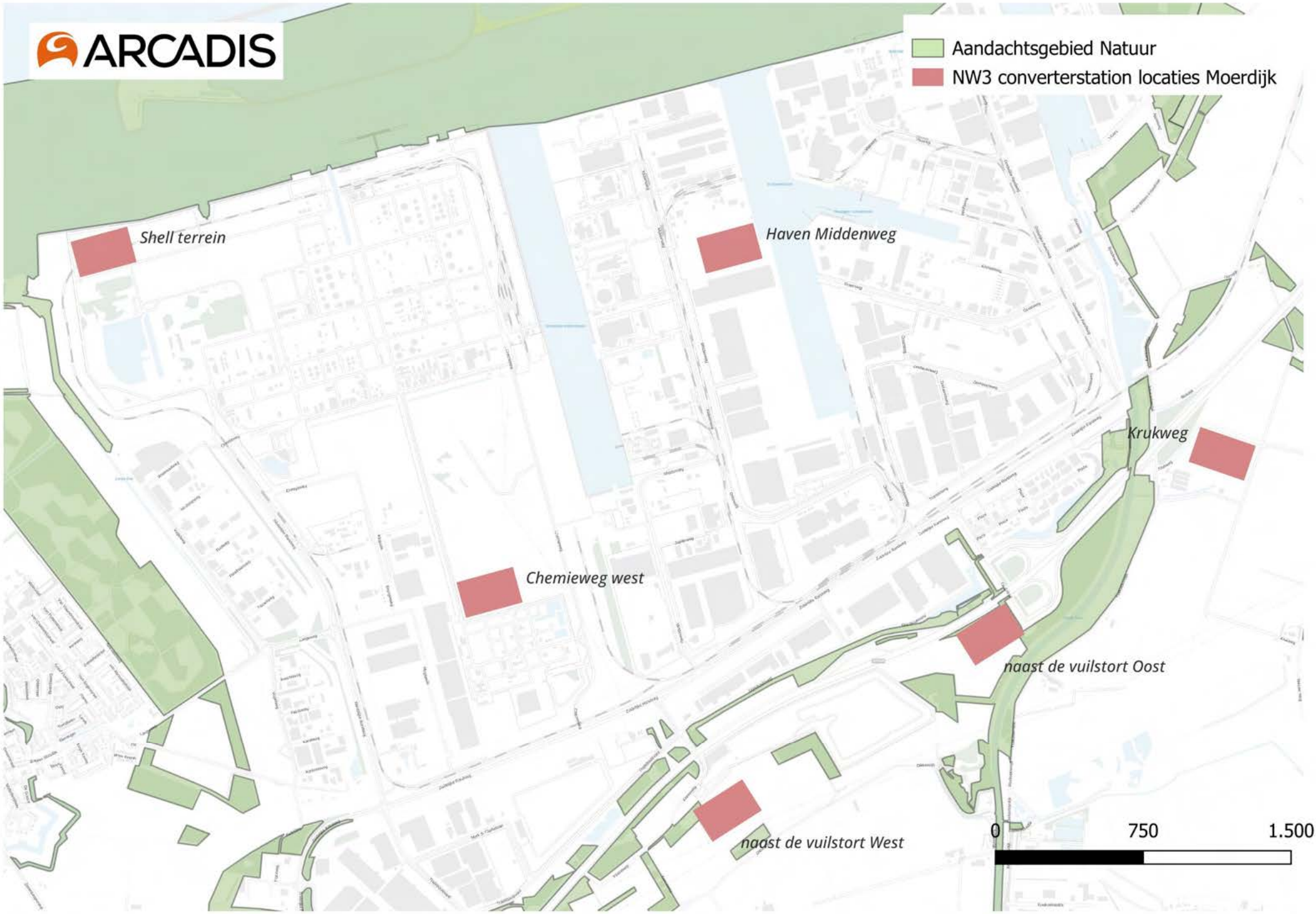

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
Waterkering
Boringen
Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km

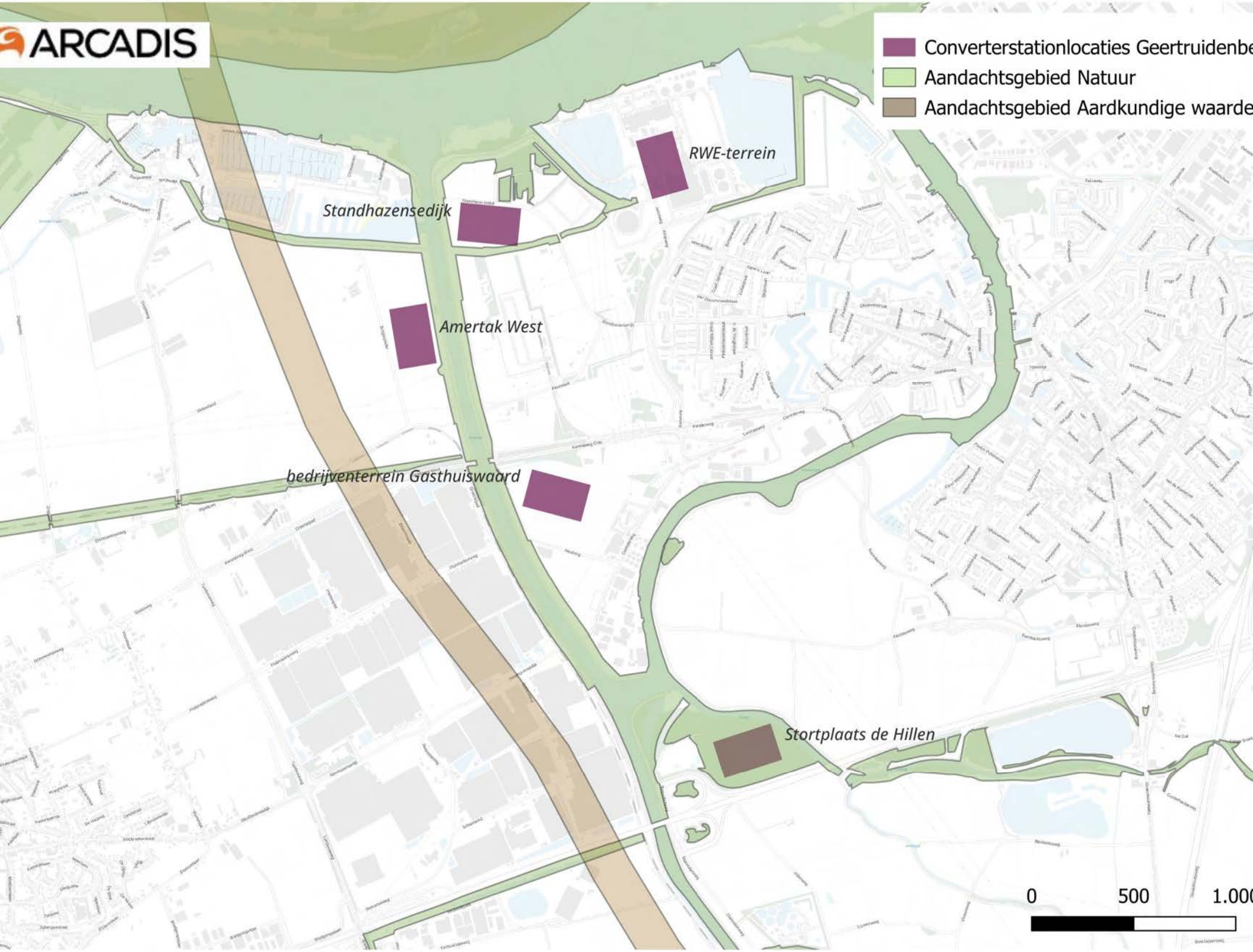

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Haringvlietdam Variant Noord
Haringvlietdam Variant Zuid
Aandachtsgebied Natuur
Aandachtsgebieden Aardkundige waarden
VHW tracé - Freatisch invloedsgebied
0
5
10 km

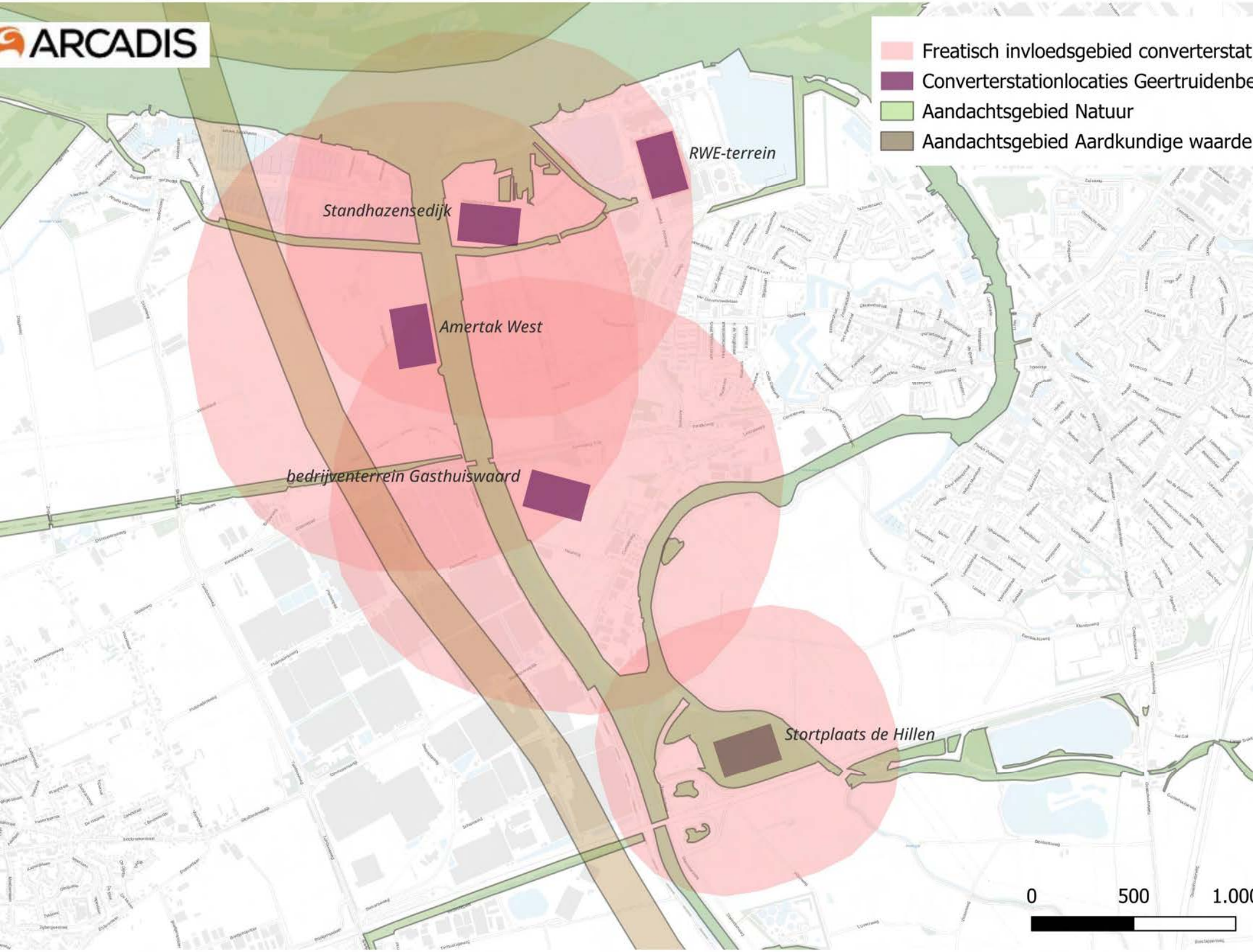

ARCADIS
VHW tracé alternatief
VHW tracé - Freatisch invloedsgebied
VHW tracé - Spannings invloedsgebied
Aandachtsgebieden Archeologie
0
1
2 km

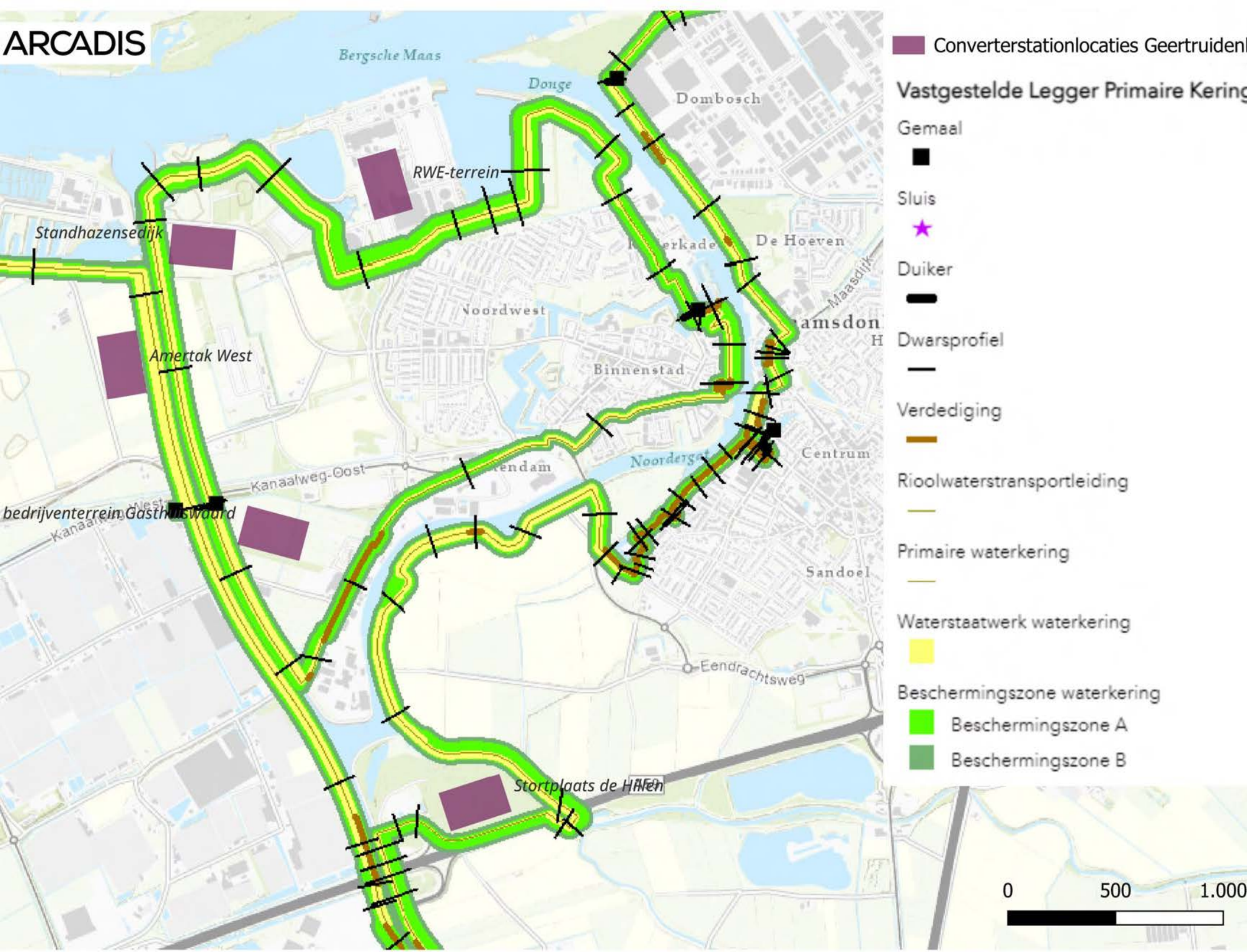

ARCADIS
VHW tracé alternatief
Grondwateronttrekkingen
VHW tracé - Freatisch invloedsgebied
VHW tracé - Spannings invloedsgebied
0
750
1.500 m

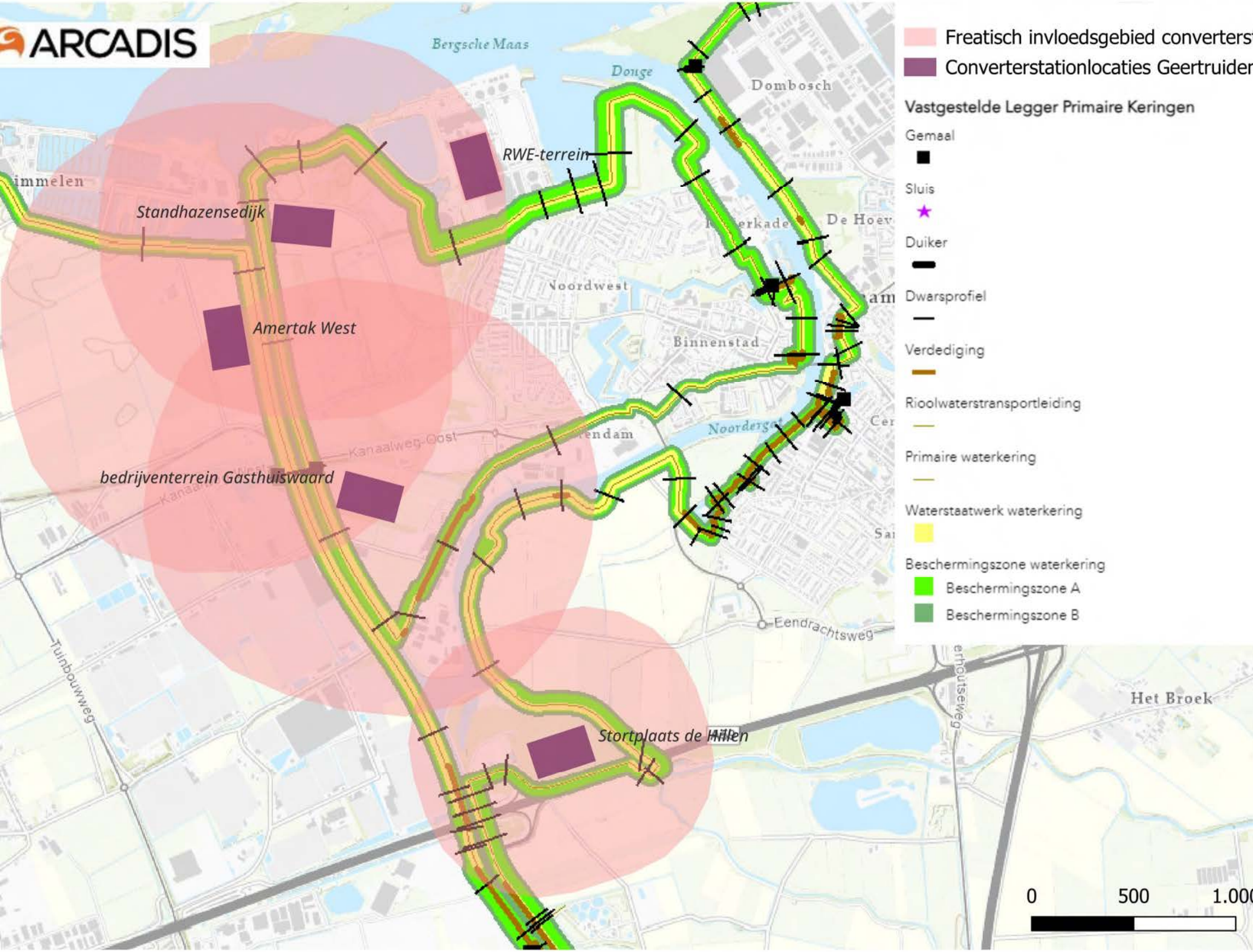

ARCADIS
Shell terrein
Haven Middenweg
Chemieweg west
naast de vuilstort West
naast de vuilstort Oost
Krukweg
A17|A59
A17|A59
N285
Westelijke Insteekhaven
Centrale Insteekhaven
Roode Vaart
0
500
1.000 m
NW3 converter locaties Moerdijk
Vastgestelde Legger Primaire Keringen
Gemaal
Sluis
Duiker
Dwarsprofiel
Verdediging
Rioolwatertransportleiding
Primaire waterkering
Waterstaatwerk waterkering
Beschermingszone waterkering
Beschermingszone A
Beschermingszone B
Vastgestelde Legger Regionale Keringen boezemkades
Gemaal
Sluis
Duiker
Syfon
Verdediging
Regionale waterkering boezemkades
Teenlijn Regionale waterkering boezemkades
Profiel van vrije ruimte waterkering boezemkades
Waterstaatwerk waterkering boezemkades
Beschermingszone waterkering
Beschermingszone A
Vastgestelde Legger Regionale Keringen compartimentering
Gemaal
Duiker
Syfon
Regionale waterkering compartimenteringskeringen
Teenlijn Regionale waterkering compartimenteringskeringen
Waterstaatwerk waterkering compartimenteringskeringen
Beschermingszone waterkering
Beschermingszone A


ARCADIS
Aandachtsgebied Natuur
NW3 converterstation locaties Moerdijk
Shell terrein
Haven Middenweg
Krukweg
Chemieweg west
naast de vuilstort Oost
naast de vuilstort West
0
750
1.500

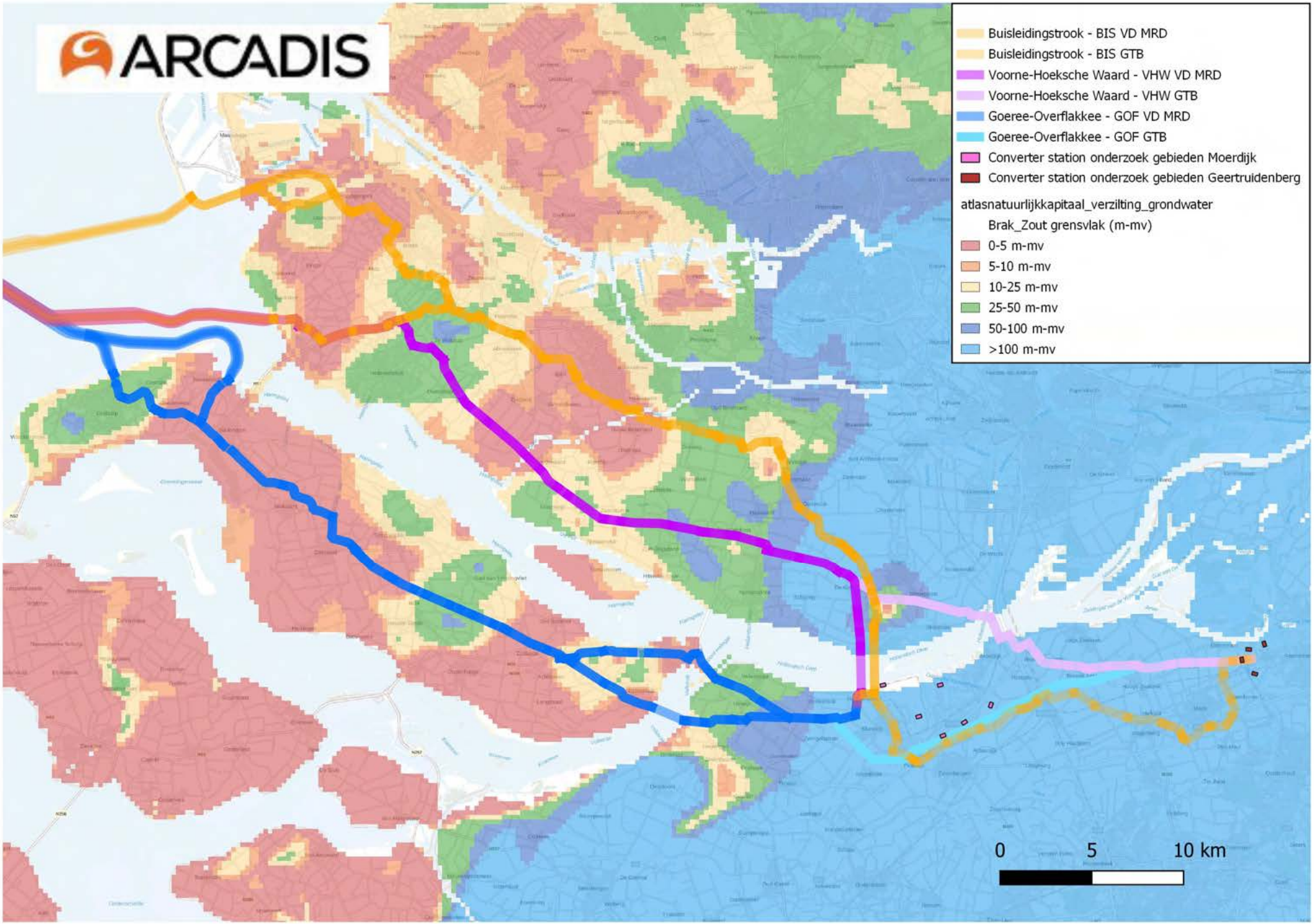

ARCADIS
Converterstationlocaties Geertruidenbe
Aandachtsgebied Natuur
Aandachtsgebied Aardkundige waarde
RWE-terrein
Standhazensedijk
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hillen
0
500
1.000


ARCADIS
Freatisch invloedsgebied converterstat
Converterstationlocaties Geertruidenbe
Aandachtsgebied Natuur
Aandachtsgebied Aardkundige waarde
RWE-terrein
Standhazensedijk
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hillen
0
500
1.000


ARCADIS
Converterstationlocaties Geertruidenl
Vastgestelde Legger Primaire Kering
Gemaal
Sluis
Duiker
Dwarsprofiel
Verdediging
Rioolwaterstransportleiding
Primaire waterkering
Waterstaatwerk waterkering
Beschermingszone waterkering
Beschermingszone A
Beschermingszone B
Bergsche Maas
Dombosch
De Hoeven
Noordwest
Binnenstad
Centrum
Sandoel
Kanaalweg-Oost
Eendrachtsweg
RWE-terrein
Standhazensedijk
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hiken
0
500
1.000


ARCADIS
Bergsche Maas
Douge
Dombosch
RWE-terrein
Standhazensedijk
Amertak West
bedrijventerrein Gasthuiswaard
Stortplaats de Hilen
Noordwest
Binnenstad
De Hoev
Noordergat
Kanaalweg-Oost
Eendrachtsweg
Tuinbouwweg
Het Broek
Freatisch invloedsgebied converters
Converterstationlocaties Geertruider
Vastgestelde Legger Primaire Keringen
Gemaal
Sluis
Duiker
Dwarsprofiel
Verdediging
Rioolwaterstransportleiding
Primaire waterkering
Waterstaatwerk waterkering
Beschermingszone waterkering
Beschermingszone A
Beschermingszone B
0
500
1.000

Bijlage 12 – Brak/Zout overgang


ARCADIS
Buisleidingstrook - BIS VD MRD
Buisleidingstrook - BIS GTB
Voorne-Hoeksche Waard - VHW VD MRD
Voorne-Hoeksche Waard - VHW GTB
Goeree-Overflakkee - GOF VD MRD
Goeree-Overflakkee - GOF GTB
Converter station onderzoek gebieden Moerdijk
Converter station onderzoek gebieden Geertruidenberg
atlasnatuurlijkkapitaal_verzilting_grondwater
Brak_Zout grensvlak (m-mv)
0-5 m-mv
5-10 m-mv
10-25 m-mv
25-50 m-mv
50-100 m-mv
>100 m-mv
0
5
10 km

Bijlage 13 – Zetting evaluatie

Zettingsberekening: Klei toplaag t/m 7 m-mv, GLG 1 m onder maaiveld (NAP+1,0)

(Zetting volgens Terzaghi; representatieve grondeigenschappen volgens NEN 6740:2006)

verlaging 2.25 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-2,25	2,25	20	15	26,25	48,75	34,8	
Klei	-2,25	-6,00	3,75	20	15	45	67,5	96,0	
							Totaal	130,9	mm

verlaging 2 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-2,00	2,00	20	15	25	45	29,4	
Klei	-2,00	-6,00	4,00	20	15	45	65	95,6	
							Totaal	124,9	mm

verlaging 1.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-1,50	1,50	20	15	22,5	37,5	19,2	
Klei	-1,50	-6,00	4,50	20	15	45	60	89,8	
							Totaal	109,0	mm

verlaging 1 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-1,00	1,00	20	15	20	30	10,1	
Klei	-1,00	-6,00	5,00	20	15	45	55	75,8	
							Totaal	85,9	mm

verlaging 0.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-0,50	0,50	20	15	17,5	22,5	3,1	
Klei	-0,50	-6,00	5,50	20	15	45	50	49,0	
							Totaal	52,2	mm

verlaging 0.05 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Klei	1,00	0,00	1,00	20	15	15	15	0,0	
Klei	0,00	-0,05	0,05	20	15	15,25	15,75	0,0	
Klei	-0,05	-6,00	5,95	20	15	45	45,5	6,4	
							Totaal	6,5	mm

Zettingsberekening: Veen toplaag t/m 7 m -mv, GLG 1 m onder maaiveld (NAP+1,0)
(Zetting volgens Terzaghi; representatieve grondeigenschappen volgens NEN 6740:2006)

verlaging 2.25 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-2,25	2,25	5	12	16,5	39	193,5	
Veen	-2,25	-6,00	3,75	5	12	24	46,5	570,6	
							Totaal	764,1	mm

verlaging 2 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-2,00	2,00	5	12	16	36	162,2	
Veen	-2,00	-6,00	4,00	5	12	24	44	566,8	
							Totaal	729,0	mm

verlaging 1.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-1,50	1,50	5	12	15	30	104,0	
Veen	-1,50	-6,00	4,50	5	12	24	39	530,4	
							Totaal	634,4	mm

verlaging 1 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-1,00	1,00	5	12	14	24	53,9	
Veen	-1,00	-6,00	5,00	5	12	24	34	443,7	
							Totaal	497,6	mm

verlaging 0.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-0,50	0,50	5	12	13	18	16,3	
Veen	-0,50	-6,00	5,50	5	12	24	29	283,1	
							Totaal	299,3	mm

verlaging 0.05 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Veen	1,00	0,00	1,00	5	12	12	12	0,0	
Veen	0,00	-0,05	0,05	5	12	12,1	12,6	0,2	
Veen	-0,05	-6,00	5,95	5	12	24	24,5	36,4	
							Totaal	36,6	mm

Zettingsberekening: Zand toplaag t/m 2 m-mv met klei eronder tot 7 m-mv, GLG 1 m onder maaiveld (NAP+1,0)

(Zetting volgens Terzaghi; representatieve grondeigenschappen volgens NEN 6740:2006)

verlaging 2.25 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-1,00	2,00	600	18	36	36	0,0	
Klei	-1,00	-2,25	1,25	20	15	42,25	54,75	8,1	
Klei	-2,25	-6,00	3,75	20	15	61	83,5	53,7	
							Totaal	61,8	mm

verlaging 2 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-1,00	2,00	600	18	36	36	0,0	
Klei	-1,00	-2,00	1,00	20	15	41	51	5,5	
Klei	-2,00	-6,00	4,00	20	15	61	81	50,2	
							Totaal	55,6	mm

verlaging 1.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-1,00	2,00	600	18	36	36	0,0	
Klei	-1,00	-1,50	0,50	20	15	38,5	43,5	1,5	
Klei	-1,50	-6,00	4,50	20	15	61	76	38,5	
							Totaal	40,0	mm

verlaging 1 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-1,00	2,00	600	18	36	36	0,0	
Klei	-1,00	-6,00	5,00	20	15	61	71	19,0	
							Totaal	19,0	mm

verlaging 0.5 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-0,50	1,50	600	18	27	27	0,0	
Zand	-0,50	-1,00	0,50	600	18	31	36	0,1	
							Totaal	0,1	mm

verlaging 0.05 m onder GLG

Lithologie	Diepte [m+NAP]		Dikte	Cp	γ	P_oud	P_nieuw	Zetting	
	Van	Tot	[m]	[-]	[kN/m3]	[kN/m2]	[kN/m2]	[mm]	
Zand	1,00	-0,05	1,05	600	18	18,9	18,9	0,0	
Zand	-0,05	-1,00	0,95	600	18	26,5	27	0,0	
							Totaal	0,0	mm

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 3

Projectnummer

Datum
23-04-2024

Status
Definitief

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

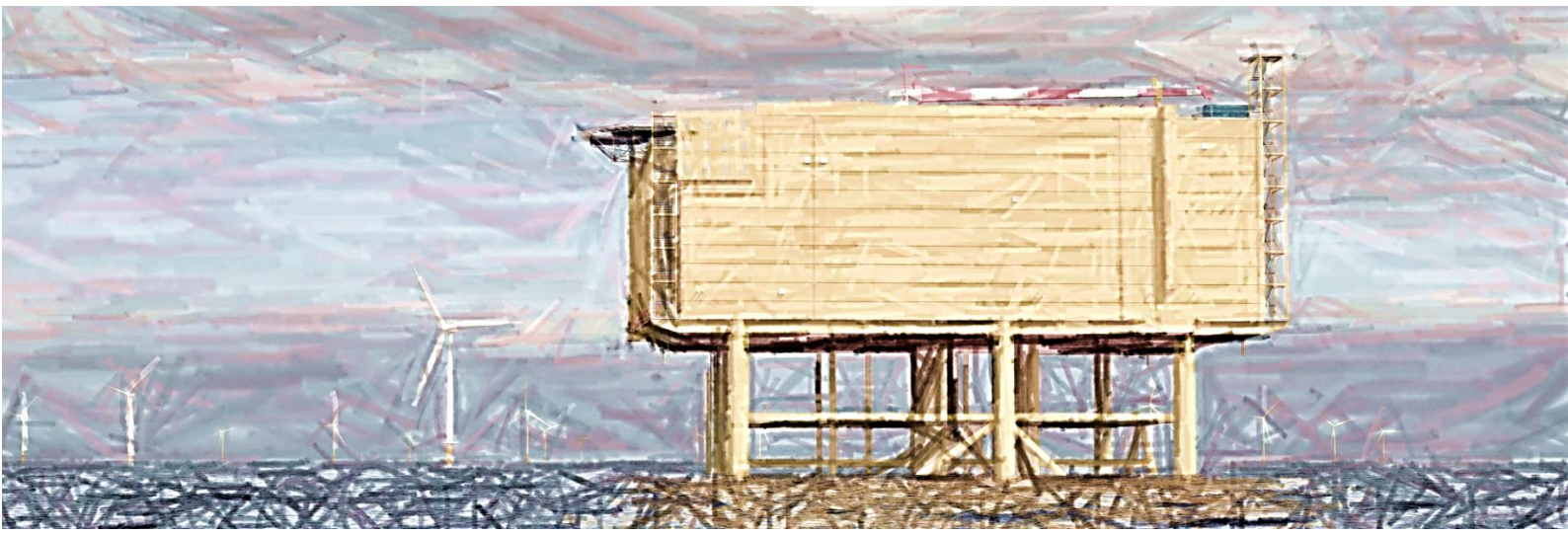
www.ponderaconsult.com

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

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 3

Bijlage VI-A Effecten van elektromagnetische velden op zee en binnenwateren



Datum: 03-09-2024
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-gelijkstroom kabelsysteem. De meest vergelijkbare situatie met de kenmerken van het kabelsysteem van Net op zee Nederwiek 3 is de studie gedaan met betrekking tot 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 3 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 magnetische 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, de *induced electric fields*, en magnetische velden komen allen rondom de werkende kabels voor. Verschillende organismen ervaren andere effecten hiervan. In de volgende paragrafen wordt informatie weergegeven per soortgroep, waarbij de verschillende veldendoor 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 dodelijke 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). Gewone alikruik (*Littorina littorea)*, gewone zeester (*Asterias rubens*), eetbare zeeappel (*Echinus esculentus)* en fluwelen zwemkrab (*Necora puber)* laten geen fysiologische reactie zien in de 'righting reflex', het heroriënteren na het veranderen van de positie van het dier, bij blootstelling aan elektromagnetische velden van 500 µT (Chapman et al., 2023). Ook is er gevonden voor de fluwelen zwemkrab dat er geen verandering is in gedrag bij elektromagnetische velden van 70-300 µT (Albert et al., 2023).

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 ook 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 verandering in gedrag of in het aantal passerende vissen waargenomen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015). Recentelijk is er ook onderzocht dat jonge snotolfen (*Cyclopterus lumpus)* geen barrièrewerking ondervinden van begraven zeekabels (Durif et al., 2023).

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 gladde haai, 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 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. Dat soorten mogelijk effecten ondervinden blijkt ook uit een recent onderzoek waarin de literatuur wordt vergeleken met de huidige en toekomstige magneetvelden op de Noordzee en effecten daarvan op elasmobranchen. Hieruit blijkt dat er mogelijk effecten kunnen ontstaan op basis van ontwikkeling en navigatie maar dat deze effecten verder onderzocht moeten worden (Hermans et al., 2024).

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 magnetische velden zouden kunnen waarnemen, 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 oriëntatie vermogen 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 ongewervelden die elektrische en magnetische velden kunnen waarnemen, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 µT (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 veld 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

Albert, L., Olivier, F., Jolivet, A., Chauvaud, L., & Chauvaud, S. (2023). Effects of anthropogenic magnetic fields on the behavior of a major predator of the intertidal and subtidal zones, the velvet crab Necora puber. *Marine Environmental Research*, *190*, 106106. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106106

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

Chapman, E., Rochas, C., Piper, A., Vad, J., & Kazanidis, G. (2023). Effect of electromagnetic fields from renewable energy subsea power cables on righting reflex and physiological response of coastal invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*, *193*, 115250. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115250

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

Durif, C. M. F., Nyqvist, D., Taormina, B., Shema, S. D., Skiftesvik, A. B., Freytet, F., & Browman, H. I. (2023). Magnetic fields generated by submarine power cables have a negligible effect on the swimming behavior of Atlantic lumpfish (Cyclopterus lumpus) juveniles. *PeerJ*, *11*, e14745. https://doi.org/10.7717/peerj.14745

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).

Hermans, A., Winter, H. V., Gill, A. B., & Murk, A. J. (2024). Do electromagnetic fields from subsea power cables effect benthic elasmobranch behaviour? A risk-based approach for the Dutch Continental Shelf. *Environmental Pollution*, *346*. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123570

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.

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., 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 3

Datum
03-09-2024

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

Memo

ONDERWERP
Uitgangspunten stikstofdepositieberekening Nederwiek 3 MER Fase 1 - aanlegfase (reductie)

DATUM
7 december 2023

Voorliggend memo beschrijft de uitgangspunten en rekenresultaten voor de stikstofdepositieberekeningen van Nederwiek 3 MER fase 1 met betrekking tot de aanlegfase.

Methode

Onderstaande paragrafen beschrijven de gehanteerde rekenmethode voor de aanlegfase binnen het project Nederwiek 3.

Rekenmodel

De belasting van de Natura 2000-gebieden rondom de emissiebronnen is berekend met behulp van de online-applicatie Aerius-Calculator (versie 2023.0.1). Aerius-Calculator is een rekenprogramma om de verspreiding van stoffen in de lucht te simuleren. Daarnaast berekent het model de hoeveel van die stoffen jaarlijks per hectare terechtkomt (depositie).

Emissie door mobiele werktuigen en bouwverkeer

Gedurende de werkzaamheden tijdens de aanlegfase worden mobiele werktuigen ingezet. De uitstoot is afhankelijk van het brandstofverbruik, het aantal draaiuren, het motorische vermogen en de stageklasse van het materieel. Hierin zijn het aantal draaiuren en het motorische vermogen van het materieel projectafhankelijk. Voor de stageklasse is gebruik gemaakt van onderstaande richtlijnen.

Stageklasse

Voor dieselmaterieel gelden sinds 1997 emissievoorschriften. De EU-richtlijnen (97/68/EC en 2002/88/EC) bevatten normen voor de maximale uitstoot van luchtverontreiniging per vermogensklasse in gram/kWh. Er is sprake van invoering van vijf fasen van strenger wordende emissienormen. De verdeling in fases is afhankelijk van het bouwjaar. De eerste fase werd geïmplementeerd in 1999, bij de tweede fase gebeurde dit tussen 2001 tot 2004, afhankelijk van de vermogensklasse van de motor. De derde fase verloopt in twee stappen: Stage IIIA voor motoren met een variabel toerental met bouwjaar 2006/2008 en Stage IIIB voor bouwjaar 2011/2013. De vierde fase (Stage IV) geldt vanaf 2014 (EU-richtlijnen 2004/26/EC) en de vijfde fase (Stage V) geldt vanaf bouwjaar 2019/2020 (Verordening EU 2016/1628).

Brandstof- en AdBlue verbruik

Sommige mobiele werktuigen zijn uitgerust met een SCR[1]-katalysator. Deze katalysator zet uitgestoten stikstofoxiden (NO_x) om in waterdamp en ammoniak (NH_3). Veel van de werktuigen die ingezet worden tijdens de werkzaamheden, maken gebruik van deze SCR-katalysator. Omdat hierdoor meer ammoniak vrijkomt, is ook het Adblue verbruik van de werktuigen van belang. Het AdBlue verbruik is afhankelijk van het bouwjaar en vermogen van het werktuig en bedraagt volgens de AUB Methode van TNO[2] tussen 3% en 6%. In voorliggend onderzoek is conform de methode van TNO de categorie werktuigen herleid en is het AdBlue verbruik hierop toegepast.

[1] Selectieve Katalytische Reductie

[2] AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO_x en NH_3 uitstoot van mobiele werktuigen, N.E. Ligterink et. al, TNO. 10 december 2021, referentie: TNO 2021 R12305

Utiliteitsvoertuigen

Utiliteitsvoertuigen zijn wegvoertuigen die ook actief zijn op de bouwplaats, zoals kiepwagens en betonwagens. Er wordt onderscheid gemaakt tussen middelzware en zware utiliteitsvoertuigen:

- Middelzware utiliteitsvoertuigen: maximaal 19,5 ton en 2 wielassen;
- Zware utiliteitsvoertuigen: minimaal 20 ton en 3 wielassen

Met de coëfficiënten uit de AUB Methode van TNO, rekent Aerius het aantal draaiuren van deze utiliteitsvoertuigen op de bouwplaats om in een NO_x en NH_3 emissie. In dit onderzoek zijn alle utiliteitsvoertuigen op de bouwplaats ingevoerd als Zware Utiliteitsvoertuigen.

Uitgangspunten

De gehanteerde uitgangspunten voor de mobiele werktuigen en het bouwverkeer is in onderstaande paragrafen samengevat.

Realisatiefase

Gedurende de aanlegfase worden mobiele werktuigen ingezet. Het soort materieel dat ingezet wordt is aangeleverd door TenneT.

Er is voor de werktuigen uitgegaan van conventioneel dieselmaterieel van Stage IIIB of hoger. Het brandstofverbruik van de werktuigen in liter per uur is bepaald aan de hand van de AUB-methode van TNO. Door dit verbruik per werktuig te vermenigvuldigen met het aantal draaiuren, wordt een totaal brandstofverbruik per werktuig verkregen.

De gehele bouwfase is in één keer gemodelleerd, en er is geen rekening gehouden met meerdere bouwjaren of fasering in de bouw. Hierdoor wordt de depositie als totaal benaderd en geldt deze voor de gehele bouwperiode. Het gehanteerde rekenjaar is 2023, waardoor voor verkeersbronnen hoge emissiefactoren aangehouden zijn. De jaren na 2023 reflecteren door schoner worden van het wagenpark steeds lagere emissiefactoren, waardoor de verkeersemissies in de komende jaren dalen.

De gehanteerde uitgangspunten zijn opgenomen in bijlage 1.

Alternatieven

Net als bij de onderzoeken voor Nederwiek 1 en 2, worden de kabeltracés onderverdeeld in de categorieën offshore, nearshore, inshore en onshore. Binnen het onderzoek voor Nederwiek 3 wordt daarnaast ook de stikstofdepositie van verschillende kabelroutes onderzocht. De verschillende routes worden hieronder nader toegelicht.

Offshore

Dit betreft het deel van de kabelroute dat loopt vanaf het jacketplatform op zee naar de kust, totdat de waterdiepte een grenswaarde van 10 meter bereikt. Vergelijkbaar met Nederwiek 1 en 2 is er voor Nederwiek 3 gekozen voor een middenroute over zee. Dit deel van het tracé wijkt niet af over de verschillende gekozen alternatieven.

Nearshore

Het offshore kabeltracé gaat na het bereiken van een waterdiepte van 10 meter over tot het nearshore kabeltracé. Dit deel van de kabel loopt tot de kust. Binnen dit onderzoek worden er over vier verschillende alternatieven (BLS, VHW, BWA & GOF) in totaal zes nearshore varianten onderzocht (zie Tabel 1).

Inshore

De categorie inshore is alleen relevant voor het Binnenwatertracé (BWA), aangezien hierbij vrijwel niet gebruik gemaakt zal worden van open ontgravingen of boringen. Het tracé zal na het bereiken van de kust volledig door de

Haringvliet en Hollands Diep lopen tot de converterstations in Moerdijk en Geertruidenberg worden bereikt.

Onshore / Converterstations

In tegenstelling tot het inshore tracé, wordt bij het onshore kabeltracé wel gebruik gemaakt van het land met behulp van open ontgravingen en boringen. Dit tracé loopt tot de converterstations worden bereikt. Binnen dit onderzoek worden er twee verschillende locaties voor converterstations gehanteerd, namelijk regio Moerdijk en regio Geertruidenberg. De exacte locatie voor het uiteindelijke converterstation binnen deze twee locaties is nog niet bekend. Voor locatie Moerdijk zijn er zes potentiële locaties beschikbaar. Voor Geertruidenberg zijn dit er vier. Dit onderzoek gaat verder niet in op al de potentiële locaties van de converterstations. Omdat de potentiële locaties in zowel Moerdijk als Geertruidenberg op beperkte afstand van elkaar liggen, wordt er binnen dit onderzoek rekening gehouden met alleen de grove locaties Moerdijk en Geertruidenberg. Om een indicatie te geven van de stikstofuitstoot, wordt de totale emissie afkomstig van het te realiseren converterstation verdeeld over de 4 locaties in Geertruidenberg en 6 locaties in Moerdijk over ieder van de berekeningen.

Dit leidt tot de 12 verschillende kabeltracés (en dus 12 berekeningen) zoals zichtbaar in Tabel 1.

Tabel 1 Verschillende berekeningen Nederwiek 3 MER Fase 1

Nr.	Alternatief	Nearshore	Inshore	Onshore/Converterstation
1	Buisleidingstrook (BLS)	Maasvlakte (MVL)	--	Geertruidenberg (GTB)
2	Buisleidingstrook (BLS)	Maasvlakte (MVL)	--	Moerdijk (MRD)
3	Buisleidingstrook (BLS)	Voorne-Hoekse Waard (VHW)	--	Geertruidenberg (GTB)
4	Buisleidingstrook (BLS)	Voorne-Hoekse Waard (VHW)	--	Moerdijk (MRD)
5	Voorne-Hoekse Waard (VHW)	Voorne aan Zee (VAZ)	--	Geertruidenberg (GTB)
6	Voorne-Hoekse Waard (VHW)	Voorne aan Zee (VAZ)	--	Moerdijk (MRD)
7	Binnenwatertracé (BWA)	Haringvlietdam	Hollands Diep	Geertruidenberg (GTB)
8	Binnenwatertracé (BWA)	Haringvlietdam	Hollands Diep	Moerdijk (MRD)
9	Goeree-Overflakkee (GOF)	Duinen van Goeree (DVG)	--	Geertruidenberg (GTB)
10	Goeree-Overflakkee (GOF)	Duinen van Goeree (DVG)	--	Moerdijk (MRD)
11	Goeree-Overflakkee (GOF)	Kwade Hoek (KHO)	--	Geertruidenberg (GTB)
12	Goeree-Overflakkee (GOF)	Kwade Hoek (KHO)	--	Moerdijk (MRD)

Resultaten

De Aeriusrapportages van de aanlegfase zijn opgenomen per alternatief in bijlage 2:
AERIUS_projectberekening_BLS-MVL-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-MVL-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-VHW-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-VHW-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BWA-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BWA-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_VHW-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_VHW-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-DVG-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-DVG-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-KHO-GTB_reductie.pdf

AERIUS_projectberekening_GOF-KHO-MRD_reductie.pdf

Gedurende de aanlegfase bedraagt de stikstofdepositie ten hoogste 3,57 mol/ha voor de hele bouwfase op het nabijgelegen Natura 2000-gebied Voornes Duin (100) voor alternatief BLS-VHW-MRD. Voor de andere alternatieven wordt de grootste toename ook berekend nabij Natura 2000-gebied Voornes Duin, met uitzonderingen bij de alternatieven GOF-DVG-GTB en GOF-DVG-MRD. Deze berekeningen zien de grootste toename bij gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek (101). De berekende toenames over andere Natura 2000-gebieden zijn weergegeven in Tabel 2.

Hiermee is er dus sprake van een tijdelijke toename van stikstofdepositie op nabijgelegen Natura 2000-gebieden en moet er gekeken worden naar mitigerende maatregelen.

Memo

Tabel 2 Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden - grootste toename (mol N/ha/jr) - reductie

Nr.	Natura2000 Gebied	BLS GTB MVL	BLS GTB VHW	BLS MRD MVL	BLS MRD VHW	VHW GTB	VHW MRD	BWA GTB	BWA MRD	GOF GTB DVG	GOF GTB KHO	GOF MRD DVG	GOF MRD KHO
70	Lingegebied en Diefdijk Zuid	0.02	0.02	--	--	0.02	--	0.17	--	0.02	0.02	--	--
71	Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	0.02	0.02	--	--	0.02	--	0.12	--	0.02	0.02	--	--
84	Duinen Den Helder-Callantsoog	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
98	Westduinpark & Wapendal	0.04	--	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--
99	Solleveld & Kapittelduinen	0.49	0.55	0.49	0.55	0.55	0.55	0.69	0.72	0.30	0.53	0.30	0.53
100	Voornes Duin	1.84	3.45	1.82	3.57	3.45	3.39	2.42	2.64	0.83	1.60	0.83	1.60
101	Duinen Goeree & Kwade Hoek	0.59	1.06	0.59	1.06	1.06	1.06	1.60	1.64	2.29	1.51	2.25	1.51
112	De Biesbosch	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.08	1.65	0.35	0.08	0.08	0.07	0.07
113	Voordelta	0.69	0.86	0.69	0.86	0.86	0.86	0.91	0.93	0.50	0.80	0.50	0.80
114	Krammer-Volkerak	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.52	0.54	0.07	0.07	0.08	0.07
115	Grevelingen	0.40	0.59	0.40	0.59	0.59	0.59	0.83	0.87	0.54	0.76	0.53	0.75
116	Kop van Schouwen	0.45	0.57	0.45	0.57	0.57	0.57	0.60	0.60	0.49	0.60	0.49	0.60
118	Oosterschelde	--	0.09	--	0.09	0.09	0.09	0.23	0.27	0.07	0.13	0.07	0.13
128	Brabantse Wal	--	--	0.01	0.01	--	0.01	0.07	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
129	Ulvenhoutse Bos	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.22	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
130	Langstraat	0.05	0.05	--	--	0.05	--	0.27	--	0.05	0.05	--	--
131	Loonse en Drunense Duinen en Leemkuilen	0.03	0.03	--	--	0.02	--	0.12	--	0.02	0.02	--	--
132	Vlijmens Ven, Moerputten en Het Bossche Broek	0.01	0.01	--	--	0.01	--	0.02	--	0.01	0.01	--	--
134	Regte Heide & Riels Laag	0.01	0.01	--	--	0.01	--	0.02	--	0.01	0.01	--	--

Bijlage 1: Invoergegevens van de mobiele werktuigen en het werkverkeer

Uitgangspunten				
Omschrijving	**Brandstofverbruik [l/jaar]**	**AdBlue [l/jaar]**	**NOx emissievracht [kg] [kg/jaar]**	**NH3 emissievracht [kg] [kg/jaar]**
Converterstation	**273,326.87**	**10,564.21**	**2,669.91**	**65.60**
Kabeltracé offshore	--	--	**2,545,988.13**	**0.00**
Kabeltracé nearshore	--	--	--	--
BLS-MVL	--	--	109,901.17	0.00
BLS-VHW	--	--	146,288.02	0.00
BWA	--	--	151,850.15	0.00
VHW	--	--	146,288.02	0.00
GOF-DVG	--	--	91,656.44	0.00
GOF-KHO	--	--	148,249.68	0.00
Kabeltracé inshore	--	--	--	--
BWA-GTB	--	--	251,153.09	0.00
BWA-MRD	--	--	188,007.47	0.00
Kabeltracé onshore	--	--	--	--
BLS-MVL-GTB	901,987.13	54,119.23	5,086.21	216.48
BLS-MVL-MRD	597,765.87	35,865.95	3,370.33	143.46
BLS-VHW-GTB	802,815.71	48,168.94	4,526.30	192.68
BLS-VHW-MRD	561,166.37	33,669.98	3,153.50	134.68
VHW-GTB	637,998.71	38,279.92	3,598.89	153.12
VHW-MRD	439,457.31	26,367.44	2,481.05	105.47
GOF-DVG-GTB	712,363.02	42,741.78	4,021.35	170.97
GOF-DVG-MRD	472,697.42	28,361.84	2,671.05	113.45
GOF-KHO-GTB	672,265.89	40,335.95	3,795.11	161.34
GOF-KHO-MRD	432,600.29	25,956.02	2,444.81	103.82
Jacketplatform	--	--	**64,583.60**	**0.00**
Helikopter LTO-cycli	--	--	**264.07**	**0.00**
Helikopter cruise-mode	--	--	**1,968.78**	**0.00**

Wegverkeer	**Aantal bewegingen**
Licht verkeer (personentransport)	**45,000**
Zwaar verkeer (vrachttransport)	--
BLS-MVL-GTB	20,773
BLS-MVL-MRD	19,859
BLS-VHW-GTB	18,064
BLS-VHW-MRD	16,917
BWA-GTB	18,519
BWA-MRD	16,919
VHW-GTB	18,789
VHW-MRD	16,626
GOF-DVG-GTB	19,454
GOF-DVG-MRD	19,092
GOF-KHO-GTB	17,399
GOF-KHO-MRD	17,036

Bijlage 2: Aeriusrapportages

Stikstofdepositieberekening op basis van conventioneel materieel:

AERIUS_projectberekening_BLS-MVL-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-MVL-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-VHW-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BLS-VHW-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BWA-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_BWA-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_VHW-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_VHW-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-DVG-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-DVG-MRD_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-KHO-GTB_reductie.pdf
AERIUS_projectberekening_GOF-KHO-MRD_reductie.pdf

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (VHW-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	Rg4nADxVBtmC
Datum berekening	23 november 2023, 17:24
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
VHW-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	172,4 kg/j	2.764,5 ton/j

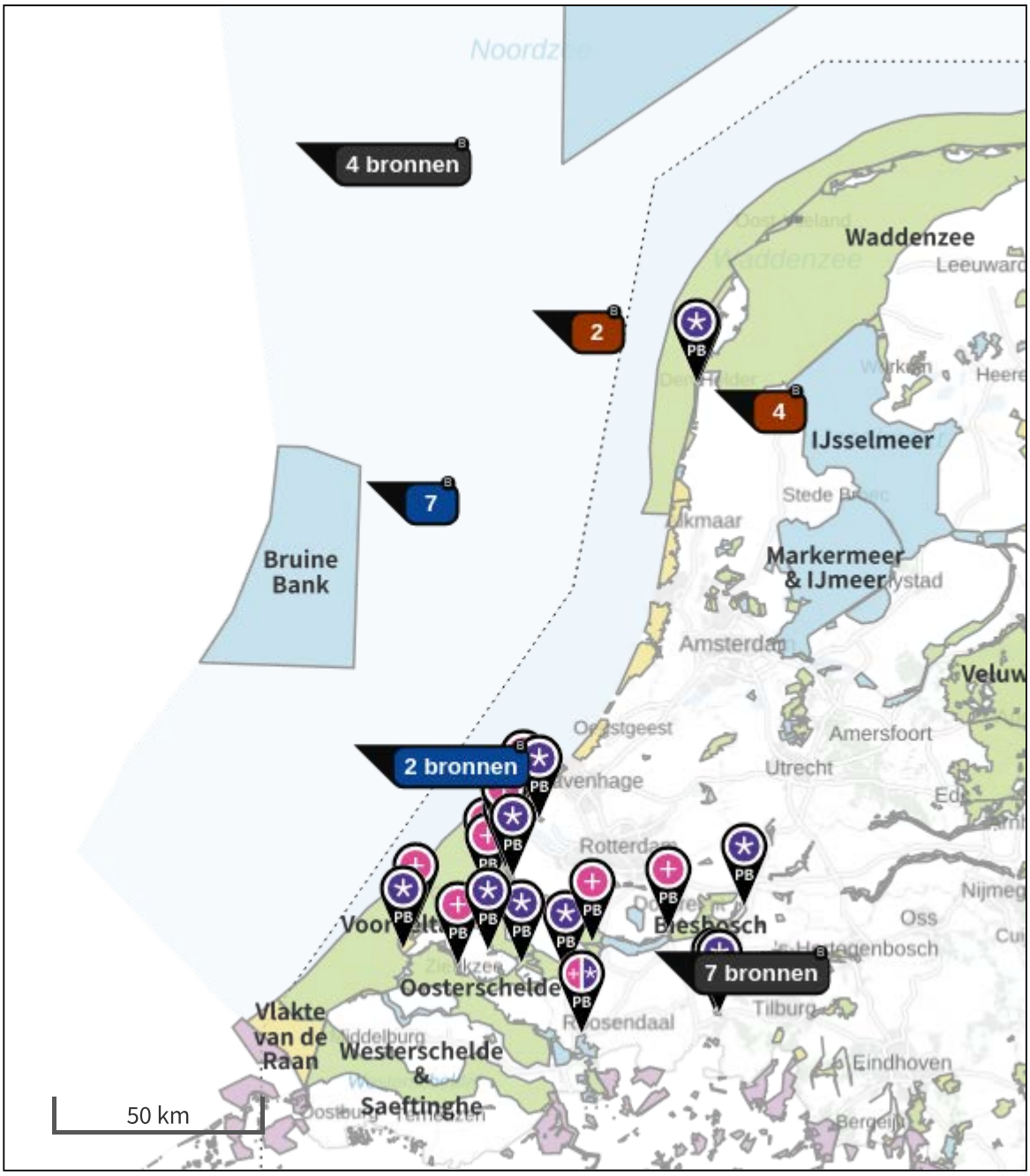
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
VHW-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	3,39 mol/ha/j	3824352	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.425,04 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	3,39 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

VHW-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	146,3 ton/j
16 Anders... | Anders... | Onshore	105,5 kg/j	2.481,1 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	23,9 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 "VHW-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.425,04	8.707,60	2.425,04	3,39	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)	609,07	2.309,48	609,07	3,39	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,11	364,76	1,06	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,68	0,26	0,86	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,31	13,26	0,59	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,79	915,83	0,57	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	369,55	2.445,12	369,55	0,55	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	6,77	8.707,60	6,77	0,09	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,08	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,00	14,93	0,03	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	0,12	2.838,91	0,12	0,01	0,00	0,00

VHW-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	146,3 ton/j
Locatie	X:53555,23 Y:431096,02	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	19.904,54 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2.481,1 kg/j
Locatie	X:80196,67 Y:421007,93	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	105,5 kg/j
Lengte	45.601,50 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (VHW-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	RRzMjqLVaJrY
Datum berekening	23 november 2023, 17:34
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
VHW-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	219,5 kg/j	2.765,6 ton/j

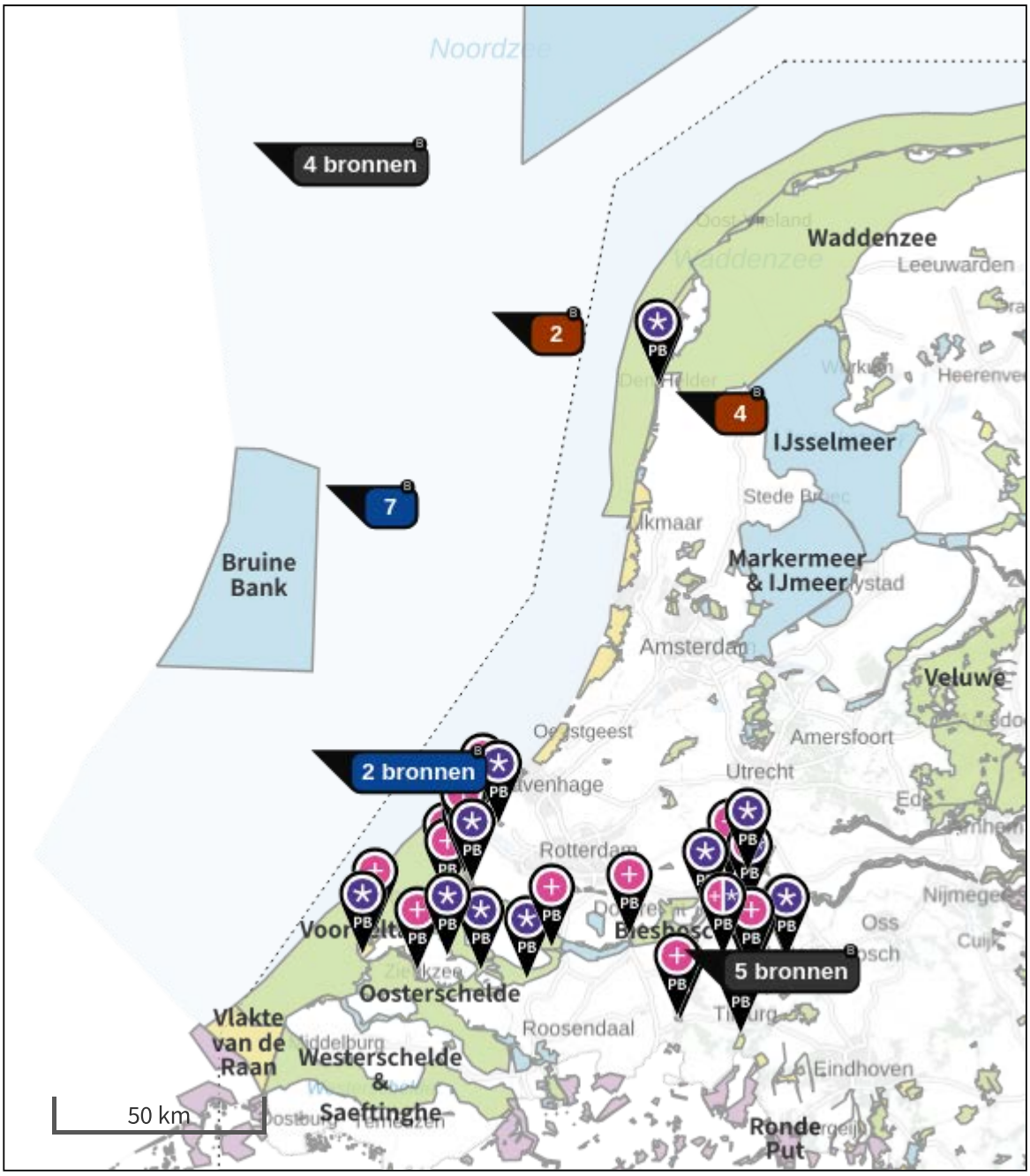
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
VHW-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	3,45 mol/ha/j	3824352	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.061,49 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	3,45 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

VHW-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	146,3 ton/j
14 Anders... | Anders... | Onshore	153,1 kg/j	3.598,9 kg/j
Verkeersnetwerk	0,8 kg/j	22,8 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 "VHW-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.061,49	8.707,60	3.061,49	3,45	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)	609,07	2.309,48	609,07	3,45	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,11	364,76	1,06	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,68	0,26	0,86	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,31	13,26	0,59	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,79	915,83	0,57	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	369,55	2.445,12	369,55	0,55	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,78	44,35	0,11	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	6,81	8.707,60	6,81	0,09	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.217,91	12,71	0,05	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,87	40,03	0,03	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,77	2.089,99	14,77	0,03	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	575,84	2.551,33	575,84	0,02	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	42,67	2.515,90	42,67	0,02	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,88	1,91	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00
Regte Heide & Riels Laag	3,27	2.359,20	3,27	0,01	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)
(134)						
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,29	1.774,24	0,29	0,01	0,00	0,00

VHW-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	146,3 ton/j
Locatie	X:53555,23 Y:431096,02	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	19.904,54 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3.598,9 kg/j
Locatie	X:88606,43 Y:419347,22	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	153,1 kg/j
Lengte	63.033,70 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)				NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (4)				NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)				NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (3)				NO_x	1,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,4 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	33,6 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.448,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (4)				NO_x	2,2 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	0,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	58,6 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.448,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (1)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	0,6 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	54,8 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.448,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (2)				NO_x	0,7 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,2 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	19,7 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.448,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (GOF-KHO-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	Rvq4p89gio48
Datum berekening	23 november 2023, 17:16
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
GOF-KHO-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	170,7 kg/j	2.766,5 ton/j

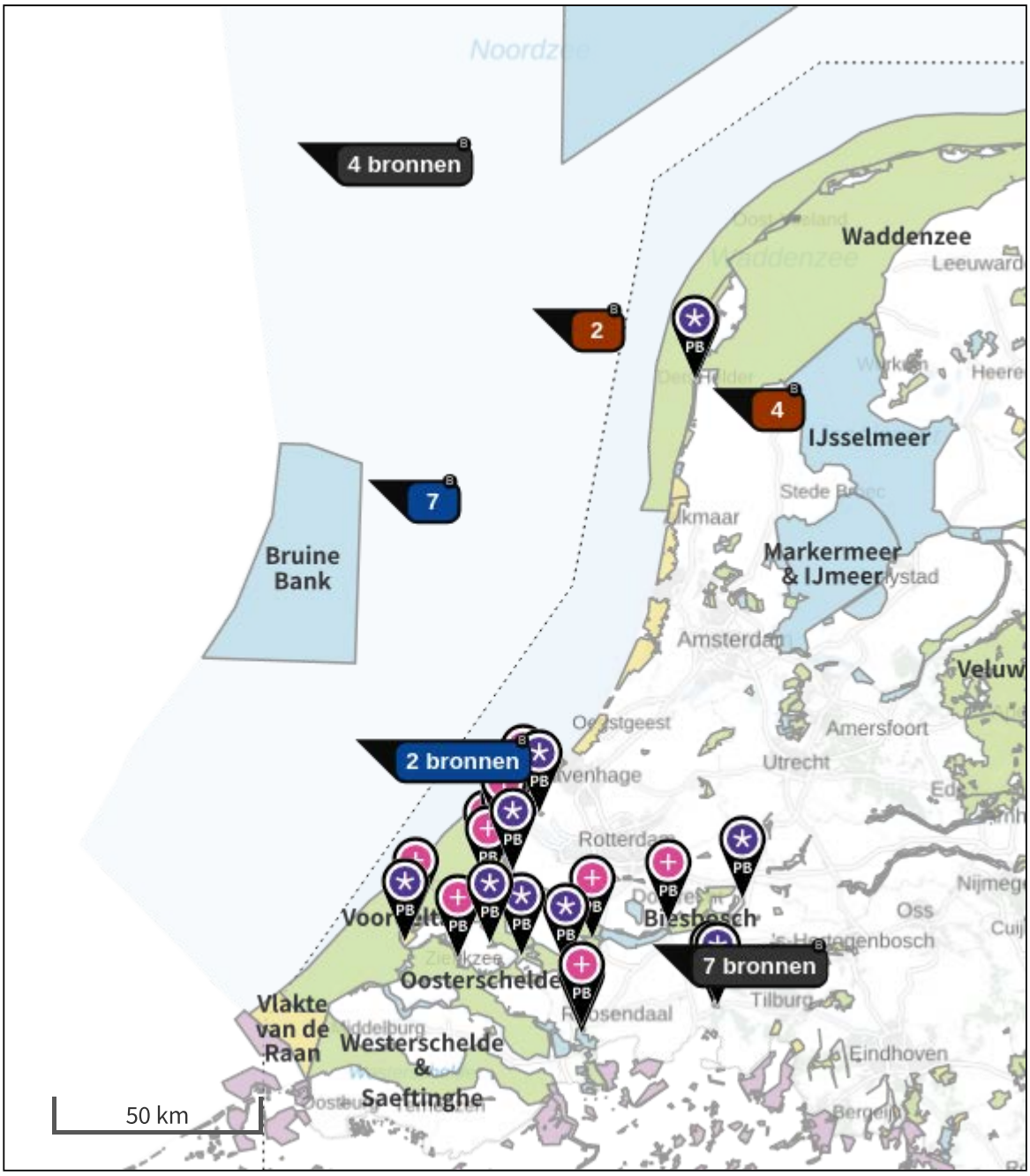
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
GOF-KHO-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	1,60 mol/ha/j	3859516	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.651,77 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	1,60 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

GOF-KHO-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	148,2 ton/j
16 Anders... | Anders... | Onshore	103,8 kg/j	2.444,8 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	24,0 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 "GOF-KHO-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.651,77	8.707,62	2.651,77	1,60	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)	609,07	2.309,56	609,07	1,60	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,56	364,76	1,51	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,62	0,26	0,80	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,32	13,26	0,75	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,60	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	268,84	2.445,10	268,84	0,53	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,62	7,74	0,13	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,07	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,01	14,93	0,07	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,02	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	326,60	3.614,92	326,60	0,01	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00

GOF-KHO-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	148,2 ton/j
Locatie	X:53471,12 Y:430149,58	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	20.171,44 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2.444,8 kg/j
Locatie	X:74720,91 Y:414797,57	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	103,8 kg/j
Lengte	45.855,26 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (GOF-KHO-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	RsAPyRqZ56wQ
Datum berekening	23 november 2023, 17:33
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
GOF-KHO-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	227,7 kg/j	2.767,8 ton/j

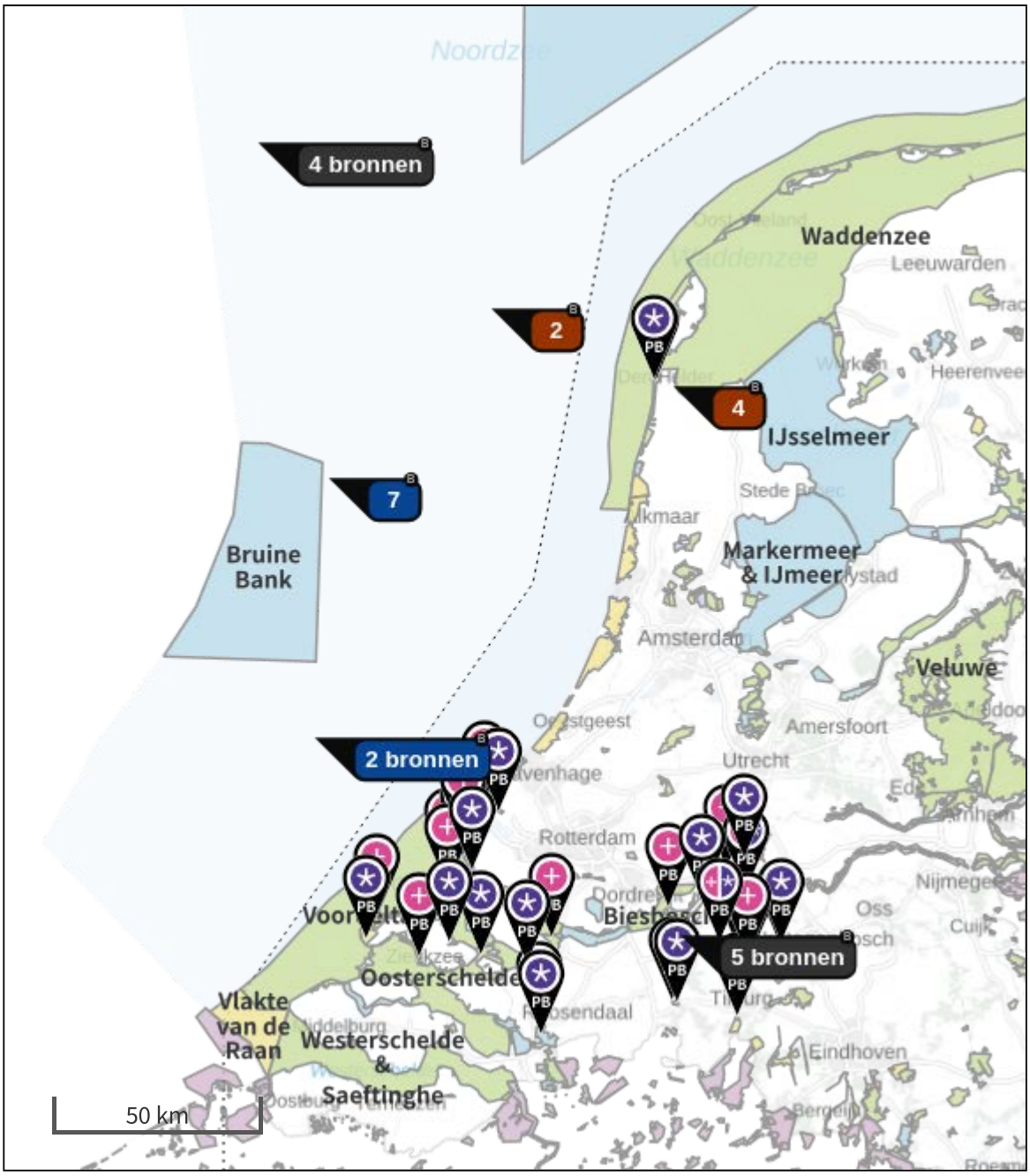
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
GOF-KHO-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	1,60 mol/ha/j	3859516	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.741,90 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	1,60 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

GOF-KHO-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	148,2 ton/j
14 Anders... | Anders... | Onshore	161,3 kg/j	3.795,1 kg/j
Verkeersnetwerk	0,8 kg/j	23,4 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 "GOF-KHO-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.741,90	8.707,62	3.741,90	1,60	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)	609,07	2.309,56	609,07	1,60	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,56	364,76	1,51	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,62	0,26	0,80	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,32	13,26	0,76	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,60	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	268,84	2.445,10	268,84	0,53	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,62	7,74	0,13	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,78	44,35	0,08	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,00	14,93	0,07	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.217,91	12,71	0,05	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,87	40,03	0,03	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	575,84	2.551,33	575,84	0,02	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	42,67	2.515,90	42,67	0,02	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,88	1,91	0,02	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	780,03	4.218,02	780,03	0,01	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	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)
Regte Heide & Riels Laag (134)	3,27	2.359,20	3,27	0,01	0,00	0,00
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,29	1.774,24	0,29	0,01	0,00	0,00

GOF-KHO-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	148,2 ton/j
Locatie	X:53471,12 Y:430149,58	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	20.171,44 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3.795,1 kg/j
Locatie	X:84892,42 Y:409631,81	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	161,3 kg/j
Lengte	69.127,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)		Links	Rechts	NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (4)		Links	Rechts	NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)		Links	Rechts	NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (3)				NO_x	1,4 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,4 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	36,9 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.591,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (4)				NO_x	2,4 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	0,7 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	64,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.591,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (1)				NO_x	2,2 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	0,7 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	60,2 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.591,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (2)				NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,2 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	21,7 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.591,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (GOF-DVG-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	ReVT8AQm435D
Datum berekening	23 november 2023, 17:07
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
GOF-DVG-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	180,3 kg/j	2.710,1 ton/j

Resultaten

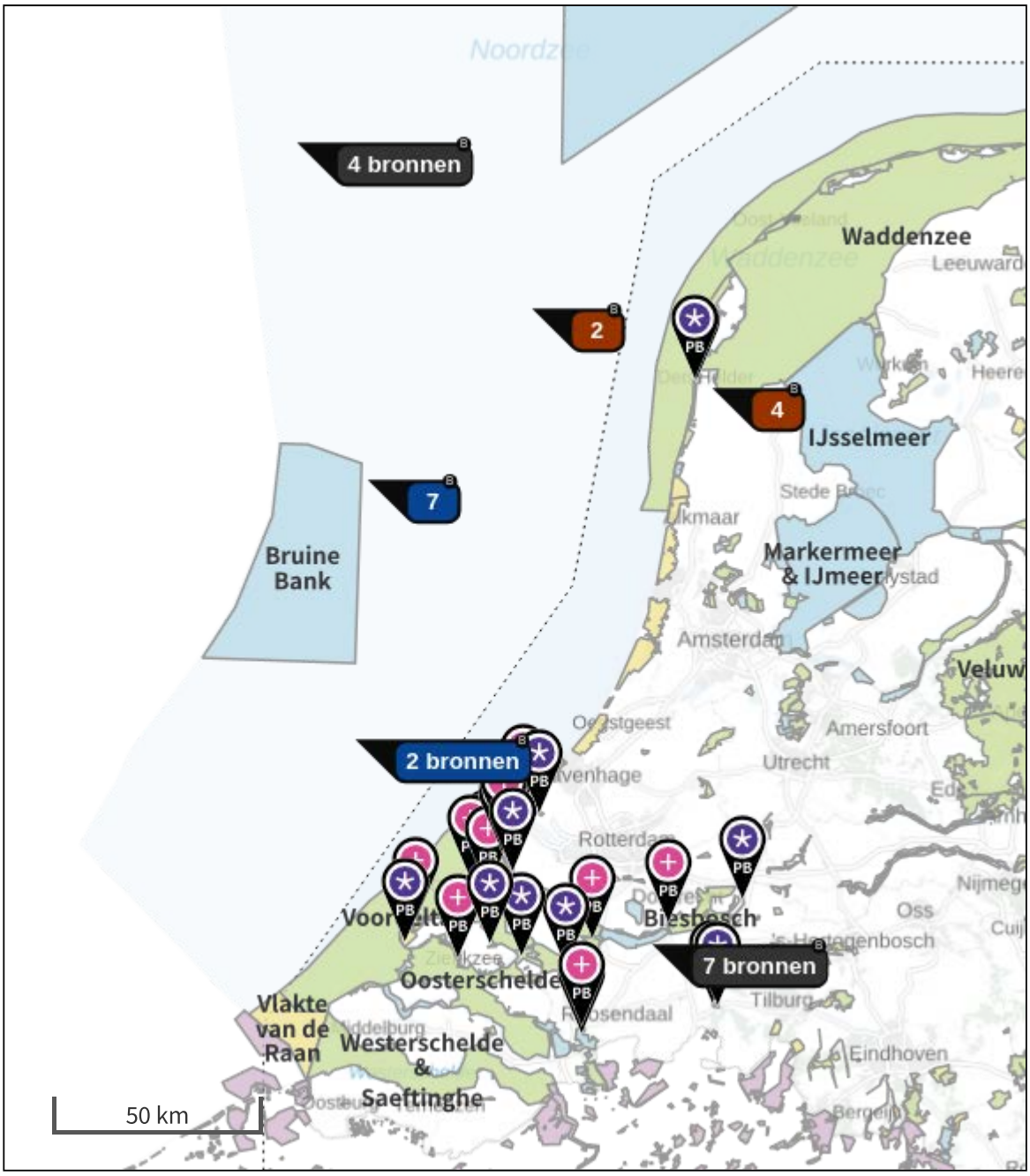
	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
GOF-DVG-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2,25 mol/ha/j	3711159	Duinen Goeree & Kwade Hoek

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.543,99 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename	2,25 mol/ha/j
Grootste afname	0,00 mol/ha/j

GOF-DVG-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	91,7 ton/j
16 Anders... | Anders... | Onshore	113,4 kg/j	2.671,0 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	24,5 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 "GOF-DVG-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.543,99	8.707,58	2.543,99	2,25	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)
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,59	1.616,83	364,59	2,25	0,00	0,00
Voornes Duin (100)	609,07	2.309,18	609,07	0,83	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,25	13,26	0,53	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,33	0,26	0,50	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,49	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	151,71	2.444,88	151,71	0,30	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,01	14,93	0,08	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,07	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,58	7,74	0,07	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,02	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	336,12	3.614,92	336,12	0,01	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00

GOF-DVG-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	91,7 ton/j
Locatie	X:50017,19 Y:431703,25	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	12.471,29 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	2.671,0 kg/j
Locatie	X:72964,7 Y:415560,08	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	113,4 kg/j
Lengte	49.684,47 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (GOF-DVG-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	S5ZofgQc4HKb
Datum berekening	23 november 2023, 17:24
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
GOF-DVG-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	237,4 kg/j	2.711,4 ton/j

Resultaten

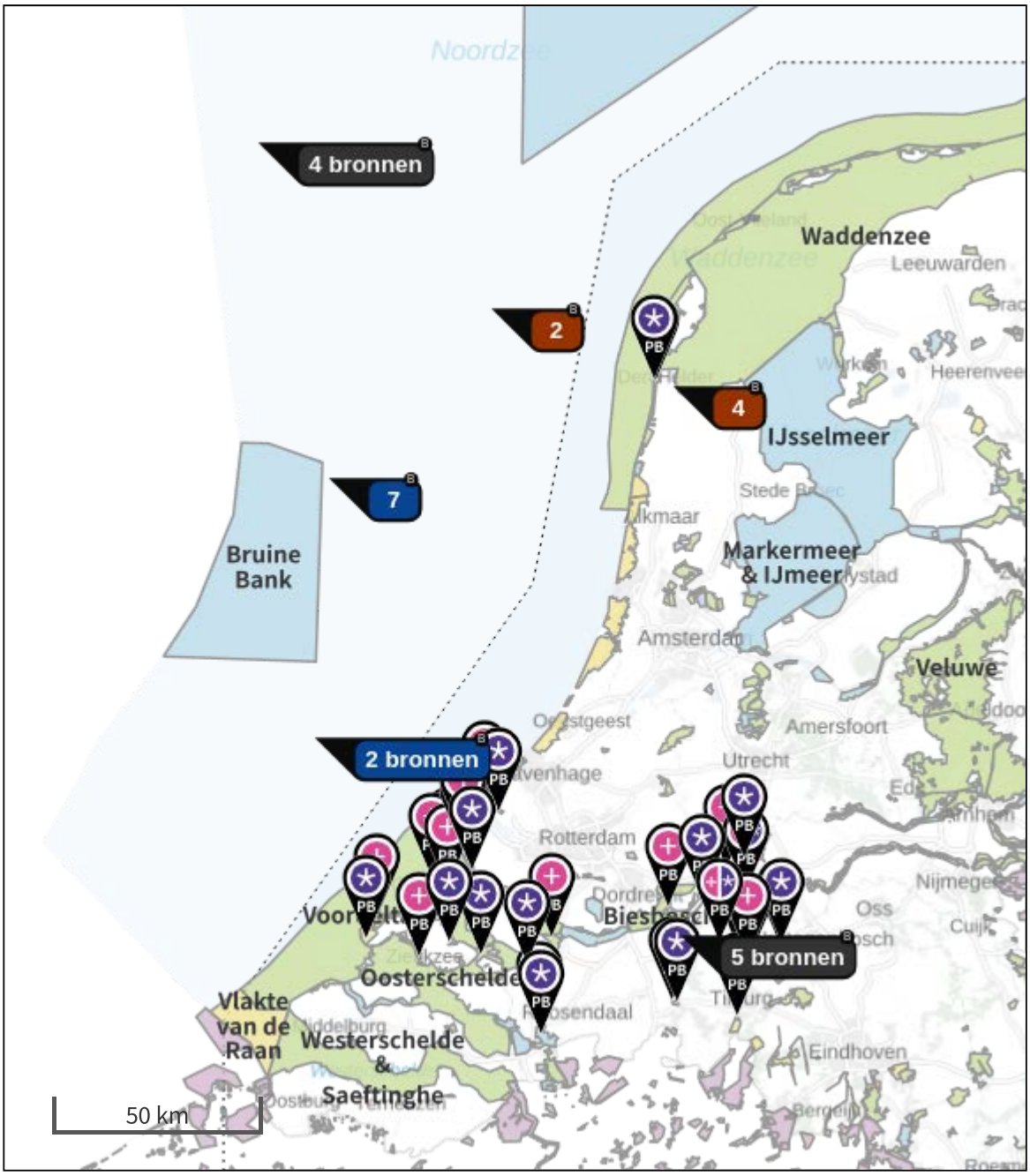
	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
GOF-DVG-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2,29 mol/ha/j	3711159	Duinen Goeree & Kwade Hoek

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.632,00 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename	2,29 mol/ha/j
Grootste afname	0,00 mol/ha/j

GOF-DVG-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	91,7 ton/j
14 Anders... | Anders... | Onshore	171,0 kg/j	4.021,4 kg/j
Verkeersnetwerk	0,8 kg/j	23,8 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 "GOF-DVG-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.632,00	8.707,58	3.632,00	2,29	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)
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,59	1.616,83	364,59	2,29	0,00	0,00
Voornes Duin (100)	609,07	2.309,18	609,07	0,83	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,25	13,26	0,54	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,33	0,26	0,50	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,49	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	151,71	2.444,88	151,71	0,30	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,78	44,35	0,08	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,00	14,93	0,07	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,58	7,74	0,07	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.217,91	12,71	0,05	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,87	40,03	0,03	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	575,84	2.551,33	575,84	0,02	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	42,67	2.515,90	42,67	0,02	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,88	1,91	0,02	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	787,43	4.218,02	787,43	0,01	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	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)
Regte Heide & Riels Laag (134)	3,27	2.359,20	3,27	0,01	0,00	0,00
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,29	1.774,24	0,29	0,01	0,00	0,00

GOF-DVG-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	91,7 ton/j
Locatie	X:50017,19 Y:431703,25	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	12.471,29 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	4.021,4 kg/j
Locatie	X:83098,22 Y:410287,79	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	171,0 kg/j
Lengte	72.956,57 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)				NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (4)				NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)				NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (3)				NO_x	1,5 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,4 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	39,0 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.682,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (4)				NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	0,7 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	68,1 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.682,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (1)				NO_x	2,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	0,7 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	63,6 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.682,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (2)				NO_x	0,9 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,3 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	22,9 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.682,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BWA-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	RNmsgBR2J2Pu
Datum berekening	23 november 2023, 16:31
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BWA-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	66,7 kg/j	2.955,6 ton/j

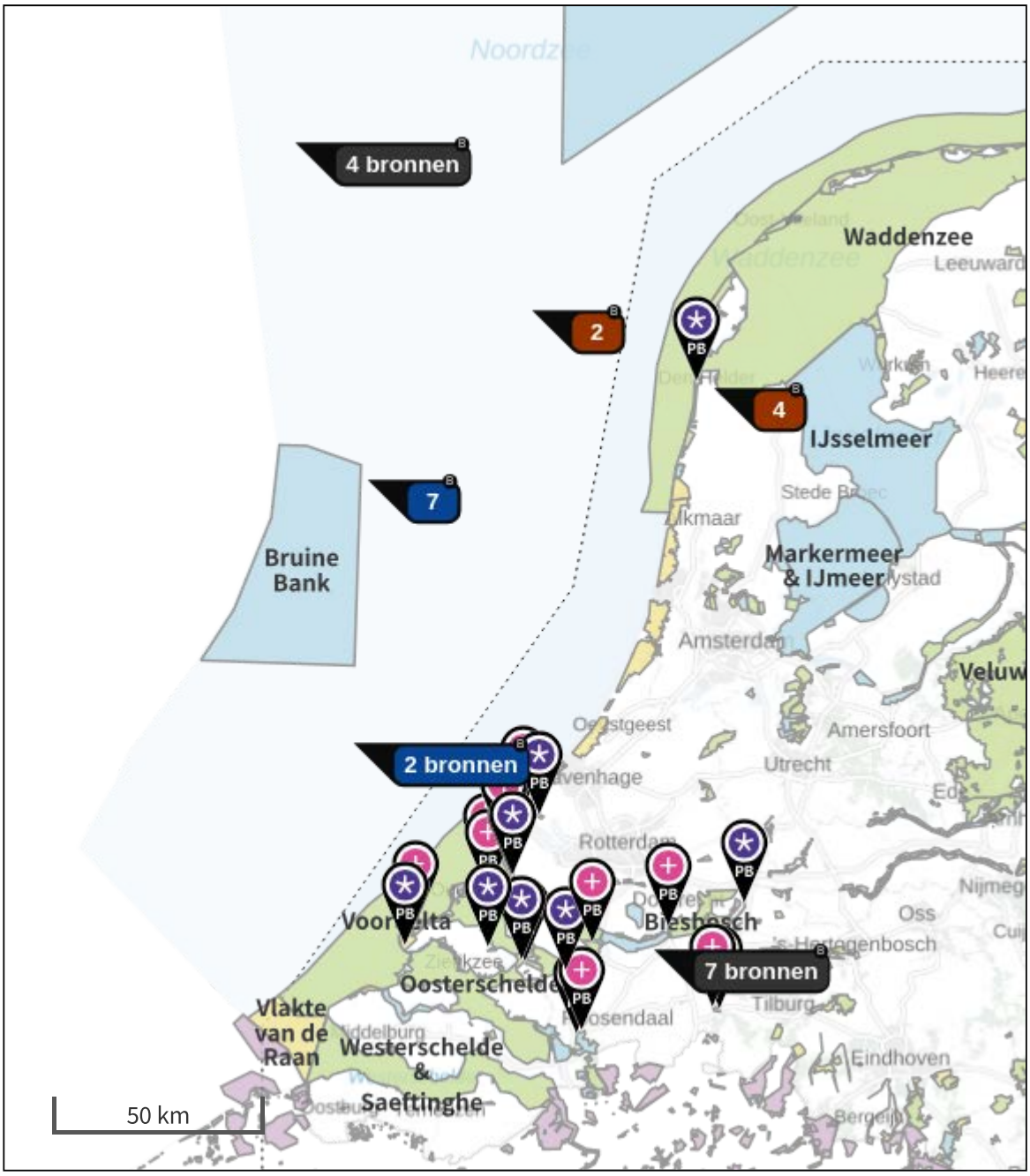
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BWA-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2,64 mol/ha/j	3758613	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.557,04 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	2,64 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BWA-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	151,9 ton/j
16 Anders... | Anders... | Inshore	-	188,0 ton/j
Verkeersnetwerk	0,7 kg/j	18,8 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 "BWA-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.557,04	8.707,75	2.557,04	2,64	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)	609,07	2.310,59	609,07	2,64	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,69	364,76	1,64	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,76	0,26	0,93	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,49	13,26	0,87	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	281,58	2.445,36	281,58	0,72	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,60	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,38	14,93	0,54	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,35	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,75	7,74	0,27	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	219,13	3.031,95	219,13	0,10	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,03	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00

BWA-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	151,9 ton/j
Locatie	X:53712,66 Y:430108,77	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	20.661,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Inshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	188,0 ton/j
Locatie	X:79026,16 Y:419032,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	38.949,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

17 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (3)				NO_x	4,2 kg/j
Locatie	X:96848,89 Y:411153,54	Type scherm	-	-	NO_2	1,2 kg/j
Lengte	495,42 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (2)				NO_x	3,4 kg/j
Locatie	X:98714,16 Y:409374,03	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	392,20 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (4)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:99655,45 Y:408460,96	Type scherm	-	-	NO_2	0,6 kg/j
Lengte	234,51 m	Hoogte	-	-	NH_3	77,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (6)				NO_x	1,7 kg/j
Locatie	X:101197,24 Y:409365,76	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	198,33 m	Hoogte	-	-	NH_3	65,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (1)				NO_x	2,1 kg/j
Locatie	X:99448,09 Y:411134,08	Type scherm	-	-	NO_2	0,6 kg/j
Lengte	250,11 m	Hoogte	-	-	NH_3	82,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation MRD (5)				NO_x	5,3 kg/j
Locatie	X:102126,74 Y:410289,29	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	619,26 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	7.500,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.123,3 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BWA-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	RzMn5uhbX5At
Datum berekening	23 november 2023, 16:57
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BWA-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	66,2 kg/j	3.018,8 ton/j

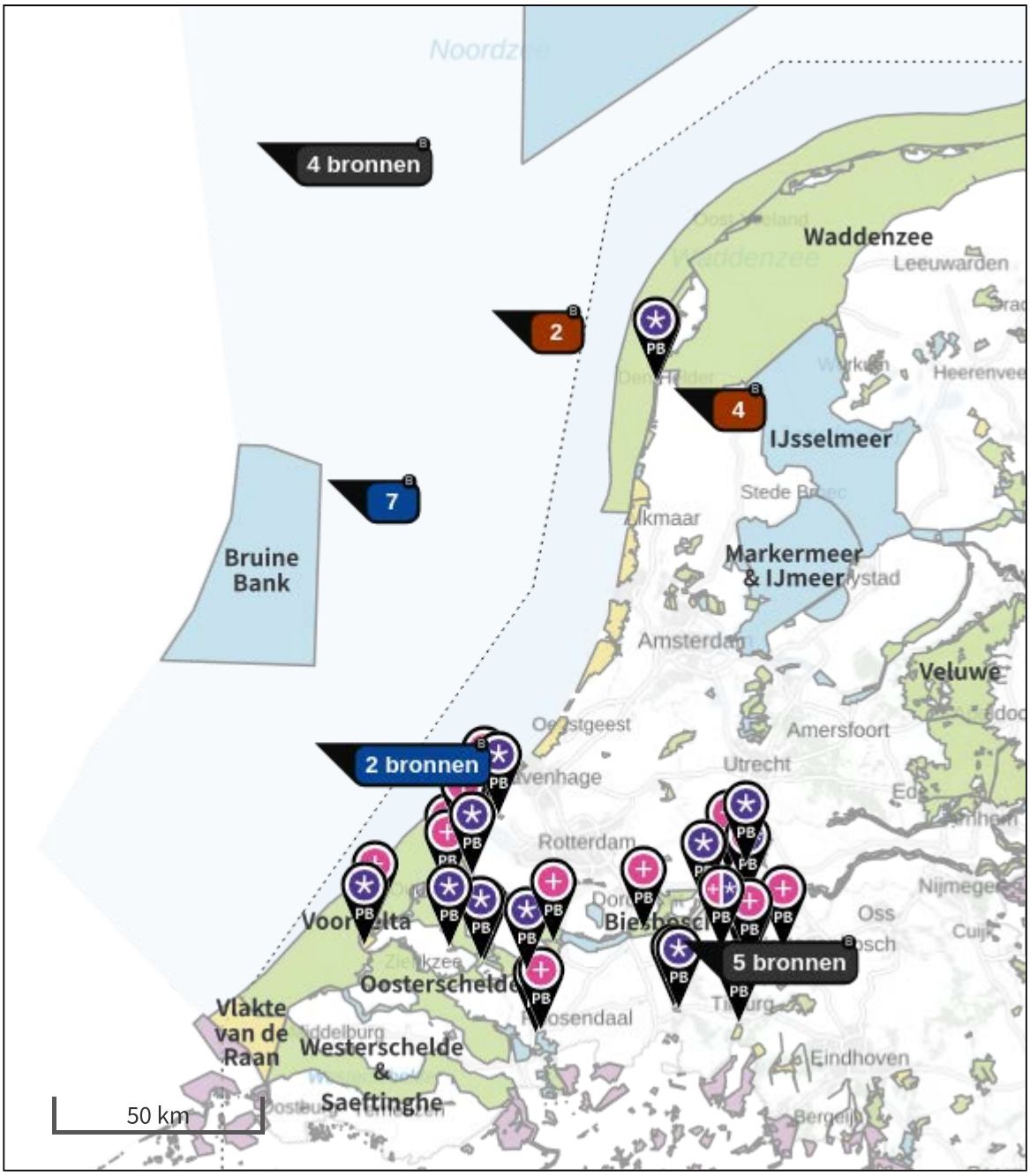
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BWA-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2,42 mol/ha/j	3758613	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.179,04 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	2,42 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BWA-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	151,9 ton/j
14 Anders... | Anders... | Inshore	-	251,2 ton/j
Verkeersnetwerk	0,6 kg/j	16,6 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 "BWA-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.179,04	8.707,73	3.179,04	2,42	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)	609,07	2.310,45	609,07	2,42	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.331,06	44,35	1,65	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,66	364,76	1,60	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,74	0,26	0,91	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,47	13,26	0,83	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	281,58	2.445,32	281,58	0,69	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,82	915,83	0,60	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,93	2.090,34	14,93	0,52	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.218,13	12,71	0,27	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	7,74	8.707,73	7,74	0,23	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.741,03	40,03	0,22	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	47,77	2.515,93	47,77	0,17	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	576,75	2.551,40	576,75	0,12	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,98	1,91	0,12	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	193,68	3.031,95	193,68	0,07	0,00	0,00
Regte Heide & Riels Laag (134)	7,84	2.359,21	7,84	0,02	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)
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,47	1.774,24	0,47	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00

BWA-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	151,9 ton/j
Locatie	X:53712,66 Y:430108,77	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	20.661,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Inshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	251,2 ton/j
Locatie	X:88948,44 Y:413807,63	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	61.698,43 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)		Links	Rechts	NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (4)		Links	Rechts	NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)		Links	Rechts	NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BLS-VHW-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	RQfRvNa3ar1r
Datum berekening	23 november 2023, 16:48
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BLS-VHW-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	201,6 kg/j	2.765,2 ton/j

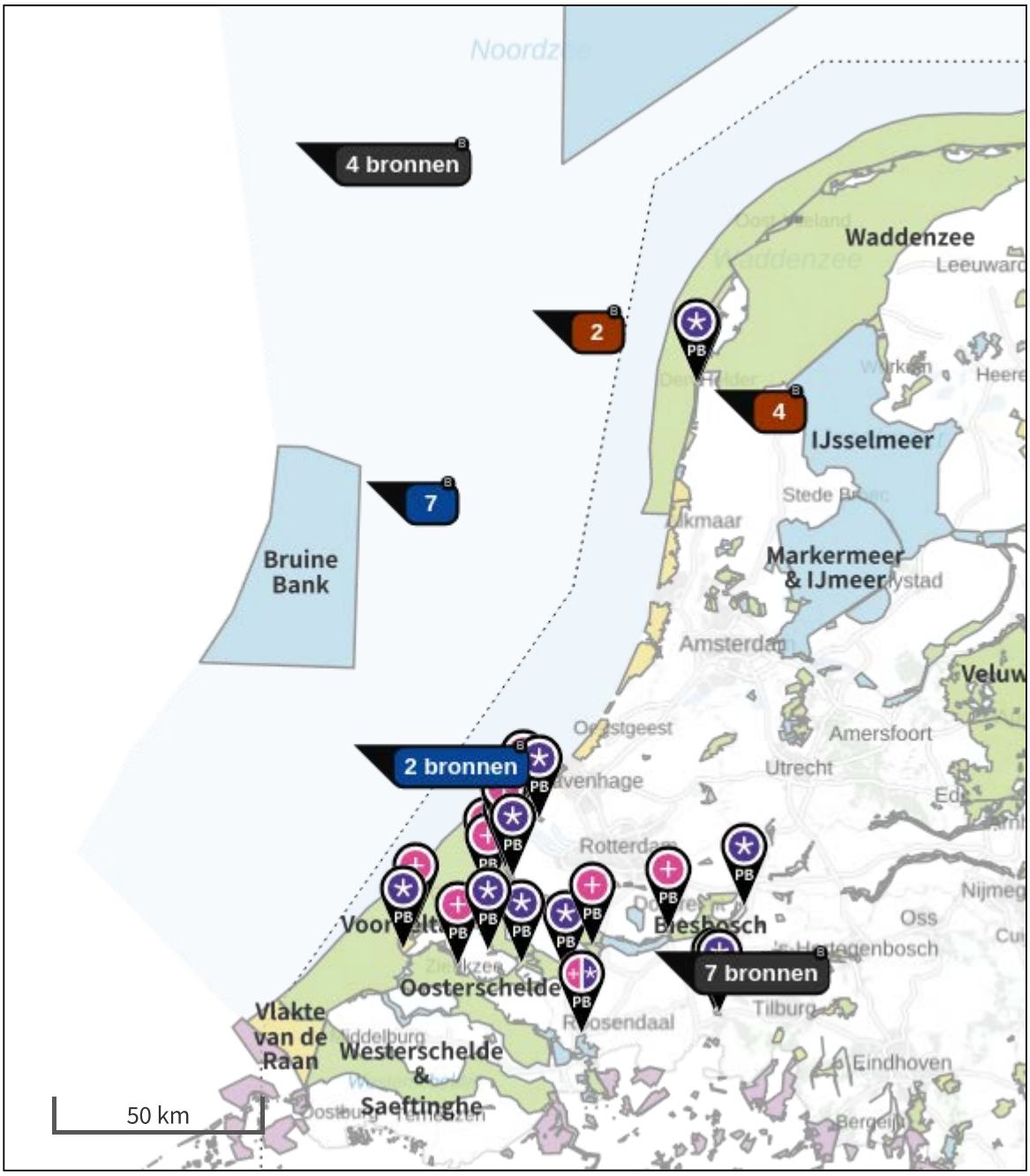
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BLS-VHW-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	3,57 mol/ha/j	3824352	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.425,32 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	3,57 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BLS-VHW-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	146,3 ton/j
16 Anders... | Anders... | Onshore	134,7 kg/j	3.153,5 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	23,9 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 "BLS-VHW-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.425,32	8.707,60	2.425,32	3,57	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)	609,07	2.309,49	609,07	3,57	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,12	364,76	1,06	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,68	0,26	0,86	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,31	13,26	0,59	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,79	915,83	0,57	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	370,40	2.445,13	370,40	0,55	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	6,11	8.707,60	6,11	0,09	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,08	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,61	2.090,00	14,61	0,03	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	0,54	2.838,91	0,54	0,01	0,00	0,00

BLS-VHW-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	146,3 ton/j
Locatie	X:53555,23 Y:431096,02	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	19.904,54 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3.153,5 kg/j
Locatie	X:84114,81 Y:425572,04	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	134,7 kg/j
Lengte	49.986,71 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BLS-VHW-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	Rd4qcd4DgQef
Datum berekening	23 november 2023, 16:53
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BLS-VHW-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	259,1 kg/j	2.766,6 ton/j

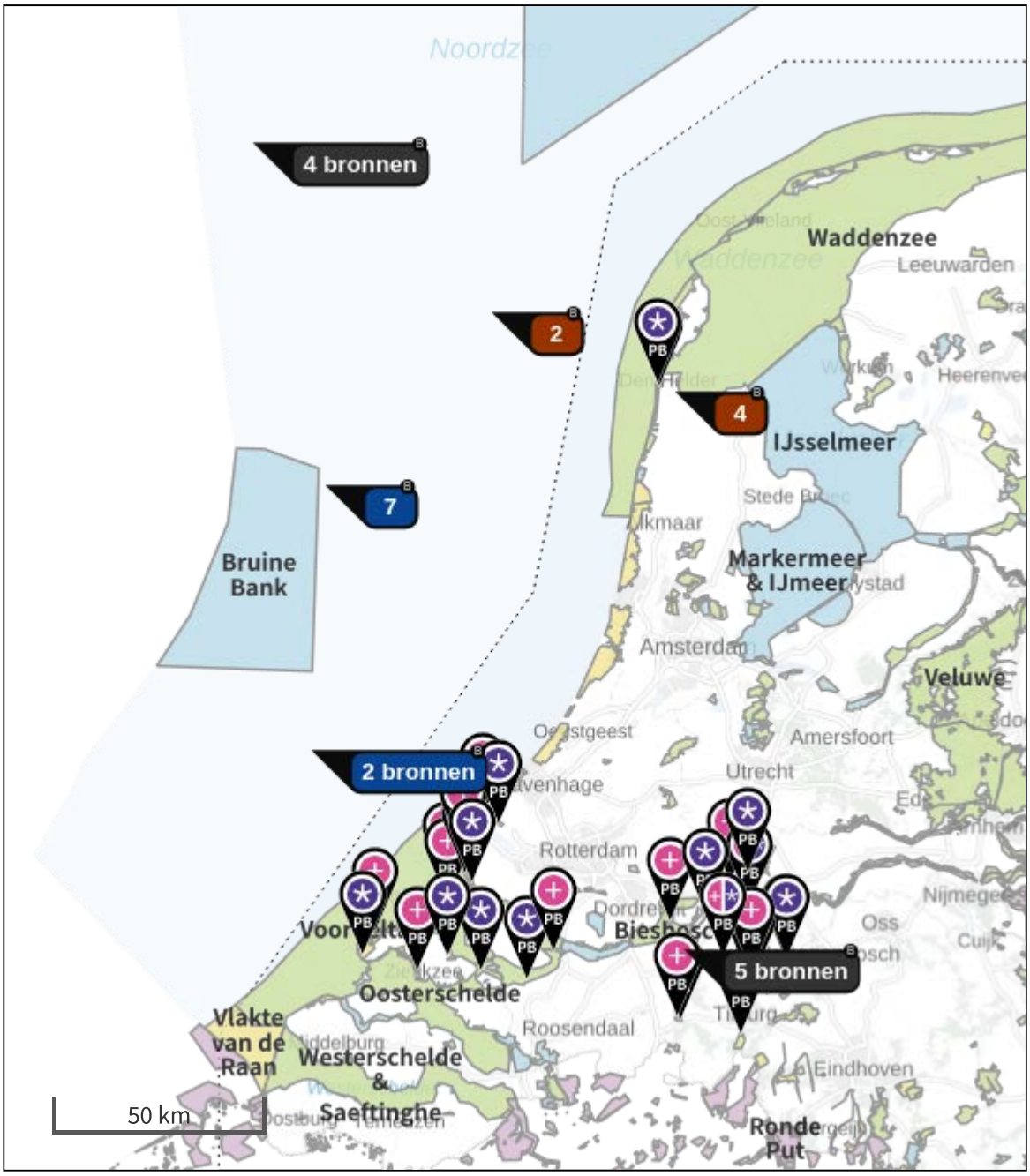
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BLS-VHW-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	3,45 mol/ha/j	3824352	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.061,81 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	3,45 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BLS-VHW-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	146,3 ton/j
14 Anders... | Anders... | Onshore	192,7 kg/j	4.526,3 kg/j
Verkeersnetwerk	0,8 kg/j	24,2 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 "BLS-VHW-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.061,81	8.707,60	3.061,81	3,45	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)	609,07	2.309,48	609,07	3,45	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.617,11	364,76	1,06	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,68	0,26	0,86	0,00	0,00
Grevelingen (115)	13,26	2.015,31	13,26	0,59	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	915,83	1.962,79	915,83	0,57	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	369,55	2.445,12	369,55	0,55	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	6,11	8.707,60	6,11	0,09	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,78	44,35	0,08	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.217,91	12,71	0,05	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	575,97	2.551,34	575,97	0,03	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,88	40,03	0,03	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	42,67	2.515,90	42,67	0,02	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	13,99	2.089,99	13,99	0,02	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,88	1,91	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00
Regte Heide & Riels Laag	4,95	2.359,20	4,95	0,01	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)
(134)						
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,29	1.774,24	0,29	0,01	0,00	0,00

BLS-VHW-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	146,3 ton/j
Locatie	X:53555,23 Y:431096,02	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	19.904,54 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	4.526,3 kg/j
Locatie	X:94025,25 Y:419035,33	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	192,7 kg/j
Lengte	79.019,24 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)				NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (4)				NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)				NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (3)				NO_x	1,5 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	41,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.783,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (4)				NO_x	2,7 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	0,8 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	72,2 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.783,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (1)				NO_x	2,5 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	0,7 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	67,5 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.783,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (2)				NO_x	0,9 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,3 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	24,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	1.783,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BLS-MVL-GTB)

Berekening

AERIUS kenmerk	S6CiTi5zDtf1
Datum berekening	23 november 2023, 16:59
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BLS-MVL-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	283,0 kg/j	2.730,8 ton/j

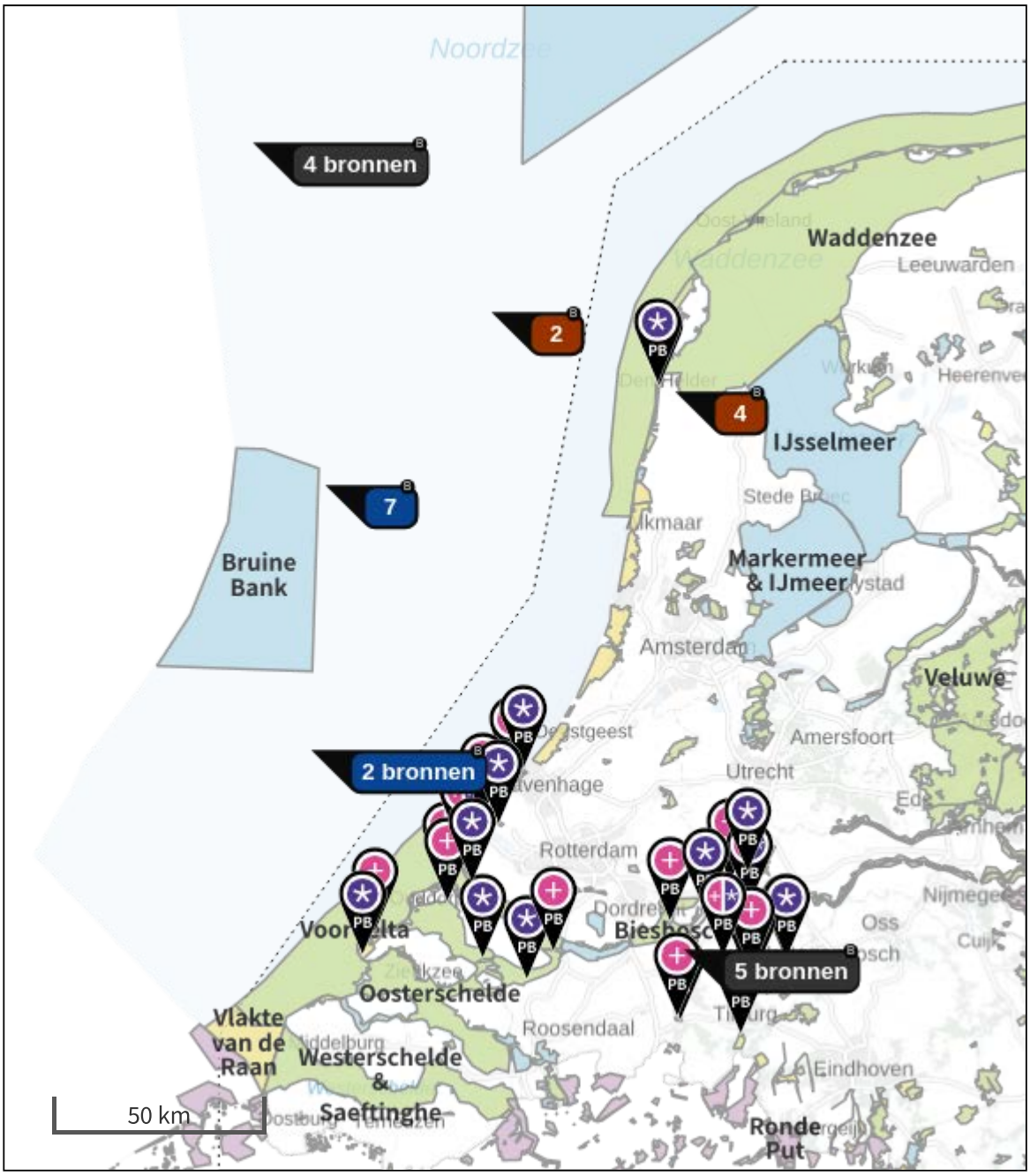
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BLS-MVL-GTB (80% reductie op baggeren) - Beoogd	1,84 mol/ha/j	4027703	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.163,05 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	1,84 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BLS-MVL-GTB (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-GTB (1)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
10 Energie | Energie | C-GTB (2)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
11 Energie | Energie | C-GTB (3)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
12 Energie | Energie | C-GTB (4)	16,4 kg/j	667,5 kg/j
13 Anders... | Anders... | Nearshore	-	109,9 ton/j
14 Anders... | Anders... | Onshore	216,5 kg/j	5.086,2 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	25,2 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 "BLS-MVL-GTB (80% reductie op baggeren)" (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	3.163,05	2.740,88	3.163,05	1,84	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)	609,07	2.309,16	609,07	1,84	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,53	0,26	0,69	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.616,64	364,76	0,59	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	372,66	2.445,06	372,66	0,49	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	914,27	1.962,69	914,27	0,45	0,00	0,00
Grevelingen (115)	12,07	1.657,41	12,07	0,40	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,78	44,35	0,08	0,00	0,00
Langstraat (130)	12,71	2.217,91	12,71	0,05	0,00	0,00
Westduinpark & Wapendal (98)	106,99	2.736,23	106,99	0,04	0,00	0,00
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131)	575,97	2.551,34	575,97	0,03	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,88	40,03	0,03	0,00	0,00
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	42,67	2.515,90	42,67	0,02	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	13,99	2.089,99	13,99	0,02	0,00	0,00
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem (71)	1,91	2.098,88	1,91	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	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)
Regte Heide & Riels Laag (134)	4,95	2.359,20	4,95	0,01	0,00	0,00
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (132)	0,29	1.774,24	0,29	0,01	0,00	0,00

BLS-MVL-GTB (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-GTB (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116530,9 Y:413136,9	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-GTB (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:117379,03 Y:413429,09	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-GTB (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116860,96 Y:411808,98	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-GTB (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	667,5 kg/j
Locatie	X:116161,42 Y:412564,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	16,4 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	109,9 ton/j
Locatie	X:51944,55 Y:435490,8	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	14.953,71 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

14 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	5.086,2 kg/j
Locatie	X:91323,39 Y:422283,46	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	216,5 kg/j
Lengte	88.382,09 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

15 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (3)		Links	Rechts	NO_x	3,3 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,1 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

16 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (5)		Links	Rechts	NO_x	5,8 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	1,6 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

17 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (1)		Links	Rechts	NO_x	5,4 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	1,5 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,2 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

18 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Converterstation GTB (2)				NO_x	2,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	75,3 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	11.250,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	3.185,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

19 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (3)				NO_x	1,7 kg/j
Locatie	X:116614,13 Y:411870,15	Type scherm	-	-	NO_2	0,5 kg/j
Lengte	259,29 m	Hoogte	-	-	NH_3	46,7 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.011,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

20 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (4)				NO_x	3,0 kg/j
Locatie	X:116078,47 Y:412360,74	Type scherm	-	-	NO_2	0,9 kg/j
Lengte	452,52 m	Hoogte	-	-	NH_3	81,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.011,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

21 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (1)				NO_x	2,8 kg/j
Locatie	X:116739,48 Y:413210,5	Type scherm	-	-	NO_2	0,8 kg/j
Lengte	422,75 m	Hoogte	-	-	NH_3	76,1 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.011,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %

22 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Wegverkeer Kabeltracé GTB (2)				NO_x	1,0 kg/j
Locatie	X:117362,6 Y:413190,89	Type scherm	-	-	NO_2	0,3 kg/j
Lengte	152,36 m	Hoogte	-	-	NH_3	27,4 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	2.011,0 /jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

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 3
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 3 - reductie (BLS-MVL-MRD)

Berekening

AERIUS kenmerk	Rhuf7VZjXLMW
Datum berekening	07 december 2023, 12:37
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
BLS-MVL-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	2023	210,4 kg/j	2.729,0 ton/j

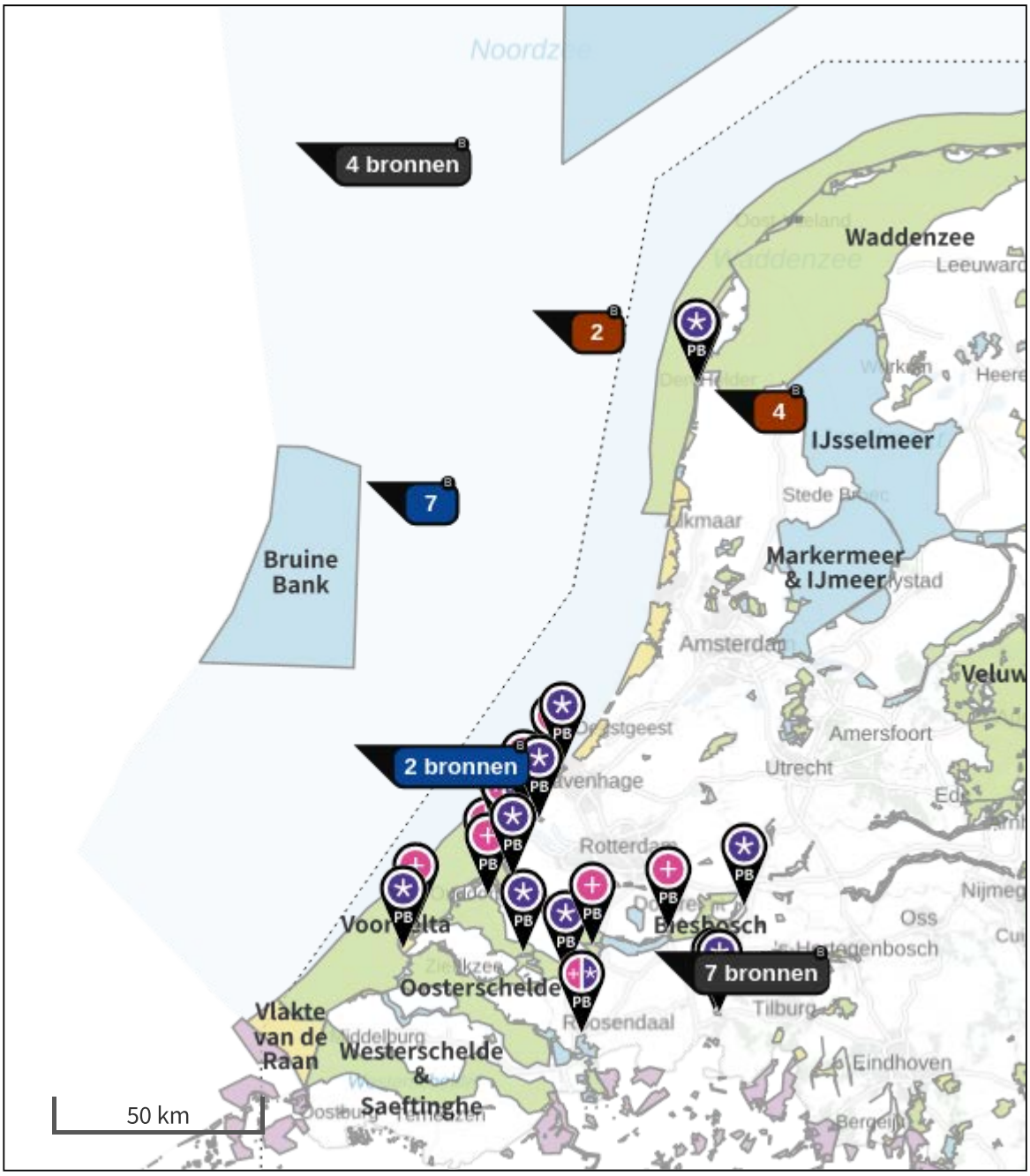
Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
BLS-MVL-MRD (80% reductie op baggeren) - Beoogd	1,82 mol/ha/j	4027703	Voornes Duin
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.524,73 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	1,82 mol/ha/j		
Grootste afname	0,00 mol/ha/j		

BLS-MVL-MRD (80% reductie op baggeren) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen	Emissie NH_3	Emissie NO_x
1 Energie | Energie | Platform NW3	-	64,6 ton/j
2 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (1)	-	984,4 kg/j
3 Luchtverkeer | Stijgen | Vliegroute (2)	-	984,4 kg/j
4 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-land	-	264,1 kg/j
5 Luchtverkeer | Taxiën | LTO-zee	-	264,1 kg/j
6 Anders... | Anders... | Offshore (1)	-	848,7 ton/j
7 Anders... | Anders... | Offshore (2)	-	848,7 ton/j
8 Anders... | Anders... | Offshore (3)	-	848,7 ton/j
9 Energie | Energie | C-MRD (1)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
10 Energie | Energie | C-MRD (2)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
11 Energie | Energie | C-MRD (3)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
12 Energie | Energie | C-MRD (4)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
13 Energie | Energie | C-MRD (5)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
14 Energie | Energie | C-MRD (6)	11,0 kg/j	445,0 kg/j
15 Anders... | Anders... | Nearshore	-	109,9 ton/j
16 Anders... | Anders... | Onshore	143,5 kg/j	3.370,3 kg/j
Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	25,3 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 "BLS-MVL-MRD (80% reductie op baggeren)" (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	2.524,73	2.838,91	2.524,73	1,82	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)	609,07	2.309,16	609,07	1,82	0,00	0,00
Voordelta (113)	0,26	1.132,53	0,26	0,69	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	364,76	1.616,64	364,76	0,59	0,00	0,00
Solleveld & Kapittelduinen (99)	372,66	2.445,06	372,66	0,49	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	914,27	1.962,69	914,27	0,45	0,00	0,00
Grevelingen (115)	12,07	1.657,41	12,07	0,40	0,00	0,00
Biesbosch (112)	44,35	2.330,73	44,35	0,08	0,00	0,00
Westduinpark & Wapendal (98)	106,99	2.736,23	106,99	0,04	0,00	0,00
Krammer-Volkerak (114)	14,04	2.089,99	14,04	0,03	0,00	0,00
Ulvenhoutse Bos (129)	40,03	2.740,86	40,03	0,02	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	46,11	1.587,31	46,11	0,01	0,00	0,00
Brabantse Wal (128)	0,12	2.838,91	0,12	0,01	0,00	0,00

BLS-MVL-MRD (80% reductie op baggeren), Rekenjaar 2023

Er zijn meer dan 10 wegverkeer emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

1 Energie | Energie

Naam	Platform NW3	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	64,6 ton/j
Locatie	X:11893,19 Y:609267,62	Warmteinhoud	2,640 MW		
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	16,02 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:69764,62 Y:568166,29	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	97.583,17 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Vliegroute (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	984,4 kg/j
Locatie	X:29277,42 Y:603521,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Lengte	36.644,16 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:114501,21 Y:548776,11	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-zee	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	264,1 kg/j
Locatie	X:11877,9 Y:609262,59	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:18337,87 Y:582042,55	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	76.926,78 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:29365,67 Y:526171,61	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	59.179,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Anders... | Anders...

Naam	Offshore (3)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	848,7 ton/j
Locatie	X:26191,35 Y:461825,53	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	71.736,46 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Energie | Energie

Naam	C-MRD (1)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99713,59 Y:411199,64	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Energie | Energie

Naam	C-MRD (2)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:98546,92 Y:409484,86	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Energie | Energie

Naam	C-MRD (3)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:96594,91 Y:411193,44	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Energie | Energie

Naam	C-MRD (4)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:99866,1 Y:408446,42	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Energie | Energie

Naam	C-MRD (5)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:102475,66 Y:410110,29	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Energie | Energie

Naam	C-MRD (6)	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	445,0 kg/j
Locatie	X:101030,92 Y:409166,6	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	11,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Oppervlakte	5,52 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Anders... | Anders...

Naam	Nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	109,9 ton/j
Locatie	X:51944,55 Y:435490,8	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	14.953,71 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

16 Anders... | Anders...

Naam	Onshore	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	3.370,3 kg/j
Locatie	X:80175,95 Y:427453,46	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	143,5 kg/j
Lengte	59.349,56 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

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	2023.0.1_20231106_3125d8b3c1
Database versie	2023.0.1_3125d8b3c1_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Effecten van kabelaanleg in de binnenwateren op de waterkwaliteit

Net op zee Nederwiek 3
TenneT

11 juni 2024

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding en doel 5

1.2 Activiteiten behorend bij de kabelaanleg 6

1.2.1 Baggeren voor ontvangstputten 6

1.2.2 De aanlegtechniek jet-trenchen 6

2 Kaderrichtlijn Water 7

2.1 Wettelijk kader 7

2.2 Betrokken waterlichamen en stoffen 8

2.2.1 Betrokken waterlichamen 8

2.2.2 Haringvliet-west 9

2.2.3 Haringvliet-oost 10

2.2.4 Brabantse Biesbosch 11

2.2.5 Bergsche Maas 12

3 Kwaliteit van de waterbodem 13

3.1 Monitoringprogramma 13

3.1.1 Locaties en typen bemonsteringsmethodiek 13

3.1.2 Gemeten stoffen 13

3.2 Resultaten bodemonderzoek 15

3.2.1 Uitleg figuren 15

3.2.2 Stoffen onder detectielimiet 15

3.2.3 Visuele presentatie van de resultaten 16

4 Kwaliteit van de waterkolom 29

4.1 Welke waterkwaliteitsnorm is van toepassing? 29

4.1.1 Jaargemiddelde of maximaal aanvaardbare concentratie? 29

4.1.2 Zoet- of zoutwaternormen 29

4.2 Waterkwaliteitsnormen 31

4.3 Achtergrondconcentraties 32

5 Methodiek bepalen effecten van kabelaanleg op de waterkwaliteit 34

5.1 Inleiding 34

5.2 Modelstudie D-WAQ (3D) 35

5.3 Modelstudie partitiemodel / PHREEQC 36

5.4 Literatuuronderzoek en expert judgement 36

6 Resultaten effecten van de kabelaanleg op de waterkwaliteit 37

6.1 Waterconcentraties bepaald door D-WAQ 37
6.1.1 Uitgangspunten 37
6.1.2 Effecten van jet-trenchen 37
6.1.3 Effecten van baggeren 38
6.1.4 Ruimtelijke effecten 38
6.2 Effecten bepaald door het partitiemodel en PHREEQC 42
6.2.1 Effecten van jet-trenchen 42
6.2.2 Effecten van baggeren 42
6.3 Effecten bepaald door expert judgement en literatuuronderzoek 43

7 Conclusies 44

7.1 Normoverschrijdende stoffen 44
7.2 Effecten voorkomen of mitigeren 44
7.3 Eindconclusie 44

8 Referenties 45

9 Inleiding 53

9.1 Aanleiding studie 53
9.2 Doelstelling 53
9.3 Aanpak 53

10 Methodiek 55

10.1 Gebruikte modelschematisatie 55
10.2 De waterkwaliteitsmodule 57
10.3 Jet-trenchen in het model 61
10.3.1 De aanlegtechniek jet-trenchen 61
10.3.2 Worst-case tracéroute: keuze tracéalternatief en varianten 62
10.3.3 Uitgangspunten en modelinput 64
10.4 Baggeren voor ontvangstputten in het model 67
10.4.1 Baggeren voor ontvangstputten: de werkzaamheden 67
10.4.2 Uitgangspunten en modelinput 68
10.5 Sedimenteigenschappen in het model 70
10.6 Scenario’s en overzicht modelsimulaties 71

11 Modelresultaten 75
11.1 Effect jet-trenchen 77
11.1.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten 77
11.1.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen 80
11.1.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden 81
11.2 Effect baggeren voor ontvangstputten 84
11.2.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten 84
11.2.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen 87
11.2.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden 89
12 Conclusies en aanbevelingen 91
Referenties 93
Bijlagen 94
Bijlage A Extra figuren: simulaties jet-trenchen 94
Bijlage B Extra figuren: simulaties baggeren voor ontvangstputten 119
Colofon 46

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Net op zee Nederwiek 3 is de netaansluiting die zorgt dat het vermogen opgewekt met windenergie in windenergiegebied Nederwiek op het landelijke hoogspanningsnet aansluit. Windenergiegebied Nederwiek ligt in de Noordzee, circa 95 km uit de kust. In MER-fase 1 worden de alternatieven voor het kabeltracé onderzocht. Eén van de alternatieven, het binnenwater alternatief (BWA), gaat door Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch en landt aan bij Moerdijk of Geertruidenberg (*Figuur 1*).

Bekend is dat de waterbodem waarin de kabel gelegd zal worden (historische) verontreinigingen bevat. Het baggeren of jet-trenchen kan ervoor zorgen dat een deel van deze verontreinigingen in het water komen. Daarmee ontstaat het risico dat de waterkwaliteitsnormen worden overschreden.

Doel van dit rapport is te onderzoeken of door het baggeren of trenchen van de bodem de waterkwaliteitsnormen worden overschreden. De vervolgvraag is daarbij of deze overschrijdingen dusdanig zijn dat het BWA niet uitvoerbaar is omdat de effecten op geen enkele wijze te mitigeren zijn.



Figuur 1: Locatie kabeltracé Net op zee Nederwiek 3 voor 'Binnenwater Alternatief'.

1.2 Activiteiten behorend bij de kabelaanleg

De ingreep in de waterbodem in de binnenwateren voor het realiseren van de kabelverbinding kan impact hebben op waterkwaliteit. Het gaat dan om de volgende werkzaamheden. Voor het creëren van ontvangstputten moet er gebaggerd worden, de kabelaanleg zelf gaat door middel van trenchen. Beide technieken worden hieronder uitgelegd.

1.2.1 Baggeren voor ontvangstputten

Aan beide zijden van het kabeltracé in het binnenwater is een ontvangstput voorzien. Een ontvangstput is een overgang van het tracé op land naar het tracé in het binnenwater waar jet-trenchen als aanlegmethode gebruikt kan worden. Stel het tracé loopt van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg in het binnenwater, dan komt bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg een ontvangstput.

Om een ontvangstput aan te leggen zijn baggerwerkzaamheden nodig. Een eerste schatting van de oppervlakte van de putten is 14 000 m^2, waaruit 50 000 m^3 gebaggerd moet worden per ontvangstput om de gewenste diepte te bereiken. Baggerwerkzaamheden zorgen net zoals jet-trenchen voor vertroebeling. De volgende handelingen worden daarbij uitgevoerd:

1. Baggeren/uitgraven van de ontvangstput met een graafmachine
2. Het baggermateriaal in een beun storten
3. Het baggermateriaal brengen naar:
   a. Stortlocatie in het watersysteem
   b. Stortlocatie buiten het watersysteem zoals een baggerdepot
4. Ontvangstput sluiten na aanleg van de kabel

Vertroebeling en potentieel verontreiniging kan optreden bij alle bovenstaande stappen behalve als bij stap 3 gekozen wordt om het baggermateriaal te brengen naar een stortlocatie buiten het watersysteem zoals een baggerdepot (3b). In deze fase is nog geen keuze gemaakt in de stortlocatie (3a of 3b). Vertroebeling ontstaat wanneer fijne sedimentdeeltjes in de waterkolom komen. Dit zijn klei- en slibdeeltjes (<63 µm). Grovere sedimentdeeltjes zullen namelijk gelijk sedimenteren. De verontreinigde stoffen in de waterbodem zijn voornamelijk gebonden aan de fijne klei- en slibdeeltjes. Daarom kan baggeren voor ontvangstputten zorgen voor verontreiniging in de waterkolom.

Bij stap 1, het baggeren/uitgraven van de put, kan vertroebeling ontstaan doordat fijn materiaal uit de grijper valt (‘bucket drip’). Bij stap 2 kan vertroebeling ontstaan wanneer de beun van het schip te vol geladen wordt en daardoor overstroomt. Het fijne materiaal zal dan het eerst overstromen. In deze studie is deze mogelijkheid niet meegenomen omdat dit het makkelijkst mitigeerbaar is door de beun van het schip niet volledig te vullen. Bij stap 3a ontstaat vertroebeling doordat een stortpluim ontstaat bij het storten. Tenslotte zal ook bij stap 4 vertroebeling ontstaan doordat het sluiten van de ontvangstputten ook een stortpluim kan geven. Dit is wel afhankelijk van het materiaal dat wordt gebruikt voor het sluiten. Wanneer gekozen wordt voor systeemeigen materiaal dan zal de stortpluim kleiner zijn, omdat een deel van het fijne materiaal al in stap 3a op een andere locatie is gesedimenteerd na het bezinken van de stortpluim. Wanneer voor systeemvreemd materiaal gekozen wordt, is dit afhankelijk van de eigenschappen van het gekozen materiaal. Hoe groot de korrelgroottefractie <63 µm is (slib en klei) bepaalt de vertroebeling. Bij systeemvreemd materiaal wordt doorgaans gesaneerd/schoon materiaal gekozen, waardoor geen kans is op verontreiniging.

1.2.2 De aanlegtechniek jet-trenchen

Jet-trenchen is een techniek waarbij door middel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed/waterbodem 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/waterbodem verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte van de kabel. Door het verweken van de (zee)bodem zullen lokaal gronddeeltjes worden opgewoeld. Deeltjes tot ongeveer 3m diep kunnen zo in de waterkolom komen. Dit geldt alleen voor fijne slib- en kleideeltjes onder de 63 µm. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

De verontreinigde stoffen in de waterbodem zijn voornamelijk gebonden aan de fijne slib- en kleideeltjes. Daarom kan de aanlegtechniek jet-trenchen voor verontreiniging in de waterkolom zorgen.

2 Kaderrichtlijn Water

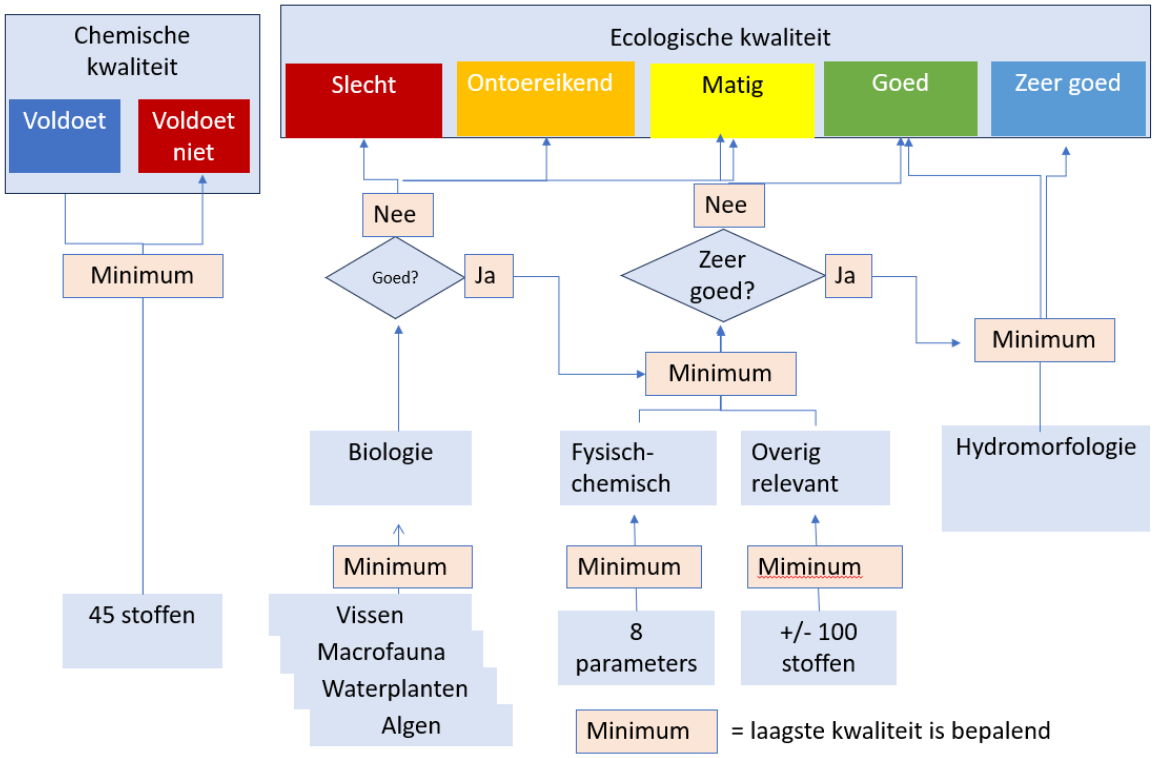
2.1 Wettelijk kader

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, 2020). De Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) is in Nederland geïmplementeerd via de Omgevingswet. De normen uit Richtlijn 2013/39/EU zijn in Nederland overgenomen in bijlage III van het Besluit kwaliteit leefomgeving.

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische kwaliteit en de ecologische kwaliteit (*Figuur 2*). Verontreinigende stoffen zijn terug te vinden in de chemische kwaliteit en als specifiek verontreinigende stoffen binnen de ecologische kwaliteit (in figuur overig relevant genoemd).

De 'chemische kwaliteit' is gebaseerd op de 45 prioritaire verontreinigende stoffen, vastgesteld in de laatste update van de richtlijn in 2008 (richtlijn 2008/105/EG). 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. Daarnaast is er een ‘watch list’, een lijst van Europese aandachtstoffen, die mogelijk voor problemen leiden daarom door de lidstaten in kaart moeten worden gebracht (uitvoeringsbesluit 2020/1161). Op deze lijst staan 19 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 (ca. 100). Deze stoffen worden op de schaal van stroomgebieden vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2020; RIVM, 2023). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.



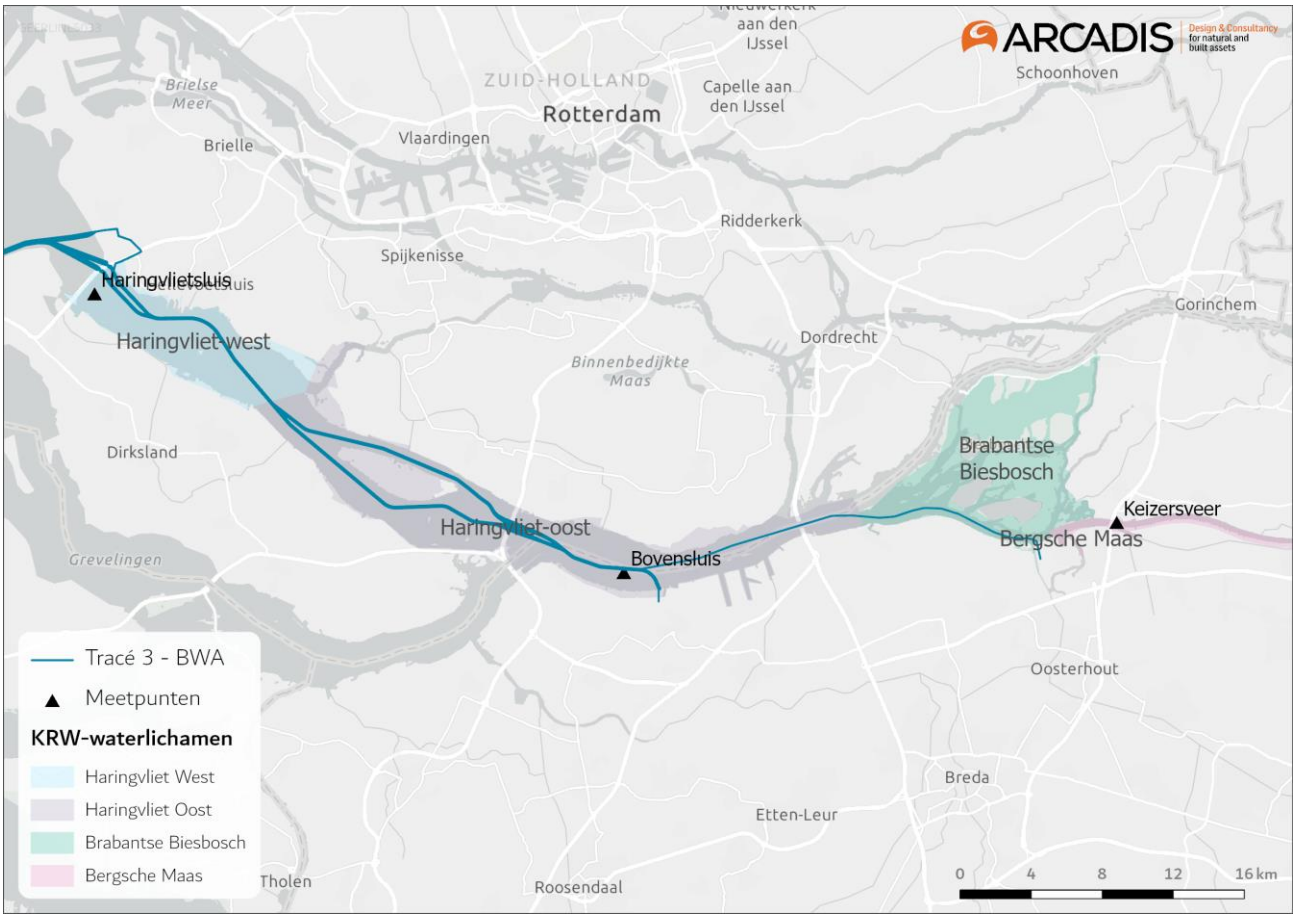
Figuur 2: Beoordeling waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water.

2.2 Betrokken waterlichamen en stoffen

2.2.1 Betrokken waterlichamen

Het BWA loopt door drie KRW-waterlichamen, te weten Haringvliet-west, Haringvliet-oost en Brabantse Biesbosch, welke onderdeel zijn van de Rijn-Maasmonding (*Figuur 3*). KRW-waterlichaam Bergsche Maas ligt ten oosten van het tracé maar wordt ook meegenomen in deze verontreinigingsstudie omdat de wisselende stromingsrichting door het getij kan zorgen voor transport van verontreiniging richting het oosten. De Rijn-Maasmonding is namelijk een open systeem waardoor getij invloed heeft op de stroming en de waterstand van de waterlichamen. Zo zijn bijvoorbeeld het Haringvliet, het Spui, de Oude Maas en de Nieuwe Waterweg verbonden met elkaar. Bij vloed zorgt het getij voor een stroming landwaarts (stroomopwaarts) en bij eb voor een stroming zeewaarts. Bij lage debieten vanuit bovenstrooms zal de invloed van de getijdenstroming groter zijn en is er een grotere kans dan de verontreiniging de Bergsche Maas opstroomt.

In dit hoofdstuk is per waterlichaam op basis van de factsheets (Factsheet Oppervlaktewater (overheidsbestanden.nl)) bepaald welke prioritaire en specifiek verontreinigende stoffen de normen in de huidige situatie al overschrijden.



Figuur 3: Ligging BWA-tracé ten opzichte van KRW-waterlichamen.

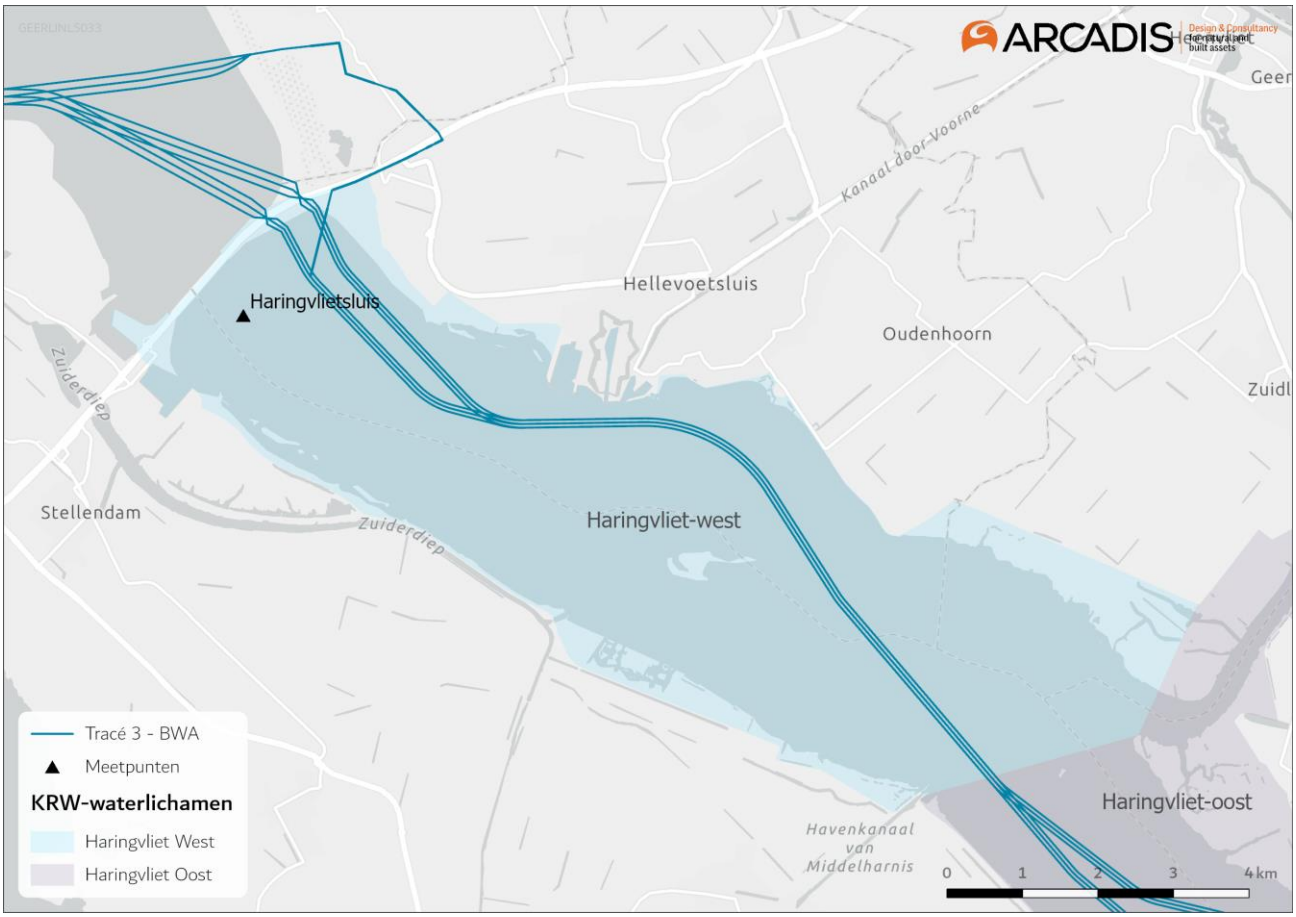
2.2.2 Haringvliet-west

Het meest westelijk gelegen KRW-waterlichaam is Haringvliet-west. Haringvliet-West is gekarakteriseerd als doeltype 02b, een estuarium met matig getijverschil. Het waterlichaam is een dynamische riviermondig waar sprake is van de invloed getijden en de aanvoer van rivierwater (IenW, 2023). De ligging van Haringvliet-west ten opzichte van het BWA-tracé is weergeven in Figuur 4.

In KRW-waterlichaam Haringvliet-west dit waterlichaam wordt door tien prioritaire stoffen de norm overschreden, en door vier specifiek verontreinigende stoffen. Tabel 1 geeft een overzicht van deze stoffen.

Tabel 1: Normoverschrijdende stoffen in KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

Prioritaire stoffen	Specifiek verontreinigende stoffen
benzo(a)pyreen	arseen
benzo(b)fluorantheen	benzo(a)antraceen
benzo(ghi)peryleen	chryseen
Kwik	imidacloprid
som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	



Figuur 4: KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

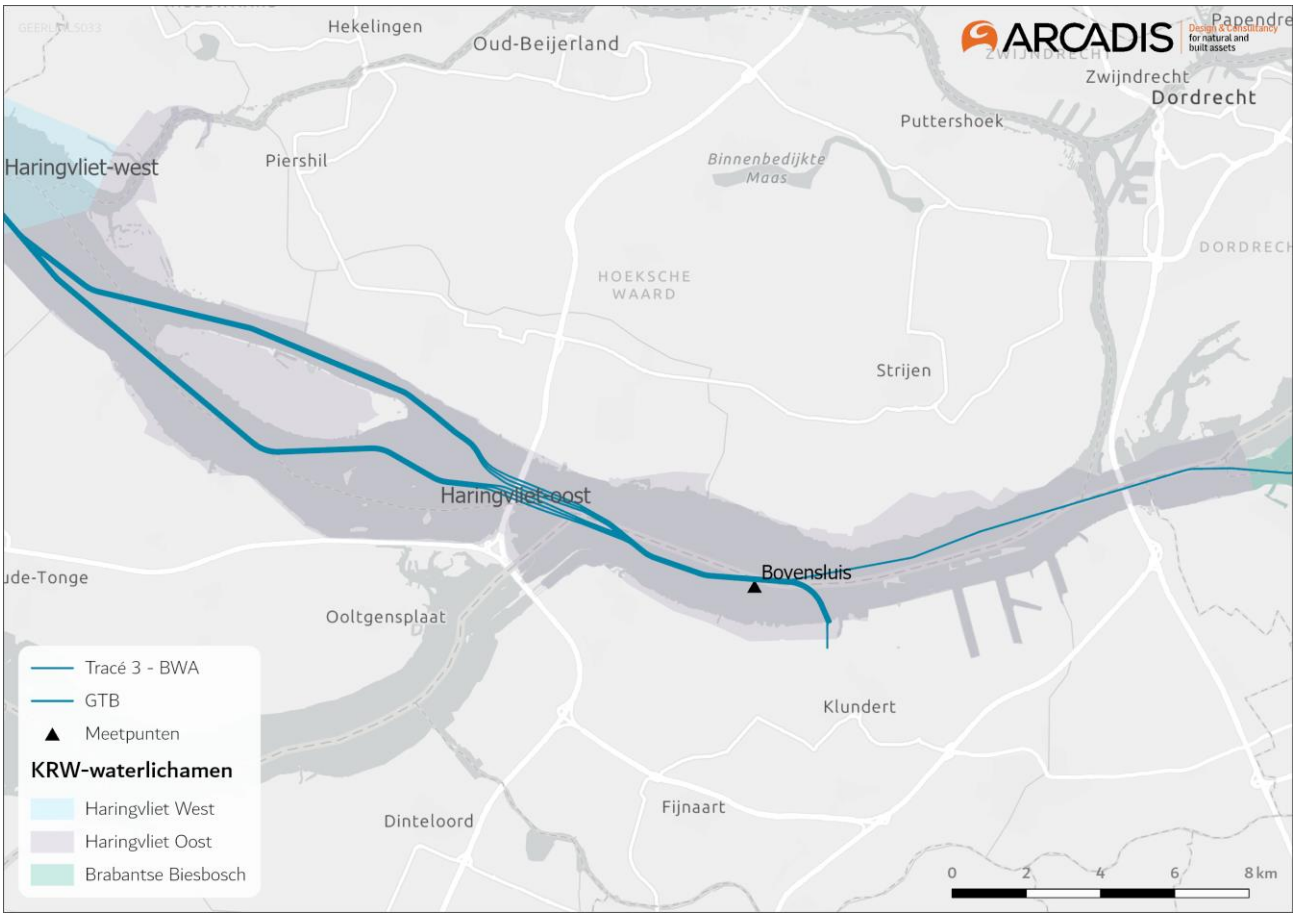
2.2.3 Haringvliet-oost

Haringvliet-oost is gekarakteriseerd als doeltype R8, een zoet getijdenwater. Het waterlichaam wordt tweemaal per dag beïnvloed door de eb en vloedstroom en er is sprake van hoge stroomsnelheden (IenW, 2023). De ligging van Haringvliet-oost ten opzichte van het BWA is weergeven in Figuur 5.

In KRW-waterlichaam Haringvliet-oost wordt door tien prioritaire stoffen de norm overschreden, en door vier specifiek verontreinigende stoffen. Tabel 2 geeft een overzicht van deze stoffen.

Tabel 2: Normoverschrijdende stoffen in KRW-waterlichaam Haringvliet-oost.

Prioritaire stoffen	Specifiek verontreinigende stoffen
benzo(a)pyreen	ammonium
benzo(b)fluorantheen	arseen
benzo(ghi)peryleen	benzo(a)antraceen
Kwik	seleen
som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	



Figuur 5: KRW-waterlichaam Haringvliet-oost.

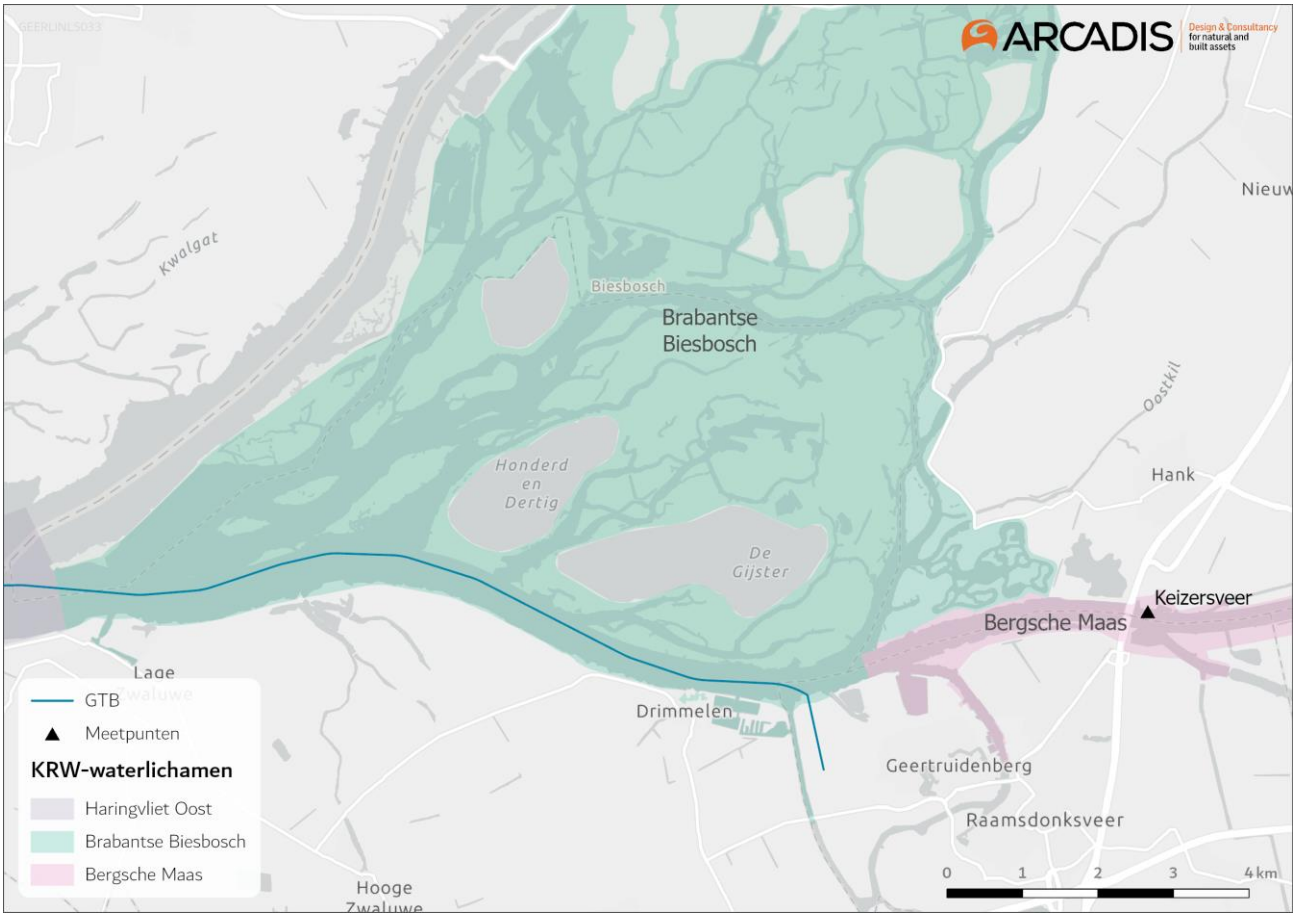
2.2.4 Brabantse Biesbosch

Brabantse Biesbosch is gekarakteriseerd als doeltype R8, een zoet getijdenwater. Het waterlichaam wordt tweemaal per dag beïnvloed door de eb en vloedstroom en er is sprake van hoge stroomsnelheden (IenW, 2023). De ligging van Brabantse Biesbosch ten opzichte van het BWA-tracé is weergeven in Figuur 6.

In KRW-waterlichaam Brabantse Biesbosch wordt door tien prioritaire stoffen de norm overschreden, en door vier specifiek verontreinigende stoffen. Tabel 3 geeft een overzicht van deze stoffen.

Tabel 3: Normoverschrijdende stoffen in KRW-waterlichaam Brabantse Biesbosch.

Prioritaire stoffen	Specifiek verontreinigende stoffen
Benzo(a)pyreen	benzo(a)antraceen
Benzo(b)fluorantheen	kobalt
Benzo(ghi)peryleen	lambda-cyhalothrin
Kwik	seleen
som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	



Figuur 6: KRW-waterlichamen Brabantse Biesbosch en Bergsche Maas.

2.2.5 Bergsche Maas

Het meest oostelijk gelegen waterlichaam ten opzichte van het BWA is Bergsche Maas. Bergsche Maas is gekarakteriseerd als doeltype R8, een zoet getijdenwater. Het waterlichaam wordt tweemaal per dag beïnvloed door de eb en vloedstroom en er is sprake van hoge stroomsnelheden. De ligging van Bergsche Maas ten opzichte van het BWA is weergeven in Figuur 6.

In KRW-waterlichaam Bergsche Maas wordt door tien prioritaire stoffen de norm overschreden, en door vier specifiek verontreinigende stoffen. Tabel 4 geeft een overzicht van deze stoffen.

Tabel 4: Normoverschrijdende stoffen in KRW-waterlichaam Bergsche Maas.

Prioritaire stoffen	Specifiek verontreinigende stoffen
Benzo(a)pyreen	Benzo(a)antraceen
Benzo(b)fluorantheen	kobalt
Benzo(ghi)peryleen	Lambda-cyhalothrin
Kwik	seleen
som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	

3 Kwaliteit van de waterbodem

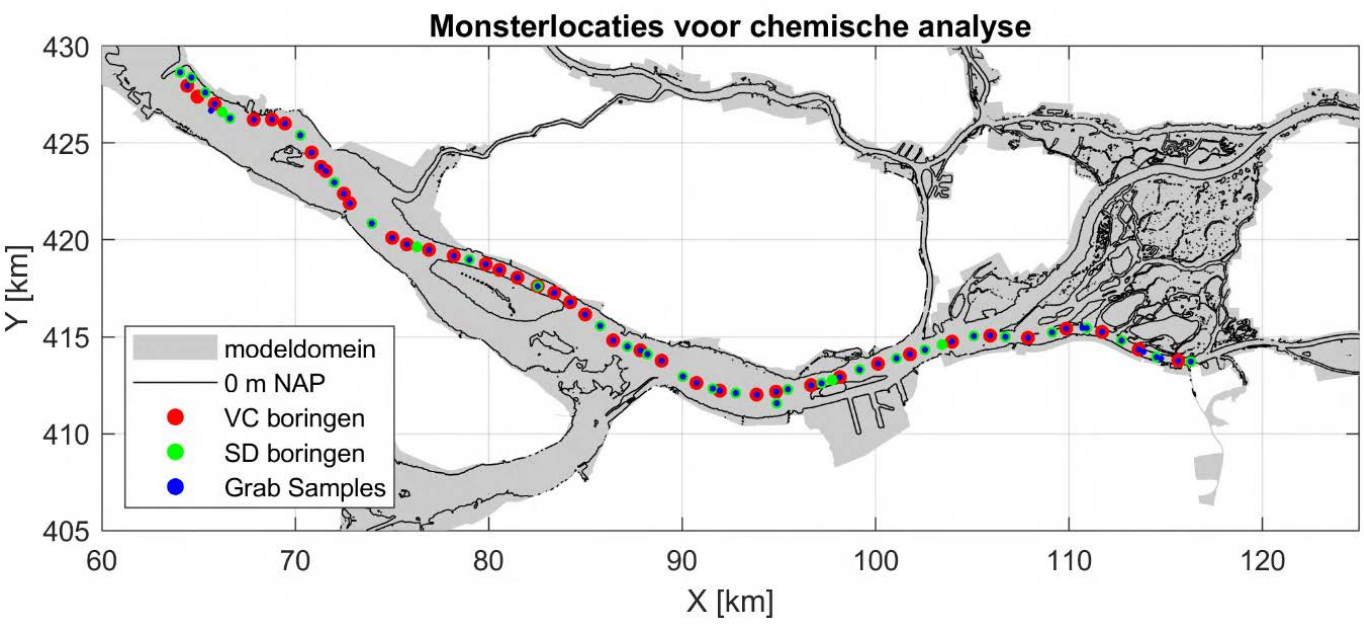
3.1 Monitoringprogramma

3.1.1 Locaties en typen bemonsteringsmethodiek

Om het effecten van jet-trenchen en baggeren in de waterbodem op de waterkwaliteit in kaart te brengen is informatie over de waterbodemkwaliteit nodig. Daarom is langs het gehele beoogde tracé een monitoringprogramma uitgevoerd waarbij onderwaterbodemmonsters zijn genomen. In Figuur 7 zijn de monsterlocaties zichtbaar. Er zijn drie methoden toegepast om deze monsters te verkrijgen:

- **Vibracoring (VC)**: boringen waarbij door middel van vibratie een boring gezet wordt van vaak meerdere meters diep. Deze boormethode kan alleen gebruikt worden voor sediment.
- **Sonic Drillling (SD)**: boringen waarbij met behulp van hoogfrequente resonante trilling de boring wordt gezet van vaak meerdere meters diep. Met deze methode kan ook hard gesteente geboord worden.
- **Grab Samples**: Door middel van een grijper worden de bovenste decimeters van de bodem gewonnen.

Vervolgens zijn er uit de boringen op verschillende dieptes monsters genomen en geanalyseerd op een groot aantal stoffen (zie paragraaf 3.1.2).



Figuur 7: Locaties van de genomen bodemmonsters. Er zijn 3 methoden gebruikt om bodemmonsters te verzamelen: Vibrocoring (VC) boringen, Sonic Drill (SD) boringen en grab samples.

3.1.2 Gemeten stoffen

De kwaliteit van de bodemmonsters is bepaald voor het standaard analyse pakket aangevuld met de stoffen waarvoor momenteel een overschrijding van de norm plaats vindt. Dit zijn de stoffen benoemd per waterlichaam in paragraaf 2.2.

Er zijn twee type monsters geanalyseerd, namelijk losse monsters en mengmonsters. De losse monsters zijn monsters uit de boringen of de grab samples voor een bepaalde diepte. De mengmonsters zijn slimme combinaties van de losse monsters: een menging van monsters uit de 3 bovenste meters en soms nog vermengd met de monsters uit een naastgelegen boring (ook de 3 bovenste meters). Deze 3 meter is gekozen omdat de aanlegmethode van de kabel jet-trenchen betreft, wat alleen de 3 bovenste meter in vertroebeling kan brengen.

In Tabel 5 zijn de gemeten stoffen opgenomen. Per stof of stofgroep is aangegeven of deze overschrijdt in één van de betrokken waterlichamen. Daarnaast is in de tabel aangegeven in welk monster of welke monsters de stof of stofgroep is gemeten.

Tabel 5: Overzicht gemeten stoffen met per stof aangegeven of deze de norm in de waterkolom wordt overschreden en hoe deze is gemeten (mengmonsters en/of losse monsters).

stofgroep	stof	Overschrijding conform factsheet	Gemeten in mengmonsters	Gemeten in losse monsters
algemeen	% droge stof		x	x
	% organisch stof			x
korrelgrootte	fractie < 2 µm		x	x
	fractie < 16 µm		x	
	fractie < 32 µm		x	
	fractie < 63 µm		x	
nutriënten	ammonium	x	x	
Metalen en metalloïden	arseen	x	x	
	barium			x
	cadmium			x
	chroom			x
	kobalt	x	x	x
	koper			x
	kwik	x	x	x
	lood			x
	molybdeen			x
	nikkel			x
	seleen	x	x	
	zink			x
PAK (poly aromatische koolwaterstoffen)	anthraceen			x
	benzo(a)anthraceen	x	x	x
	benzo(a)pyreen	x		x
	benzo(ghi)peryleen	x		x
	benzo(b)fluorantheen	x	x	
	benzo(k)fluorantheen			x
	chryseen	x		x
	fenanthreen			x
	fluorantheen			x
	indeno(1,2,3,c,d)pyreen			x
	naftaleen			x
PCB	PCB28			x

stofgroep	stof	Overschrijding conform factsheet	Gemeten in mengmonsters	Gemeten in losse monsters
(polychloorbifenylen)	PCB52			x
	PCB101			x
	PCB118			x
	PCB138			x
	PCB153			x
	PCB180			x
OCB's (organochloorpesticiden)	Som DDT, bestaande uit 4,4-DDD, 4,4-DDE, 2,4-DDT en 4,4-DDT		x	
Chloorbenzenen	hexachloorbenzeen (HCB)		x	
organotinverbindingen	tributyltin		x	
PFAS (perfluorverbindingen)	som PFOA			x
	som PFOS			x
polygebromeerde difenylethers (PBDE)	som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)	x	x	
Neonicotinoïden	imidacloprid	x	x	x
Pyrethroids	lambda-cyhalothrin	x	x	x
Minerale olien	fractie C10 – C40			x

3.2 Resultaten bodemonderzoek

3.2.1 Uitleg figuren

De resultaten van het waterbodemonderzoek worden in figuren gepresenteerd. Per gemeten stof zijn de concentraties over de diepte getoond ten opzichte van de locatie van het monster langs de west-oost lijn (X-coördinaat). De Haringvliet monding ligt hierbij op 60 km, Geertruidenberg op kilometer 120. Op de y-as staat de diepte van het monster of mengmonster. De mengmonsters zijn met een sterretje (*) aangeduid. Met een kleurenschaal is de concentratie op iedere diepte en iedere kilometer weergegeven. Deze concentratie is uitgedrukt in mg/kg droge stof (mg/kg ds of mg/kg dm). De ligging van de KRW-waterlichamen is globaal weergegeven. Wanneer voor een stof de concentratie onder de detectielimiet viel is in de figuren een half keer de detectielimiet getoond.

De diepte tot waar gejet-trencht wordt (3 meter) is als lijn in de figuur geplot, in principe komt de verontreiniging onder deze lijn niet door het trenchen in beweging.

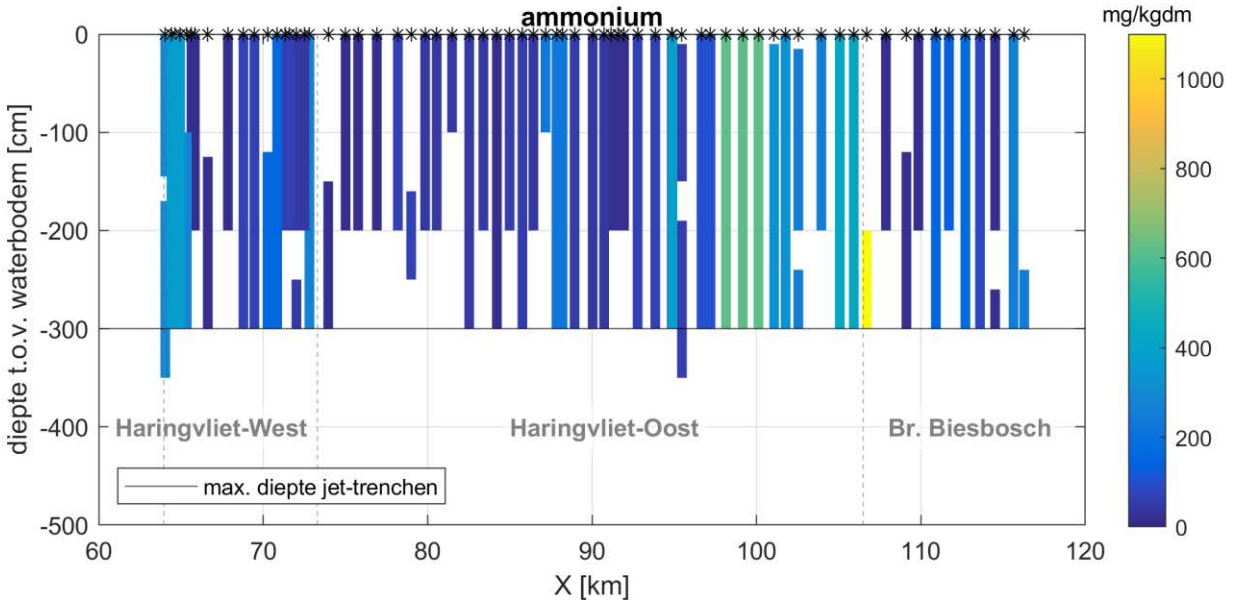
Om enig gevoel bij de concentraties te krijgen is de Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) waarde in de figuur meegegeven. Deze waarde heeft geen verdere betekenis voor dit onderzoek.

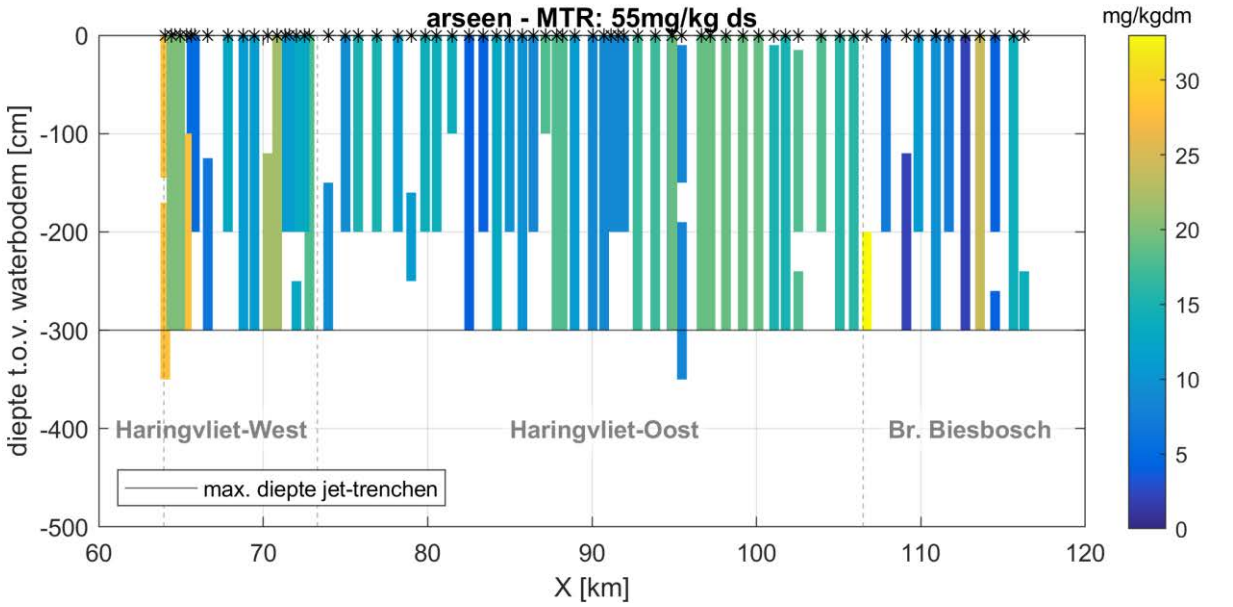
3.2.2 Stoffen onder detectielimiet

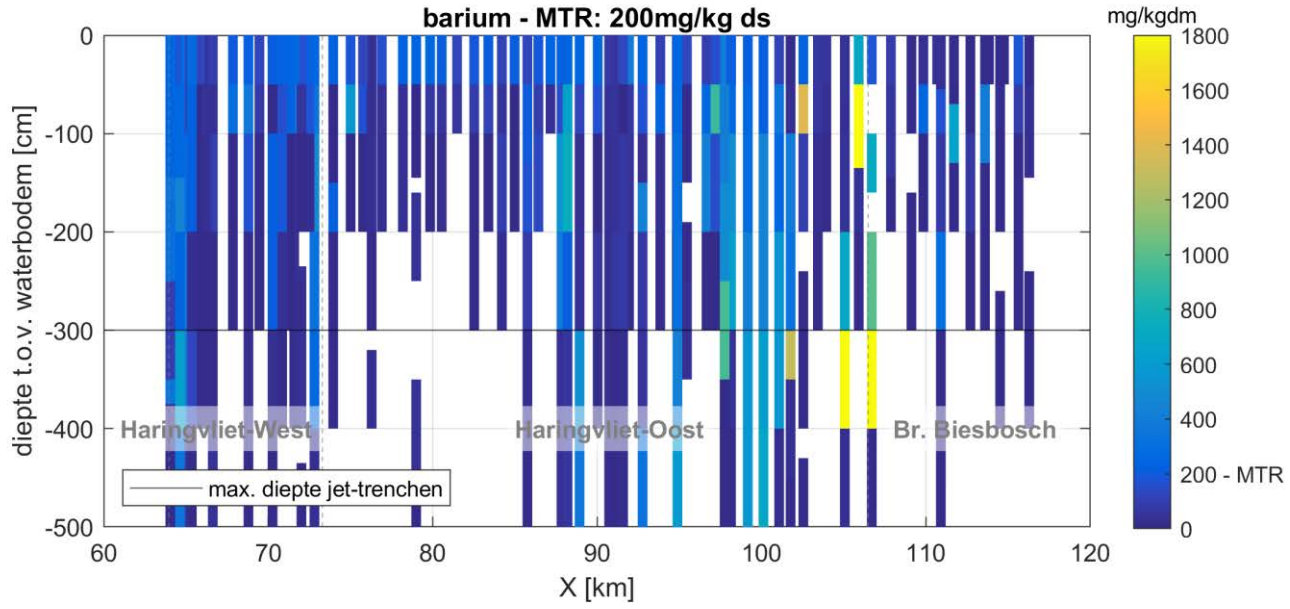
Er zijn stoffen waarbij in de bovenste 3m nooit een meting boven de detectielimiet uit kwam. Deze stoffen zijn dan ook niet verder meegenomen in de visualisatie. Het betreft:

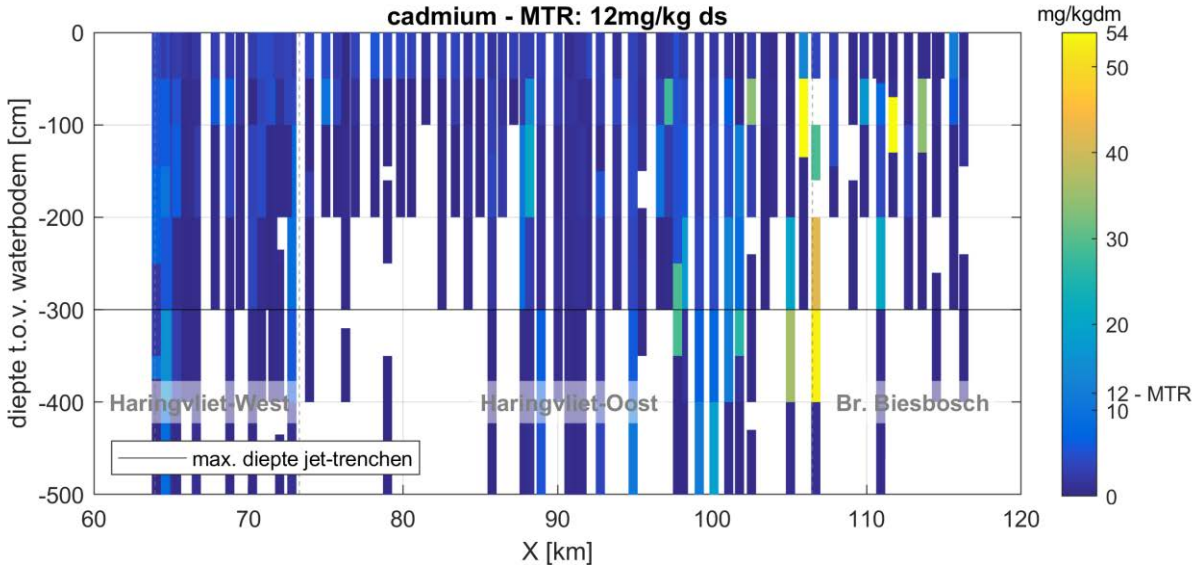
- Imidacloprid (detectielimiet: 0,1 mg/kg ds)
- Lambda-cyhalotrin (detectielimiet: 0,1 mg/kg ds)

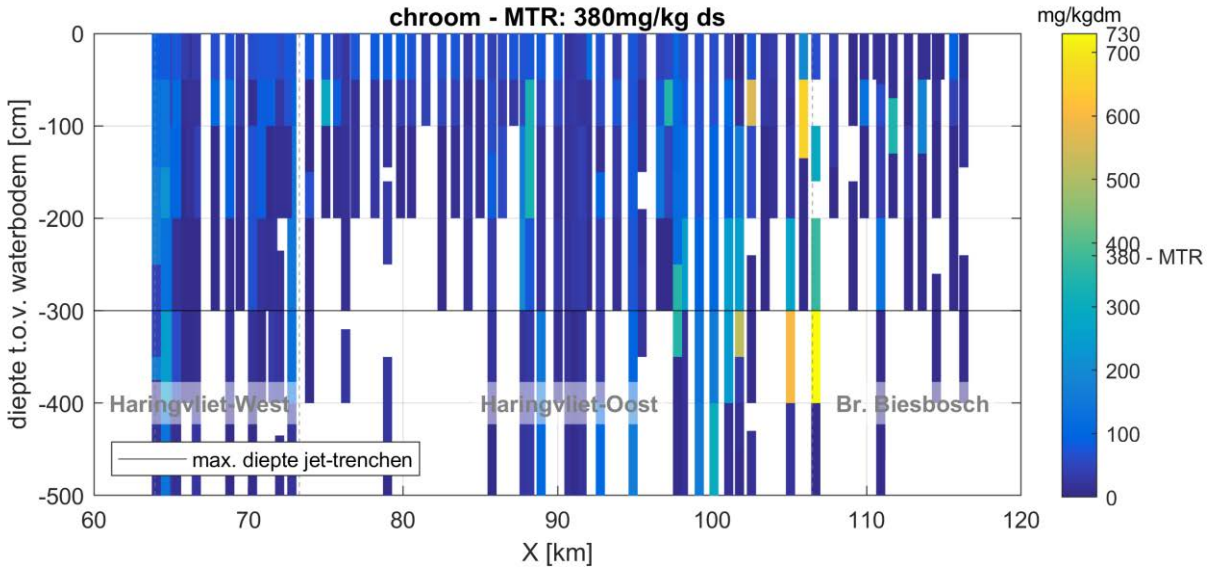
3.2.3 Visuele presentatie van de resultaten

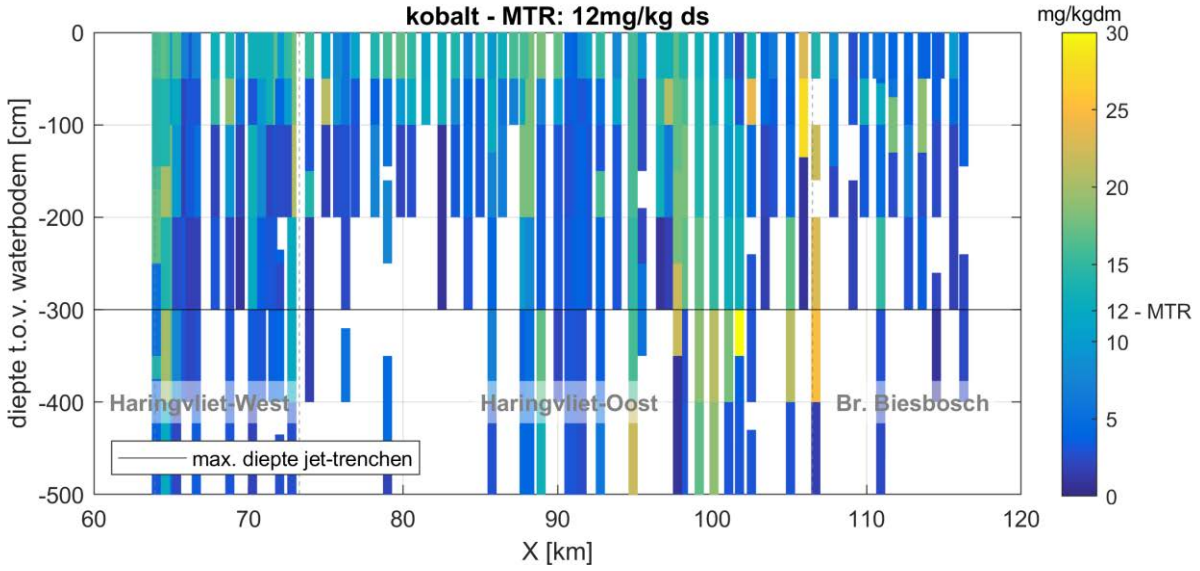


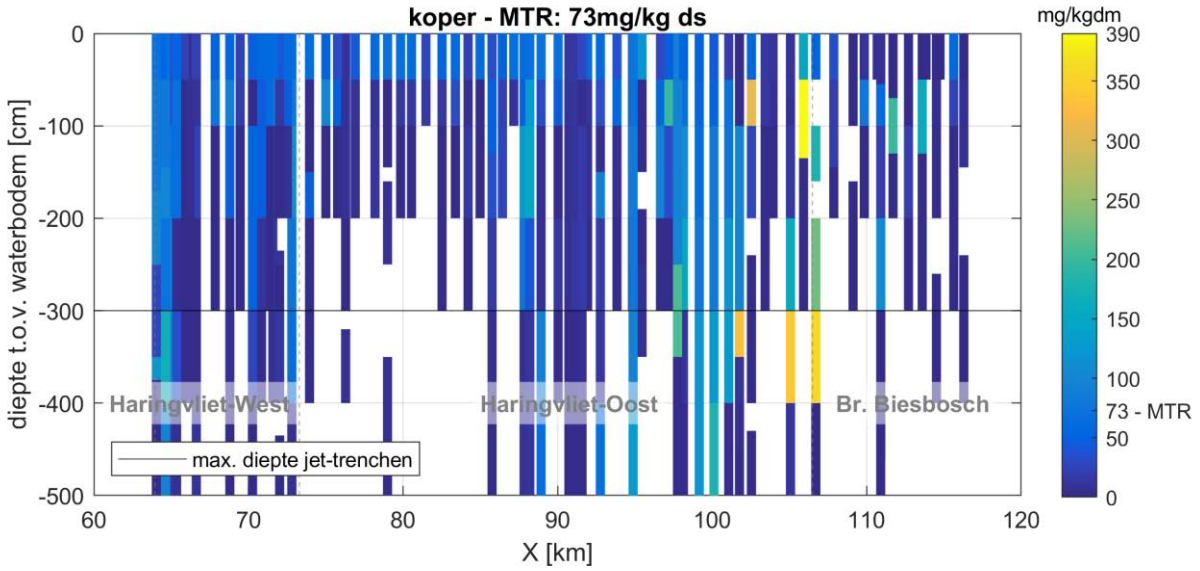


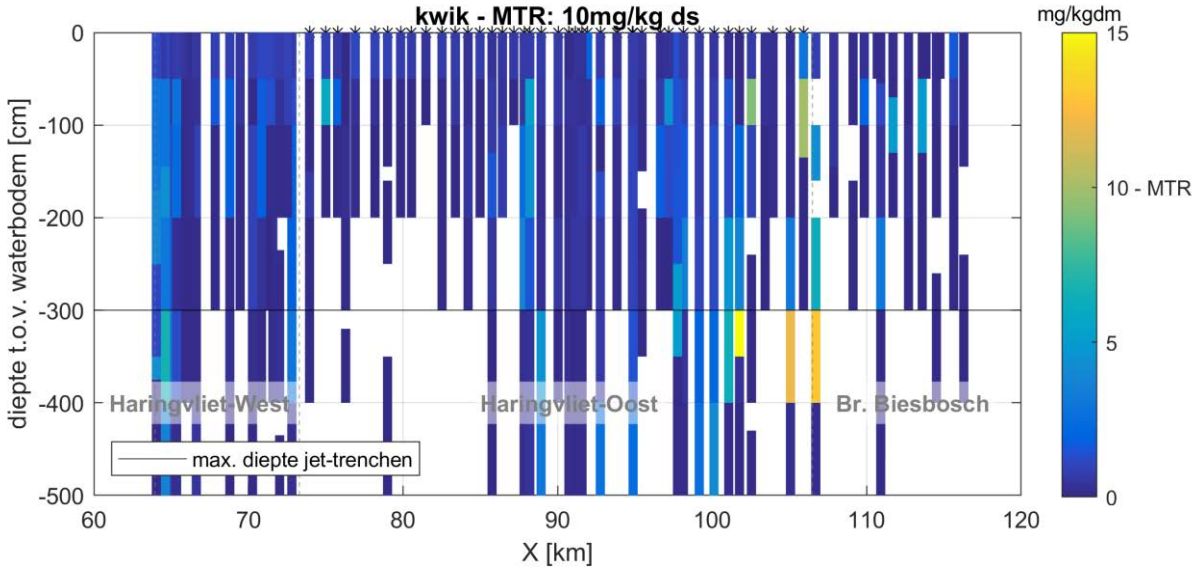

barium - MTR: 200mg/kg ds
mg/kgdm
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200 - MTR
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

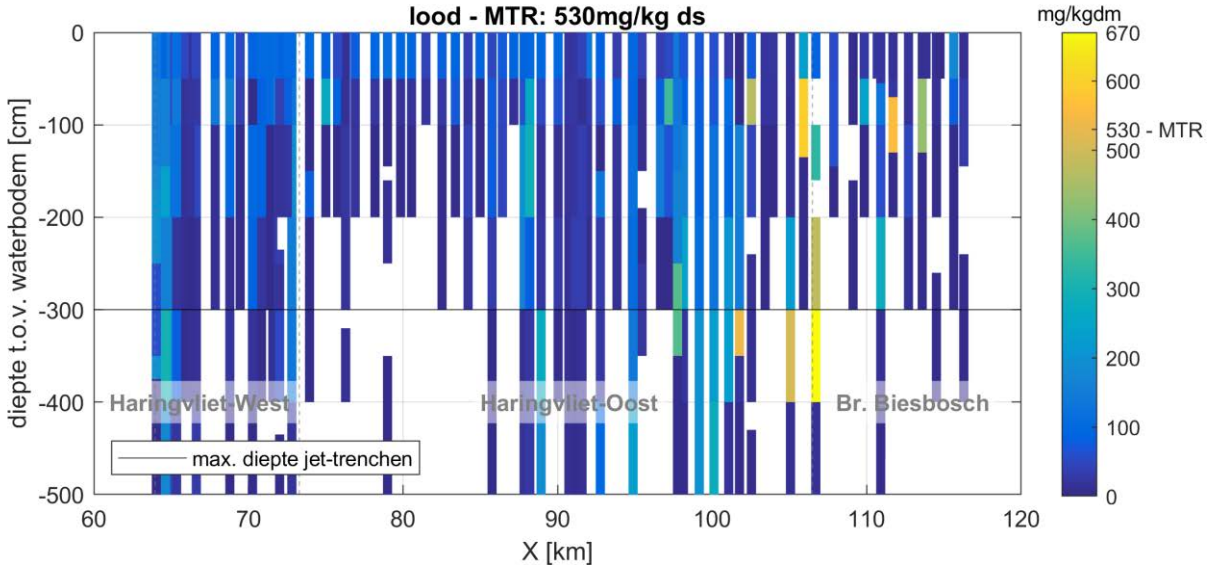

cadmium - MTR: 12mg/kg ds
mg/kgdm
54
50
40
30
20
12 - MTR
10
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

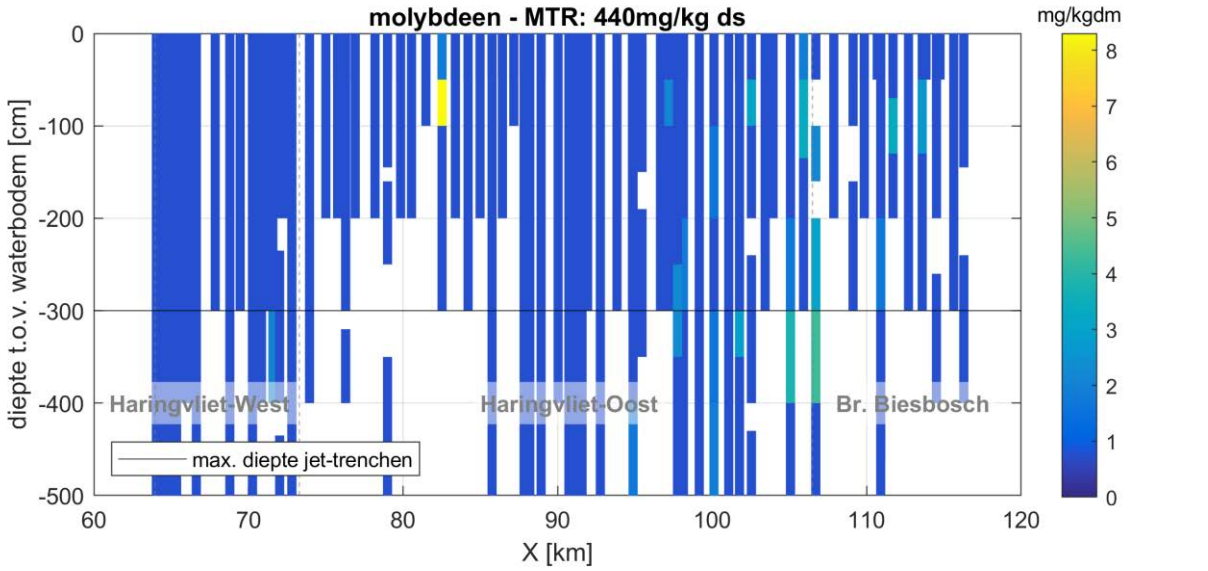

chroom - MTR: 380mg/kg ds
mg/kgdm
730
700
600
500
400
380 - MTR
300
200
100
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

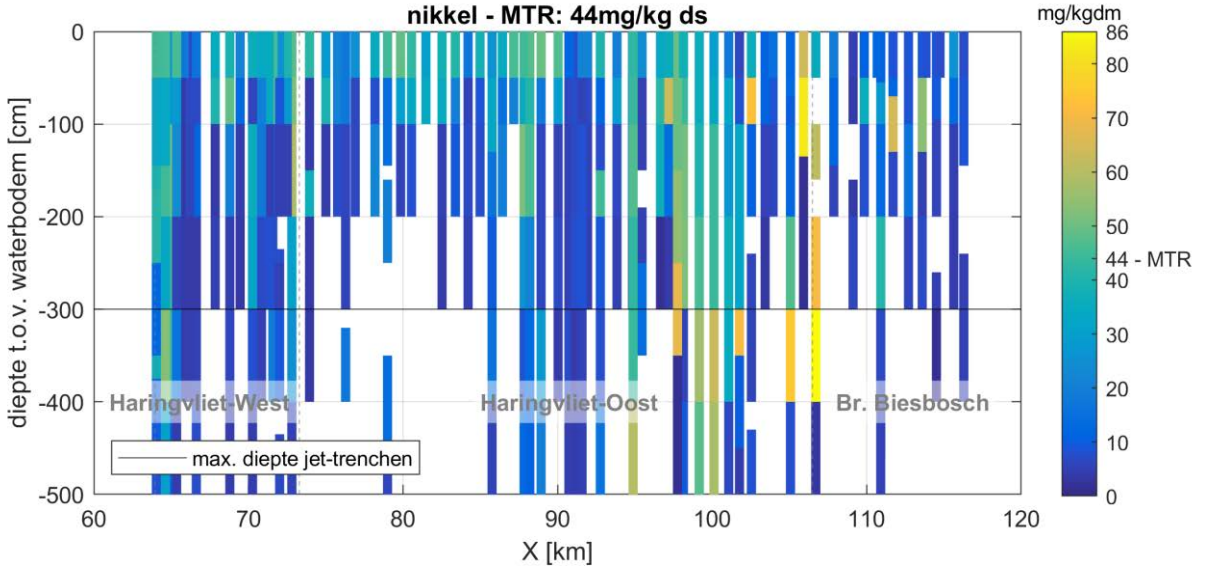

kobalt - MTR: 12mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
12 - MTR

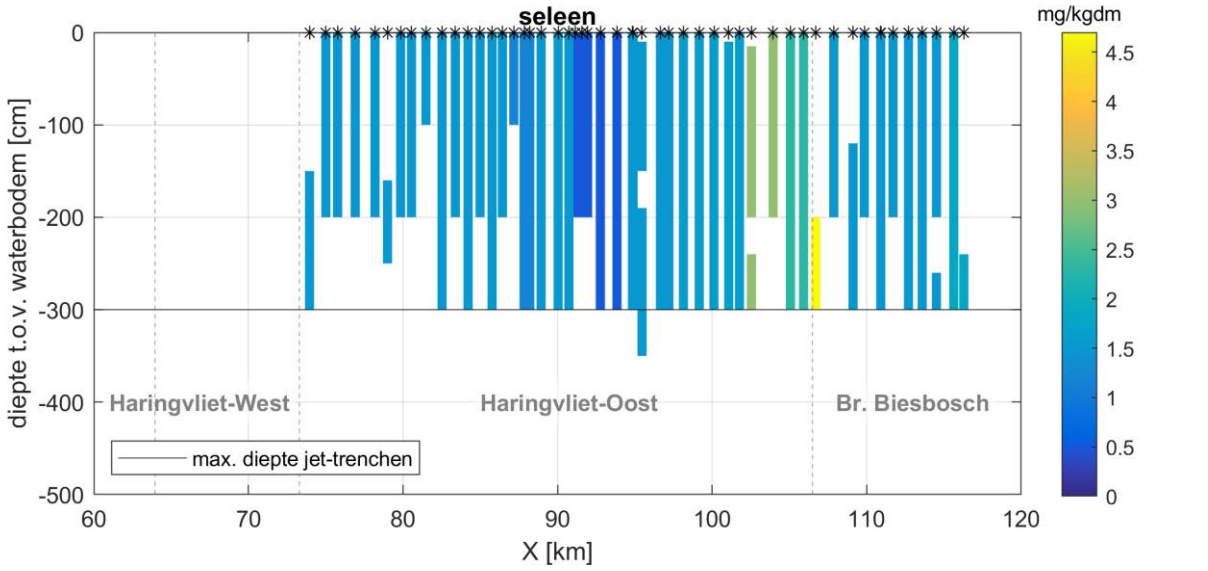

koper - MTR: 73mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
73 - MTR

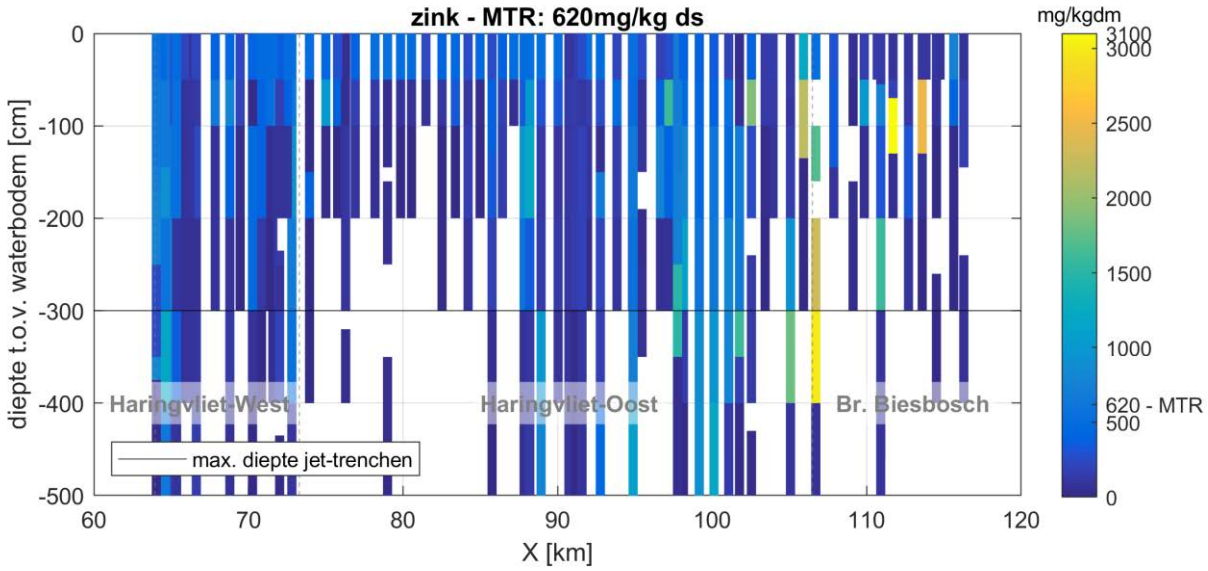

kwik - MTR: 10mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
10 - MTR

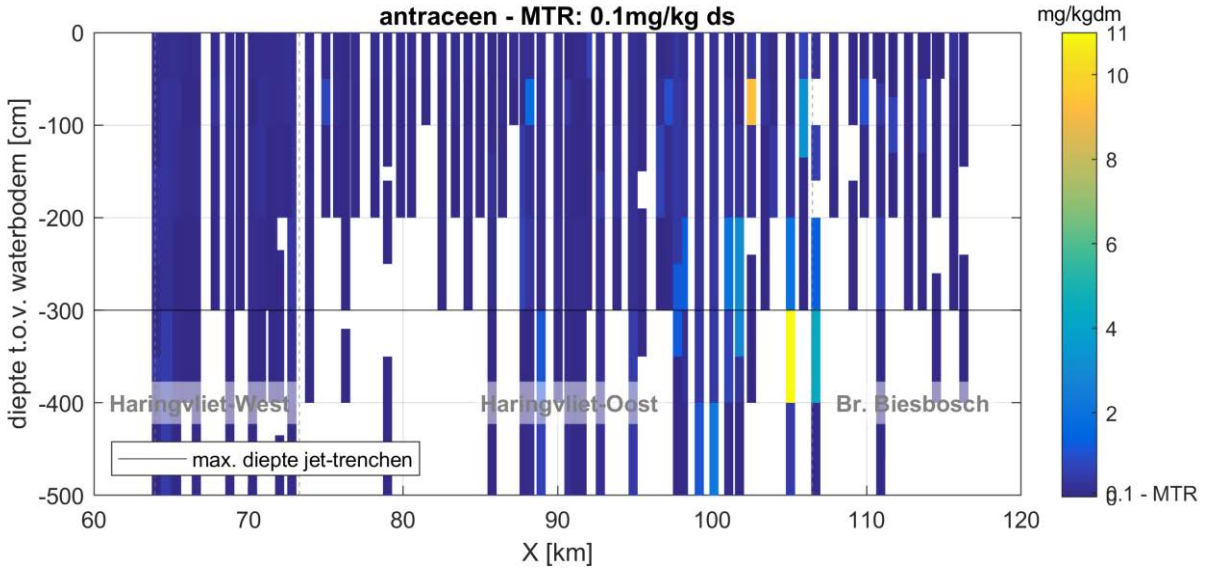

lood - MTR: 530mg/kg ds
mg/kgdm
670
600
530 - MTR
500
400
300
200
100
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

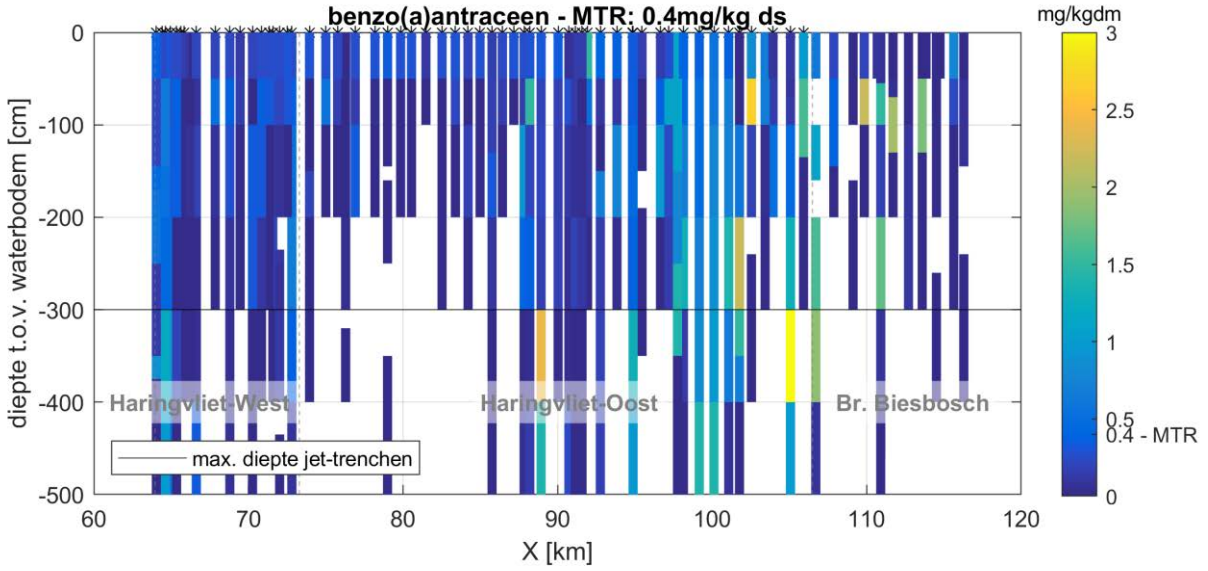

molybdeen - MTR: 440mg/kg ds
mg/kgdm
8
7
6
5
4
3
2
1
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

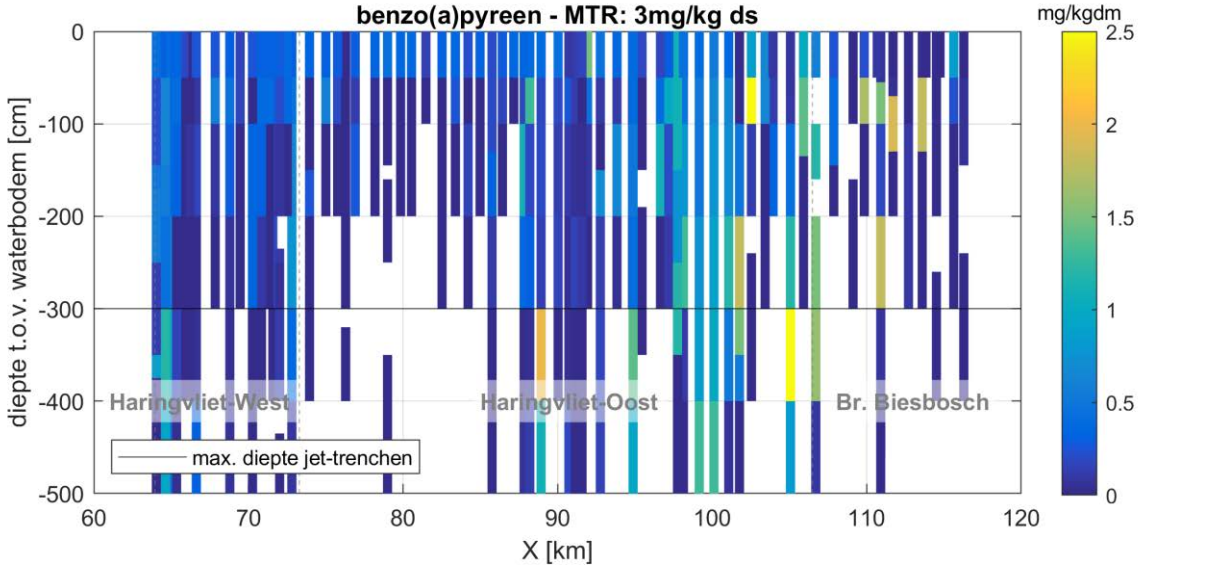

nikkel - MTR: 44mg/kg ds
mg/kgdm
86
80
70
60
50
44 - MTR
40
30
20
10
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

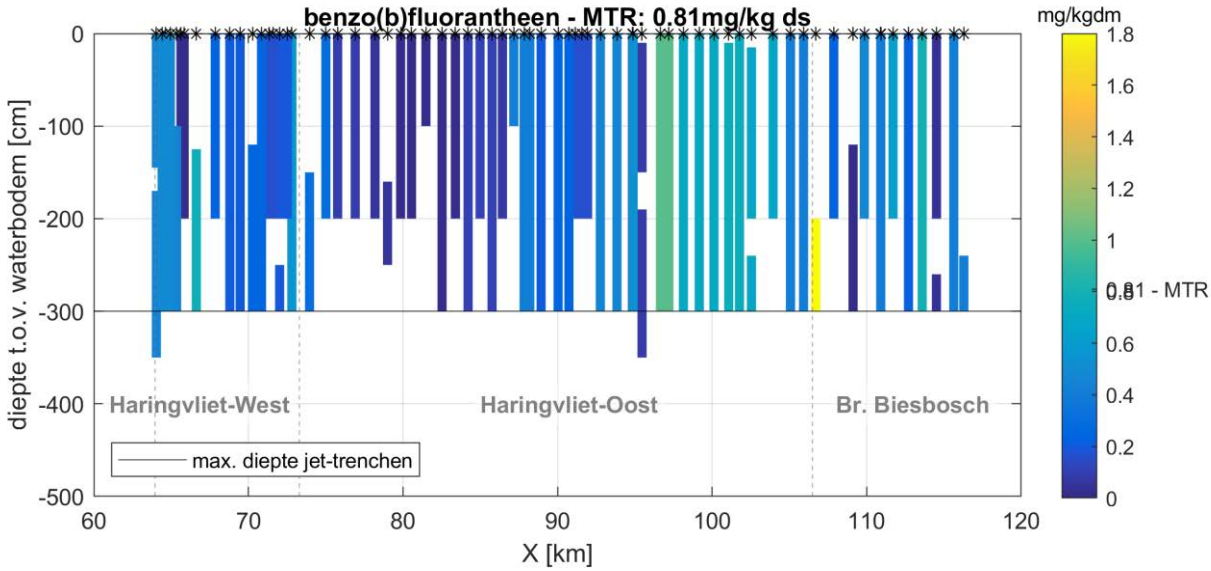

seleen
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

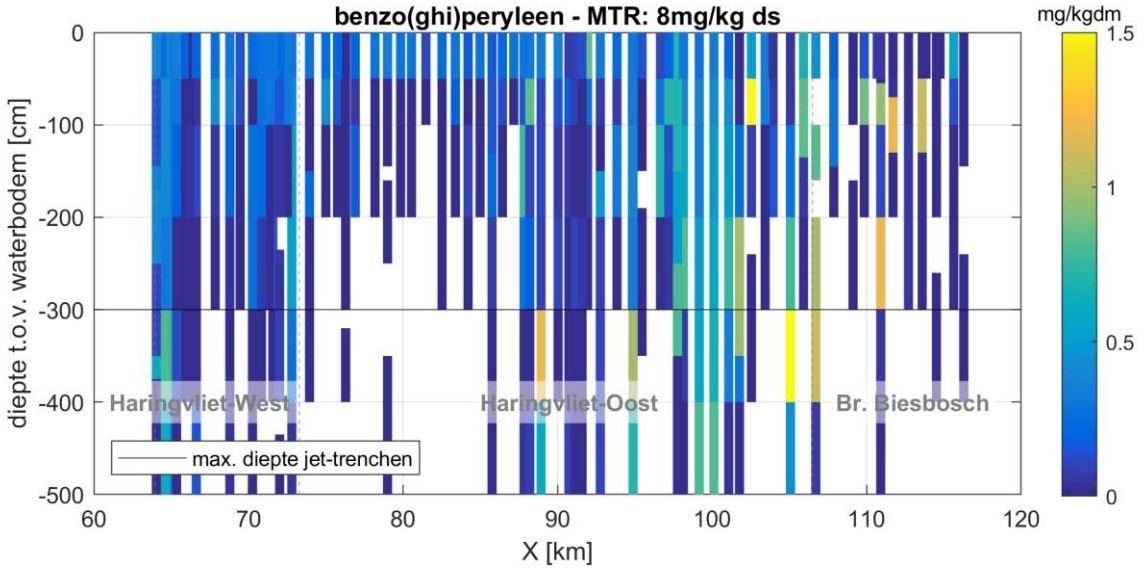

zink - MTR: 620mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
620 - MTR

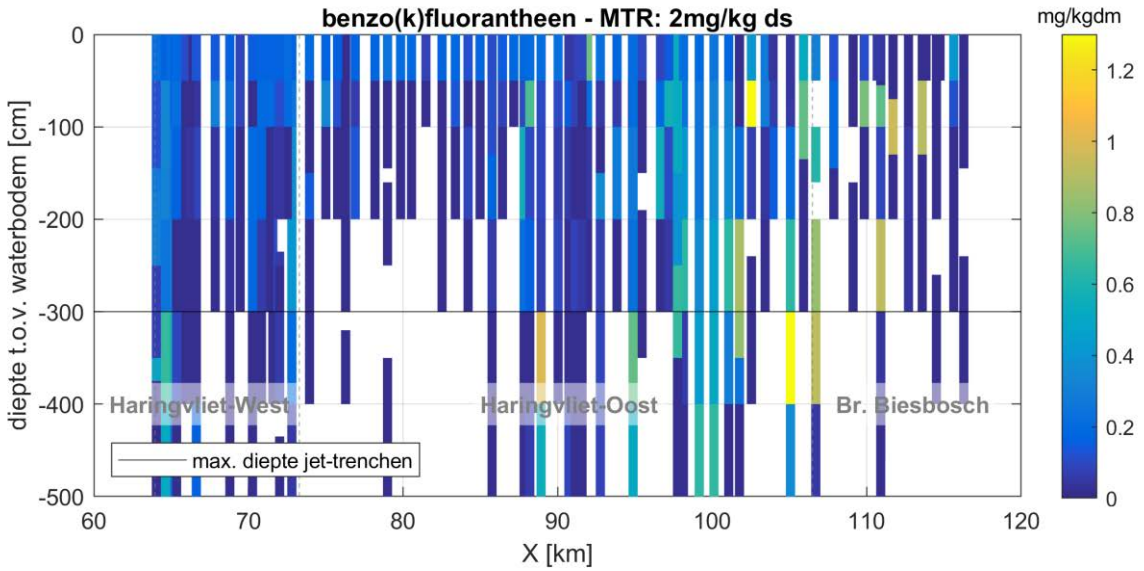

antraceen - MTR: 0.1mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
0.1 - MTR

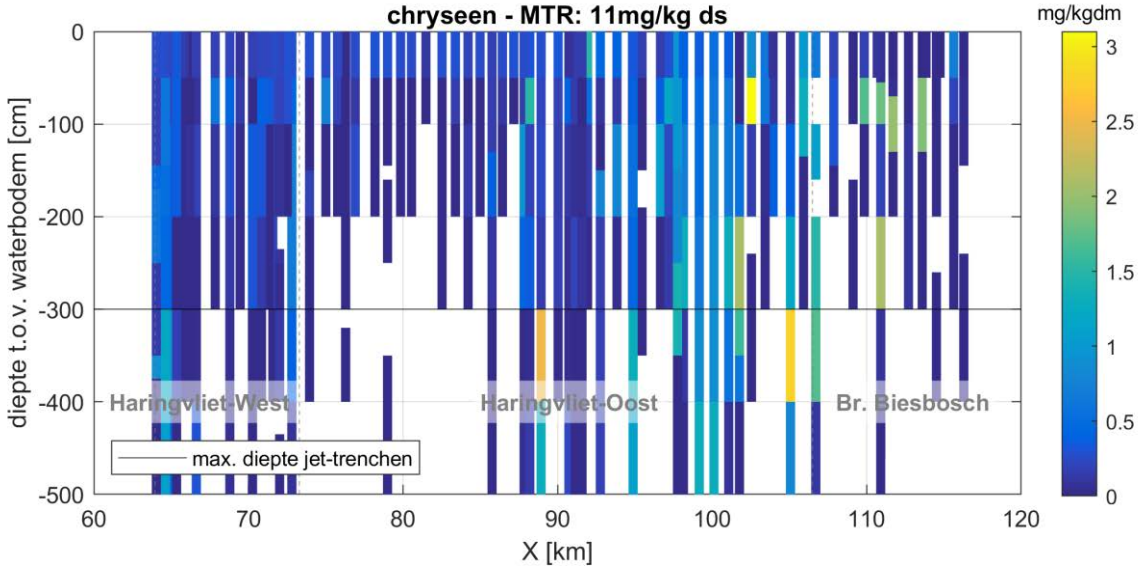

benzo(a)antraceen - MTR: 0.4mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
0.4 - MTR

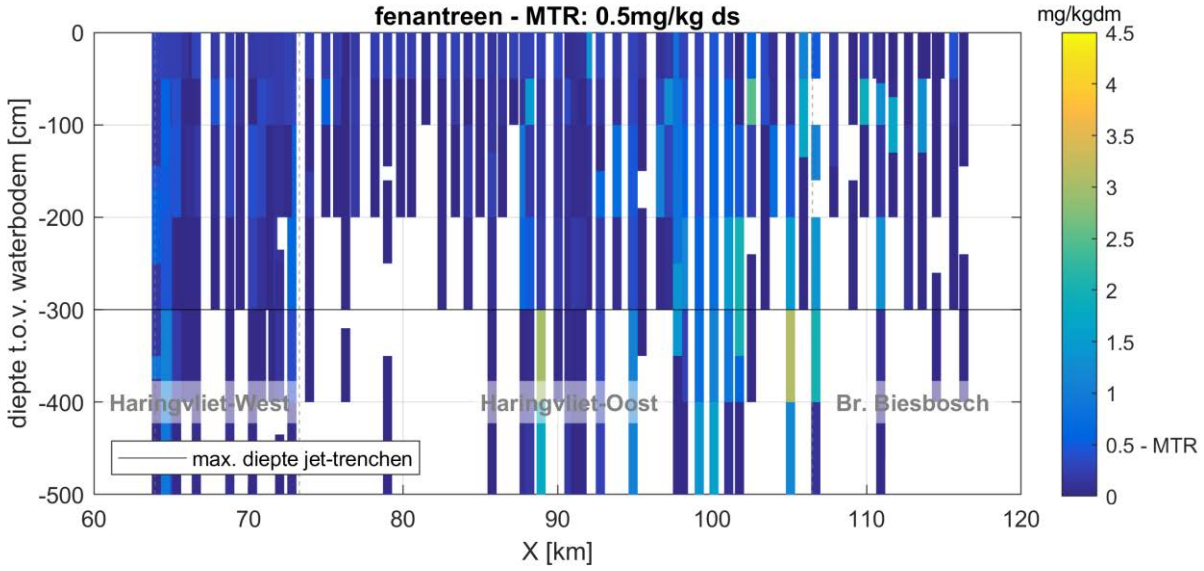

benzo(a)pyreen - MTR: 3mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

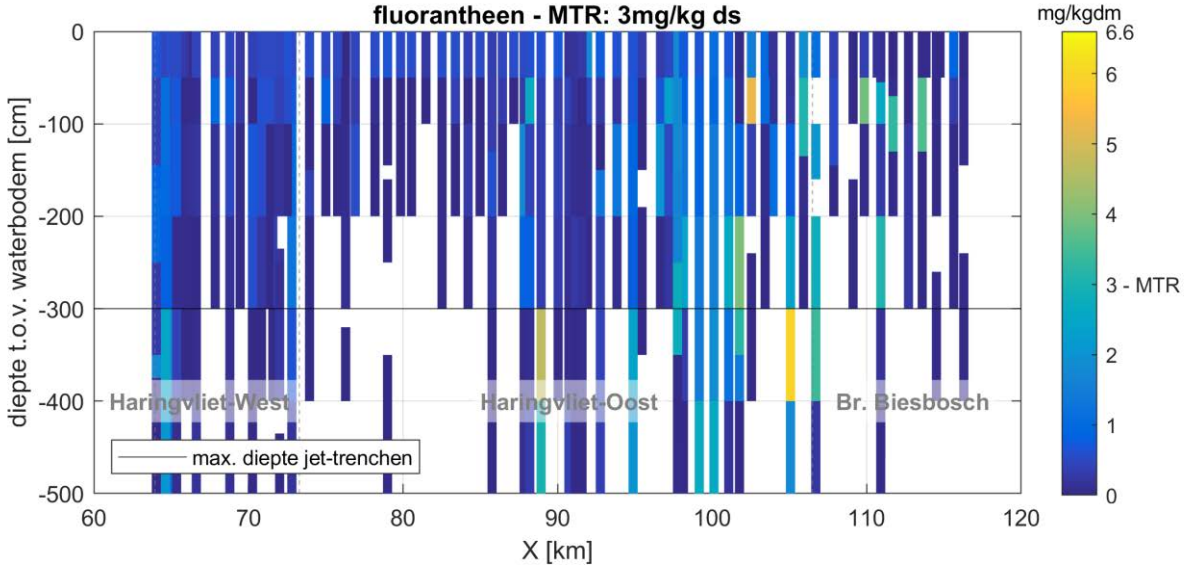

benzo(b)fluorantheen - MTR: 0.81mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
0.81 - MTR

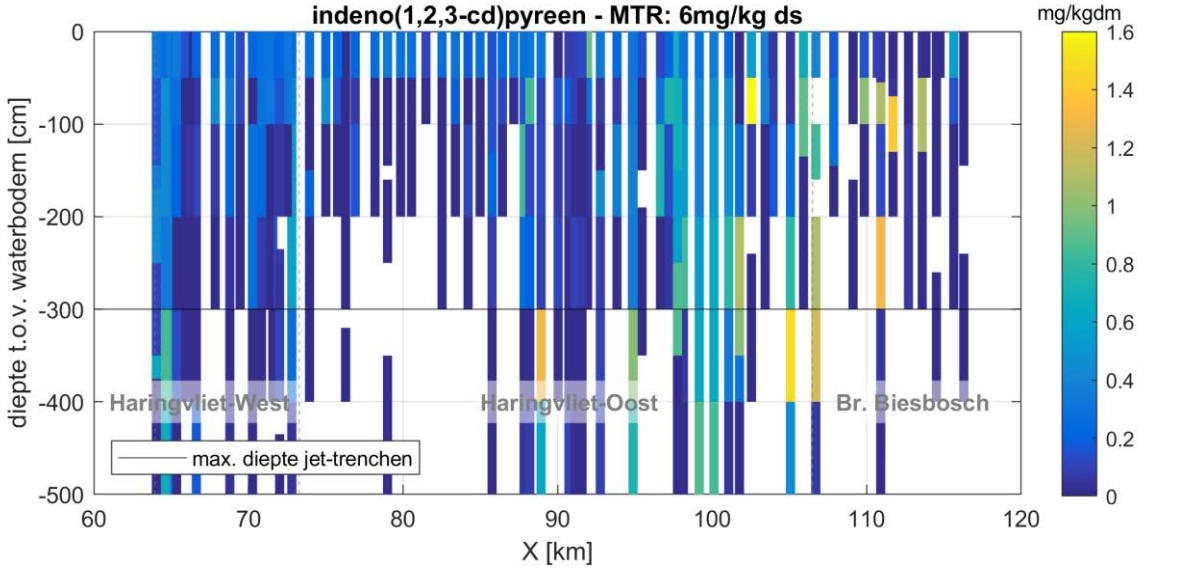

benzo(ghi)peryleen - MTR: 8mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

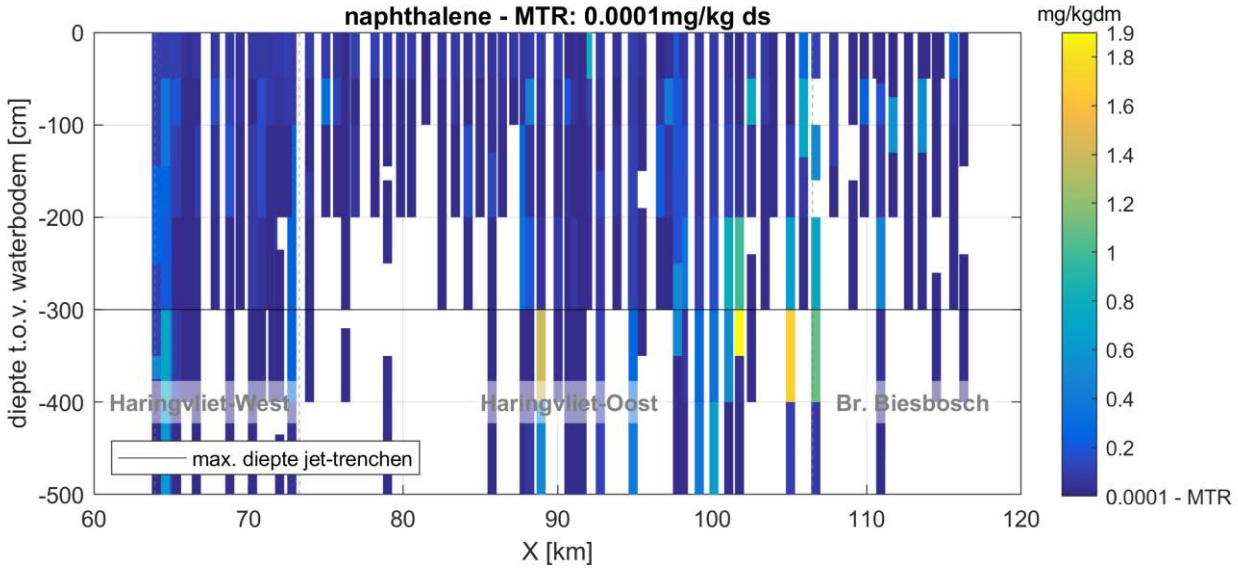

benzo(k)fluorantheen - MTR: 2mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

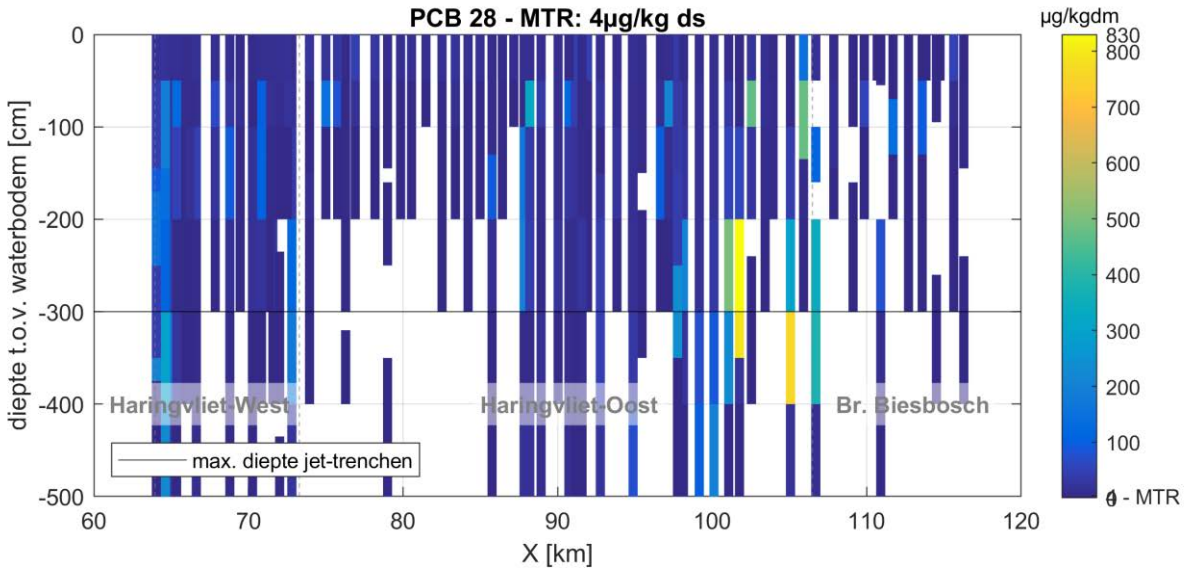

chryseen - MTR: 11mg/kg ds
mg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

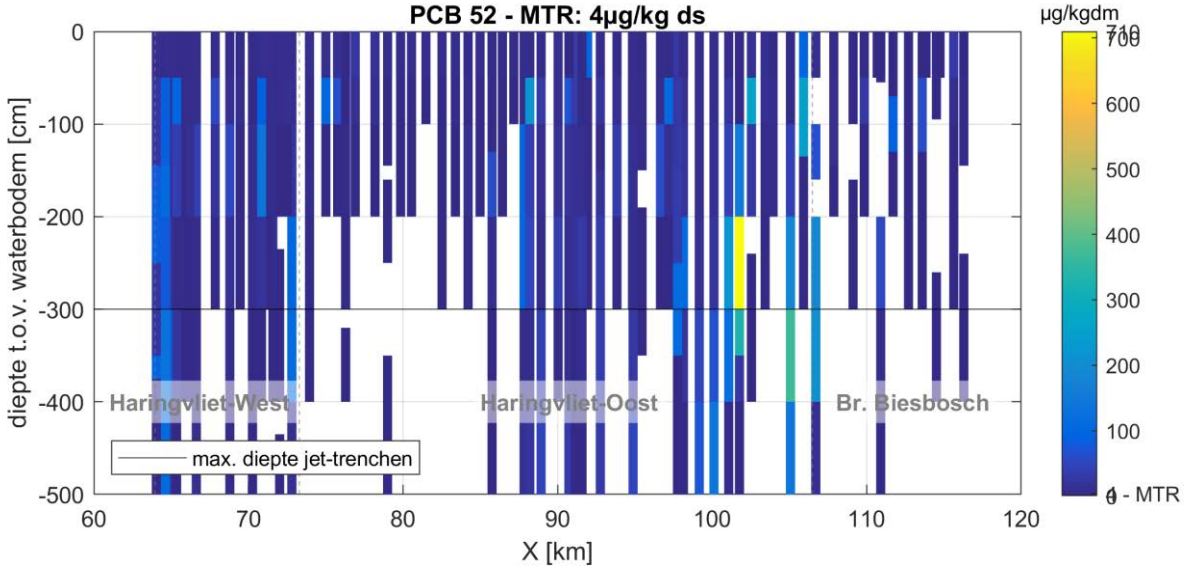

fenantreen - MTR: 0.5mg/kg ds
mg/kgdm
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5 - MTR
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

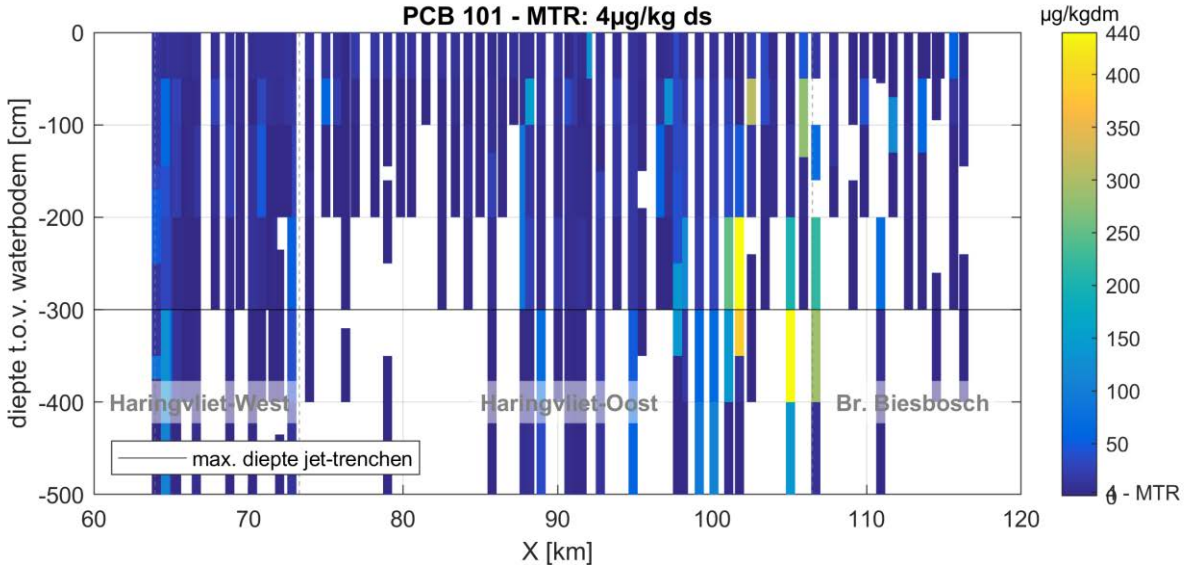

fluorantheen - MTR: 3mg/kg ds
mg/kgdm
6.6
6
5
4
3 - MTR
2
1
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

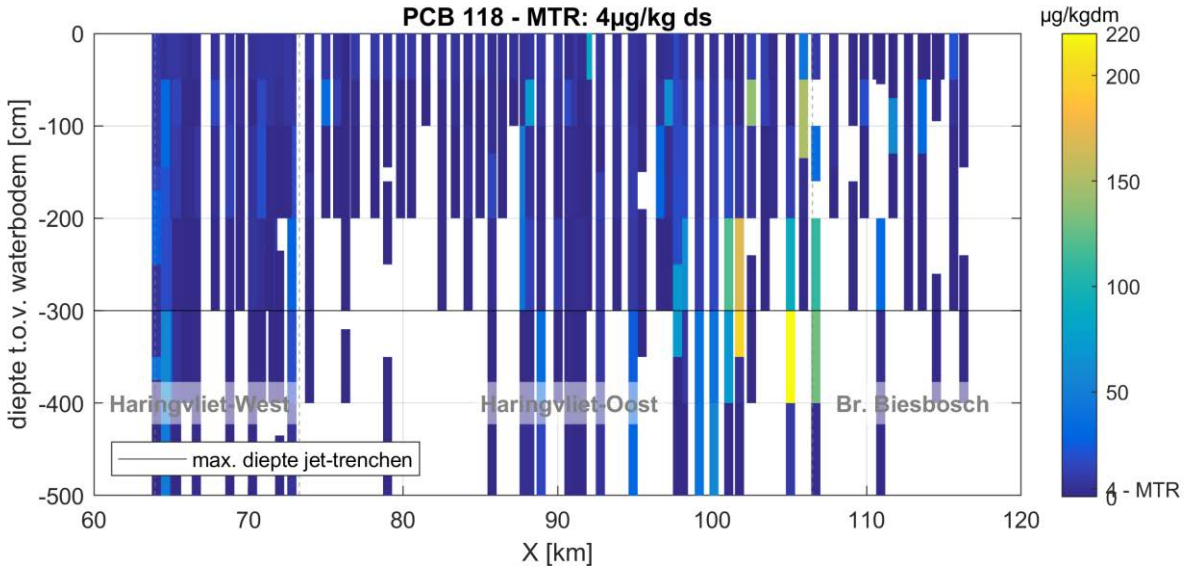

indeno(1,2,3-cd)pyreen - MTR: 6mg/kg ds
mg/kgdm
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

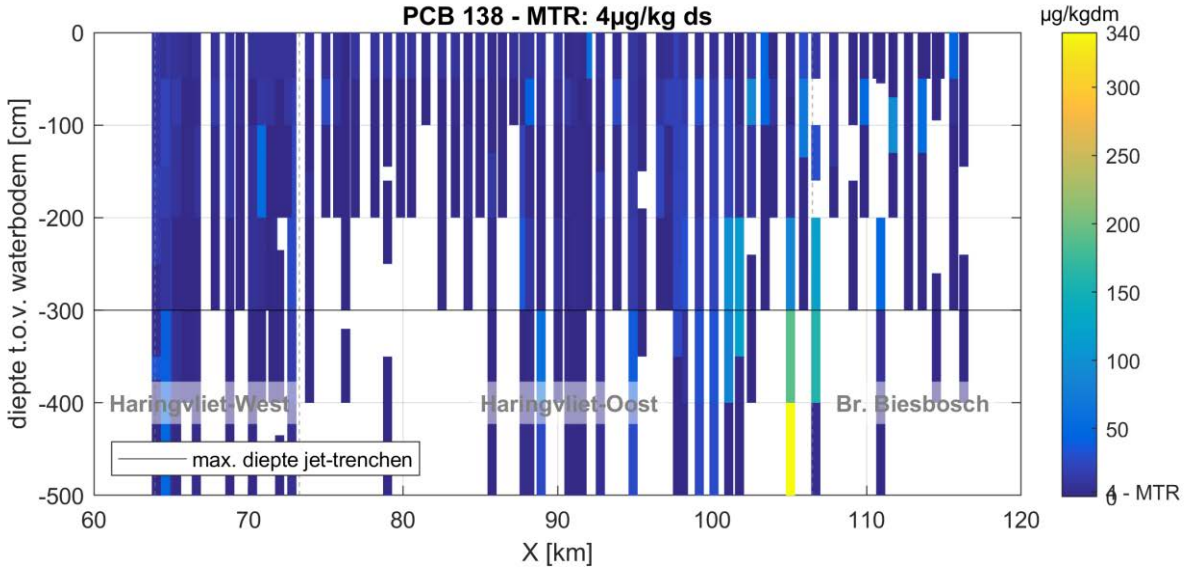

naphthalene - MTR: 0.0001mg/kg ds
mg/kgdm
1.9
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0001 - MTR
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

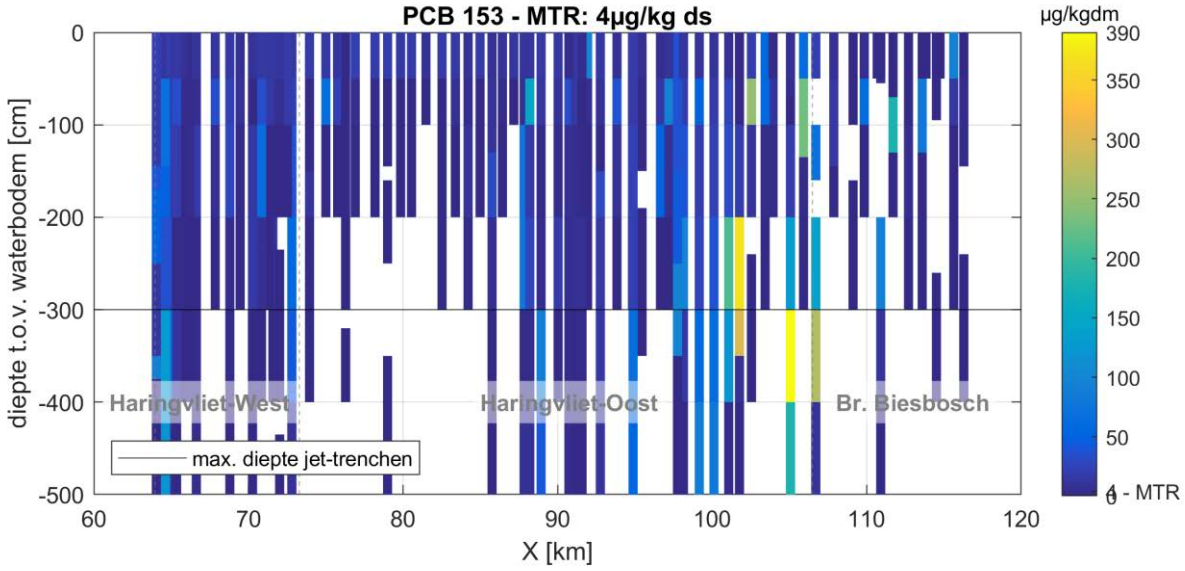

PCB 28 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
830
800
700
600
500
400
300
200
100
0 - MTR
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

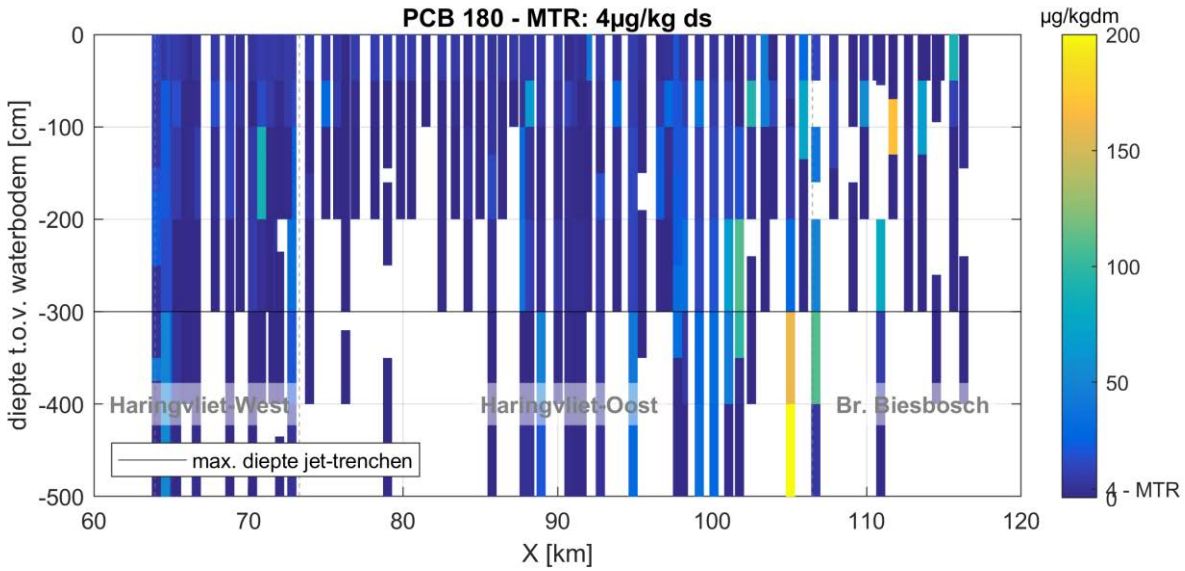

PCB 52 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
710
700
600
500
400
300
200
100
0 - MTR
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

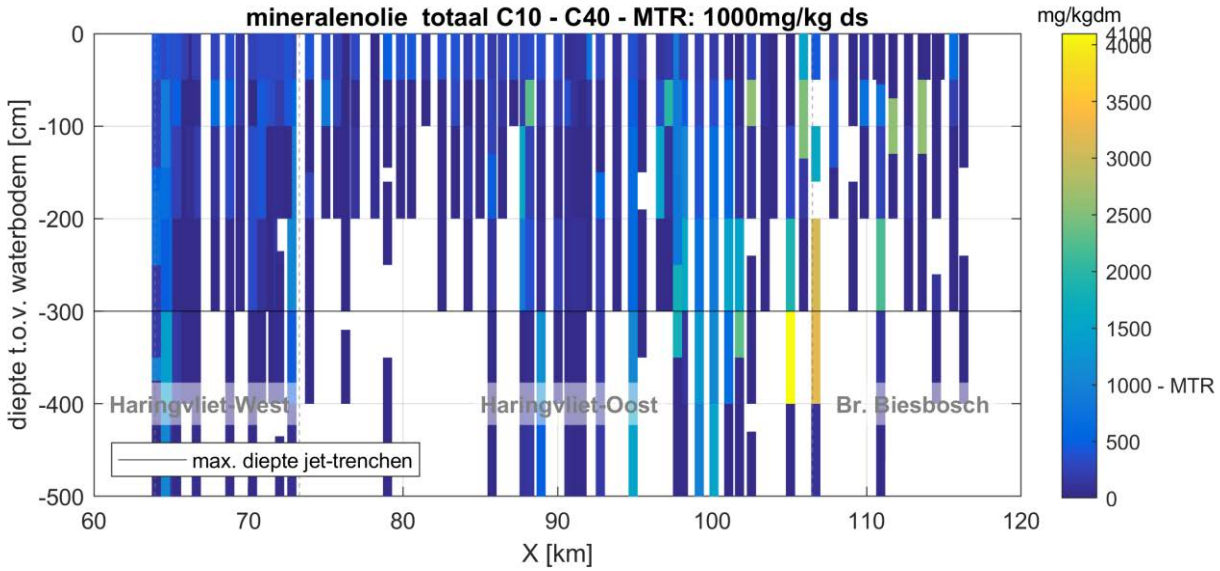

PCB 101 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet West
Haringvliet Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
4 - MTR

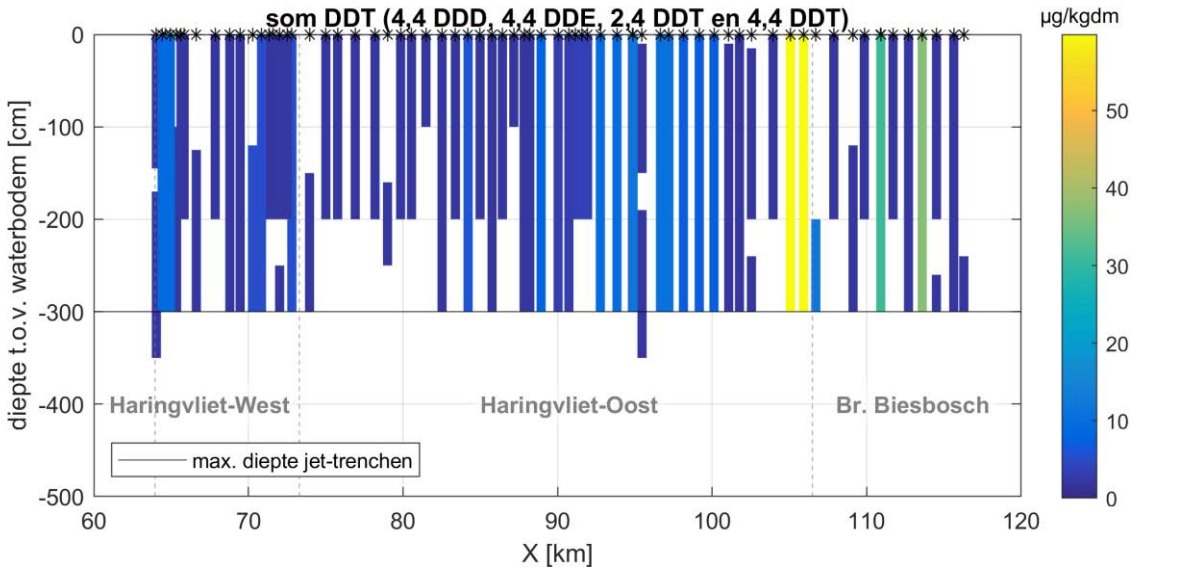

PCB 118 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet West
Haringvliet Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
4 - MTR

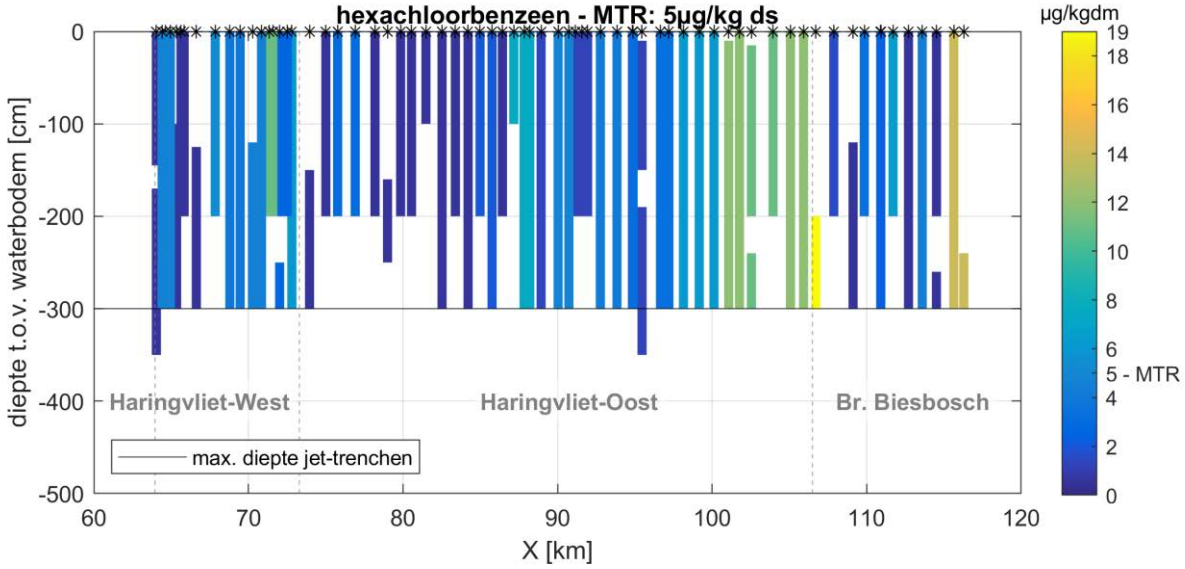

PCB 138 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
X [km]
Haringvliet West
Haringvliet Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
4 - MTR

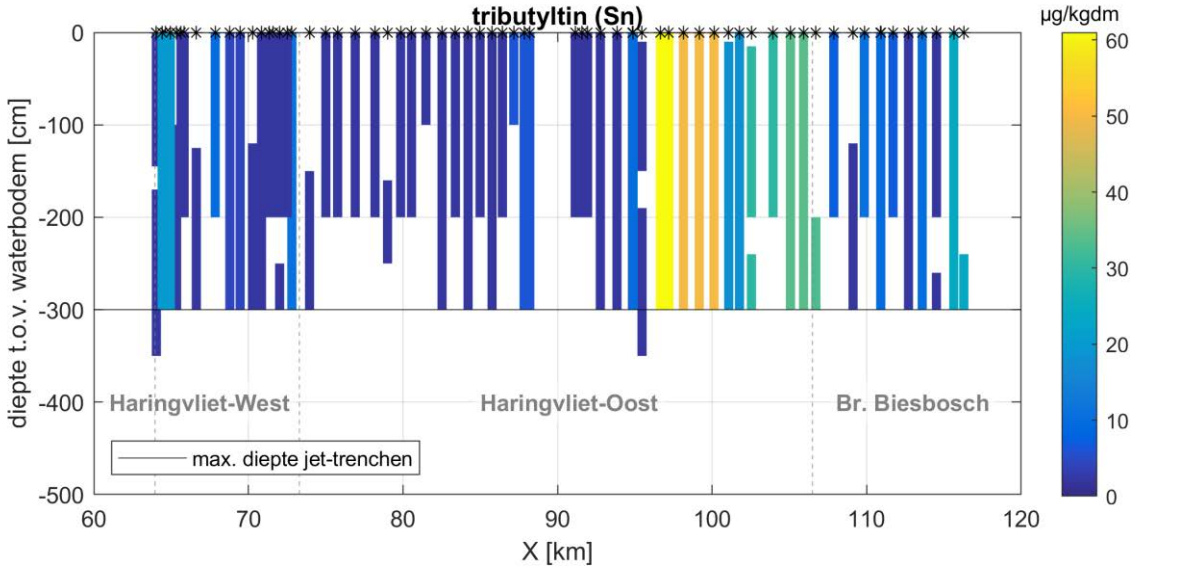

PCB 153 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
390
350
300
250
200
150
100
50
4 - MTR
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

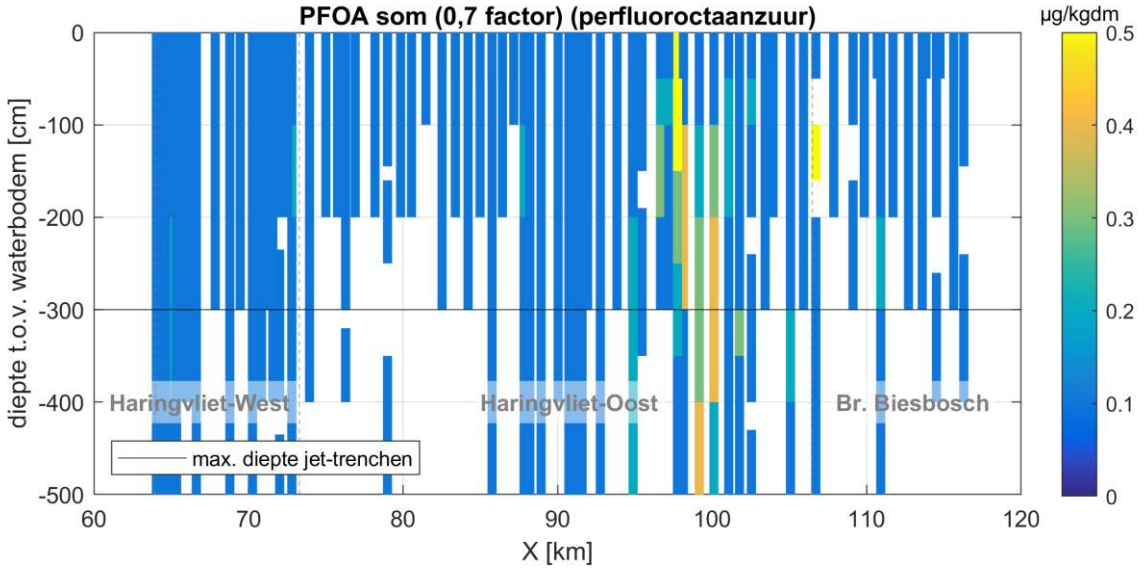

PCB 180 - MTR: 4µg/kg ds
µg/kgdm
200
150
100
50
4 - MTR
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

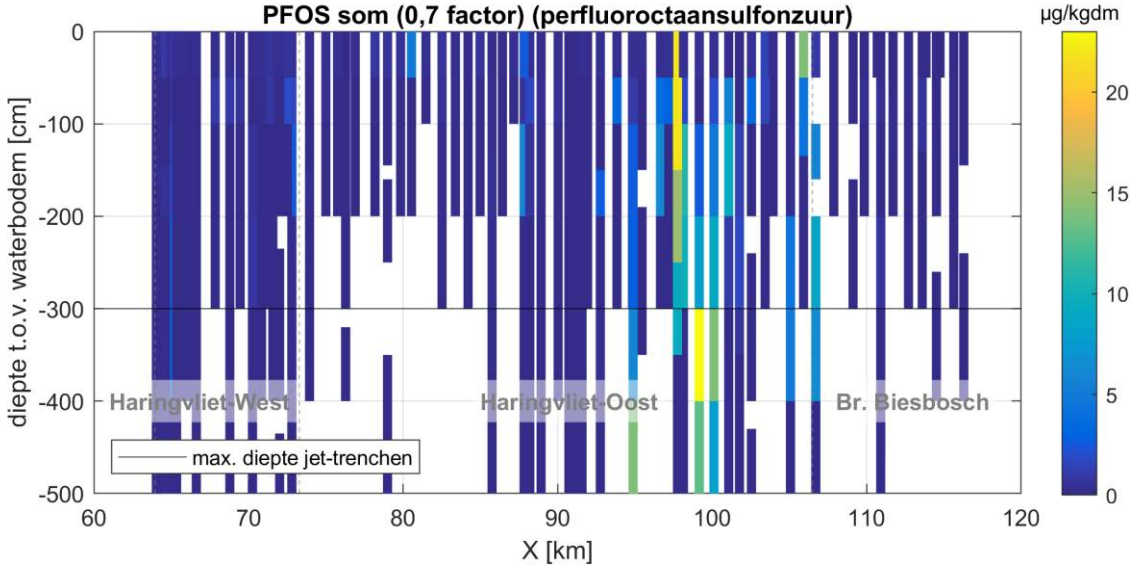

mineralenolie totaal C10 - C40 - MTR: 1000mg/kg ds
mg/kgdm
4100
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000 - MTR
500
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen

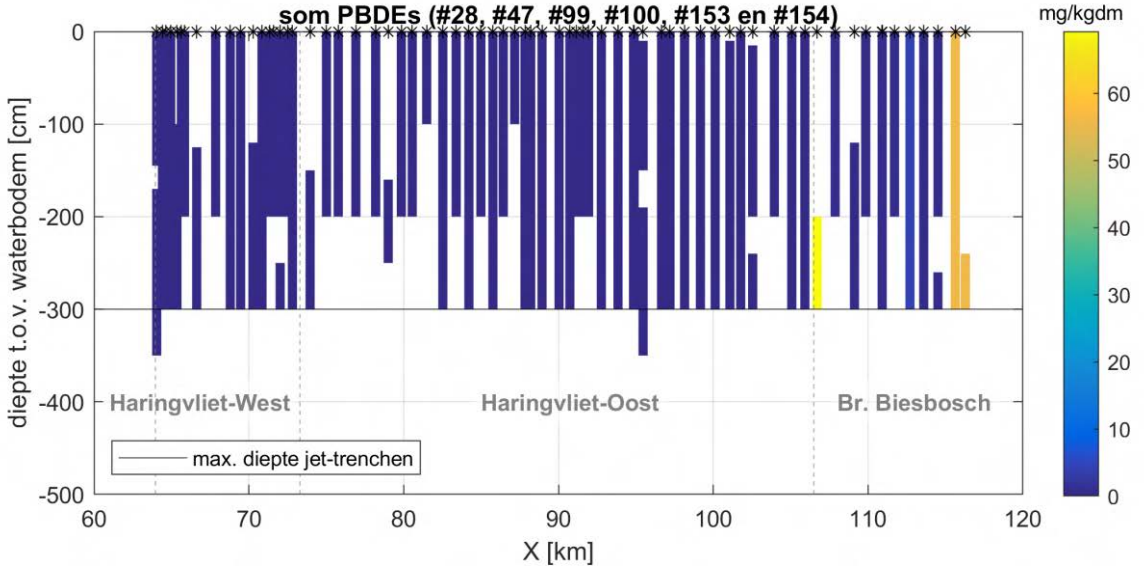

som DDT (4,4 DDD, 4,4 DDE, 2,4 DDT en 4,4 DDT)
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
50
40
30
20
10
0


hexachloorbenzeen - MTR: 5µg/kg ds
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
19
18
16
14
12
10
8
6
5 - MTR
4
2
0


tributyltin (Sn)
µg/kgdm
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
60
70
80
90
100
110
120
X [km]
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
50
40
30
20
10
0


PFOA som (0,7 factor) (perfluoroctaanzuur)
µg/kgdm
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]


PFOS som (0,7 factor) (perfluoroctaansulfonzuur)
µg/kgdm
20
15
10
5
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]


som PBDEs (#28, #47, #99, #100, #153 en #154)
mg/kgdm
60
50
40
30
20
10
0
diepte t.o.v. waterbodem [cm]
0
-100
-200
-300
-400
-500
Haringvliet-West
Haringvliet-Oost
Br. Biesbosch
max. diepte jet-trenchen
60
70
80
90
100
110
120
X [km]

4 Kwaliteit van de waterkolom

4.1 Welke waterkwaliteitsnorm is van toepassing?

4.1.1 Jaargemiddelde of maximaal aanvaardbare concentratie?

De huidige set waterkwaliteitsnormen is bepaald aan de hand van resultaten van ecotoxicologisch onderzoek naar effecten van de stof. Hierbij worden deze resultaten op een eenduidige manier verwerkt tot een norm. Er worden altijd veiligheidsmarges gehanteerd tussen de daadwerkelijke effectconcentraties en de norm. De normen zijn generiek en bedoeld om het ecosysteem van alle Nederlandse zoete en zoute wateren afdoende te beschermen. Omdat de normen zijn gebaseerd op effectconcentraties hebben zij een directe link met het (generieke) ecosysteem. Stelling is dat als de norm niet wordt overschreden het ecosysteem afdoende beschermd is. De normen zijn echter niet waterlichaam specifiek.

Er zijn twee typen waterkwaliteitsnormen: De maximaal aanvaardbare concentratie milieukwaliteitsnorm (MAC-MKN) gebruikt kan worden voor het toetsen van kortstondige blootstelling aan verontreinigde stoffen. Daarnaast bestaat er de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) welke gebruikt wordt bij langdurige blootstellingen.

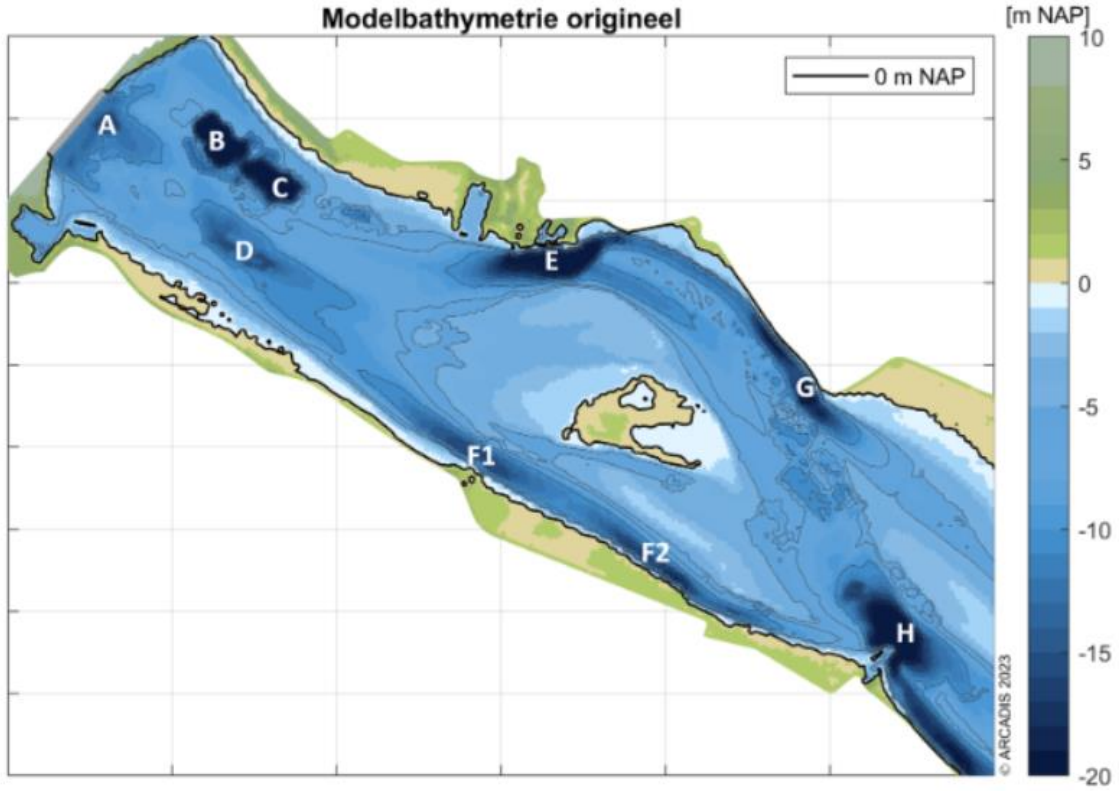
De aanleg van het Net op zee Nederwiek 3 betreft een kortstondige toename van stoffen ten gevolge van het baggeren of trenchen. Het is rekenkundig mogelijk de jaargemiddelde toename te berekenen door de piek uniform uit te smeren over het gehele jaar. Dit geeft echter geen reëel beeld van wat er gebeurt en waar het lokale ecosysteem mee wordt geconfronteerd. De concentratie van de stof zal namelijk pieken tijdens het baggeren en trenchen en daarna weer verdwijnen ten gevolge van uitdunning en waterbeweging. Als tijdens de piek een meting naar de achtergrondconcentratie wordt gedaan dan zal deze mogelijk tot een overschrijding van de jaargemiddelde norm leiden op dat moment, maar als een aantal weken later wordt gemeten dan is dit effect verdwenen. Vanuit ecologisch oogpunt is het bepalen van het jaargemiddelde effect daarom niet relevant. Ecologisch is voor dit project de maximale toevoeging (op basis van daggemiddelden) relevant en (daarmee) toetsing aan de MAC-MKN.

4.1.2 Zoet- of zoutwaternormen

Van de waterlichamen die doorkruist worden is Haringvliet-west onder de KRW aangewezen als doeltype 02b, een estuarium met matig getijverschil, waarin de zoutwaternormen worden gehanteerd. Vraag is echter of dit waterlichaam vanuit ecosysteemperspectief een zoutwaterlichaam is. Zijn de aanwezige organismen zoet, zout of brakwatersoorten? Veiligheidshalve kan de zoute norm worden gehanteerd, deze is over het algemeen strenger dan de zoetwaternorm. Maar wanneer het systeem nog overwegend een zoetwatersysteem is, is dat voor de bescherming niet noodzakelijk voor het beoordelen van een tijdelijke belasting zoals die door de aanleg van net op zee.

Het zoute water dat door de Kier van de Haringvlietsluizen naar binnen stroomt is zwaarder dan het zoete water. Het stroomt daarom vooral de diepere putten in. Is de put vol met zout water dan stroomt dit over de bodem naar de volgende put. In Figuur 8 is de ligging van de putten weergegeven.

De nul-situatie (2009-2018) voorafgaand aan het openzetten van de Kier voor macrobenthos was een zoetwatergemeenschap met heel beperkt voorkomen van brakwatersoorten. Voor fytobenthos geldt hetzelfde (Reeze et al., 2020).



Figuur 8: De ligging van de putten in Haringvliet-west

Naast dat de Kier de in- en uittrekmogelijkheden voor vis (potentieel) verbeterd werden in 2019 de volgende verwachtingen voor fytoplankton en macrobenthos uitgesproken (Reeze et al., 2020):

- De toekomstige ontwikkeling van het fytoplankton is afhankelijk van de frequentie, duur en jaargetijde van openen van de sluizen. Bij een hoge frequentie en duur van de openstelling zal het aandeel brakke en marien-brakke taxa toenemen. Het milieu zal niet zo zout worden dat het geschikt wordt voor mariene taxa.
- In delen waar zout en brak water langdurig aanwezig zijn kan zich mogelijk een stabiele brakke levensgemeenschap vestigen. Dit geldt met name voor de diepere delen (putten > 8 meter). Over het algemeen komen in deze zone weinig soorten voor. De veranderingen zullen vooral zichtbaar worden in de bodemfauna en visfauna en zijn vooral afhankelijk van de mate waarin fluctuaties in het zoutgehalte optreden. Bij sterke veranderingen van het leefmilieu (van zoet naar zout en omgekeerd) zal sterfte van plaatsgebonden organismen optreden (bodemfauna, fytobenthos).

In 2022 is er bij de macrobenthosmonitoring voor de eerste keer een zoutwatersoort aangetroffen (Kruijt et al., 2020). Brakwaterfytoplankon is in 2022 in lage dichtheden gevonden op alle meetpunten in het Haringvliet (Bultstra & Sanjabi, n.d.). Ze komen zowel voor in oppervlaktewater- als in bodemmonsters.

Nederwiek 3 moet in 2031 zijn aangesloten dus de kabelaanleg in het Haringvliet moet voor die tijd plaats vinden. In zijn algemeenheid wordt dus geen zoutwaterecosysteem onder de sessiele soorten verwacht, en zal de situatie zich voor 2031 dus ook niet tot een dergelijk systeem hebben ontwikkeld.

Het is daarom gerechtvaardigd om voor het waterlichaam Haringvliet-west (ook) de zoete waterkwaliteitsnormen te hanteren.

4.2 Waterkwaliteitsnormen

In Tabel 6 is maximaal aanvaardbare concentratie voor de onderzochte stoffen weergeven. Voor PCB's, chroom, koper, indeno(1,2,3-cd)pyreen en som DTT zijn geen maximaal aanvaardbare concentraties in zoet water beschikbaar.

In de richtlijn is opgenomen dat de MKN wordt uitgedrukt als totale concentratie in het volledige watermonster. Er zijn daar vier uitzonderingen op, namelijk cadmium, lood, kwik en nikkel. Voor de ze stoffen wordt de opgeloste fase gehanteerd.

Tabel 6: Waterkwaliteitsnormen voor de onderzochte stoffen

Stof	MAC-MKN zoet (µg/l)
ammonium	608
arseen	8
barium	1100
cadmium	0.9
kobalt	1.36
kwik	0.07
lood	14
molybdeen	340
nikkel	34
seleen	24.6
zink	15.6
antraceen	0.1
benzo(a)antraceen	0.28
benzo(a)pyreen	0.27
benzo(b)fluorantheen	0.017
benzo(k)fluorantheen	0.017
benzo(ghi)peryleen	0.0082
chryseen	0.17
fluorantheen	0.12
naftaleen	130
Fenantreen	7.2
Hexachloorbenzeen	0.05
tributyltin	0.0015
Som PFOA	0.0028
Som PFOS	36
Som PBDE	0.14
imidacloprid	0.2
Lambda-cyhalothrin	0.0004

4.3 Achtergrondconcentraties

Tabel 7 toont de achtergrondconcentraties van de onderzochte stoffen per waterlichaam. Er liggen KRW-meetpunten in de KRW-waterlichamen Haringvliet-west, Haringvliet-oost en Bergsche Maas (zie ook Figuur 3). Dat betekent dat er geen achtergrondconcentratie in de Brabantse Biesbosch kan worden bepaald op basis van de gegevens van een KRW-meetpunt. Het meetpunt Keizersveer wordt daarom ook gebruikt om de achtergrondconcentratie in de Brabantse Biesbosch vast te stellen.

De achtergrondconcentraties van de onderzochte stoffen zijn in eerste instantie berekend op basis van de meest recente KRW-toetsresultaten. Hiervoor is het gemiddelde van een bepaalde stof over de jaren 2020, 2021, 2022 genomen. Een aantal stoffen uit de lijst onderzochte stoffen ontbreken in deze toetsresultaten (stoffen met een sterretjes in Tabel 7). Voor deze stoffen is de achtergrondconcentratie bepaald op basis van meetdata via waterinfo.rws.nl, ook voor de jaren 2020, 2021 en 2022. Voor de meetwaarden die onder de detectielimiet vielen is voor het bepalen van de achtergrondconcentraties de helft van de detectielimiet genomen.

De kleuren in Tabel 7 geven aan of de concentratie de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm overschrijdt. Rood betekent een overschrijding en groen betekent geen overschrijding van deze norm. De milieukwaliteitsnormen zijn in bijlage A weergegeven. De milieukwaliteitsnormen voor zoute waterlichamen zijn van toepassing op het Haringvliet-West en de normen voor de zoete waterlichamen op het Haringvliet-Oost, de Brabantse Biesbosch en de Bergsche Maas. Stoffen zonder jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm zijn niet in de tabel opgenomen.

In totaal zijn er 17 stoffen waarvan de achtergrondconcentratie hoger is dan de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm. Dit zijn meer stoffen dan conform de factsheets. PFOS is niet genoemd omdat de milieukwaliteitsnorm pas 22 december 2027 van kracht is. Ammonium is in de factsheet van het Haringvliet-Oost als een normoverschrijdende stof aangemerkt. Echter blijkt uit data van waterinfo.rws.nl dat er geen overschrijding plaatsvindt.

Tabel 7: Achtergrondconcentraties (µg/l) voor de onderzochte stoffen per waterlichaam, de kleuren geven aan of de concentratie de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) overschrijdt: rood is overschrijding en groen niet (bij geen kleur is er geen JG-MKN beschikbaar); locaties waarin de stof als probleemstof zijn aangeduid in de factsheets zijn cyaan omrand.

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch/ Bergsche Maas
Arseen	1.33	1.14	0.96
barium	49.54*	55.67*	28.78*
cadmium	0.02	0.05*	0.10
chroom	0.17	0.19	0.16
kobalt	0.27*	0.17	0.35
koper	2.41*	1.83	1.85
kwik	4.35E-04	7.83E-03*	4.84E-04
lood	4.68E-02	4.08E-02	8.19E-02
molybdeen	1.32*	1.37	1.45
nikkel	1.34	1.33	2.65
seleen	0.21*	0.20	0.22
zink	2.23	2.65	5.02
ammonium	78.55*	83.82*	60.19*
antraceen	2.09E-03	2.22E-03	2.26E-03
benzo(a)antraceen	1.60E-03	2.39E-03	3.49E-03

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch/ Bergsche Maas
benzo(a)pyreen	1.74E-03	2.31E-03	3.90E-03
benzo(b)fluorantheen	3.32E-03*	6.13E-03*	1.02E-02*
benzo(k)fluorantheen	1.09E-03*	1.89E-03*	2.73E-03*
benzo(ghi)peryleen	1.61E-03*	2.72E-03*	4.02E-03*
chryseen	2.21E-03	2.70E-03	4.19E-03
fluorantheen	5.95E-03	1.05E-02	1.11E-02
indeno(1,2,3-cd)pyreen	1.42E-03*	2.27E-03*	3.96E-03*
naftaleen	1.37E-02	1.39E-02	1.37E-02
fenantreen	5.40E-03	7.96E-03	5.99E-03
Som DDT**	4.68E-04*	4.68E-04*	4.80E-04&
Hexachloorbenzeen	1.00E-04	1.18E-04	1.00E-04
tributyltin	1.48E-04	1.81E-04	7.62E-05
Som PFOA	2.53E-03*	2.48E-03*	4.24E-03*
Som PFOS	3.25E-03*	3.31E-03*	3.31E-03*
Som PBDE	1.81E-03*	1.81E-03*	1.50E-03*
imidacloprid	1.35E-03	1.81E-03	3.66E-03
Lambda-cyhalothrin	2.04E-03*	1.70E-03	1.90E-03

**Bepaald op basis van data van waterinfo.rws.nl van 2020 tot en met 2022.*
*** Som van 4,4-DDD, 4,4-DDE, 2,4-DDT en 4,4-DDT.*

5 Methodiek bepalen effecten van kabelaanleg op de waterkwaliteit

5.1 Inleiding

Er zijn drie verschillende methoden zijn gebruikt om het effect van de aanleg van de kabel op de waterkwaliteit te bepalen:

- D-WAQ (modelstudie, 3D)
- Partitiemodel/PHREEQC (modelstudie, 0D)
- Literatuur/ expert oordeel

Per stof is de best beschikbare methode gekozen. De modelstudie met D-WAQ is de meest complexe en gedetailleerde methode. Het model bevat water- en sedimenttransport in een 3D model. Alle stoffen die in dit model gemodelleerd konden worden zijn in dit model meegenomen. Hierbij is het proces van adsorptie en sedimentatie per stof in detail meegenomen door middel van een partitiecoëfficiënten. De overige stoffen zijn met een partitiemodel doorgerekend in combinatie met het waterchemiemodel PHREEQC. Deze modelcombinatie bevat geen 3D hydrodynamica zoals bij het D-WAQ model maar omvat wel naast het chemische proces van adsorptie ook speciatie.

Tenslotte zijn er aantal stoffen waarbij adsorptie, sedimentatie en speciatie niet de belangrijkste chemische processen zijn. Van deze stoffen zijn geen duidelijke partitiecoëfficiënten beschikbaar. Hierdoor zijn deze stoffen niet goed te modelleren met zowel D-WAQ als het partitiemodel in combinatie met PHREEQC. Om die reden is voor deze overige stoffen een literatuurstudie gedaan in combinatie met expert oordeel. In *Tabel 8* is een overzicht gegeven van alle stoffen en de methode die is toegepast.

Imidacloprid en lambda-cyhalothrin zijn niet gemodelleerd omdat hun concentraties in de bodem niet boven de detectielimiet uitkwamen.

Tabel 8: Overzicht stoffen en de methodiek die gebruikt is om het effect van de kabelaanleg op de waterkwaliteit te bepalen.

stofgroep	stof	D-WAQ model	Partitiemodel/ PHREEQC	Literatuur/ Expert oordeel
nutriënten	ammonium			X
Metalen en metalloïden	arseen		X	
	barium		X	
	cadmium	X		
	chroom	X		
	kobalt		X	
	koper	X		
	kwik		X	
	lood	X		
	molybdeen		X	
	nikkel	X		
	seleen		X	
	zink	X		
PAK (poly aromatische koolwaterstoffen)	anthraceen	X		
	benzo(a)anthraceen	X		
	benzo(a)pyreen	X		

stofgroep	stof	D-WAQ model	Partitiemodel/ PHREEQC	Literatuur/ Expert oordeel
	benzo(ghi)peryleen	X		
	benzo(b)fluorantheen	X		
	benzo(k)fluorantheen	X		
	chryseen	X		
	fenanthreen	X		
	fluorantheen	X		
	indeno(1,2,3,c,d)pyreen	X		
	naftaleen	X		
PCB (polychloorbifenylen)	PCB28	X		
	PCB52	X		
	PCB101	X		
	PCB118	X		
	PCB138	X		
	PCB153	X		
	PCB180	X		
OCB's (organochloorpesticiden)	Som DDT, bestaande uit 4,4-DDD, 4,4-DDE, 2,4-DDT en 4,4-DDT		X	
Chloorbenzenen	hexachloorbenzeen (HCB)	X		
organotinverbindingen	tributyltin		X	
PFAS (perfluorverbindingen)	som PFOA		X	
	som PFOS		X	
polygebromeerde difenylethers (PBDE)	som PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154)		X	
Neonicotinoïden	imidacloprid	Niet meegenomen, concentraties in de bodem niet boven detectielimiet, zie §3.2.		
Pyrethroids	lambda-cyhalothrin	Niet meegenomen, concentraties in de bodem niet boven detectielimiet, zie §3.2		
Minerale oliën	fractie C10 – C40			X

5.2 Modelstudie D-WAQ (3D)

De modelstudie met de software D-WAQ omvat een complex 3D model van de gehele Rijn-Maasmonding. In *Waterkwaliteitsnormen* staat een uitgebreide toelichting op de methodiek en de resultaten. In het model is de hydrodynamica (waterstroming en waterstand) gekoppeld aan de waterkwaliteit. een verandering in stroming resulteert dus ook in een verandering in de locatie van de verontreiniging. De processen die in het model zijn meegenomen gerelateerd aan de waterkwaliteit zijn adsorptie en sedimentatie: het 'vastplakken' van de verontreiniging aan slib- of koolstofdeeltjes en het sedimenteren. De zware metalen plakken alleen vast aan de slibdeeltjes en PAK, PCB en hexachloorbenzeen doen dit alleen aan organisch koolstofdeeltjes.

Naast dat slib vrijkomt door het baggeren en het jet-trenchen, is slib ook van nature aanwezig in de waterkolom. Hoe hoger de rivierafvoer, des te hoger is de slibconcentratie in de Rijn-Maasmonding. Ook deze achtergrondconcentratie slib, is meegenomen in het model, omdat deze veel invloed heeft op de interactie met de verontreiniging. Ook is rekening gehouden met de rivierafvoer en de dan aanwezige hoeveelheid slib in de waterkolom.

In totaal zijn 27 verontreinigende stoffen gemodelleerd in D-WAQ samen met slib dat vrijkomt door de kabelaanleg in twee fracties, een fijne (<32 µm) en een grovere fractie (32 - 63 µm). Er zijn twee sommen gedaan met de volgende kenmerken:

- **Som 2: Jet-trenchen met een hoge Rijnafvoer**
  - Jet-trenchen van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg
  - Rijnafvoer bij Lobith: 1800 m^3/s (scenario 2)
    Gemiddeld afvoerscenario, de Haringvlietsluizen staan open bij laagwater
  - Slibconcentratie achtergrond: ‘hoog’ en gecorreleerd aan de afvoer (zie *Waterkwaliteitsnormen*)

- **Som 4: Baggeren voor ontvangstputten met een hoge Rijnafvoer**
  - Baggeren voor ontvangstputten bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg
  - Rijnafvoer bij Lobith: 1800 m^3/s (scenario 2)
    Gemiddeld afvoerscenario, de Haringvlietsluizen staan open bij laagwater
  - Slibconcentratie achtergrond: ‘hoog’ en gecorreleerd aan de afvoer (zie *Waterkwaliteitsnormen*)

5.3 Modelstudie partitiemodel / PHREEQC

Voor de 11 stoffen die niet doorgerekend konden worden in D-WAQ is een partitiemodel opgezet in Excel. Vervolgens wordt bij normoverschrijding van metalen en metalloïden de resultaten van het partitiemodel gebruikt als invoer van het PHREEQC model. Het partitiemodel gebruikt de gegevens per bemonsteringslocatie in combinatie met de berekende slibconcentraties uit het D-WAQ model. Hiervoor worden de D-WAQ resultaten van “Jet-trenchen me een hoge Rijnafvoer” (som 2) en “Baggeren voor ontvangstputten met een hoge Rijnafvoer” (som 4) gebruikt. De hoeveelheid slib bepaalt hoeveel stof en organisch materiaal er per meetpunt kan vrijkomen en hoeveel er adsorbeert. Hierbij binden de zware metalen zich aan het slib en de organische verbindingen zich aan het organische materiaal. Dit komt overeen met het adsorptieproces in D-WAQ. Voor het partitiemodel worden de partitiecoëfficienten voor zwevend stof van de waterbodemimmisietoets van Rijkswaterstaat gebruikt (IPLO, n.d.). De berekende getallen per waterlichaam zijn gebaseerd op het gemiddelde van alle meetpunten binnen dit waterlichaam.

Indien uit deze resultaten een norm van een metaal of metalloïde overschreden wordt, dan wordt deze stof ook in het PHREEQC model doorgerekend. Het PHREEQC model berekent of het metaal reageert met andere stoffen in het water en daardoor neerslaat. Aangezien neerslag de concentratie van de metalen nog verder omlaag haalt, is de PHREEQC berekening onnodig voor metalen die al onder de norm zitten door adsorptie. Tenslotte is voor alle stoffen boven de norm nog kritisch gekeken naar eventuele andere processen die de concentratie kunnen verlagen. Op basis van expert oordeel aangevuld met literatuuronderzoek zijn hierover nog verwachtingen omschreven.

5.4 Literatuuronderzoek en expert oordeel

De minerale oliën en ammonium zijn bepaald op basis van expert oordeel met behulp van een literatuuronderzoek. Minerale oliën worden namelijk vooral gestuurd door hun oplosbaarheid in water. Ammonium is daarentegen goed oplosbaar. Echter heeft ammonium naast adsorptie ook nitrificatie als belangrijk verwijderingsproces. Wel is er eerst gekeken of bij maximaal vrijkomen van de stof uit het sediment de normwaardes worden overschrijden. Wanneer dit het geval is, is verder onderzoek gedaan naar de verwijderingssnelheid van deze stoffen.

6 Resultaten effecten van de kabelaanleg op de waterkwaliteit

6.1 Waterconcentraties bepaald door D-WAQ

6.1.1 Uitgangspunten

- Er is geen MAC-MKN voor: PCB's, chroom, koper en indeno(1,2,3-cd)pyreen, de resultaten van deze stoffen worden hier daarom ook niet meegenomen.
- Er wordt getoetst op de totale concentratie per stof. Dus het opgeloste en het geadsorbeerde deel in de waterkolom. De stoffen nikkel, lood en cadmium zijn hier een uitzondering op. Voor deze stoffen vindt de toetsing plaats op basis van het opgeloste deel.
- De complete modelstudie met D-WAQ is gerapporteerd in Waterkwaliteitsnormen.

6.1.2 Effecten van jet-trenchen

In *Tabel 9* is de maximale concentratieverhoging ten gevolge van het jet-trenchen per stof weergegeven. Deze concentratie bestaat uit de achtergrondconcentratie en de maximale toevoeging door het jet-trenchen. Te zien valt dat de MAC-MKN voor benzo(b)fluorantheen op het meetpunt in de Brabantse Biesbosch wordt overschreden.

Tabel 9: Maximale concentratieverhoging (µg/l) (daggemiddelde) plus de achtergrondconcentratie berekend door D-WAQ, ten gevolge van het jet-trenchen op de meetlocaties van de KRW-waterlichamen, overschrijding van de norm is met cyaan aangegeven.

stofgroep	Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch	Bergsche Maas	MAC-MKN
metalen	cadmium*	0.042	0.069	0.14	0.10	0.9
	lood*	0.26	0.14	0.28	0.082	14
	nikkel*	1.8	1.7	3.1	2.7	34
	zink	7.4	6.2	10	5.0	15.6
PAK (poly aromatische koolwaterstoffen)	anthraceen	0.0050	0.0092	0.0043	0.0023	0.1
	benzo(a)anthraceen	0.0080	0.0072	0.0074	0.0035	0.28
	benzo(a)pyreen	0.0073	0.0087	0.0081	0.0039	0.27
	benzo(ghi)peryleen	0.0056	0.0069	0.0067	0.0040	0.0082
	benzo(b)fluorantheen	0.010	0.015	0.019	0.010	0.017
	benzo(k)fluorantheen	0.0041	0.0051	0.0051	0.0027	0.017
	chryseen	0.0078	0.0098	0.0082	0.042	0.17
	fenanthreen	0.011	0.016	0.010	0.0060	7.2
	fluorantheen	0.017	0.025	0.020	0.011	0.12
	naftaleen	0.016	0.016	0.017	0.014	130
Chloorbenzenen	hexachloorbenzeen (HCB)	0.00014	0.00021	0.00026	0.0010	0.05

6.1.3 Effecten van baggeren

In *Tabel 10* is de maximale concentratieverhoging ten gevolge van het baggeren per stof weergegeven. Deze concentratie bestaat uit de achtergrondconcentratie en de maximale toevoeging door het baggeren. Te zien valt dat de MAC-MKN voor benzo(b)fluorantheen op het meetpunt in de Brabantse Biesbosch wordt overschreden.

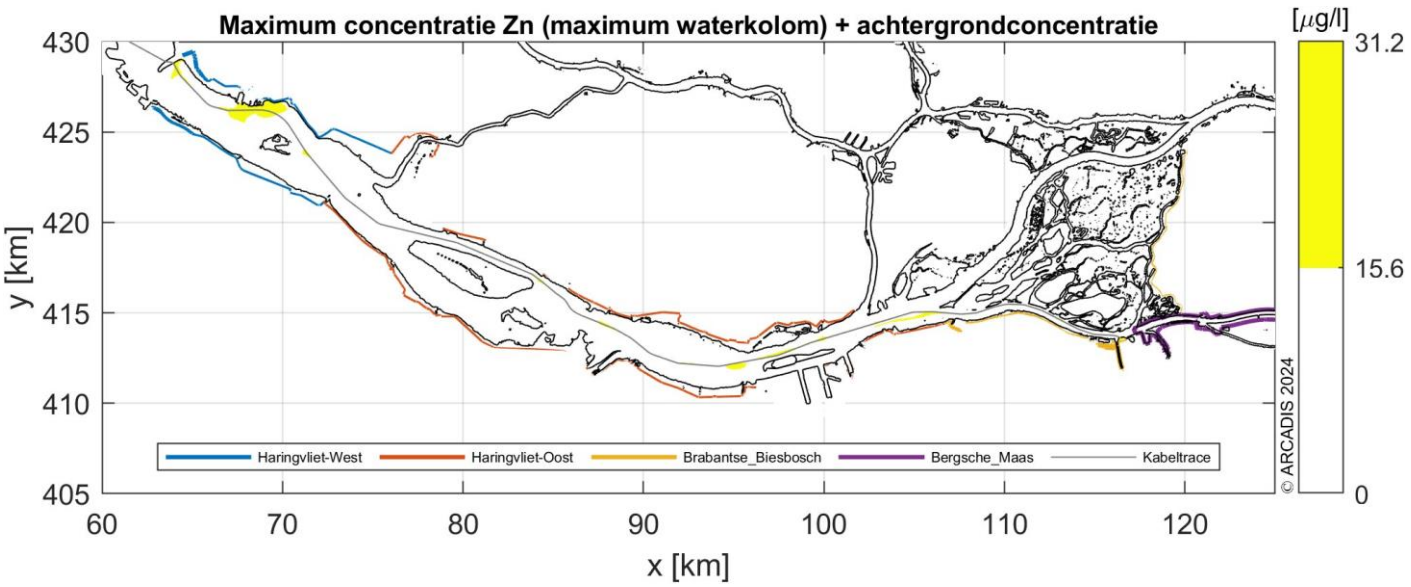
Tabel 10: Maximale concentratieverhoging (µg/l) (daggemiddelde) plus de achtergrondconcentratie berekend door D-WAQ, ten gevolge van het baggeren op de meetlocaties van de KRW-waterlichamen, overschrijding van de norm is met cyaan aangegeven.

stofgroep	stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch	Bergsche Maas	MAC-MKN
metalen	cadmium*	0.032	0.048	0.16	0.10	0.9
	lood*	0.14	0.044	0.30	0.082	14
	nikkel*	1.8	1.4	3.2	2.7	34
	zink	5.0	2.9	12	5.0	15.6
PAK (poly aromatische koolwaterstoffen)	anthraceen	0.0075	0.0026	0.0049	0.023	0.1
	benzo(a)anthraceen	0.012	0.0028	0.0090	0.0035	0.28
	benzo(a)pyreen	0.0068	<0.001	0.0050	<0.001	0.27
	benzo(ghi)peryleen	0.0060	0.0029	0.0071	0.0040	0.0082
	benzo(b)fluorantheen	0.013	0.0076	0.041	0.010	0.017
	benzo(k)fluorantheen	0.0047	0.0020	0.0057	0.0027	0.017
	chryseen	0.011	0.0031	0.0094	0.0042	0.17
	fenanthreen	0.017	0.0086	0.0098	0.0060	7.2
	fluorantheen	0.025	0.011	0.019	0.011	0.12
	naftaleen	0.019	0.014	0.016	0.014	130
Chloorbenzenen	hexachloorbenzeen (HCB)	0.00012	0.00029	0.0014	0.0001	0.05

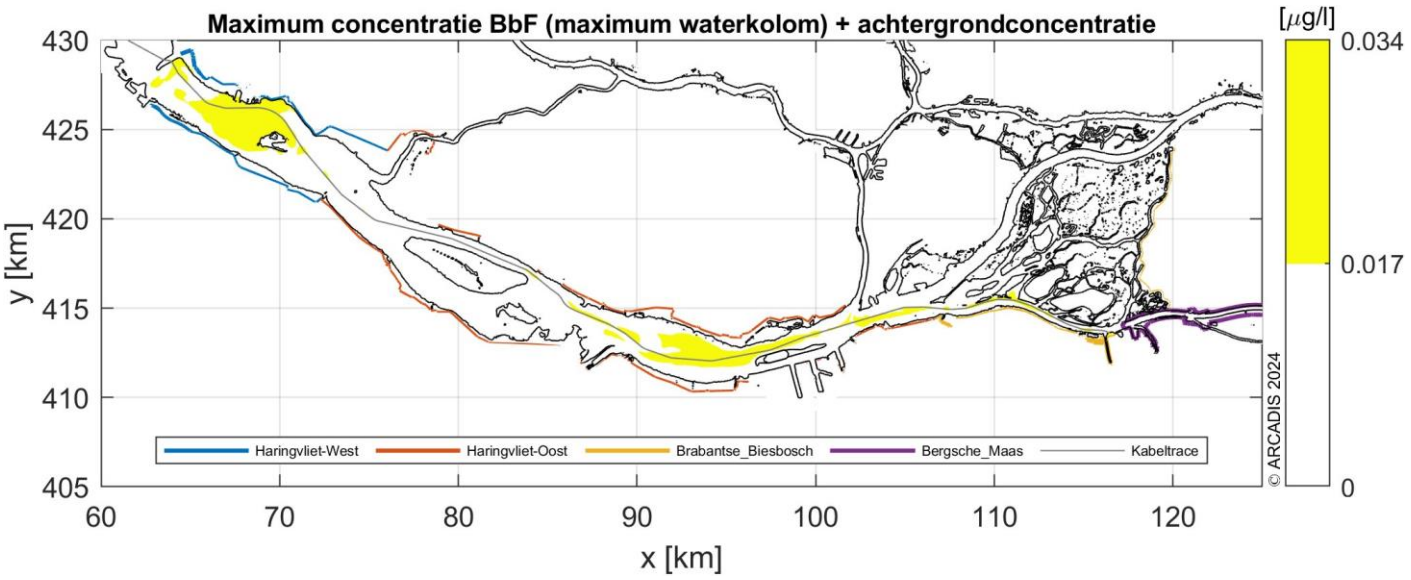
6.1.4 Ruimtelijke effecten

Door naar het KRW-meetpunt te kijken wordt geen recht gedaan aan mogelijke ruimtelijke effecten, plekken waar de MAC-MKN wordt overschreden terwijl dat op de KRW-meetpunten niet het geval is. In onderstaande plaatjes wordt voor de stoffen met een relatief groot areaal aan overschrijding dit getoond. De gele vlakken geven het areaal waar een overschrijding plaatsvindt weer.

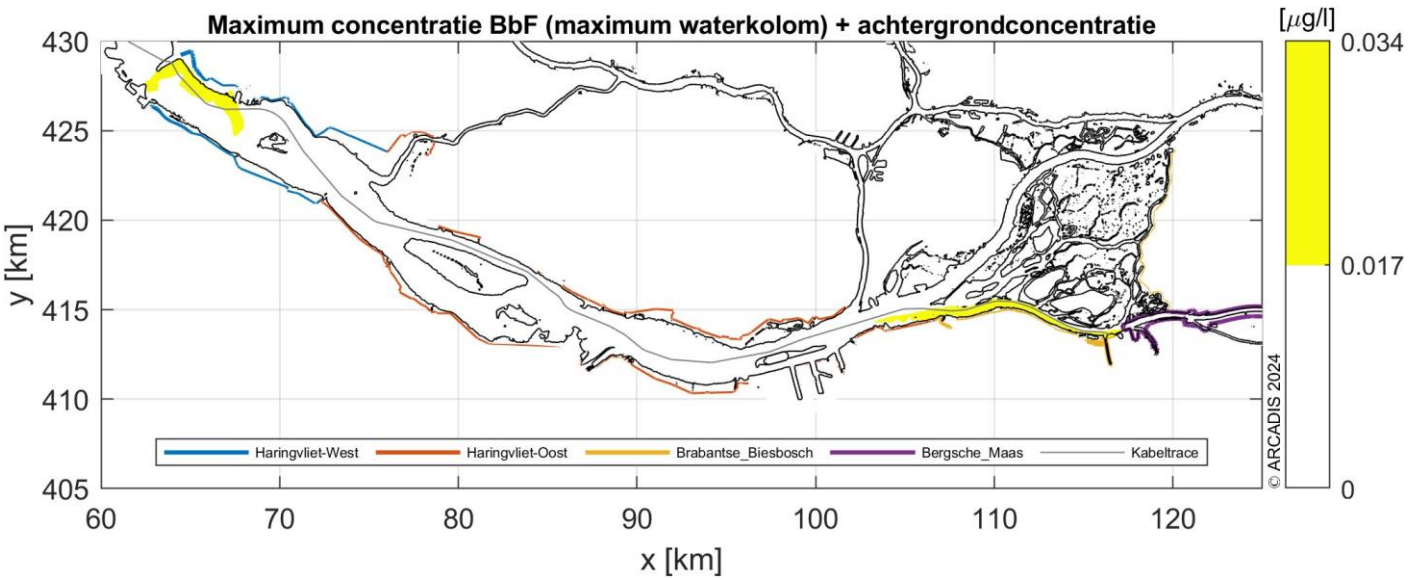
Zink en jet-trenchen



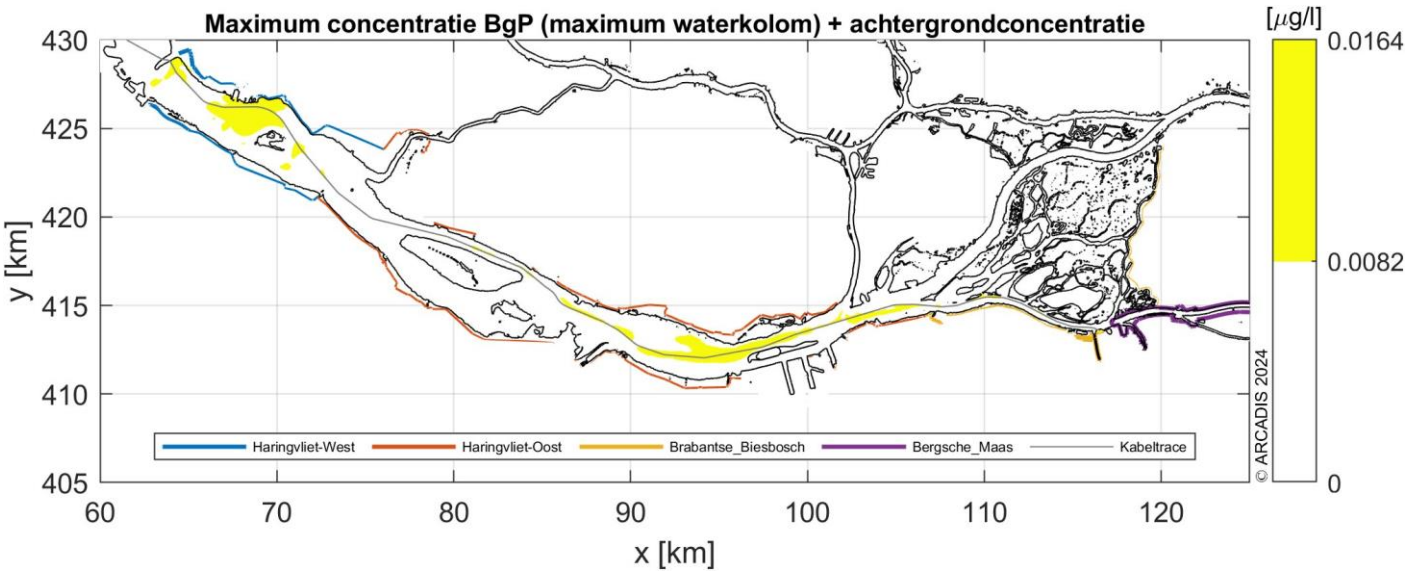
Benzo(b)fluorantheen en jet-trenchen



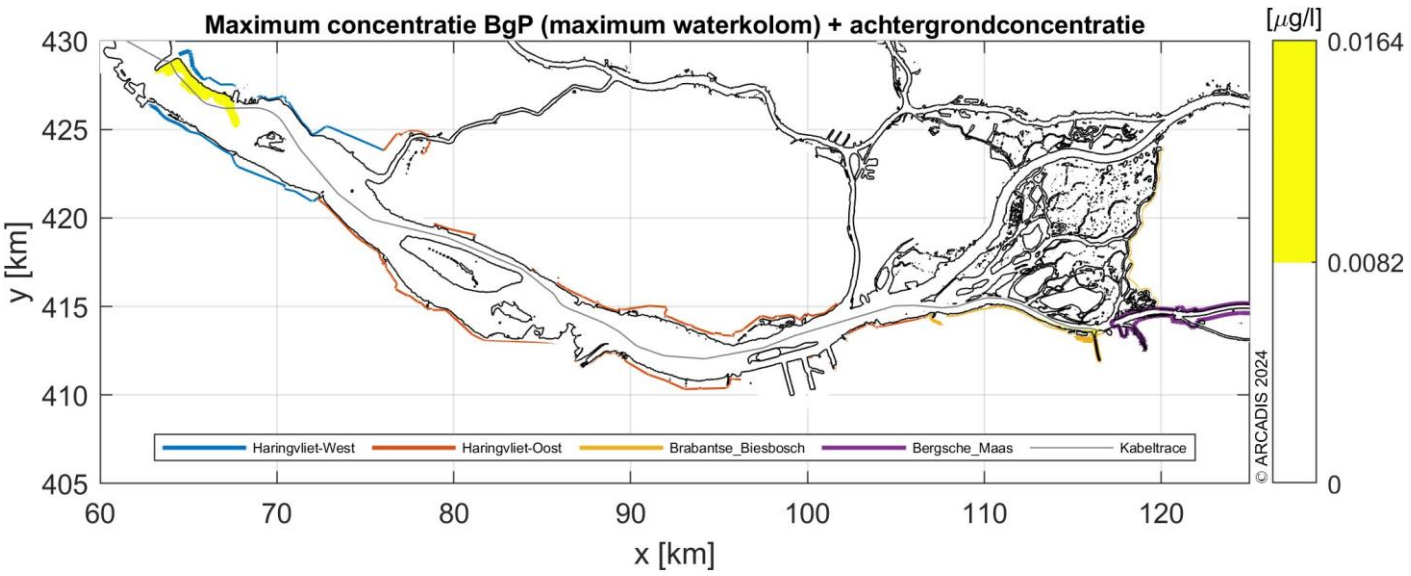
Benzo(b)fluorantheen en baggeren



Benzo(ghi)peryleen en jet-trenchen



Benzo(ghi)peryleen en baggeren



Stoffen met een klein areaal overschrijding:

- Zink (baggeren)
- Cadmium (baggeren)
- Lood (baggeren)
- Fluorantheen (jet-trenchen en baggeren)
- Benzo(k)fluorantheen (jet-trenchen en baggeren)
- Benzo(a)pyreen (baggeren)
- Anthraceen (baggeren)
- Benzo(a)anthraceen (baggeren)
- Chryseen (baggeren)

6.2 Effecten bepaald door het partitiemodel en PHREEQC

6.2.1 Effecten van jet-trenchen

De maximale concentratie die ontstaat ten gevolge van het jet-trenchen is weergegeven in *Tabel 11*. Uit de modellering volgen de volgende conclusies:

- Geen enkele stof overschrijdt de MAC-MKN op het KRW-meetpunt tijdens het trenchen.
- Op basis van het partitiemodel zullen de stoffen barium, molybdeen, tributyltin, som PBDE, som PFOA en som PFOS niet tot verhogingen boven de toetswaarden zorgen;
- Wegens de hoge achtergrondconcentraties waren arseen, kwik, kobalt en seleen ook doorgerekend in PHREEQC;
- Op basis van PHREEQC zal kwik snel neerslaan in de vorm van HgO (veel lagere dichtheid dan water);
- Arseen, kobalt en seleen zijn goed oplosbaar. Echter laat de literatuur zien dat deze stoffen complexen vormen met ijzer(hydr)oxides en mangaan(hydr)oxides (Dixit & Hering, 2003; Polgar, 1975; Balistrieri & Chao, 1990; Rovira, et al., 2007). Deze (hydr)oxides zullen in overmaat gevormd worden wanneer het gereduceerde slib in contact komt met het zuurstofrijke oppervlaktewater.
- Er is geen MAC-MKN voor som DDT, dus deze stof is niet opgenomen in de tabel.

Tabel 11: Maximale concentratieverhoging (µg/l) berekend door partitiemodel en PHREEQC, ten gevolge van het jet-trenchen op de meetlocaties van de KRW-waterlichamen, overschrijding van de norm is met cyaan aangegeven.

stofgroep	stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch	Bergsche Maas	MAC-MKN
Metalen en metalloiden	arseen	1.56	1.22	1.08	0.96	8
	barium	52	56	29	29	1100
	kobalt	0.40	0.20	0.42	0.35	1.36
	kwik	0.012	0.012	0.0039	0.00048	0.07
	molybdeen	1.3	1.4	1.5	1.5	340
	seleen	0.21	0.21	0.25	0.22	24.6
tributyltin		0.00036	0.00031	0.00031	0.000076	0.0015
Som PBDE		0.0024	0.0020	0.11	0.0015	0.14
PFAS	Som PFOA	0.0025	0.0024	0.0042	0.0024	0.028
	Som PFOS	0.0035	0.0033	0.0033	0.0033	36

6.2.2 Effecten van baggeren

De concentratie die ontstaat ten gevolge van het baggeren is weergegeven in *Tabel 12*. Uit de modellering volgend de volgende conclusies:

- Op basis van het partitiemodel zullen de stoffen arseen, barium, kobalt, molybdeen, tributyltin, seleen, som PFOA en som PFOS niet tot verhogingen boven de norm zorgen;
- Door de hoge achtergrondconcentraties en een verhoging boven de meetnauwkeurigheid van de toetswaarden is kwik nog doorgerekend met PHREEQC.
- Op basis van PHREEQC zal kwik snel neerslaan in de vorm van HgO (veel lagere dichtheid dan water);
- Er is geen MAC-MKN voor som DDT, dus deze stof is niet opgenomen in de tabel.
- Som PBDE overschrijdt de norm in de Brabantse Biesbosch.

Tabel 12: Maximale concentratieverhoging (µg/l) berekend door partitiemodel en PHREEQC, ten gevolge van het baggeren op de meetlocaties van de KRW-waterlichamen, overschrijding van de norm is met cyaan aangegeven.

stofgroep	stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Brabantse Biesbosch	Bergsche Maas	MAC-MKN
Metalen en metalloiden	arseen	1.4	1.1	1.1	0.96	8
	barium	50	56	30	29	1100
	kobalt	0.28	0.17	0.44	0.35	1.36
	kwik	0.0016	0.0078	0.0048	0.00048	0.07
	molybdeen	1.3	1.4	1.5	1.5	340
	seleen	0.21	0.20	0.26	0.22	24.6
tributyltin		0.00016	0.00018	0.00041	0.000076	0.0015
Som PBDE		0.0019	0.0018	0.15	0.0015	0.14
PFAS	Som PFOA	0.0025	0.0025	0.0042	0.0042	0.028
	Som PFOS	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	36

6.3 Effecten bepaald door expert oordeel en literatuuronderzoek

Op basis van expert oordeel en literatuuronderzoek kunnen de volgende conclusies worden genomen over ammonium en minerale oliën:

- Ammonium achtergrondconcentraties en bodemconcentraties zijn zo laag dat bij maximale desorptie vanuit het slib nog steeds geen normoverschrijding is. Hierbij is gekeken naar de hoogste concentratie in het slib en de maximale hoeveelheid aan slib dat vrij kan komen. Daaruit volgt dat de verhoging rond de 20 µg ligt. Dit terwijl de MAC-MKN op 608 µg ligt en de maximale achtergrondconcentratie 84 µg is (in Haringvliet-Oost).
- Minerale oliën lossen nauwelijks op. Verbruggen (2004) laat zelfs zien dat alle fracties van C12-C40 geen toxiciteit opleveren door de slechte oplosbaarheid;
- Van de minerale oliën is geen MAC-MKN of JG-MKN aanwezig.

7 Conclusies

7.1 Normoverschrijdende stoffen

In MER-fase 1 is het BWA op hoofdlijnen onderzocht. Een eerste modelstudie laat zien dat er een beperkte groep stoffen is met een tijdelijke overschrijding op het gehanteerde KRW-meetpunten (en rekenpunt in de Biesbosch) en in het ruimtelijke beeld. Gezien het ecosysteem in de doorkruiste gebieden is uitgegaan van de zoetwaternormering. Een overschrijding van de MAC betekent dat generiek het ecosysteem niet meer is beschermd.

De volgende stoffen overschrijden hun waterkwaliteitsnorm ten gevolge van jet-trenchen:

- Benzo(b)fluorantheen op het meetpunt in Brabantse Biesbosch en in het ruimtelijke beeld
- Benzo(ghi)peryleen in het ruimtelijke beeld
- Zink in het ruimtelijke beeld

De volgende stoffen overschrijden hun waterkwaliteitsnorm ten gevolge van baggeren:

- Benzo(b)fluorantheen op het meetpunt in Brabantse Biesbosch en in het ruimtelijke beeld
- Benzo(ghi)peryleen in het ruimtelijke beeld

7.2 Effecten voorkomen of mitigeren

Er zijn een aantal denkrichtingen om deze potentiële effecten te voorkomen c.q. te mitigeren, of nader te onderzoeken. Doel hierbij is de concentraties in de waterkolom te verlagen of om het mogelijke effect (ecologisch) te duiden.

Wanneer dit alternatief het VKA wordt zijn er dus een aantal sporen die in het MER-fase 2 onderzoek nader uitgezocht moeten worden. Deze sporen zijn:

- Kritisch kijken naar de techniek en activiteit:
  - De baggerspecie moet nog vanuit BBK-oogpunt worden beoordeeld op kwaliteit in relatie tot het terugstorten in het systeem. Specie die niet in klasse A valt moet vanuit dit beleidskader in een depot worden geborgen.
  - Gebruik van andere technieken in plaats van het *baggeren* bij in- en uittredepunt, zoals bijvoorbeeld een milieuknijper zal leiden tot minder opwerveling van slib en daarmee minder verontreiniging in het water.
  - In zwaar vervuilde stukken die groot deel van de verontreiniging in de waterkolom bepalen kan onderzocht worden of in plaats van *trenchen* minder slibopwervelende technieken (bv milieuknijper) kunnen worden toegepast.
- Nauwkeuriger maken van het chemische deel van het model door belangrijke en nu nog ontbrekende chemische processen toe te voegen. Daardoor wordt de analyse minder worst-case en kan daarmee onderbouwd tot lagere verwachte concentraties in de waterkolom leiden.
- Inzoomen op het gedrag en toxiciteit van de overschrijdende stoffen om de toxiciteit in het betreffende watersysteem beter te kunnen duiden.
- Normen zijn generiek voor alle wateren in Nederland. Door in te zoomen op het lokale ecosysteem kan worden onderzocht of de meest gevoelige soorten hier al dan niet voorkomen. Dit betekent specifiek onderzoek naar de respons van het lokale ecosysteem op de verontreinigingen die de algemene norm overschrijden. Dit kan leiden tot een verminderd effect van de aanleg van de kabel.

7.3 Eindconclusie

Op grond van voorgaande wordt geconcludeerd dat er geen zwaarwegende ecologische gevolgen zijn te verwachten door de tijdelijke verhoging van verontreinigende stoffen, mede gezien de mogelijkheden om de omvang van de gevolgen meer real-case te bepalen ten behoeve van de vergunningsaanvraag en mitigatiemogelijkheden.

8 Referenties

Bultstra, C. A., & Sanjabi, B. (n.d.). *Fytoplanktononderzoek Project de Kier, meetjaar 2022* (Rapport 23-069b). Waardenburg Ecology, Culemborg.

Compendium voor de Leefomgeving. (2020). *Europese Kaderrichtlijn Water*. https://www.clo.nl/indicatoren/nl1412-kaderrichtlijn-water

IenW. (2023). *Factsheets Oppervlaktewater—Kaderrichtlijn Water*.

Kruijt, D. B., Duijts, O., Japink, M., & Middelveld, R. P. (2020). *Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019*.

Reeze, B., de la Haye, M. A. A., Arts, F., Boudewijn, T. J., van der Jagt, H. A., van Kessel, N., Verweij, G. L., & Wegman, C. (2020). *Nulrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren Kierbesluit'.*

RIVM. (2023). *Risico's van stoffen| KRW*.

STOWA. (2020). *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

Colofon

EFFECTEN VAN KABELAANLEG IN DE BINNENWATEREN OP DE WATERKWALITEIT
NET OP ZEE NEDERWIEK 3

KLANT
TenneT

DATUM
11 juni 2024

STATUS
Definitief

Bijlage A Waterkwaliteitsnormen

JG-MKN zoet = jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor zoet water
JG-MKN zout = jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor zout water
MAC-MKN zoet = maximaal aanvaardbare concentratie milieukwaliteitsnorm voor zoet water
MAC-MKN zout = maximaal aanvaardbare concentratie milieukwaliteitsnorm voor zout water
n/a = niet beschikbaar; eenheid: µg/l

Stof	JG-MKN zoet	JG-MKN zout	MAC-MKN zoet	MAC-MKN zout
ammonium	304	n/a	608	n/a
arseen	0.5	0.6	8	1.1
barium	93	n/a	1100	n/a
cadmium	0.15	0.2	0.9	0.9
chroom	3.4	0.6	n/a	n/a
kobalt	0.2	n/a	1.36	0.21
koper	2.4	3.5	n/a	4.5
kwik	0.00007	0.00007	0.07	0.07
lood	1.2	1.2	14	14
molybdeen	136	n/a	340	n/a
nikkel	4	8.6	34	34
seleen	0.052	n/a	24.6	2.6
zink	7.8	3	15.6	n/a
antraceen	0.1	0.1	0.1	0.1
benzo(a)antraceen	0.00064	0.00027	0.28	0.012
benzo(a)pyreen	0.00017	0.00017	0.27	0.027
benzo(b)fluorantheen	0.00017	0.00017	0.017	0.017
benzo(k)fluorantheen	0.00017	0.00017	0.017	0.017
benzo(ghi)peryleen	0.00017	0.00017	0.0082	0.00082
chryseen	0.0029	0.0014	0.17	0.008
fluorantheen	0.0063	0.0063	0.12	0.12
indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.00017	0.00017	n/a	n/a
naftaleen	2	2	130	130
Fenantreen	1.2	1.1	7.2	6.7
Som DDT	0.025	0.025	n/a	n/a
Hexachloorbenzeen	0.000026	0.000026	0.05	0.05
tributyltin	0.0002	0.0002	0.0015	0.0015
Som PFOA	0.048	0.048	0.0028	0.0560
Som PFOS	0.00065	0.00013	36	7.2
Som PBDE	0.0005	0.0002	0.14	0.14
imidacloprid	0.0083	0.0008	0.2	0.02
Lambda-cyhalothrin	0.00002	n/a	0.0004	n/a

Bijlage B Waterkwaliteitsmodel DELWAQ

Bepalen effecten van kabelaanleg op de waterkwaliteit met D-WAQ

Net op zee Nederwiek 3 - MER fase 1
TenneT TSO B.V.

11 juni 2024

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding en doel 5

1.2 Activiteiten behorend bij de kabelaanleg 6

1.2.1 Baggeren voor ontvangstputten 6

1.2.2 De aanlegtechniek jet-trenchen 6

2 Kaderrichtlijn Water 7

2.1 Wettelijk kader 7

2.2 Betrokken waterlichamen en stoffen 8

2.2.1 Betrokken waterlichamen 8

2.2.2 Haringvliet-west 9

2.2.3 Haringvliet-oost 10

2.2.4 Brabantse Biesbosch 11

2.2.5 Bergsche Maas 12

3 Kwaliteit van de waterbodem 13

3.1 Monitoringprogramma 13

3.1.1 Locaties en typen bemonsteringsmethodiek 13

3.1.2 Gemeten stoffen 13

3.2 Resultaten bodemonderzoek 15

3.2.1 Uitleg figuren 15

3.2.2 Stoffen onder detectielimiet 15

3.2.3 Visuele presentatie van de resultaten 16

4 Kwaliteit van de waterkolom 29

4.1 Welke waterkwaliteitsnorm is van toepassing? 29

4.1.1 Jaargemiddelde of maximaal aanvaardbare concentratie? 29

4.1.2 Zoet- of zoutwaternormen 29

4.2 Waterkwaliteitsnormen 31

4.3 Achtergrondconcentraties 32

5 Methodiek bepalen effecten van kabelaanleg op de waterkwaliteit 34

5.1 Inleiding 34

5.2 Modelstudie D-WAQ (3D) 35

5.3 Modelstudie partitiemodel / PHREEQC 36

5.4 Literatuuronderzoek en expert judgement 36

6 Resultaten effecten van de kabelaanleg op de waterkwaliteit 37

6.1 Waterconcentraties bepaald door D-WAQ 37
6.1.1 Uitgangspunten 37
6.1.2 Effecten van jet-trenchen 37
6.1.3 Effecten van baggeren 38
6.1.4 Ruimtelijke effecten 38
6.2 Effecten bepaald door het partitiemodel en PHREEQC 42
6.2.1 Effecten van jet-trenchen 42
6.2.2 Effecten van baggeren 42
6.3 Effecten bepaald door expert judgement en literatuuronderzoek 43

7 Conclusies 44

7.1 Normoverschrijdende stoffen 44
7.2 Effecten voorkomen of mitigeren 44
7.3 Eindconclusie 44

8 Referenties 45

9 Inleiding 53

9.1 Aanleiding studie 53
9.2 Doelstelling 53
9.3 Aanpak 53

10 Methodiek 55

10.1 Gebruikte modelschematisatie 55
10.2 De waterkwaliteitsmodule 57
10.3 Jet-trenchen in het model 61
10.3.1 De aanlegtechniek jet-trenchen 61
10.3.2 Worst-case tracéroute: keuze tracéalternatief en varianten 62
10.3.3 Uitgangspunten en modelinput 64
10.4 Baggeren voor ontvangstputten in het model 67
10.4.1 Baggeren voor ontvangstputten: de werkzaamheden 67
10.4.2 Uitgangspunten en modelinput 68
10.5 Sedimenteigenschappen in het model 70
10.6 Scenario’s en overzicht modelsimulaties 71

11 Modelresultaten 75
11.1 Effect jet-trenchen 77
11.1.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten 77
11.1.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen 80
11.1.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden 81
11.2 Effect baggeren voor ontvangstputten 84
11.2.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten 84
11.2.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen 87
11.2.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden 89
12 Conclusies en aanbevelingen 91
Referenties 93
Bijlagen 94
Bijlage A Extra figuren: simulaties jet-trenchen 94
Bijlage B Extra figuren: simulaties baggeren voor ontvangstputten 119
Colofon 46

9 Inleiding

TenneT is voornemens om een kabeltracé aan te leggen van het windpark Nederwiek 3 naar land. Ten behoeve van het project wordt een milieueffectrapportage (MER) opgesteld en diverse vergunningen aangevraagd. Het MER van Net op zee Nederwiek 3 wordt in twee fasen uitgevoerd. In MER fase 1 worden de milieueffecten van een viertal tracéalternatieven en alternatieven voor een converterstation in Moerdijk en Geertruidenberg onderzocht. Al deze tracéalternatieven starten vanaf de Voordelta om vervolgens over water (zee en binnenwateren) en land aan te sluiten bij Moerdijk of Geertruidenberg. Op basis van fase 1 wordt een voorkeursalternatief (VKA) gekozen uit de tracéopties. Voor het VKA wordt een gedetailleerde milieueffectbeoordeling opgesteld in MER fase 2 waarin het gehele tracé vanaf het platform op zee wordt meegenomen. Voorliggende studie valt onder MER fase 1.

9.1 Aanleiding studie

De tracédelen die door het water gaan worden aangelegd door middel van jet-trenchen. De waterbodem verweekt door het inspuiten van water waardoor de kabel door zijn eigen gewicht op de gewenste diepte in de waterbodem komt te liggen. Wanneer fijn materiaal zoals slib en veen in de bodem aanwezig is, zorgt dit voor tijdelijke vertroebeling. Bij aanleg in een bodem met verontreinigingen leidt dit ertoe dat verontreinigingen vrij kunnen komen in de waterkolom.

Daarnaast zijn baggerwerkzaamheden benodigd om ontvangstputten aan te leggen. Dit zijn putten aan het begin en eind van het tracé in de binnenwateren waarna de kabel overgaat naar land. Ook deze werkzaamheden kunnen zorgen voor vertroebeling en er kunnen eveneens verontreinigingen vrijkomen.

Onderdeel van het MER is een beoordeling van de invloed op de waterkwaliteit. Het is bekend dat er verontreinigingen in de waterbodem van het Haringvliet en de omgeving van het Hollands Diep aanwezig zijn. Deze kunnen dus beïnvloed worden door de werkzaamheden (jet-trenchen en baggeren) en terecht komen in de waterkolom. Waterkwaliteitsmodellering is uitgevoerd om te bepalen hoe deze verontreinigingen zich verspreiden in het Haringvliet en het Hollands Diep, in de ruimte en tijd.

9.2 Doelstelling

Ten behoeve van het MER Net op zee Nederwiek 3 is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de verontreiniging van anorganische en organische microverontreiniging is gekwantificeerd als gevolg van de aanleg van het kabeltracé door middel van jet-trenchen en het baggeren voor ontvangstputten.

Met deze gegevens kan worden ingeschat of de verontreinigingen ten gevolge van het jet-trenchen en het baggeren effect hebben op natuurwaarden. In deze achtergrondstudie is de toegepaste methode toegelicht en zijn de gehanteerde bronnen en uitgangspunten verantwoord.

9.3 Aanpak

Het effect van het jet-trenchen en het baggeren van ontvangstputten op de waterkwaliteit is bestudeerd met een numerieke modelstudie middels een D-WAQ-model[1]. In de gebruikte modelschematisatie zijn zowel de lokale hydrodynamica als de relevante chemische processen meegenomen. Bij het uitwerken van de modelschematisatie zijn realistische worst-case keuzes gemaakt om tot generiek toepasbare resultaten te komen.

Gebruikte gegevens
Als algemene uitgangspunt is in MER fase 1 gekozen voor het gebruiken van de best beschikbare data. Zo zijn de bodemresultaten gebruikt van de Nederwiek 3 survey en zijn publieke gegevens gebruikt voor stoffen die niet gemeten waren in de survey.

Gehanteerde tracéroute
Tenslotte is gekozen om de meest worst-case tracéroute te modelleren op het gebied van vertroebeling en verontreiniging in deze fase en de best case kabelconfiguratie (één bundel van 4 kabels). Dit is grofweg de langste

---

[1] *D-WAQ is vergelijkbaar met de waterkwaliteitsmodellering software Delwaq, maar dan gekoppeld met D-Hydro.*

route door water met het meeste slib langs het tracé. Dit betreft het tracé van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg. Een verdere toelichting is gegeven in paragraaf 10.3.

Het rapport is opgebouwd volgens de structuur van inleiding, methodiek, resultaten en conclusie.

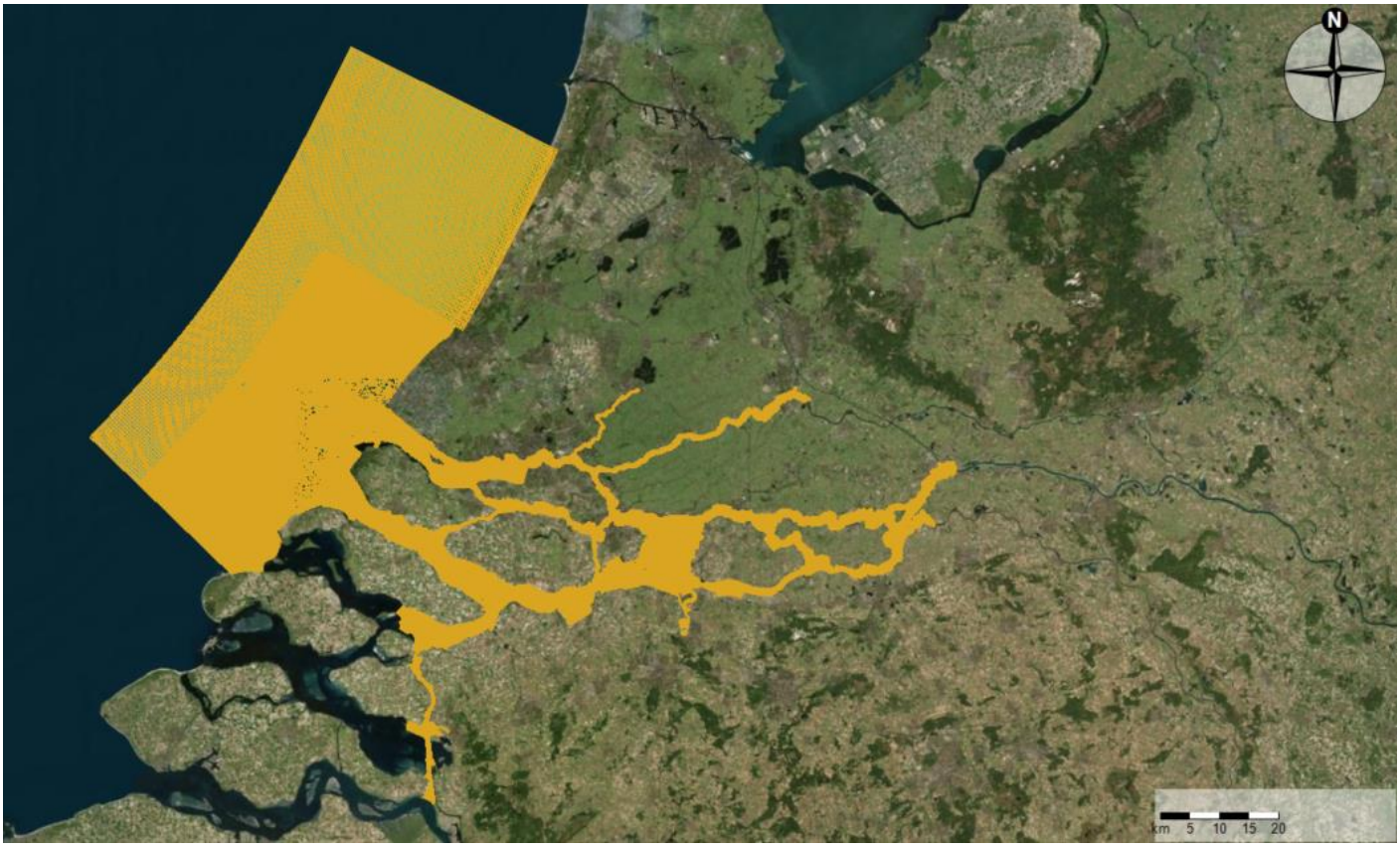
10 Methodiek

10.1 Gebruikte modelschematisatie

Hydrodynamica
Als basis voor de hydrodynamica is het zesde generatie 3D D-Hydro-model van de Rijn-Maasmonding (RMM) gebruikt (Deltares, 2023). Dit model is voor deze studie geoptimaliseerd in het rekenrooster. De volgende aanpassingen zijn gedaan aan het aantal rekencellen in de verticaal:

- Oorspronkelijke model: Beneden de -6 m NAP worden vaste lagen elk met een dikte van 1 m gebruikt. Boven de -6 m NAP worden 8 sigma lagen gebruikt.
- Aanpassing: Beneden de -6 m NAP wordt de eerste laag 1,5 m dik. De lagen daaronder worden dikker met een groeifactor van 1,25. In totaal zijn er 17 lagen, waaronder de 8 sigmalagen.
- Waarom: Deze aanpassing is gedaan om de rekentijd te verkorten. Het model is oorspronkelijk gemaakt om de zoet-zout dynamiek te simuleren. Om deze dynamiek goed te simuleren zijn relatief dunne lagen nodig om zo ook de dynamiek in diepe putten en geulen goed mee te kunnen nemen. In deze studie is de zoet-zout dynamiek minder belangrijk maar de waterkwaliteit in combinatie met vertroebeling (slib in de waterkolom). Een grotere laagdikte onder de -6 m NAP (diepe geulen) is ook prima instaat om de vertroebeling bij het jet-trenchen en baggeren accuraat te simuleren.

Het rekenrooster
Het domein van het RMM-model met het rekenrooster is zichtbaar in Figuur 10-1. Het rekenrooster is ongestructureerd maar is op de hoofdvaarwegen en in het zomerbed zoveel als mogelijk curvi-lineair (met vierhoekige rekencellen). Het winterbed en de havens worden met driehoekige roostercellen weergegeven. Het Hollands Diep en het Haringvliet bestaan ook voornamelijk uit driehoekige cellen met een zijdelengte van ~60 m. Het rekenrooster bestaat in totaal uit 781.706 cellen en 1.412.157 flow links. De gebruikte bathymetrie is uit 2021, onttrokken uit het programma Baseline (Deltares, 2023).

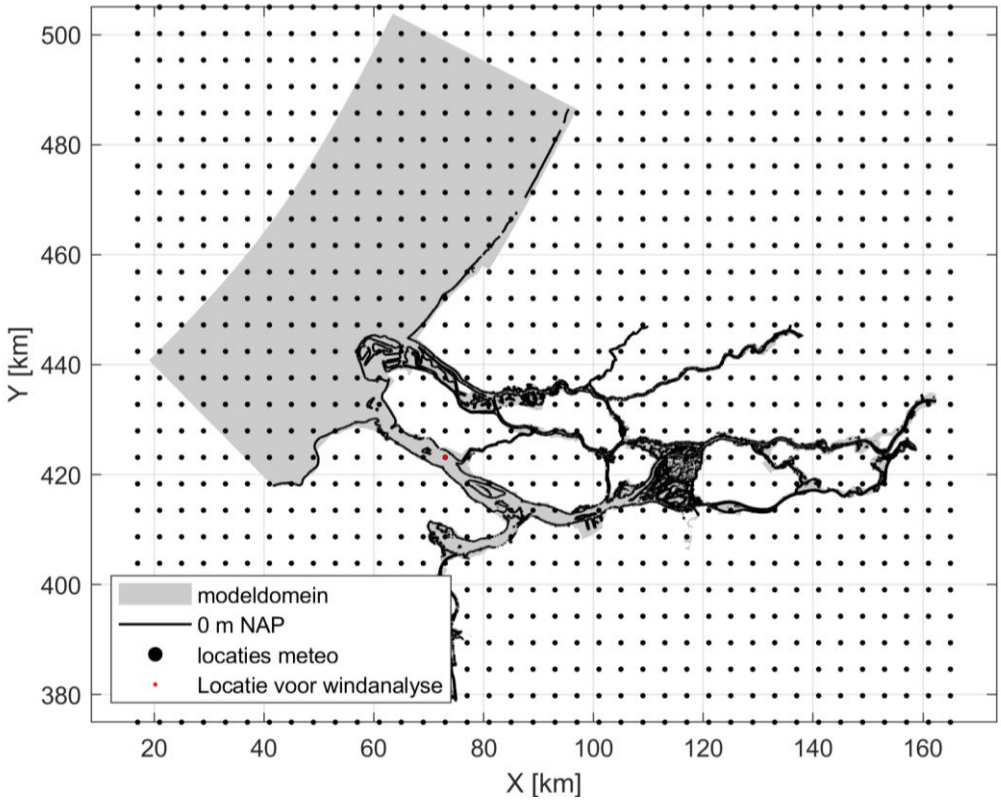


Figuur 10-1 Het modeldomein van het RMM-model met het rekenrooster.

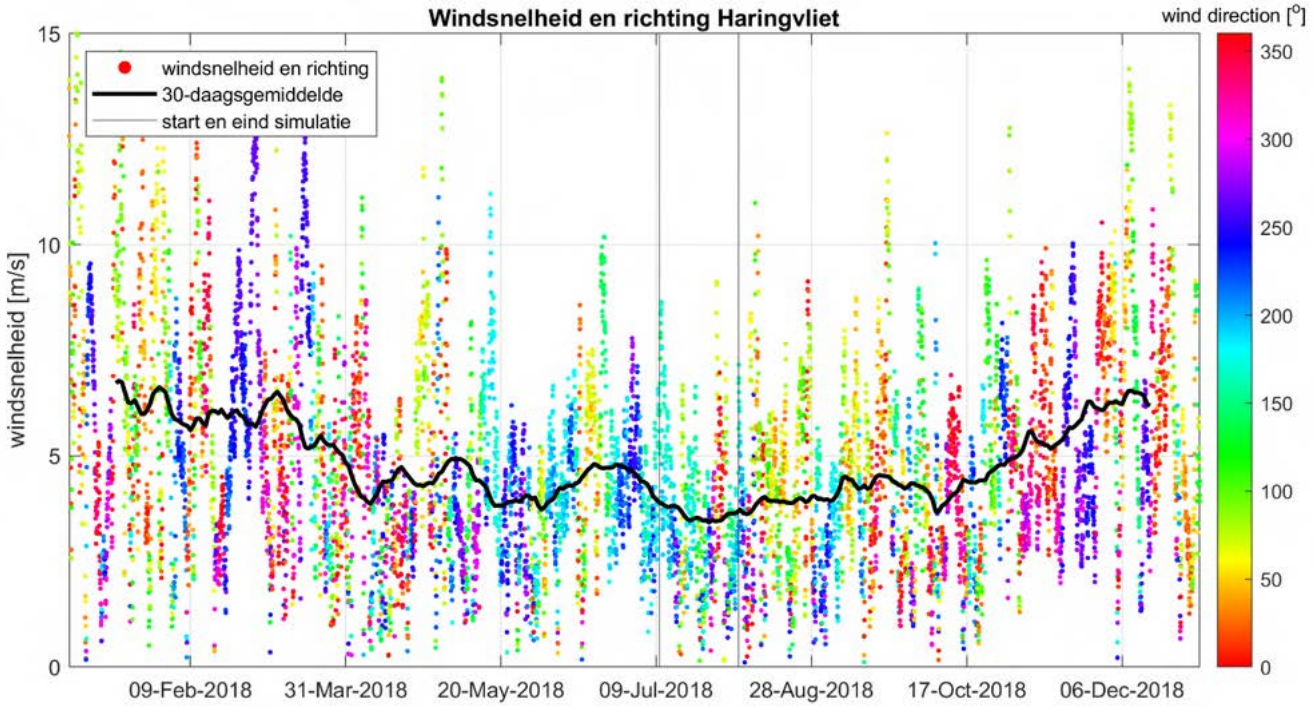
Waterkwaliteit
De module die de waterkwaliteit berekent, is voor deze studie voorzien van vernieuwde procesbibliotheek. Deze procesbibliotheek schrijft voor welke processen en stoffen meegenomen moeten worden in de modellering en hoe deze stoffen en processen met elkaar interacteren. Hiervoor moesten veel procesmatige keuzes gemaakt worden. Welke processen moeten worden meegenomen? In welke mate interacteren de stoffen met elkaar? Hoe komt men tot een realistische worst case benadering? Deze keuzes zijn toegelicht in paragraaf 10.2.

Rekentijd
De rekentijd van het model is afhankelijk van de lengte van de activiteit (jet-trenchen of baggeren). Bij alle sommen is een hydrodynamische inspeeltijd van 2 dagen aangehouden. Na het inspelen start de activiteit en na de activiteit zijn er tenslotte twee weken waarin de vertroebeling en verontreiniging kan uitdempen. Hoe het jet-trenchen en baggeren precies is meegenomen in het model is toegelicht in paragraaf 10.3 en 10.4.

Wind
Wind heeft invloed op de stroming in het Haringvliet en kan zo resulteren in (verticale) menging van de waterkolom. Bij een forse wind is de windgedreven stroming groter dan bij een milde wind. Voor deze studie is een zomerse, relatief rustige windconditie gekozen omdat momenteel nog geen startdatum bekend is van de aanlegwerkzaamheden. Daarnaast kan een significante windgedreven stroming zowel positief als negatief uitpakken voor de verspreiding van de verontreiniging, afhankelijk van de windrichting. Echter wordt de stroming voornamelijk bepaald door de rivierdebieten en niet door de wind. Om die reden zijn windrandvoorwaarden van de zomer van 2018 gekozen, vanaf 10 juli. In Figuur 10-2 zijn alle locaties met windrandvoorwaarden in het model zichtbaar. Voor de analyse is specifiek gekeken naar een locatie bij het Haringvliet (rode stip). In Figuur 10-3 zijn de windsnelheden in het model zichtbaar van deze locatie, met in het grijs de periode tussen 10 juli en 5 augustus (26 dagen). Gemiddeld liggen de windsnelheden in deze periode rond de 4 m/s.



Figuur 10-2 De locaties waarin wind is meegenomen in het model en de locatie in het Haringvliet waarop de windanalyse is uitgevoerd.



Figuur 10-3 Windsnelheid en richting in het RMM-model rond het Haringvliet. De grijze lijnen geven de start en het einde aan van de modelsimulatie (totaal 26 dagen, 10 juli t/m 5 augustus).

Toepassingsbereik modelschematisatie
Het detail van het numerieke rekenrooster in het Hollands Diep en Haringvliet is te grof om een zeer kleinschalig proces zoals jet-trenchen en baggeren volledig accuraat weer te geven (driehoekige cellen met een zijdelengte van 60 meter). Zeer lokale effecten (*near-field*) kunnen niet worden weergegeven en worden als het ware gemiddeld over de rekencel waarbinnen ze plaatsvinden. Een proces dat bekend staat als numerieke diffusie. Hoe stoffen vervolgens op grotere schaal verspreiden, adsorberen en sedimenteren, wordt door het rekenmodel wel nauwkeurig gesimuleerd. Het zijn dan ook de resultaten op dit schaalniveau (*mid- to far-field*) die weergegeven worden in de resultaten (Hoofdstuk 11) en geschikt zijn voor een effectbeoordeling.

10.2 De waterkwaliteitsmodule

Voor het modelleren van de verontreinigingen in de waterkolom zijn conservatieve keuzes gemaakt. Daarnaast zijn de belangrijkste processen in het model meegenomen. Onderstaand zijn de keuzes en processen toegelicht.

Oplossen en adsorberen
Zware metalen en organische microverontreinigingen kunnen, als ze in de waterkolom komen, oplossen en adsorberen (‘plakken’) aan andere stoffen. Zware metalen adsorberen voornamelijk aan slibdeeltjes (anorganisch materiaal) en organische microverontreinigingen adsorberen voornamelijk aan deeltjes organisch koolstof (detritus, dood organisch materiaal) en fytoplankton. Een geadsorbeerd deeltje kan naar de bodem zakken en sedimenteren (afzetten). Wanneer de verontreiniging in oplossing of geadsorbeerd en nog niet gesedimenteerd is, stroomt deze mee en blijft deze dus in de waterkolom. In het model is dit volledige proces van oplossen, adsorberen en sedimenteren per stof meegenomen.

De verhouding tussen het geadsorbeerde materiaal aan slib of koolstof en opgeloste materiaal wordt aangeduid met de partitiecoëfficiënt en wordt ook wel de K_d-waarde (voor slib) of K_{oc}-waarde (voor koolstof) genoemd. Hoe kleiner de partitiecoëfficiënt, hoe meer materiaal in oplossing is. De partitiecoëfficiënt is voor elke stof anders en is ook in elk milieu anders. Zo heeft bijvoorbeeld de saliniteit, de pH en de aanwezigheid van andere metaalionen invloed op de partitiecoëfficiënt (Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, 1998). Voor deze studie is voor elke organische en organische microverontreiniging een zo conservatief mogelijke K_d-waarde en K_{oc}-waarde gekozen op basis van

literatuuronderzoek. Bij de keuze van de waarden is rekening gehouden met het milieu van de Rijn-Maasmonding. Conservatief is voor deze studie een zo laag mogelijke K_d-waarde/ K_{oc}-waarde, waardoor een bepaalde stof langer in oplossing blijft en een realistische worst-case benaderd wordt. In Tabel 10-1 staat een overzicht van de gekozen K_d-waarden en K_{oc}-waarden.

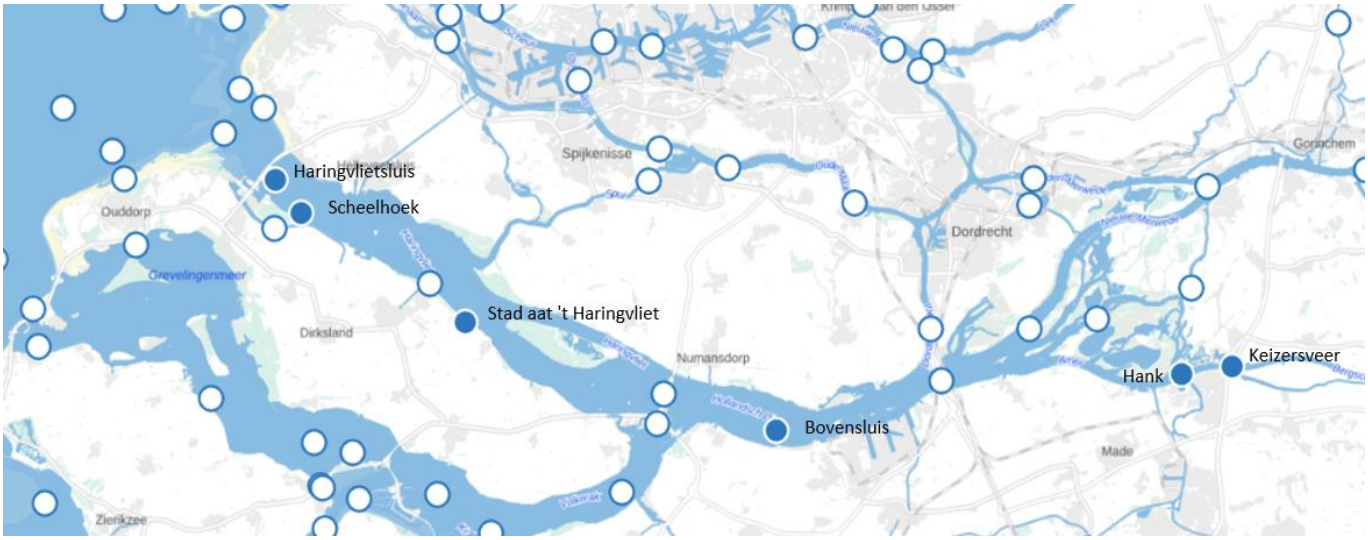
Tabel 10-1 Overzicht van de stoffen die zijn meegenomen in het D-WAQ model met de gekozen partitiecoëfficiënt (K_d-waarden en K_{oc}-waarde) per stof.

Stofgroep	Stof	Partitiecoëfficiënt	Adsorbeert aan:	Eenheid
	Cadmium	100	Slib	m^3/kg ds
	Chroom	288	Slib	m^3/kg ds
	Koper	50	Slib	m^3/kg ds
	Nikkel	8	Slib	m^3/kg ds
	Lood	501	Slib	m^3/kg ds
	Zink	100	Slib	m^3/kg ds
Organische microverontreiniging	**Antraceen**	4,47	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Benzo(a)antraceen	5,6	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Benzo(a)pyreen	6	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Benzo(b)fluorantheen	6	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Benzo(k)fluorantheen	6	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Benzo(ghi)peryleen	6,1	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Chryseen	5,47	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Fenantreen	3,3	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Fluorantheen	5	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Hexachloorbenzeen	4,56	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	6,54	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	Naftaleen	3,08	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 28	5,02	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 52	5,23	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 101	5,7	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 118	6	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 138	6,09	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 153	6,15	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})
	PCB 180	6,57	Koolstofdeeltjes	l/kgC (logK_{oc})

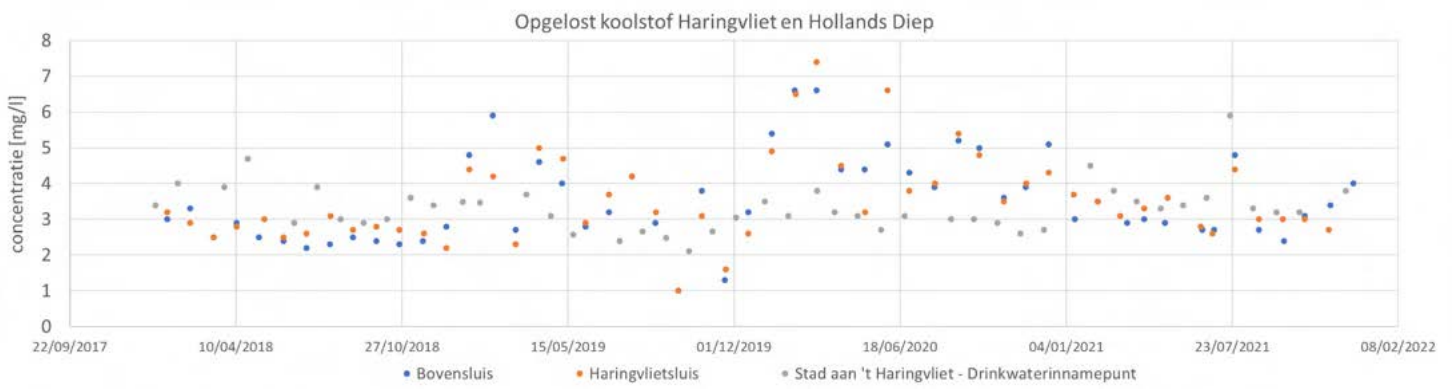
Stoffen waaraan adsorptie plaatsvindt
Zware metalen adsorberen aan slibdeeltjes en organische microverontreinigingen adsorberen aan koolstof (organisch koolstof en fytoplankton). Deze stoffen zijn als volgt meegenomen (zie Tabel 10-2 voor een overzicht):

Koolstof
Organische microverontreinigingen kunnen adsorberen aan opgelost organisch koolstof (DOC), deeltjes organisch koolstof (POC) en koolstof uit fytoplankton. De hoeveelheid opgeloste organisch koolstof (DOC) is bepaald aan de hand van metingen bij de meetpunten Bovensluis, Haringvlietsluis en Stad aan ’t Haringvliet. Zie voor de locaties van

de meetpunten Figuur 10-4. De gemiddelde waarde is genomen van de metingen zichtbaar in Figuur 10-5: **3,45 gC/m^3**.

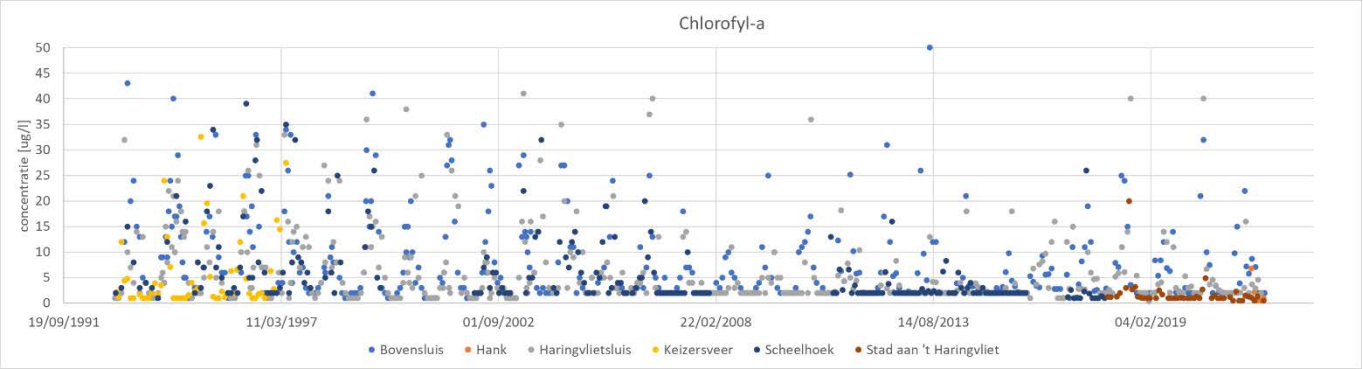


Figuur 10-4 Locatie meetpunten bodem en waterkwaliteit van belang voor deze studie.

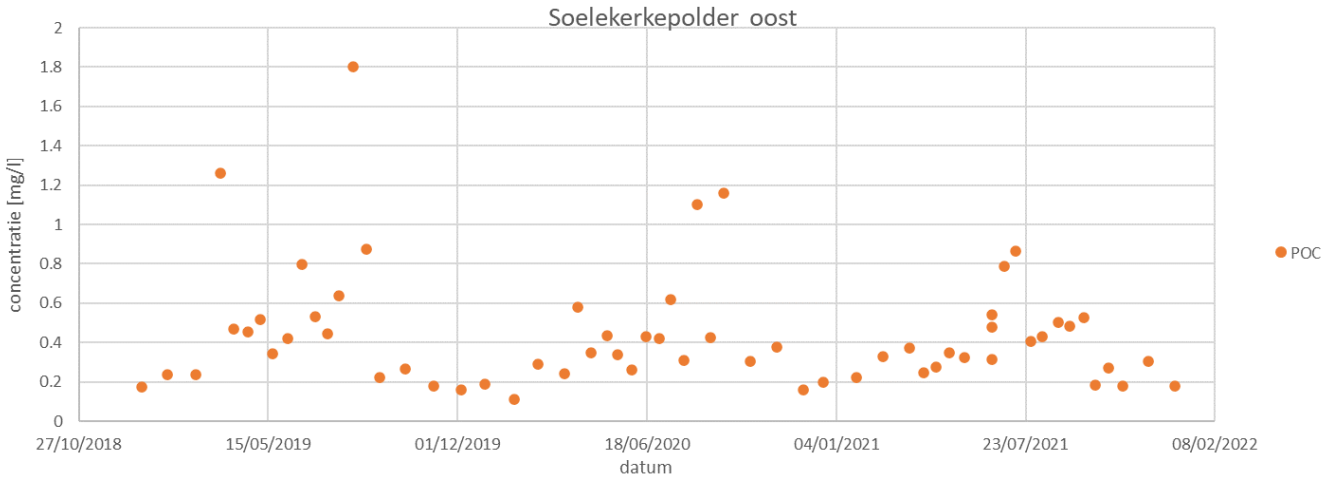


Figuur 10-5 Opgelost organisch koolstof (DOC), bij meetpunt Bovensluis (Hollands Diep), Haringvlietsluis (Haringvliet west) en Stad aan 't Haringvliet (Drinkwaterinnamepunt in het Haringvliet, oost).

Organische koolstof deeltjes (POC) en fytoplankton zijn samen in het model als één constante waarde meegenomen (gC/m^3). De waarde voor fytoplankton is bepaald op basis van het gemiddelde chlorofyl-A concentratie op de meetpuntpunten Bovensluis, Hank, Haringvlietsluis, Keizersveer, Scheelhoek en Stad aan 't Haringvliet (Figuur 10-6). Zie voor de locaties van de meetpunten Figuur 10-4. De gemiddelde chlorofyl-A concentratie is omgezet naar hoeveelheden koolstof door middel van standaard coëfficiënten die in de D-WAQ software van het model al aanwezig zijn (0,30 gC/m^3). De waarde voor POC kon niet bepaald worden aan de hand van metingen in het Haringvliet en Hollands Diep omdat POC daar nooit gemeten is. Om die reden is de gemiddelde POC-waarde van het meetpunt Soelekerkepolder in het Veerse Meer gehanteerd (Figuur 10-7). Dit is het dichtstbijzijnde meetpunt en resulteert in een waarde van 0,44 g C/m^3 en. De constante waarde voor de koolstofdeeltjes (POC + koolstof fytoplakton) die in het model is opgelegd is **0,74 gC/m^3** (0,44 + 0,30) met een valsnelheid van **2,9 m/d.** Deze valsnelheid is gekozen op basis van de valsneden uit het zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer welke is toegepast voor een soortgelijke studie voor het kabeltracé Nederwiek 1 (Zie MER Net op zee Nederwiek 1).



Figuur 10-6 Metingen van chlorofyl-A (fytoplankton) op meetpuntpunten Bovensluis, Hank, Haringvlietsluis, Keizersveer, Scheelhoek en Stad aan 't Haringvliet in het Haringvliet, Hollands Diep en de Amer.



Figuur 10-7 POC (organisch koolstof deeltjes) gemeten bij Soelekerkepolde Oost in het Veerse Meer.

Slibdeeltjes

Slibdeeltjes komen vrij bij het baggeren en het jet-trenchen maar zijn ook van nature al aanwezig in de Rijn-Maasmonding (de zogenaamde achtergrondconcentratie). Deze achtergrondconcentratie aan slib is meegenomen in het model als een constante waarde met een ruimtelijke variatie en met een valsnelheid. De rivierdebieten zijn gerelateerd aan de achtergrondconcentratie slib. Hoe hoger de rivierdebieten (Maas en Rijntakken), des te hoger is de achtergrondconcentratie. Dit is op basis van een data-analyse aangetoond welke is toegelicht in paragraaf 10.6. In deze studie zijn twee hydrodynamische scenario's doorgerekend met een bijpassend slibveld per scenario. Deze zijn ook toegelicht in paragraaf 10.6. De valsnelheid van deze achtergrondconcentratievelden is **2,9 m/d** wat gelijk is aan de valsnelheid die gekozen is voor de koolstofdeeltjes, welke conservatief laag is (een lage valsnelheid zorgt voor een lage mate van depositie snelheid van geadsorbeerde verontreiniging).

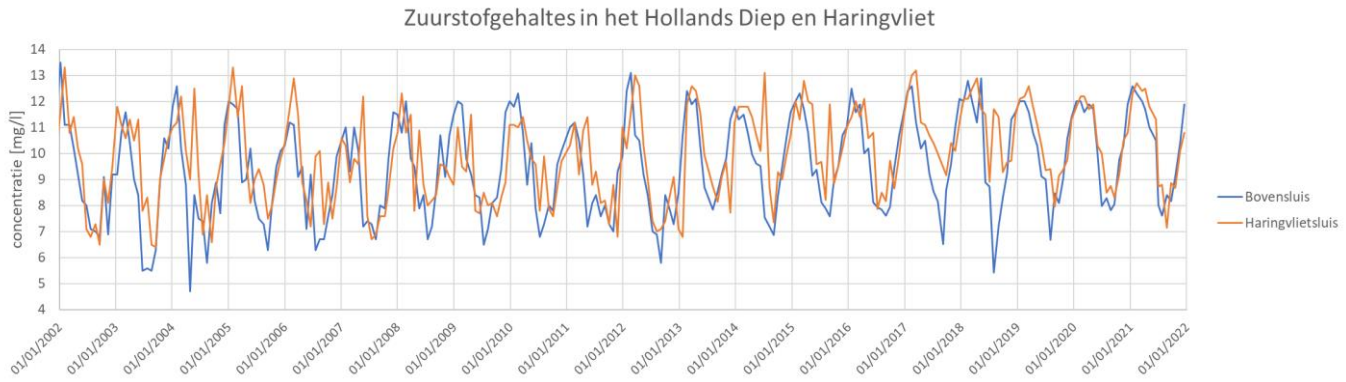
Het slib dat vrijkomt bij het jet-trenchen en baggeren is slib met een variabele waarde en is verder toegelicht in paragraaf 10.3 en 10.4.

Tabel 10-2 Overzicht constante waarden in het model.

Stof	Hoeveelheid	Eenheid	Valsnelheid	Eenheid
Slib, achtergrondconcentratie	Zie §10.6	g/m^3	2,9	m/d
DOC	3,45	gC/m^3	-	-
POC + fytoplankton	0,7	gC/m^3	2,9	m/d

Resuspensie
Resuspensie van slibdeeltjes die al op de bodem zijn beland, komt alleen voor als de schuifspanning door stroming bij de bodem groot genoeg is. De stroming is zeer klein in het Haringvliet sinds de afsluiting met de Haringvlietdam. Hierdoor is aangenomen dat de stroming in het Haringvliet en Hollands Diep bij de beschouwde scenario's niet groot genoeg is om substantiële resuspensie te veroorzaken. Resuspensie is daarom niet meegenomen in het model. Een representatieve wind ten behoeve van milde stroming en menging is wel meegenomen in de modelschematisatie en is verder toegelicht in paragraaf 10.1.

Zuurstof
Zuurstof is niet meegenomen in het model wat voor alle metalen een conservatieve benadering is. Zuurstof kan binden met chroom, lood en koper in oplossing en kan vervolgens neerslaan. Hierdoor neemt de opgeloste concentratie van deze zware metalen dus af. Nikkel en cadmium kunnen ook neerslaan in reactie met zuurstof maar alleen in een basisch milieu. Het niet meenemen van zuurstof resulteert daarmee in conservatieve uitkomsten. Het Hollands Diep en Haringvliet zijn zuurstofrijk zoals zichtbaar in Figuur 10-8. Aangezien het niet meenemen van zuurstof als proces niet kan leiden tot zuurstofloosheid of zuurstofrijkheid in het model, is deze aanpak voor alle metalen conservatief.



Figuur 10-8 Zuurstofgehaltes in het Hollands Diep en Haringvliet op meetpunt Bovensluis en Haringvlietsluis. Zie voor de meetlocaties Figuur 10-4.

10.3 Jet-trenchen in het model

10.3.1 De aanlegtechniek jet-trenchen

Jet-trenchen is een techniek waarbij door middel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed/waterbodem 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 circa 10 meter onder het zeebed/waterbodem verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte van de kabel. Door het verweken van de (zee)bodem zullen lokaal gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Svašek Hydraulics (2015) schat de hoeveelheid sediment die uit de bodem vrijkomt en in suspensie raakt bij jet trenchen tussen de 1% en 10%, met 5% als meest representatieve waarde. Wang et al. (2020) gebruikt een hogere waarde, namelijk 20%, die gevalideerd is met metingen. Om een conservatieve waarde aan te houden, is voor deze studie aangenomen dat 20% van het sediment in suspensie komt tijdens het jet trenchen. Dit leidt tot een worst-case resultaat.

Voordat de kabel gelegd kan worden door middel van jet-trenchen, wordt er voor het Nederwiek 3 tracé gepre-trencht. Pre-trenching is in feite jet-trenchen maar dan zonder kabelaanleg. Dit is nodig om te controleren of mogelijk nog oude kabels of andere obstakels aanwezig zijn in de bodem. Het pre-trenchen resulteert in de maximale vertroebeling en verontreiniging omdat de bodem dan voor het eerst bewerkt wordt. Het grootste gedeelte slib dat in de bodem aanwezig is zal dan waarschijnlijk al in de waterkolom belanden. Bij het jet-trenchen voor het inbrengen van de kabel zal er daarom minder slib in suspensie komen. Hoeveel minder is niet bekend. In deze studie nemen we daarom aan dat de bodem voor het eerst bewerkt wordt. Dit is opnieuw een conservatieve aanname.

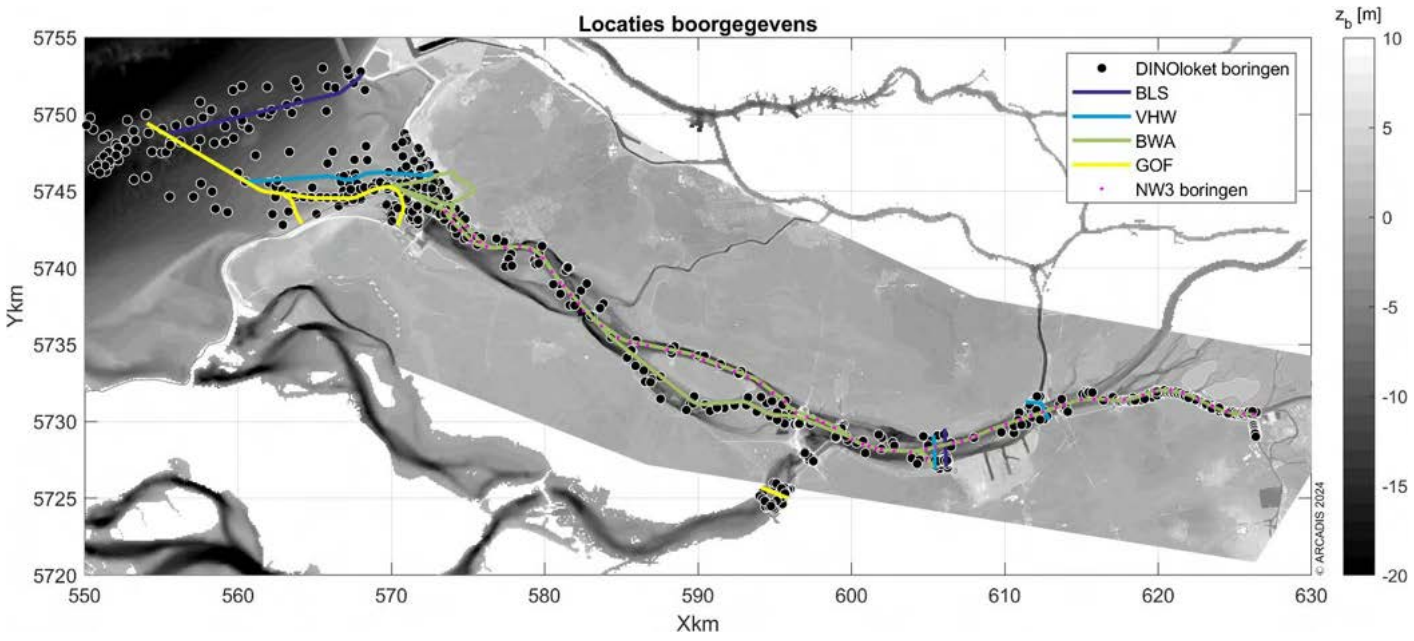
10.3.2 Worst-case tracéroute: keuze tracéalternatief en varianten

In deze studie is één tracéroute doorgerekend waarvan de vertroebeling en verontreiniging het hevigst wordt verwacht. De beredeneerlijn tot deze worst-case tracéroute is onderstaand toegelicht.

Voor MER-fase 1 zijn vier tracéalternatieven beoogd, waarvan elk tracéalternatief verschillende varianten (routeopties) heeft:

5. Tracéalternatief 1: Buisleidingenstrook (BLS)
6. Tracéalternatief 2: Voorne-Hoeksche Waard (VHW)
7. Tracéalternatief 3: Binnenwateren (BWA)
8. Tracéalternatief 4: Goeree-Overflakkee (GOF)

In Figuur 10-9 zijn de tracédelen van alle tracéalternatieven te zien die door een waterlichaam gaan. Tracéalternatief 3, BWA, heeft de meeste lengte door één of meerdere waterlichamen en kan daarom potentieel de meeste vertroebeling veroorzaken. Daarnaast is enkel bodemonderzoek uitgevoerd op het BWA-tracéalternatief in de binnenwateren. Om die rede is enkel het BWA-tracéalternatief gesimuleerd en dan alleen het gedeelte dat door de binnenwateren loopt.



Figuur 10-9 De tracédelen van de tracéalternatieven die door een waterlichaam gaan. Daarnaast zijn de locaties van beschikbare DINOloket boringen getoond en de Nederwiek 3 survey boringen.

Het BWA alternatief bevat verschillende varianten, oftewel routeopties. Deze zijn in Figuur 10-10 gevisualiseerd. Tracédeel 2 heeft 3 varianten en tracédeel 4 en 6 hebben 2 varianten. De variantkeuze is gebaseerd op drie punten:

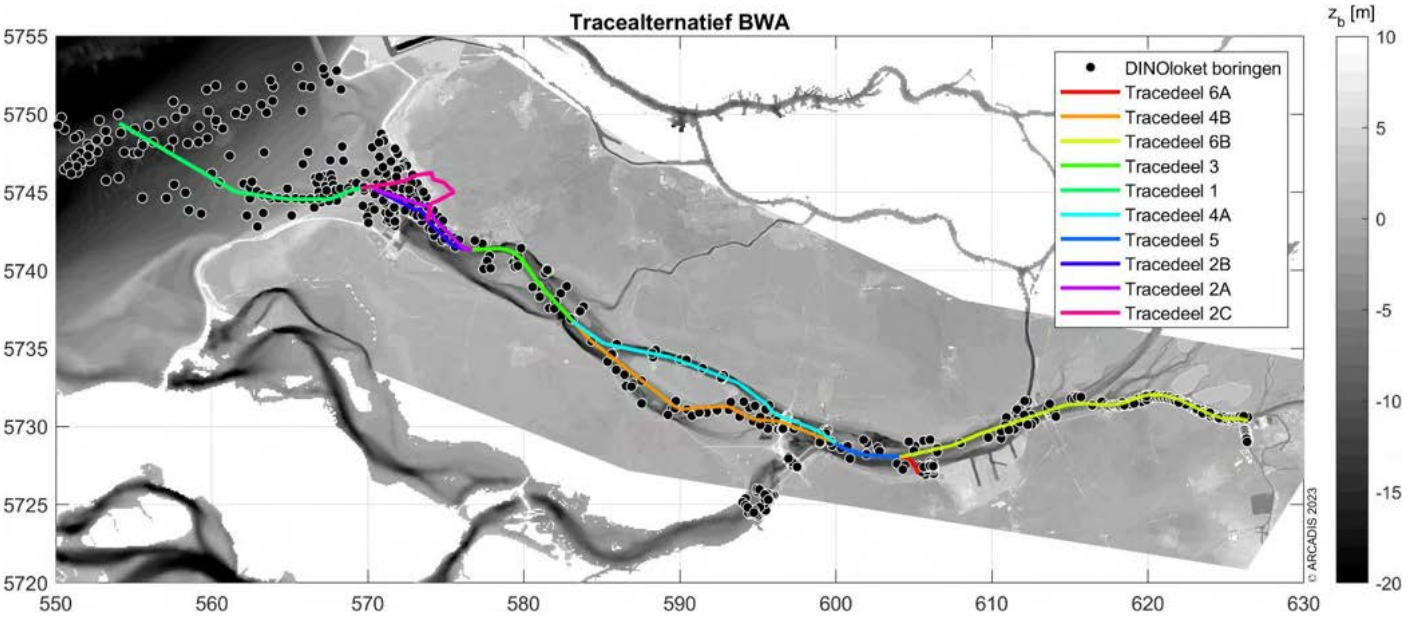
- **De lengte** van de variant: want hoe langer het tracéstuk hoe meer vertroebeling en dus verontreiniging.
- **De hoeveelheid slib** langs de variant: want hoe meer slib er in de bodem zit hoe meer vertroebeling kan ontstaan en dus ook potentieel verontreiniging.
- **De locatie van de chemische bodemmonsters:** alleen op de locaties van de Nederwiek 3 boringen zijn ook chemische monsters genomen en geanalyseerd. Deze chemische resultaten zijn nodig om tot juiste modelinvoer te komen.

Onderstaand is op basis van de bovenstaande punten een keuze gemaakt in de varianten:

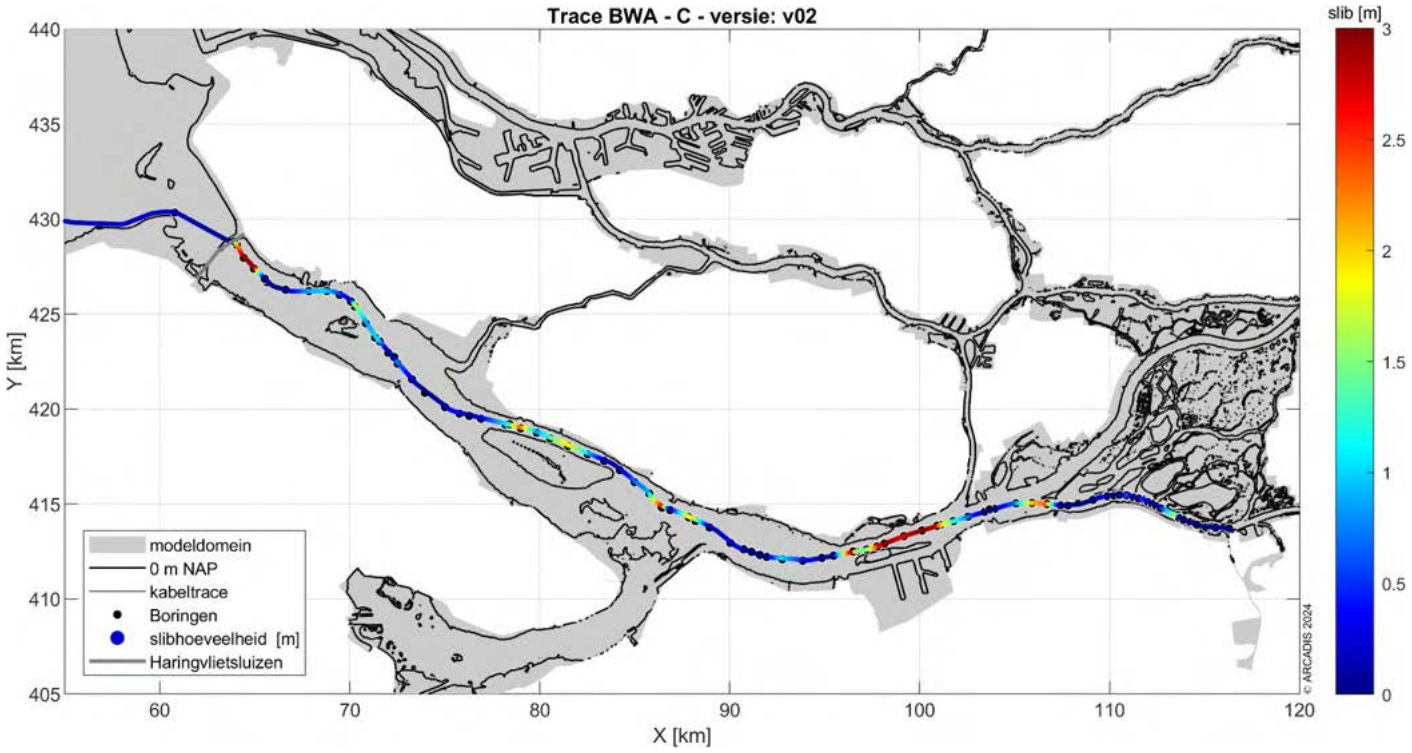
- Voor tracédeel 2 is variant B gekozen, deze bevatte het meeste slib langs het tracé en is ongeveer even lang als variant A en C.

- Voor tracédeel 4 is variant A gekozen, deze bevatte het meeste slib langs het tracé en is ongeveer even lang als variant B, ten zuiden van Tiengemeten. Daarnaast zijn er geen Nederwiek 3 surveyboringen en dus geen chemische resultaten beschikbaar van variant B.
- Voor tracédeel 6 is variant B gekozen, deze variant naar de locatie van het converterstation bij Geertruidenberg is een stuk langer dan variant A richting de locatie van het converterstation bij Moerdijk.

In Figuur 10-11 is het worst-case tracé inzichtelijk gemaakt met de hoeveelheid gemeten slib in de bovenste 3 m langs het tracé op basis van DINOloket boringen en de Nederwiek 3 surveyboringen op maximaal 100 m van het tracé. Het meeste slib bevindt zich rond de Haringvlietdam en rond Moerdijk.



Figuur 10-10 Het tracéalternatief BWA met de bijbehorende variantenopties. Tracédeel 2 heeft 3 varianten en tracédeel 4 en 6 hebben 2 varianten.



Figuur 10-11 Slib in meters langs het worst-case tracé van Nederwiek 3. De hoeveelheid slib is gebaseerd op de Nederwiek 3 surveyboringen die op maximaal 100 m van het tracé liggen. Alleen het slib in de bovenste 3 m van de boringen is meegenomen, daarom is de maximale slibdikte in dit figuur 3 m.

10.3.3 Uitgangspunten en modelinput

Voor het jet-trenchen in de binnenwateren van de Rijn-Maasmonding is in het model een sedimentbron en een verontreinigingsbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn, langs het tracé slib en verontreinigde stoffen verspreidt vanaf de Haringvlietdam naar Geertruidenberg (van west naar oost, zie Figuur 10-11). Deze slibverspreiding is van belang omdat, de vrijgekomen zware metalen hieraan kunnen adsorberen (zie paragraaf 10.2). De uitgangspunten van het jet-trenchen zijn onderstaand beschreven. Een overzicht van alle uitgangspunten staat in Tabel 10-3.

In de studie is verondersteld dat het jet-trenchen vanaf de Haringvlietsluizen (west) richting de Geertruidenberg (oost) plaatsvindt, zonder dat het werk wordt stilgelegd. De puntbron die het jet trenchen beschrijft, ligt in de onderste model-laag (bij de bodem). Voor het jet-trenchen is daarom een constante snelheid aangenomen van 200 m/uur. In de werkelijkheid zal deze snelheid langs het tracé verschillen. Bij stuggere bodemlagen zal de snelheid bijvoorbeeld lager liggen. De gekozen snelheid van 200 m/uur is een gemiddelde. Het effect van langzamer/sneller trenchen is in onderstaand tekstkader toegelicht. Vanwege de lengte van het beschouwde tracéalternatief, zal de totale duur van het jet-trenchen circa 12 dagen bedragen.

De hoeveelheid slib die lang het tracé vrijkomt is afhankelijk van de hoeveelheid slib die in de bovenste 3 m van de bodem aanwezig is (Figuur 10-11). Hierbij is uitgegaan van een sleufbreedte van 0,3 m en een sleufdiepte van 3 m. Zoals in paragraaf 10.2 toegelicht, is aangenomen dat 20% van het totale sedimentvolume dat langs het tracé in de bodem zit in suspensie komt. Aangezien alleen slib meegenomen wordt in het model, komt 20% van het aanwezige slib in de bodem in suspensie. Hierbij is wel een maximum en een minimum aangehouden. De maximale hoeveelheid slib die in suspensie kan komen is 0,5 m en de minimale sliblaagdikte is 0,3 (10% ten opzichte van de maximale trenchdiepte van 3 m). Het effect van dieper trenchen op de vertroebeling/verontreiniging is in onderstaand tekstkader toegelicht.

Effect van dieper trenchen en langzamer of sneller trenchen op de vertroebeling/verontreiniging

Het ***effect van de aanlegsnelheid*** op de vertroebeling is tweeledig. Wanneer naar piekconcentraties gekeken wordt, is de verwachting dat bij een hogere aanlegsnelheid deze hoger komt te liggen. Bij een lagere aanlegsnelheid is dit andersom. Het jaargemiddelde effect blijft uiteindelijk hetzelfde omdat dezelfde hoeveelheid slib in suspensie gebracht wordt. Gemiddeld over een jaar blijft daarmee het effect hetzelfde.

In deze modelstudie is aangenomen dat de trenchdiepte 3 m is. Het ***effect van dieper trenchen*** op de vertroebeling is niet eerder in een literatuurstudie onderzocht. De literatuur laat zien dat bij veel soortgelijke modelstudies die zijn uitgevoerd een aanname is gedaan voor het percentage sediment dat in suspensie komt, welke niet gerelateerd is aan een diepte. Het is vaak ook niet duidelijk waarop die aanname gestoeld is. Daarnaast staat niet altijd vermeld tot welke diepte wordt getrencht in die studies en het is vaak niet duidelijk wat de bodemsamenstelling is. Alleen Wang et al. (2020) heeft op basis van metingen het percentage sediment dat in vertroebeling komt bepaald. In deze studie staat slechts één dichtheid van het sediment benoemt welke overeenkomt met 34% slib. Er is niks bekend over de bodemopbouw. De trenchdiepte in de studie van Wang et al. (2020) is 3,5 m, gelijkwaardig aan deze studie. De studie van Svašek Hydraulics (2015) gaat uit van een trenchdiepte van 2 m en neemt aan dat 1-10% van het sediment in suspensie komt. Deze studie gaat echter uit van 1% slib en 99% zand in het sediment, heel anders dan de slibrijke omgeving van het Haringvliet. Daarnaast is het debiet van de jets ook nog van belang voor de vertroebeling. Deze kan verschillen per uitvoering en is nergens benoemd in de literatuurstudies. Kortom, er zijn geen studies gevonden waar de bodemsamenstelling, bodemopbouw, het jetdebiet, het percentage dat in suspensie komt en de trenchdiepte vermeld staan. Het effect van dieper trenchen kan daarom alleen op basis van expert judgement worden bepaald.

Verwacht wordt dat de hoeveelheid vertroebeling van de waterkolom niet toeneemt wanneer dieper getrencht wordt omdat de waterjets die de vertroebeling veroorzaken voornamelijk aan de voet van het apparaat zitten. Vanaf een begraafdiepte van ca. 3 meter zit de voet zodanig diep in de bodem dat alleen de jets op de verlengstukken nog de waterbodem verstoren – en dat zijn er minder dan aan de voet. Hoe dieper, hoe lastiger en dus hoe kleiner de kans dat het sediment op meer dan 3 m diep in suspensie komt. Vandaar ook de limitatie in deze studie dat maximaal 50 cm slib in suspensie kan komen. Daarnaast wordt bij dieper jet-trenchen niet een groter debiet gebruikt om het sediment de fluïdiseren.

Bij het jet-trenchen wordt door middel van waterjets een smalle strook van de bodem verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed/waterbodem kan worden ingebracht. De aangenomen hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is 0,4 m^3/s. De onderbouwing van dit debiet staat in onderstaand kader.

Onderbouwing vrijkomende debiet gedurende het jet trenchen

Bij de aanbestedingen voor de productie en de installatie van de kabels voor Net op zee dienen de aannemers als onderdeel van hun aanbieding specificeren welke apparaten ze in denken te gaan zetten voor de installatie. De aannemers die de installatie van de kabels in het Veerse Meer aanbieden, hebben als onderdeel van de aanbieding de pompkrommes aangeleverd aan TenneT van de jet pompen waarmee gewerkt zal gaan worden op het Veerse Meer. Gebleken is dat er weinig variëteit zit tussen de technische specificaties van de jet-trench pompen die door de verschillende aannemers worden opgenomen in hun aanbiedingen. Bij de uitvoering van de werken voor TenneT worden ook telkens dezelfde jet pompen van dezelfde verhuurder aan dek waargenomen. Op grond daarvan, dus met kennis van de pompkrommes van de jet pompen die aangeboden worden en die in de praktijk worden ingezet, is met grote zekerheid te stellen dat het debiet waarmee gejet zal worden voor de installatie van de kabels in de orde van **0,4 m^3/s** zal zijn.

De hoeveelheid slib die in het model vrijkomt, is in kg/m^3. Om de hoeveelheid m^3 slib om te zetten naar kg is een droge dichtheid van 500 kg/m^3 gebruikt. Dit is een standaardwaarde. Tenslotte zijn in het model twee slibfracties gebruikt voor het slib dat in suspensie komt door het jet-trenchen (dit geldt overigens ook voor het baggeren). Het verschil tussen de slibfractie is de valsnelheid welke verder is toegelicht in paragraaf 10.5.

Tabel 10-3 Overzicht uitgangspunten jet-trenchen in het model.

Omschrijving uitgangspunt	Kwantificering uitgangspunt
Uitvoeringstermijn jet-trenchen	~12 dagen (afstand: ~60 km)
Snelheid jet-trenchen	200 m/u
Sleufbreedte	0,3 m
Diepte jet-trenchen	3 m
Hoeveelheid slib uit de bodem die in suspensie komt	20%
Maximum hoeveelheid slib in suspensie	0,5 m
Minimale sliblaagdikte	0,3 m
Debiet jet-trenchen	0,4 m^3/s
Droge dichtheid slib	500 kg/m^3
De verontreinigingen zitten 100% in het slib (<63 µm)	-

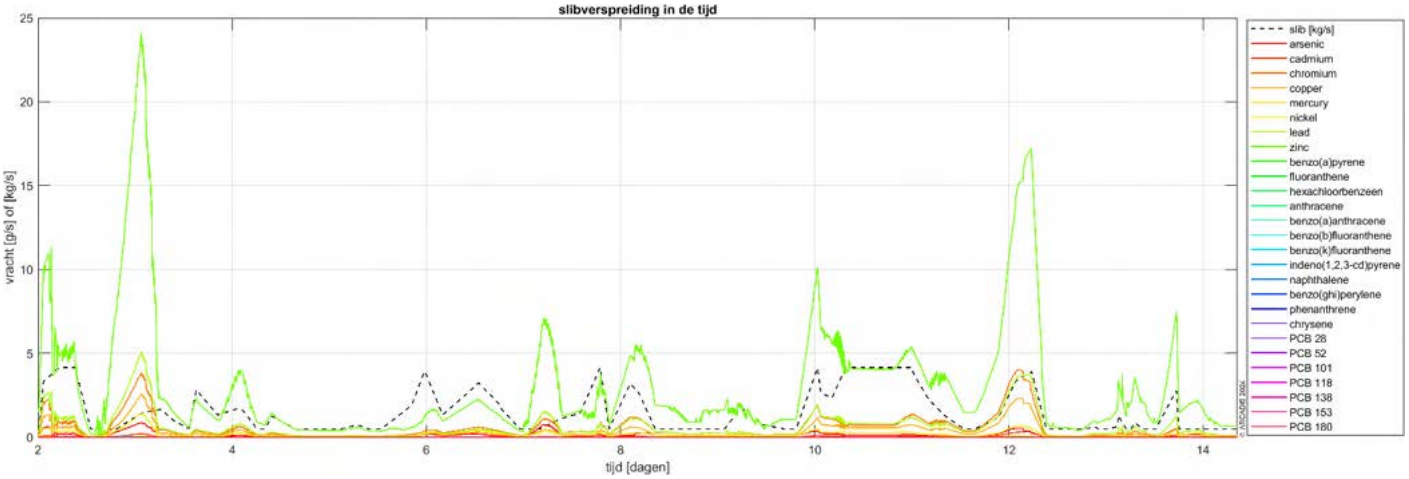
In het Haringvliet en Hollands Diep zijn recente bodemmonsters genomen van de verontreiniging in de Nederwiek 3 survey. Vervolgens zijn er uit de boringen op verschillende dieptes monsters genomen en geanalyseerd op een groot aantal stoffen. In Bijlage VI-C zijn de resultaten van het monitoringprogramma gerapporteerd. In het model zijn de resultaten van de stoffen zoals in Tabel 10-1 gepresenteerd meegenomen.

Aangezien verontreinigingen doorgaans alleen in het slib zitten, is aangenomen dat de hoeveelheid slib de hoeveelheid verontreiniging bepaalt. Dat wil zeggen dat binnen deze studie is aangenomen dat 100% van de verontreiniging in het slib zit (<63 µm), een conservatieve benadering. Dus, wanneer een monster 10 volumeprocent slib bevat en 10 mg/kg van een verontreinigde stof, dan zit 100 mg/kg van deze verontreiniging in het slib.

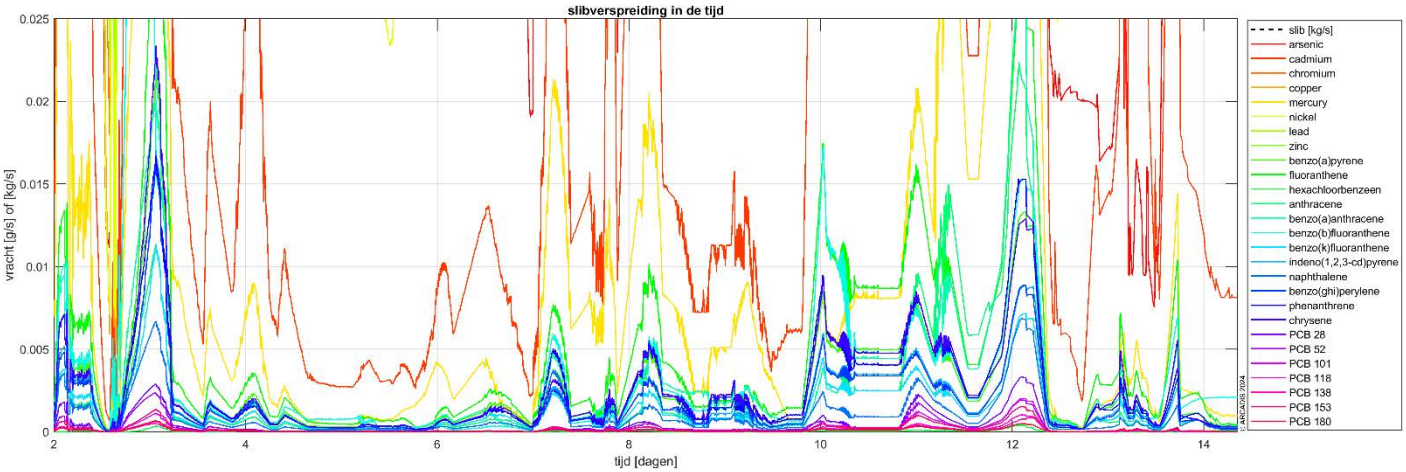
Van uitgangspunten naar modelinput
De volgende stappen zijn ondernomen om de hoeveelheid vrijkomende verontreiniging te bepalen langs het tracé:

- **Stap 1:** Hoeveel meter slib is gemeten per locatie langs het tracé? (Figuur 10-11)
- **Stap 2:** Hoeveel g/kg verontreiniging en slib (fractie <32 µm en tussen 32 en 63 µm) is gemeten per locatie, gemiddeld over de bovenste 3 meter?
- **Stap 3:** Hoeveel g verontreiniging is per kg slib (<63 µm) aanwezig per locatie, gemiddeld over de bovenste 3 meter?
- **Stap 4:** Om per locatie langs het tracé te weten hoeveel verontreiniging vrijkomt is de volgende berekening uitgevoerd: het aantal gram verontreiniging per kg slib * de hoeveelheid slib die vrijkomt op een bepaalde locatie.
- **Stap 5:** Tenslotte is de snelheid van het jet-trenchen van 200 m/u meegenomen om te bepalen hoeveel slib/verontreiniging er per seconde vrijkomt en op welke locatie langs het tracé.

De verontreinigingen die in het model als bronterm zijn opgelegd zijn gevisualiseerd in de tijd in Figuur 10-12 (en Figuur 10-13, ingezoomde versie). De werkzaamheden starten op een fictieve dag 2 (2 dagen inspeeltijd) en eindigen rond dag 14, in totaal ongeveer 12 dagen. De bronterm verplaatst zich gedurende deze tijd langs het tracé, van west naar oost.



Figuur 10-12 Brontermen per verontreiniging in de tijd. De eenheid van de slibverspreiding is kg/s en de eenheid van de verontreinigingen is g/s.



Figuur 10-13 Brontermen per verontreiniging in de tijd, factor 3 ingezoomd op de y-as. De eenheid van de slibverspreiding is kg/s en de eenheid van de verontreinigingen is g/s.

10.4 Baggeren voor ontvangstputten in het model

10.4.1 Baggeren voor ontvangstputten: de werkzaamheden

Aan beide zijden van het kabeltracé in het binnenwater is een ontvangstput voorzien. Een ontvangstput is een overgang van het tracé op land naar het tracé in het binnenwater waar jet-trenchen als aanlegmethode gebruikt kan worden. Stel het tracé loopt van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg in het binnenwater dan komt bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg een ontvangstput.

Om een ontvangstput aan te leggen zijn baggerwerkzaamheden nodig. Een eerste schatting van de omvang van de putten is 14 000 m^2, waaruit 50 000 m^3 gebaggerd moet worden per ontvangstput om de gewenste diepte te bereiken. Baggerwerkzaamheden zorgen net zoals jet-trenchen voor vertroebeling. De volgende handelingen worden daarbij uitgevoerd:

1. Baggeren/uitgraven van de ontvangstput met een graafmachine

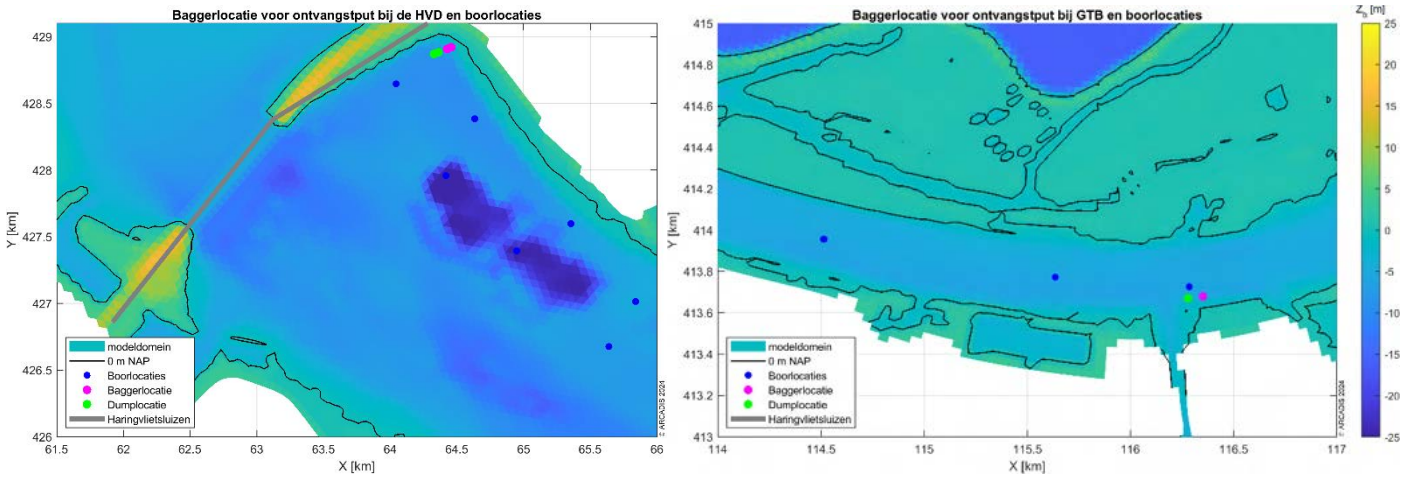
2. Het baggermateriaal in een beun storten
3. Het baggermateriaal brengen naar:
   a. Stortlocatie in het watersysteem
   b. Stortlocatie buiten het watersysteem zoals een baggerdepot
4. Ontvangstput sluiten na aanleg van de kabel

Vertroebeling en potentieel verontreiniging kan optreden bij alle bovenstaande stappen behalve als bij **stap 3** gekozen wordt om het baggermateriaal te brengen naar een stortlocatie buiten het watersysteem zoals een baggerdepot (**3b**). In deze fase is nog geen keuze gemaakt in de stortlocatie (3a of 3b). Vertroebeling ontstaat wanneer fijne sedimentdeeltjes in de waterkolom komen. Dit zijn klei en slibdeeltjes (<63 µm). Grovere sedimentdeeltjes zullen namelijk gelijk sedimenteren. De verontreinigde stoffen in de waterbodem zijn voornamelijk gebonden aan de fijne slib- en kleideeltjes. Daarom kan baggeren voor ontvangstputten zorgen voor verontreiniging in de waterkolom.

Bij **stap 1**, het baggeren/uitgraven van de put, kan vertroebeling ontstaan doordat fijn materiaal uit de grijper valt ('bucket drip'). Bij **stap 2** kan vertroebeling ontstaan wanneer de beun van het schip te volgeladen wordt en daardoor overstroomt. Het fijne materiaal zal dan het eerst overstromen. In deze studie is deze mogelijkheid niet meegenomen omdat dit het makkelijkst mitigeerbaar is door de beun van het schip niet volledig te vullen. Bij **stap 3a** ontstaat vertroebeling doordat een stortpluim ontstaat bij het storten. Tenslotte zal ook bij **stap 4** vertroebeling ontstaan doordat het sluiten van de ontvangstputten ook een stortpluim kan geven. Dit is wel afhankelijk van het materiaal dat wordt gebruikt voor het sluiten. Wanneer gekozen wordt voor hetzelfde materiaal dan zal de stortpluim kleiner zijn om dat een deel van het fijne materiaal al in **stap 3a** op een andere locatie is gesedimenteerd na het bezinken van de stortpluim. Wanneer voor systeemvreemd materiaal gekozen wordt, is dit afhankelijk van de eigenschappen van het gekozen materiaal. Hoe groot de korrelgroottefractie <63 µm is (slib en klei) bepaalt de vertroebeling. Bij systeemvreemd materiaal wordt doorgaans gesaneerd/schoon materiaal gekozen, waardoor geen kans is op verontreiniging.

10.4.2 Uitgangspunten en modelinput

In de modelstudie is uitgegaan van twee ontvangstputten, bij de Haringvlietdam en Geertruidenberg, die tegelijkertijd worden gebaggerd met een graafmachine, een conservatieve aanname. In Figuur 10-4 zijn de baggerlocaties (magenta) en de geschatte stortlocaties (groen) zichtbaar. Het baggeren en het storten van het baggermateriaal gebeurd simultaan in het model en duurt beide 7 dagen. Onderstaand zijn de andere uitgangspunten toegelicht; een overzicht is zichtbaar in Tabel 10-5.



Figuur 10-14 Locaties baggeren voor ontvangstputten in het model. Links: baggerlocatie en dumplocatie bij de Haringvlietdam. Rechts: baggerlocatie en dumplocatie bij Geertruidenberg.

Voor de verontreiniging is uitgegaan van de dichtstbijzijnde chemische resultaten, dus van de dichtstbijzijnde boring per ontvangstput (blauwe stippen, Figuur 10-14). Van deze boring is de gemiddelde verontreiniging van de bovenste 3 meter genomen. Hoewel dieper gebaggerd wordt (ongeveer 3-5 m) was er van een aantal stoffen niet meer informatie beschikbaar dieper dan 3 m, om die reden is alleen informatie van de bovenste 3 m meegenomen. Daarnaast was het slibpercentage (<63 µm) alleen bekend van de bovenste 3 m. Voor de boring bij de ontvangstput dicht bij de

Haringvlietsluizen is het percentage slib 16% en dicht bij Geertruidenberg is dit 10%. Daarnaast is ook hier uitgegaan dat 100% van de verontreiniging in het slib (<63 µm) zit. Een overzicht van de verontreinigingen en slibpercentages zoals meegenomen in het model voor beide ontvangstputten is zichtbaar in Tabel 10-4. Wat opvalt is dat voor alle verontreinigingen de concentraties hoger zijn bij de Haringvlietsluizen ten opzichte van Geertruidenberg, met uitzondering van benzo(b)fluorantheen en hexachloorbenzeen.

Tabel 10-4 Modelinput voor het baggeren voor ontvangstputten, gebaseerd op de chemische resultaten van de dichtstbijzijnde boring in de bovenste 3 m (hoewel dieper gebaggerd wordt was er geen informatie beschikbaar voor veel stoffen en het slibpercentage dieper dan 3 m).

Stof	Verontreiniging ontvangstput bij Haringvlietsluizen [g/kg slib]	Verontreiniging ontvangstput bij Geertruidenberg [g/kg slib]
Slibpercentage <63 µm	16%	10%
Cadmium	2.88e-02	1.63e-02
Chroom	6.28e-01	1.45e-01
Koper	3.73e-01	8.13e-02
Nikkel	1.55e-01	6.70e-02
Lood	7.36e-01	2.33e-01
Zink	3.04	1.30
Antraceen	9.64e-04	2.88e-04
Benzo(a)antraceen	2.63e-03	6.88e-04
Benzo-a-pyreen	1.97e-03	6.88e-04
Benzo(b)fluorantheen	2.81e-03	4.20e-03
Benzo(k)fluorantheen	1.06e-03	4.13e-04
Benzo(ghi)peryleen	1.34e-03	4.38e-04
Chryseen	1.95e-03	6.38e-04
Fenantreen	1.97e-03	4.13e-04
Fluorantheen	3.71e-03	8.88e-04
Hexachloorbenzeen	3.13e-06	1.40e-04
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	1.43e-03	4.88e-04
Naphthalene	9.84e-04	2.63e-04
PCB 28	4.97e-04	3.38e-05
PCB 52	2.68e-04	2.18e-05
PCB 101	1.76e-04	3.13e-05
PCB 118	8.78e-05	1.45e-05
PCB 138	6.64e-05	1.85e-05
PCB 153	1.78e-04	3.88e-05
PCB 180	6.93e-05	3.13e-05

Het baggeren en het storten in het systeem is gemodelleerd (stap 1 en stap 3a in §10.4.1). Deze stappen resulteren in de meeste vertroebeling en verontreiniging. Bij het baggeren kan vertroebeling en verontreiniging ontstaan door ‘bucket drip’. Bij het storten kan dat ontstaan door de stortpluim (zie toelichting in §10.4.1). In het model is uitgegaan van een fractie van 0,05 van het slib dat vrijkomt bij het baggeren door ‘bucket drip’. Dit is op basis van (Becker, 2014)

(0,04) met een safety factor van 1,25 om conservatief te zijn. Voor de stortpluim is een factor van 0,0625 aangehouden. Dit is op basis van (Becker, 2014) (0,05) met een safety factor van 1,25 om conservatief te zijn.

Het baggervolume per ontvangstput is 50 000 m^3 waarvan het slibpercentage 16% is voor de ontvangstput bij de Haringvlietdam en 10% is voor de ontvangstput bij Geertruidenberg. Het volume slib in het baggermateriaal van de ontvangstput bij Geertruidenberg is daarmee 5 000 m^3, waarvan 250 m^3 in vertroebeling komt door 'bucket drip' (0,05 x 5000 m^3) en 313 m^3 vanwege de stortpluim (0,0625 x 5000 m^3). Beide volumes komen in de waterkolom, verspreidt over de uitvoeringstermijn van 7 dagen. Het volume slib is omgerekend naar kilogram slib door middel van een droge dichtheid van 500 kg/m^3.

Tabel 10-5 Overzicht uitgangspunten baggeren voor ontvangstputten in het model.

Omschrijving uitgangspunt	Kwantificering uitgangspunt
Uitvoeringstermijn baggeren	7 dagen
Baggervolume per ontvangstput	50 000 m^3
Backfillvolume per ontvangstput	50 000 m^3
Oppervlak per ontvangstput	14 000 m^2
Twee ontvangstputten worden gegraven bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg	
De ontvangstputten worden tegelijkertijd gebaggerd en er wordt tegelijkertijd gestort op de opslaglocatie	
Vertroebeling door 'bucket drip' en de stortpluim zijn gemodelleerd (zie toelichting in §10.4.1)	
Fractie slib dat vrijkomt bij 'bucket drip'	0,05
Fractie slib dat vrijkomt bij de stortpluim	0,0625
De dichtstbijzijnde bodemmetingen zijn gebruikt voor de verontreiniging en de slibpercentages	

10.5 Sedimenteigenschappen in het model

Onderstaand zijn de sedimenteigenschappen toegelicht van het slib dat vrijkomt bij het baggeren en het jet-trenchen. Naast dat slib vrijkomt door het baggeren en het jet-trenchen, is slib ook van nature aanwezig in de waterkolom. Hoe hoger de rivierafvoer, des te hoger is de slibconcentratie in de Rijn-Maasmonding. Ook deze achtergrondconcentratie slib, is meegenomen in het model. De sedimenteigenschappen van de achtergrondconcentratie slib zijn al benoemd in paragraaf 10.2.

De sedimenteigenschappen van het slib dat vrijkomt bij het jet-trenchen en het baggeren zijn weergegeven in Tabel 10-6. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sedimentfracties. Deze slibfracties zijn representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 32 µm (fijne slibfractie) en 32-63 µm (grovere slibfractie). Het percentage slib per fractie is bepaald aan de hand van de resultaten van de korrelgrootte-analyses van de bodemmonsters. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn de gangbare waarden aangehouden, zie onderstaand. 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 (8,64 m/d) gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft in de modellering. Voor de grove fractie is 1 mm/s (86,40 m/d) gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.

Omdat enkel de slibfractie die vrijkomt tijdens het jet-trenchen en het baggeren wordt gesimuleerd, is het soortelijk gewicht van droge stof voor slib gebruikt. Een droge dichtheid van 500 kg/m^3 is hierbij een gangbare waarde.

Tabel 10-6 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde fijne fractie	Waarde grove fractie	Eenheid
Droge dichtheid	500	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	8,64	86,40	[m/d]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	1000	[N/m^2]

10.6 Scenario's en overzicht modelsimulaties

De Rijn-Maasmonding is een zeer dynamisch systeem, met name door de afvoeren die door het jaar heen verschillen. In de zomer zijn er doorgaans relatief lage afvoeren over de Rijn en de Maas en in de winter zijn deze relatief hoog. Uiteindelijk is het van belang om de jaargemiddelde effecten op de waterkwaliteit van het jet-trenchen en het baggeren in beeld te brengen en daarmee de maximale effecten op de waterkwaliteit. Daarom zijn twee verschillende hydrodynamische scenario's doorgerekend, met een bijpassende achtergrondconcentratie slib.

Naast dat slib vrijkomt door het baggeren en het jet-trenchen, is slib namelijk ook van nature aanwezig in de waterkolom. Hoe hoger de rivierafvoer, des te hoger de slibconcentratie in de Rijn-Maasmonding (zoals later in deze paragraaf beschreven). Ook deze achtergrondconcentratie slib, is meegenomen in het model, omdat deze veel invloed heeft op de interactie met de verontreiniging. De twee scenario's met verschillende rivierdebieten en verschillende achtergrondconcentraties zijn:

- ***Scenario 1: Lobith debiet 1000 m^3/s (lage afvoer)***
  In dit scenario staan de Haringvlietsluizen dicht en is de afvoer vanuit de Waal, Maas en de Lek 750, 100 en 20 m^3/s (Tabel 10-7). Deze afvoeren zijn passend bij een Lobith afvoer van 1000 m^3/s met het huidige beheer. Doordat de Haringvlietsluizen dicht staan vindt er relatief weinig stroming plaats in het Haringvliet en het Hollands Diep. Door de lage stroomsnelheden is het getijde effect via de Rijn-Maasmonding prominenter.

  Bij dit scenario past een relatief lage achtergrondconcentratie slib. De ruimtelijke slibconcentratie die is meegenomen bij dit scenario is zichtbaar in Figuur 10-15. Het Lobith debiet van 1000 m^3/s past bij het 10 percentiel van de gemeten achtergrondconcentratie slib (bij Lobith). In het tekstkader onder aan deze paragraaf is toegelicht hoe tot deze achtergrondconcentratie is gekomen. Het slib heeft een constante valsnelheid van 2,9 m/d wat conservatief is.

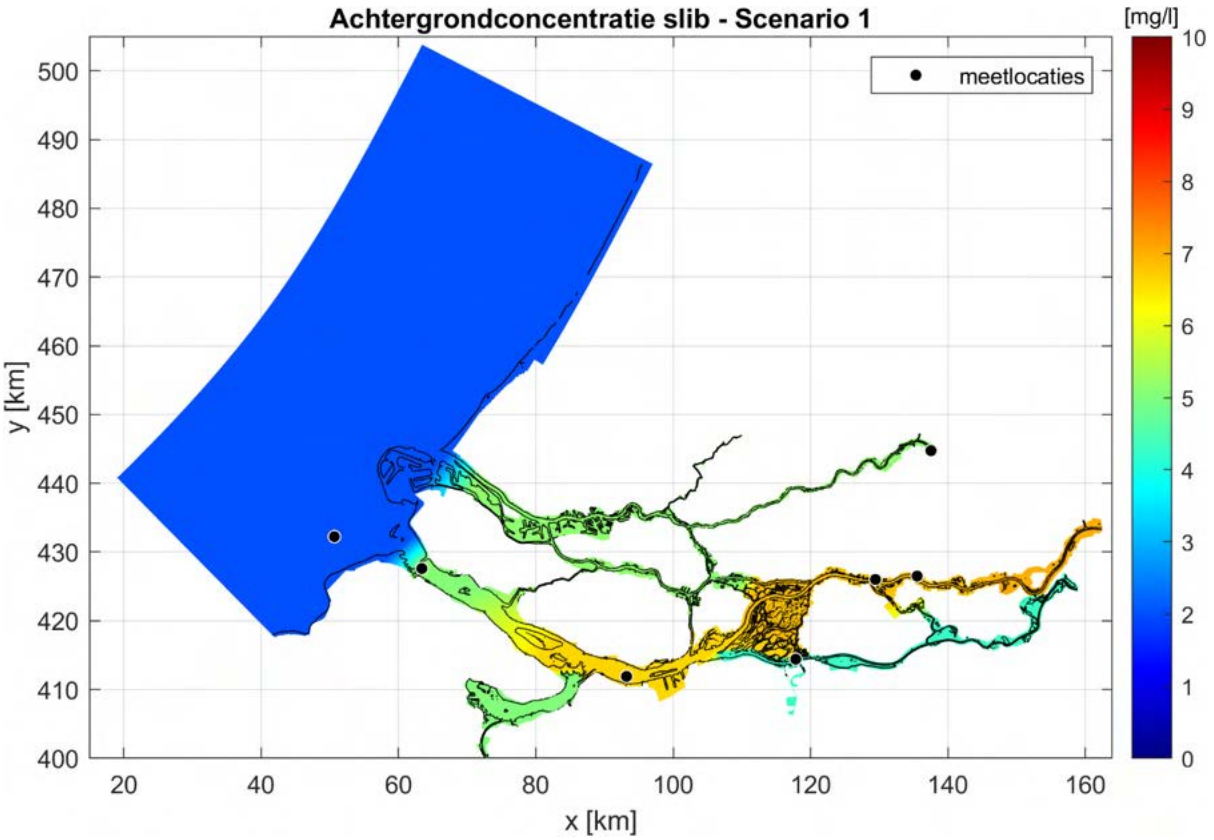
  Dit scenario is gekozen omdat de verwachting is dat een lage afvoer met een lage achtergrondconcentratie resulteert in zeer hoge (tijdelijke) piekconcentraties van de stoffen in kwestie omdat er minder waterverversing plaatsvindt door minder stroming. Bij hoogwaterafvoeren is de verblijftijd laag en de verversingsgraad hoog waardoor de verspreiding van de verontreinigde stoffen groot zal zijn. Dit resulteert in lagere piekconcentraties van de stoffen dan bij een lage afvoer.

- ***Scenario 2: Lobith debiet 1800 m^3/s (representatief voor het jaargemiddelde)***
  In dit scenario staan de Haringvlietsluizen juist open tijdens eb en is de afvoer vanuit de Waal, Maas en de Lek 1390, 180 en 80 m^3/s (Tabel 10-7). Deze afvoeren zijn passend bij een Lobith afvoer van 1800 m^3/s met het huidige beheer.
  Het debiet door de Haringvlietsluizen is daggemiddeld 60 m^3/s, passend bij een Lobith debiet van 1800 m^3/s op basis van het LPH84 beheer. Het Kierbesluit is niet meegenomen. Dit is niet meegenomen omdat het beheer volgens het Kierbesluit nog niet vast staat en nog in de onderzoekende fase is. Daarnaast heeft het Kierbesluit een verwaarloosbare impact op de afvoer door het Haringvliet.

  Bij dit scenario past een relatief hoge achtergrondconcentratie slib. De ruimtelijke slibconcentratie die is meegenomen bij dit scenario is zichtbaar in Figuur 10-16. Het Lobith debiet van 1800 m^3/s past bij het 50 percentiel van de achtergrondconcentratie slib (bij Lobith). Omdat de slibconcentratie van groot belang is voor de verontreiniging, is dit scenario representatief voor het jaargemiddelde. In het tekstkader onder aan deze paragraaf is toegelicht hoe tot deze achtergrondconcentratie is gekomen. Het slib heeft een constante valsnelheid van 2,9 m/d wat conservatief is.

Tabel 10-7 Afvoer (daggemiddeld) op de Rijntakken en de Maas in het model voor beide scenario's.

Afvoer, daggemiddeld	Scenario 1	Scenario 2
Lobith	1000 m^3/s	1800 m^3/s
Waal	750 m^3/s	1390 m^3/s
Lek	20 m^3/s	80 m^3/s
Maas	100 m^3/s	180 m^3/s
Haringvlietsluizen	0 m^3/s	60 m^3/s

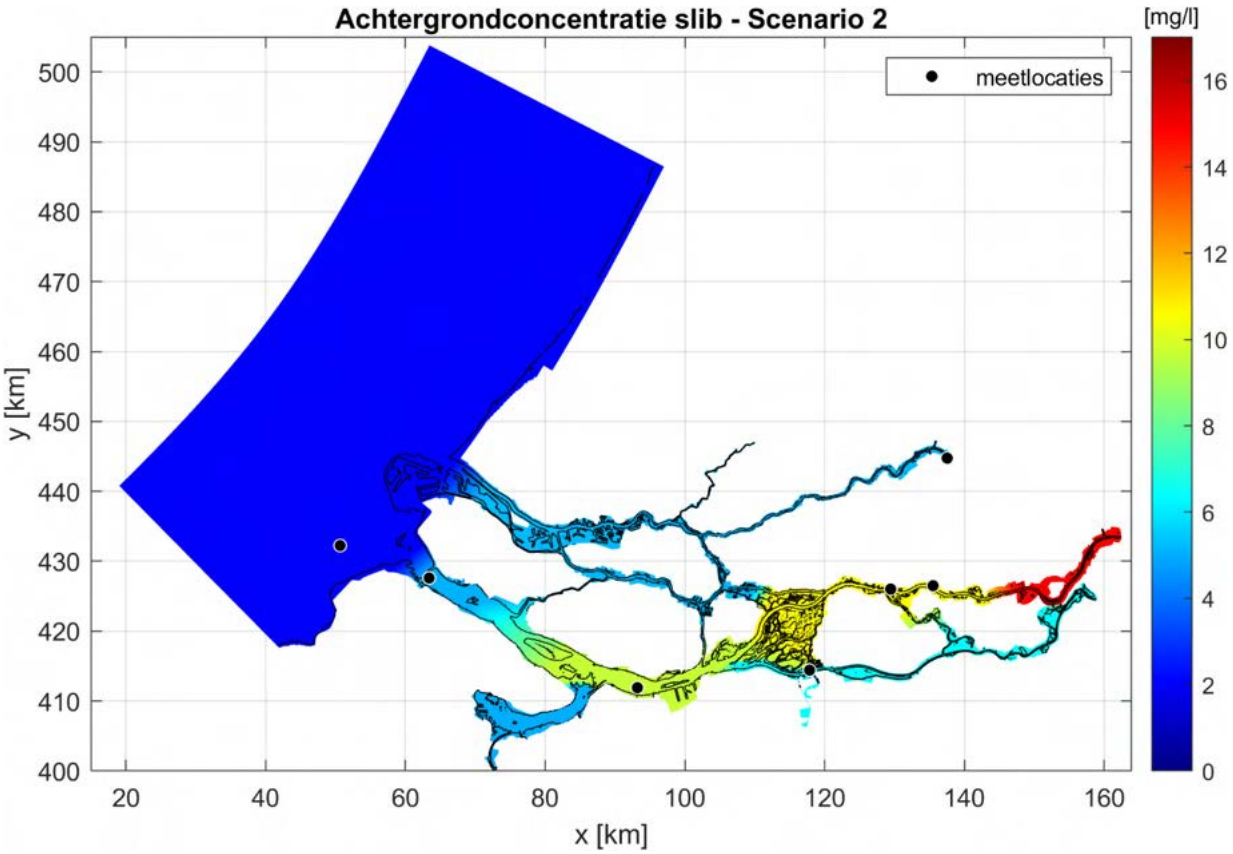


Figuur 10-15 Achtergrondconcentratie slib behorend bij Scenario 1 op basis van metingen op de meetlocaties.

Overzicht modelsimulaties
In totaal zijn 25 verontreinigende stoffen gemodelleerd in D-WAQ samen met het slib dat vrijkomt door de kabelaanleg in twee fracties, een fijne (<32 µm) en een grovere fractie (32 - 63 µm). Er zijn in totaal vier simulaties uitgevoerd, twee sommen waarin het jet-trenchen is meegenomen en twee sommen waarin het baggeren voor ontvangstputten is meegenomen:

- **Simulatie 1: Jet-trenchen met een lage Rijnafvoer**
  - Jet-trenchen van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg
  - Scenario 1: Lobith debiet 1000 m^3/s
- **Simulatie 2: Jet-trenchen met een hoge Rijnafvoer**
  - Jet-trenchen van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg
  - Scenario 2: Lobith debiet 1800 m^3/s
- **Simulatie 3: Baggeren voor ontvangstputten met een lage Rijnafvoer**
  - Baggeren voor ontvangstputten bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg

  - Scenario 1: Lobith debiet 1000 m^3/s
- **Simulatie 4: Baggeren voor ontvangstputten met een hoge Rijnafvoer**
  - Baggeren voor ontvangstputten bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg
  - Scenario 2: Lobith debiet 1800 m^3/s

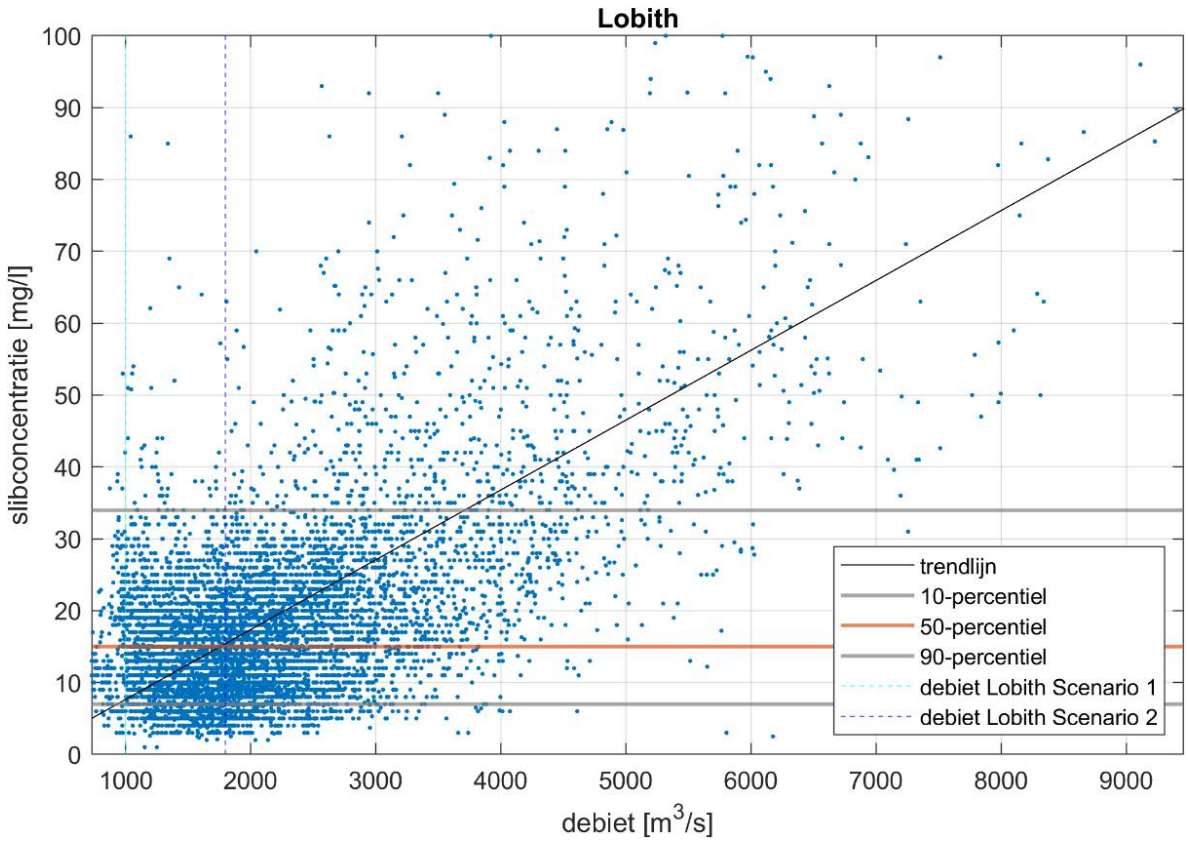


Figuur 10-16 Achtergrondconcentratie slib behorend bij Scenario 2 op basis van metingen op de meetlocaties.

Tekstkader: Analyse voor de achtergrondconcentratie slib passend bij de scenario's

De achtergrondconcentraties slib zijn per meetlocatie bepaald door deze te correleren aan de rivierafvoeren. In Figuur 10-17 staan de gegevens van meetlocatie Lobith met op de x-as de rivierafvoer en op de y-as de slibconcentratie.

- *Eerst is gekeken naar de slibconcentratie bij Lobith: wat is het 10, 50 en 90-percentiel (Figuur 10-17)? Vervolgens is gekeken naar de afvoeren die behoren tot het 10-percentiel (Scenario 1) en het 50-percentiel (Scenario 2). Dit zijn de afvoeren 1000 en 1800 m^3/s.*
- *Voor alle andere meetpunten (te zien in Figuur 10-15 en Figuur 10-16) is op basis van kennis van het hoofdwatersysteem en het huidige waterbeheer bepaald wat de debieten daar zijn, behorend bij de Lobith afvoeren van 1000 en 1800 m^3/s.*
- *Vervolgens is de slibconcentratie gecorreleerd aan het debiet (voor beide scenario's) op de meetlocaties.*
- *Tenslotte zijn de slibconcentraties voor beide scenario's ruimtelijk geïnterpoleerd per onderdeel van het watersysteem.*



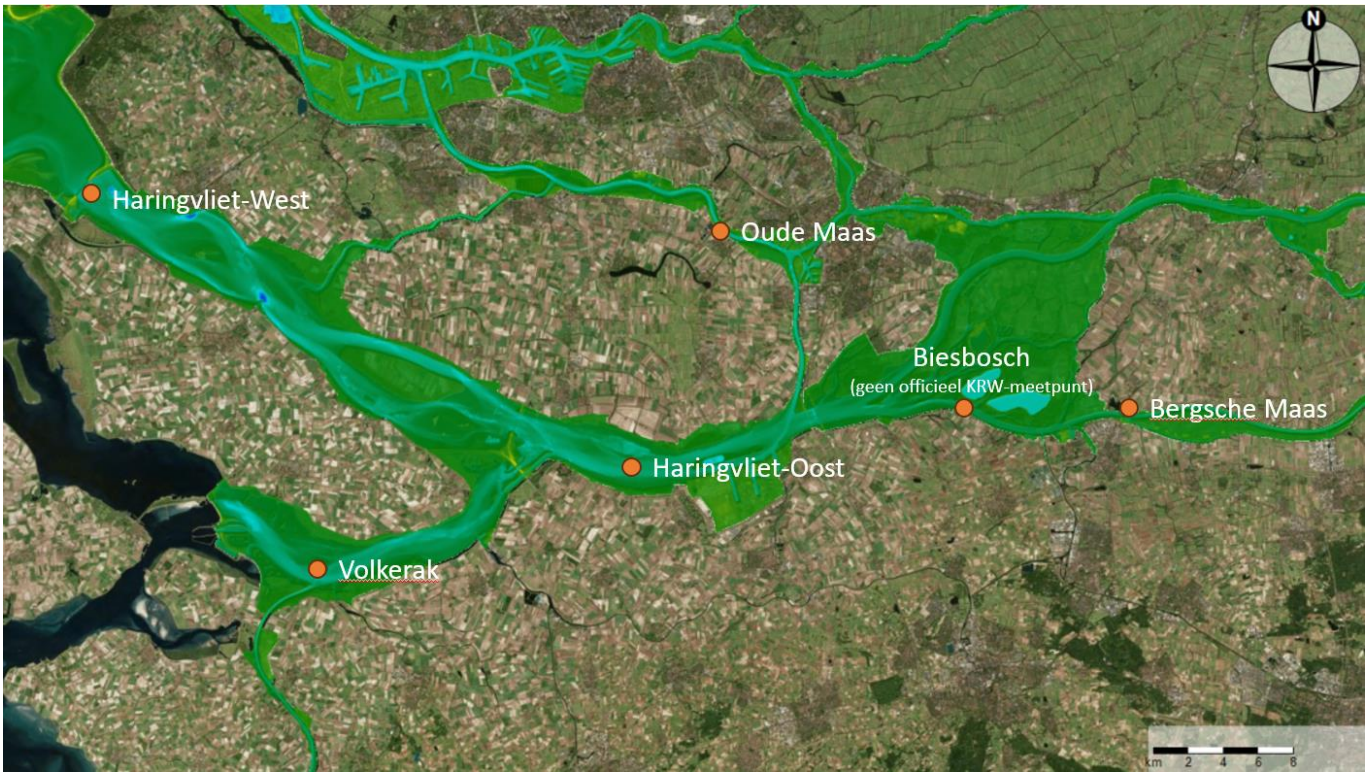
Figuur 10-17 Bepaling van de afvoeren bij Lobith per scenario met de bijbehorende slibconcentratie.

11 Modelresultaten

De resultaten van de simulaties met het jet-trenchen zijn in paragraaf 11.1 getoond en de resultaten van de simulaties met het baggeren voor ontvangstputten in paragraaf 11.2. De modelresultaten zijn op twee manieren getoond in het voorliggende hoofdstuk:

- Als tijdserie op de in Figuur 11-1 afgebeelde KRW-meetpunten (paragraaf 11.1.1 en 11.2.1).
- Als ruimtelijk beeld van de daggemiddelden, maximaal in de tijd (simulatieduur) (paragraaf 11.1.2 en 11.2.2).

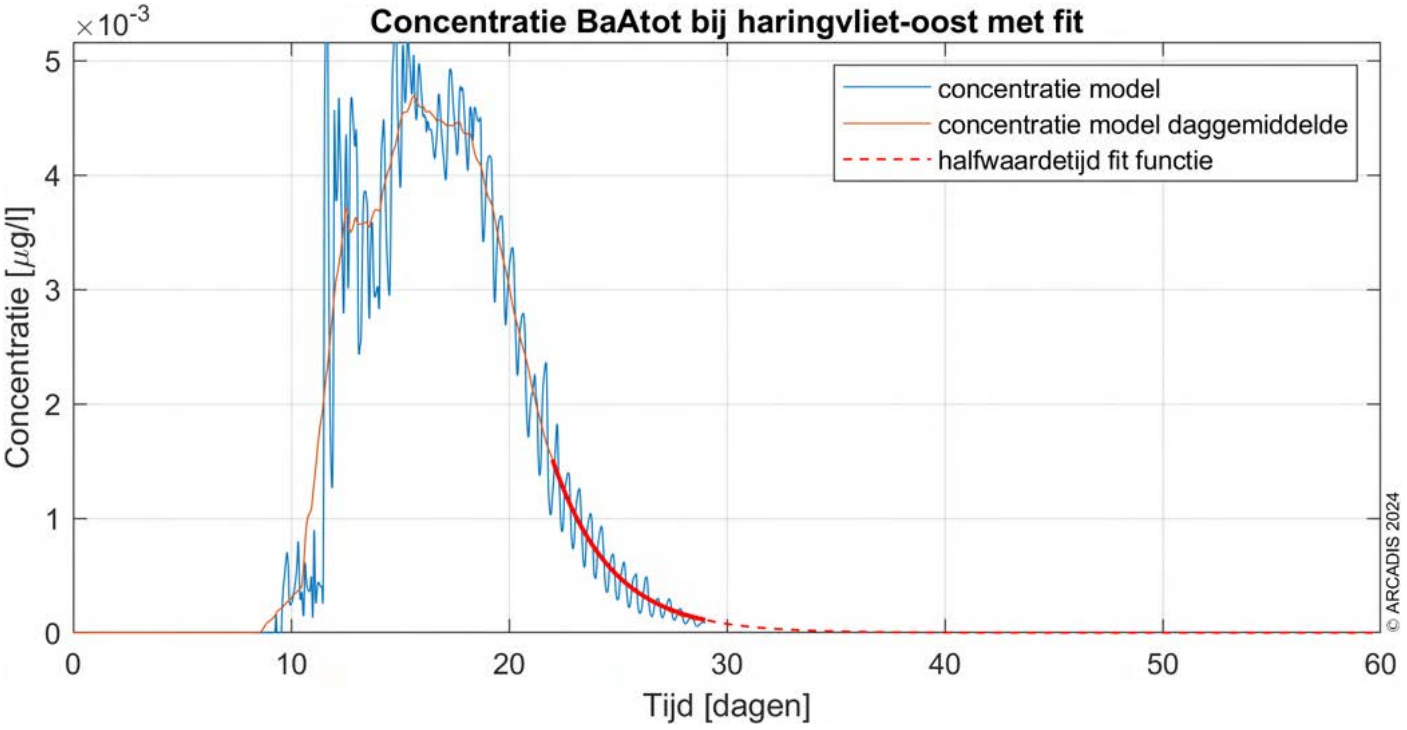
Ook zijn de maximale concentraties per stof voor elk KRW-meetpunt bepaald en in een tabel getoond (paragraaf 11.1.3 en 11.2.3). Dit is per meetpunt en per stof de maximale concentratie van de twee scenario's. Daarnaast zijn de jaargemiddelden berekend. De jaargemiddelden zijn enkel bepaald op basis van de simulaties met scenario 2 (de hogere Lobith afvoer), aangezien dit scenario representatief is voor het jaargemiddelde. In onderstaand tekstkader is toegelicht hoe de jaargemiddelden zijn berekend.



Figuur 11-1 De KRW-meetpunten in het model waarop resultaten zijn getoond in dit hoofdstuk. De Biesbosch is wel een KRW-waterlichaam maar bevat geen KRW-meetpunt. Voor deze studie is gekozen om wel uitvoer te tonen op een representatief punt in de Brabantse Biesbosch. Daarnaast is de bathymetrie in het model zichtbaar (2021, uit Baseline).

Berekening jaargemiddelden

De modelresultaten zijn beschikbaar voor dag 1 t/m dag 23 of 28 (baggeren/jet-trenchen). Het rekeningkundig jaargemiddelde is aanvullend bepaald op basis van de modelresultaten in combinatie met een trendlijn van de halfwaardetijd fit functie $C(t) = C_{max} \cdot (1-\alpha)^t$. Deze functie representeert het proces adsorptie het meest natuurgetrouw. In Figuur 11-2 is een voorbeeld gegeven van deze gefitte trendlijn op KRW-meetpunt Haringvliet-Oost voor de concentratie benzo(a)antraceen als gevolg van het jet-trenchen. De trendlijn is gefit op de daggemiddelde verontreiniging van de laatste week, om zo de 'staart' welke de evenwichtsuitdemping beschrijft, zo goed mogelijk te fitten (oranje lijn). In de eerste week na de piek is namelijk ook nog sprake van adsorptie aan het slib dat vrijkwam tijdens het trenchen. Pas daarna vindt nog enkel adsorptie plaats aan de achtergrondconcentratie van het slib/koolstof. De uitdemping van de verontreiniging ten gevolge van de adsorptie aan de achtergrondconcentraties is beter geschikt voor extrapolatie voor de lange termijn en daarmee de berekening van het jaargemiddelde.



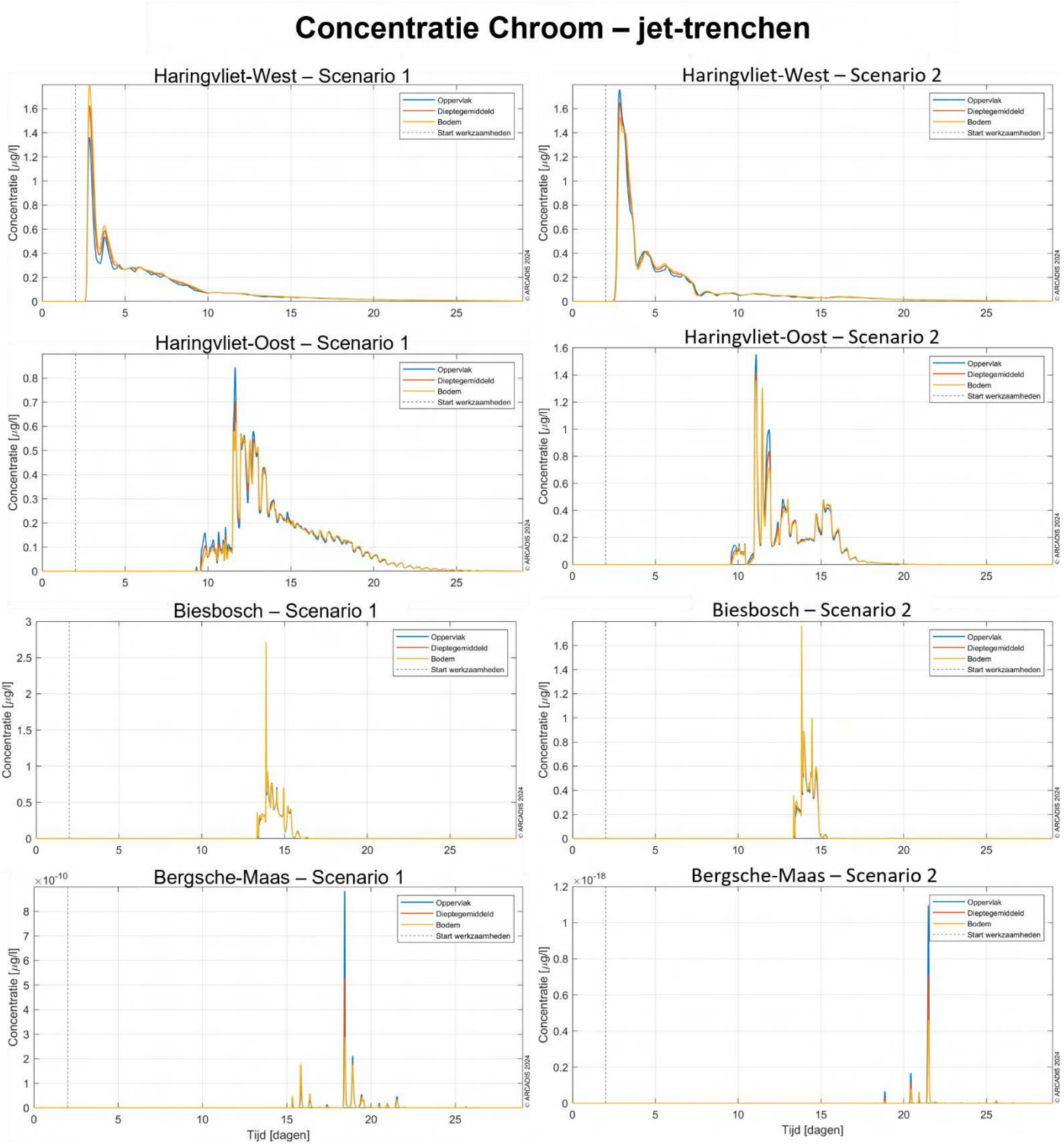
Figuur 11-2 De totale concentratie benzo(a)antraceen op het KRW-meetpunt Haringvliet-Oost als gevolg van het jet-trenchen met een halfwaardetijd fit functie trendlijn die gebruikt is om het jaargemiddelde te bepalen.

11.1 Effect jet-trenchen

11.1.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten

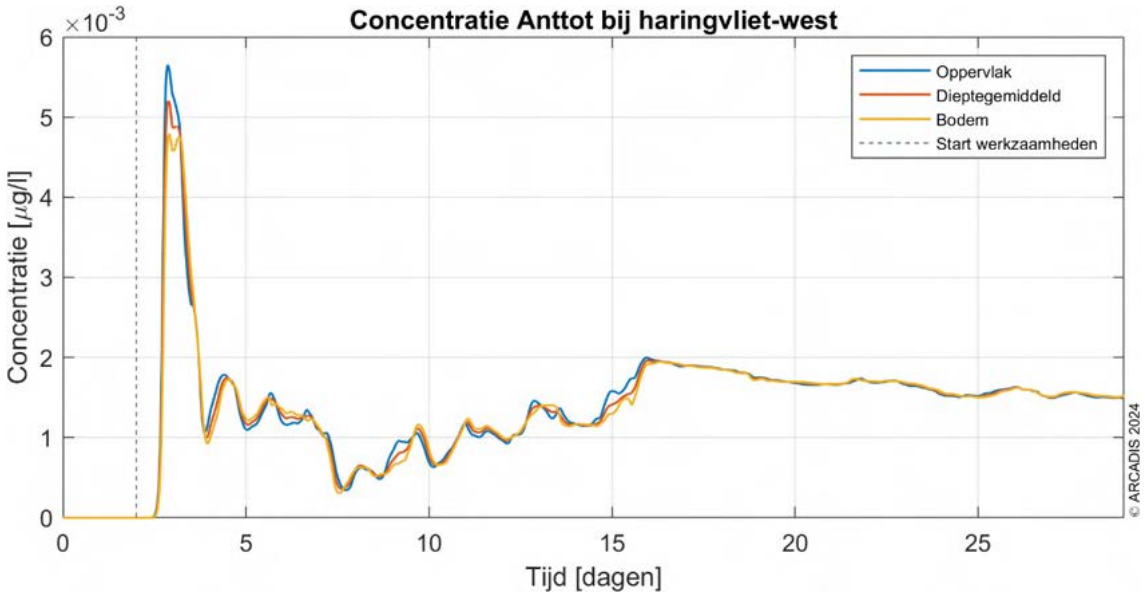
Het jet-trenchen vindt plaats vanaf de Haringvlietdam (start dag 2) en eindigt bij Geertruidenberg (dag 14). Rond dag 3 is daarom een piek in de concentraties te zien bij het Haringvliet-West meetpunt en rond dag 13 is deze pas zichtbaar in de Biesbosch. Dit geldt voor alle stoffen. Een voorbeeld van het metaal chroom is gegeven in Figuur 11-3:

- Op **meetlocatie Haringvliet-West** is zichtbaar dat de concentratie piekt rond dag 3 en daarna snel terugloopt. Tussen dag 4 en 10 is de concentratieafname kleiner en vanaf dag 10 nog kleiner. De verschillen tussen de scenario's zijn klein op deze locatie. Wel zijn de daggemiddelde maximale concentraties van scenario 2 hoger dan die van scenario 1 en dit geldt voor alle stoffen. Dit komt doordat de Haringvlietsluizen in scenario 1 dicht staan waardoor weinig stroming aanwezig is in het westelijke deel van het Haringvliet. Bij scenario 2 spuien de Haringvlietsluizen bij laagwater waardoor de verontreiniging richting de sluizen kan stromen waar het KRW-meetpunt ligt.
- **Meetlocatie Haringvliet-Oost** ligt heel dicht bij het tracé. Op deze locatie is het effect van de getijdedynamiek goed zichtbaar. De concentraties gaan omhoog en omlaag. Daarnaast is zichtbaar dat de concentraties in scenario 2 hoger zijn dan bij scenario 1. Dit geldt op deze locatie echter niet voor alle stoffen, dit is wisselend per stof en is afhankelijk van de concentratie van die stof in de bodem langs het tracé in combinatie met de partitiecoëfficiënt.
- Op **meetlocatie Biesbosch** is de getijdedynamiek minder zichtbaar en is de verhoging chroom van kortere duur. In scenario 2 is de verhoging het kortst door de hogere afvoer ten opzichte van scenario 1. Het is zichtbaar dat het kleine piekje rond dag 14 in de chroomconcentratie in scenario 1 een stuk hoger is dan die van scenario 2. Dit is ook over het algemeen zichtbaar. Als gekeken wordt naar het daggemiddelde maximum van alle stoffen is de concentratie in scenario 1 hoger dan scenario 2 op meetlocaties Biesbosch. Dit komt door de afvoer, welke een stuk lager ligt in scenario 1.
  Tenslotte **meetpunt Bergsche Maas**, welk bovenstrooms van Geertruidenberg ligt. Hierdoor is de verontreiniging op deze meetlocatie zeer gering. De concentraties zijn hier dusdanig laag dat gezegd kan worden dat de verontreiniging dit meetpunt niet bereikt en de gesimuleerde concentraties onder de grens van de modelonzekerheid liggen. Hier zijn verder geen conclusies aan te verbinden.

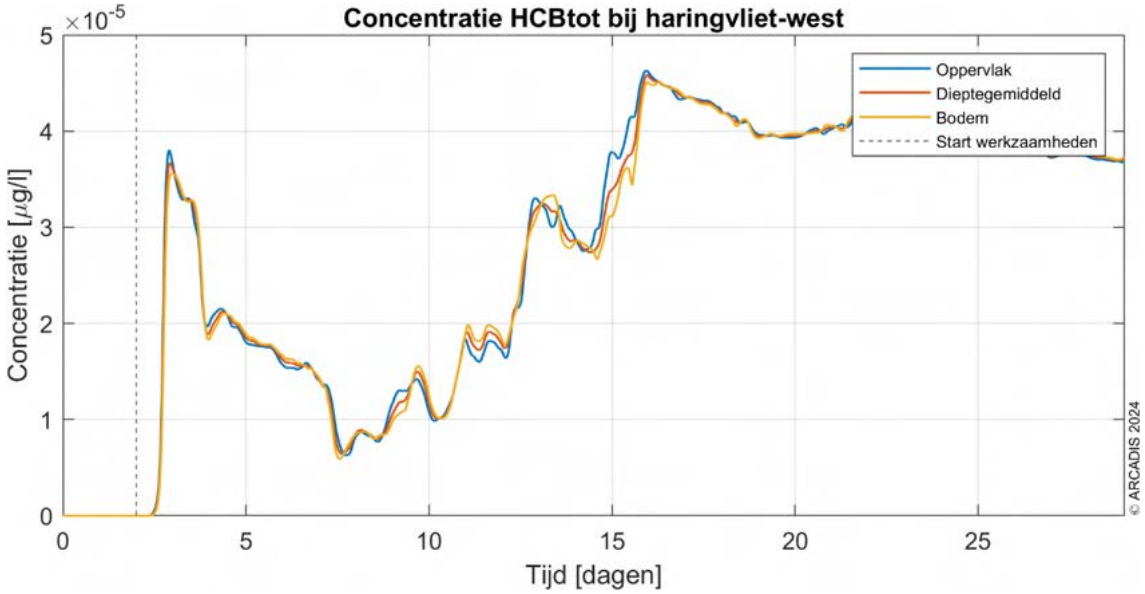


Figuur 11-3 Totale concentratieverhoging chroom op KRW-meetpunt Haringvliet-West (rij 1), Haringvliet-Oost (rij 2), Brabantse Biesbosch (rij 3) en de Bergsche Maas (rij 4) als gevolg van het jet-trenchen. Links: scenario 1 (Q1000 m^3/s). Rechts: scenario 2 (Q1800 m^3/s).

Voor chroom is zichtbaar dat de concentratie langs het tracé snel afneemt nadat het is vrijgekomen door het jet-trenchen. Dit geldt echter niet voor alle stoffen. Een voorbeeld hiervan is antraceen en hexachloorbenzeen (Figuur 11-4 en Figuur 11-5). Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste de concentratie in de bodem en de hoeveelheid slib in de bodem; met een hoge concentratie in de bodem van een bepaalde stof in combinatie met veel slib in de bodem resulteert dit in een grotere hoeveelheid die de waterkolom binnenkomt. Ten tweede de partitiecoëfficiënt; wanneer deze laag is zal meer van deze stof in oplossing blijven en minder adsorberen en sedimenteren. Hierdoor neemt de concentratie minder snel af. Dit heeft in combinatie met de afvoer als gevolg dat de concentraties in het westen van het systeem voornamelijk langzaam afnemen. Ter illustratie: wanneer rond de Biesbosch gejet-trencht wordt dan transporteert de verontreiniging door de afvoer richting het Haringvliet-West. Doordat een groter aandeel lang in oplossing blijft, duurt het extra lang voordat een afname zichtbaar is op meetpunt Haringvliet-west. Voor chroom is dit bijvoorbeeld niet zo omdat de verontreiniging die bij de Biesbosch vrijkomt al adsorbeert en sedimenteert voordat deze bij het Haringvliet-West is.



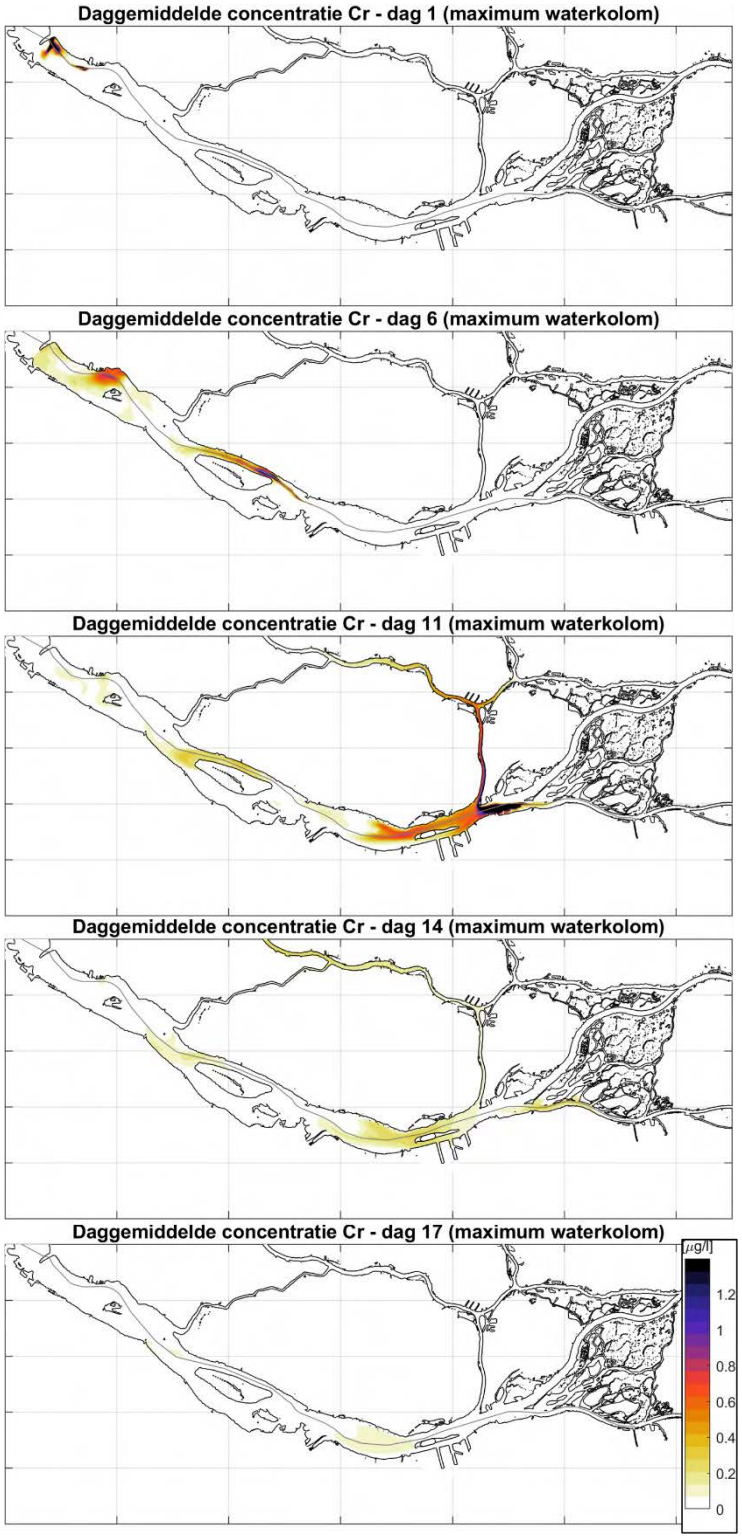
Figuur 11-4 Totale concentratieverhoging antraceen bij het Haringvliet-West als gevolg van het jet-trenchen (scenario 2).



Figuur 11-5 Totale concentratieverhoging hexachloorbenzeen (HCB) bij het Haringvliet-West als gevolg van het jet-trenchen (scenario 2).

11.1.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen

De concentratieverhoging in de ruimte en tijd is per stof verschillend. Een voorbeeld van de verspreiding in de ruimte en tijd voor de stof chroom is weergegeven in Figuur 11-6. In dit figuur is de daggemiddelde chroomconcentratie (maximum in de waterkolom) op dag 1, 6, 11, 14 en 17 na de start van de werkzaamheden zichtbaar (scenario 1).



Figuur 11-6 Daggemiddelde chroomconcentratie als gevolg van het jet-trenchen (scenario 1) op dag 1, 6, 11, 14 en 17 na de start van de werkzaamheden.

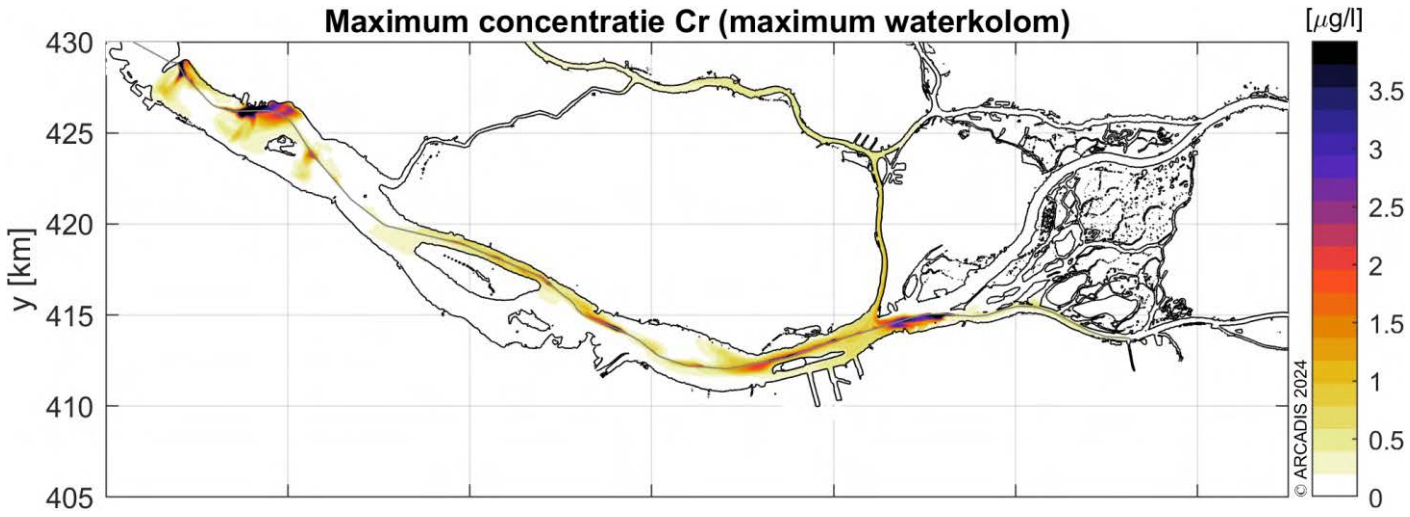
Op dag 1 van de werkzaamheden is een concentratieverhoging zichtbaar rond de Haringvlietsluizen, waar het jet-trenchen begint. Op dag 6 wordt gejet-trencht ten noorden van het eiland Tiengemeten en is de concentratie daar het hoogst. Op datzelfde moment is de verontreiniging rond de Haringvlietsluizen in de ruimte meer verspreidt. Op dag 11 zijn de werkzaamheden bijna klaar en is de primaire concentratieverhoging zichtbaar net ten westen van de Biesbosch. De concentraties in het Haringvliet zijn dan al flink afgenomen.

Op dag 12 eindigen de werkzaamheden en is de snelle afname in ruimte en tijd zichtbaar (zie dag 14 en 17). Dit geldt, zoals ook benoemd in paragraaf 11.1.1, niet voor alle stoffen. De concentratieafname van bijvoorbeeld hexachloorbenzeen is een stuk langzamer.

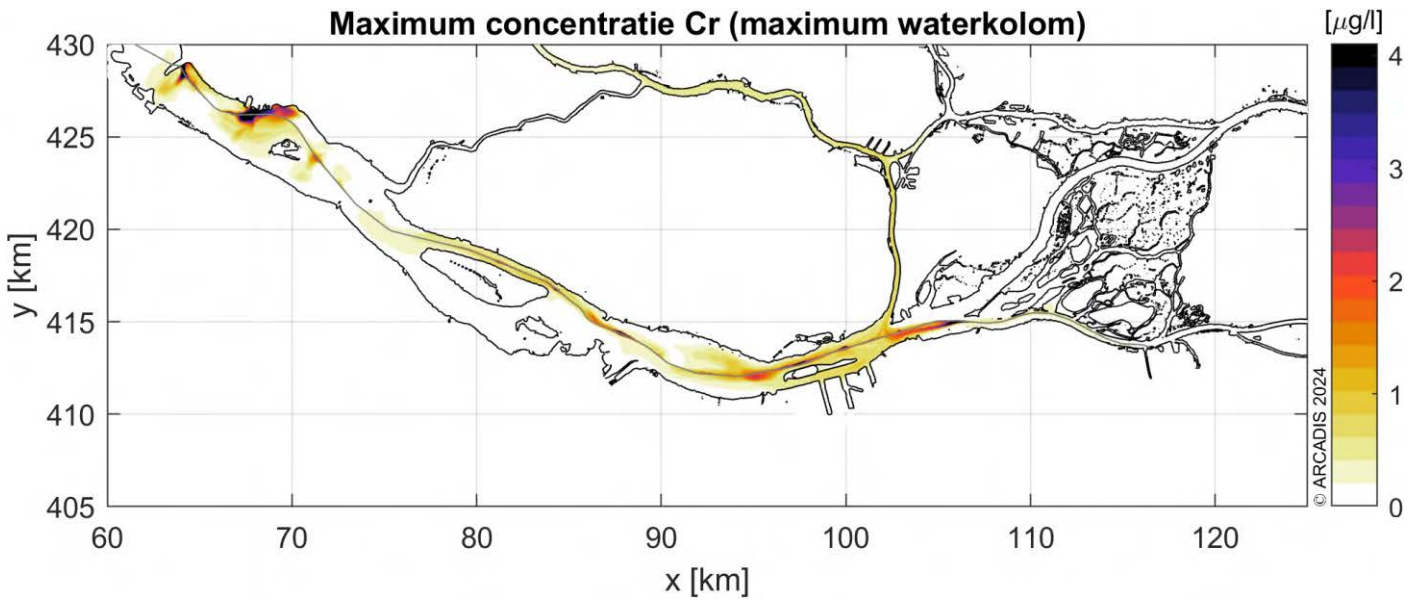
Doordat de Rijn-Maasmonding een open en dynamisch systeem is, is er veel verspreiding in de ruimte. Zo zijn er ook concentratieverhogingen zichtbaar in de Dortsche Kil en de Oude Maas, voornamelijk op dag 11.

De maximale concentratieverhoging in de tijd

De daggemiddelde maximale concentratieverhoging in de tijd geeft in één oogopslag weer waar de hoogste concentraties voorkomen op enig moment in de tijd gedurende de gehele simulatie. Voor chroom is een voorbeeld gegeven in Figuur 11-7 en Figuur 11-8 (scenario 1 en 2). Voor chroom komen de hoogste concentraties voor in het westen van het Haringvliet en net ten westen van de Biesbosch. Dit geldt grofweg ook voor alle andere stoffen omdat de grootste hoeveelheden slib op deze locaties aanwezig zijn. Voor alle stoffen zijn de figuren van de daggemiddelde maximale concentratieverhoging in de tijd als gevolg van het jet-trenchen opgenomen in Bijlage A.



Figuur 11-7 Daggemiddelde maximale concentratie Chroom als gevolg van het jet-trenchen, maximaal in de waterkolom. Scenario 1.



Figuur 11-8 Daggemiddelde maximale concentratie Chroom als gevolg van het jet-trenchen, maximaal in de waterkolom. Scenario 2.

11.1.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden

In Tabel 11-1 en Tabel 11-2 is een overzicht gegeven van de daggemiddelde maximale waarden en de jaargemiddelden per KRW-meetpunt als gevolg van het jet-trenchen. Deze waarden zijn van belang voor de toetsing op de KRW-meetpunten en zijn daarom hier opgenomen. De beoordeling zelf vindt plaats in Bijlage VI-C. Alle getoonde concentraties in de tabellen zijn de totale concentratie per stof. Dus het opgeloste en het geadsorbeerde deel in de waterkolom. De stoffen nikkel, lood en cadmium zijn hier een uitzondering op. Voor deze stoffen vindt de toetsing plaats op basis van het opgeloste deel. Daarom is de getoonde concentratie van deze stoffen enkel de opgeloste concentratie.

Tabel 11-1 Maximale concentratieverhoging per stof [µg/l] als gevolg van het jet-trenchen op vier dichtstbijzijnde KRW-meetpunten (zie Figuur 11-1). De maximale concentratieverhoging per locatie is de max uit de twee scenario's.

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Biesbosch	Bergsche Maas
Cadmium*	2.60E-02	2.33E-02	3.31E-02	5.26E-12
Chroom	8.29E-01	5.30E-01	4.52E-01	4.79E-11
Koper	7.02E-01	5.14E-01	3.38E-01	4.40E-11
Nikkel*	4.25E-01	3.53E-01	4.75E-01	4.37E-11
Lood*	2.11E-01	9.68E-02	1.97E-01	1.97E-11
Zink	5.14E+00	3.54E+00	5.22E+00	3.87E-10
Antraceen	2.88E-03	6.98E-03	2.04E-03	2.11E-13
Benzo(a)anthraceen	6.40E-03	5.54E-03	3.92E-03	3.82E-13
Benzo(a)pyreen	5.61E-03	6.35E-03	4.25E-03	3.27E-13
Benzo(b)fluorantheen	7.10E-03	9.35E-03	8.37E-03	1.82E-12
Benzo(ghi)peryleen	4.00E-03	4.21E-03	2.65E-03	2.04E-13
Benzo(k)fluorantheen	3.05E-03	3.24E-03	2.39E-03	2.00E-13
Chryseen	5.60E-03	7.11E-03	4.01E-03	3.72E-13
Fenanthreen	6.01E-03	7.72E-03	3.96E-03	3.08E-13
Fluorantheen	1.11E-02	1.41E-02	8.94E-03	5.86E-13
Indeno(1,2,3,c,d)pyreen	4.06E-03	4.06E-03	2.67E-03	1.98E-13
Naftaleen	2.82E-03	1.92E-03	2.00E-03	1.99E-13
Hexachloorbenzeeen	4.44E-05	8.90E-05	1.63E-04	1.04E-13
PCB 28	1.09E-03	8.99E-04	2.44E-04	2.47E-14
PCB 52	5.78E-04	5.45E-04	1.55E-04	1.52E-14
PCB 101	3.99E-04	4.35E-04	1.93E-04	1.87E-14
PCB 118	1.98E-04	1.80E-04	8.65E-05	7.69E-15
PCB 138	1.76E-04	1.46E-04	1.35E-04	9.53E-15
PCB 153	4.07E-04	3.28E-04	2.35E-04	1.92E-14
PCB 180	1.73E-04	1.39E-04	1.94E-04	1.39E-14

**Voor cadmium, nikkel en lood zijn in dit tabel alleen het opgeloste deel meegenomen, niet de totale concentratie omdat de beoordeling op de opgeloste fractie is.*

Tabel 11-2 Jaargemiddelde concentratieverhoging per stof [µg/l] als gevolg van het jet-trenchen op vier dichtstbijzijnde KRW-meetpunten (zie Figuur 11-1). De jaargemiddelde concentratieverhoging is op basis van de jaargemiddelde fit van scenario 2.

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Biesbosch	Bergsche-Maas
Cadmium*	3.68E-04	2.88E-04	9.04E-05	1.30E-21
Chroom	5.87E-03	6.21E-03	1.57E-03	7.66E-21
Koper	1.37E-02	6.89E-03	1.05E-03	1.56E-20
Nikkel*	4.34E-02	4.25E-03	1.51E-03	3.44E-20
Lood*	1.55E-03	9.33E-04	5.25E-04	2.07E-21
Zink	6.72E-02	4.08E-02	1.64E-02	9.23E-20
Antraceen	3.33E-04	6.22E-05	6.05E-06	2.55E-22
Benzo(a)anthraceen	1.58E-04	5.19E-05	1.05E-05	2.25E-22
Benzo(a)pyreen	8.61E-05	7.79E-05	1.18E-05	1.52E-22
Benzo(b)fluorantheen	1.64E-04	8.82E-05	3.67E-05	7.74E-22
Benzo(ghi)peryleen	5.71E-05	4.95E-05	7.42E-06	9.93E-23
Benzo(k)fluorantheen	4.66E-05	4.01E-05	6.98E-06	1.01E-22
Chryseen	1.83E-04	9.45E-05	1.04E-05	2.44E-22
Fenanthreen	7.48E-04	1.12E-04	1.02E-05	4.11E-22
Fluorantheen	6.03E-04	2.02E-04	2.24E-05	5.19E-22
Indeno(1,2,3,c,d)pyreen	4.31E-05	4.54E-05	7.58E-06	8.92E-23
Naftaleen	3.15E-04	2.01E-05	5.90E-06	2.72E-22
Hexachloorbenzeeen	9.78E-06	8.66E-07	9.70E-07	1.29E-22
PCB 28	5.15E-05	8.36E-06	6.56E-07	2.78E-23
PCB 52	3.02E-05	4.95E-06	4.12E-07	1.60E-23
PCB 101	7.57E-06	4.01E-06	5.56E-07	1.51E-23
PCB 118	2.76E-06	3.41E-06	2.38E-07	6.41E-24
PCB 138	2.47E-06	2.67E-06	3.60E-07	7.58E-24
PCB 153	5.13E-06	5.77E-06	6.62E-07	1.37E-23
PCB 180	1.93E-06	2.07E-06	5.32E-07	1.06E-23

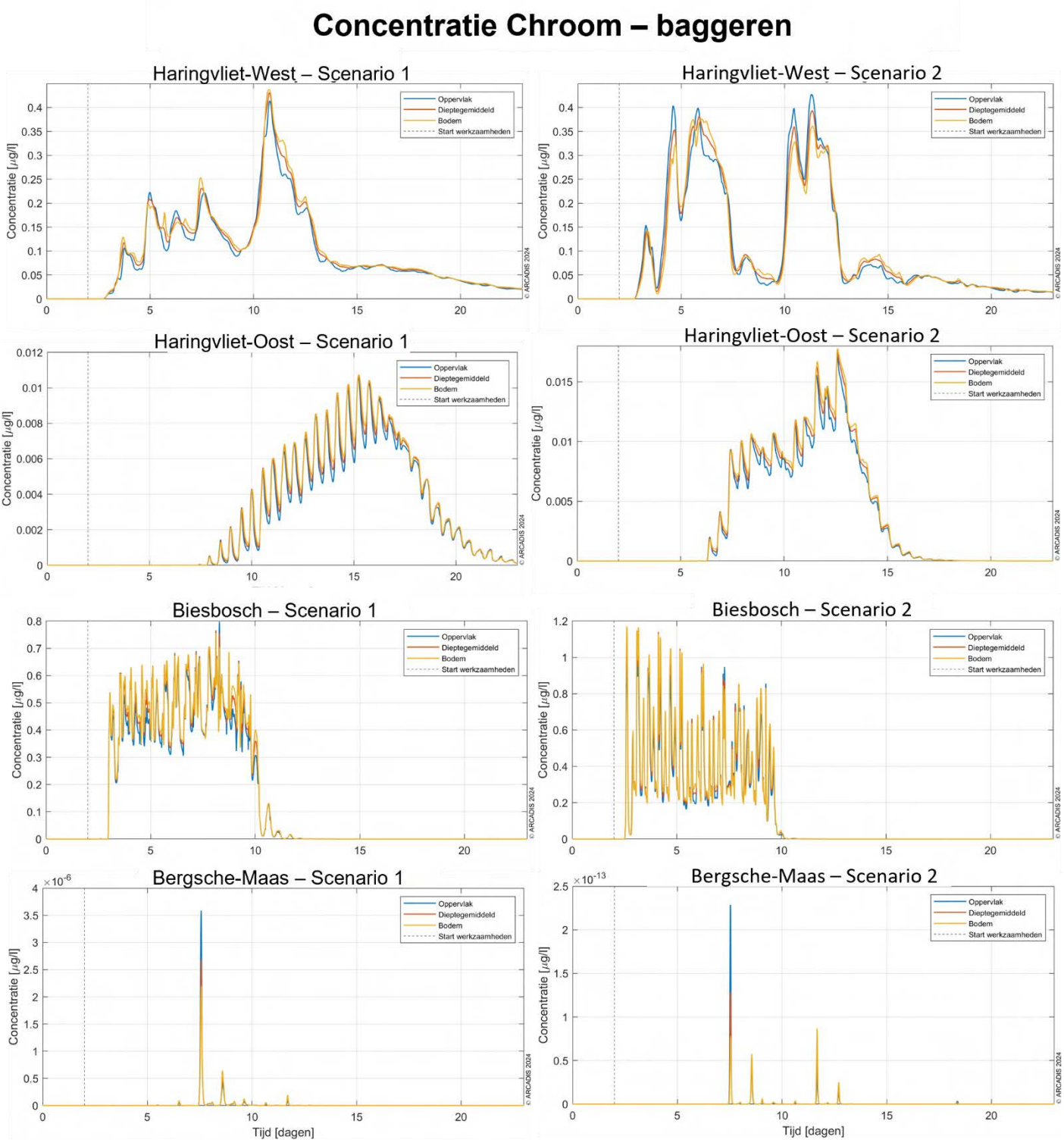
**Voor cadmium, nikkel en lood zijn in dit tabel alleen het opgeloste deel meegenomen, niet de totale concentratie omdat de beoordeling op de opgeloste fractie is.*

11.2 Effect baggeren voor ontvangstputten

11.2.1 Tijdseries op de KRW-meetpunten

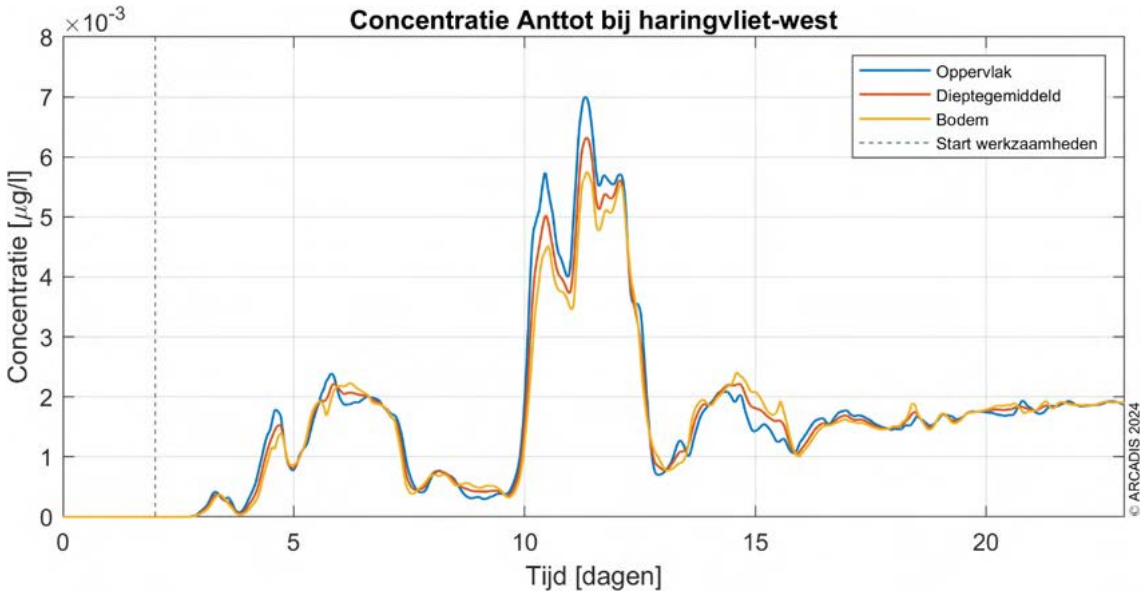
De baggerwerkzaamheden voor ontvangstputten vindt plaats bij de Haringvlietdam en Geertruidenberg (start dag 2) en duurt 7 dagen. Vanaf dag 3 is daarom een concentratieverhoging te zien bij het Haringvliet-West meetpunt en bij het meetpunt in de Biesbosch. Dit zijn de meetpunten het dichtst bij de baggerlocaties. Dit geldt voor alle stoffen. Op meetpunt Haringvliet-Oost is pas vanaf dag 6 à 7 een concentratieverhoging zichtbaar. Een voorbeeld van het metaal chroom is gegeven in Figuur 11-9:

- Op **meetlocatie Haringvliet-West** is zichtbaar dat de concentratie toeneemt vanaf dag 3 voor beide scenario's. Voor scenario 1 is zichtbaar dat de concentratie grofweg steeds iets meer toeneemt tot de piek op dag 11. Daarna neemt de concentratie snel af. Voor scenario 2 is een ander beeld zichtbaar. De concentratie neemt snel toe, piekt rond dag 5, neemt vervolgens af en piekt opnieuw rond dag 11. De grote fluctuatie bij scenario 2 komt door de stromingspatronen doordat de Haringvlietsluizen spuien bij laagwater. Bij scenario 1 is een langzame toename zichtbaar doordat de Haringvlietsluizen dicht staan en er weinig stroming aanwezig is. De verschillen tussen de pieken in de scenario's zijn klein op deze locatie. Wel zijn de daggemiddelde maximale concentraties van scenario 2 hoger dan die van scenario 1 en dit geldt voor alle stoffen. Dit komt doordat de Haringvlietsluizen in scenario 1 dicht staan waardoor weinig stroming aanwezig is in het westelijke deel van het Haringvliet. Bij scenario 2 spuien de Haringvlietsluizen bij laagwater waardoor de verontreiniging richting de sluizen kan stromen waar het KRW-meetpunt ligt.
- **Meetlocatie Haringvliet-Oost** ligt relatief ver weg van de baggerlocaties. De concentraties op deze meetlocatie zijn dan ook een stuk lager dan bij meetpunt Haringvliet-West en de Biesbosch. Daarnaast is op deze locatie het effect van de getijdedynamiek goed zichtbaar. De concentraties gaan twee keer per dag omhoog en omlaag. Dit is het best zichtbaar bij scenario 1 door de lage afvoer. Daarnaast is zichtbaar dat de maximale concentraties in scenario 2 hoger zijn dan bij scenario 1. Dit geldt op deze locatie echter niet voor alle stoffen, dit is wisselend per stof en is afhankelijk van de concentratie van die stof in de bodem langs het tracé in combinatie met de partitiecoëfficiënt.
- Op **meetlocatie Biesbosch** is de getijdedynamiek iets minder goed zichtbaar. Doordat dit meetpunt in een relatief smalle riviertak ligt (de Amer) is een toename op dag 3, vervolgens een plateau, en rond dag 10 een afname zichtbaar (beide scenario's). In scenario 2 is de verhoging iets eerder in de tijd zichtbaar door de hogere afvoer ten opzichte van scenario 1. Tenslotte is het zichtbaar dat de piekconcentraties in scenario 2 hoger zijn dan in scenario 1. Maar, als gekeken wordt naar het daggemiddelde maximum van alle stoffen, is de concentratie in scenario 1 vaker hoger dan scenario 2 op meetlocaties Biesbosch. Dit komt door de afvoer, welke een stuk lager ligt in scenario 1. Chroom en lood zijn hier de enige uitzondering op door de hoge partitiecoëfficiënt, waardoor relatief een grote concentratie adsorbeert en sedimenteert.
- Tenslotte **meetpunt Bergsche Maas**, welk bovenstrooms van Geertruidenberg ligt. Hierdoor is de verontreiniging op deze meetlocatie zeer gering. De concentraties zijn hier dusdanig laag dat gezegd kan worden dat de verontreiniging dit meetpunt niet bereikt en de gesimuleerde concentraties onder de grens van de modelonzekerheid liggen. Hier zijn verder geen conclusies aan te verbinden.

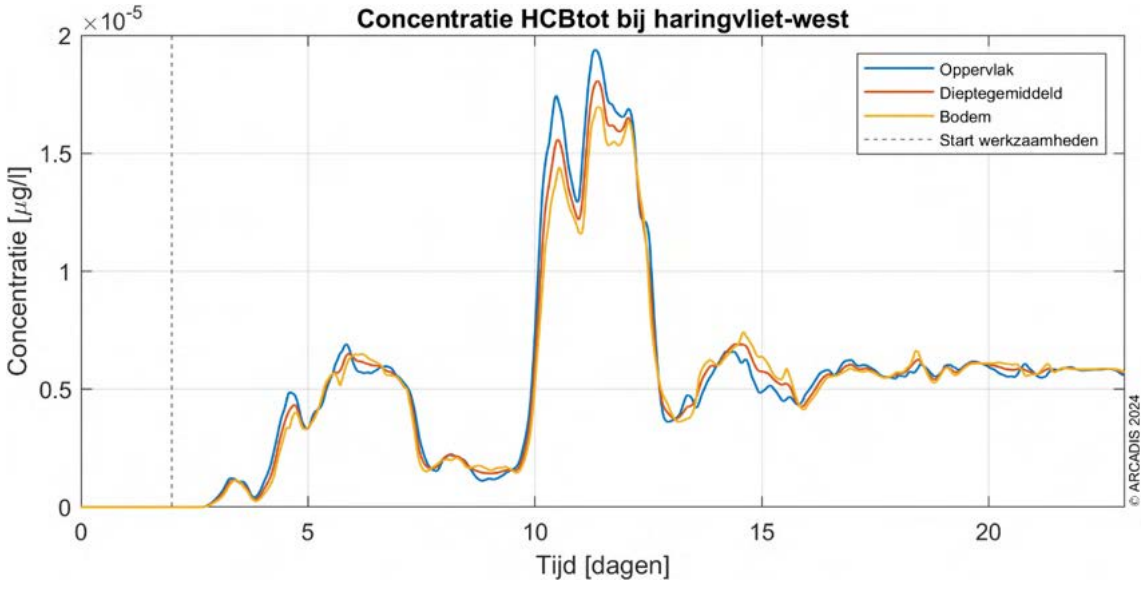


Figuur 11-9 Totale concentratieverhoging chroom op KRW-meetpunt Haringvliet-West (rij 1), Haringvliet-Oost (rij 2), Brabantse Biesbosch (rij 3) en de Bergsche Maas (rij 4) als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten. Links: scenario 1 (Q1000 m^3/s). Rechts: scenario 2 (Q1800 m^3/s).

Voor chroom is zichtbaar dat de concentratie snel afneemt nadat het is vrijgekomen door het baggeren. Dit geldt echter niet voor alle stoffen net zoals getoond in paragraaf 11.1.1 voor het jet-trenchen. Een voorbeeld hiervan is antraceen en hexachloorbenzeen (Figuur 11-10 en Figuur 11-11). Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste de concentratie in de bodem en de hoeveelheid slib in de bodem; met een hoge concentratie in de bodem van een bepaalde stof in combinatie met veel slib in de bodem resulteert dit in een grotere hoeveelheid die de waterkolom binnenkomt. Ten tweede de partitiecoëfficiënt; wanneer deze laag is zal meer van deze stof in oplossing blijven en minder adsorberen en sedimenteren. Hierdoor neemt de concentratie minder snel af. Dit heeft in combinatie met de afvoer als gevolg dat de concentraties in het westen van het systeem voornamelijk langzaam afnemen. Ter illustratie: wanneer bij Geertruidenberg gebaggerd wordt, dan transporteert de verontreiniging door de afvoer richting het Haringvliet-West. Doordat een groter aandeel van de stof lang in oplossing blijft duurt het extra lang voordat een afname zichtbaar is op meetpunt Haringvliet-west. Voor chroom is dit bijvoorbeeld niet zo omdat de verontreiniging die bij de Biesbosch vrijkomt al adsorbeert en sedimenteert voordat deze bij het Haringvliet-West is, als gevolg van de hoge partitiecoëfficiënt.



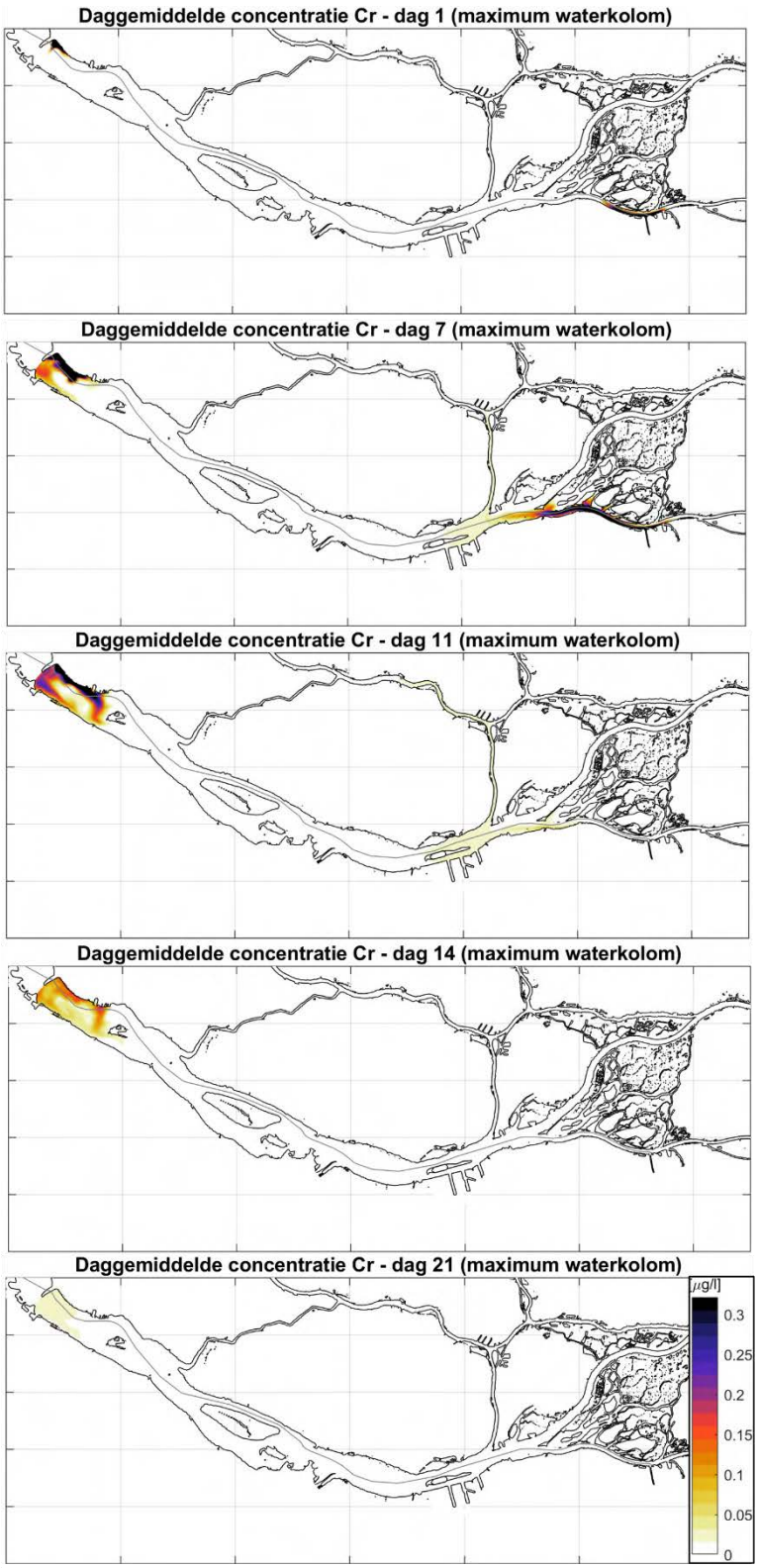
Figuur 11-10 Totale concentratieverhoging antraceen bij het Haringvliet-West als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten (scenario 2).



Figuur 11-11 Totale concentratieverhoging hexachloorbenzeen (HCB) bij het Haringvliet-West als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten (scenario 2).

11.2.2 Ruimtelijke concentratieverhogingen

De concentratieverhoging in de ruimte en tijd is per stof verschillend. Een voorbeeld van de verspreiding in de ruimte en tijd voor de stof chroom is weergegeven in Figuur 11-12. In dit figuur is de daggemiddelde chroomconcentratie (maximum in de waterkolom) op dag 1, 7, 11, 14 en 21 na de start van de werkzaamheden zichtbaar (scenario 1).



Figuur 11-12 Daggemiddelde chroomconcentratie als gevolg van het baggeren (scenario 1) op dag 1, 7, 11, 14 en 21 na de start van de werkzaamheden.

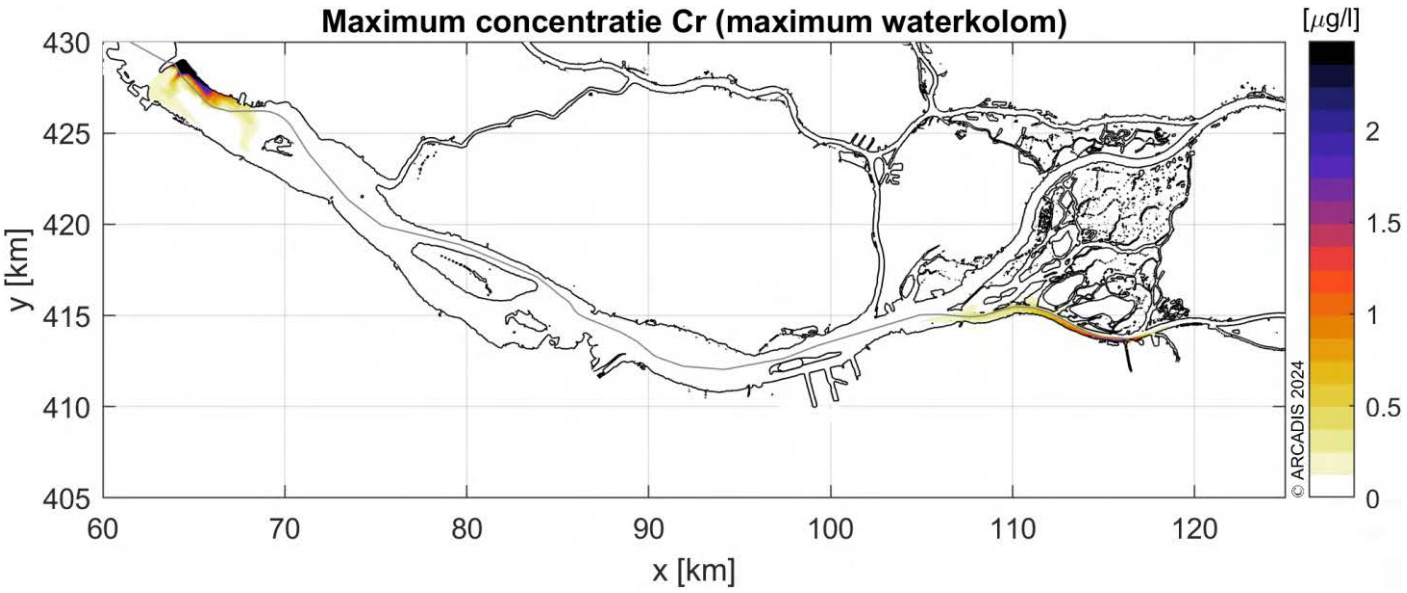
Op dag 1 van de werkzaamheden is een concentratieverhoging zichtbaar rond de Haringvlietsluizen en Geertruidenberg waar het baggeren voor ontvangstputten plaatsvindt. Aan het einde van dag 7 zijn de werkzaamheden klaar en zijn de hoogste concentraties rond de ontvangstputten zichtbaar. Na dag 7 neemt de concentratie chroom snel af doordat de concentratie zich verspreidt over een groter watervolume en door adsorptie en sedimentatie. Dit is zichtbaar in Figuur 11-12 op dag 11, 14 en 21 na de start van de werkzaamheden. Dit geldt, zoals ook benoemd in paragraaf 11.2.1, niet voor alle stoffen. De concentratieafname van bijvoorbeeld hexachloorbenzeen is een stuk langzamer.

Bij de Haringvlietsluizen is de concentratie chroom in het slib hoger. Daarnaast is de slibconcentratie hoger ten opzichte van de baggerlocatie Geertruidenberg. Hierdoor is de verontreiniging bij de Haringvlietsluizen groter dan bij Geertruidenberg. Dit geldt ook voor de meeste andere stoffen. Van alle verontreinigingen zijn de concentraties in de bodem hoger bij de Haringvlietsluizen ten opzichte van Geertruidenberg, met uitzondering van benzo(b)fluorantheen en hexachloorbenzeen. Daarnaast zijn de Haringvlietsluizen dicht in de simulatie van de getoonde figuren (scenario 1). De concentratie chroom neemt bij de Haringvlietdam daardoor langzamer af ten opzichte van scenario 2 doordat verdunning door stroming minder prominent is.

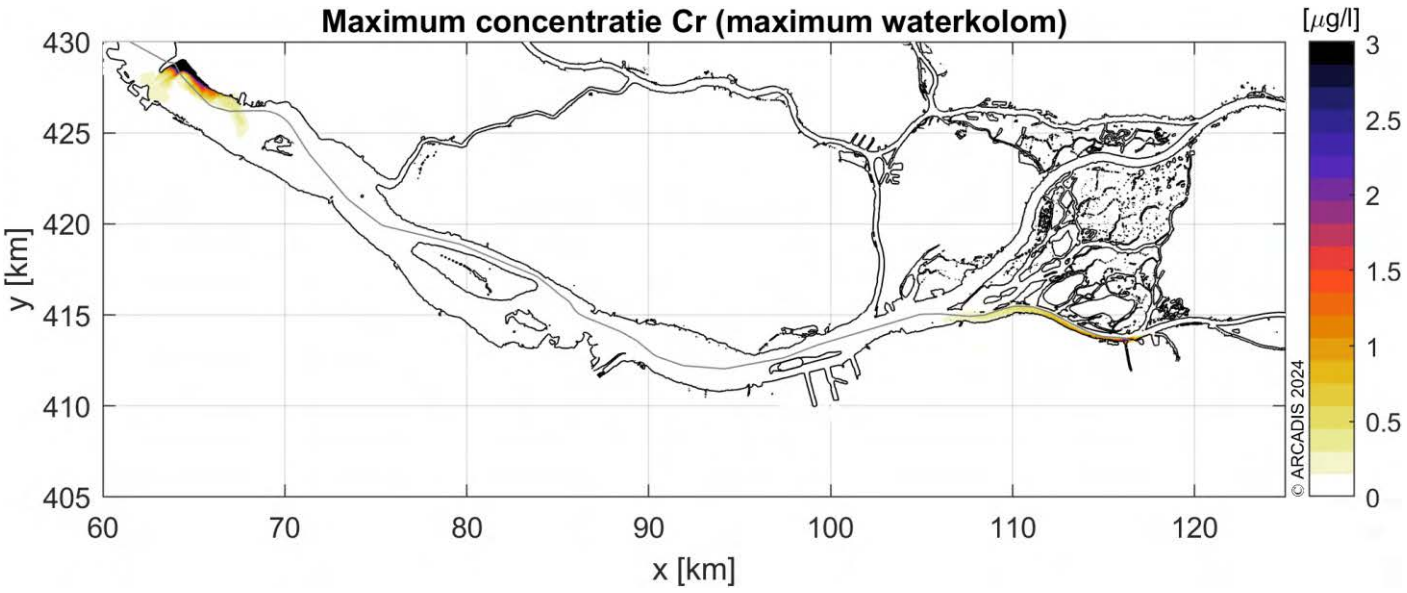
Doordat de Rijn-Maasmonding een open en dynamisch systeem is, is er veel verspreiding in de ruimte. Zo zijn er ook concentratieverhogingen zichtbaar in de Dortsche Kil en de Oude Maas, voornamelijk op dag 11.

De maximale concentratieverhoging in de tijd

De daggemiddelde maximale concentratieverhoging in de tijd geeft in één oogopslag weer waar de hoogste concentraties voorkomen op enig moment in de tijd gedurende de gehele simulatie. Voor chroom is een voorbeeld gegeven in Figuur 11-13 en Figuur 11-14 (scenario 1 en 2). Voor chroom komen de hoogste concentraties als gevolg van het baggeren voor in het westen van het Haringvliet en bij Geertruidenberg, dicht bij de bronnen van de verontreiniging. Dit geldt ook voor alle andere stoffen. Voor alle stoffen zijn de figuren van de daggemiddelde maximale concentratieverhoging in de tijd als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten opgenomen in Bijlage B.



Figuur 11-13 Daggemiddelde maximale concentratie Chroom als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten, maximaal in de waterkolom. Scenario 1.



Figuur 11-14 Daggemiddelde maximale concentratie Chroom als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten, maximaal in de waterkolom. Scenario 2.

11.2.3 Overzicht maximale waarden en jaargemiddelden

In Tabel 11-3 en Tabel 11-4 is een overzicht gegeven van de daggemiddelde maximale waarden en de jaargemiddelden per KRW-meetpunt als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten. Deze waarden zijn van belang voor de toetsing op de KRW-meetpunten en zijn daarom hier opgenomen. De beoordeling zelf vindt plaats in Bijlage VI-C. Alle getoonde concentraties in de tabellen zijn de totale concentratie per stof. Dus het opgeloste en het geadsorbeerde deel in de waterkolom. De stoffen nikkel, lood en cadmium zijn hier een uitzondering op. Voor deze stoffen vindt de toetsing plaats op basis van het opgeloste deel. Daarom is de getoonde concentratie van deze stoffen enkel de opgeloste concentratie.

Tabel 11-3 Maximale concentratieverhoging per stof [µg/l] als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten op vier dichtstbijzijnde KRW-meetpunten (zie Figuur 11-1). De maximale concentratieverhoging per locatie is de max uit de twee scenario's.

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Biesbosch	Bergsche-Maas
Cadmium*	1.71E-02	2.02E-03	5.50E-02	5.51E-08
Chroom	3.41E-01	1.40E-02	5.49E-01	1.99E-07
Koper	4.93E-01	3.49E-02	5.05E-01	2.10E-07
Nikkel*	4.84E-01	7.68E-02	5.47E-01	2.16E-07
Lood*	9.43E-02	2.97E-03	2.17E-01	7.29E-08
Zink	2.73E+00	2.67E-01	6.60E+00	1.05E-06
Antraceen	5.45E-03	3.81E-04	2.64E-03	6.92E-09
Benzo(a)anthraceen	1.11E-02	4.06E-04	5.50E-03	1.18E-08
Benzo(a)pyreen	6.76E-03	2.28E-04	5.00E-03	1.06E-08
Benzo(b)fluorantheen	9.64E-03	1.55E-03	3.06E-02	3.77E-08
Benzo(ghi)peryleen	4.36E-03	1.32E-04	3.11E-03	7.30E-09
Benzo(k)fluorantheen	3.62E-03	1.35E-04	3.00E-03	7.15E-09
Chryseen	8.74E-03	4.45E-04	5.25E-03	1.15E-08
Fenanthreen	1.16E-02	6.13E-04	3.85E-03	9.38E-09
Fluorantheen	1.94E-02	9.88E-04	7.86E-03	1.61E-08
Indeno(1,2,3,c,d)pyreen	3.92E-03	1.12E-04	3.20E-03	7.27E-09
Naftaleen	5.77E-03	3.85E-04	2.45E-03	6.54E-09
Hexachloorbenzeeen	1.65E-05	1.77E-04	1.28E-03	3.77E-09
PCB 28	2.59E-03	3.22E-05	2.96E-04	9.93E-10
PCB 52	1.32E-03	1.71E-05	1.85E-04	6.33E-10
PCB 101	7.05E-04	1.41E-05	2.43E-04	8.03E-10
PCB 118	2.98E-04	4.30E-06	1.03E-04	3.52E-10
PCB 138	2.15E-04	5.20E-06	1.30E-04	4.33E-10
PCB 153	5.65E-04	1.06E-05	2.69E-04	8.59E-10
PCB 180	1.85E-04	6.67E-06	2.02E-04	6.46E-10

**Voor cadmium, nikkel en lood zijn in dit tabel alleen het opgeloste deel meegenomen, niet de totale concentratie omdat de beoordeling op de opgeloste fractie is.*

Tabel 11-4 Jaargemiddelde concentratieverhoging per stof [µg/l] als gevolg van het baggeren voor ontvangstputten op vier dichtstbijzijnde KRW-meetpunten (zie Figuur 11-1). De jaargemiddelde concentratieverhoging is op basis van de jaargemiddelde fit van scenario 2.

Stof	Haringvliet-West	Haringvliet-Oost	Biesbosch	Bergsche-Maas
Cadmium*	4.32E-04	2.50E-05	7.22E-04	1.92E-16
Chroom	6.14E-03	2.08E-04	9.92E-03	8.05E-16
Koper	1.79E-02	4.11E-04	7.08E-03	2.01E-15
Nikkel*	NaN	6.58E-04	6.59E-03	2.98E-15
Lood*	2.40E-03	4.32E-05	NaN	1.99E-16
Zink	6.90E-02	3.90E-03	1.02E-01	7.88E-15
Antraceen	NaN	3.95E-06	3.18E-05	5.32E-17
Benzo(a)anthraceen	4.45E-04	5.23E-06	7.08E-05	4.50E-17
Benzo(a)pyreen	1.85E-04	3.53E-06	6.75E-05	2.68E-17
Benzo(b)fluorantheen	2.64E-04	2.46E-05	4.12E-04	1.43E-16
Benzo(ghi)peryleen	1.13E-04	2.03E-06	4.24E-05	1.60E-17
Benzo(k)fluorantheen	9.97E-05	2.10E-06	4.06E-05	1.71E-17
Chryseen	4.50E-04	5.46E-06	6.65E-05	1.81E-17
Fenanthreen	NaN	6.14E-06	4.59E-05	1.84E-16
Fluorantheen	NaN	1.04E-05	9.61E-05	7.47E-17
Indeno(1,2,3,c,d)pyreen	8.60E-05	1.65E-06	4.54E-05	1.22E-17
Naftaleen	NaN	3.90E-06	2.92E-05	1.27E-16
Hexachloorbenzeeen	NaN	1.87E-06	1.55E-05	2.78E-17
PCB 28	NaN	3.74E-07	3.66E-06	9.86E-18
PCB 52	1.85E-04	2.10E-07	2.29E-06	5.97E-18
PCB 101	2.63E-05	2.06E-07	3.19E-06	3.65E-18
PCB 118	8.58E-06	9.05E-07	1.38E-06	1.74E-18
PCB 138	5.87E-06	8.18E-08	1.77E-06	1.77E-18
PCB 153	1.46E-05	1.66E-07	3.74E-06	2.42E-18
PCB 180	4.20E-06	1.00E-07	2.91E-06	1.61E-18

**Voor cadmium, nikkel en lood zijn in dit tabel alleen het opgeloste deel meegenomen, niet de totale concentratie omdat de beoordeling op de opgeloste fractie is.*

12 Conclusies en aanbevelingen

In deze modelstudie zijn de effecten op de waterkwaliteit van Rijn-Maasmonding als gevolg van de Nederwiek 3 kabelaanleg gemodelleerd. Deze studie is uitgevoerd ten behoeve van het MER Net op zee Nederwiek 3 en valt binnen fase 1, waarin meerdere tracéalternatieven en varianten beoordeeld worden. In deze studie is één tracéroute meegenomen, het worst-case tracéalternatief, welke van de Haringvlietdam via het Hollands Diep naar Geertruidenberg loopt. De aanlegwerkzaamheden die binnen deze studie zijn gemodelleerd zijn het jet-trenchen voor het inbrengen van de kabel en de baggerwerkzaamheden voor de ontvangstputten bij de Haringvlietdam en Geertruidenberg. De effecten van het jet-trenchen en van de baggerwerkzaamheden zijn apart gemodelleerd.

De Rijn-Maasmonding is een dynamisch en open systeem. De invloed van getij, de weercondities en de rivierafvoeren bepalen de dynamiek. Daarom zijn twee scenario's gemodelleerd:

- **Scenario 1**: lage rivierafvoer - representatief voor een Lobith afvoer van 1000 m^3/s - Haringvlietsluizen zijn gesloten – lage achtergrondconcentratie slib, passend bij de afvoer.
- **Scenario 2**: hoge rivierafvoer - representatief voor een Lobith afvoer van 1800 m^3/s - Haringvlietsluizen geopend tijdens eb – hoge achtergrondconcentratie slib, passend bij de afvoer - representatief voor het jaargemiddelde.

Conclusies effecten jet-trenchen

- Het jet-trenchen van de Haringvlietdam naar Geertruidenberg duurt 12 dagen. In deze 12 dagen verplaatst de concentratiepiek van de verontreinigingen zich langs het tracé.
- De hoogste concentraties van alle stoffen zijn zichtbaar in het westen van het Haringvliet en net ten westen van de Biesbosch. Dit zijn de locaties met het meeste slib in de bodem. Dit geldt voor beide scenario's.
- Rond de Biesbosch (Amer) zijn de daggemiddelde maximale concentraties hoger voor scenario 1. Dit komt doordat bij een hogere afvoer (scenario 2) de verontreiniging sneller verdund wordt.
- Wanneer rond de Biesbosch gejet-trencht wordt dan transporteert de verontreiniging door de afvoer richting Haringvliet-West. Bij een stof met een lage partitiecoëfficiënt blijft een groter aandeel van de verontreiniging lang in oplossing en duurt het extra lang voordat een afname zichtbaar is in het westen van het Haringvliet. Voor stoffen met een relatief hoge partitiecoëfficiënt is dit niet zo omdat de verontreiniging die bij de Biesbosch vrijkomt al adsorbeert en sedimenteert voordat deze bij het westen van het Haringvliet is.

Conclusies effecten baggeren voor ontvangstputten

- Het baggeren voor ontvangstputten bij de Haringvlietdam en Geertruidenberg duurt 7 dagen. Voor alle verontreinigingen is een concentratieverhoging te zien in die 7 dagen. Ook is ruimtelijke verspreiding van de verontreinigingen zichtbaar. Na die 7 dagen nemen de concentraties af door verspreiding in de ruimte en sedimentatie.
- De hoogste concentraties van alle stoffen zijn zichtbaar bij de Haringvlietdam en bij Geertruidenberg ter plaatse van het baggeren. Dit geldt voor beide scenario's.
- Bij de Haringvlietdam zijn hogere concentraties van de verontreinigingen in de bodem aanwezig ten opzichte van Geertruidenberg, met uitzondering van benzo(b)fluorantheen en hexachloorbenzeen. Daarnaast is het percentage slib in de bodem hoger bij de Haringvlietdam. Hierdoor is de verontreiniging in ruimte en tijd groter bij de Haringvlietdam ten opzichte van Geertruidenberg.

Conclusies algemeen

- De concentraties nemen voor sommige stoffen snel af en voor andere langzaam. Dit is afhankelijk van de partitiecoëfficiënt behorend bij de stof. Wanneer de partitiecoëfficiënt laag is zal meer van deze stof in oplossing blijven en minder adsorberen en sedimenteren. Hierdoor neemt de concentratie minder snel af.
- Daarnaast kunnen de verontreinigingen door de hoge systeemdynamiek richting Haringvliet-West, de Dortsche Kil en de Oude Maas getransporteerd worden. De ruimtelijke verspreiding is dus groot.

Aanbevelingen voor MER-fase 2

- Voor MER-fase 2 is het aan te raden om meerdere boringen en chemische metingen uit te voeren op de locatie van de ontvangstputten. In deze studie is namelijk per ontvangstput gebruik gemaakt van de dichtstbijzijnde boring en chemische data, maar deze lagen niet precies op de putlocatie en waren daarnaast niet diep genoeg genomen.

- Wanneer tijdens de aanleg de rivierafvoeren hoog genoeg zijn waardoor de Haringvlietsluizen spuien bij laagwater, dan zal een deel van de verontreiniging richting de Voordelta transporteren. Het is aan te raden om dit proces en de effecten ervan mee te nemen in fase 2. Daarnaast zal ook de aanwezige verontreiniging in de bodem van de Voordelta in de waterkolom komen als gevolg van de aanleg. Ook dit dient meegenomen te worden. Om de Voordelta mee te kunnen nemen zijn boringen en chemische analyses nodig als input voor het model.
- Voor een aantal stoffen was de in deze fase gehanteerde uitdemptijd binnen de simulatie niet voldoende om een goede halfwaarde tijd fit uit te voeren om zo te komen tot een haargemiddelde. Het is aan te bevelen om voor deze stoffen een langere simulatietijd te hanteren.
- Wanneer uitgangspunten veranderen, zoals bijvoorbeeld de diepte van het jet-trenchen of het baggervolume van de ontvangstputten, dan moeten nieuwe simulaties uitgevoerd worden wanneer dit een negatieve impact heeft op de benodigde aanname(s), om zo het worst-case effect opnieuw te kunnen bepalen.

Referenties

Balistrieri, L., & Chao, T. (1990). Adsorption of selenium by amorphous iron oxyhydroxide and mangenese dioxide. *Geochimica et Cosmochimica Acta, 54*(3), 739-751. doi:https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90369-V

Becker, J. (2014). *Estimating source terms for far field dredge plume modelling.* Rotterdam.

Deltares. (2023). *Factsheet zesde-generatie modelschematisaties. D-Flow FM 3D RIjnMaasMonding. .*

Dixit, S., & Hering, J. (2003). Comparison of Arsenic(V) and Arsenic(III) sorption onto iron oxide minerals: Implication for arsenic mobility. *Environmental Science and Engineering, 37*, 4182-4189. doi:10.1021/es030309

IPLO. (n.d.). *Waterbodemimmissietoets*. Retrieved from iplo.nl: https://iplo.nl/thema/water/applicaties-modellen/vergunningverlening-toetsing-handhaving/waterbodemimmissietoets-applicatie/contact-waterbodemimmissietoets/download-waterbodemimmissietoets/download/

Polgar, K. (1975). Relative importance of manganese and iron oxides in cobalt adsorption. *Doctoral Dissertations 1896*. doi:https://doi.org/10.7275/20482812 https://scholarworks.umass.edu/dissertations_1/5936

Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. (1998). *Evaluatie van deoor het RIVM gehanteerde partitiecoefficienten voor metalen. Rapport nr. 711401005.*

Rovira, M., Giménez, J., Martínez, M., Martínez-Lladó, X., de Pablo, J., Martí, V., & Duro, L. (2007). Sorption of selenium(IV) and selenium(VI) onto natural iron oxides: Goethite and Hematite. *Journal of Hazardous Materials, 150*, 279-284. doi:doi:10.1016/j.jhazmat.2007.04.098

Svašek Hydraulics. (2015). *Environmental impact cable maintenance methods, Environmental impact analysis for COBRA cable.*

Verbruggen, E. (2004). *Environmental risk limits for mineral oil (Total Petroleum Hydrocarbons).* Bilthoven: RIVM.

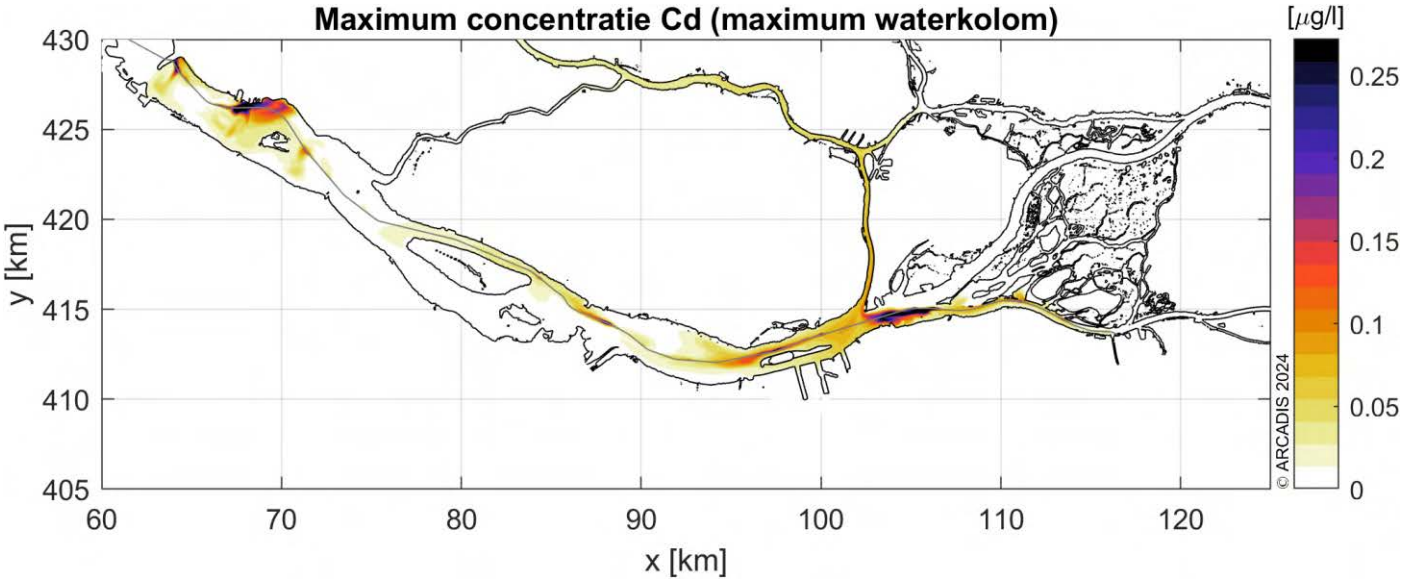
Wang, L., Shao, J., & Yao, W. (2020). Transport modelling of sediment re-suspended during submarine cable laying operation. *Earth and Environmental Science (Vol. 510, No. 4, p. 042016)*.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

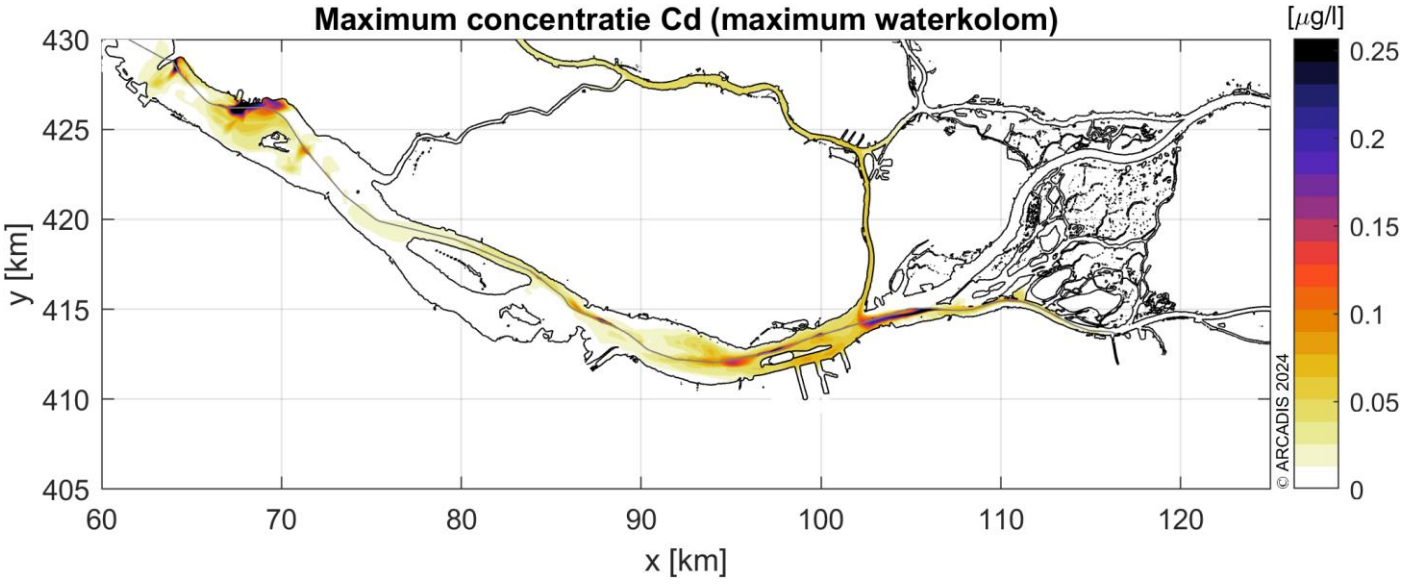
Bijlagen

Bijlage A Extra figuren: simulaties jet-trenchen

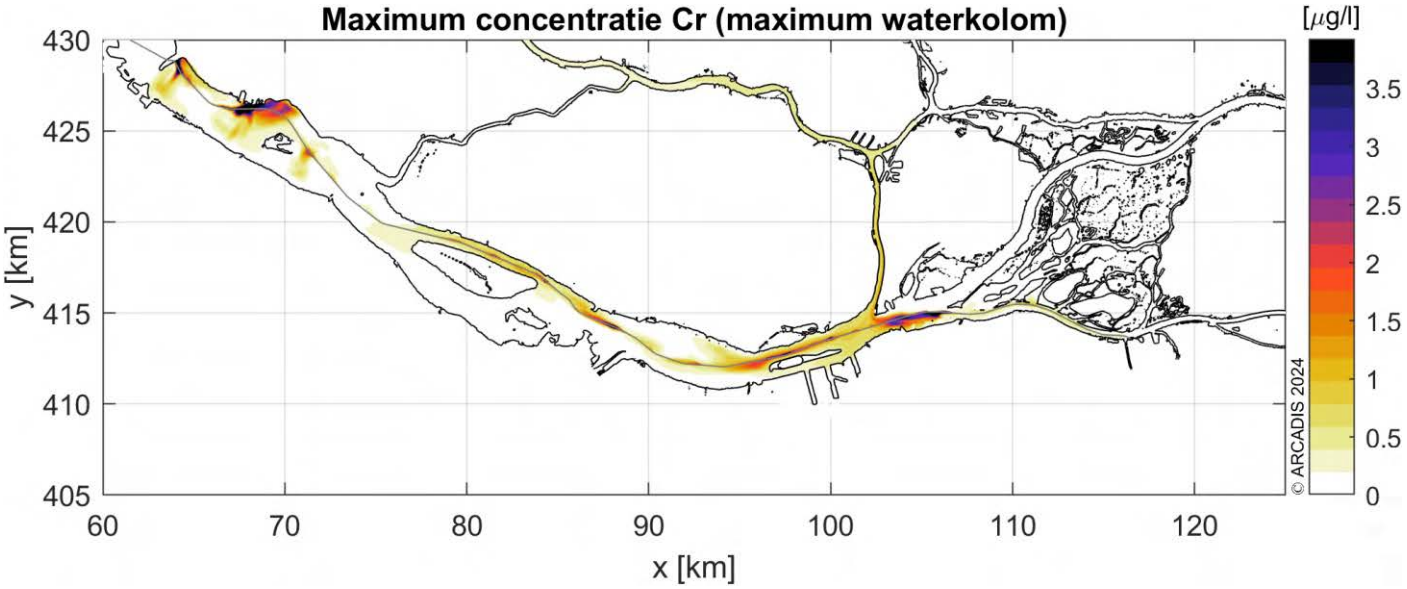
Cadmium – scenario 1 (Q1000 m^3/s)



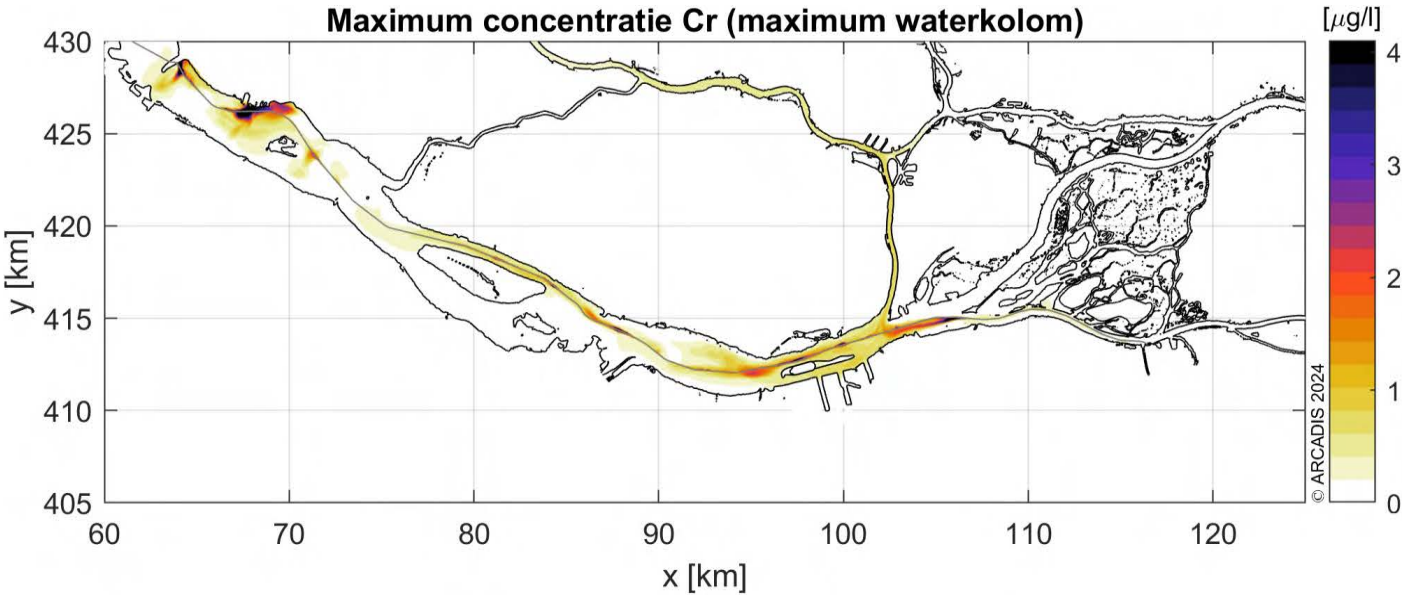
Cadmium – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



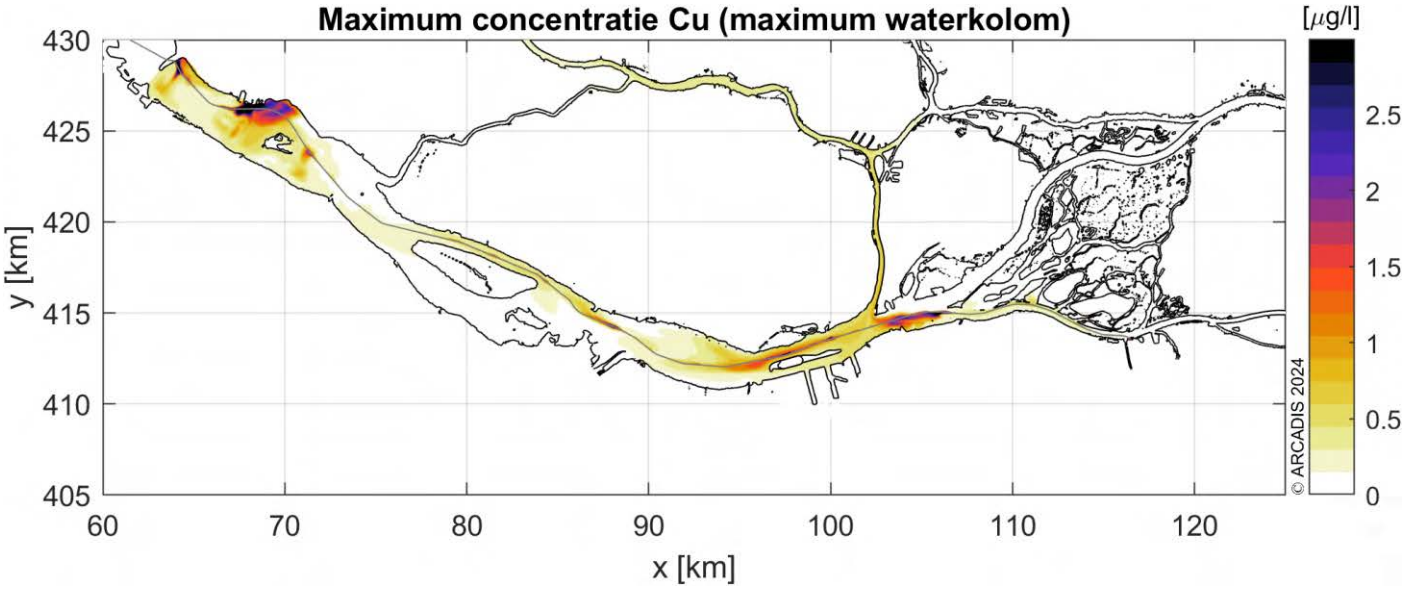
Chroom – scenario 1 (Q1000 m^3/s)



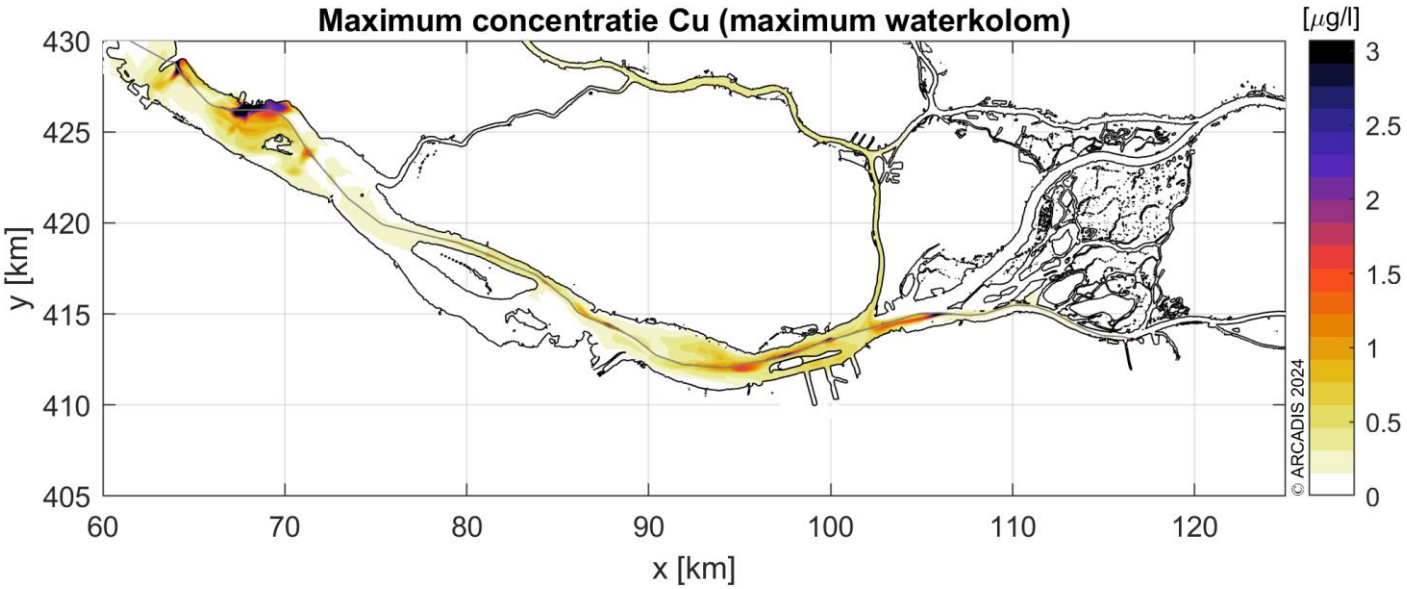
Chroom – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



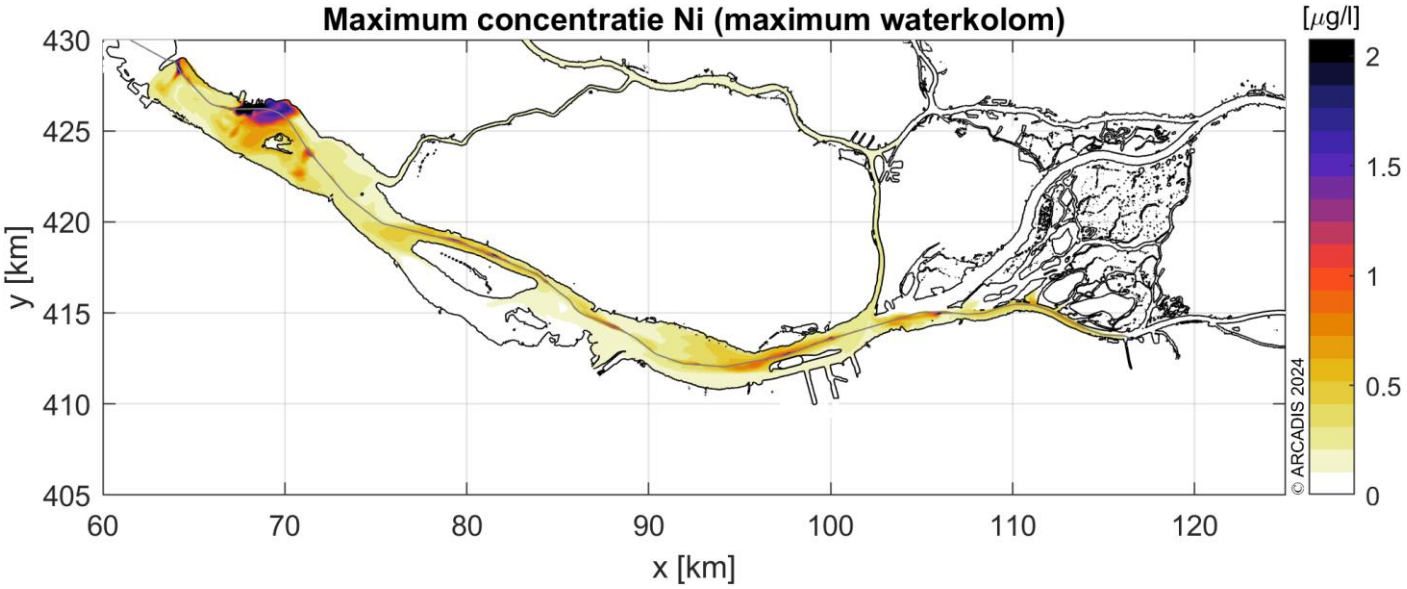
Koper - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



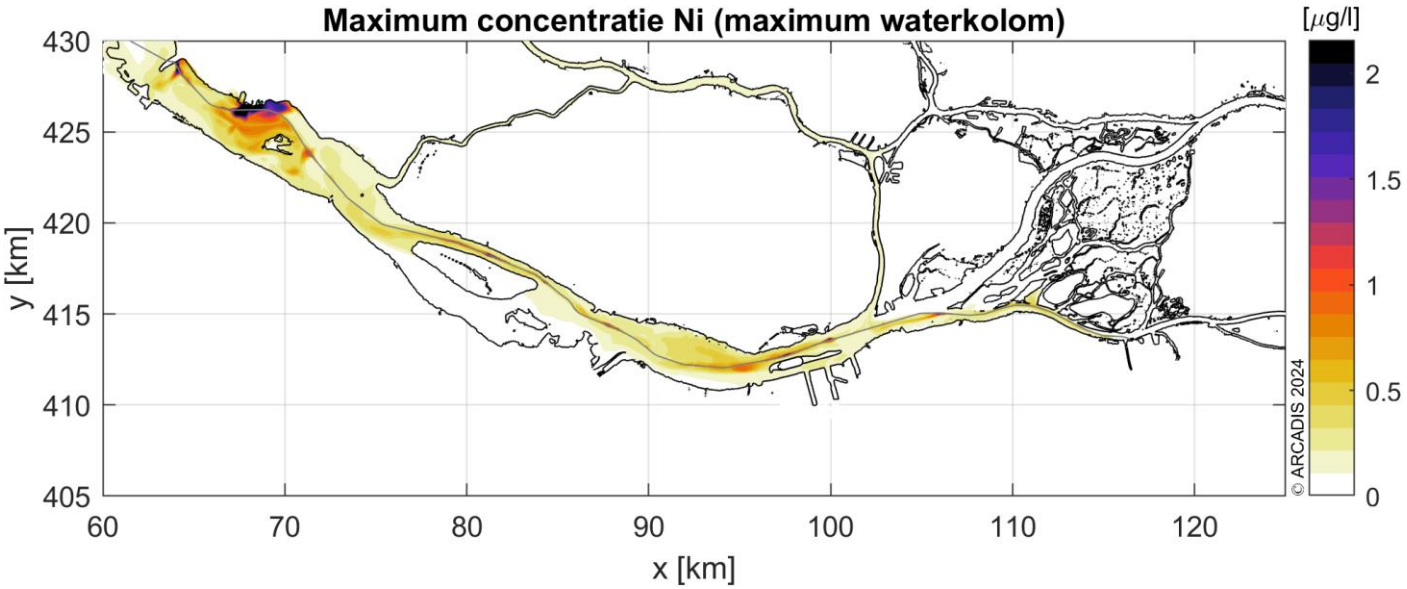
Koper - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



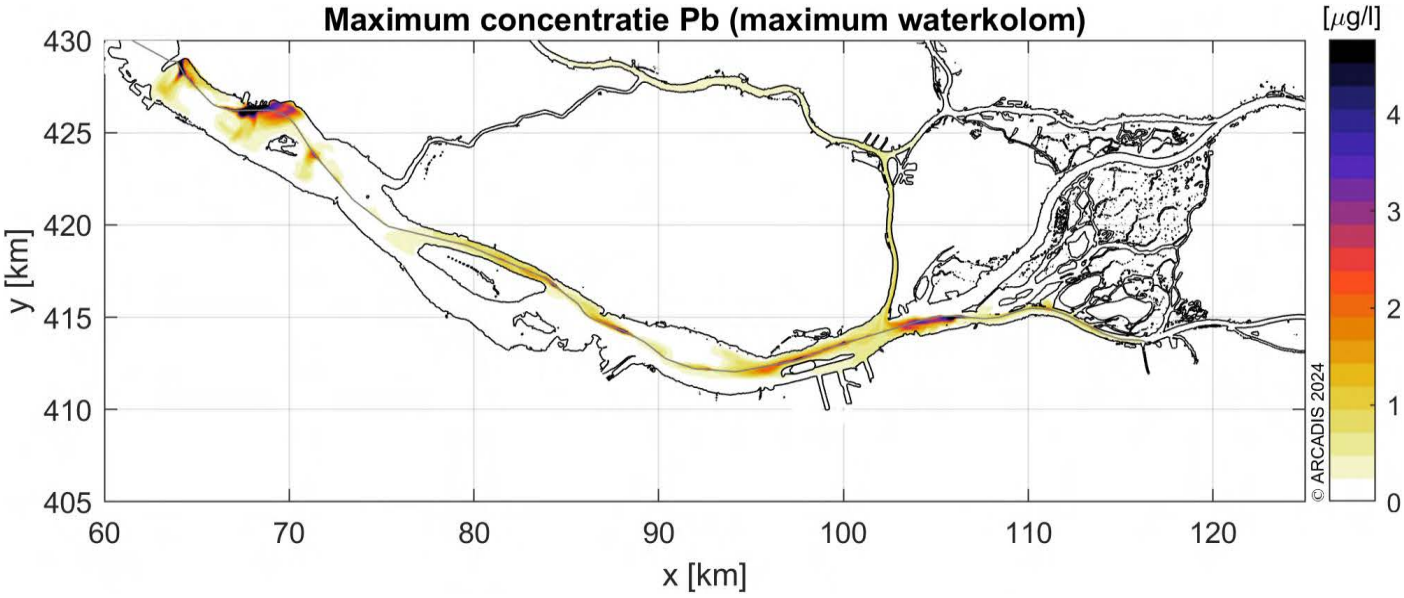
Nikkel - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



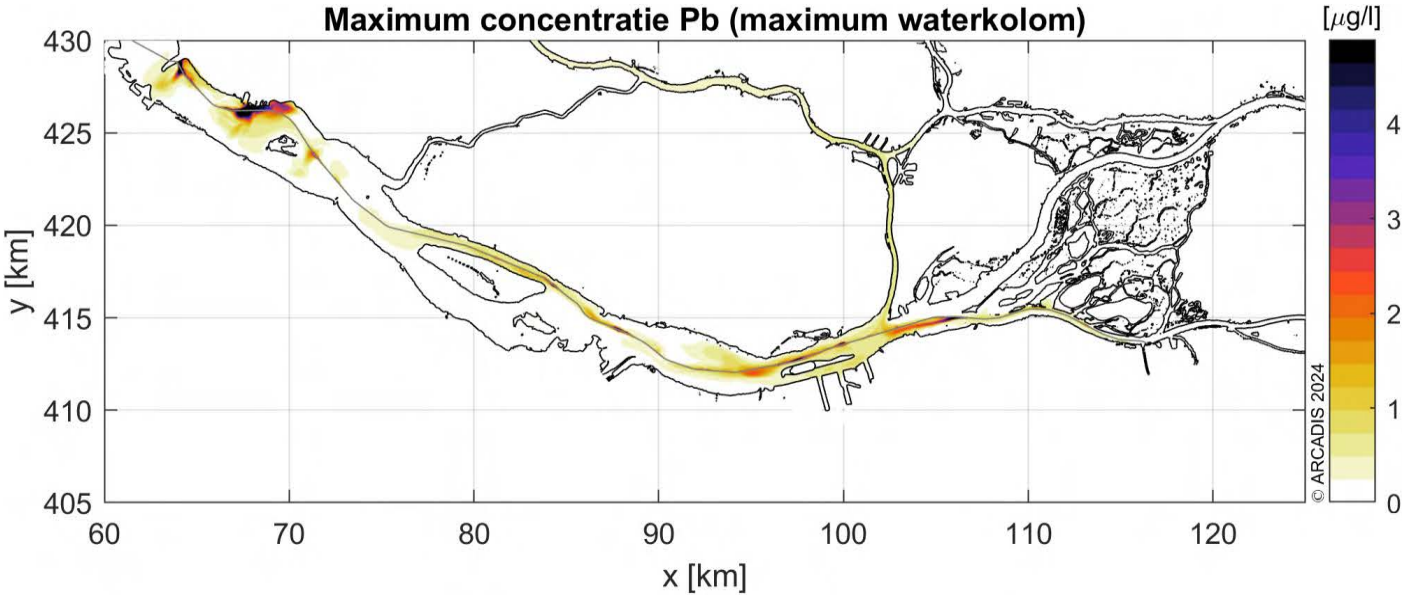
Nikkel - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



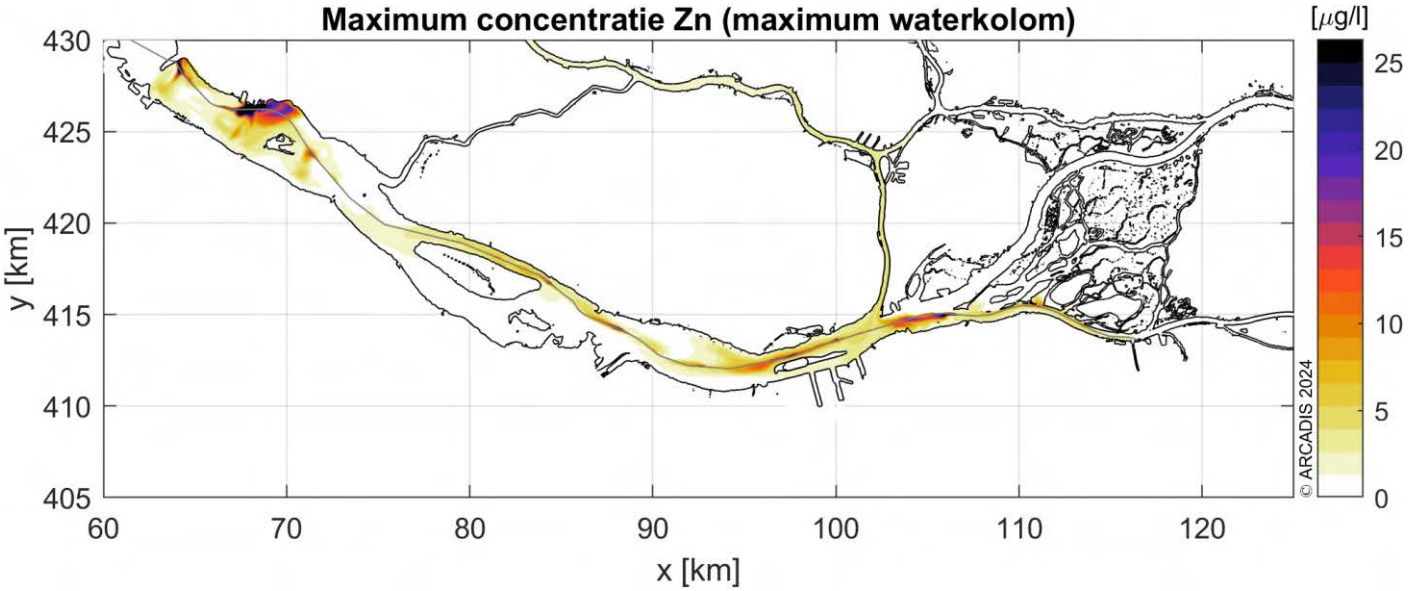
Lood - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



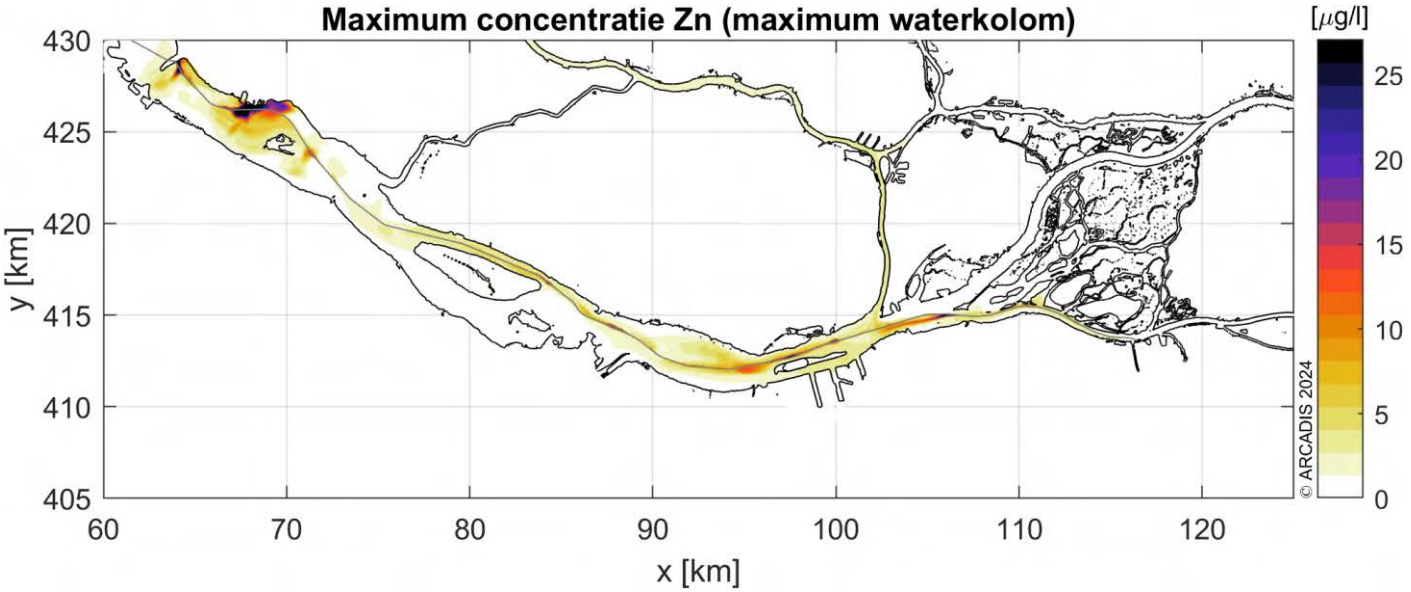
Lood - scenario 1 (Q1800 m^3/s)



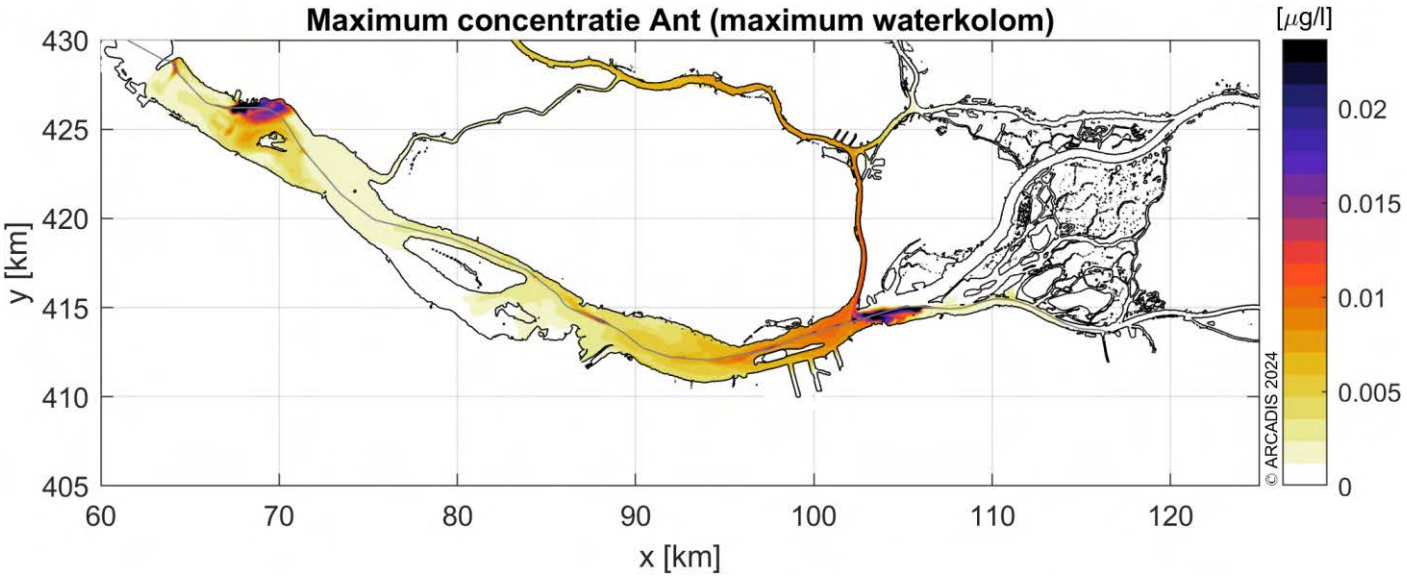
Zink - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



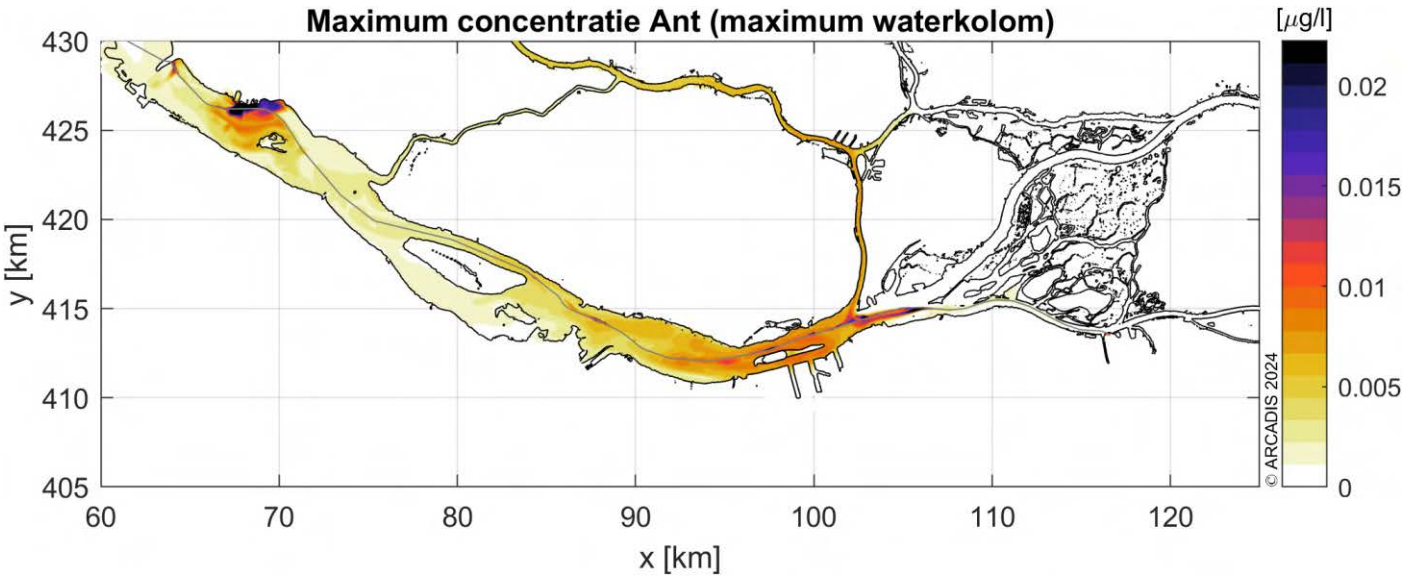
Zink - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



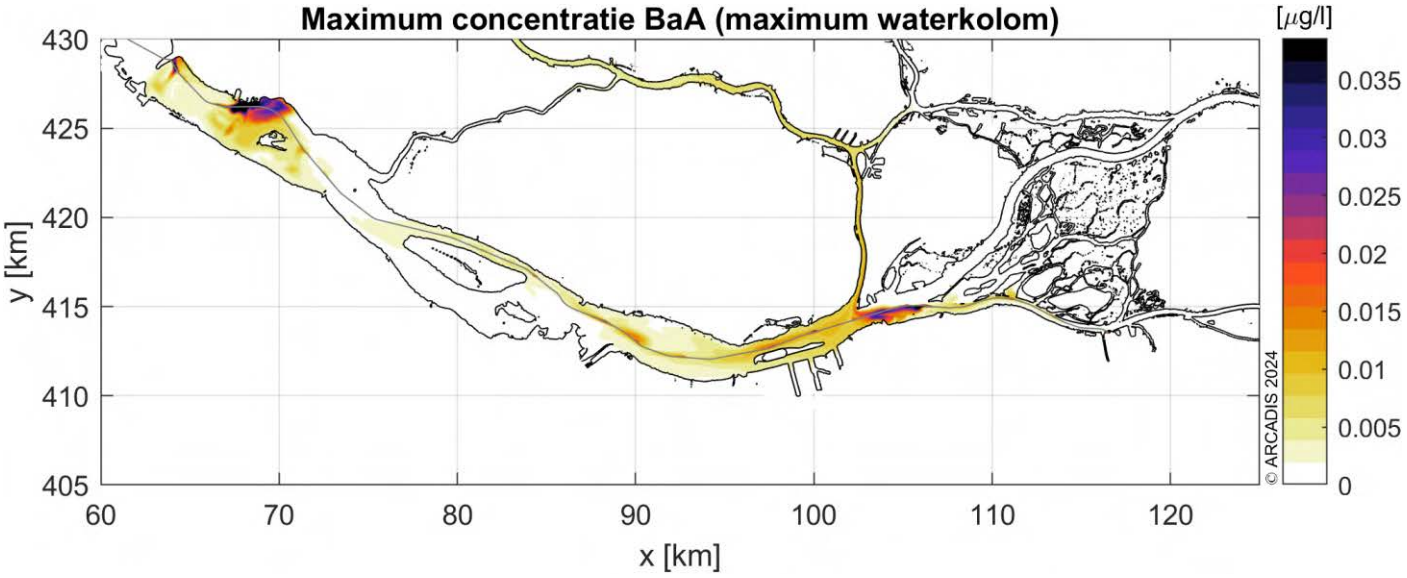
Antraceen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



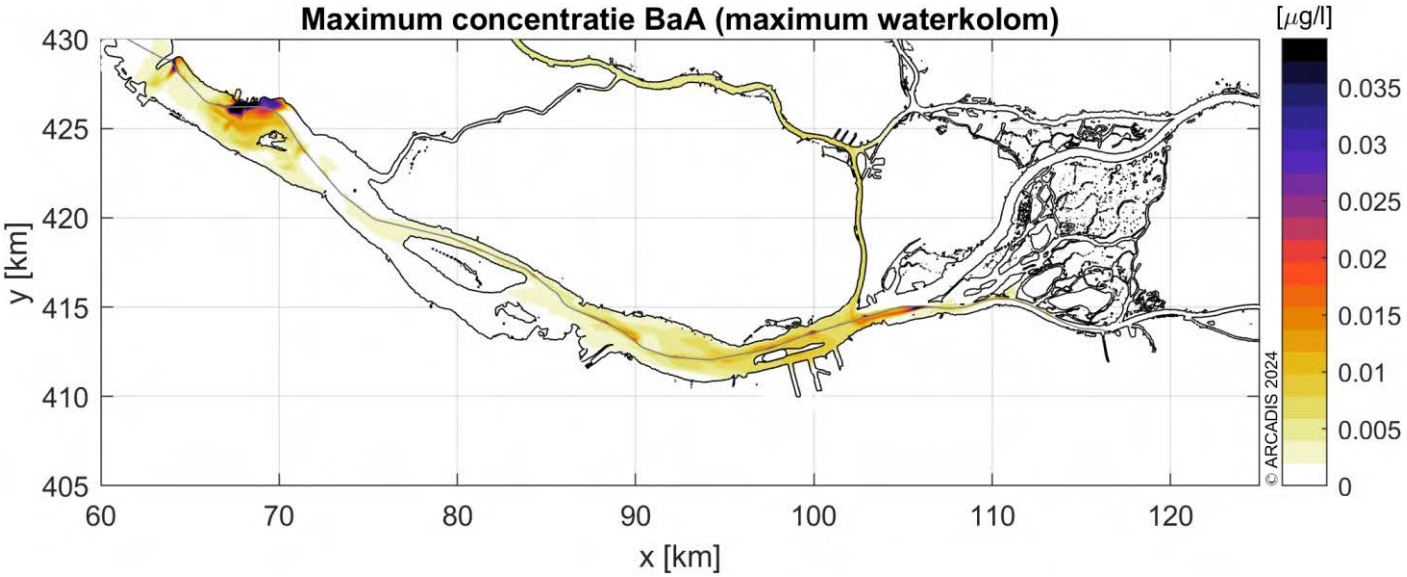
Antraceen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



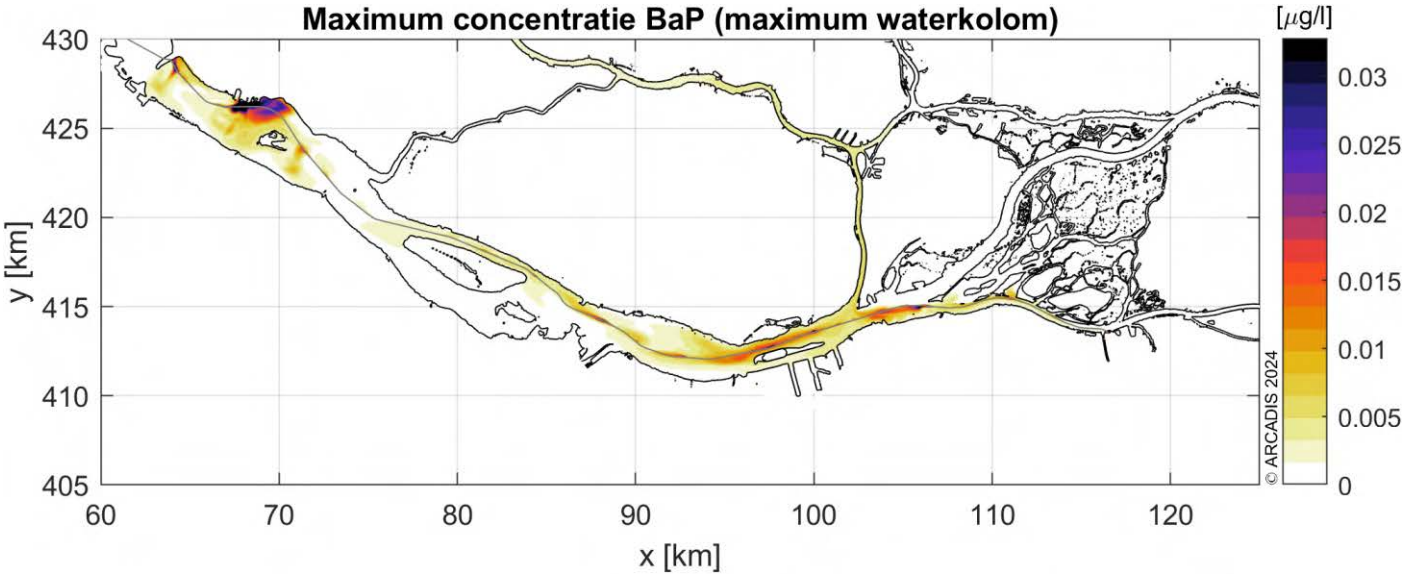
Benzo(a)antraceen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



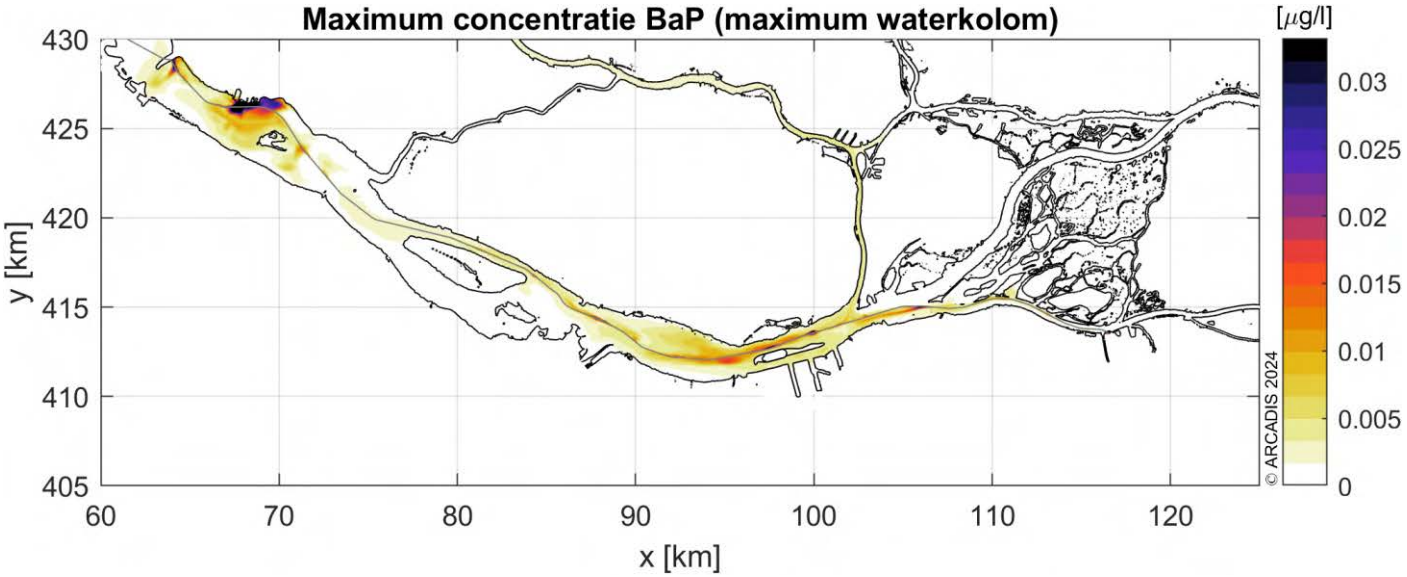
Benzo(a)antraceen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



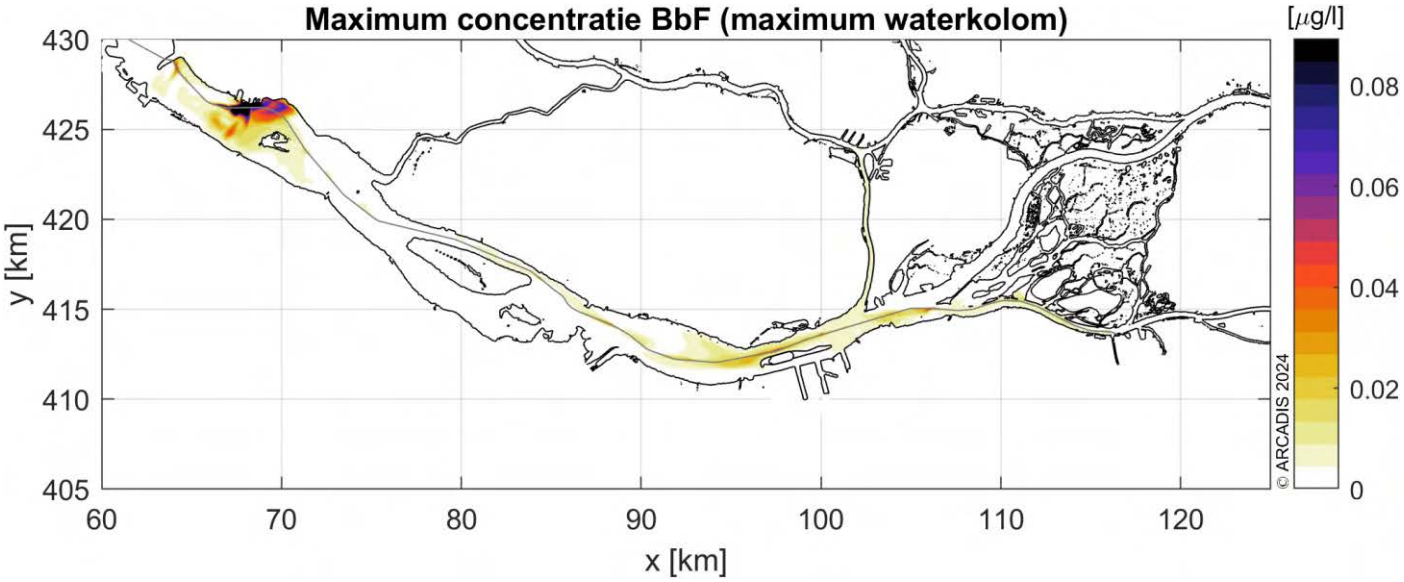
Benzo(a)pyreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



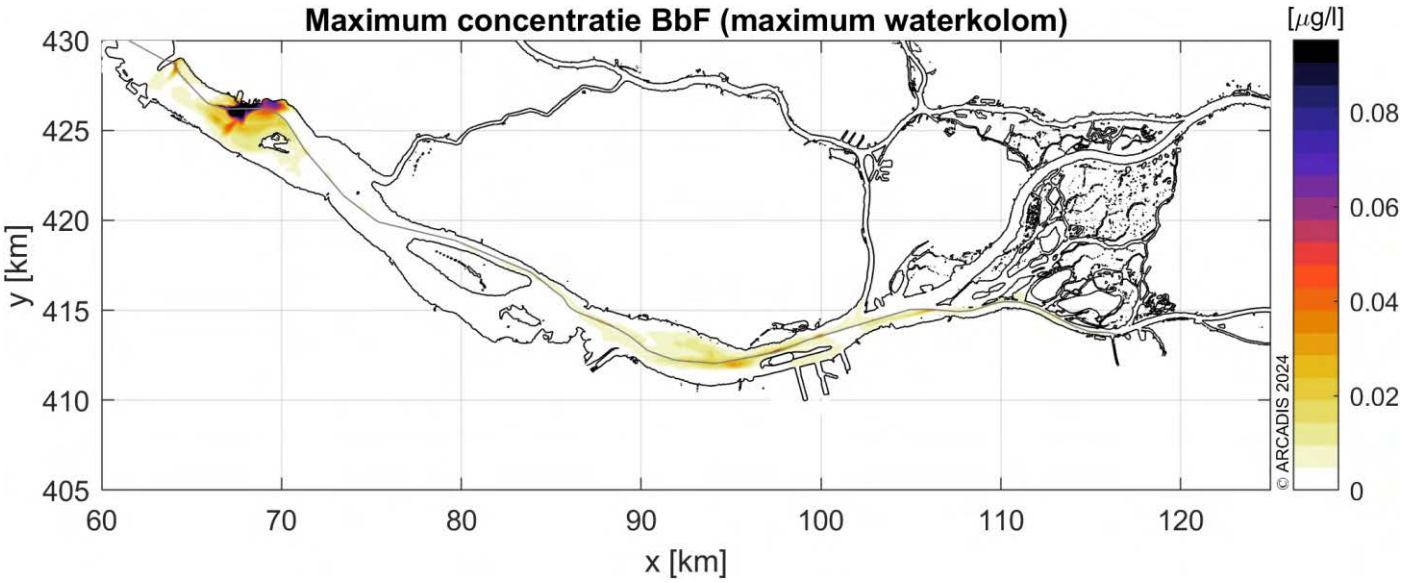
Benzo(a)pyreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



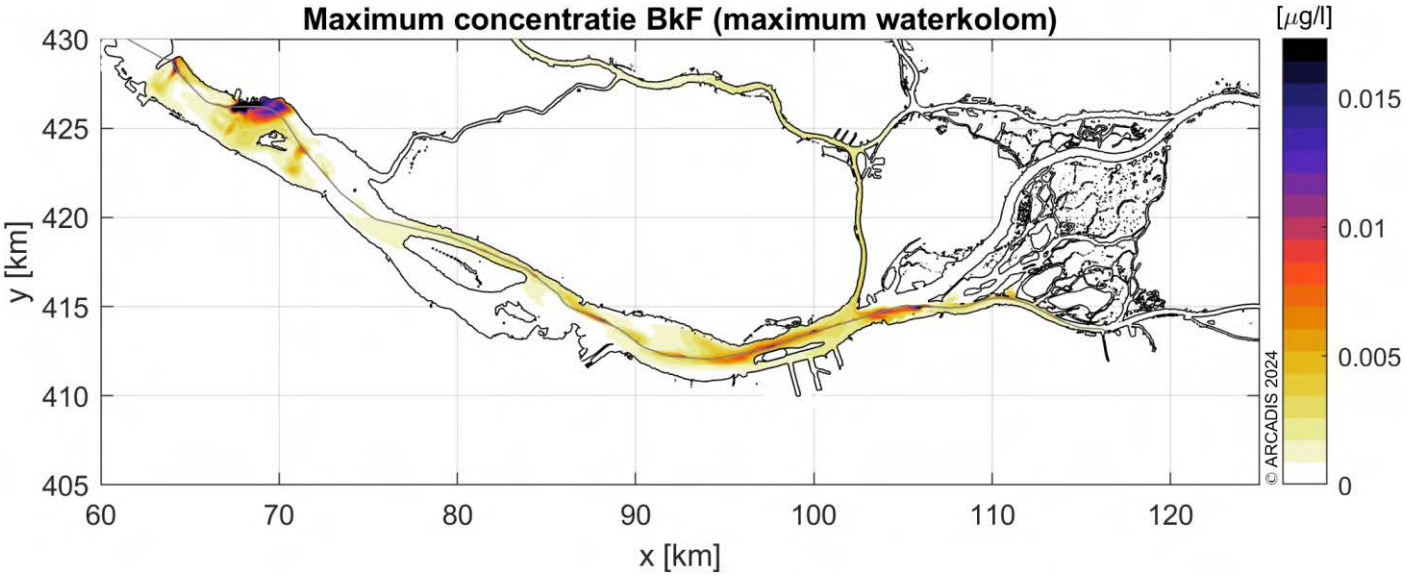
Benzo(b)fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



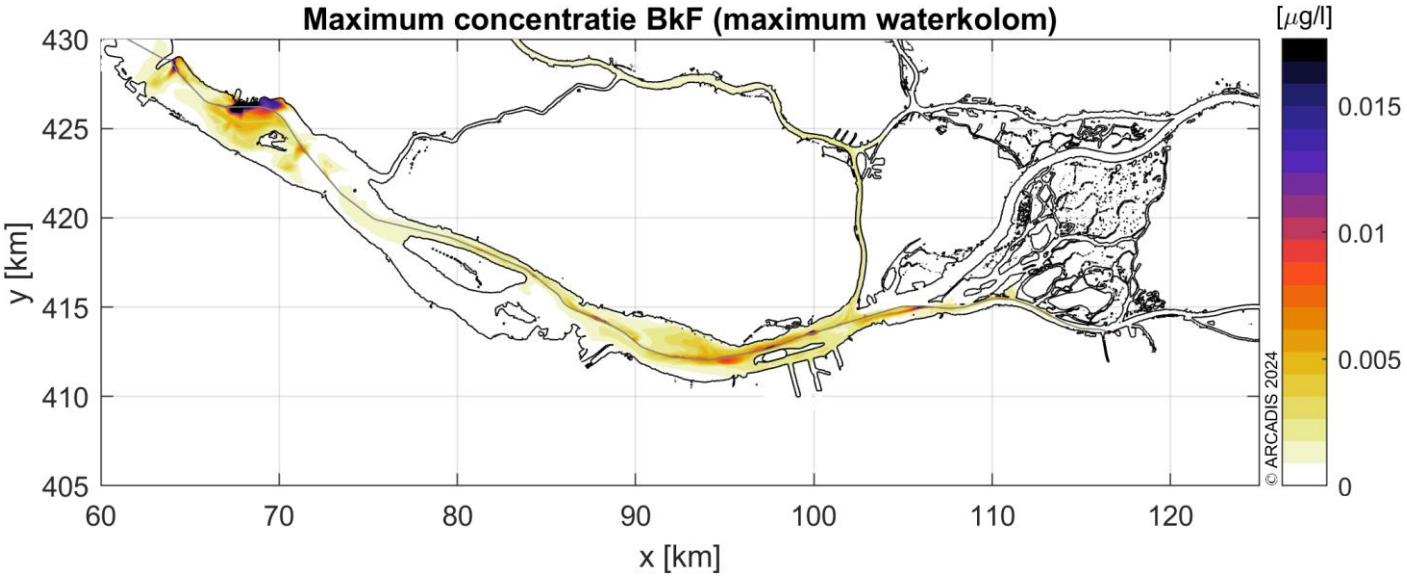
Benzo(b)fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



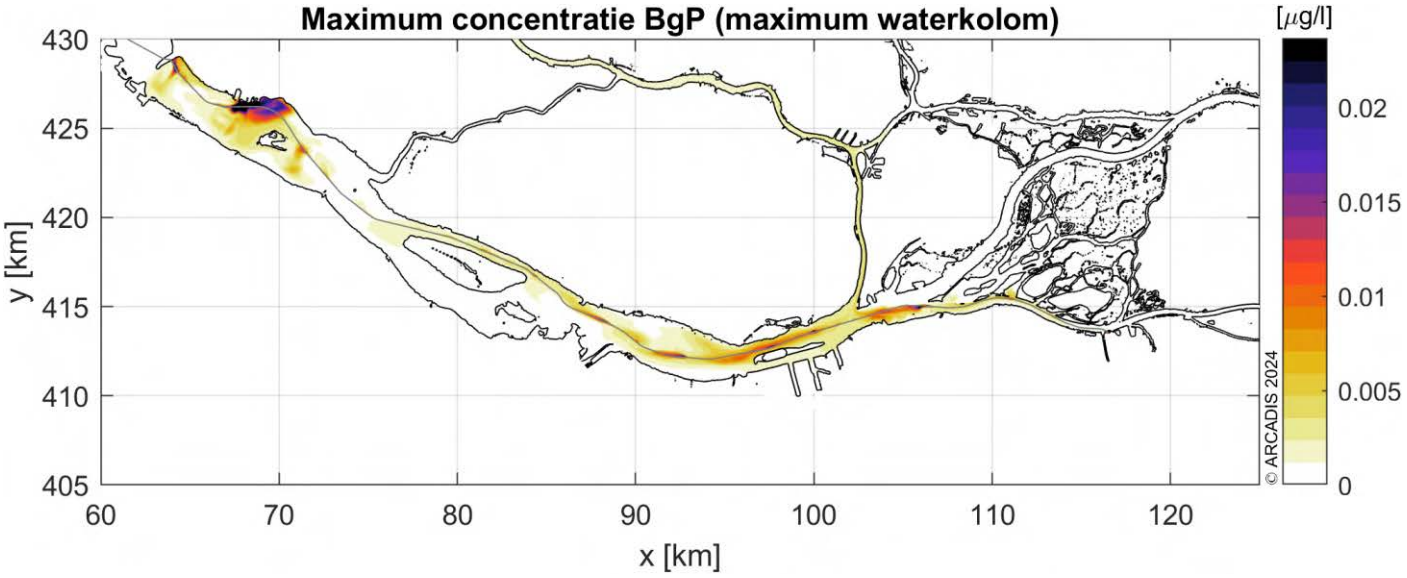
Benzo(k)fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



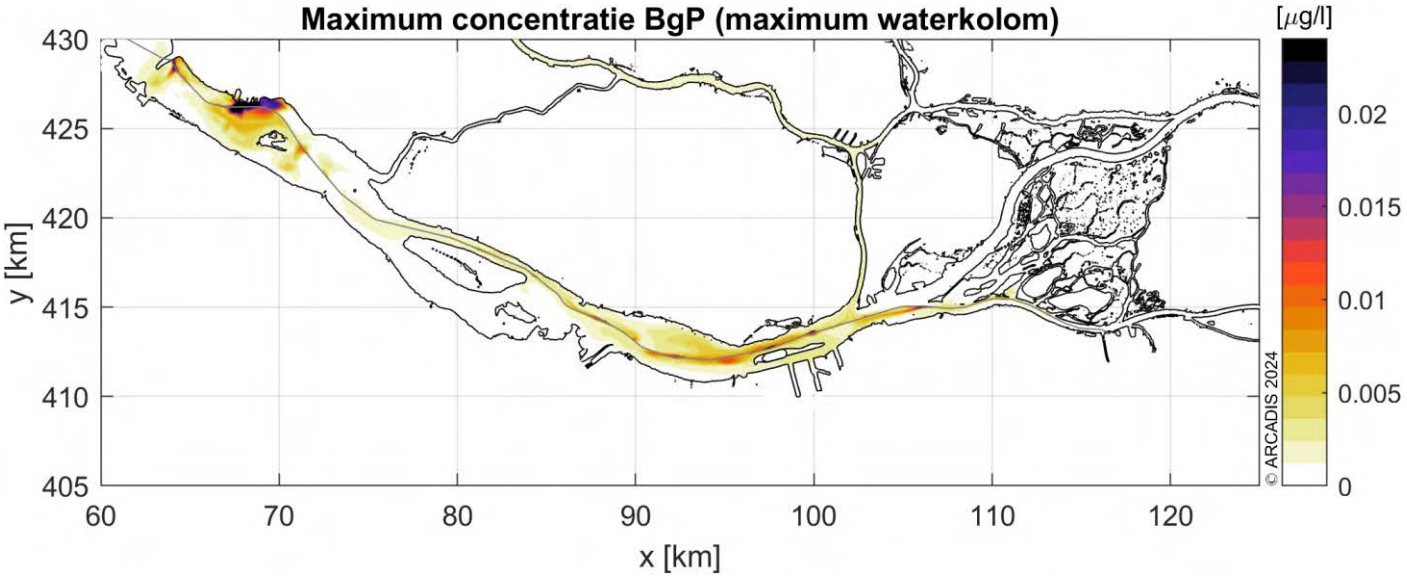
Benzo(k)fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



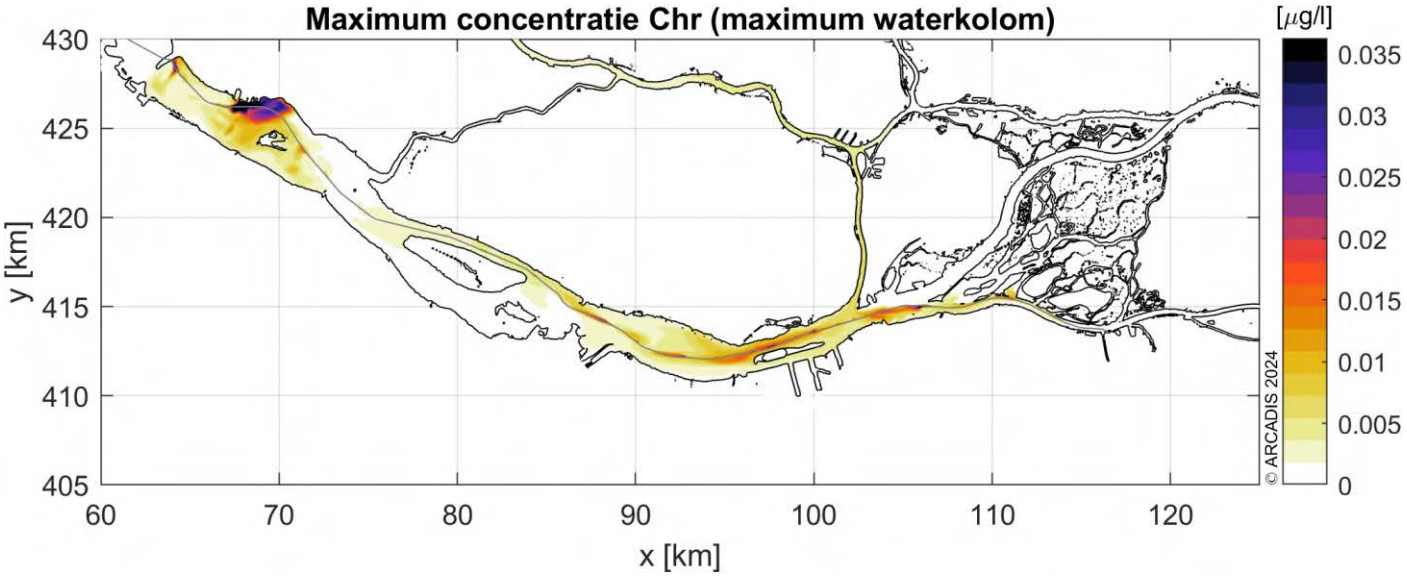
Benzo(ghi)peryleen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



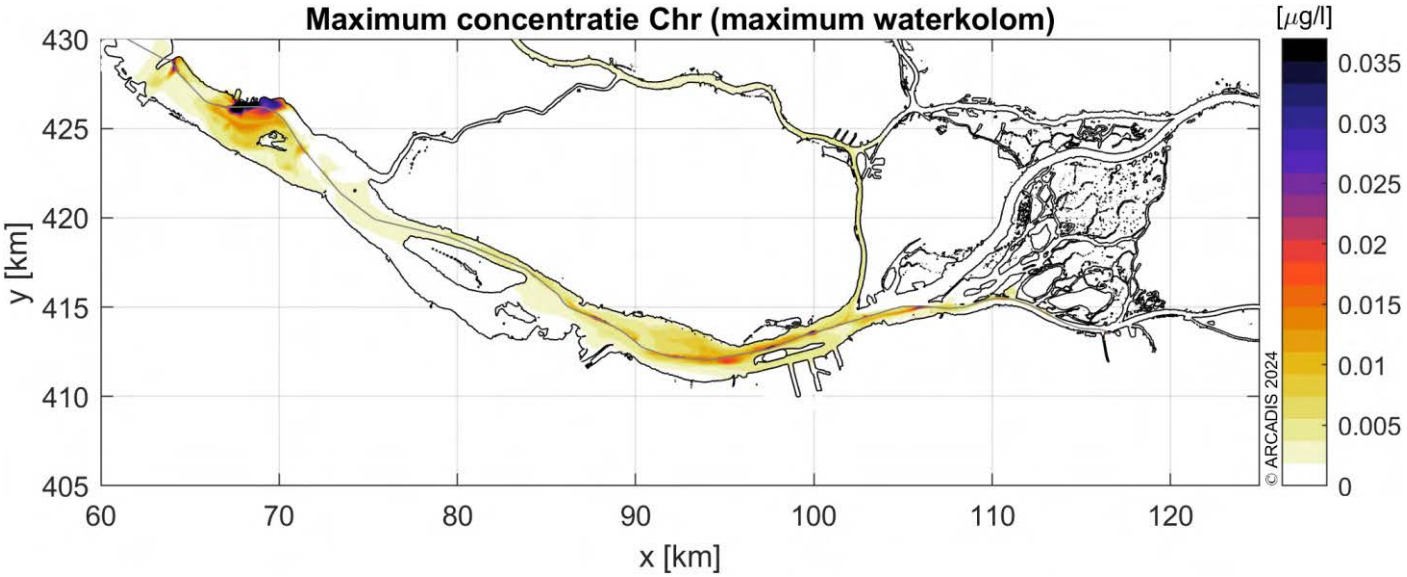
Benzo(ghi)peryleen – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



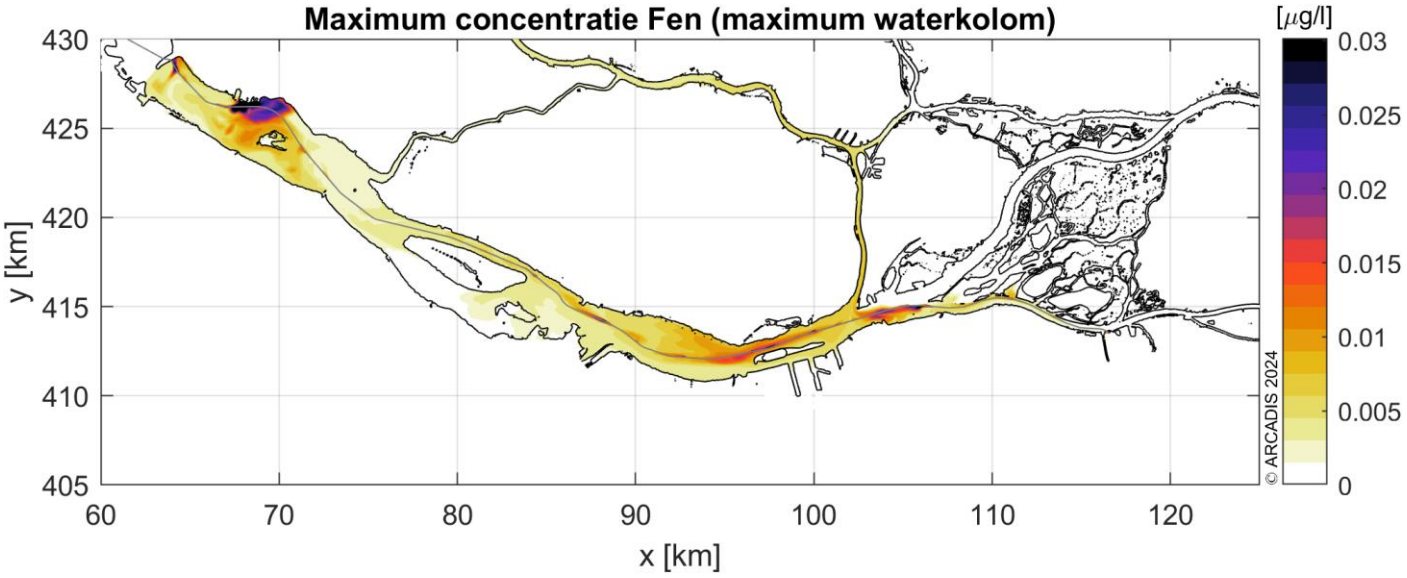
Chryseen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



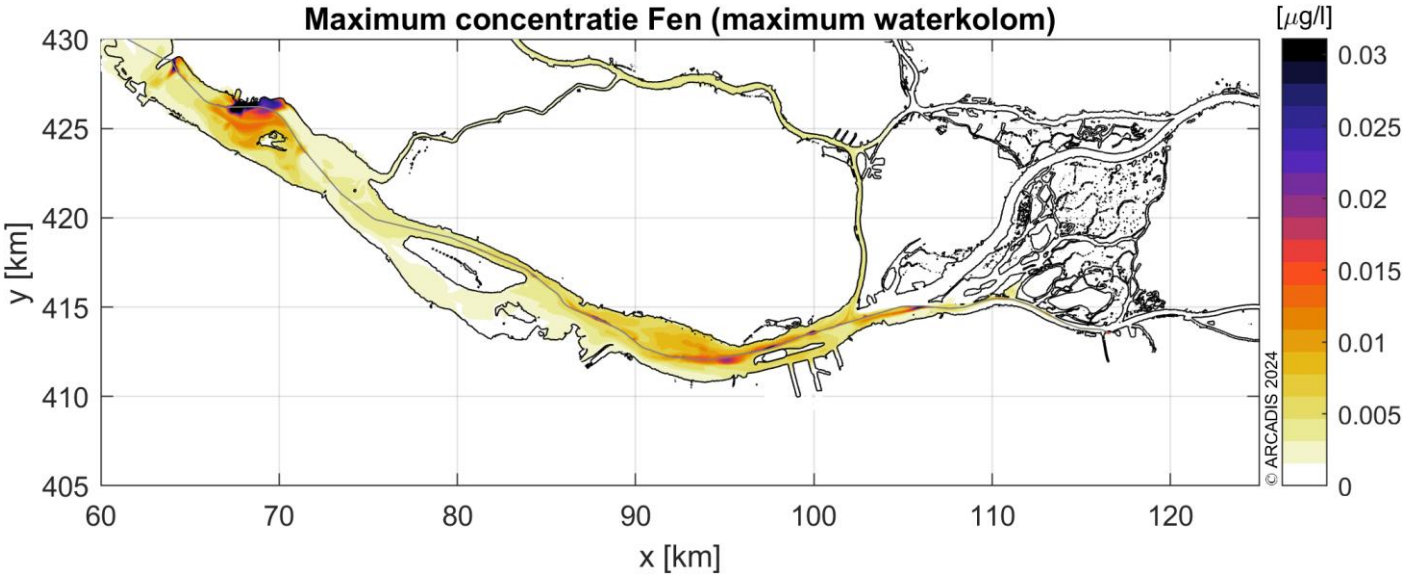
Chryseen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



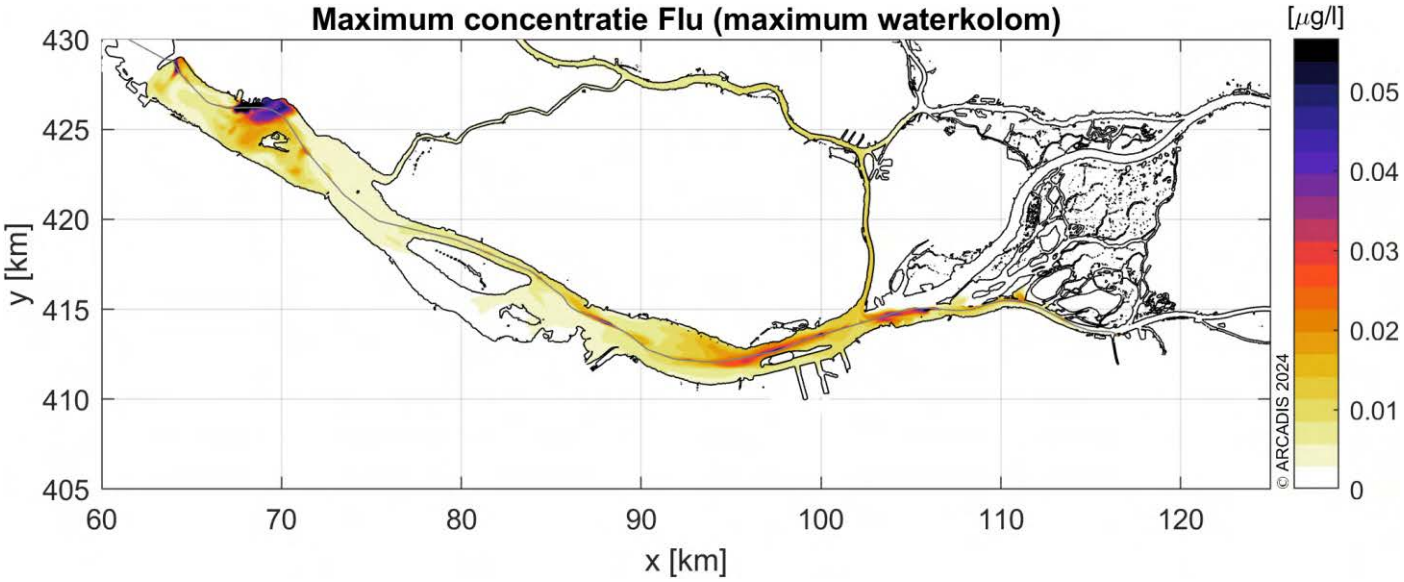
Fenantreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



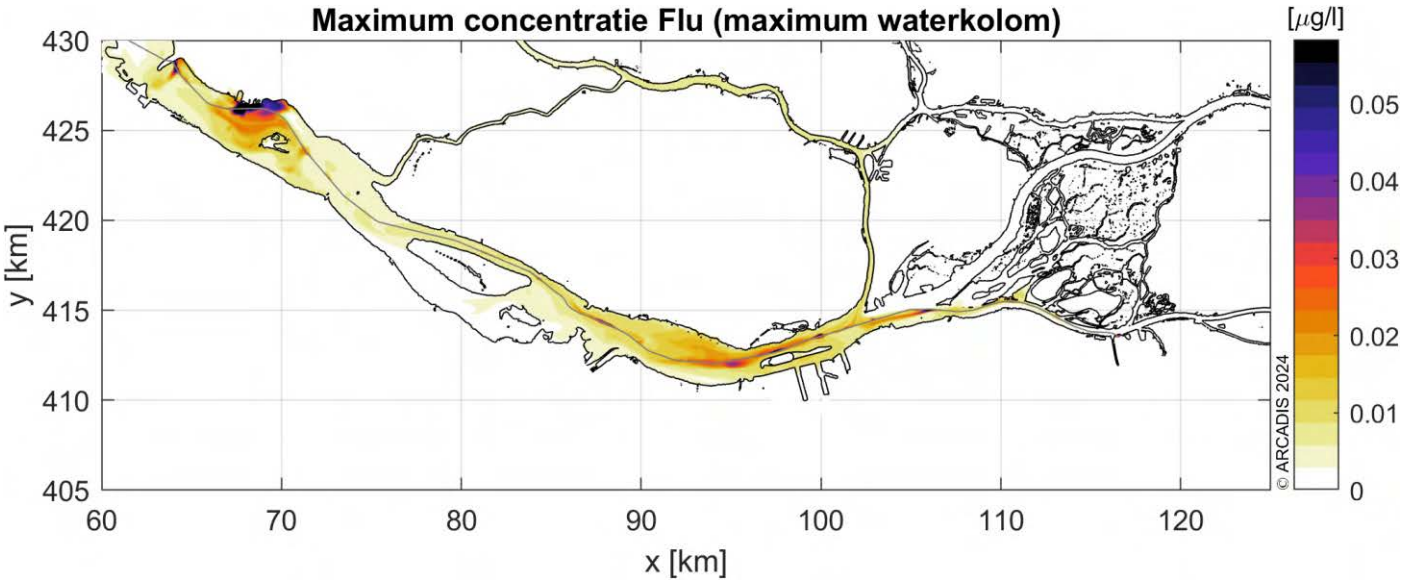
Fenantreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



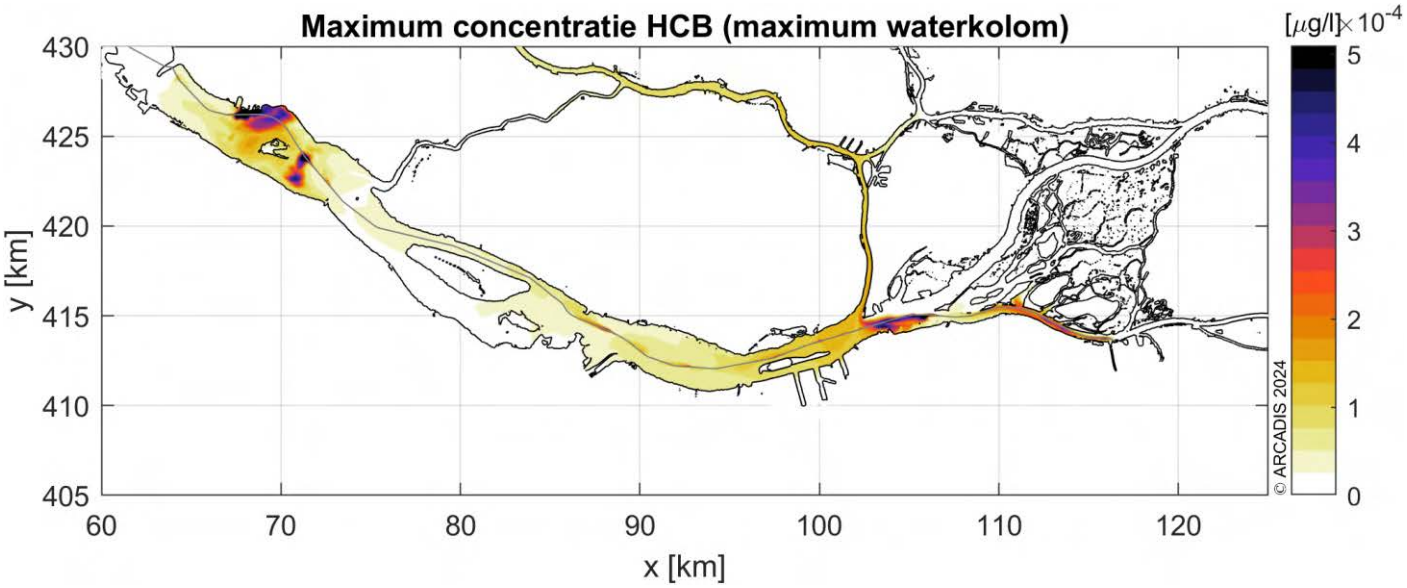
Fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



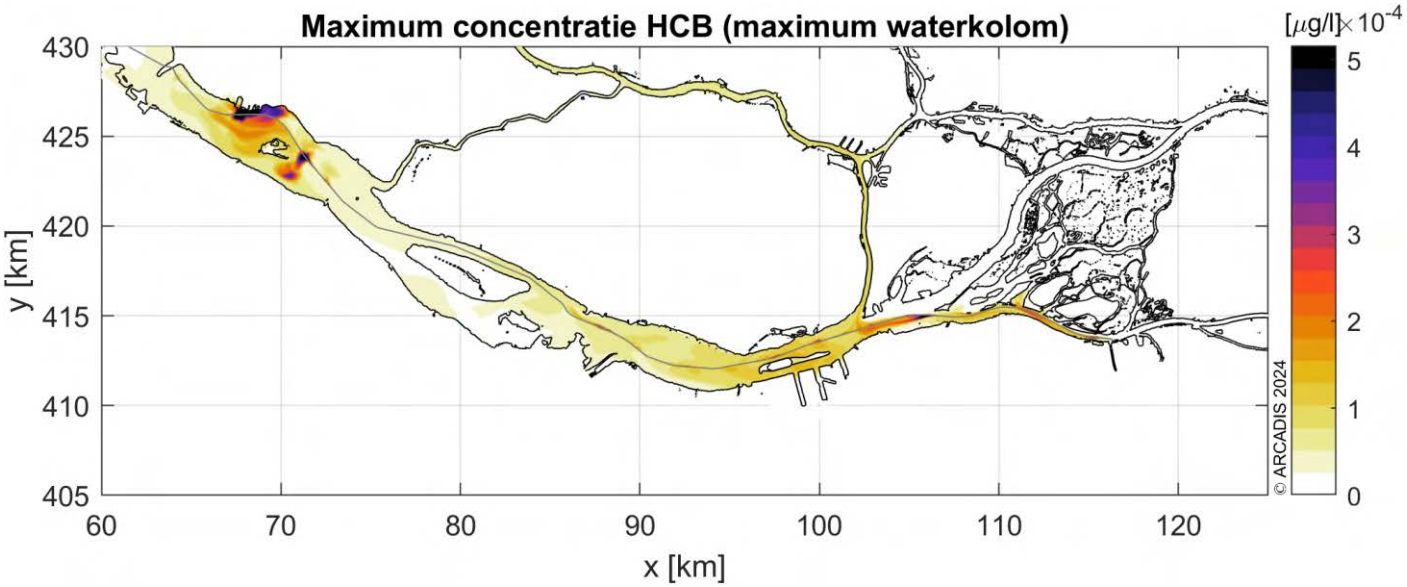
Fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



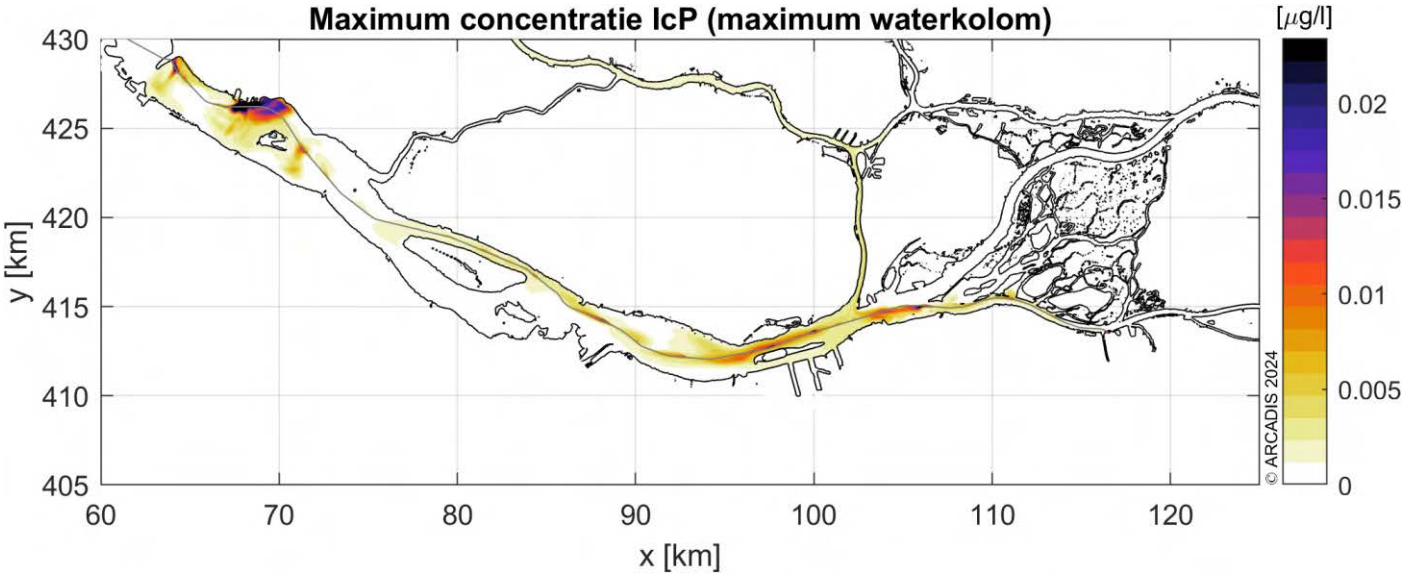
Hexachloorbenzeen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



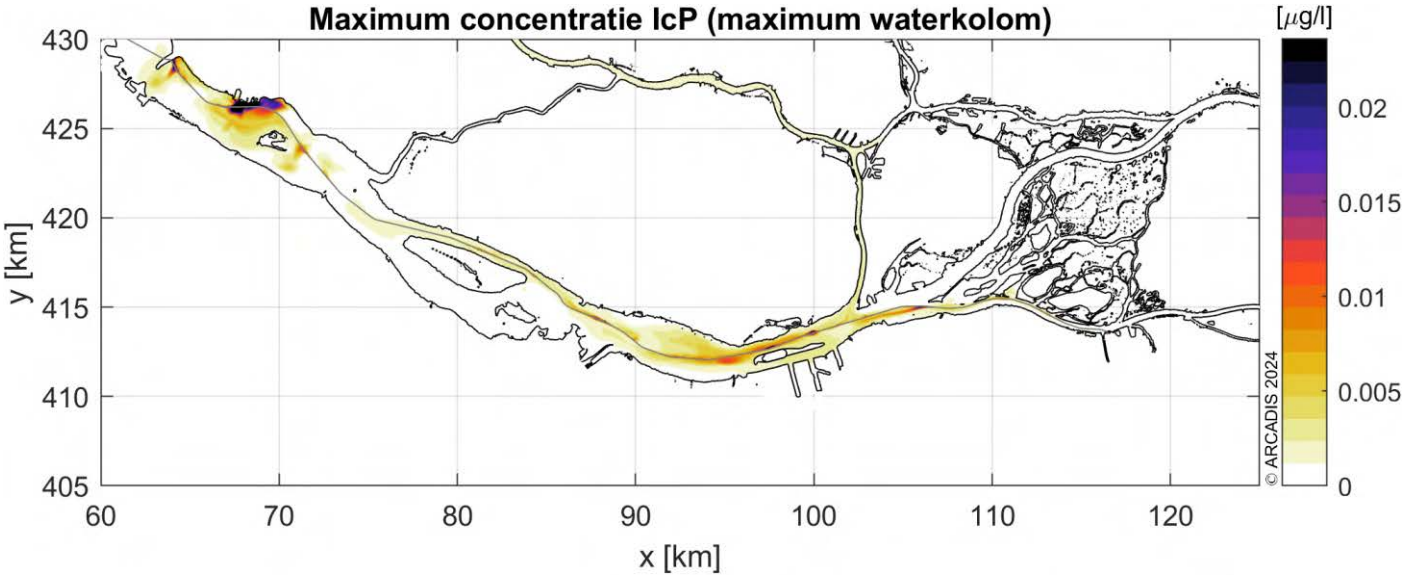
Hexachloorbenzeen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



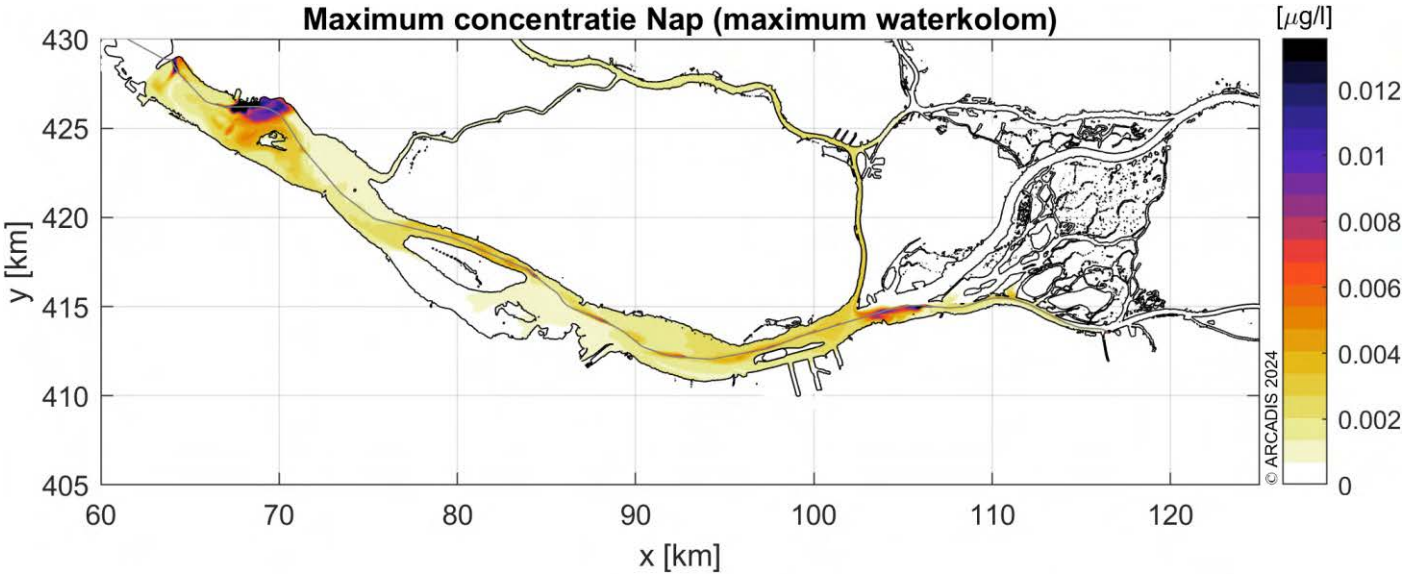
Indeno(1,2,3-cd)pyreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



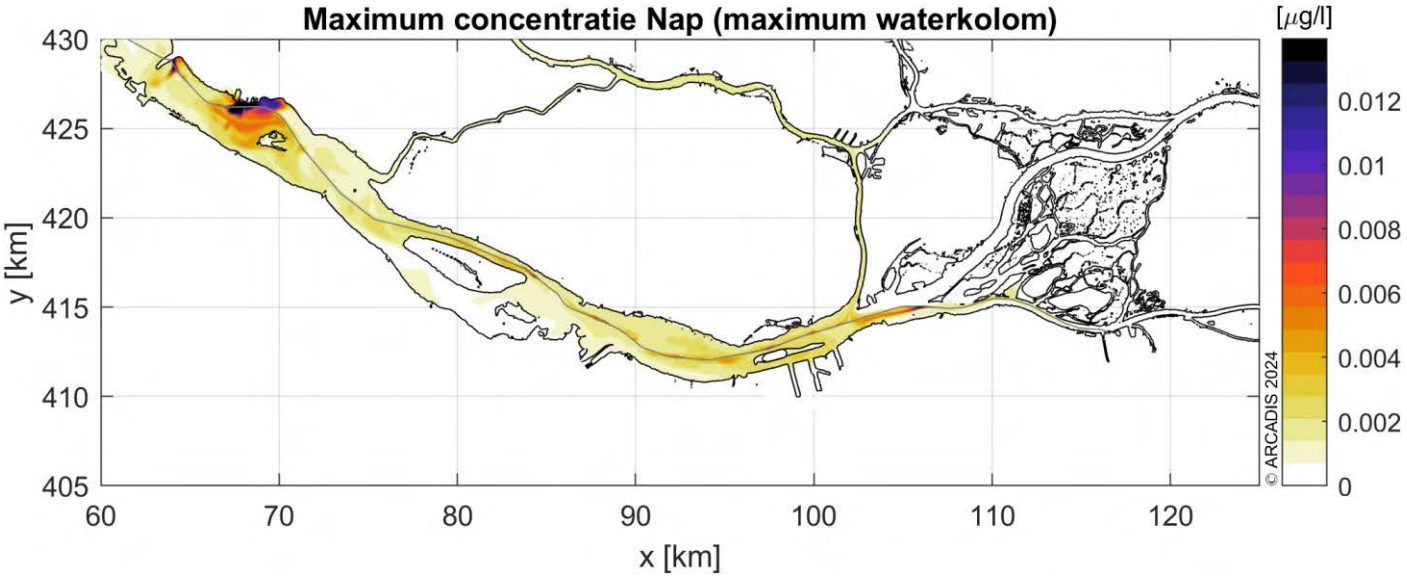
Indeno(1,2,3-cd)pyreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



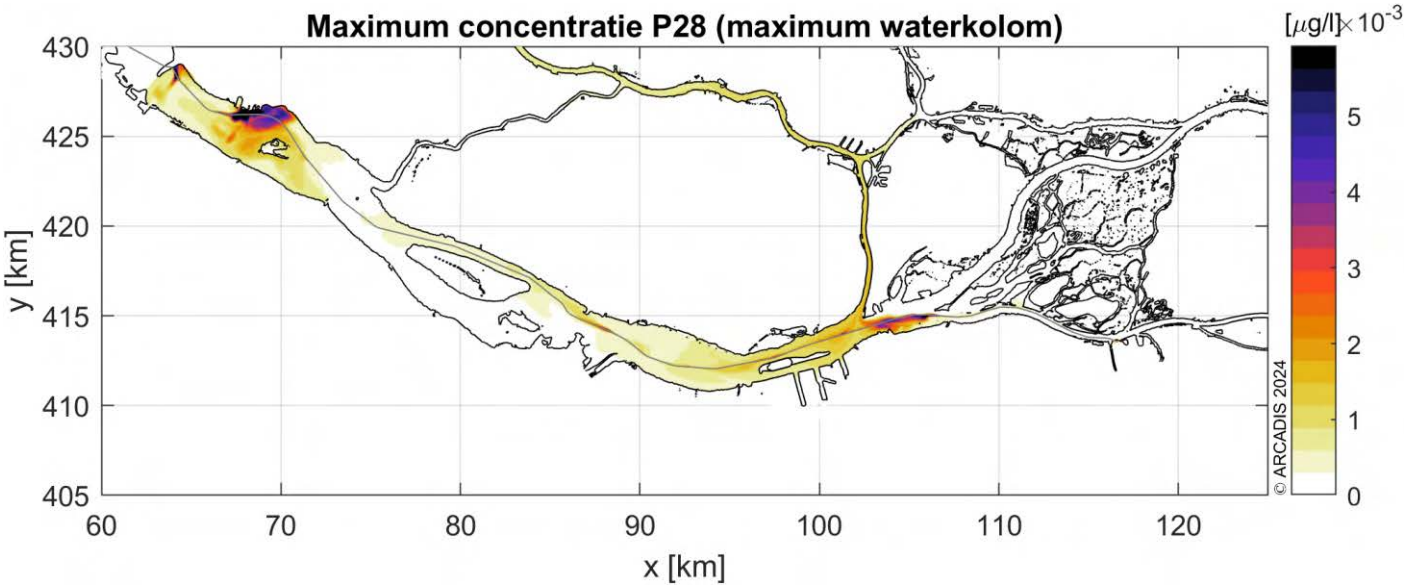
Naftaleen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



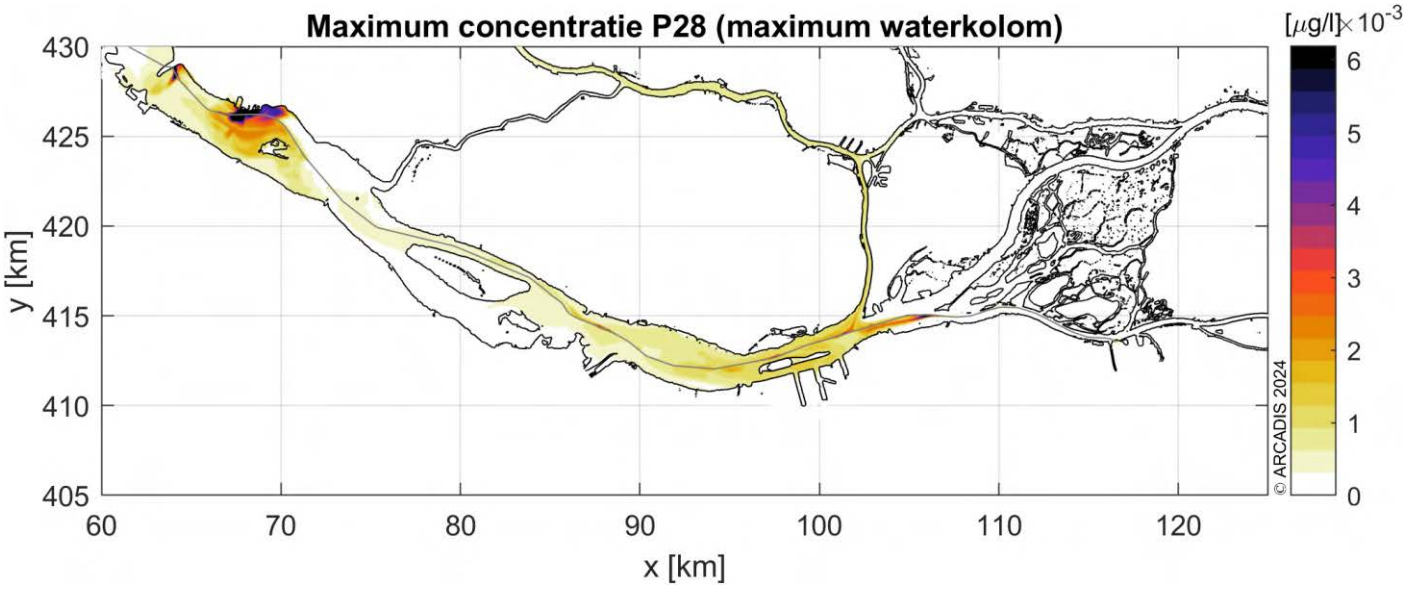
Naftaleen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



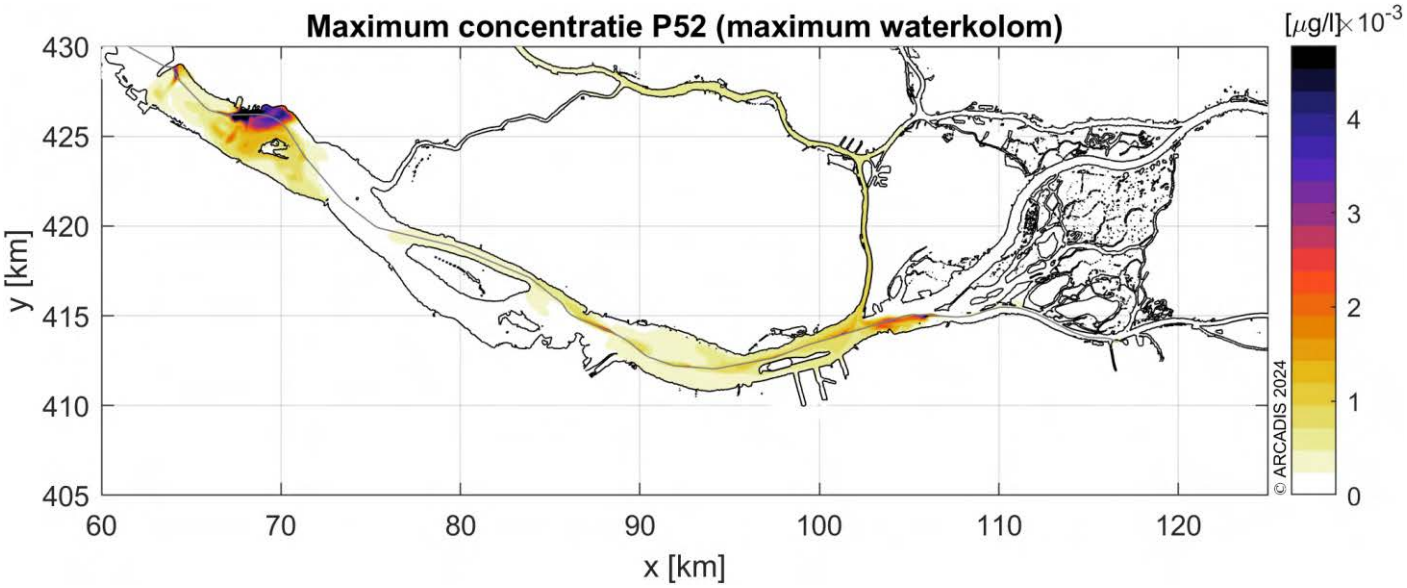
PCB 28 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



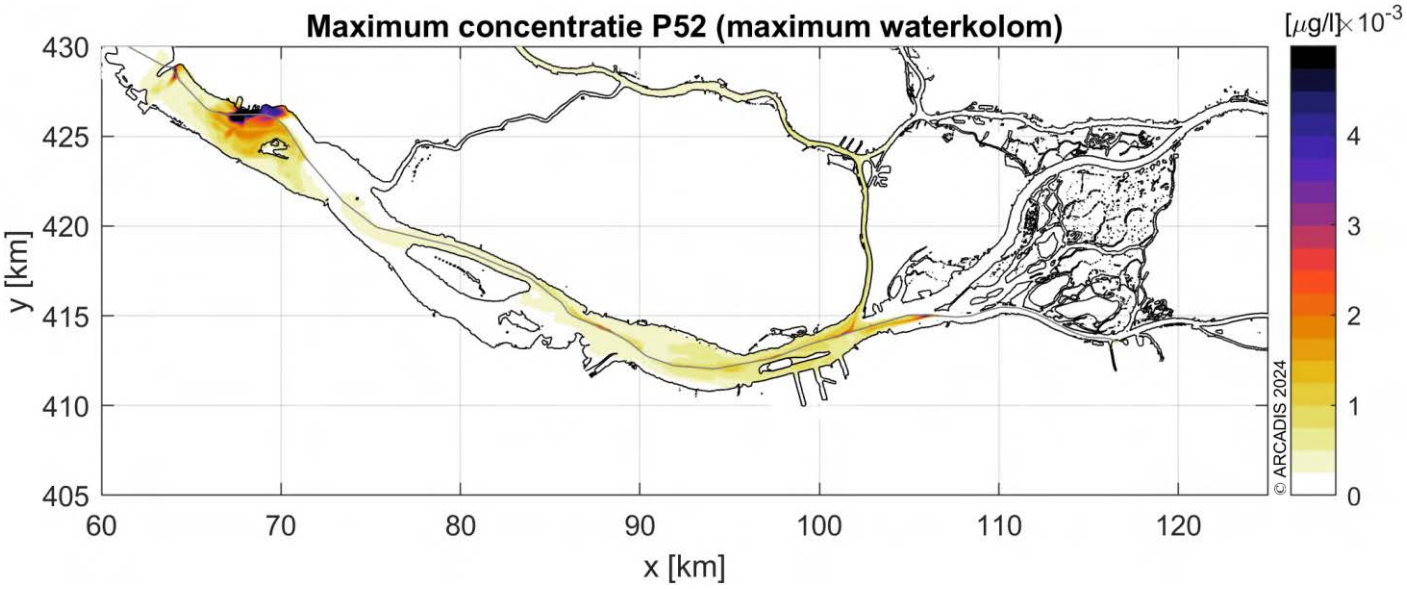
PCB 28 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



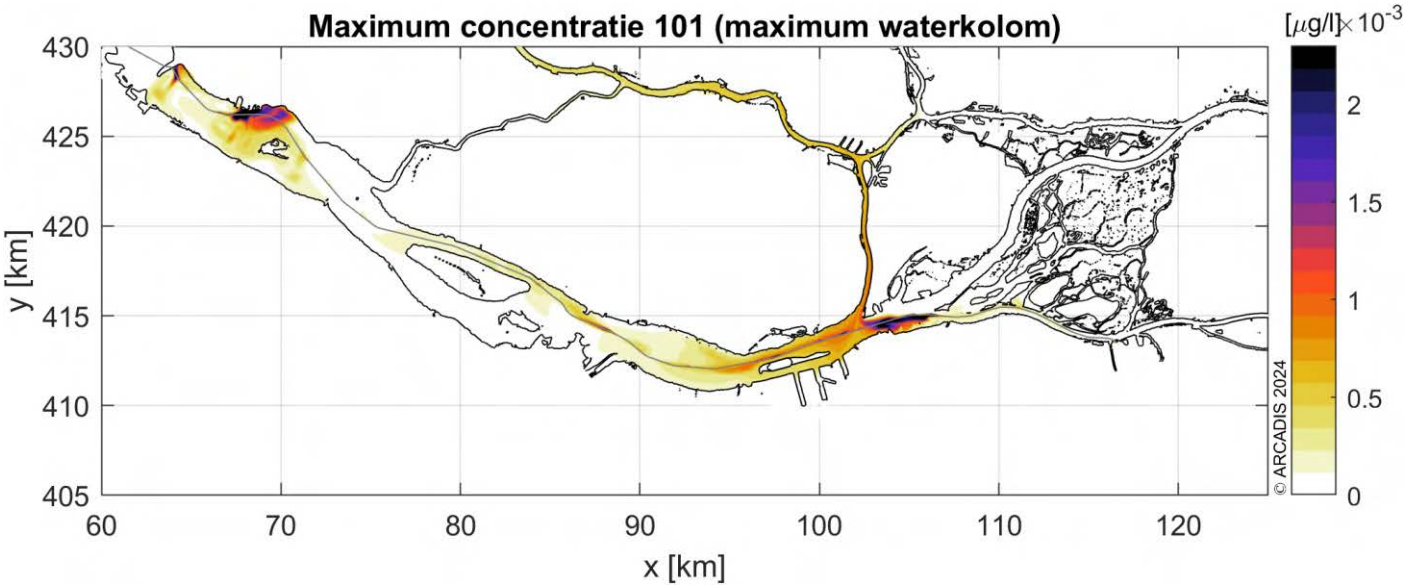
PCB 52 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



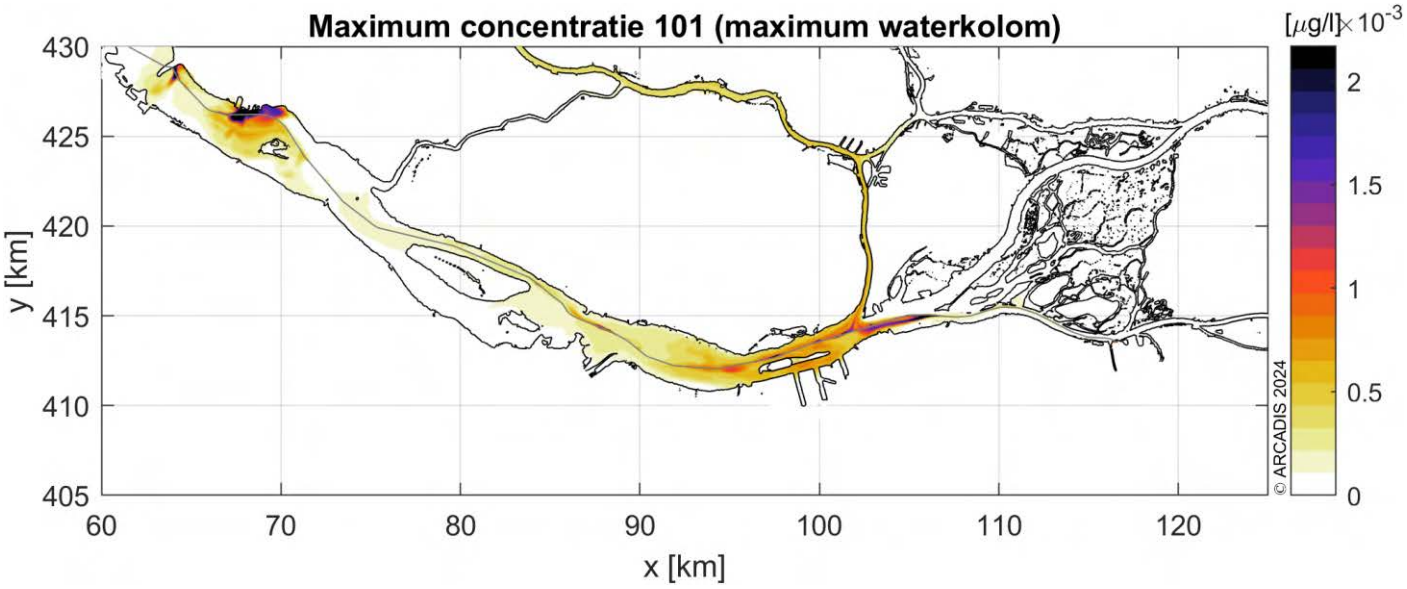
PCB 52 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



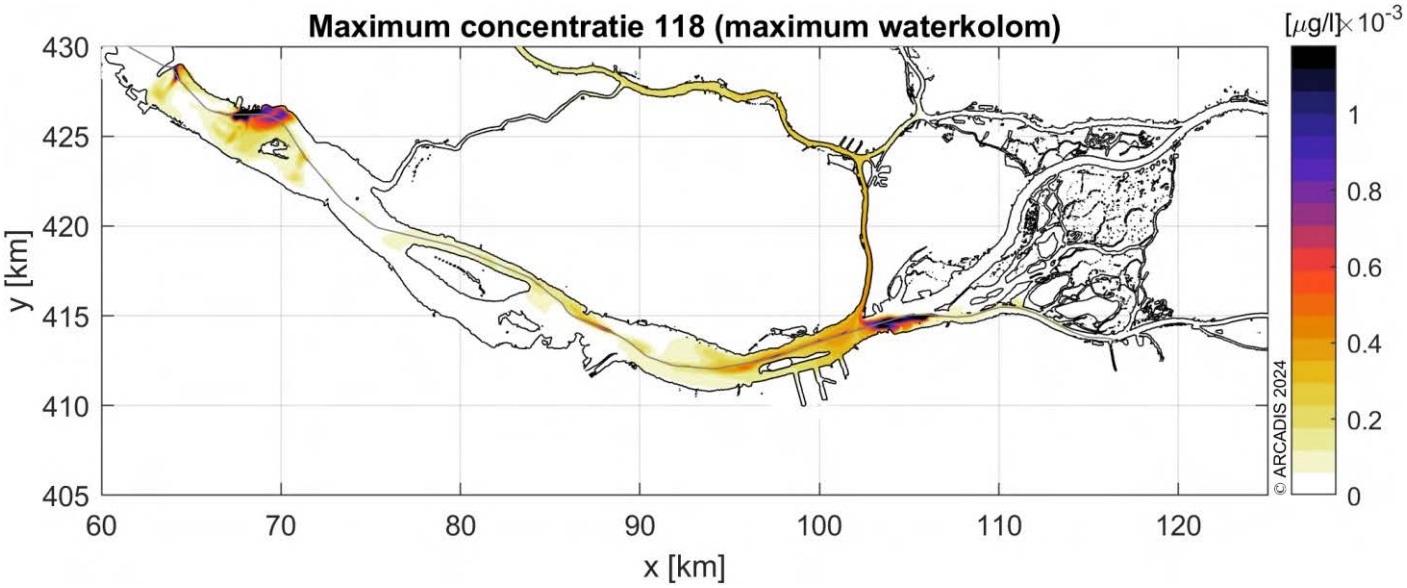
PCB 101 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



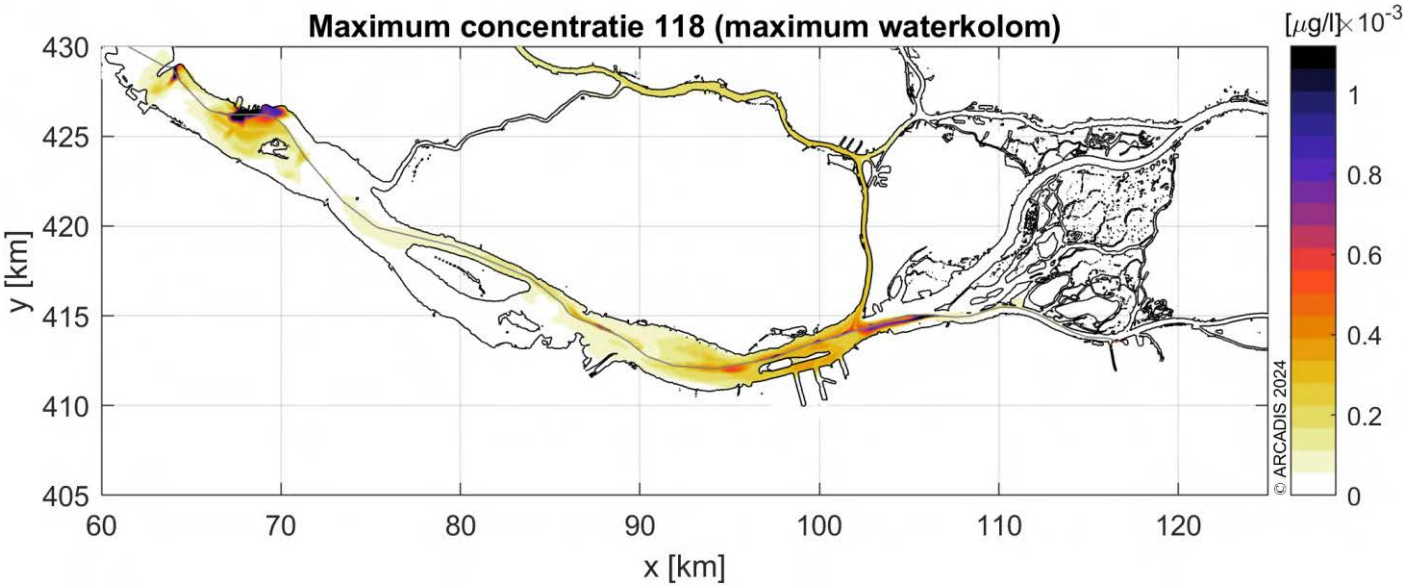
PCB 101 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



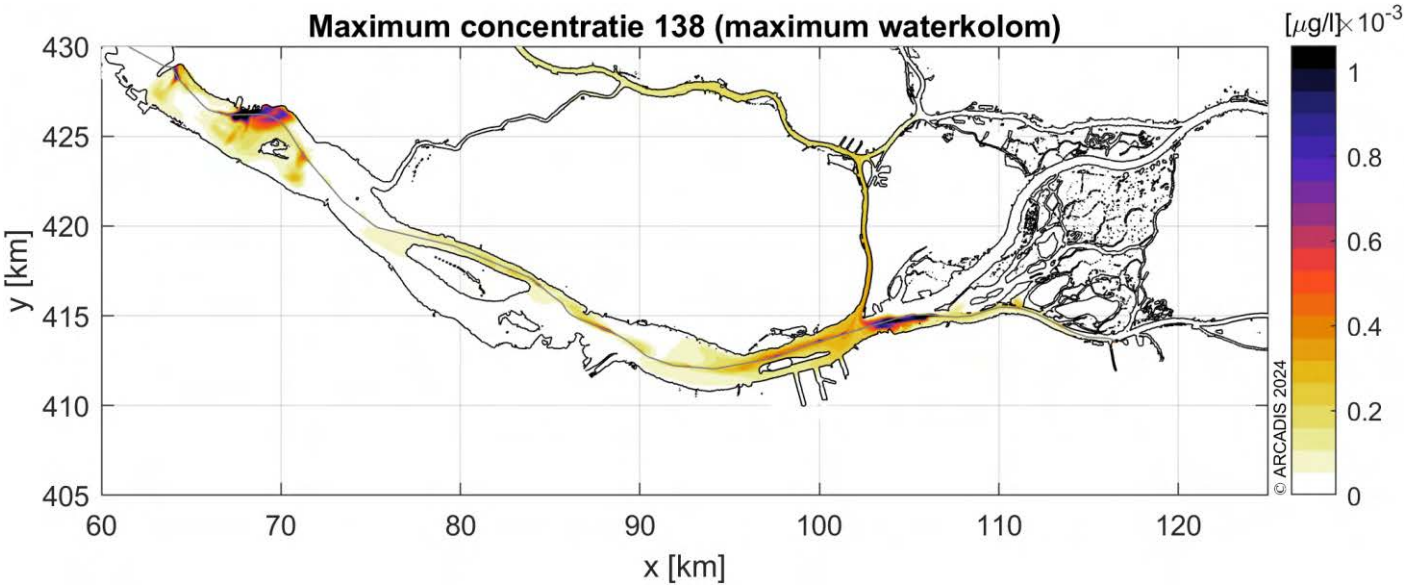
PCB 118 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



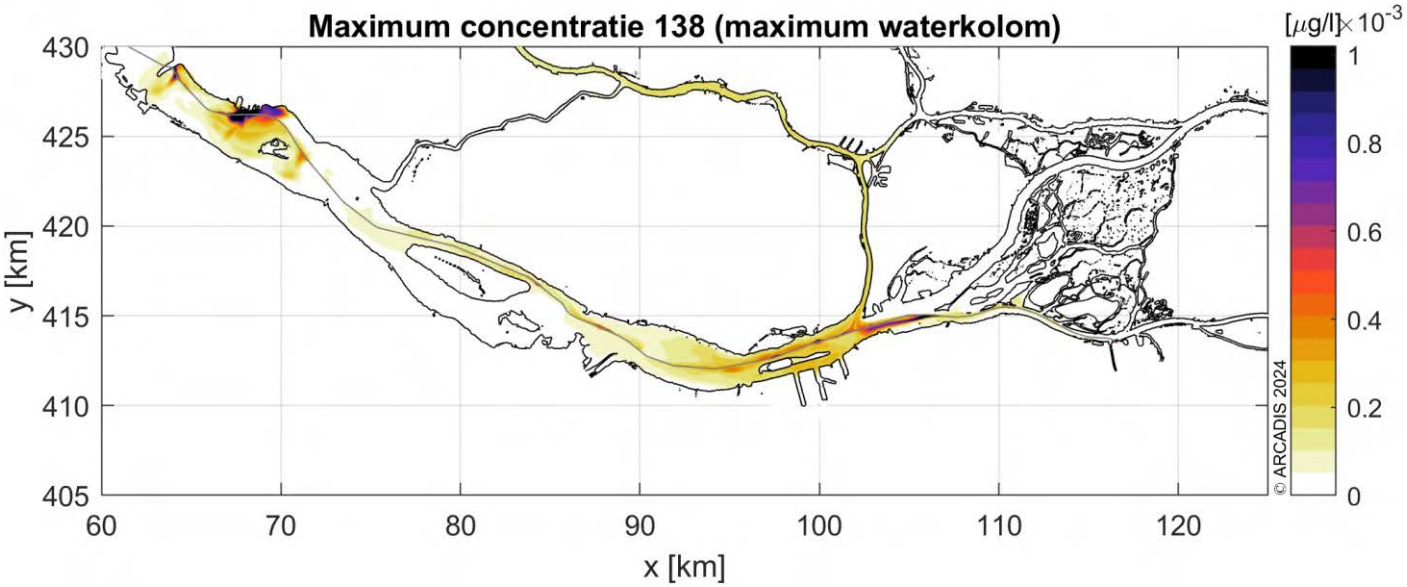
PCB 118 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



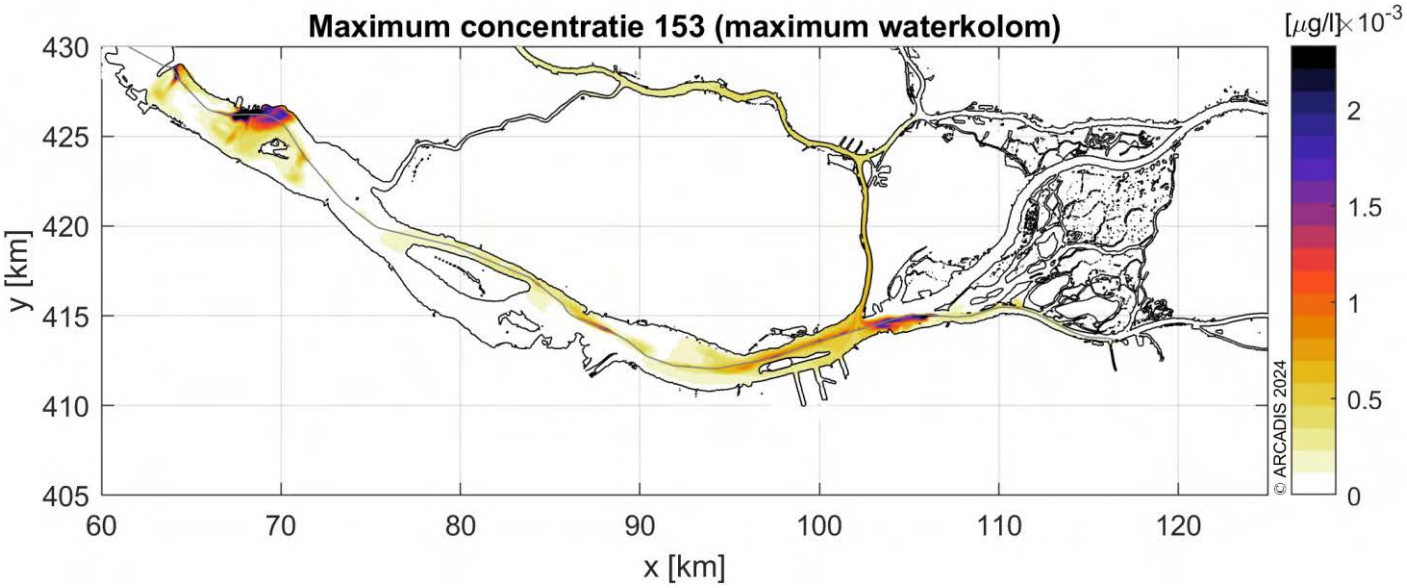
PCB 138 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



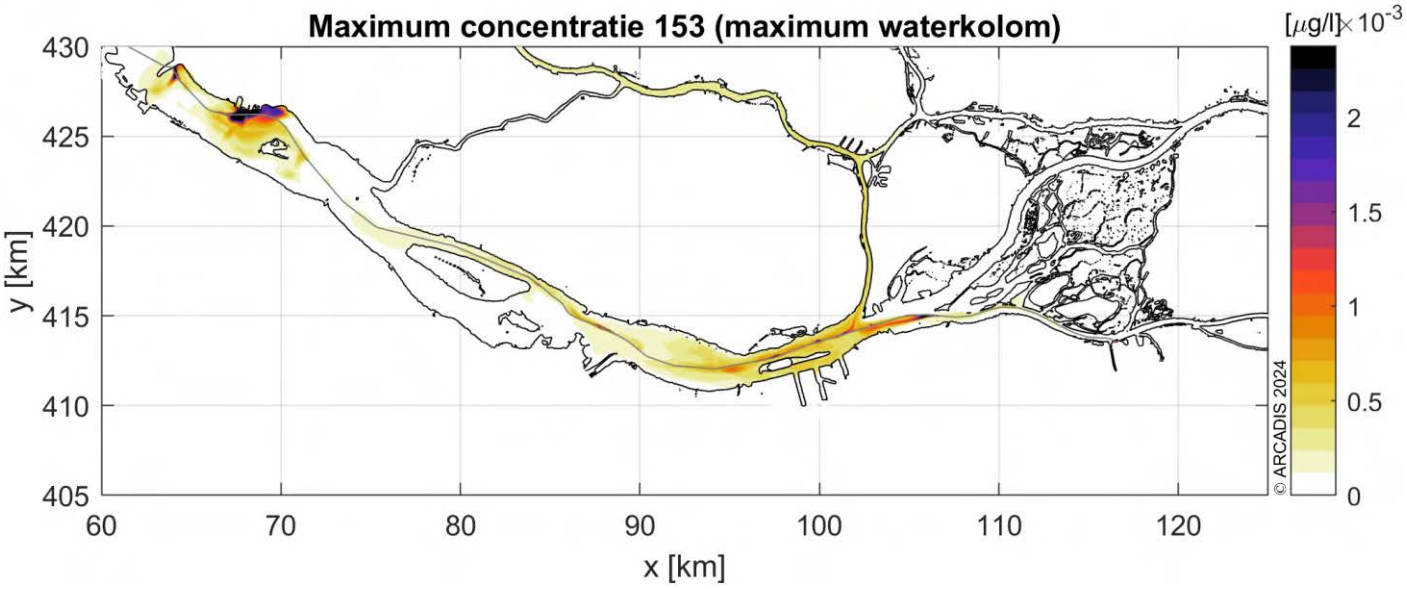
PCB 138 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



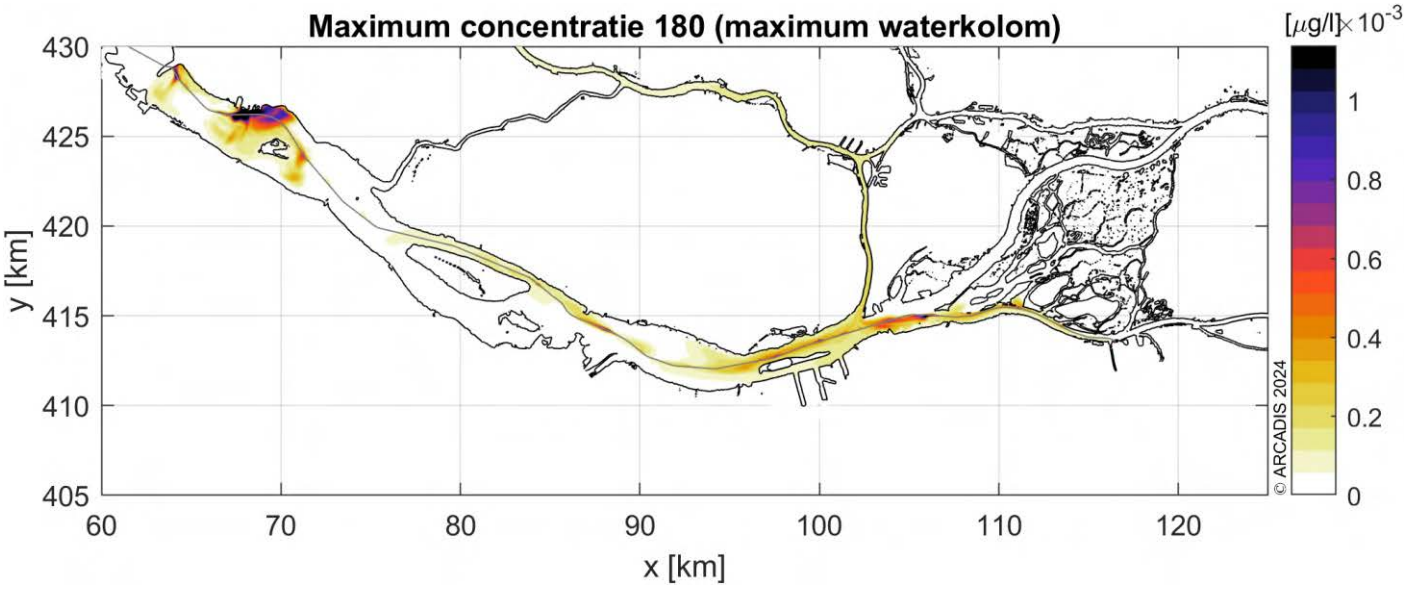
PCB 153 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



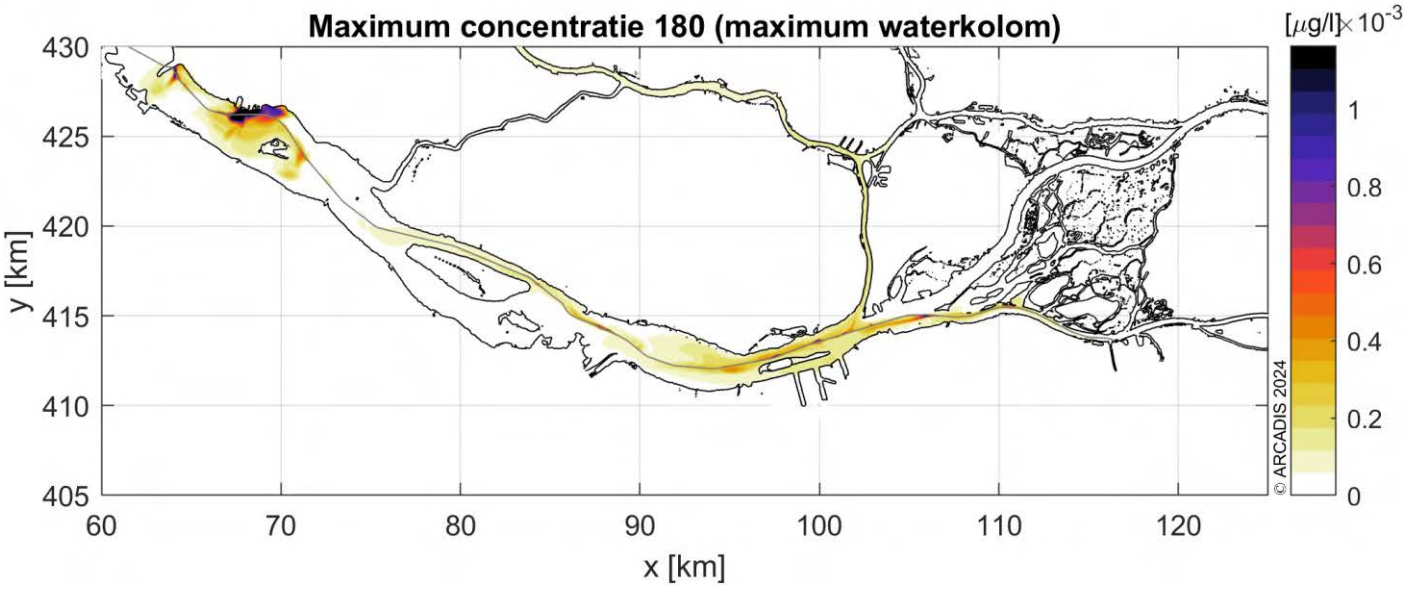
PCB 153 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



PCB 180 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)

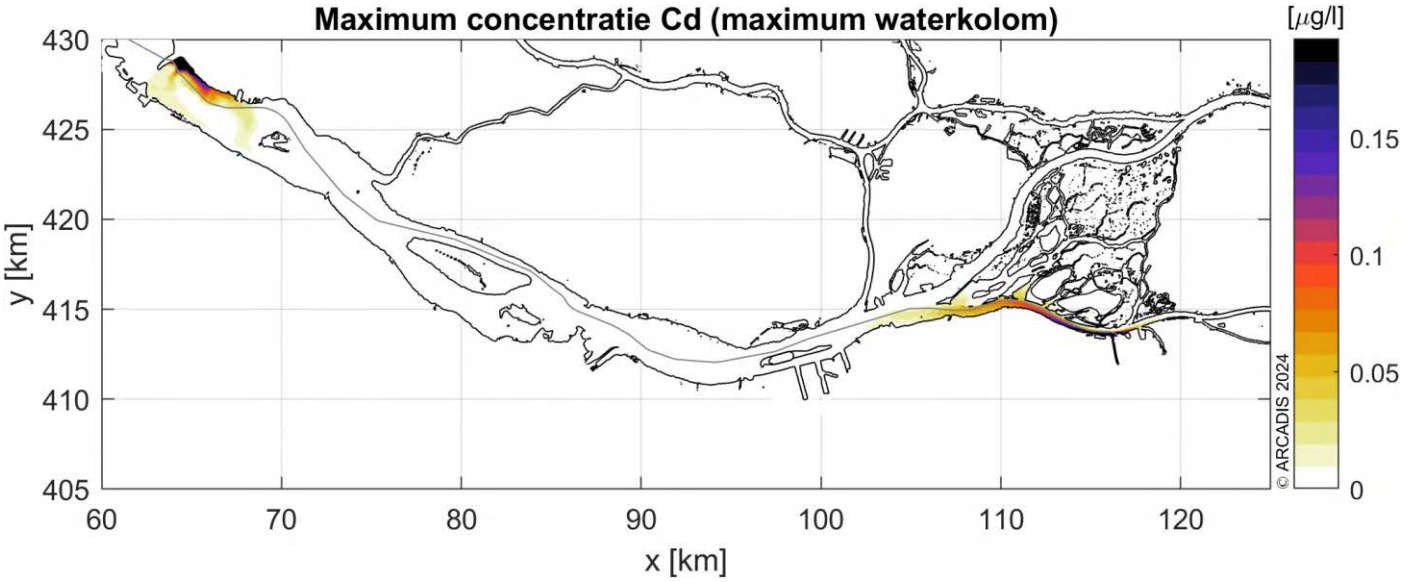


PCB 180 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)

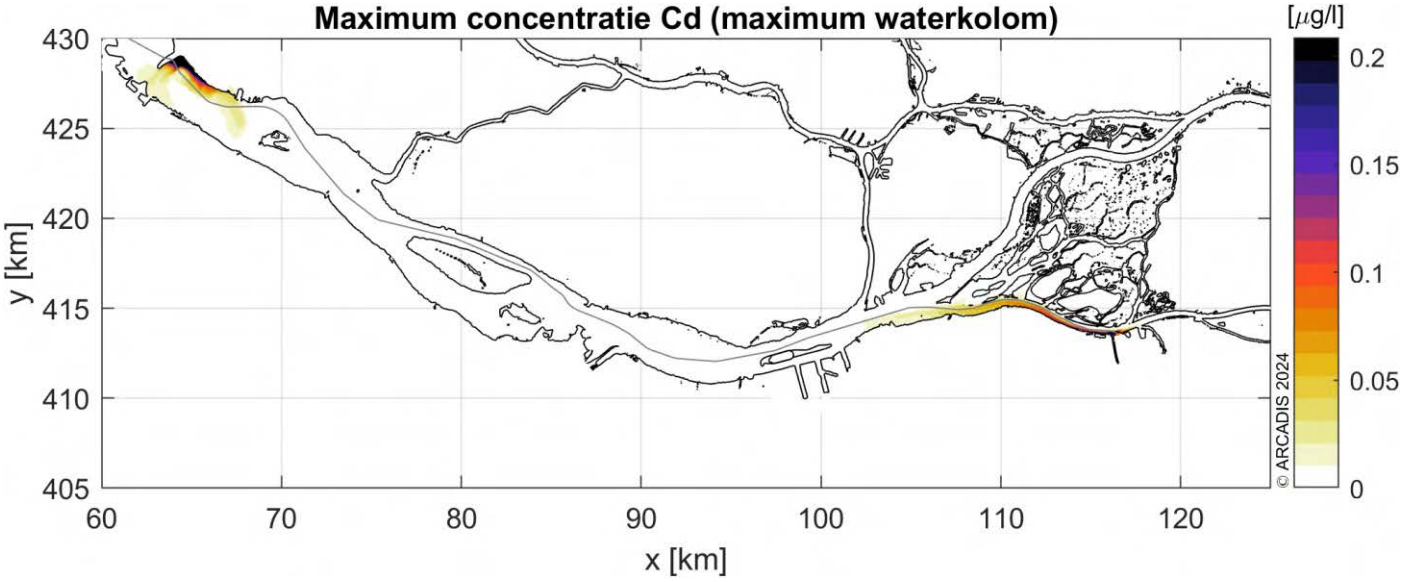


Bijlage B Extra figuren: simulaties baggeren voor ontvangstputten

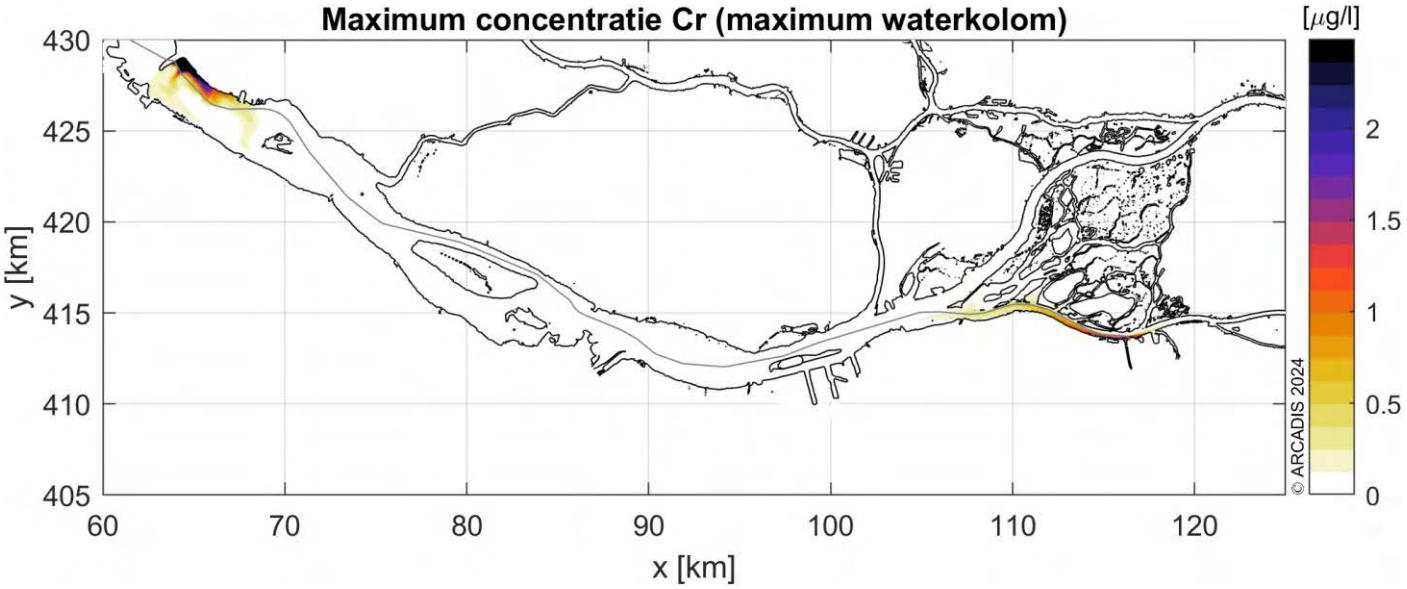
Cadmium – scenario 1 (Q1000 m^3/s)



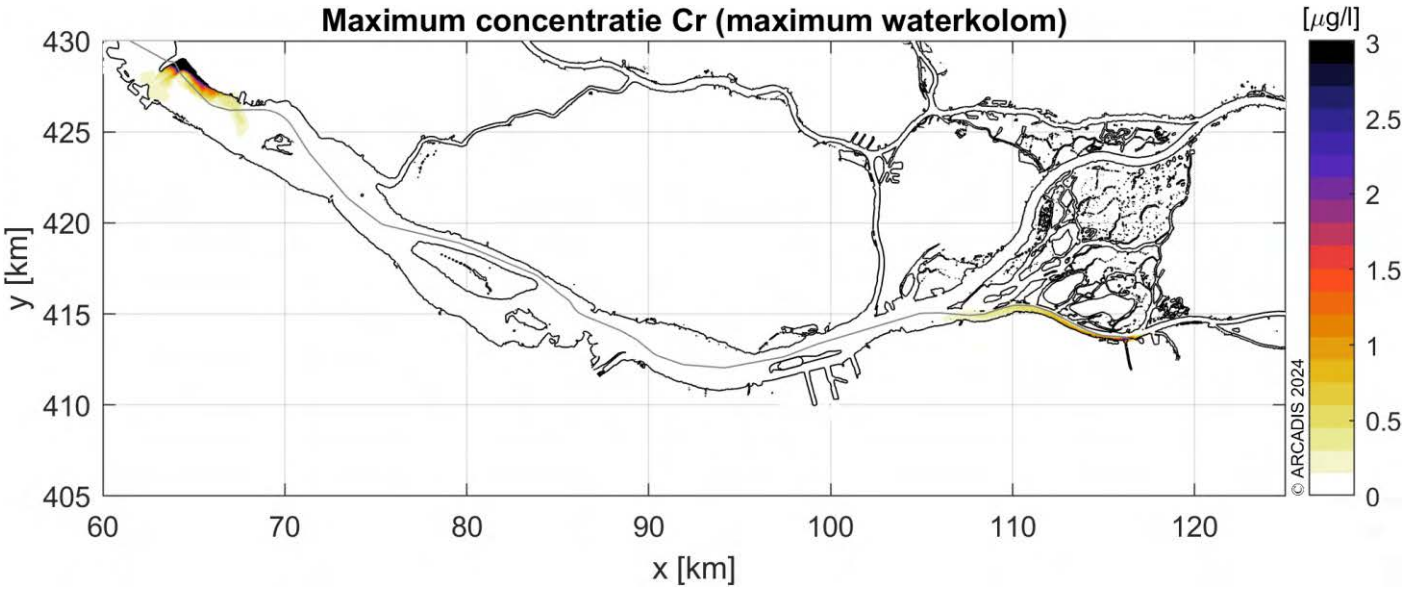
Cadmium – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



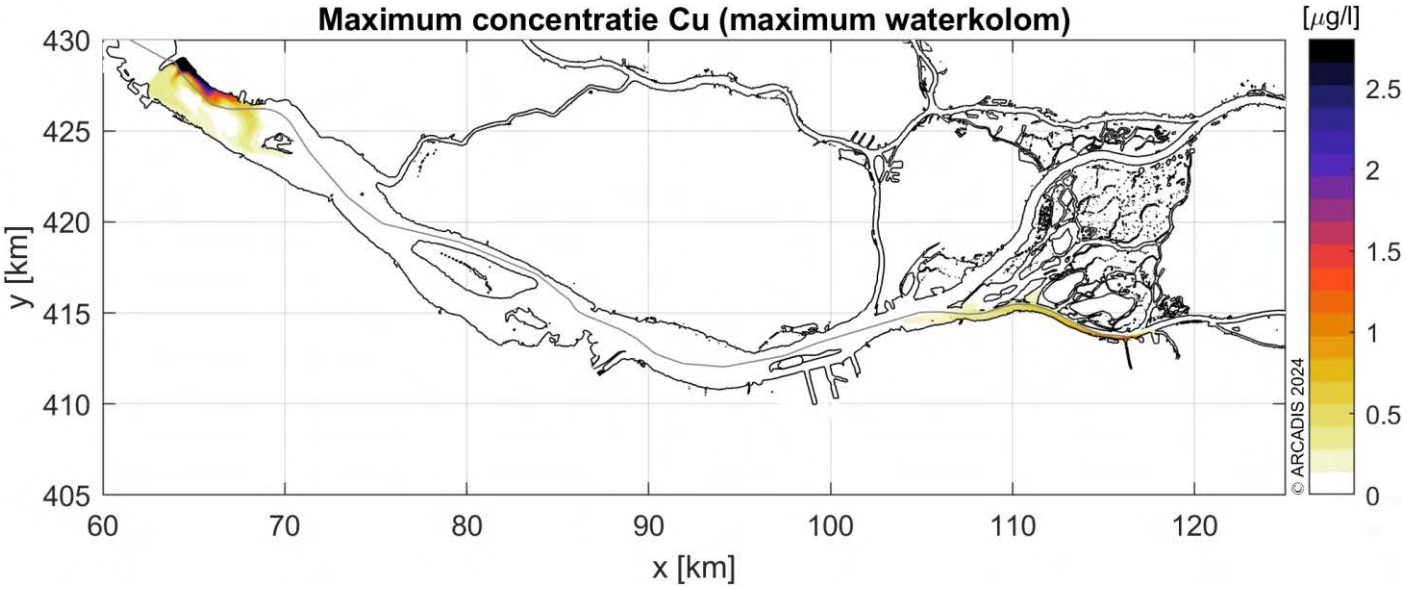
Chroom – scenario 1 (Q1000 m^3/s)



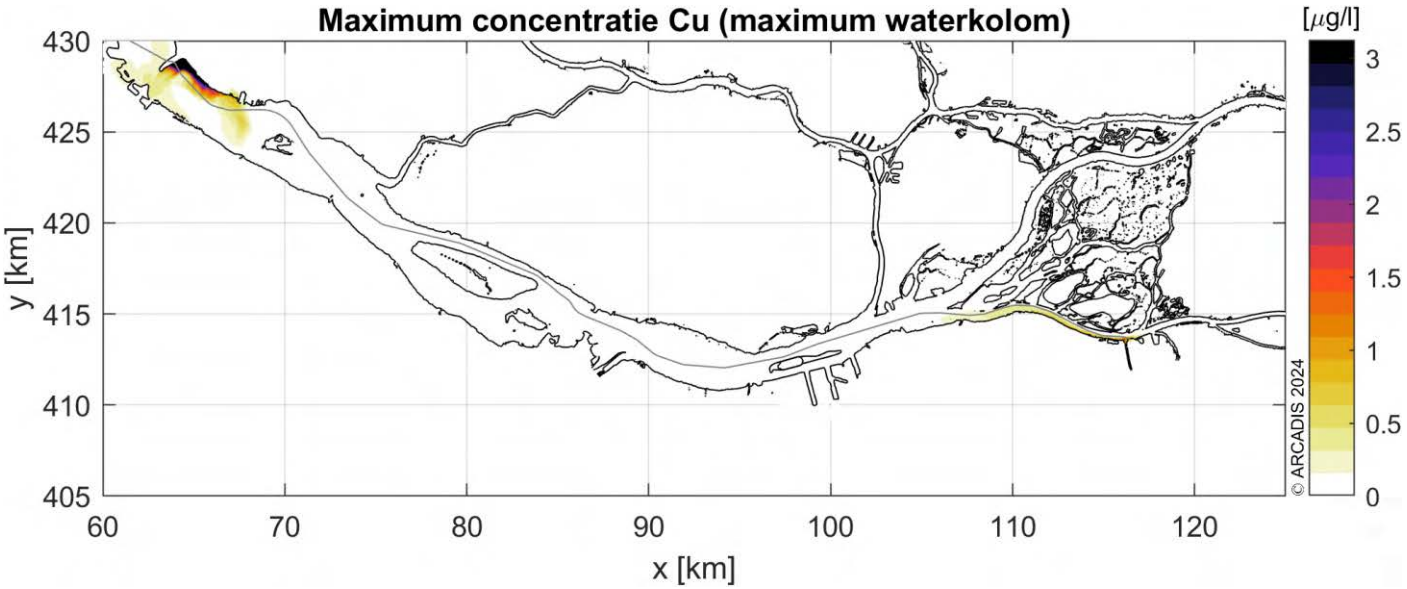
Chroom – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



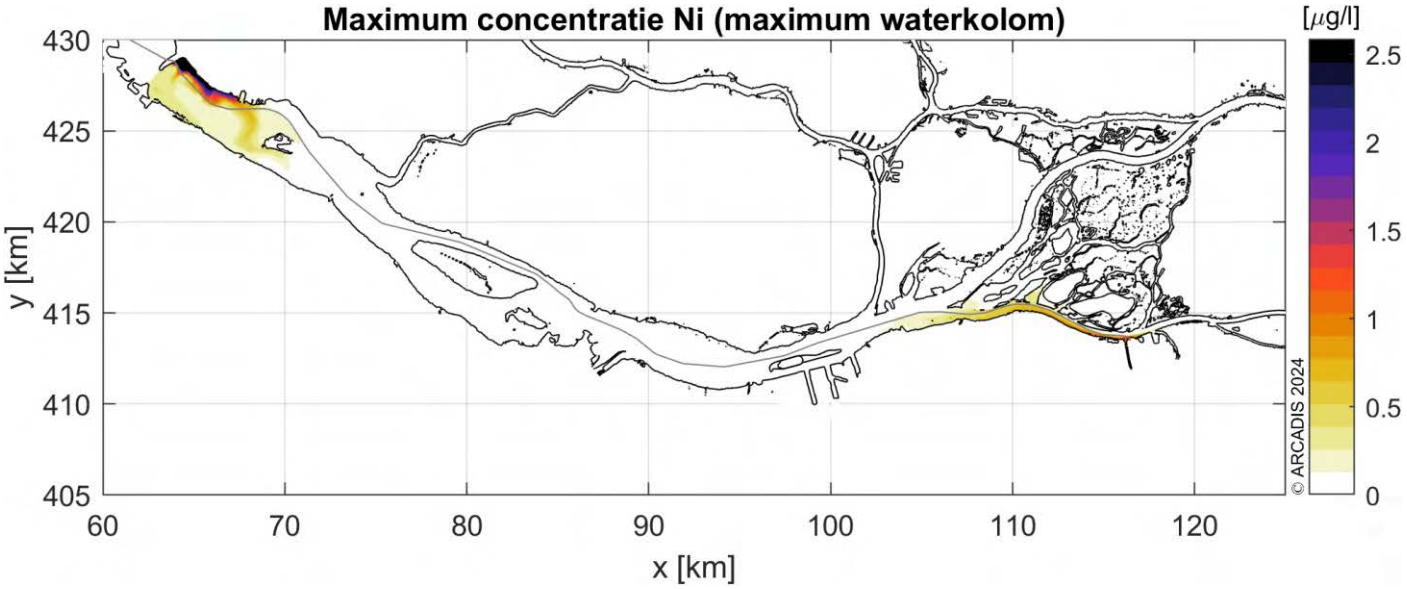
Koper - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



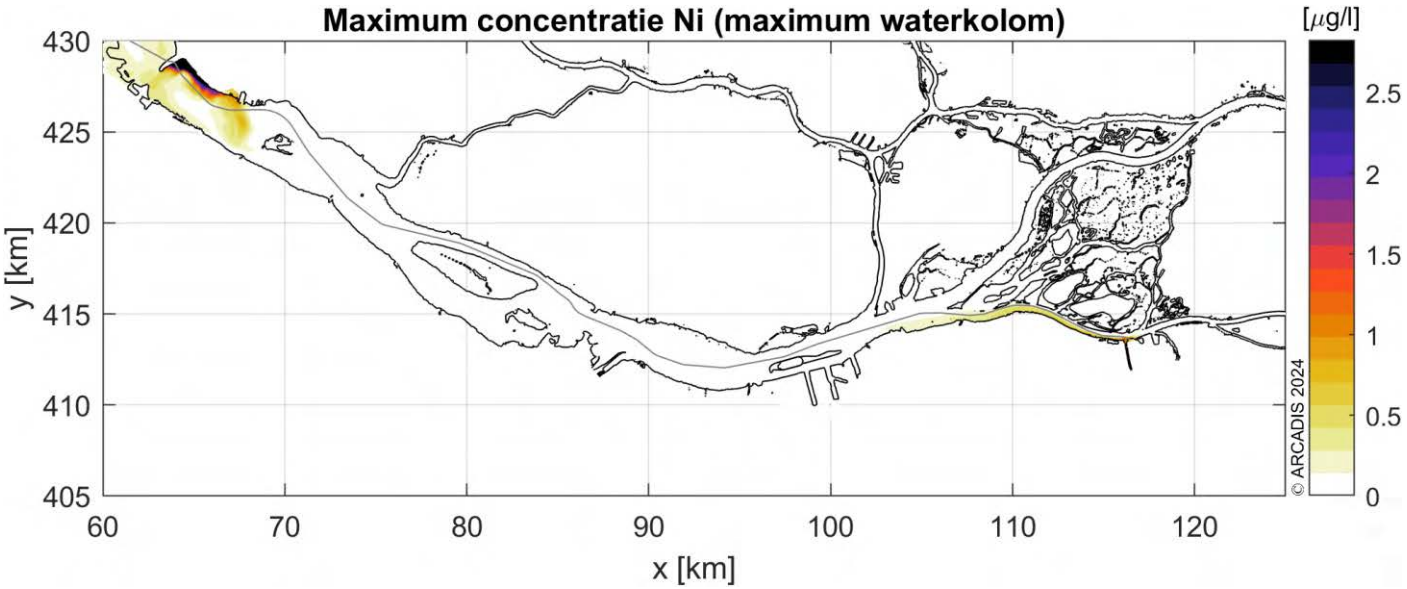
Koper - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



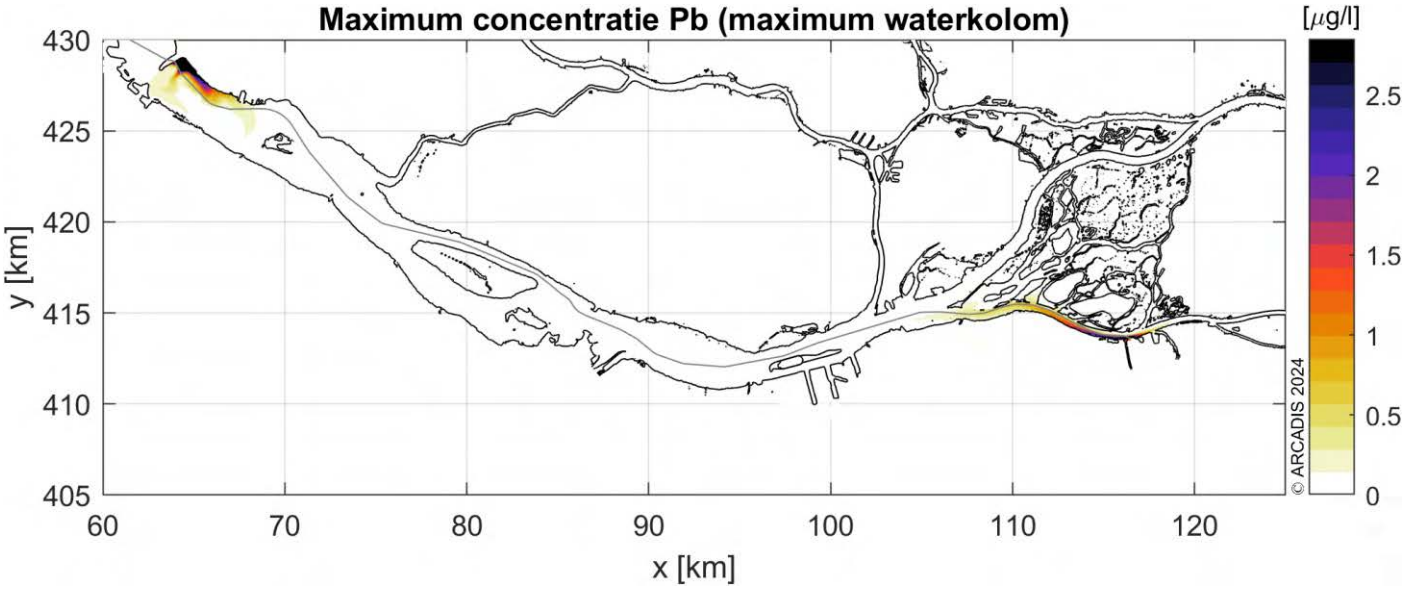
Nikkel - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



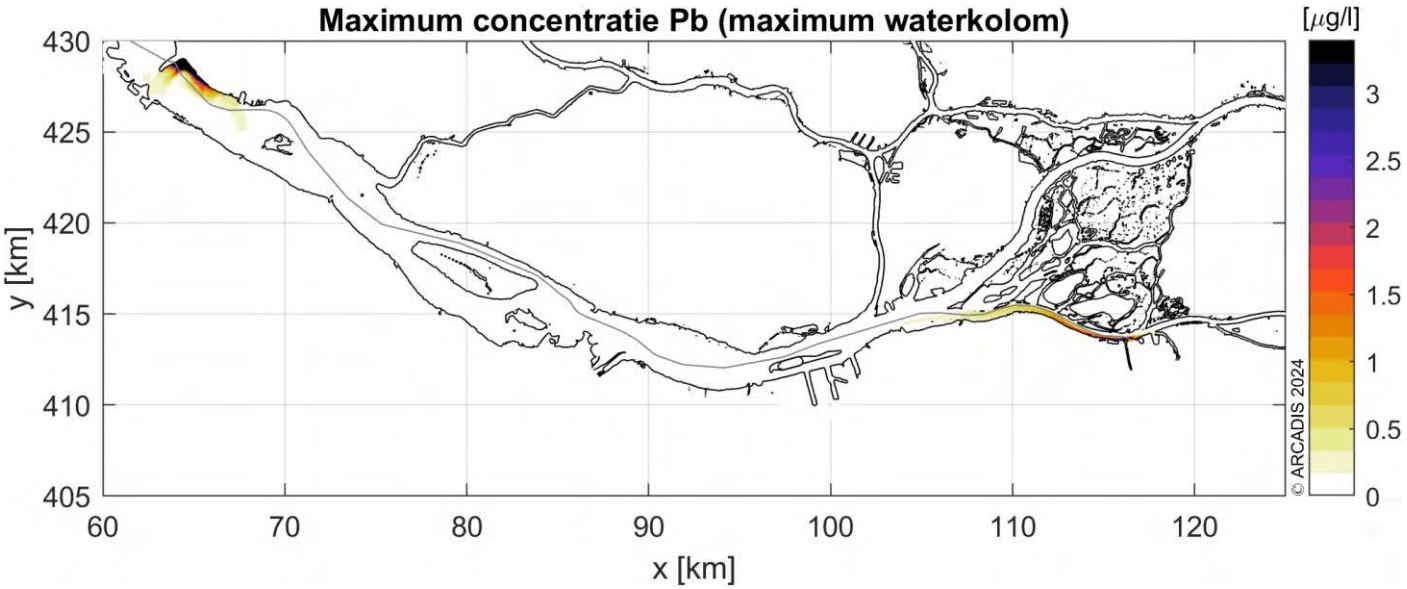
Nikkel - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



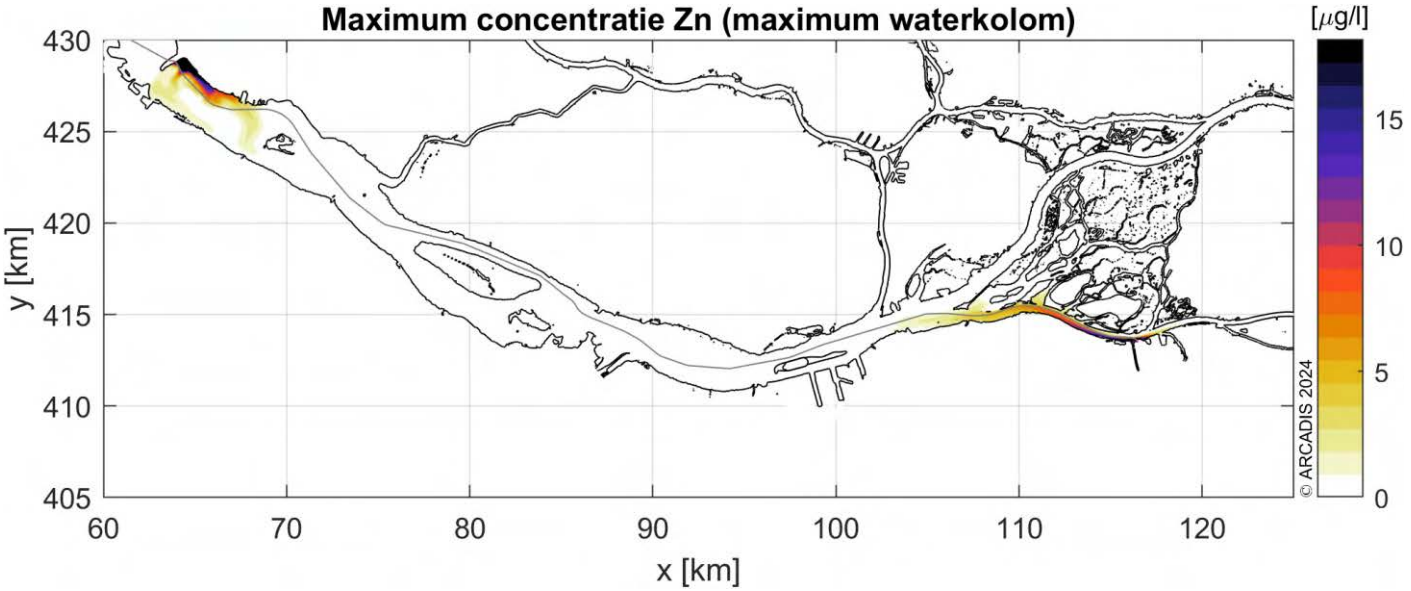
Lood - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



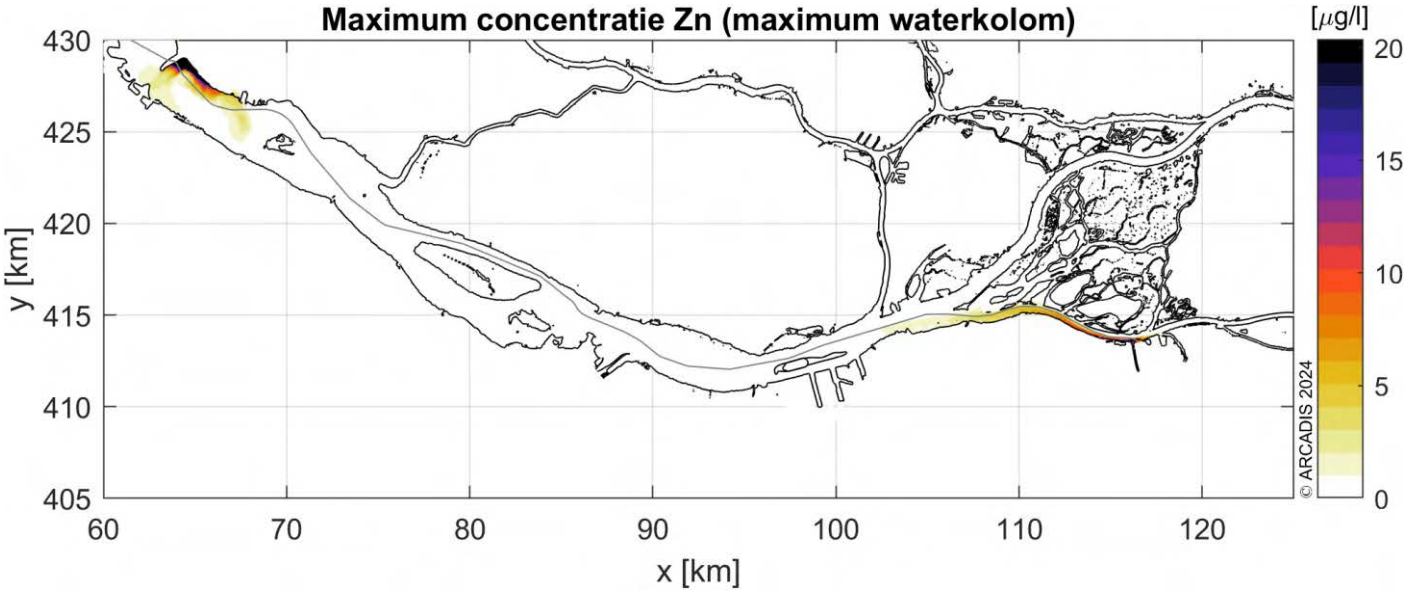
Lood - scenario 1 (Q1800 m^3/s)



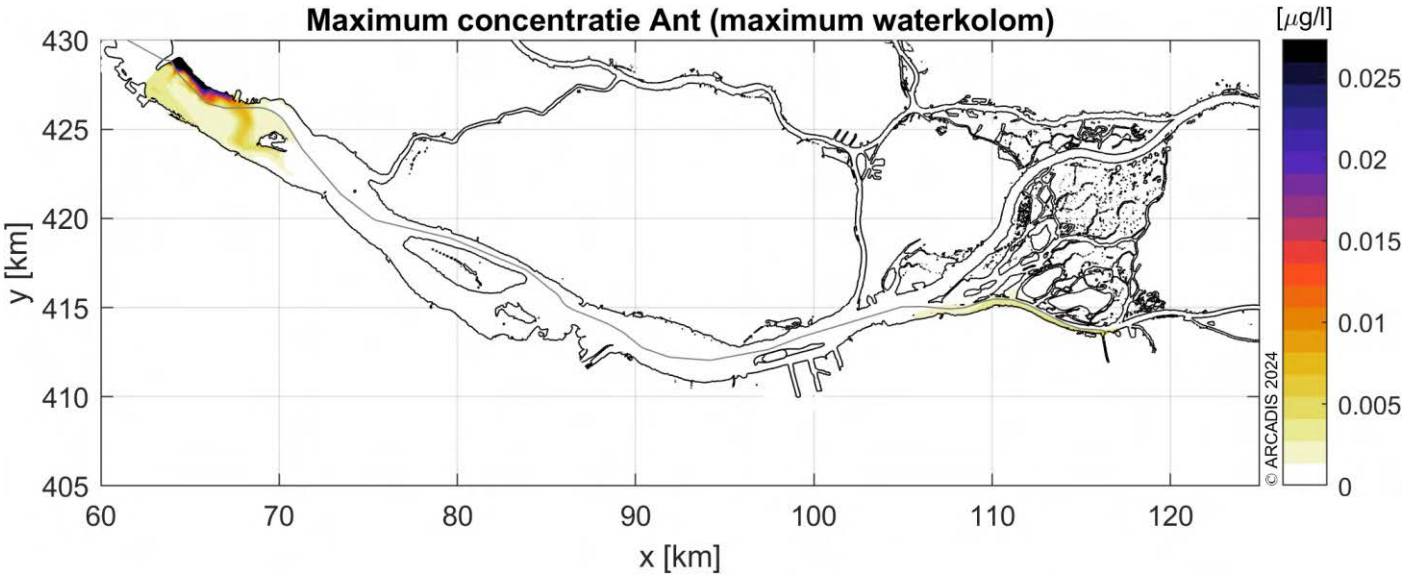
Zink - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



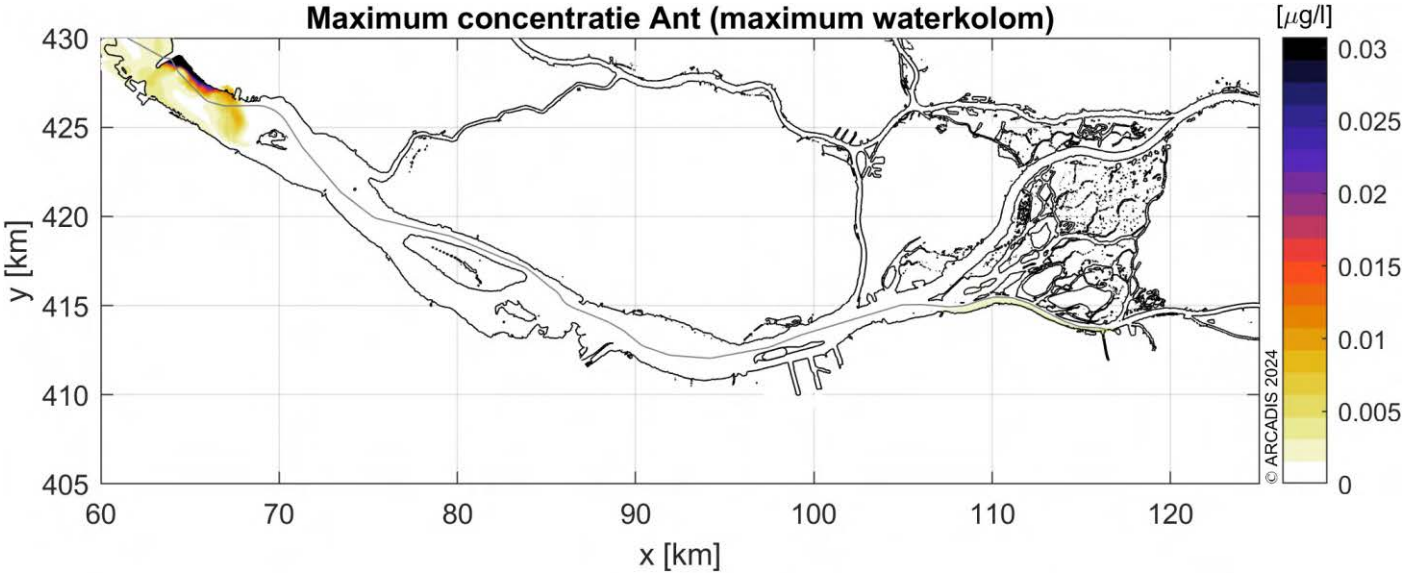
Zink - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



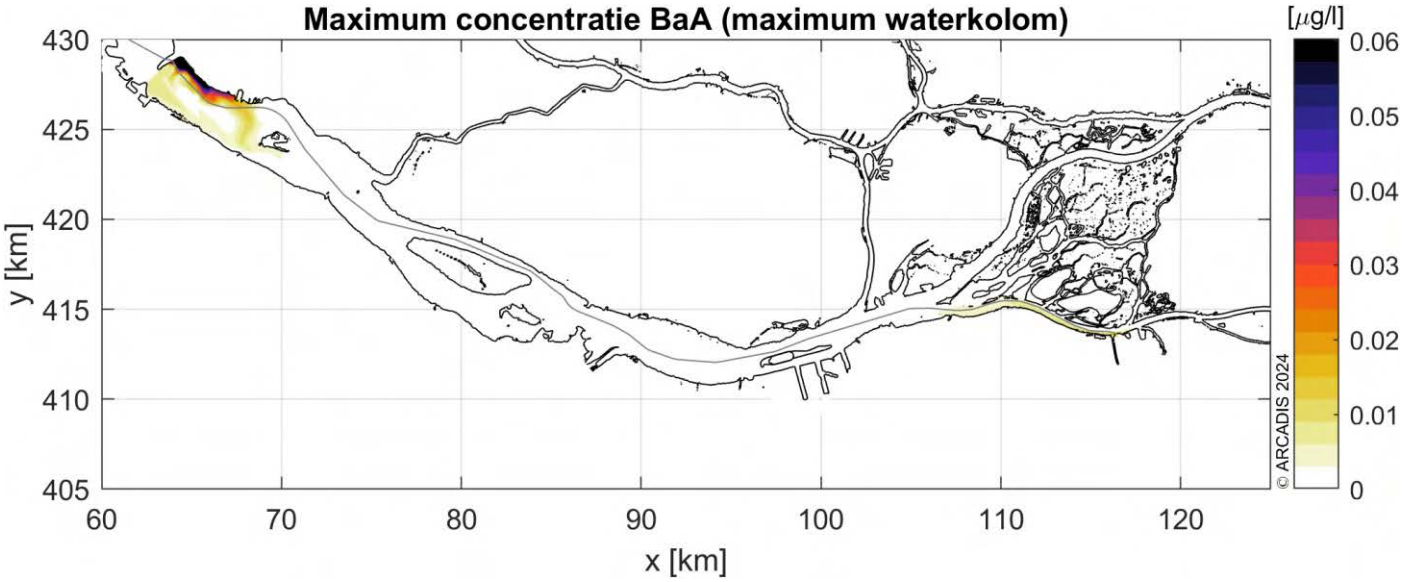
Antraceen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



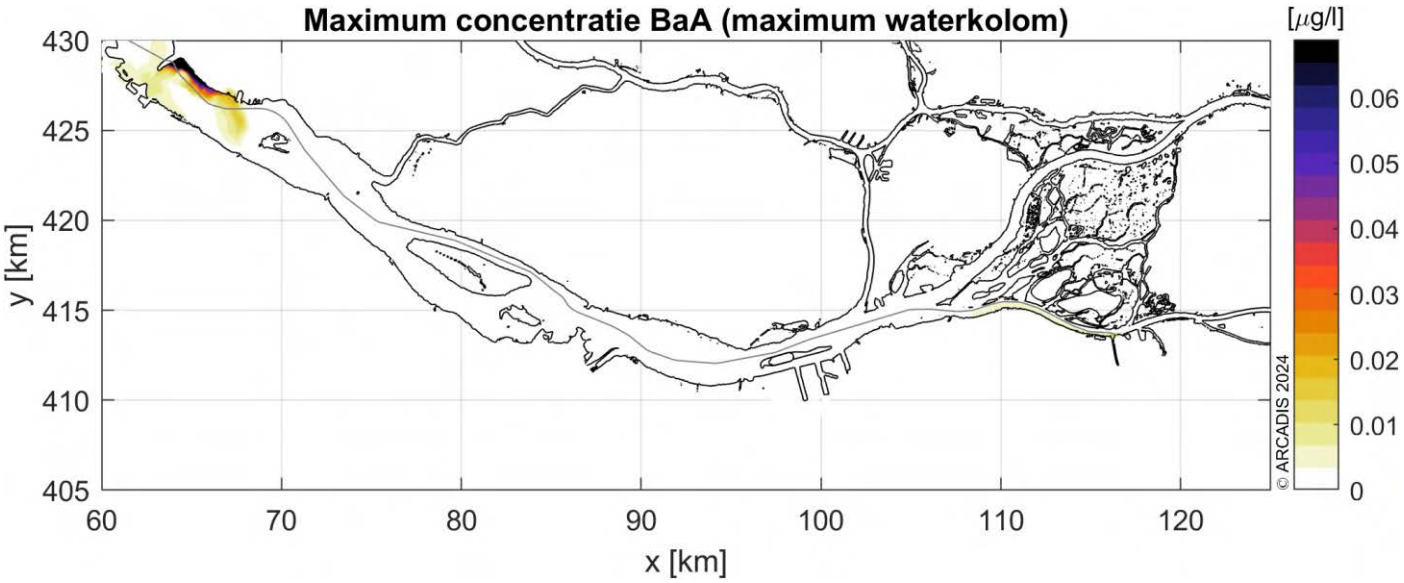
Antraceen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



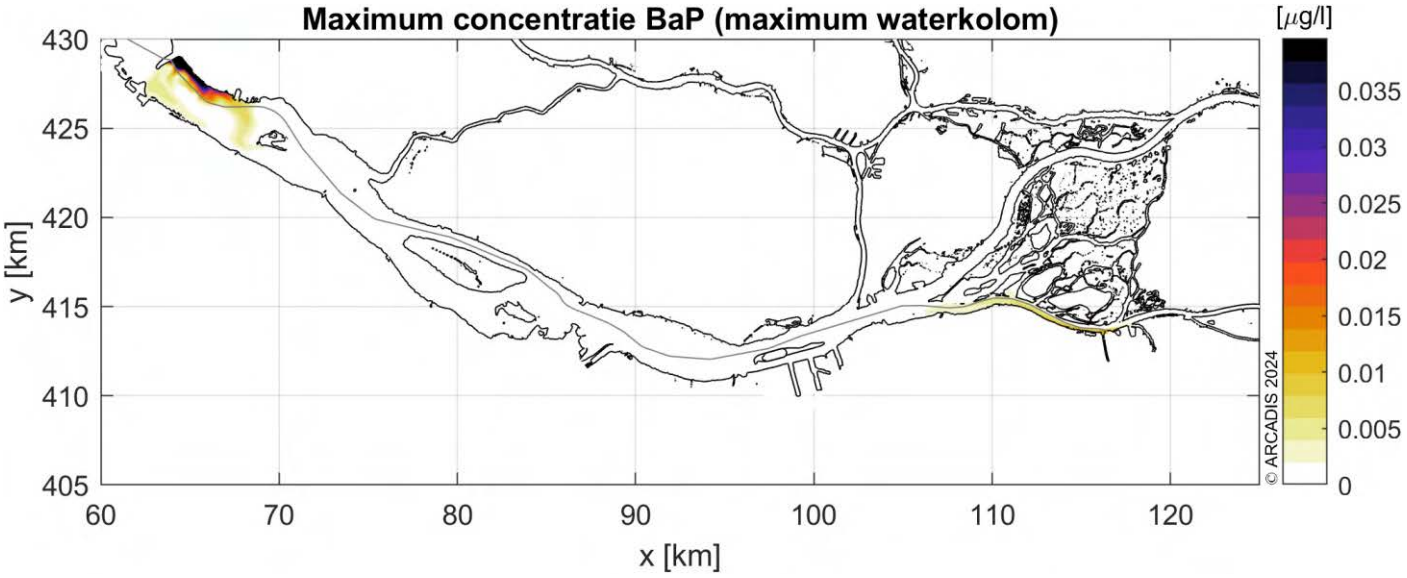
Benzo(a)antraceen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



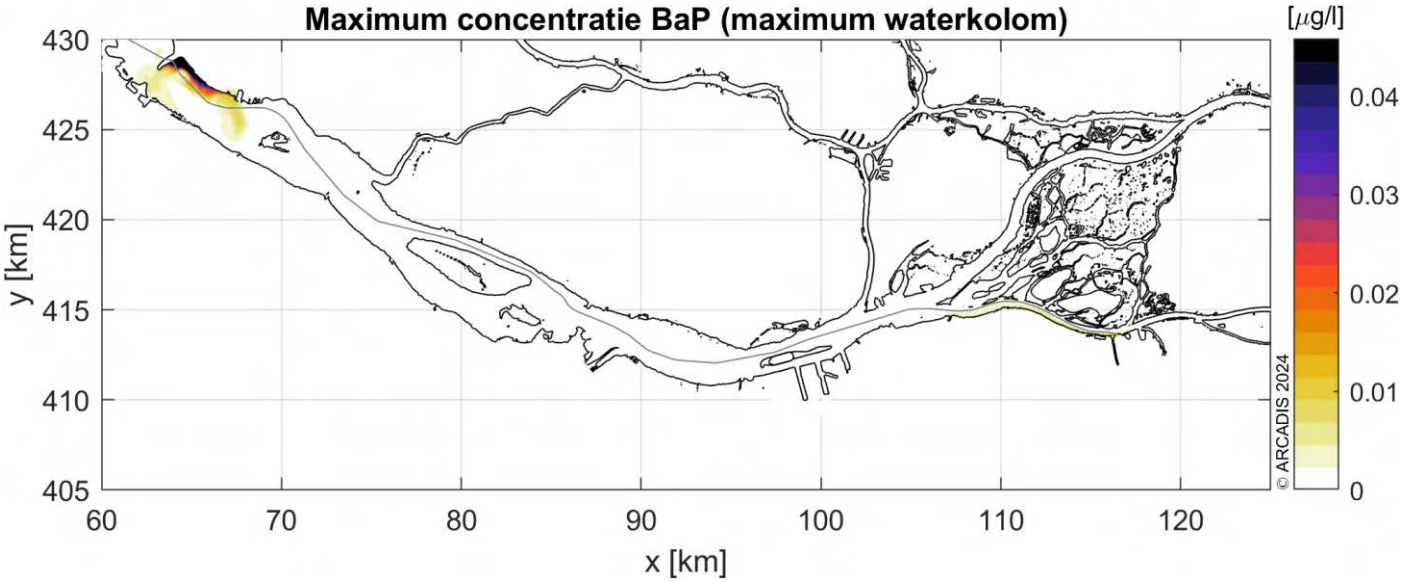
Benzo(a)antraceen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



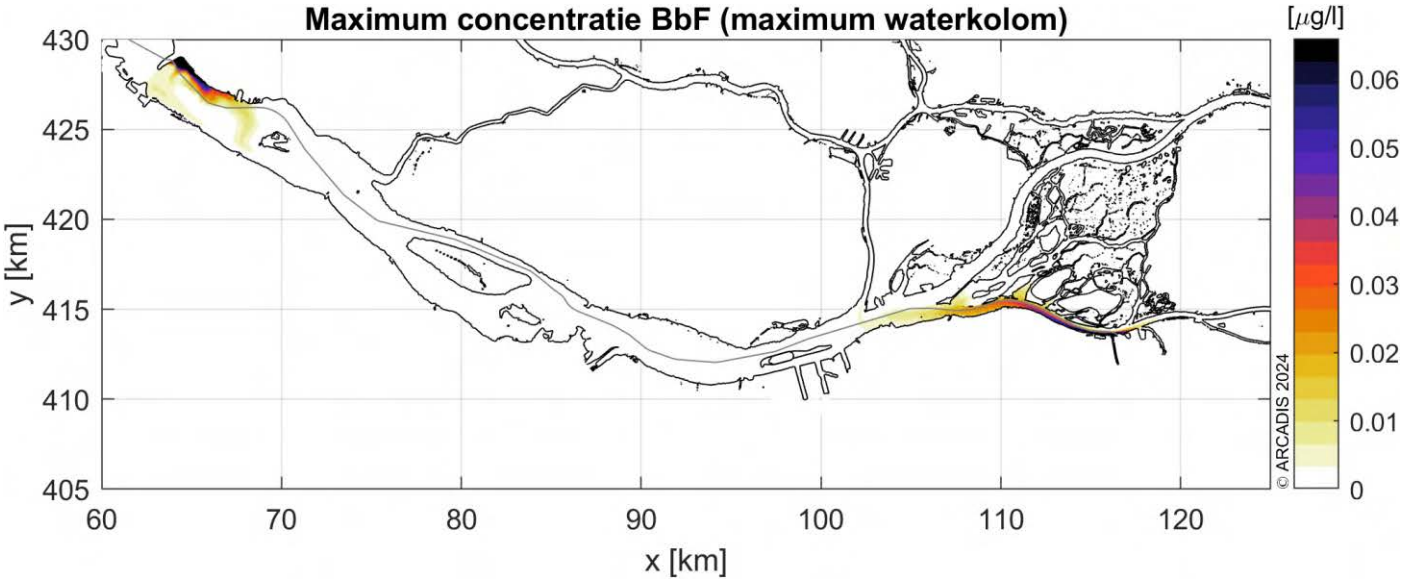
Benzo(a)pyreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



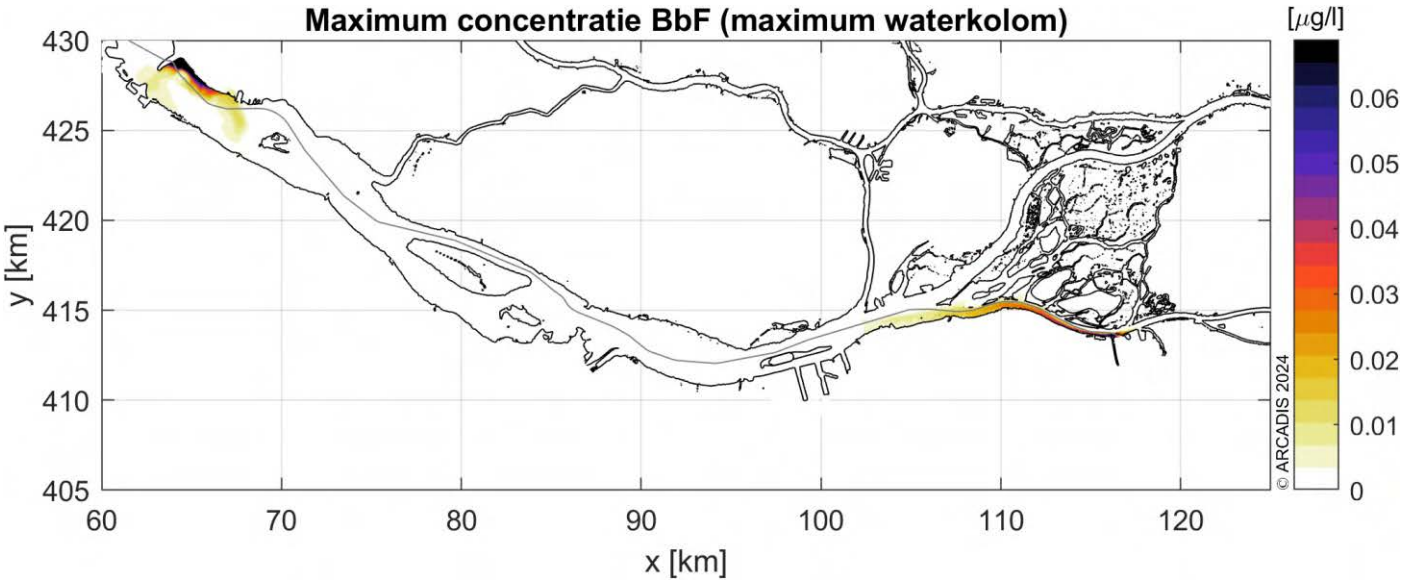
Benzo(a)pyreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



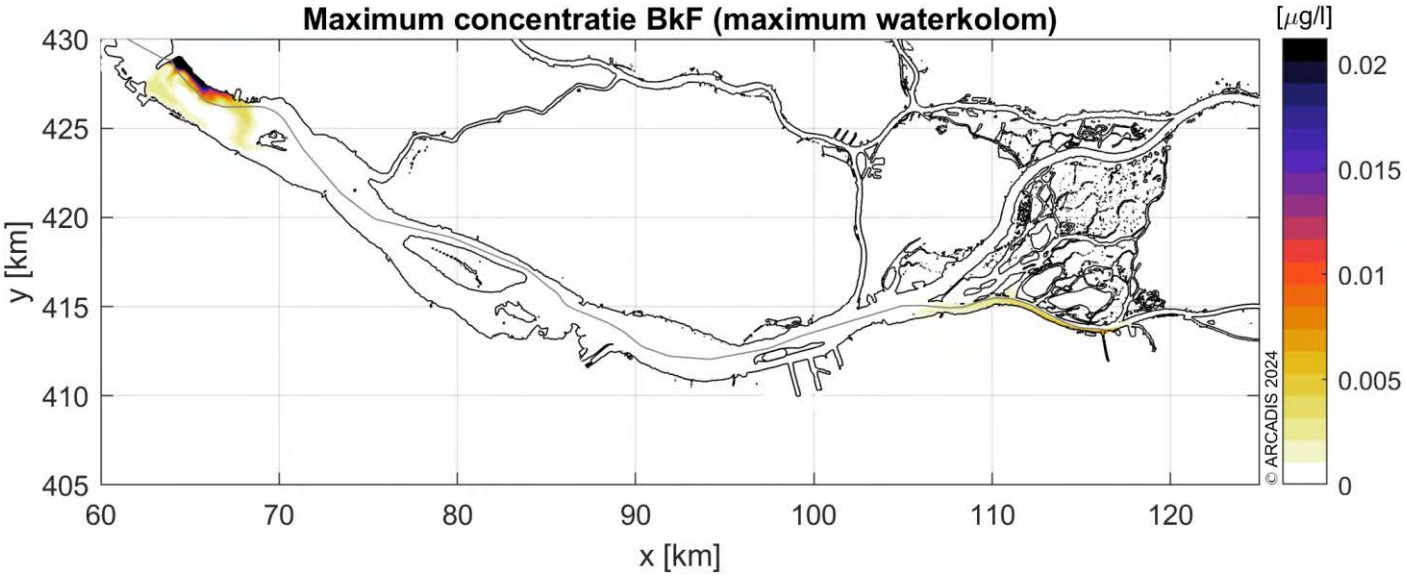
Benzo(b)fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



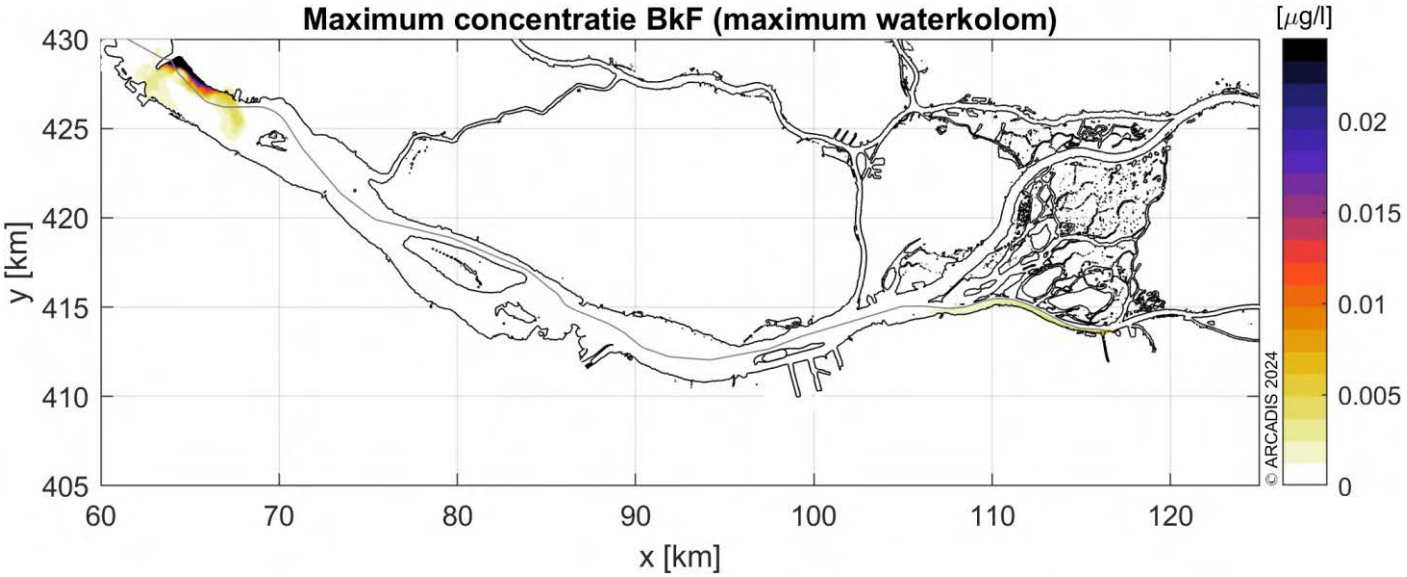
Benzo(b)fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



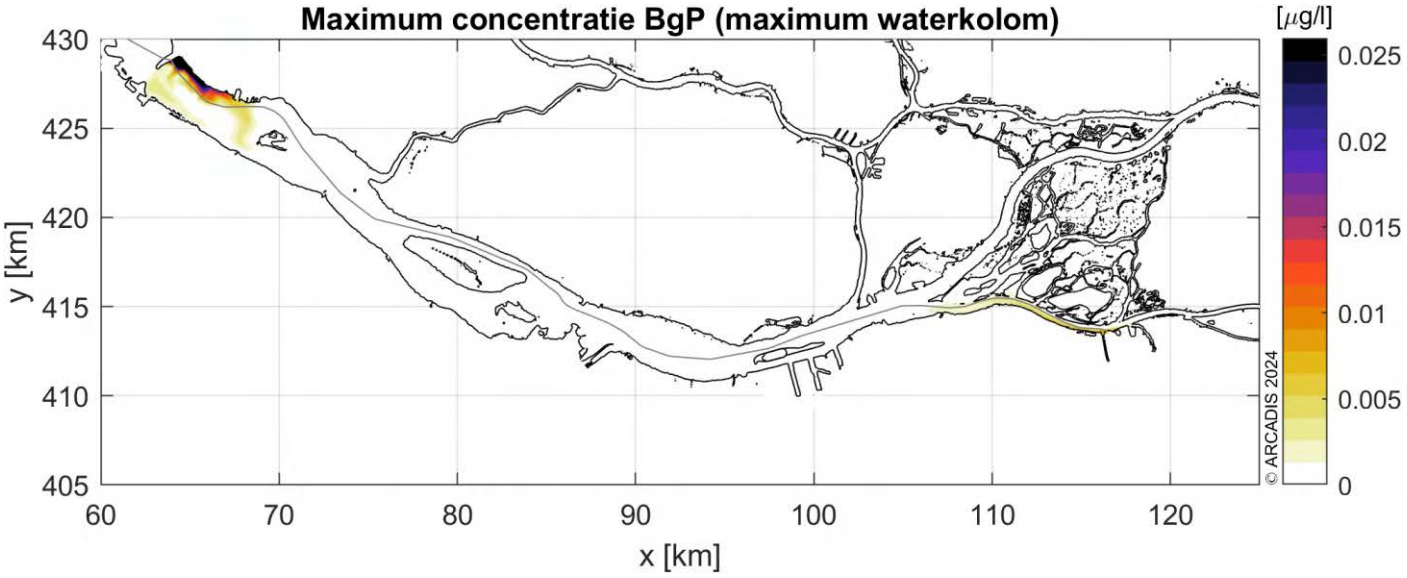
Benzo(k)fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



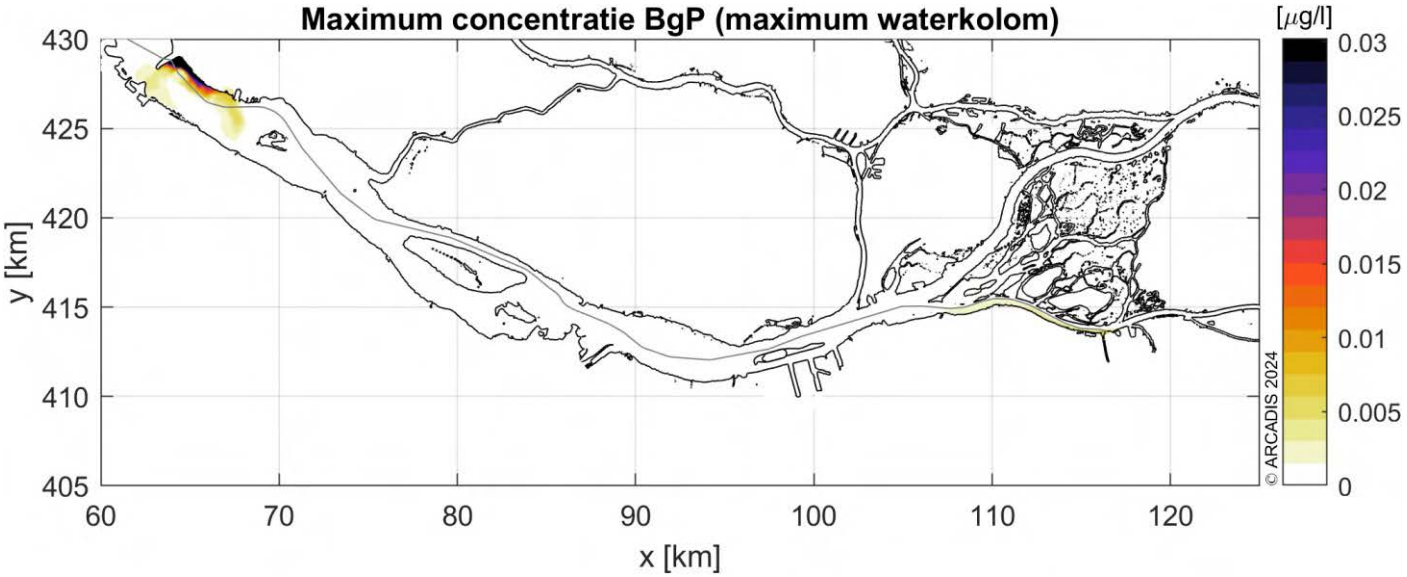
Benzo(k)fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



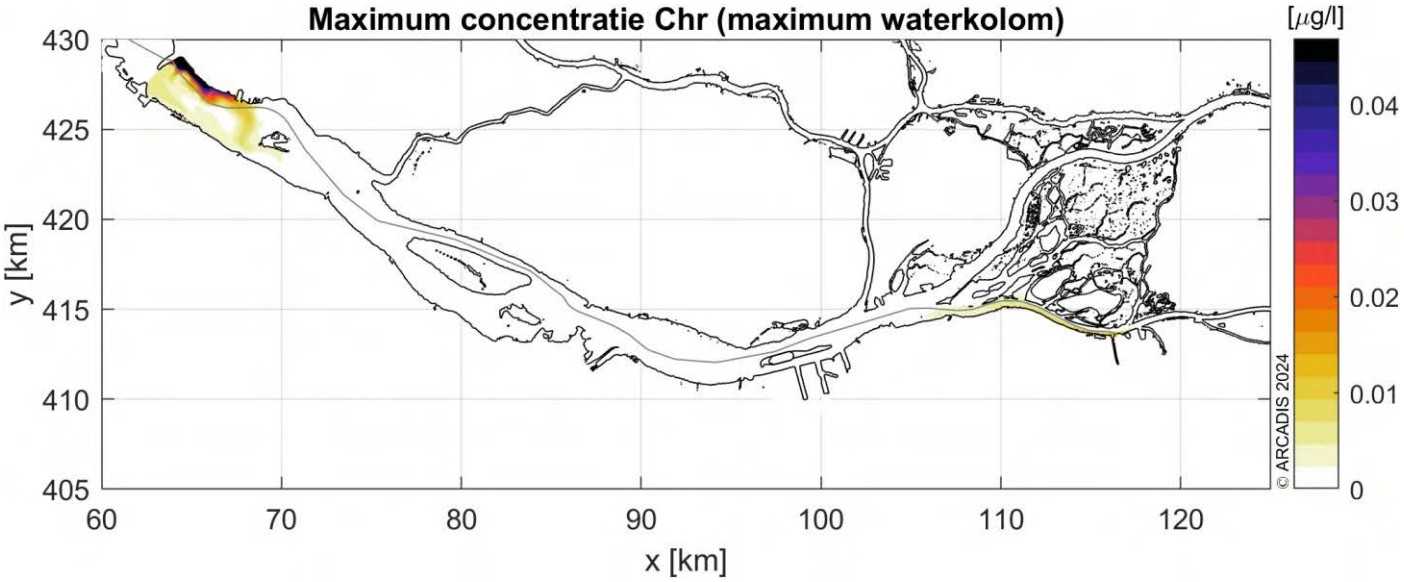
Benzo(ghi)peryleen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



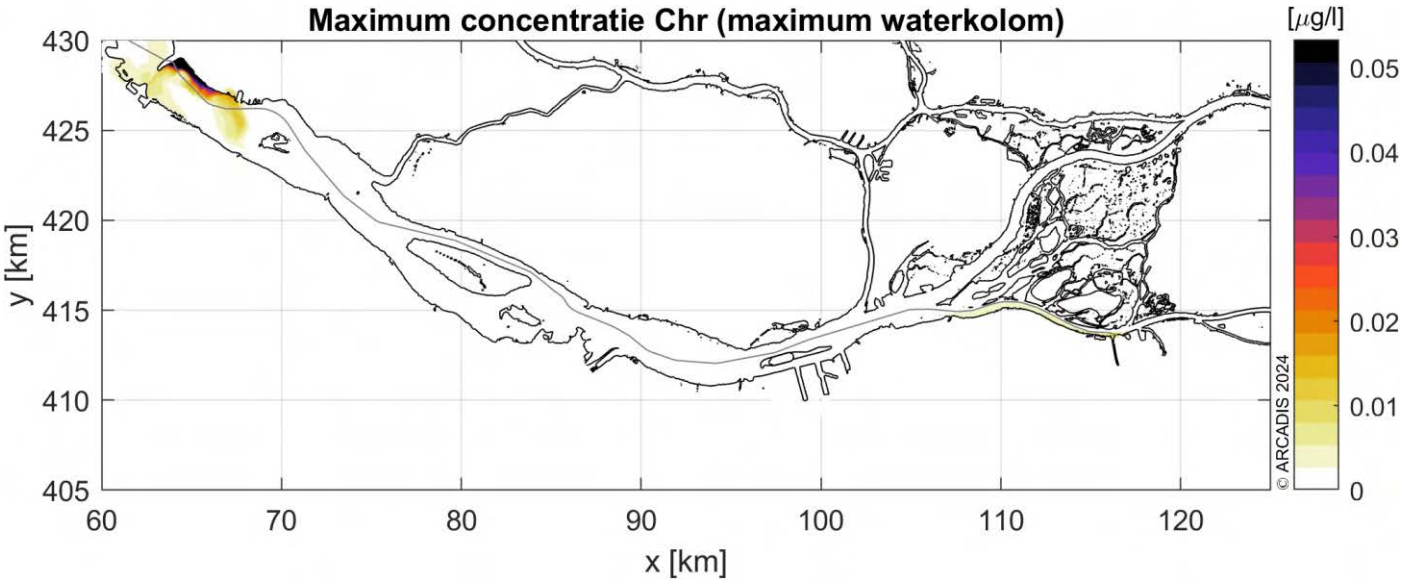
Benzo(ghi)peryleen – scenario 2 (Q1800 m^3/s)



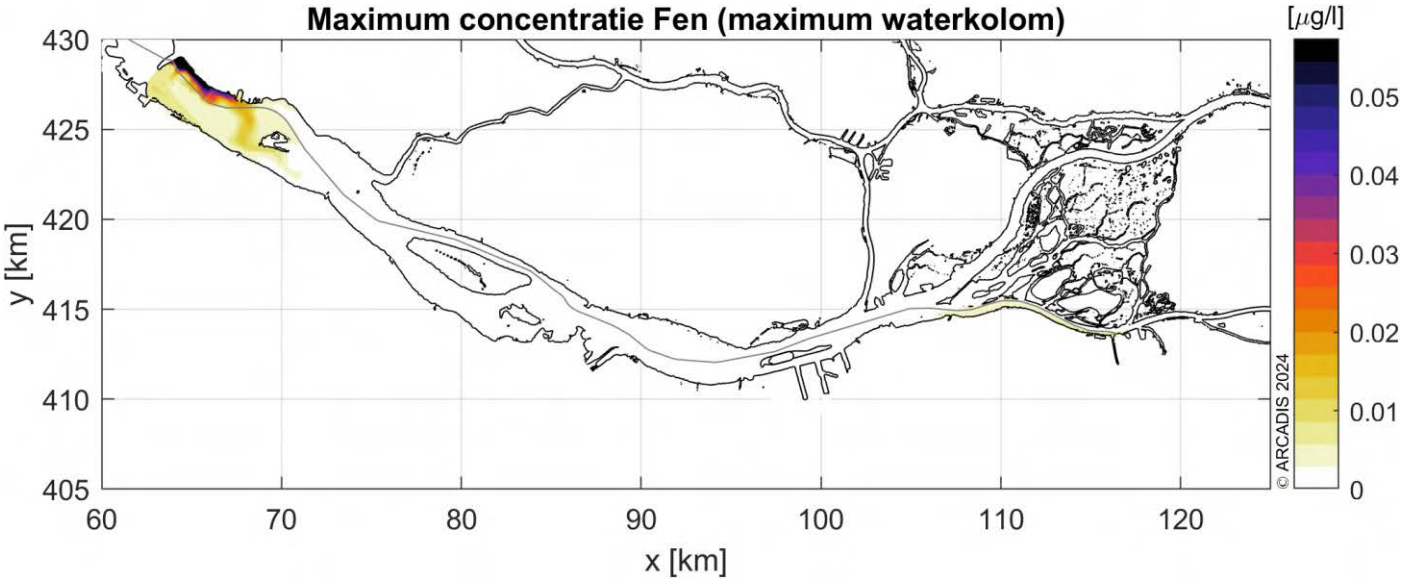
Chryseen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



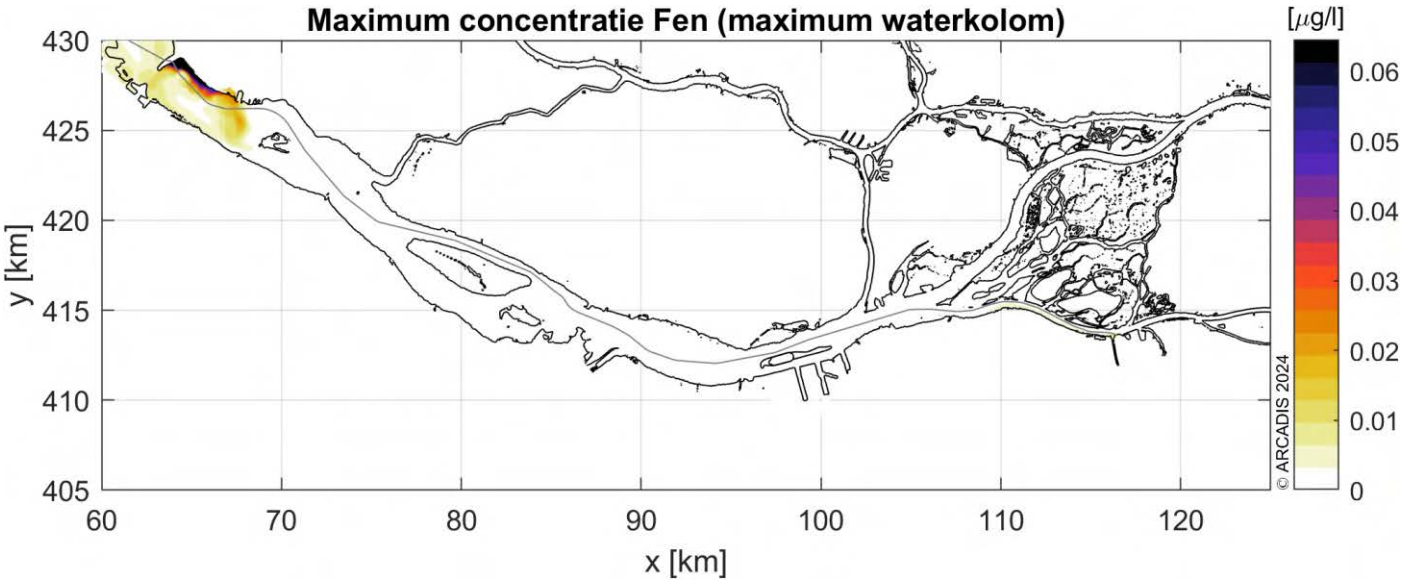
Chryseen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



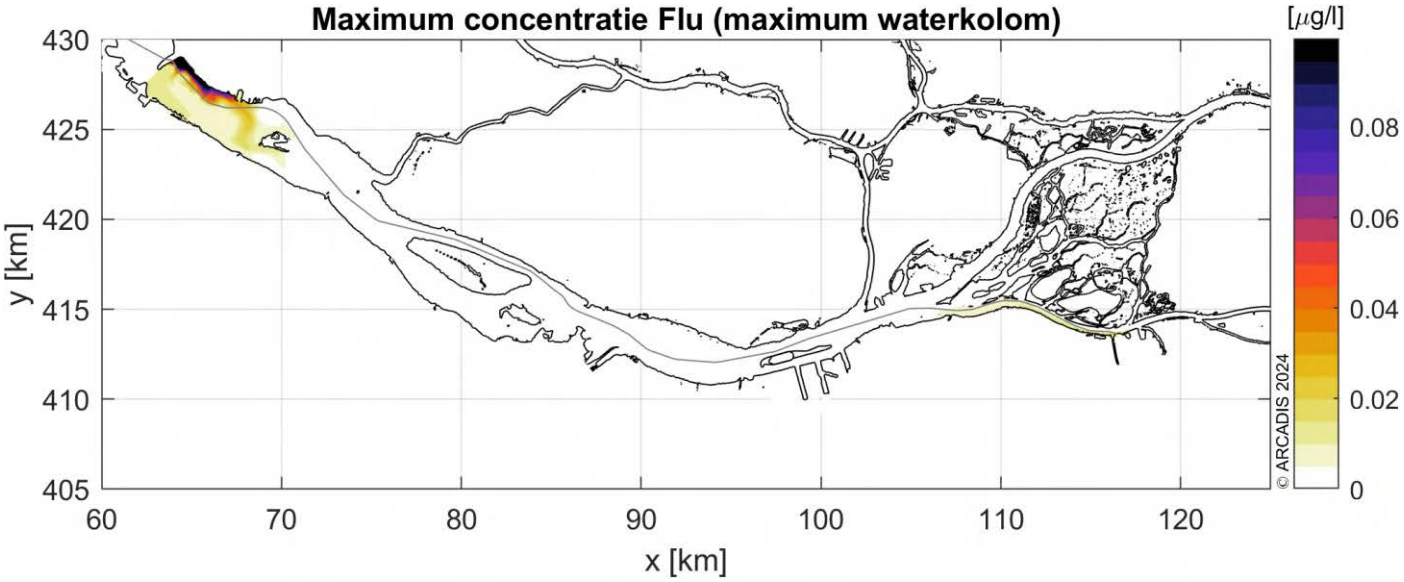
Fenantreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



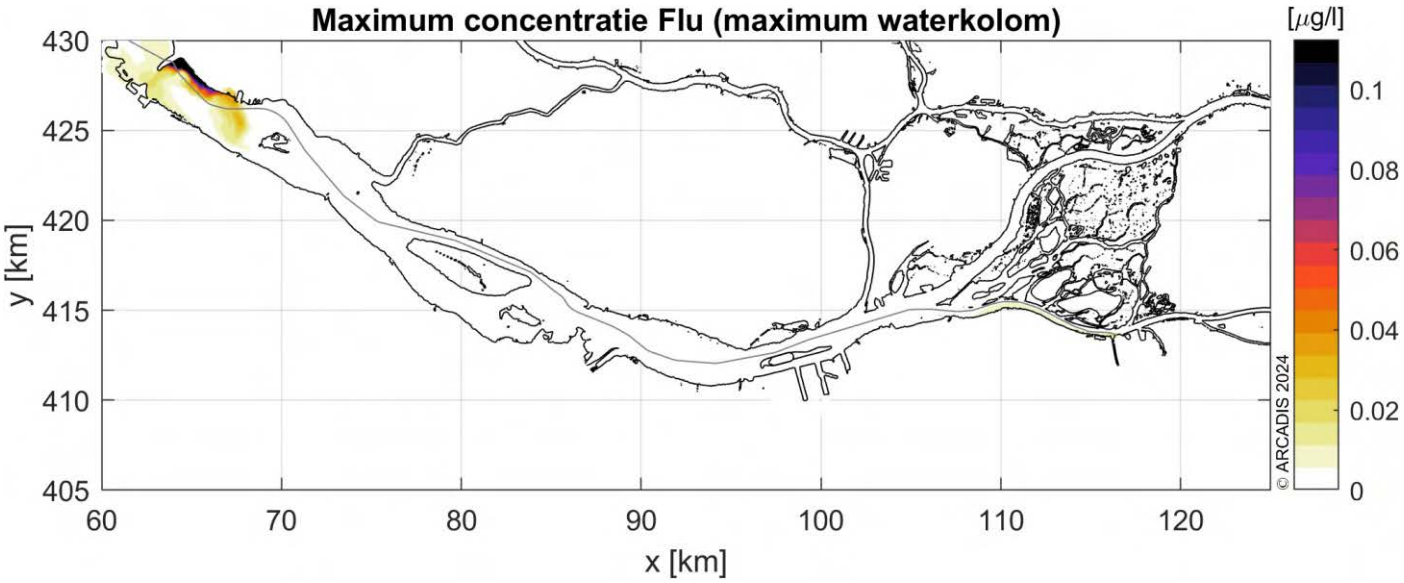
Fenantreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



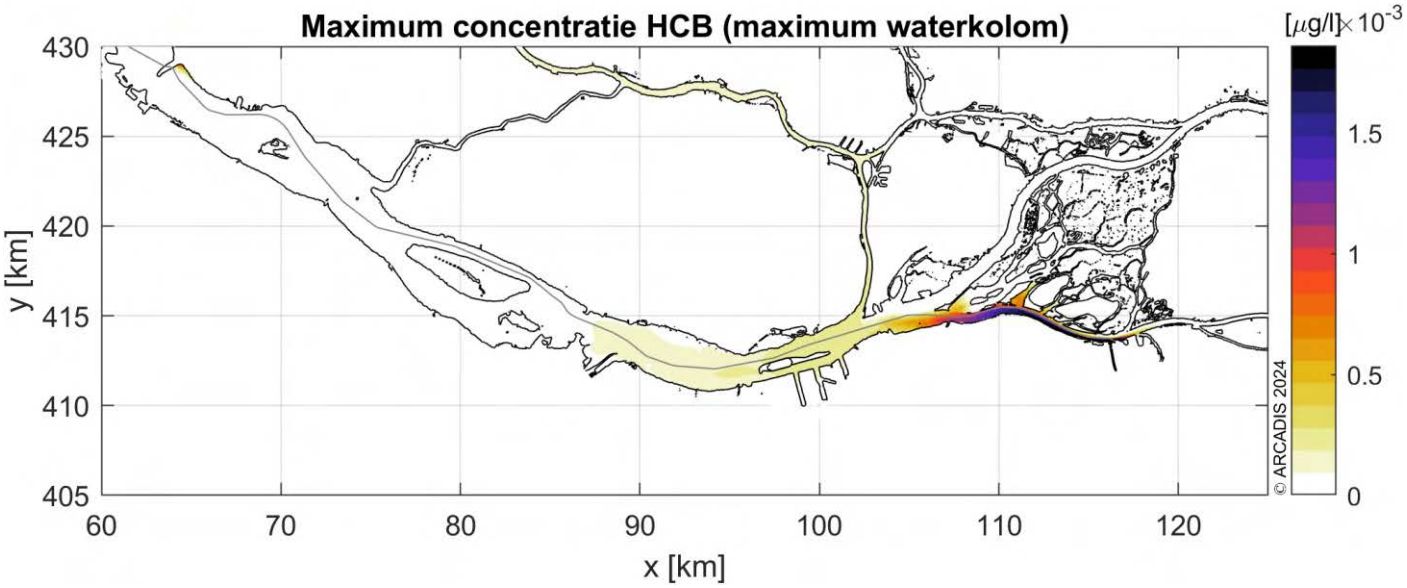
Fluorantheen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



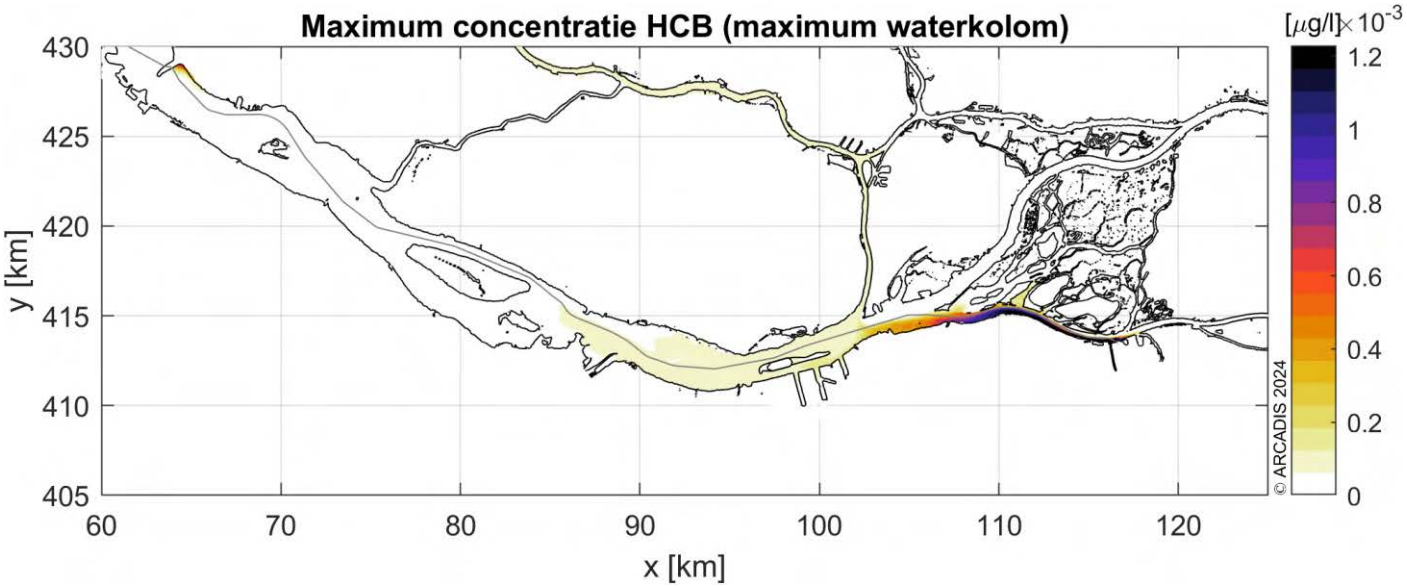
Fluorantheen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



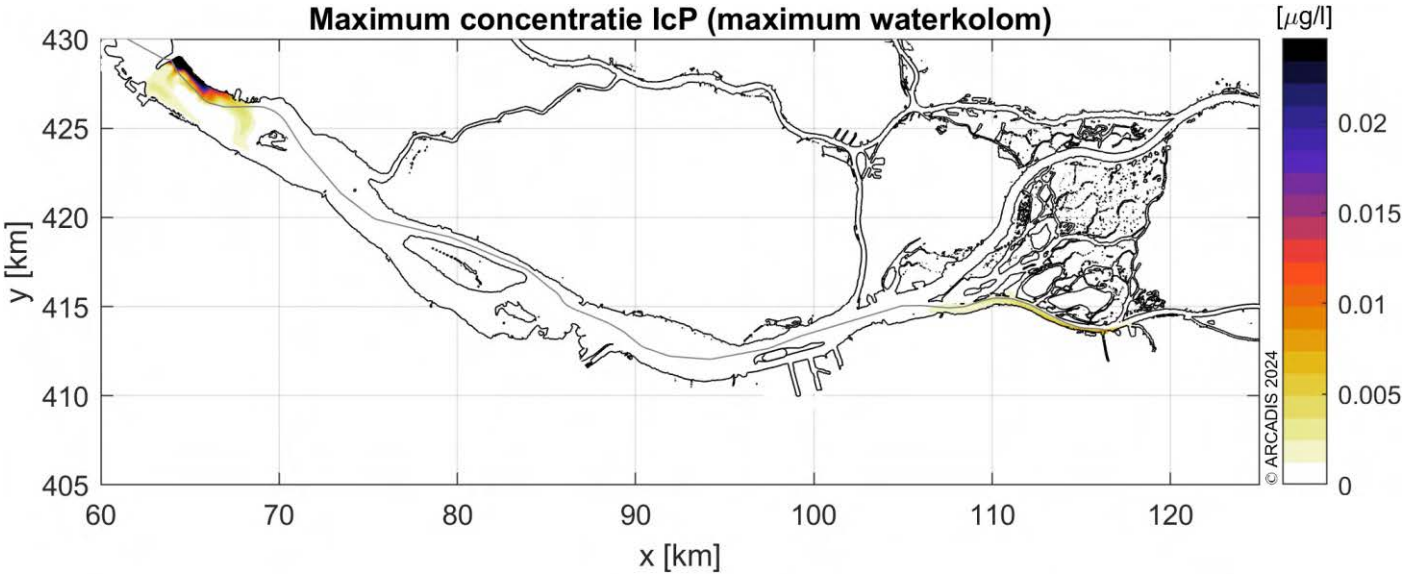
Hexachloorbenzeen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



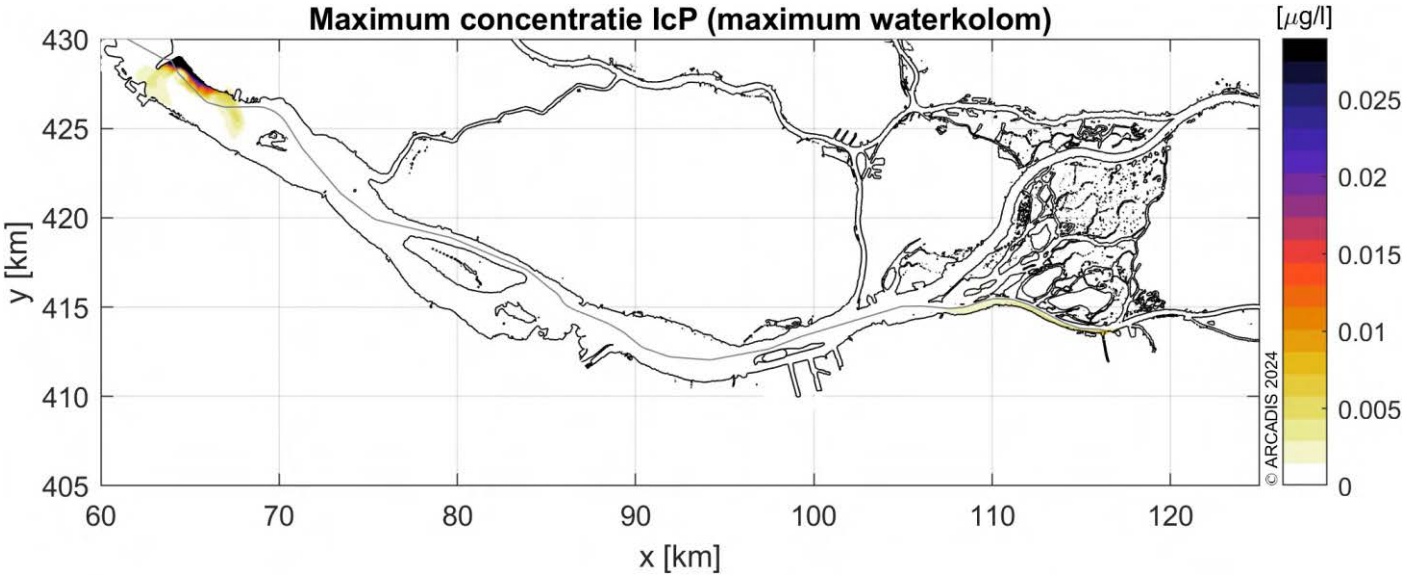
Hexachloorbenzeen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



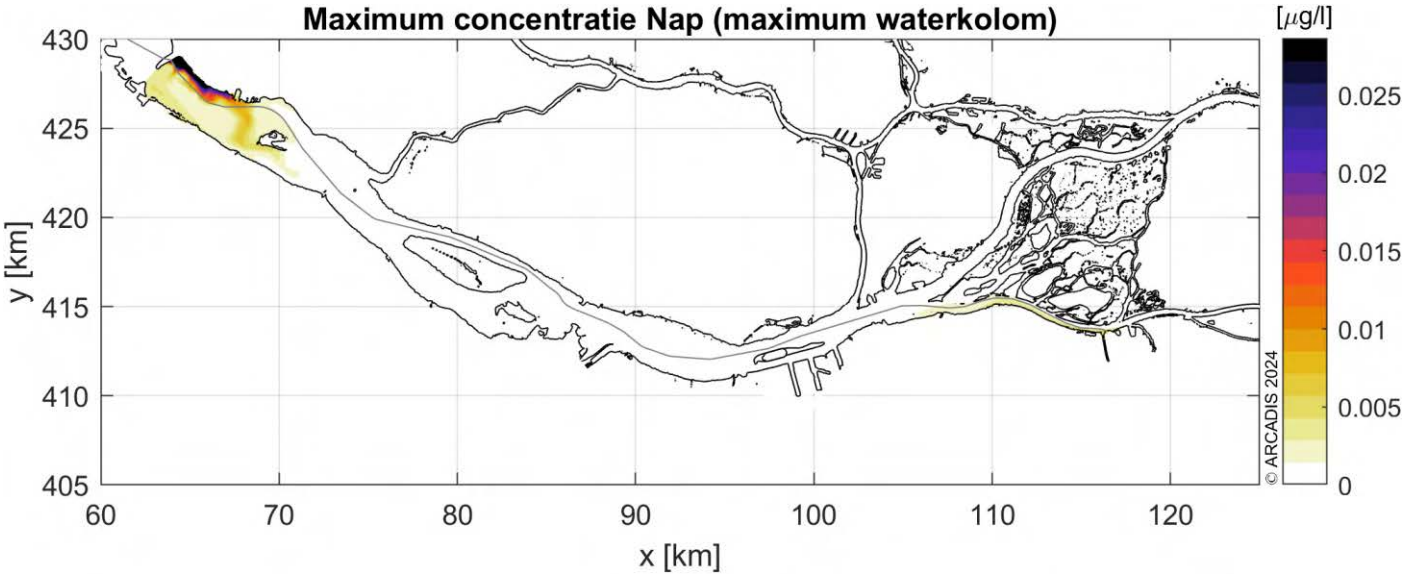
Indeno(1,2,3-cd)pyreen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



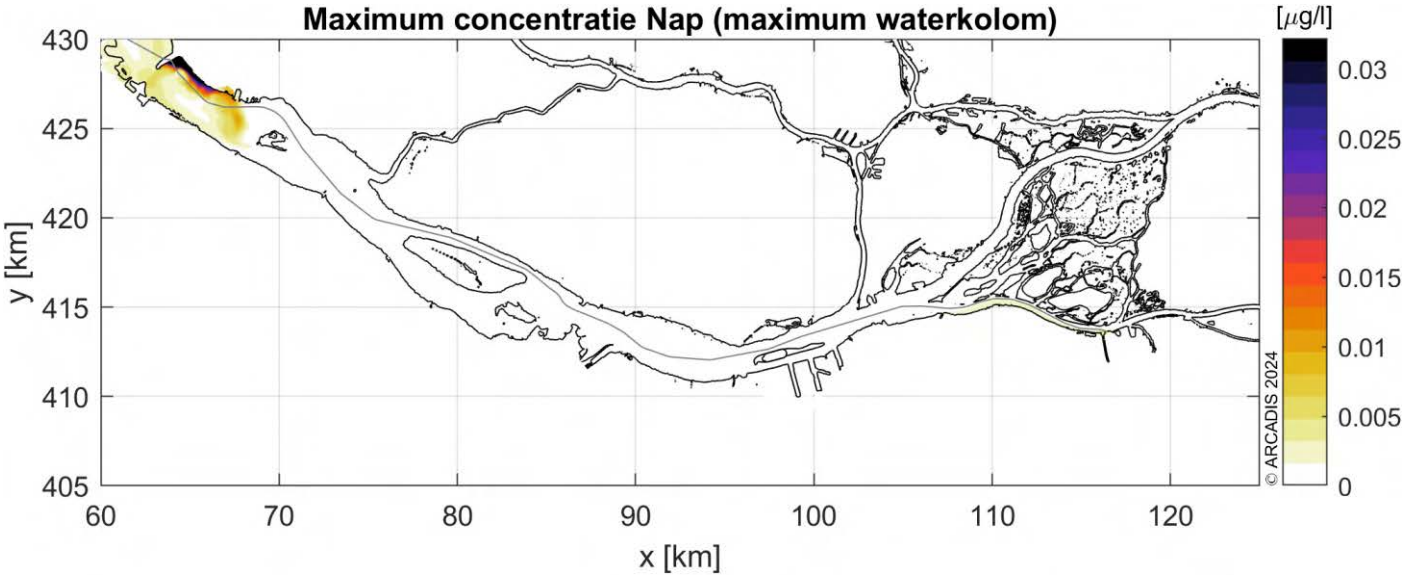
Indeno(1,2,3-cd)pyreen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



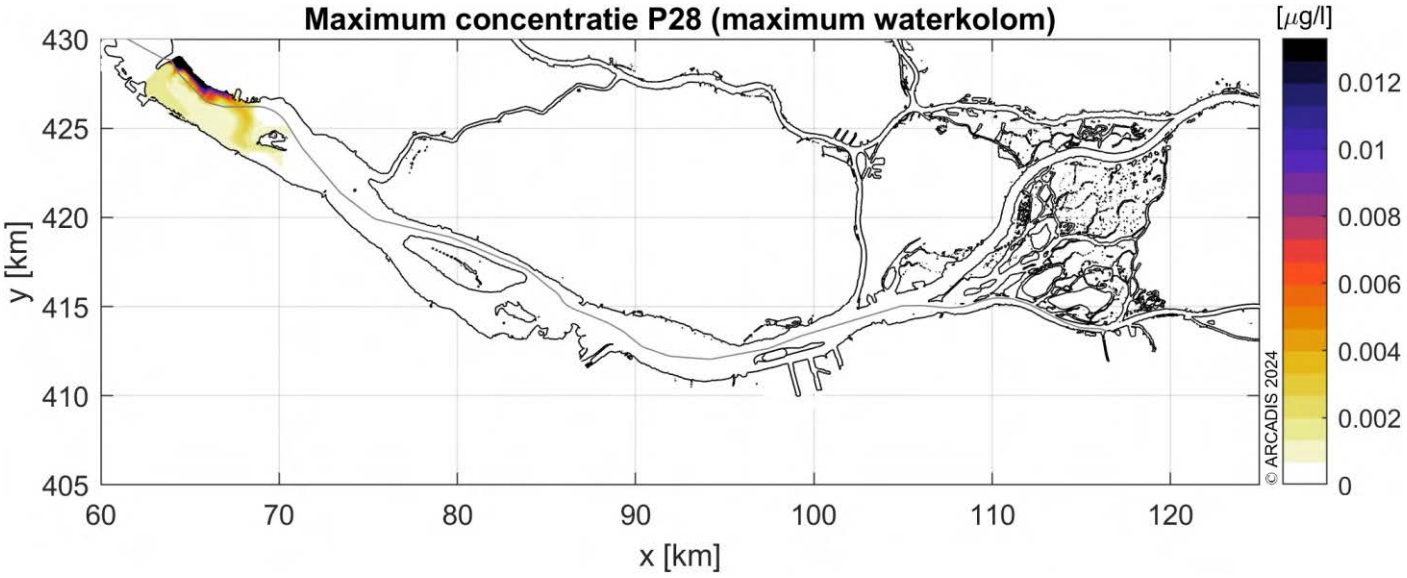
Naftaleen - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



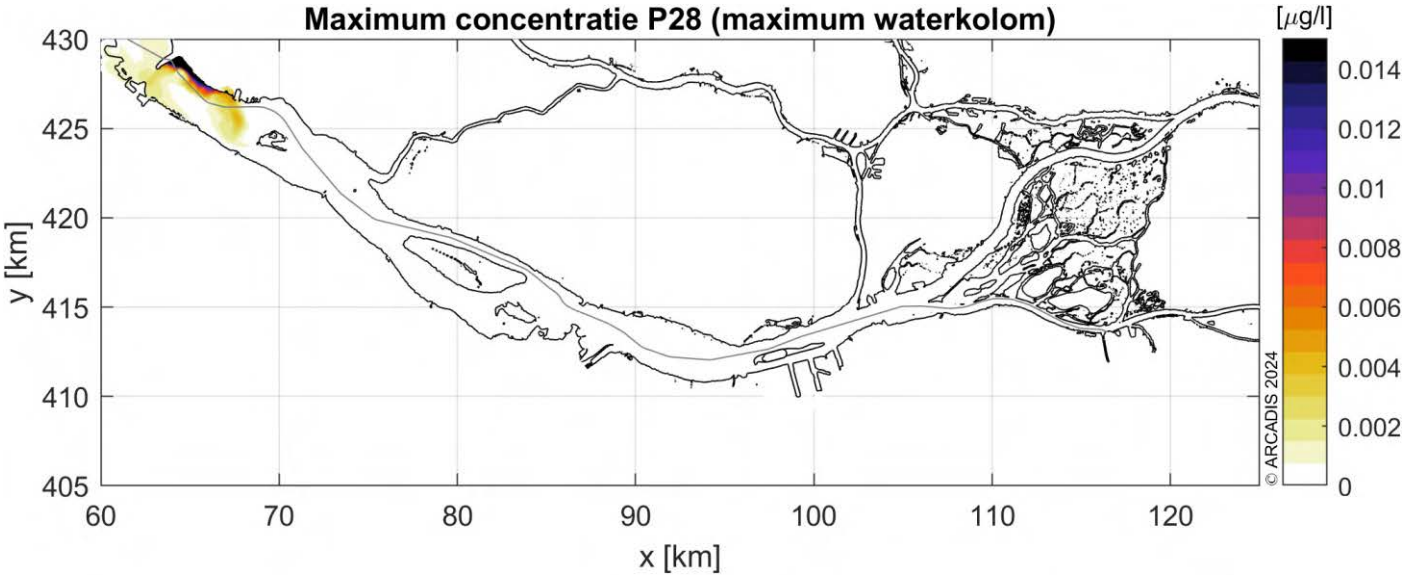
Naftaleen - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



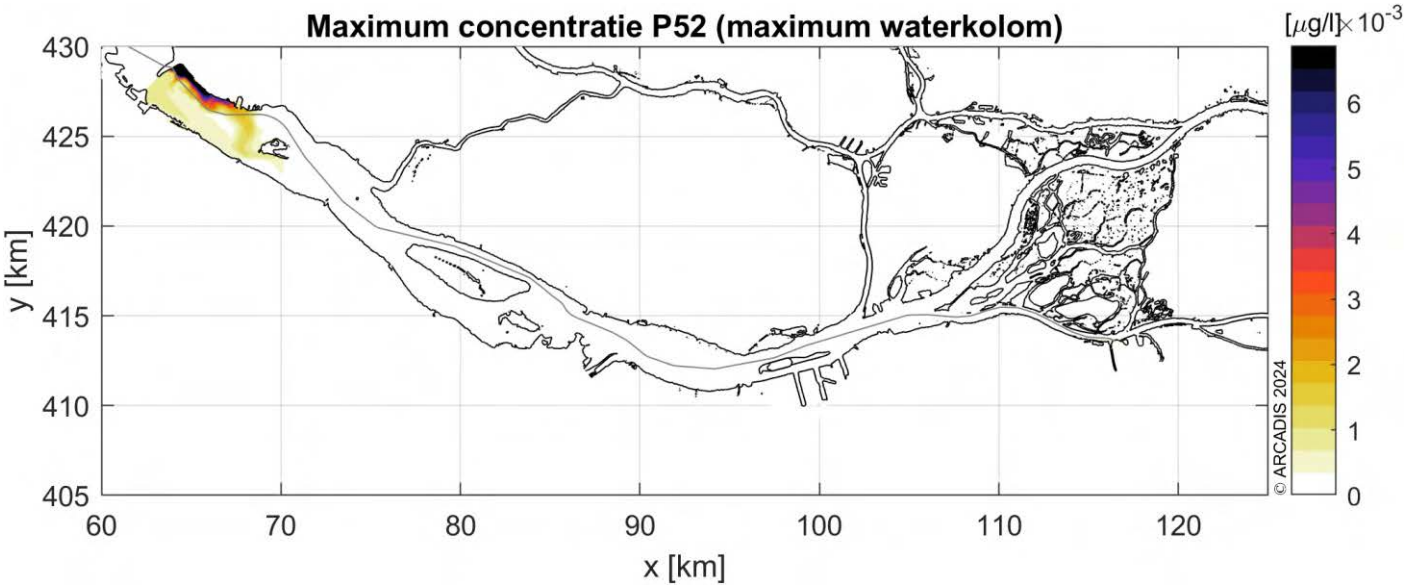
PCB 28 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



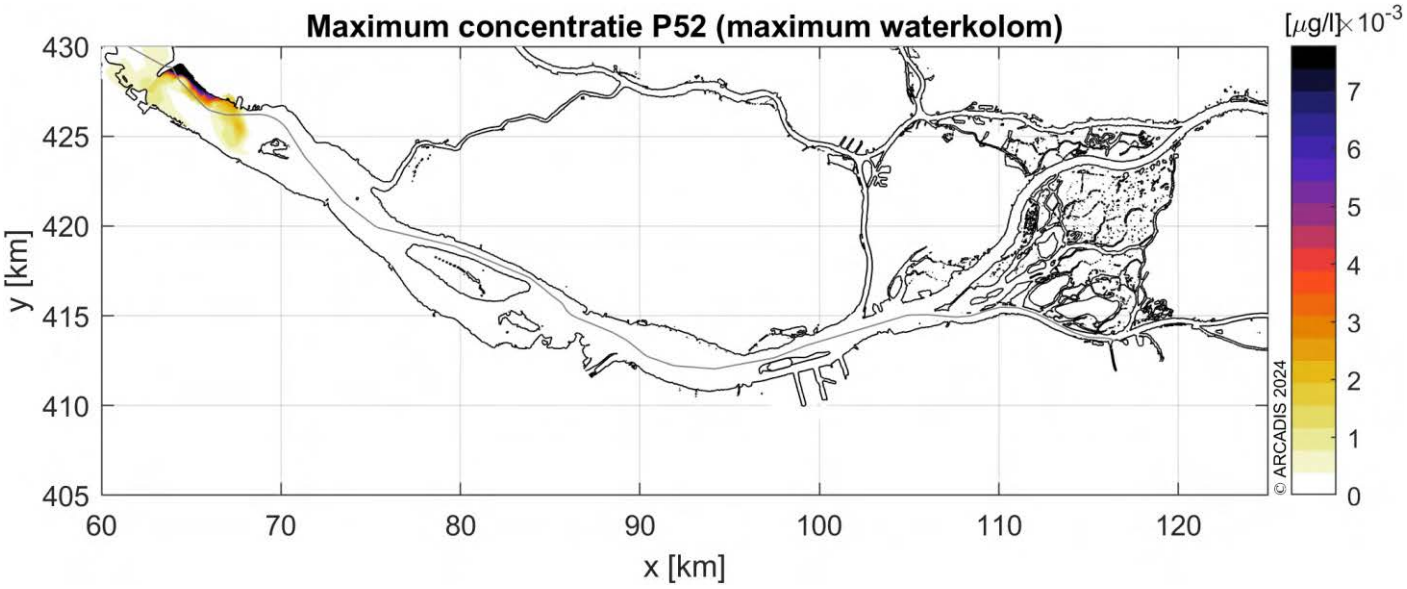
PCB 28 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



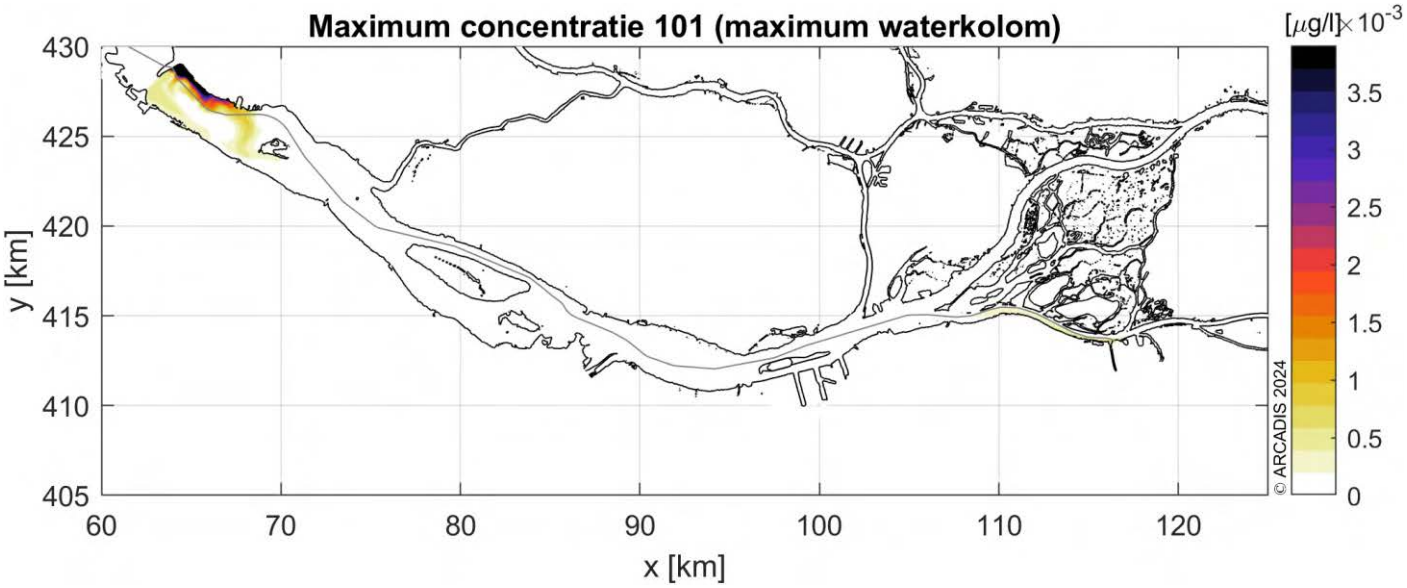
PCB 52 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



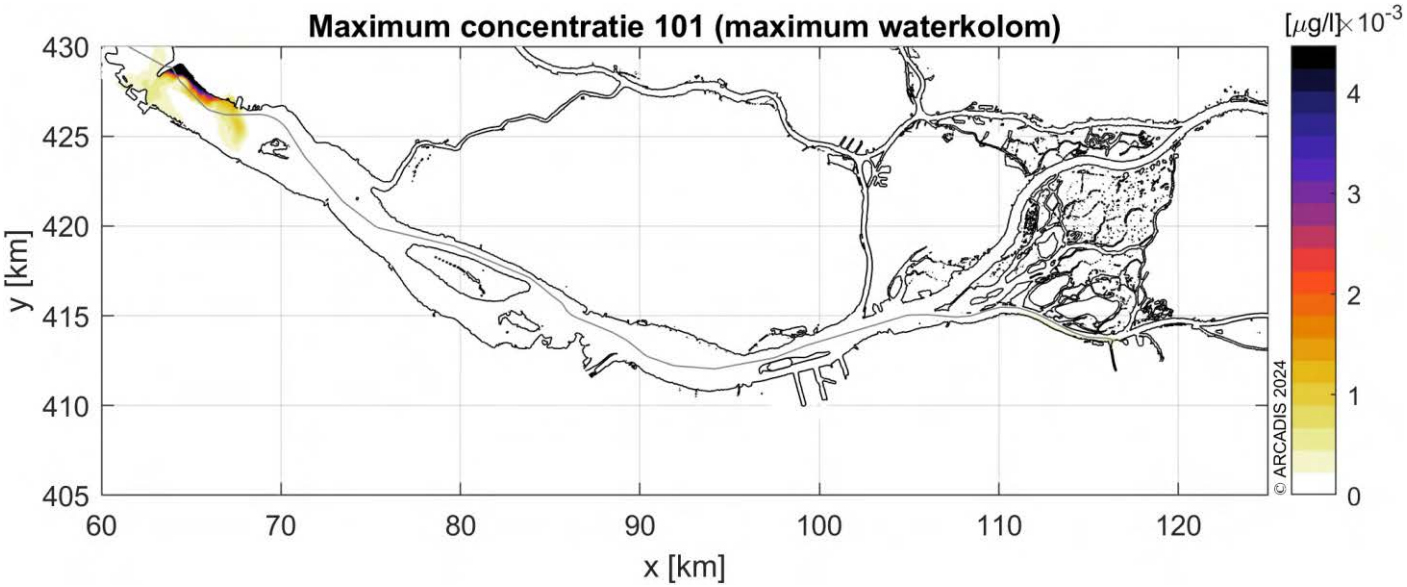
PCB 52 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



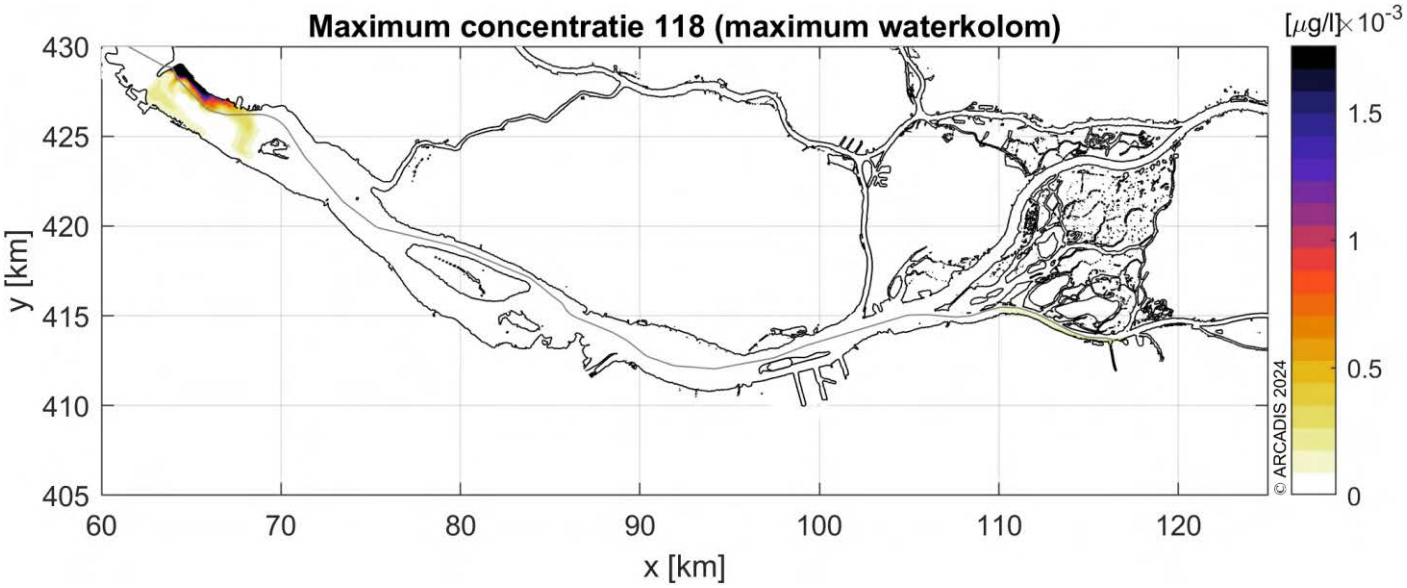
PCB 101 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



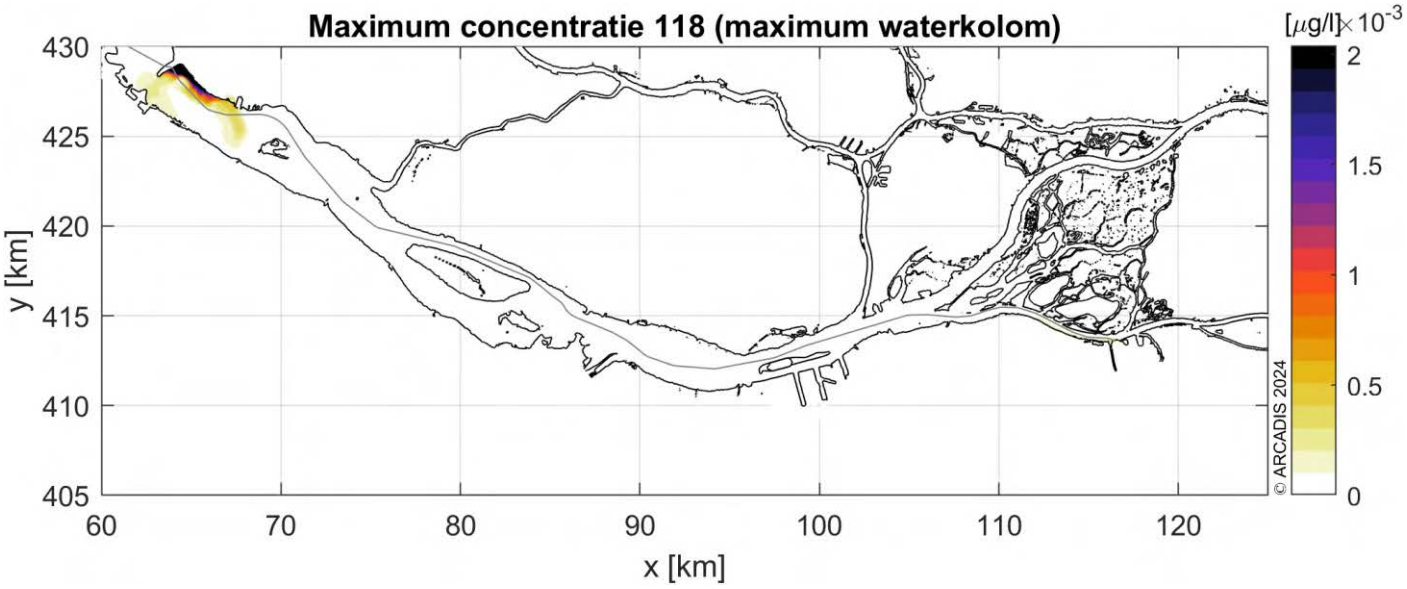
PCB 101 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



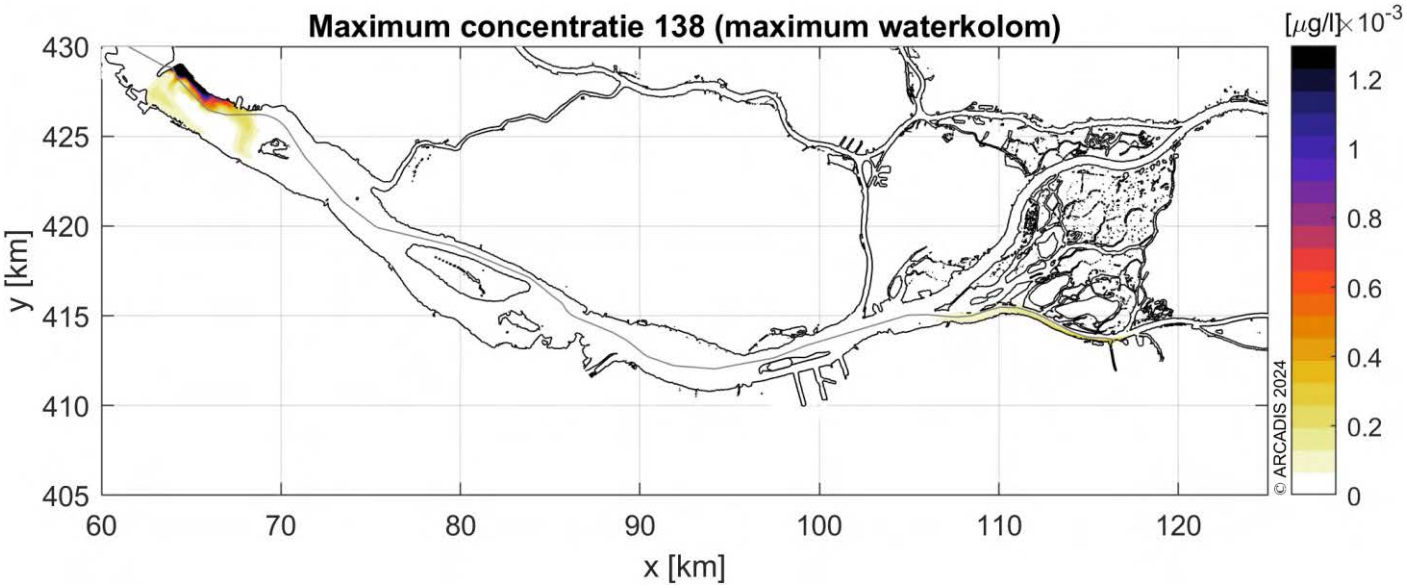
PCB 118 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



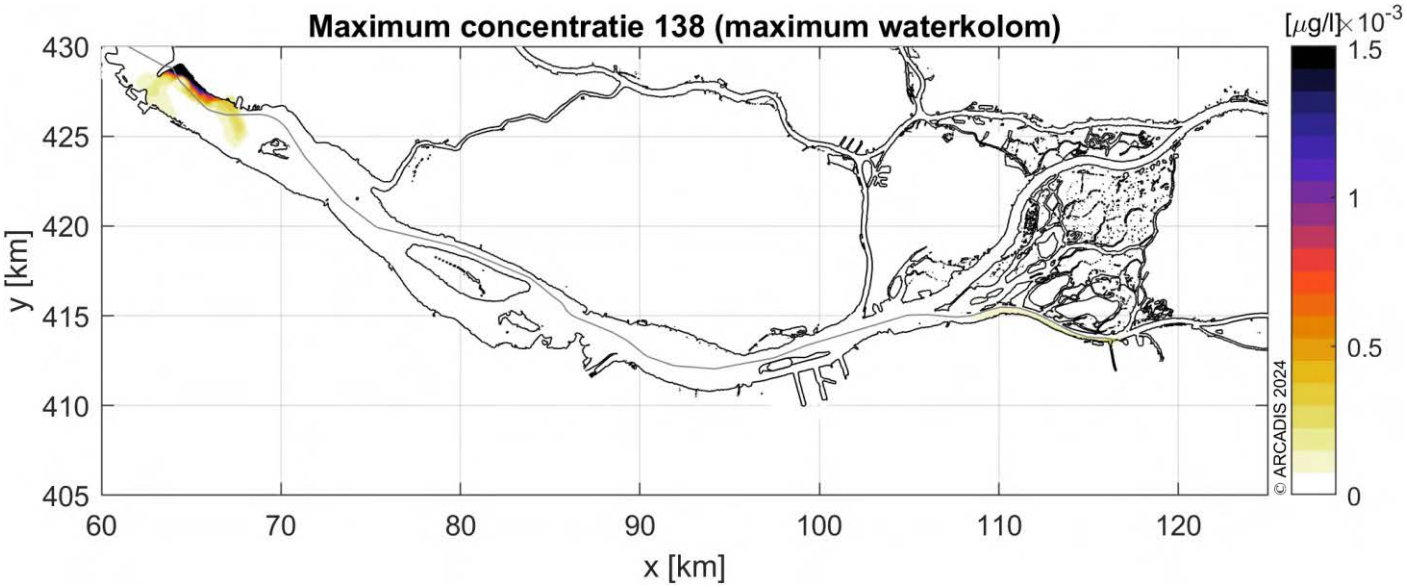
PCB 118 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



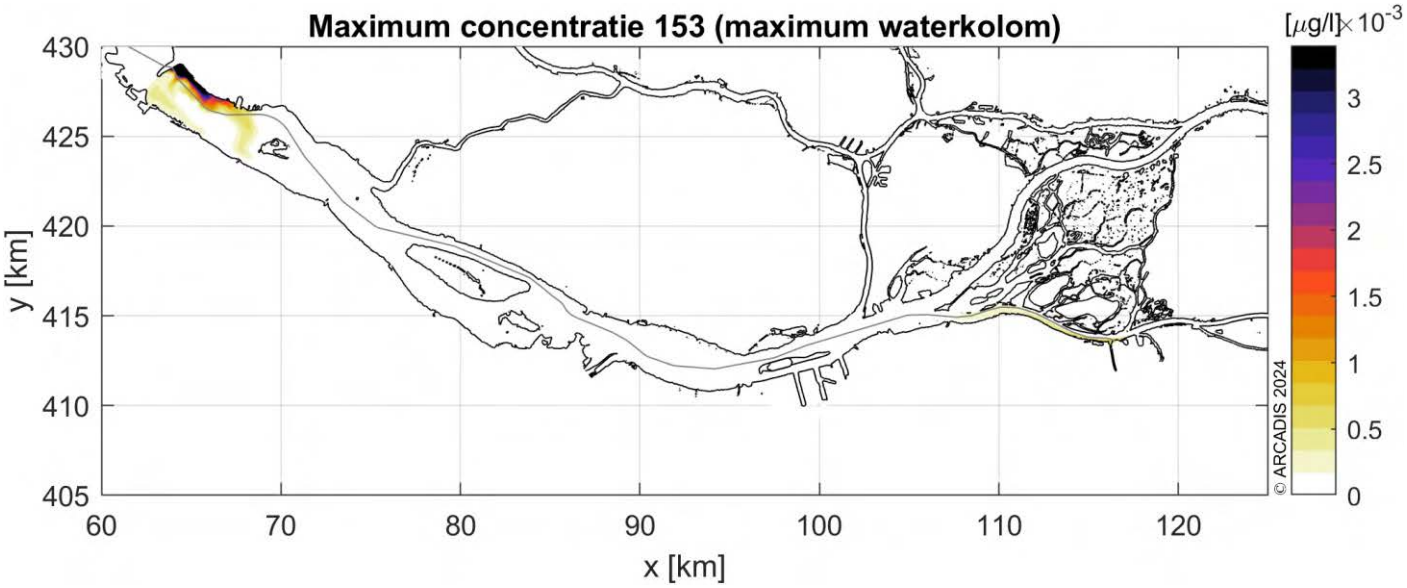
PCB 138 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



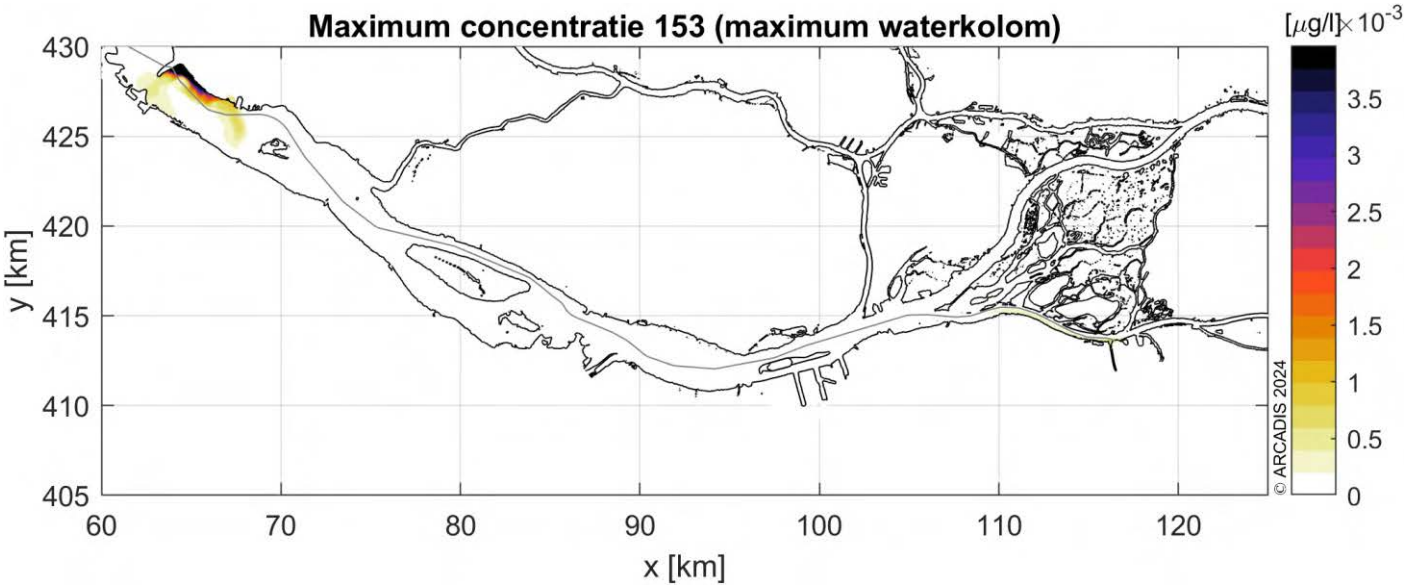
PCB 138 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



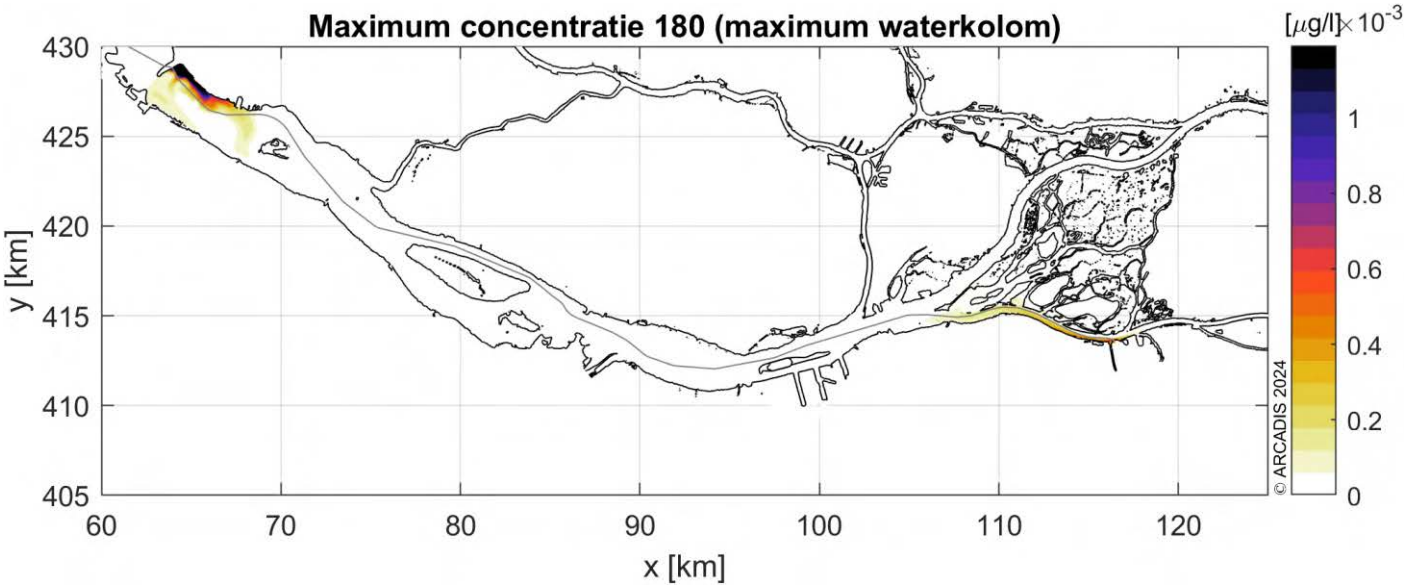
PCB 153 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



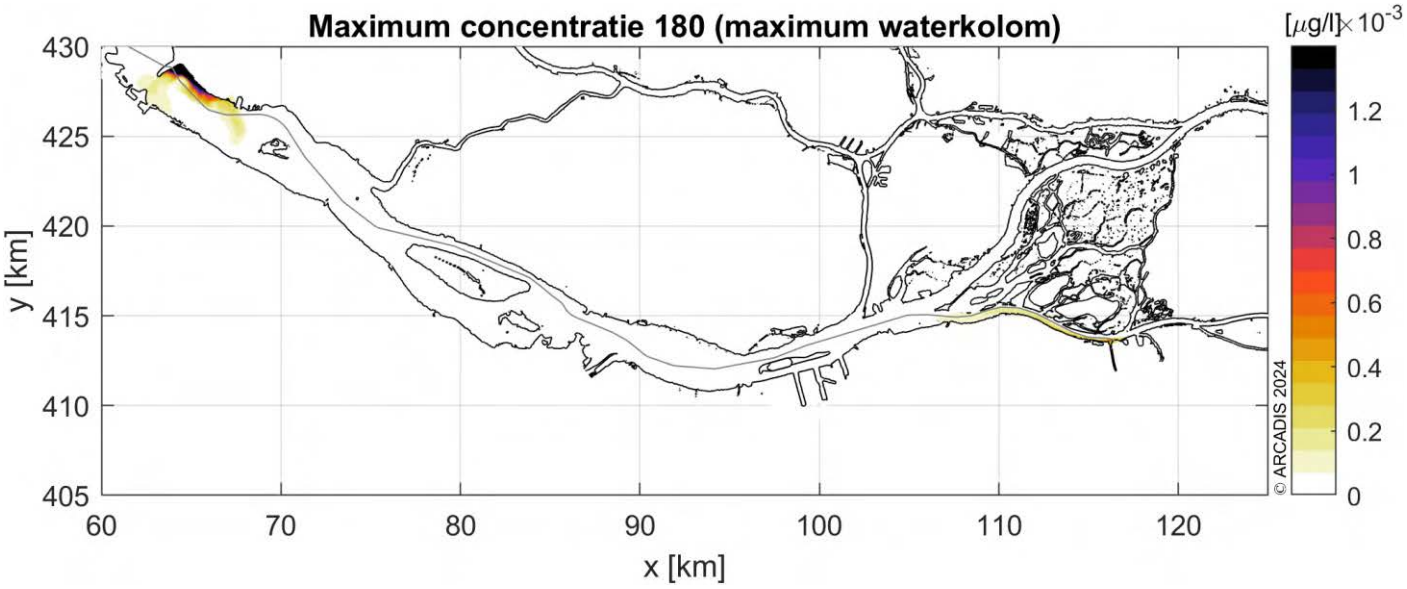
PCB 153 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



PCB 180 - scenario 1 (Q1000 m^3/s)



PCB 180 - scenario 2 (Q1800 m^3/s)



Colofon

BEPALEN EFFECTEN VAN KABELAANLEG OP DE WATERKWALITEIT MET D-WAQ
NET OP ZEE NEDERWIEK 3 - MER FASE 1

DATUM
11 juni 2024

STATUS
Definitief

Bijlage VII-A Elektromagnetische velden op land

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 van Elektromagnetische velden op land op ecologie

EMV 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 (Hanowski et al., 1996). Wel laten verschillende studies een effect van EMV 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 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 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 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 (Shepherd et al., 2019, 2021; Wyszkowska et al., 2016). Insecten gebruiken het aardmagnetisch veld voor navigatie. 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).Onderzoek laat zien dat bijen effect ondervinden van antropogene EMV. 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.

Zoogdieren

Bij verschillende zoogdieren kan een effect van antropogene EMV 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 dit gedrag verstoord (Begall et al., 2008; Burda et al., 2009; Červený et al., 2017). Het is alleen onbekend wat de invloed van dit verstoorde gedrag is, en of EMV 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. 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. Er moet echter wel nog extra onderzoek worden gedaan naar elektromagnetische velden om meer inzicht te krijgen op het effect van EMV op land voor flora en fauna.

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



ARCADIS

Achtergrondrapport Landschap, Cultuurhistorie & Archeologie

Net op Zee Nederwiek 3

TenneT TSO B.V.

22 maart 2024

Inhoudsopgave

1 Inleiding 6

1.1 Aanleiding van het onderzoek 6
1.2 Plangebied en onderzoeksgebied 6
1.3 Administratieve gegevens 8
1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied 9
1.4.1 Tracéalternatieven kabeltracés 9
1.4.1.1 Tracéalternatief - BLS 9
1.4.1.2 Tracéalternatief - VHW 10
1.4.1.3 Tracéalternatief - BWA 11
1.4.1.4 Tracéalternatief - GOF 12
1.4.1.5 Aanlegmethode 12
1.4.2 Converterstations 13
1.5 Doel van het bureauonderzoek 14
1.6 Normen en werkwijze 15
1.6.1 Werkwijze archeologie 16
1.6.2 Werkwijze Landschap & Cultuurhistorie 16

2 Juridisch- en beleidskader 18

2.1 (Inter)nationaal beleid 18
2.1.1 Europees: Verdrag van Malta (1992) 18
2.1.2 Europese Landschapsconventie (2005) 18
2.1.3 Omgevingswet 18
2.1.4 Erfgoedwet 19
2.2 Provinciaal beleid 19
2.2.1 Archeologie 19
2.2.1.1 Zuid- Holland 19
2.2.1.2 Noord-Brabant 20
2.2.2 Landschap & Cultuurhistorie 20
2.2.2.1 Zuid- Holland 20
2.2.2.2 Noord-Brabant 21
2.3 Gemeentelijk beleid 21
2.3.1 Gemeentelijke speerpunten Archeologie 21
2.3.2 Gemeentelijke speerpunten Landschap & Cultuurhistorie 23

3 Landschappelijke en historische ontwikkeling 26

3.1 Inleiding 26
3.2 Landschappelijke ontwikkeling 27
3.2.1 Paleogeografie 27
3.2.1.1 Pleistocene ontwikkelingen 27
3.2.1.2 Holocene ontwikkelingen 27
3.2.2 Geo(morfo)logie en bodem 31

3.2.2.1 Geologie 31
3.2.2.2 Geomorfologie & Bodem 32

3.3 Algemene historische ontwikkeling & Landschappelijke karakteristiek 34

3.3.1 Prehistorie 34
3.3.2 IJzertijd tot Late Middeleeuwen 34

Voorne-Putten 34
Hoeksche Waard 35
Goeree-Overflakkee 36
Noordwest-Brabant 36

4 Inventarisatie cultuurhistorische en landschappelijke waarden 38

4.1 Cultuurhistorische en landschappelijke elementen 38

4.1.1 Aardkundige waarden 38
4.1.2 Cultuurhistorische waarden 39

4.2 Inventarisatie tracéalternatief – BLS 41

4.2.1 Aardkundige waarden 41
4.2.2 Cultuurhistorische waarden 42

4.3 Inventarisatie tracéalternatief – VWH 42

4.3.1 Aardkundige waarden 42
4.3.2 Cultuurhistorische waarden 43

4.4 Inventarisatie tracéalternatief – BWA 43
4.5 Inventarisatie tracéalternatief – GOF 43

4.5.1 Aardkundige waarden 43
4.5.2 Cultuurhistorische waarden 44

4.6 Inventarisatie Converterstations Geertruidenberg 44

4.6.1 Aardkundige waarden 44
4.6.2 Cultuurhistorische waarden 44

4.7 Inventarisatie Converterstations Moerdijk 44

4.7.1 Aardkundige waarden 44
4.7.2 Cultuurhistorische waarden 45

5 Archeologie 46

5.1 Inleiding 46
5.2 Archeologische landschappen 46
5.3 Inventarisatie Archeologische verwachting & bekende archeologische waarden 50

5.3.1 Archeologische verwachting 50
5.3.2 Bekende archeologische waarden 51

5.4 Tracéalternatief – BLS 52

5.4.1 Verwachte archeologische waarden 52
5.4.2 Bekende Archeologische waarden 52

5.4.2.1 AMK-terreinen 52
5.4.2.2 Overige gemeentelijke aanduidingen 53

5.5 Tracéalternatief – VHW 53

5.5.1 Verwachte archeologische waarden 53

5.5.2 Bekende archeologische waarden 54
5.5.2.1 AMK-terreinen 54
5.5.2.2 Gemeentelijke aanduidingen 54
5.6 Tracéalternatief – BWA (op land) 54
5.6.1 Verwachte archeologische waarden 54
5.6.2 Bekende archeologische waarden 54
5.7 Tracéalternatief – GOF 55
5.7.1 Verwachte archeologische waarden 55
5.7.2 Bekende archeologische waarden 55
5.7.2.1 AMK-terreinen 55
5.7.2.2 Gemeentelijke aanduidingen 55
5.8 Converterstations Geertruidenberg 56
5.8.1 Verwachte archeologische waarden 56
5.8.2 Bekende archeologische waarden 56
5.8.2.1 AMK-terreinen 56
5.8.2.2 Gemeentelijke aanduidingen 56
5.9 Converterstations Moerdijk 57
5.9.1 Verwachte archeologische waarden 57
5.9.2 Bekende archeologische waarden 58
5.9.2.1 AMK-terreinen 58
5.9.2.2 Gemeentelijke aanduidingen 58
6 Conclusies en aanbevelingen 59
6.1.1 Archeologie 59
6.1.2 Cultuurhistorie 59
Bronnen 60
Bijlagen 61
Colofon

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een achtergrondrapportage Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie (LCA) uitgevoerd voor Net op zee Nederwiek 3. Net op zee Nederwiek 3 is een netaansluiting die zorgt voor de aansluiting van 2 GW opgewekte windenergie in windenergiegebied Nederwiek op het landelijke hoogspanningsnet van netbeheerder TenneT.

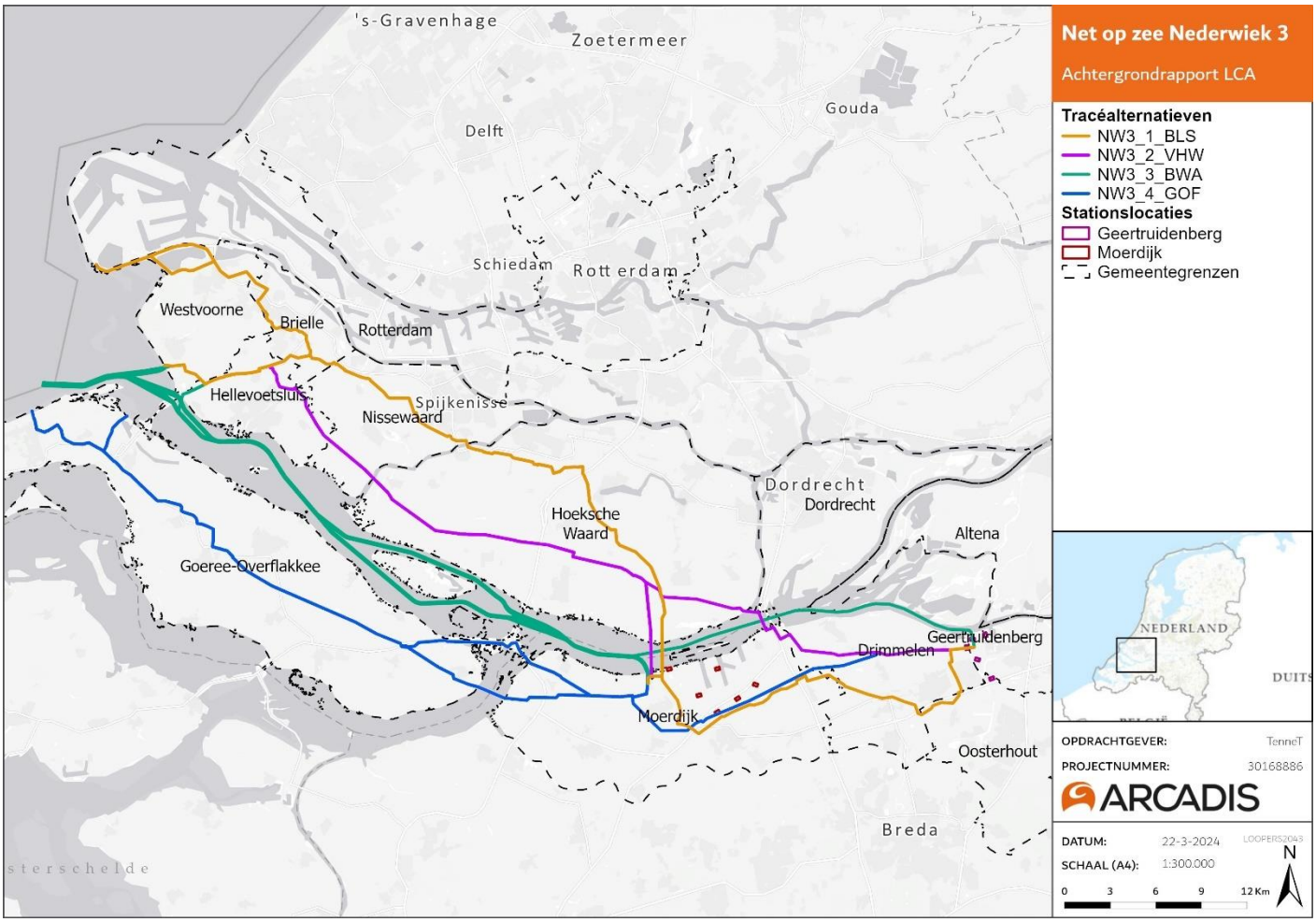
Dit rapport gaat over de effecten van de vier tracéalternatieven en 11 converterstationlocaties die worden onderzocht in MER fase 1 Net op zee Nederwiek 3. De vier tracéalternatieven en 11 converterstationlocaties zijn weergegeven in Figuur 1-1 en Figuur 1-2.. Het gaat om de effecten die zich op land voordoen en daarom zullen enkel de gedeeltes van de tracéalternatieven die over land lopen worden meegenomen in deze rapportage. Het aspect archeologie voor het kabeltracé op zee en de binnenwateren wordt in een apart bureauonderzoek behandelt (Periplus 2024). Bij de uitvoering van de tracéalternatieven kunnen mogelijk landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden worden verstoord. Deze achtergrondrapportage LCA heeft als doel om in hoofdlijnen inzicht te verschaffen in de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden die zich in het projectgebied bevinden of verwacht worden. Het gaat om de sporen die de mens heeft nagelaten in het landschap, in samenhang met de oorspronkelijke vorm van het landschap. Aan de hand van het onderzoek worden risico's op het verstoren van deze waarden binnen de planvorming in kaart gebracht en dit rapport geeft input om kansen te verkennen om de cultuurhistorische en archeologische waarden te behouden.

Het doel van de MER fase 1 is het volwaardig meewegen van het milieubelang bij de voorbereiding en vaststelling van het voorkeursalternatief (VKA). In de MER fase 1 worden meerdere alternatieven voor de tracés en converterstationslocaties onderzocht, zodat daarna een keuze gemaakt kan worden voor een voorkeursalternatief. Voorliggende rapportage betreft dan ook nadrukkelijk géén bureauonderzoek archeologie conform de KNA 4.1, deze wordt pas uitgevoerd voor MER fase 2 nadat een VKA is vastgesteld. De achtergrondrapportage LCA heeft als doel om onderscheidende factoren op het gebied van landschap, cultuurhistorie en archeologie in kaart te brengen, zodat op basis van de MER fase 1 een weloverwogen besluit voor een VKA gemaakt kan worden.

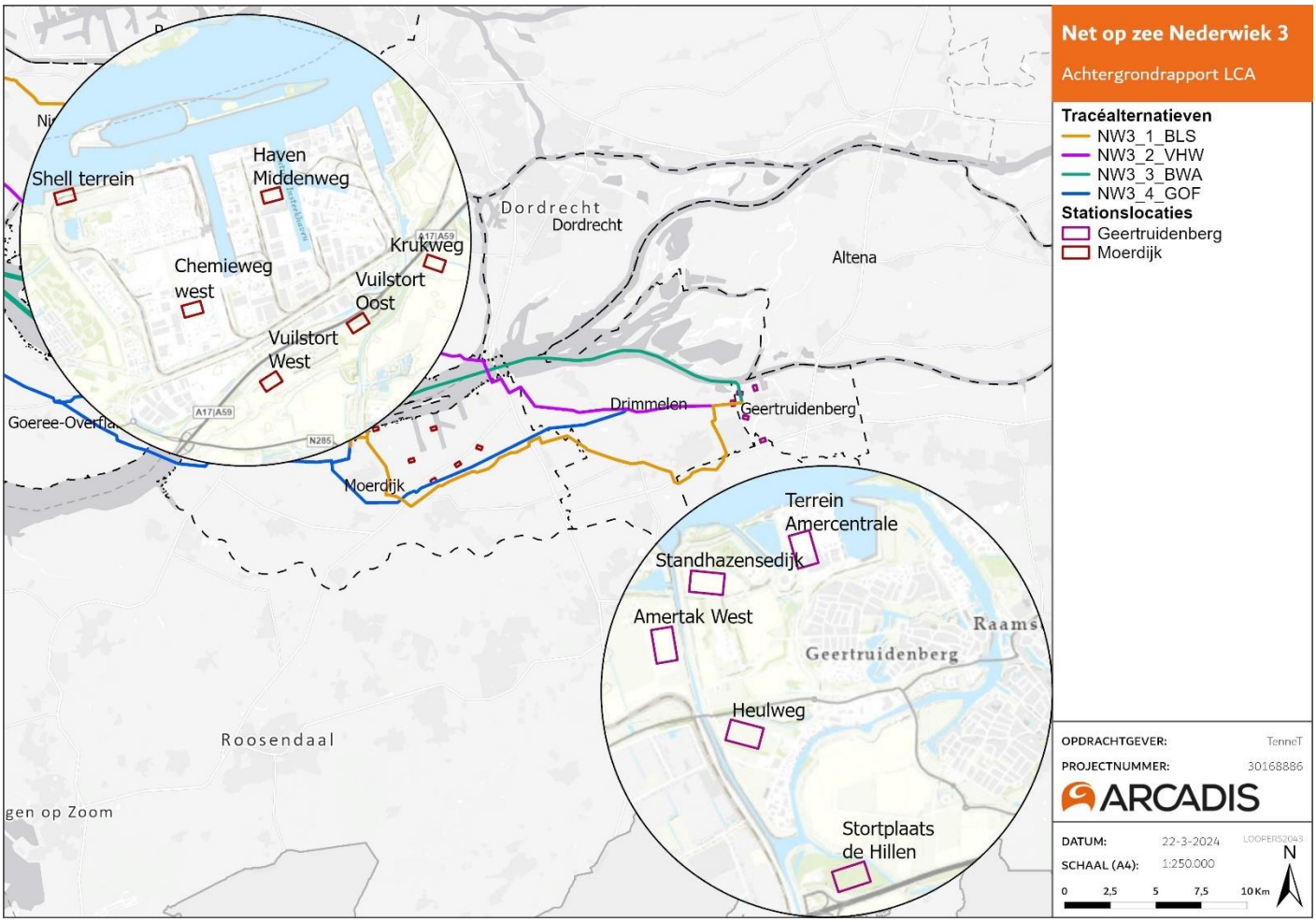
1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

De in voorliggende rapportage onderzochte plangebieden bestaan uit de drie tracéalternatieven op land, plus een gedeelte van het tracéalternatief binnenwateren dat plaatselijk aan land komt (zie 1.4.1 voor nadere toelichting tracéalternatieven). Daarnaast vormen de twee zoekgebieden Moerdijk en Geertruidenberg de plangebieden voor de converterstations.

Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied (lees één van de tracéalternatieven) en een buffer van 100m. Rondom de converterstationslocaties wordt een buffer van 500m aangehouden. Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige waarden in en rondom het plangebied en kunnen relevante resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd.



Figuur 1-1: Overzicht tracéalternatieven op land en de binnenwateren op land



Figuur 1-2: Converterstationslocaties Moerdijk en Geertruidenberg

1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1-1: Objectgegevens onderzoek

Objectgegevens onderzoek	
Arcadis Projectnummer	30168886
ISSN-nummer	2666-8718
Projectnaam	Net op zee Nederwiek 3
Gemeente	Rotterdam, Voorne aan Zee, Nissewaard, Hoeksche Waart, Goeree-Overflakkee, Moerdijk, Drimmelen, Geertruidenberg en Oosterhout.
Provincie	Zuid-Holland & Noord-Brabant
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Auteur	Incl. Sen KNA arch.
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Uitvoeringsperiode onderzoek	2023
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied

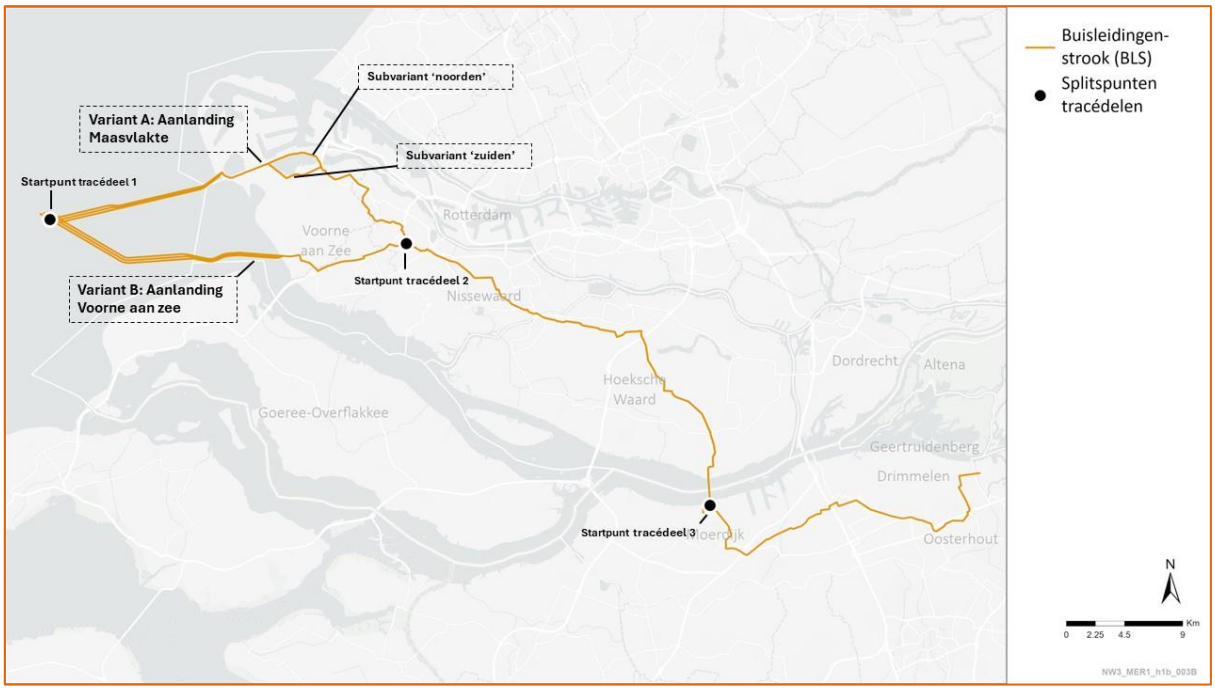
Voor het project Nederwiek 3 wordt in de MER fase 1 uitgegaan van één tracé op zee (Offshore), één tracé door de binnenwateren (waarbij plaatselijk ook land wordt doorkruist) en drie tracéalternatieven op land. Daarnaast worden er twee mogelijke aanlandlocaties onderzocht waar de te onderzoeken converterstationlocaties zijn gelegen, namelijk nabij Moerdijk en nabij Geertruidenberg. Uit de MER fase 1 zal uiteindelijk moeten blijken welke route en aanlanding als voorkeursalternatief wordt aangewezen.

Parallel aan dit onderzoek wordt door Periplus Archeomare een bureauonderzoek Archeologie op zee uitgevoerd. Dit onderzoek behandelt het Offshore gedeelte van Nederwiek 3 en tevens het tracéalternatief binnenwateren. De tracéalternatieven ‘op land’ hebben tevens een ‘Nearshore’ gedeelte. Dit is het in zee gelegen gedeelte van het tracé dat tussen de aanlanding op land en het Offshore gedeelte is gelegen. Deze gedeeltes van de tracéalternatieven worden tevens in het bureauonderzoek op zee behandelt en maken dus geen onderdeel uit van deze rapportage.

1.4.1 Tracéalternatieven kabeltracés

1.4.1.1 Tracéalternatief - BLS

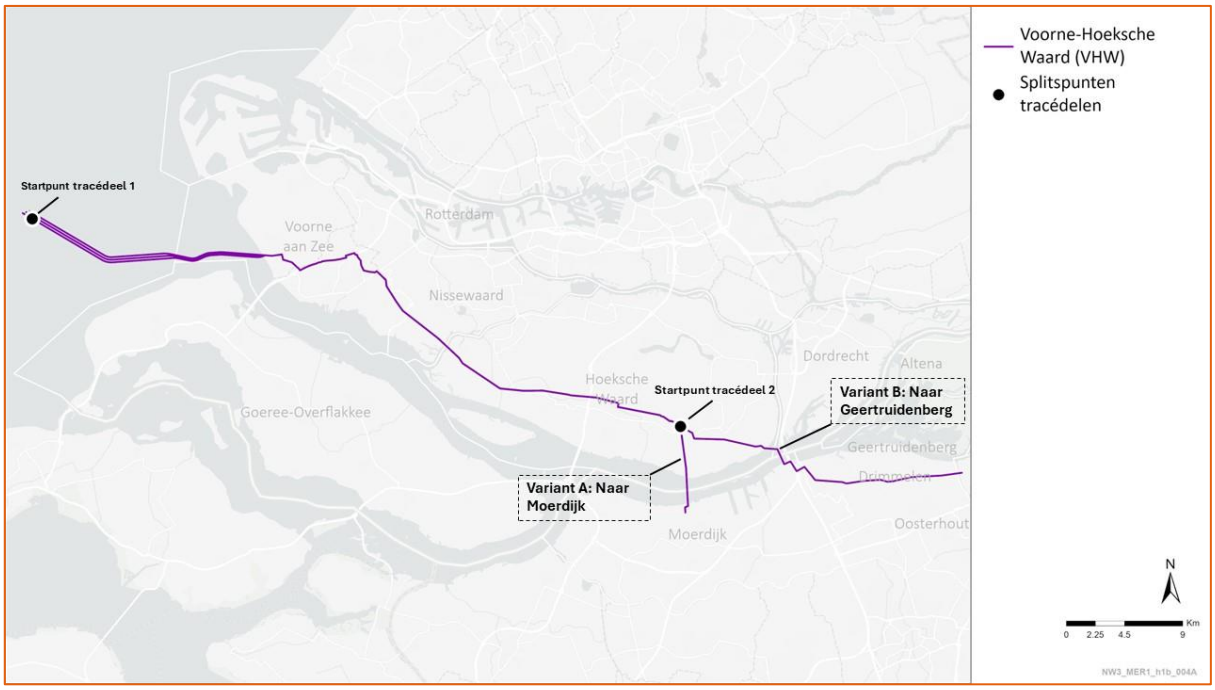
Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS) loopt aan de zuidzijde van de Tweede Maasvlakte door het duinstruweel op de 5-meter hoogtelijn. Vervolgens buigt het af en loopt parallel aan de waterkering tussen het Brielsche Gat en het Oostvoornse Meer. Aan de zuidzijde van de waterkering komt het tracé binnendijks waarna het aansluit op de in Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 aangewezen strook



Figuur 1-3: Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS)

1.4.1.2 Tracéalternatief - VHW

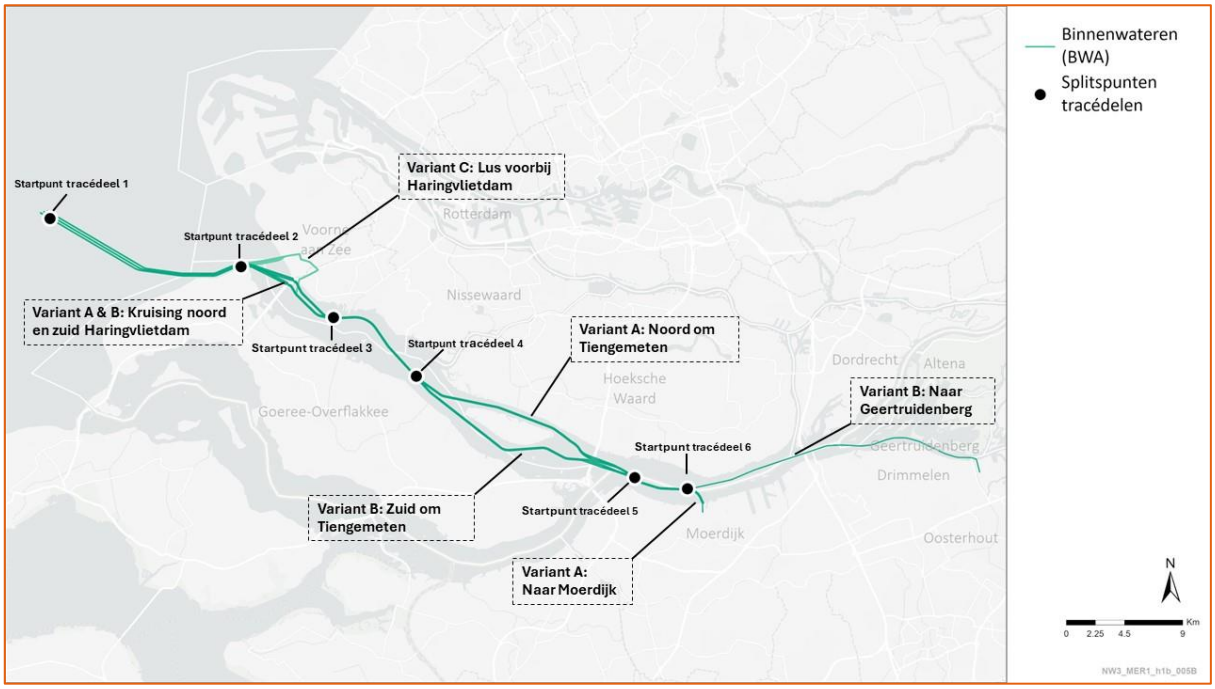
Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW) is een landtracé dat loopt door de Zuid-Hollandse eilanden Voorne en Hoeksche Waard, waarna het het Hollandsch Diep kruist en vervolgt naar Moerdijk of Geertruidenberg. Het tracé ligt iets zuidelijker dan het tracéalternatief BLS.



Figuur 1-4: Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW)

1.4.1.3 Tracéalternatief - BWA

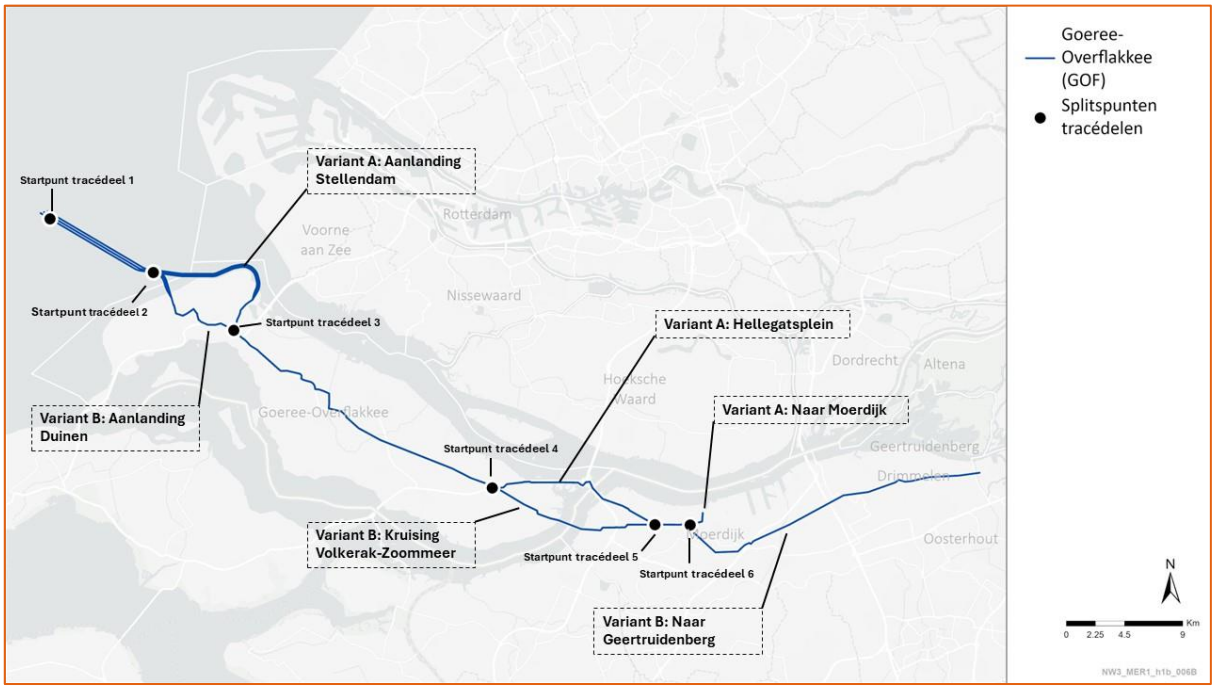
Het tracéalternatief Binnenwateren (BWA) loopt na de kruising van de Haringvlietdam door de binnenwateren Haringvliet, Hollandsch Diep en indien naar Geertruidenberg ook door de Amer.
In voorliggende rapportage wordt het tracégedeelte op zee en in het binnenwater niet nader onderzocht, dit gebeurt in het bureauonderzoek op zee (Periplus 2024). Plaatselijk gaat tracéalternatief BWA echter over land, daar waar dit gebeurt wordt dit wel beschreven in deze rapportage.



Figuur 1-5: Tracéalternatief Binnenwateren (BWA

1.4.1.4 Tracéalternatief - GOF

Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF) loopt ten zuiden van de binnenwateren over het dubbeleiland Goeree-Overflakkee. Het tracé landt vanuit de Voordelta aan door de duinen bij Ouddorp of om de Kwade Hoek bij Havenhoofd. De twee aanlandingsvarianten fuseren bij Stellendam en lopen daarna grotendeels parallel aan de N215. Vlak voor de Hellegatsdam buigt één variant af naar het zuiden en kruist het Volkerak met een (lange) boring. De noordelijke variant loopt via het Volkeraksluizencomplex, waarbij er zowel aan de noord- als zuidkant van de sluizen wordt overgestoken. Vervolgens buigt één lijn af naar Moerdijk en de ander vervolgt naar Geertruidenberg, grotendeels parallel aan de nieuwe hoogspanningsverbinding.

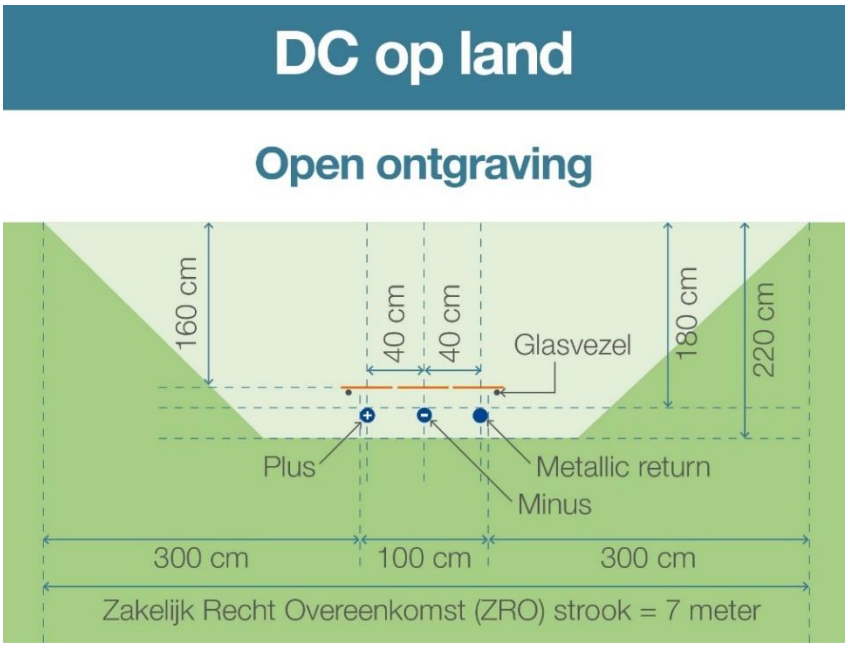


Figuur 1-6: Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF)

1.4.1.5 Aanlegmethode

De aanlegmethode op land is in beginsel open ontgraving, waarbij enkel geboord wordt op plekken waar een open ontgraving niet mogelijk of niet wenselijk is. Voor een open ontgraving gelden de hiernavolgende uitgangspunten. In plat vlak configuratie liggen de kabels (plus, min, metallic return) naast elkaar met een tussenafstand van ca 40 cm. De totale ZRO-breedte is daardoor 7 meter (3 meter gemeten vanaf de buitenzijden van het kabelsysteem). Voor de situatie waarin drie kabelsystemen parallel liggen is de totale ZRO-breedte 15 meter. Doordat de kabels naast elkaar in plat vlak liggen in plaats van deels boven elkaar hoeft de sleuf minder diep te zijn. Daardoor is de diepte van de sleuf 2,20 meter. De bovenkant van de kabels is gelegen op 1,80 meter. Bij aanleg moet er rekening gehouden worden met een werkterrein van 20 tot 30 meter breed. Het werkterrein ligt direct naast de ontgraving en wordt gebruikt voor het opslaan van bouwmaterialen en afgegraven grond (zie Figuur 1-7 en Figuur 1-8).

Op plekken waar het niet haalbaar of wenselijk is om de kabel aan te leggen met open ontgraving, zal er worden gekozen voor een boring. De boormethode is een zogeheten horizontaal gestuurde boring. Voor elke boring wordt een in- en uittredepunt bepaald waar een werkterrein wordt ingericht. Het ruimtebeslag van het tijdelijk werkterrein houdt een positief verband met de lengte van de boring.



Figuur 1-7: Kabelconfiguratie open ontgraving op land Nederwiek 3.



Figuur 1-8: Kabelconfiguratie open ontgraving op land met werkstrook.

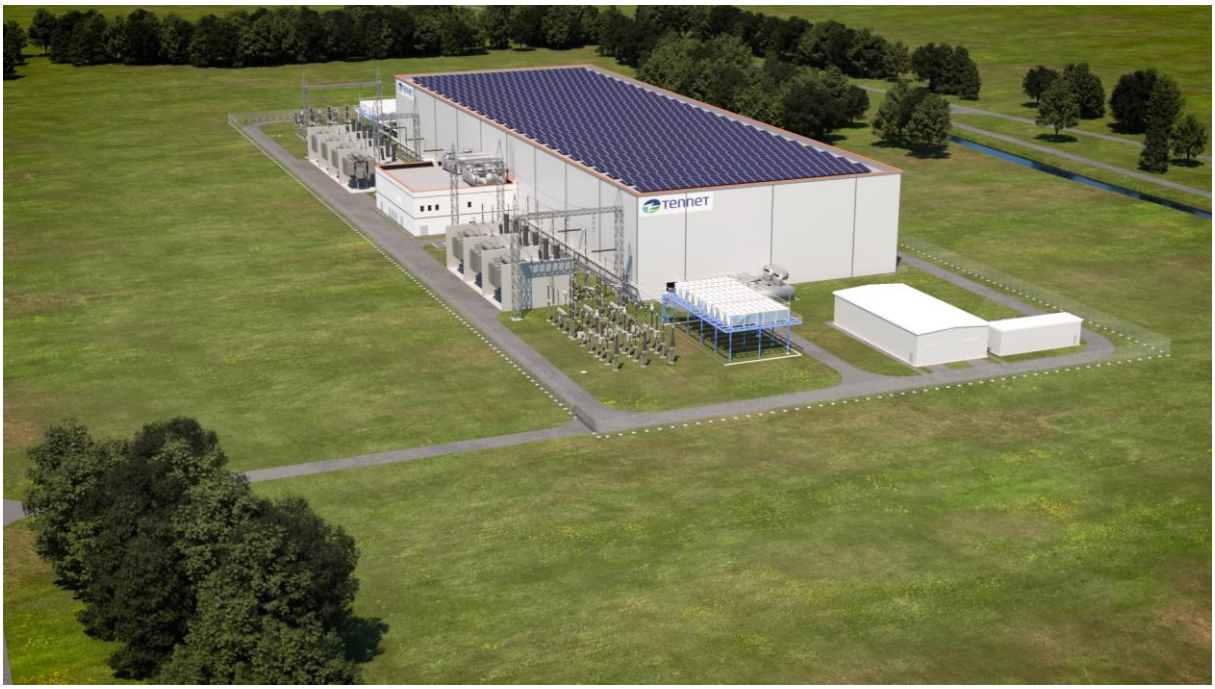
1.4.2 Converterstations

Voor de locatie van het te realiseren converterstation van Nederwiek 3 zijn twee zoekgebieden in beeld (Figuur 1-2). Het eerste zoekgebied is gelegen in Geertruidenberg. In dit zoekgebied zijn eerder vier potentiële locaties voor het converterstation in IJmuiden Ver Alpha onderzocht.[1]

Het tweede zoekgebied is het havengebied van Moerdijk. TenneT heeft het plan om hier vóór 2031 een 380 kV station te ontwikkelen, waardoor een aanlanding van Nederwiek 3 hier ook kansrijk wordt. Dit 380kV station is noodzakelijk voor de aansluiting van Nederwiek 3 om aan te kunnen sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Omdat het 380kV-station Moerdijk in planning achterloopt op Nederwiek 3 is er voor nu besloten om beperkt rekening te houden met de locatiekeuze van het converterstation Nederwiek 3 in relatie tot de locatie van 380kV-station Moerdijk.
De verwachte afmeting van het converterstation is 5,5 hectare met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het opgehoogde maaiveld). De exacte afmetingen hangen af van de specifieke kenmerken van de locatie. De central

[1] Net op zee IJmuiden Ver Alpha

service building in het midden van het plot is circa 56 x 35 x 16,5 m (lengte x breedte x hoogte). Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat de grond in tot maximaal 3,5m (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 2.000 m² (56m x 35m) Deze afmetingen zijn gebaseerd op Nordlink en aangepast t.b.v. het project Nederwiek. Daarnaast komt er mogelijk ook een kelder onder het third party building tot maximaal 3,5m diep (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) met een oppervlakte van 20m x 7m.



Figuur 1-9: Impressie van een converterstation (TenneT).

1.5 Doel van het bureauonderzoek

Het Doel van voorliggende rapportage is om input te geven voor de MER fase 1, waarin een voorkeursalternatief (VKA) gekozen zal worden. Het VKA zal bestaan uit één voorkeursalternatief voor het kabeltracé en een voorkeursalternatief voor het converterstation. Deze rapportage richt zich daarom op de onderscheidende factoren tussen de verschillende tracéalternatieven voor de aspecten landschap, cultuurhistorie en archeologie. Voorliggende inventarisatie betreft nadrukkelijk een eerste stap in het onderzoek naar de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden binnen het plangebied, binnen de kaders van de huidige ontwerpfase.

Mogelijke onderscheidende knelpunten binnen de voorgenomen tracéalternatieven kunnen op deze wijze in een zo vroeg mogelijk stadium in beeld worden gebracht en deze zijn waar mogelijk meegenomen in de tracéoptimalisatie. Op basis van deze inventarisatie worden aanbevelingen gedaan over welke zones reeds in de ontwerpfase dienen te worden ontzien (risico's). Daarnaast worden adviezen gegeven over aanvullende verdiepende (veld)onderzoeken in het kader van de MER en uitvoeringsfase. Daarbij kan bijvoorbeeld nader ingegaan worden op het benutten van de aanwezige waarden bij de uitwerkingen van het ontwerp (koppelkansen). Waardering van de elementen behoort dan ook niet tot de doelstelling van onderhavige inventarisatie.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een juridisch en beleidskader opgesteld.In hoofdstuk 3 wordt de algemene landschappelijke en cultuurhistorische ontwikkeling beschreven om zo de context voor de daaropvolgende hoofdstukken te schetsen. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de landschappelijke en cultuurhistorische elementen per tracéalternatief geïnventariseerd. In hoofdstuk 5 worden de verwachte en bekende archeologische waarden per tracéalternatief geïnventariseerd. Hoofdstuk 6 omvat een conclusie en advies.

1.6 Normen en werkwijze

Arcadis streeft naar een integrale aanpak van erfgoed. Erfgoed bevat zes pijlers (figuur 4): 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.

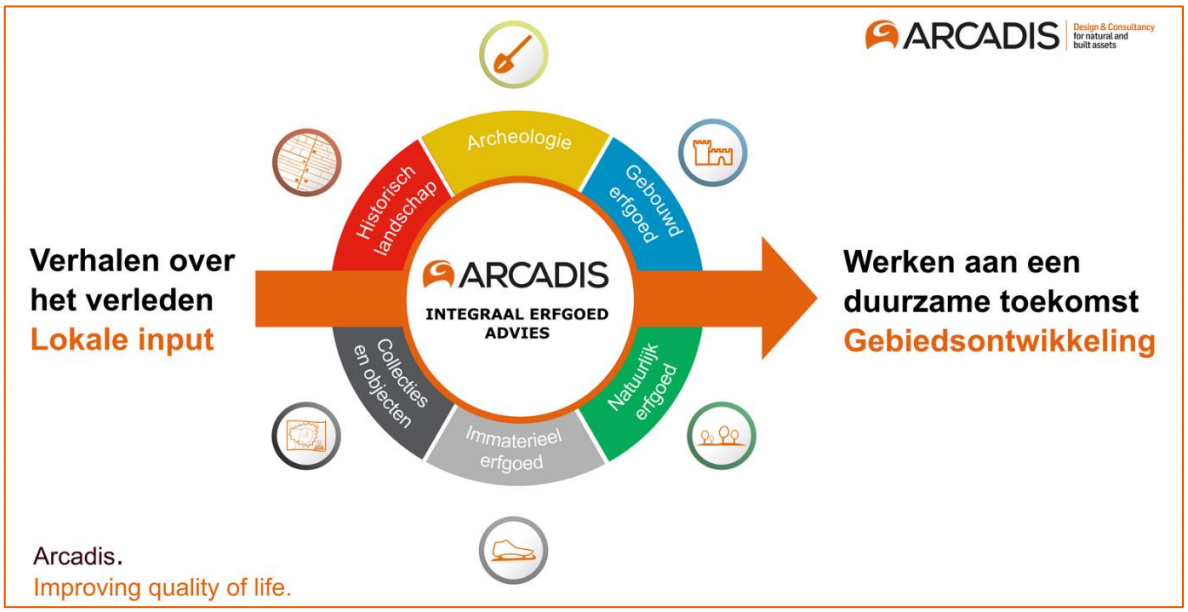
In deze rapportage ligt de hoofdfocus op natuurlijk erfgoed (aardkundige waarden), het historische landschap, gebouwd erfgoed en archeologie. Daar waar relevant zullen waarden worden toegevoegd uit de overige pijlers. De pijlers laten zich omschrijven als:

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. 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 & groen erfgoed: 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 (Aardkundige waarden): Onderdeel van deze pijler zijn bijzondere elementen van het landschap die door natuurlijke processen zijn gevormd, zoals bijvoorbeeld een steilrand of een stuwwal.



Figuur 4: 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 bij 1.5 worden bereikt door het beantwoorden van de volgende vragen:

- Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?
- Welke archeologische gegevens in en rond het plangebied zijn bekend?
- Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?
- Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?
- In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?
- Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor het hoofdstuk archeologie (hoofdstuk 5) worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
- Provinciale & Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaarten;

1.6.2 Werkwijze Landschap & Cultuurhistorie

Het onderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de landschappelijke en cultuurhistorische elementen die zich in het plangebied bevinden. Onder Landschap zijn elementen behandeld uit de pijlers Historisch landschap, waaronder ook het historische groene erfgoed valt (zoals historische bomenlanen). Natuurlijk erfgoed omvat *aardkundige waarden*, waarden die iets vertellen over de ontstaanswijze van een gebied.

Het door aardkundige processen gevormde landschap is de achtergrond waarop het door de mens gecreëerde cultuurlandschap is ontstaan. Het gaat om de herkenbare en onderscheidende elementen en structuren. ‘Landschap’ is een gebied, zoals dat door mensen wordt ervaren, waarvan het karakter het resultaat is van wederzijdse beïnvloeding door natuurlijke en menselijke factoren (Raad van Europa). Landschap is dus zowel natuur als cultuur, en zowel fysiek als sociaal. Landschappen weerspiegelen de langdurige wisselwerking tussen mens en natuur. Die

wisselwerking verandert en daarmee veranderen landschappen ook: bodems, landschapsvormen, vegetaties, ontginningspatronen, nederzettingen etc. Maar ook de ideeën, noties, beelden en verhalen die met het landschap verbonden zijn. Hierbij gaat het niet alleen om het agrarisch landschap, maar ook om het stedelijk landschap en het waterlandschap.

Elementen in het historisch landschap zijn onder te verdelen in punten, lijnen en vlakken, waarbij een grote overlap bestaat met elementen zoals cultuurhistorische landschappen, historische paden, sloten, dijken en beplantingen, maar ook historische zichtlijnen en historische wegen-, verkavelings- en beplantingspatronen. Om te bepalen welke elementen in het landschap aanwezig zijn wordt gebruik gemaakt van historisch kaartmateriaal en cultuurhistorisch-landschappelijke waardenkaarten van provincies en gemeenten.

Voor de inventarisatie van cultuurhistorische elementen zijn de relevante identiteitsbepalende cultuurhistorische elementen beschreven. Deze hangen nauw samen met de Historische (steden)bouwkunde en omvat beschermde stads- en dorpsgezichten, Rijksmonumenten, en waardevolle bouwkundige objecten (molens, boerderijen, sluizen, etc.) en ensembles (erven, dorpen, linten, landgoederen, etc.). Om inzicht te krijgen in de cultuurhistorische elementen binnen het plangebied en zijn onderstaande bronnen gebruikt:

- Provinciale cultuurhistorische Waardenkaarten (CHW);
- Gemeentelijke cultuurhistorische kaarten (indien beschikbaar);
- De Atlas van het landschappelijk groen erfgoed van Nederland (Maes, 2016);
- Overige beschikbare kaartlagen van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE)
- Historisch kaartmateriaal (Esri en Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed);
- Topografie en luchtfoto (Esri);

2 Juridisch- en beleidskader

2.1 (Inter)nationaal beleid

2.1.1 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.

2.1.2 Europese Landschapsconventie (2005)

De Europese landschapsconventie is een verdrag waarin het thema landschap integraal behandeld wordt. Belangrijke delen van dit verdrag zijn bescherming, beheer en inrichting van landschappen en het organiseren van Europese samenwerking op dit gebied. Kabeltracés en converterstation kunnen mogelijk effect hebben op de culturele of identiteitsbepalende waarde van het landschap.

2.1.3 Omgevingswet

Alle regels met betrekking tot de fysieke leefomgeving – de waarneembare omgeving door zicht, reuk en gehoor – zijn per 01-01-2024 opgenomen in de Omgevingswet. De Omgevingswet bundelt regels over milieu, natuur, water, ruimtelijke kwaliteit, infrastructuur, bouwwerken en erfgoed. Erfgoed in de Omgevingswet wordt opgedeeld in zes categorieën: Stads- en dorpsgezichten, Monumenten, Archeologische monumenten, Cultuurlandschappen, Roerend en immaterieel cultureel erfgoed en Werelderfgoed. Inhoudelijk worden deze categorieën als volgt beschreven:

1. Stads- en dorpsgezichten: groepen van onroerende zaken, van algemeen belang vanwege hun: schoonheid, onderlinge ruimtelijke/structurele samenhang, wetenschappelijke/ cultuurhistorische waarde, en in welke groepen zich een of meer monumenten bevinden.
2. Monumenten en hun omgeving: onroerende zaken die deel uitmaken van het cultureel erfgoed, inclusief de omgeving van de onroerende zaak.
3. Archeologische monumenten: terrein dat deel uitmaakt van cultureel erfgoed vanwege daar aanwezige overblijfselen, voorwerpen of andere sporen van menselijke aanwezigheid in het verleden, met inbegrip van die overblijfselen, voorwerpen en sporen.
4. Cultuurlandschappen: gebieden – landschappen – zoals die door mensen worden waargenomen, waarvan het karakter wordt bepaald door natuurlijke of menselijke factoren en de interactie daartussen die deel uitmaken van cultureel erfgoed.
5. Roerend en immaterieel cultureel erfgoed voor zover aan een locatie verbonden. Deze categorie omvat alle erfgoed die niet onder te brengen is in de bovenstaande categorieën, zolang ze aan een locatie verbonden kunnen worden.
6. Werelderfgoed: cultureel en/of natuurlijk erfgoed dat wordt beschouwd als onvervangbaar, uniek en universeel, en dat behouden dient te worden als eigendom van de hele wereld.

In de Omgevingswet worden regels gesteld over: het opstellen van nationale, provinciale, gemeentelijke, en door waterschappen op te stellen, omgevingsplannen, omgevingsvisies en omgevingsprogramma's. Erfgoed – en het behoud van erfgoed voor de toekomst – moet deel uitmaken van deze producten. Dit geldt ook voor Werelderfgoed. In de Omgevingswet komen verder de volgende zaken aan de orde:

- Aanwijzing van en omgang met beschermde stads- en dorpsgezichten gebeurt op grond van de Omgevingswet;
- Aanwijzing van en omgang met provinciale en gemeentelijke monumenten gebeurt op grond van de Omgevingswet;
- Vergunningverlening voor het wijzigen van (archeologische) Rijksmonumenten gebeurt op basis van de Omgevingswet;
- Omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving (vergunningen en integratie in planvorming) is geregeld in de Omgevingswet;

2.1.4 Erfgoedwet

Sinds 1 juli 2016 geldt de Erfgoedwet. Deze wet harmoniseert wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed op land en in water, en vormt één integrale wet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. In de Erfgoedwet komen de volgende zaken aan de orde:

- Duiding van cultureel erfgoed en zorg voor cultuurgoederen in overheidsbezit is geregeld in de Erfgoedwet;
- Aanwijzing van Rijksmonumenten (gebouwde of aangelegde monumenten) gebeurt op grond van de Erfgoedwet;
- Aanwijzing van archeologische Rijksmonumenten gebeurt op grond van de Erfgoedwet;
- Het stelsel van archeologische certificering is geregeld in de Erfgoedwet.

2.2 Provinciaal beleid

2.2.1 Archeologie

2.2.1.1 Zuid- Holland

De provincie Zuid-Holland streeft naar bescherming van het archeologisch erfgoed, het delen van archeologische kennis en het zichtbaar en beleefbaar maken van archeologie voor een breed publiek. Kort samengevat vormt het beschermen, benutten en beleven van archeologie de kern van het provinciale archeologiebeleid. De uitgangspunten om deze doelen te realiseren zijn opgenomen in de Omgevingsvisie (2023), Omgevingsverordening (2023) en Omgevingsprogramma (2023). De Omgevingsvisie geeft de taken van de provincie aan, o.a. het beschermen van archeologische waarden middels ruimtelijke instrumenten, het in stand houden van een archeologisch depot en het stimuleren van publieksactiviteiten. Het actuele beleid is opgenomen in de Omgevingsverordening, waarin gronden met een hoge of zeer hoge archeologische waarde beschermd zijn middels een bestemmingsplan. In het Omgevingsprogramma wordt verder ingegaan op de subsidieregeling voor publieksbereik aan de hand van de thema's in het Provinciale Onderzoeksagenda Archeologie (POA). Hiernaast zijn bekende en verwachte archeologische waarden opgenomen in de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) en de Kwaliteitskaart.

De Provinciale Onderzoeksagenda Archeologie dient gebruikt te worden als leidraad voor het uitvoeren, samenbrengen en presenteren van archeologisch onderzoek. Er zijn vijf thema's van provinciaal belang in opgenomen, welke representatief zijn voor de sleutel-periodes in het ontstaan van Zuid-Holland. Elk thema komt met specifieke onderzoeksvragen die meegenomen dienen te worden in archeologisch onderzoek. De vijf thema's zijn:

- Strijd tegen en met het water;
- Overgangsfasen in de bewoningsgeschiedenis;
- Leven en wonen rond de Limes;
- Holland, ontstaan en vorming van het graafschap;
- Stad en platteland in de vroeg-moderne tijd.

2.2.1.2 Noord-Brabant

De hoofddoelen van het archeologisch provinciaal beleid van Noord-Brabant zijn het duurzaam behoud en beheer van archeologisch erfgoed *in situ* door gebiedsbescherming, of *ex situ* indien nodig, en de vergroting van het maatschappelijk draagvlak voor archeologie in Brabant. Het archeologisch beleid is opgenomen in de Omgevingsvisie (2018) en de Omgevingsverordening (interim, 2023). In de Omgevingsvisie is archeologie opgenomen in bescherming van de ondergrond, waarbij het doel is om archeologisch erfgoed zichtbaar en herkenbaar te houden. De Omgevingsverordening wordt pas in werking gesteld samen met de Omgevingswet in 2024, daarom is er momenteel een interim Omgevingsverordening van toepassing. Hierin zijn de actuele beleidsregels opgenomen omtrent bescherming van archeologisch erfgoed, welke door vertaald worden naar de geldende bestemmingsplannen. Ook maakt archeologisch erfgoed deel uit van het beleidskader Levendig Brabant (2023). Hierin worden de hoofdlijnen voor het beleid rondom cultuur, erfgoed, sport en vrije tijd beschreven. De Omgevingsvisie vormt hiervoor de basis. Archeologie is opgenomen onder het erfgoedbeleid, waarbij het fysiek en digitaal duurzaam behouden, ontwikkelen, benutten en ontsluiten van het erfgoed centraal staat. Specifieke doelen voor de komende jaren zijn uitgewerkt in de Uitvoeringsagenda Levendig Brabant.
Naast bovenstaande beleidsinstrumenten beschikt de provincie Noord-Brabant over een eigen cultuurhistorische waardenkaart, waarin archeologische landschappen, monumenten en indicatieve waarden zijn meegenomen.

2.2.2 Landschap & Cultuurhistorie

2.2.2.1 Zuid- Holland

Het cultureel erfgoed van Zuid-Holland is een belangrijke drager van ruimtelijke kwaliteit. De provincie Zuid-Holland streeft naar beschermen, beleefbaar maken en ontwikkelen van haar cultureel erfgoed: ‘Erfgoed en cultuur maken de omgeving mooier, oorspronkelijker en aantrekkelijker’ (Provincie Zuid-Holland, 2021). Het ruimtelijk beleid van de provincie beschermt onder meer voor de provincie beeldbepalende molens, kastelen, buitenplaatsen, boerderijlinten en oude verkavelingspatronen. Deze elementen zijn onderdeel van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS), de cultuurhistorische waardenkaart van de provincie. De CHS vormt de basis voor het provinciaal erfgoedbeleid van Zuid-Holland.

De uitgangspunten van het beleidspeerpunten van provincie Zuid-Holland zijn het behouden en versterken van cultuurhistorisch waardevolle structuren en ensembles die van bijzonder provinciaal belang zijn, via bescherming én passende ruimtelijke ontwikkeling. Ook wordt ingezet op het beleven en benutten van het erfgoed. Structuren en ensembles van provinciaal belang bestaan uit bijzondere gebieden en de thema’s kroonjuwelen, werelderfgoed, molens, landgoederen en kasteelterreinen. De kroonjuwelen bestaan uit:

- Landgoed Keukenhof en omgeving (Bollenstreek)
- Kagerplassen en molens (topgebied Kaag / Oude Rijn)
- Landgoederenzone (Den Haag / Wassenaar)
- Weipoort (Zoeterwoude / Stompwijk)
- Aarlanderveen (Aarlanderveen / Nieuwkoopsche Plassen / Meije)
- Meije (Aarlanderveen / Nieuwkoopsche Plassen / Meije)
- Wierickerschans (Reeuwijksche Plassen / Oude Hollandse Waterlinie)
- Vlietlanden / Duifpolder / Negenhuizen (Midden-Delfland)
- Middengebied Krimpenerwaard (Krimpenerwaard)
- Panorama Kinderdijk (Alblasserwaard / Vijfheerenlanden)
- Nieuwe Hollandse Waterlinie / Diefdijk (Alblasserwaard / Vijfheerenlanden)
- Schurvelingengebied (Kop van Goeree)
- Polder de Biesbosch (Dordtse Biesbosch)

Voor de overgang naar de Omgevingswet heeft de provincie Zuid-Holland een Omgevingsvisie opgesteld, die met ingang van de Omgevingswet geldend wordt. In de Omgevingsvisie staat het beschermen en het beleven en benutten van erfgoed centraal. Het beleid voor cultureel erfgoed van provinciaal belang is verder vastgelegd in de provinciale verordening (beleidskeuzes voor erfgoed en archeologie) en uitgewerkt in de provinciale Omgevingsverordening.

2.2.2.2 Noord-Brabant

In de Provinciale omgevingsvisie en structuurvisie van de provincie Noord-Brabant zijn de onderwerpen die de provincie van belang vindt opgenomen, waaronder de omgang met het aardkundige en cultuurhistorische erfgoed. In het beleidskader 'De (verbeeldings)kracht van erfgoed' (2015) staat beschreven hoe de provincie de komende jaren om wil gaan met erfgoed op provinciaal niveau en wat de provinciale kernkwaliteiten en ambities zijn.

Een van deze ambities is dat bij ruimtelijke ontwikkelingen ook de cultuurhistorische waarden betrokken dienen te worden. Onder cultuurhistorische waarden worden verstaan: cultureel erfgoed, structuren en landschappelijke elementen met betrekking tot bouwkundig erfgoed, historische groenwaarden, historisch-geografisch erfgoed en de bekende en verwachte archeologisch waarden. Het Brabants erfgoed is op provinciaal niveau samengebracht op de Cultuurhistorische Waardenkaart (CHW). Een belangrijk thema binnen de CHW is het provinciaal cultuurhistorisch belang, oftewel erfgoed dat van belang is voor de regionale identiteit. Dit belang hangt nauw samen met het provinciaal ruimtelijk belang, zoals benoemd in de provinciale Structuurvisie ruimtelijke ordening. Het provinciaal belang is beperkt tot het landelijk gebied, waar de provincie haar belangrijkste taak heeft.

Daar waar nu nog in hoge mate samenhang is tussen de vroegere ontginnings- en bewoningsgeschiedenis en het huidige landschap van Brabant heeft de provincie een aantal cultuurhistorische landschappen aangeduid. Deze cultuurhistorische landschappen zijn representatief voor de diverse agrarische cultuurlandschappen van zand, klei en verdwenen veen. Om de samenhang te benadrukken is het belangrijk deze landschappen verder te ontwikkelen, gericht op behoud en waar nodig verbetering van de leesbaarheid (belevingswaarde) van het landschap. Hierdoor wordt de ruimtelijke kwaliteit van Noord-Brabant versterkt. De tracéalternatieven lopen door de volgende cultuurhistorische waardevolle gebieden met provinciaal belang volgens de CHW:

- De Groote Sonzelsche Polder
- Vestingwerken ten noorden van Breda
- Kerkeind
- Kasteel Nemerlaer
- Landgoed ’t Velderbosch
- De Scheeken
- Dommeldal bij Breugel
- Vresselsbos

Provincie Noord-Brabant wil ook de aardkundige waarden beschermen. In deze structuurvisie geeft de provincie aan hoe zij naar de kernkwaliteiten van de natuurlijke basis kijkt in relatie tot de ruimtelijke ontwikkeling van Noord-Brabant. Een belangrijke kernkwaliteit is het contrast tussen klei en zand. Dit betekent dat de hoofdkenmerken van de zand- en kleigebieden bijdragen aan de kernkwaliteiten van Noord-Brabant. In de kleigebieden zijn de openheid, de krekenstructuur, de rivieren en de Biesbosch belangrijke dragers.

2.3 Gemeentelijk beleid

Net op zee Nederwiek 3 valt binnen 9 gemeenten, namelijk: Rotterdam, Voorne aan Zee, Nissewaard, Hoeksche Waart, Goeree-Overflakkee, Moerdijk, Drimmelen, Geertruidenberg en Oosterhout.

2.3.1 Gemeentelijke speerpunten Archeologie

Gemeente Rotterdam

Het doel van de Rotterdamse archeologie is te zorgen voor het behoud van archeologische waarden *in situ*, de documentatie van de waarden indien behoud *in situ* niet mogelijk is en het bereikbaar en kenbaar maken van de resultaten van archeologisch onderzoek. De gemeente Rotterdam beschikt over een Erfgoedverordening (2020) waarin de regels rondom het aanwijzen en beschermen van gemeentelijke (archeologische) monumenten zijn vastgelegd. De archeologische waarden- en beleidskaart van de gemeente vormt hier deels de input voor. De gemeente Rotterdam heeft een eigen archeologische afdeling die verantwoordelijk is voor het toetsen van ontwikkelingsplannen en die ook eigen onderzoek uitvoert. Het archeologisch beleid is verder toegelicht in het onderliggende rapport van de Omgevingsvisie (2021), namelijk het Rotterdams OmgevingsEffectRapport (ROER, 2021). Hierin worden de milieueffecten van het voorgenomen beleid doorlopen. Het uitgangspunt van archeologisch beleid is behoud *in situ*, met de ambitie voor behoud en versterking van de archeologische waarden en kwaliteiten.

Gemeente Voorne aan Zee

Gemeente Westvoorne en gemeente Brielle zijn sinds januari 2023 gefuseerd samen met gemeente Hellevoetsluis tot gemeente Voorne aan Zee. De nieuwgevormde gemeente werkt in 2023 aan hun omgevingsvisie en verwacht dat deze in de eerste helft van 2024 klaar zal zijn. Gemeente Westvoorne had haar erfgoedbeleid uitgewerkt in de omgevingsvisie. Hierin is aangegeven dat de gemeente cultuurhistorische waarden, waaronder archeologisch erfgoed, wil beschermen en zoveel mogelijk zichtbaar wil maken in het landschap. Daarnaast zijn toegankelijkheid en plaatsing van het erfgoed in een regionale of (inter)nationale context van belang in het vergroten van de beleefbaarheid van (archeologisch) erfgoed. Het actuele beleid wordt opgenomen in de vigerende bestemmingsplannen. De gemeente Brielle beschikte over een beleidsplan archeologie met een archeologische waarden- en verwachtingenkaart. Hierin zijn de uitgangspunten voor nader onderzoek per verwachting opgenomen. Dit wordt ook vertaald naar de dubbelbestemmingen. De gemeente Brielle gaf verder aan in hun structuurvisie (2009) dat er wordt ingezet op het koesteren van archeologische waarden, het beleefbaar maken van archeologie en het implementeren van archeologisch onderzoek bij ruimtelijke ontwerpen en/of landschappelijke inrichtingen.

Gemeente Nissewaard

De gemeente Nissewaard wil archeologische resten zoveel mogelijk *in situ* bewaren. Hiernaast heeft de gemeente als doel om te zorgen voor de documentatie van archeologische waarden indien behoud niet mogelijk is en om te zorgen dat archeologisch onderzoek bereikbaar en kenbaar is voor derden. De voormalige gemeenten Bernisse en Spijkenisse hebben een gemeentelijk archeologisch beleid vastgesteld, waarvan de archeologische waarden- en beleidskaart een belangrijk onderdeel vormt. Het actuele archeologiebeleid is verder uitgewerkt in de vigerende bestemmingsplannen. De regels rondom het aanwijzen en beschermen van monumenten en archeologische waarden zijn opgenomen in de Erfgoedverordening (2016) van de gemeente Nissewaard.

Gemeente Hoeksche Waard

De gemeente Hoeksche Waard heeft samen met Erfgoedhuis Zuid-Holland hun erfgoedbeleid 2019-2023 vastgelegd in een erfgoednota. Archeologisch erfgoed is hierin meegenomen. Er zijn negen beleidsdoelen opgesteld, waaronder: erfgoed in ruimtelijk beleid verankeren en archeologie verder professionaliseren en verankeren. Onder deze twee doelen valt ook het opnemen en actualiseren van archeologische waarden in een (cultuurhistorische) waardenkaart. Momenteel beschikt de gemeente Hoeksche Waard al over een archeologische verwachtingenkaart, opgesteld in 2010, welke fungeert als leidraad voor de bescherming van archeologische waarden. De regels rondom het aanwijzen en beschermen van monumenten en archeologische waarden zijn tevens opgenomen in de Erfgoedverordening (2019) van de gemeente. De Beleidsnota Archeologie (2013) gaat verder in op het gemeentelijk beleid, waaronder de archeologische monumentenzorg, de werkwijze van archeologische projecten binnen de gemeente en het publieksbereik van archeologie. Het actuele beleid is ook opgenomen in de vigerende bestemmingsplannen.

Gemeente Goeree-Overflakkee

In de regionale structuurvisie van de gemeente Goeree-Overflakkee (2017) is archeologie opgenomen onder de noemer cultuurhistorie. De zes belangrijkste cultuurhistorische en archeologische waarden zijn de havenkanalen, historische kernen, het dijkenpatroon, molenbiotopen, forten en het schurvelingengebied op de Kop van Goeree. Een van de ontwikkelingsmogelijkheden betreft het meer herkenbaar maken van archeologische vindplaatsen. Zeer waardevolle vindplaatsen zijn weergeven op de landschapskwaliteitskaart. Voor archeologie is aangegeven dat nieuwe ontwikkelingen rekening moeten houden met het regionale archeologiebeleid. Dit beleid is vastgesteld in de beleidskaart van Goeree-Overflakkee, welke ook weergeeft wat de ruimtelijke consequenties zijn van de archeologische waarden en verwachtingen. Het actuele beleid is tevens vastgelegd in de vigerende bestemmingsplannen. De gemeente Goeree-Overflakkee beschikt ook over een erfgoedverordening (2020), waarin de regels rondom de aanwijzing en bescherming van gemeentelijke monumenten, cultuurgoederen of verzamelingen en immaterieel erfgoed en de eisen voor archeologisch onderzoek zijn vastgelegd.

Gemeente Moerdijk

De gemeente Moerdijk beschikt over een Omgevingsvisie (ontwerp, 2023) waarin drie kernambities zijn ontwikkeld. Het versterken van de herkenbaarheid en beleefbaarheid van het buitengebied, waarbij koppelingen worden gemaakt met cultureel erfgoed (incl. archeologie), is een van de speerpunten van deze ambities. In de hele gemeente is er blijvende aandacht voor de instandhouding van cultureel erfgoed en de koppelkansen bij ruimtelijke ontwikkelingen. Hiernaast heeft de gemeente Moerdijk een Uitvoeringskader Erfgoed opgesteld, waarin het behoud van archeologie en cultuurhistorie wordt geborgd. De gemeente richt zich op het behoud, in stand houden en ontsluiten van erfgoed. Het gemeentelijk beleid bestaat uit vier delen: uitvoeringskader erfgoed, archeologiekaart, cultuurhistoriekaart en de erfgoedverordening. De Erfgoedverordening (2017) bevat de regelgeving rondom de aanwijzing en bescherming van gemeentelijke cultuurgoederen, verzamelingen en (archeologische) monumenten. De archeologische beleidskaart van Moerdijk weergeeft de aanwezige en verwachte archeologische waarden en verbindt deze aan de geldende beleidsregels. Het actuele beleid is ook opgenomen in de vigerende bestemmingsplannen.

Gemeente Drimmelen

De gemeente Drimmelen beschikt over een Nota Archeologie (2013) waarin beschreven wordt hoe de gemeente omgaat met archeologie. Samen met de gemeentelijke archeologische beleidskaart en de archeologieverordening (2013) vormt dit het archeologiebeleid van de gemeente Drimmelen. De beleidskaart is richtinggevend bij de ontwikkeling van nieuwe ruimtelijke plannen. Het beleid is tevens opgenomen in de vigerende bestemmingsplannen. In de archeologieverordening wordt ingegaan op de regels rondom (werkzaamheden in) archeologische verwachtingsgebieden. Belangrijke uitgangspunten voor de gemeente Drimmelen zijn publieksparticipatie en het creëren van draagvlak voor het archeologiebeleid. Daarnaast is archeologie in bredere zin opgenomen in de omgevingsvisie van de gemeente Drimmelen, waarin cultureel erfgoed de basis voor ruimtelijke kwaliteit vormt. Erfgoed biedt kansen voor het ontwikkelen van de gemeente en het versterken van de lokale identiteit.

Gemeente Geertruidenberg

In de omgevingsvisie van de gemeente Geertruidenberg is archeologie opgenomen onder het hoofdstuk cultureel erfgoed. Erfgoed wordt benoemd als de basis voor ruimtelijke kwaliteit en biedt kansen voor het ontwikkelen van de gemeente en het versterken van de lokale identiteit. De gemeente beschikt ook over een Nota Archeologie (2017), met als doel het verbeteren van de omvang met archeologische resten als informatiebron van het lokale verleden en het benutten hiervan bij de verdere ontwikkeling van de gemeente. Hierin wordt de archeologische beleidskaart verder toegelicht en worden verbeterpunten genoemd, o.a. het beter juridisch beschermen van archeologie en het benutten van kansen bij ruimtelijke ontwikkelingen. De voornaamste archeologische waarde in de gemeente is de historische kern van Geertruidenberg. Het actuele beleid is tevens sinds 2021 opgenomen in het Paraplubestemmingsplan archeologie.

Gemeente Oosterhout

In de Omgevingsvisie (2021) van de gemeente Oosterhout zijn meerdere thema's met elk hun eigen kernpunten toegelicht. Het thema 'Identiteit en ruimtelijke kwaliteit' bevat de volgende kernpunten: koesteren van ons landschap, cultuurhistorie en identiteit; en cultuurhistorie beter benutten als identiteitsdrager. In beide kernpunten komt het archeologisch erfgoed aan bod. Het streven is behoud door ontwikkelingen, om daarmee nieuwe ontwikkelingen in te bedden in oude structuren, in de stad, de dorpen en het buitengebied. De gemeente Oosterhout beschikt verder over een erfgoedkaart (2012), waarin de archeologische verwachtingen en waarden zijn opgenomen, zodat deze als volwaardig belang kunnen worden meegewogen in ruimtelijke planvorming. Daarnaast geeft de kaart ook het relevante beleid weer. In de Erfgoedverordening zijn de regels rondom aanwijzing en bescherming van monumenten zowel als instandhouding van archeologische terreinen meegenomen. Archeologisch waardevolle gebieden zijn verder beschermd in de vigerende bestemmingsplannen.

2.3.2 Gemeentelijke speerpunten Landschap & Cultuurhistorie

Gemeente Rotterdam

Gemeente Rotterdam beschikt over een Erfgoedagenda (2017-2020) waarop de wordt voortgeborduurd met de komende nieuwe versie. Hierin is voornamelijk een visie omtrent de omgang met gebouwd erfgoed opgesteld. De drie pijlers zijn bescherming en instandhouding gebouwd erfgoed, geschiedenis in beeld (kennisontwikkeling gebouwd erfgoed) en het vertelde verhaal (kennisoverdracht gebouwd erfgoed). Gemeente Rotterdam beschikt ook over een ontwerp-omgevingsvisie. Vanuit de omgevingsvisie wordt cultuurhistorie gezien als belangrijke factor voor de kwaliteit van de leefomgeving. De historische gelaagdheid brengt herkenbaarheid en authenticiteit. In de omgevingsvisie is ook een kaart opgenomen met het cultureel erfgoed van de gemeente. Hier ligt de focus op gebouwd, aangelegd en de aanwezig erfgoedlijnen. Afgezien de aangegeven monumenten, UNESCO wereld erfgoed, Rijksbeschermde stadsgezichten, historische dorpen en de Atlantik Wall worden geen specifieke gebieden genoemd voor erfgoed.

Gemeente Voorne aan Zee

Gemeente Westvoorne en gemeente Brielle zijn sinds januari 2023 gefuseerd samen met gemeente Hellevoetsluis tot gemeente Voorne aan Zee. De nieuwgevormde gemeente werkt in 2023 aan hun omgevingsvisie en verwacht dat deze in de eerste helft van 2024 klaar zal zijn. Gemeente Westvoorne had haar erfgoedbeleid uitgewerkt in de omgevingsvisie. In de omgevingsvisie werd gesteld dat cultuurhistorische waarden beschermd en zoveel mogelijk herkenbaar moeten worden gemaakt in het landschap. In het omgevingsplan waren beschermende regelingen opgenomen voor landschappelijke, cultuurhistorische en natuurwaarden. In de oude zeekleipolders, waar de tracéalternatieven gaan, werd ingezet op het behouden en waar mogelijk op het versterken van het relatief kleinschalig landelijke karakter met grondgebonden agrarische bedrijven (glastuinbouw uitgezonderd) als landschappelijke en functionele drager. Gemeente Brielle beschikte ook over een omgevingsvisie voor het landelijke gebied. Voor het verbeteren van de omgevingskwaliteit voor een goed woon-, leef- en onderneemklimaat moet het dynamische landschap ontwikkelen. Hierbij geldt wel de voorwaarde van behoud en versterken van de kwaliteiten van het landschap en de cultuurhistorie (en de natuur).

Gemeente Nissewaard

Gemeente Nissewaard heeft naast een erfgoedverordening gericht op monumenten en archeologie een omgevingsvisie opgesteld voor alleen het centrum van Spijkenisse (2021). Hierin wordt erfgoed benoemd als kans voor het benutten voor of te betrekken bij nieuwe doeleinden. Daarmee is het doel om erfgoed als een volwaardig onderdeel te behouden binnen de fysieke leefomgeving. In de omgevingsvisie benoemt gemeente Nissewaard ook twee ambitieniveaus voor Spijkenisse: behoud van karakter en continuïteit van karakter. De gemeente koestert zowel monumenten, gebouwen en iconische wegen- en verkavelingsstructuren.

Gemeente Hoeksche Waard

Gemeente Hoeksche Waard heeft een omgevingsvisie sinds 2019. De gemeente stuurt in de omgevingsvisie op het behouden en versterken van het erfgoed in de vorm van identiteit, cultuurhistorische waarden en landschappelijke waarden. De identiteit wordt behouden door het karakteristiek erfgoed van gebieden, dorpen en buurtschappen. Het versterken is gericht op de beleefbaarheid van en uitzicht op cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Voor de gemeente Hoeksche Waard ligt de focus op hun unieke agrarische polderlandschap met openheid, dijken, kreken en buitendijkse natuurgebieden.

Gemeente Goeree-Overflakkee

Gemeente Goeree-Overflakkee beschikt nog niet over een officiële omgevingsvisie. Het landschapsprofiel van de Kop van Goeree dient al bouwsteen voor de Omgevingsvisie die de gemeente in 2023 gereed wil hebben. Dit landschapsprofiel is echter beperkt tot de westkant van Goeree-Overflakkee. De regionale structuurvisie van Goeree-Overflakkee benoemt de speerpunten voor landschap en cultuurhistorie. Om de identiteit van het eiland te vergroten stuurt de gemeente op het versterken, herstellen en behouden van de cultuurhistorische landschapsstructuren. De zes elementen die in de structuurvisie in het bijzonder worden genoemd zijn de kop-, romp- en hals van het eiland, de dijkenpatronen, de krekenstructuur, de havenkanalen, grootschalige ringpolders en kleinschalige aandijkingen en de entrees en bebouwing langs de provinciale weg op het eiland.

Gemeente Moerdijk

Gemeente Moerdijk beschikt nog niet over een omgevingsvisie, maar binnen de gemeente is een team wel aan de slag met de Omgevingsvisie Moerdijk 2040. Hierin zal ook het onderwerp erfgoed aan bod komen. In de huidige structuurvisie van Moerdijk wordt erfgoed benoemd onder de ambities van toerisme en recreatie. Het landschap en de cultuurhistorische waarden worden hiervoor optimaal benut. Onder meer wordt gestuurd op het agrarische landschap met oude kreken en dijken met bomenlanen. De gemeente benoemt ook hun cultuurhistorische pareltjes: de oude vestingsteden Willemstad en Klundert en de verschillende forten.

Gemeente Drimmelen

Gemeente Drimmelen beschrijft erfgoed als een kans voor het ontwikkelen van de gemeente en het versterken van de lokale identiteit. De omgevingsvisie van Drimmelen gaat daarom ook voor beschermen, benutten en versterken van het erfgoed. De cultuurhistorie waar de gemeente zich op focust zijn de molenbiotopen, restanten van de militaire verdedigingslinies, schootsvelden, oude infrastructuur (oude dijken, wegen, etc.), oude dijknederzettingen, beschermde dorpsgezichten, cultuurhistorische panden en objecten, en De Biesbosch. Voor het landschap zijn de karakteristieke elementen en structuren in zowel het open zeekleigebied, het zandgebied als het veengebied op de overgang van zand naar klei belangrijk.

Gemeente Geertruidenberg

Gemeente Geertruidenberg beschikt over een online omgevingsvisie. Cultureel erfgoed en landschap staan hierin onder de waarden van de gemeente. De twee waarden zijn beide onderdeel van de Geertruidenbergidentiteit. Cultureel erfgoed is de basis voor de ruimtelijke kwaliteit. De gemeente heeft haar gebied opgedeeld in 11 gebieden. De omgevingsvisie benoemt de volgende specifieke cultuurhistorische en landschappelijke waarden: karakteristieke Langstraatboerderijen (Raamsdonk), voormalige Langestraatspoorlijn, beschermd stadsgezicht Geertruidenberg, de oude bebouwingslinten van Raamsdonk en Raamsdonksveer, agrarisch karakter en openheid van het agrarisch gebied.

Gemeente Oosterhout

Gemeente Oosterhout beschikt over een toekomstvisie (2018) en een omgevingsvisie (2021). In de toekomstvisie voor 2030 wordt vooral gericht op het meenemen van het gebouwd erfgoed. De gemeente wil nieuwe functies geven aan monumentale gebouwen, zodat deze behouden blijven. In de omgevingsvisie wordt gericht op het behoud van de identiteit van Oosterhout en de landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Dit speelt vooral bij de groei van de dorpen in de gemeente. De cultuurhistorische waarden kunnen ook gebruikt worden volgend volgens de gemeente om de identiteit te versterken en Oosterhout aantrekkelijker te maken. Gemeente Oosterhout heeft ideekaarten van haar gebieden waarvan vier door een tracéalternatief worden gekruist. Voor deze vier gebieden zijn de aandachtspunten omtrent cultuurhistorie de openheid Willemspolder, de Houtse Linies, openheid/zichtlijnen van Den Hout en het behoud en versterken van de groenstructuren en waterlopen.
Gezamenlijk:

- Gemeentelijke monumenten;
- Rijksmonumenten;
- UNESCO wereld erfgoed.

Specifiek:

- Oude zeepolders, kleinschalige landelijk karakter met grondgebonden agrarische bedrijven (gemeente Voorne aan Zee);
- Wegen- en verkavelingsstructuren Spijkenisse (gemeente Nissewaard);
- Agrarisch polderlandschap met openheid, dijken, kreken en natuurgebieden (gemeente Hoeksche Waard);
- Agrarisch-, kleinschalig karakter en de landschapsstructuur van de polder (gemeente Albrandswaard).

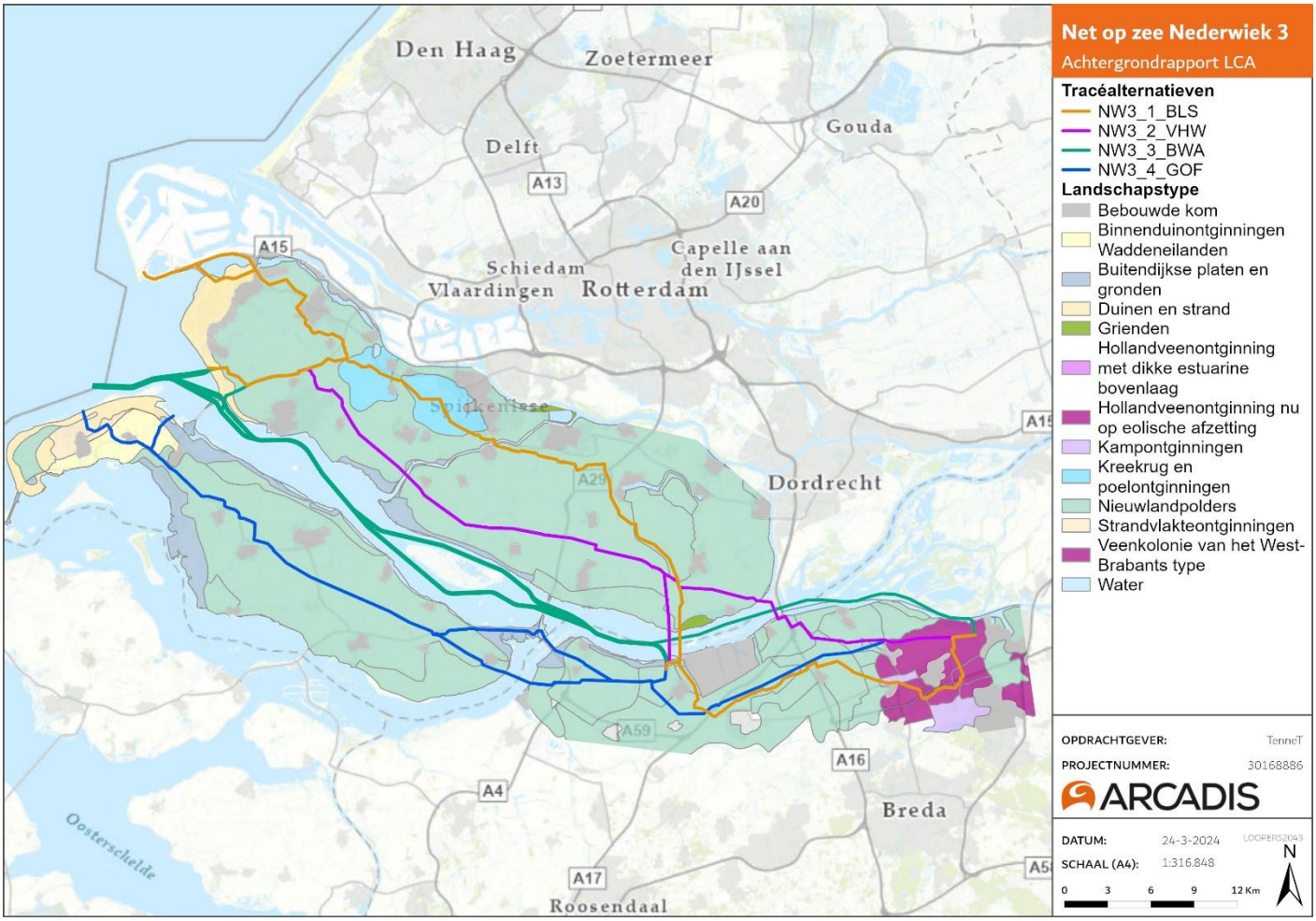
3 Landschappelijke en historische ontwikkeling

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de algemene landschappelijke en historische ontwikkeling van de verschillende plangebieden gezamenlijk beschreven. Gezien de nauwe samenhang tussen de aspecten landschap, cultuurhistorie en archeologie wordt in dit hoofdstuk een integrale landschapshistorische achtergrond geschetst. De verschillende tracéalternatieven zijn grofweg gelegen in vier verschillende regio's, namelijk Voorne-Putten, Hoeksche Waard, Goeree-Overflakkee en Noordwest-Brabant. Binnen deze regio's zijn verschillende landschapstypen te onderscheiden (Figuur 3-1), namelijk;

- Het strandwal en duinenlandschap van Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee;
- Het Zuidwest-Nederlands zeekleilandschap van Voorne-Putten, Goeree-Overflakkee en de Hoeksche Waard;
- Het zeekleilandschap in de Brabantse Zeekleipolders (Noordwest-Brabant);
- Het veenontginningslandschap en Hoogveenlandschap in Noordwest-Brabant.

Elke van deze regio's en deellandschappen heeft een eigen ontstaansgeschiedenis met bijbehorende landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken die hieronder per regio nader toegelicht worden.'



Figuur 3-1: Landschapstypen

3.2 Landschappelijke 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, in dit hoofdstuk worden de belangrijkste (natuurlijke) processen en ontwikkelingen beschreven die het landschap gevormd hebben.

3.2.1 Paleogeografie

3.2.1.1 Pleistocene ontwikkelingen

Het landschap is ontstaan als gevolg van geologische ontwikkelingen die op hun beurt weer zijn gestuurd door klimatologische processen. 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 wel circa 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. In dit koude en droge landschap ontstonden op grote schaal zandverstuivingen als gevolg van de wind die vrij spel kreeg. Als gevolg van deze zandverstuivingen ontstonden afzettingen van dekzanden, die behoren tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden. Ook ter hoogte van het plangebied bestond het landschap in deze periode uit pleistocene dekzanden (Figuur 3-2). Het dekzandlandschap werd doorsneden door (smeltwater)rivieren. Door deze vlechtende rivieren werden grofzandige rivierbeddingen gevormd (brede riviervlakte met meerdere actieve geulen: Formatie van Kreftenheye).

3.2.1.2 Holocene ontwikkelingen

Aan het einde van de laatste ijstijd (het Weichselien) bestond het huidige westen van Nederland uit een glooiend dekzandlandschap, dat werd doorsneden door rivieren en beken. Rond 12000 jaar geleden eindigde echter het Pleistoceen en begon het huidige tijdvak: het Holoceen. Het Holoceen wordt gekenmerkt door een opwarming van het klimaat. Als gevolg van de temperatuurstijging smolten de ijskappen en steeg de zeespiegel. Met de stijging van de zeespiegel vanaf het begin van het Holoceen, een proces dat gepaard ging met stijging van het grondwater, vernatte het landschap. Deze vernatting leidde in het oosten van het plangebied tot veenvorming (Formatie van Nieuwkoop, Basisveenlaag).

Tegelijkertijd had de zee, met name in de westelijke helft van de plangebieden, door de continue zeespiegelstijging grote invloed op de vorming van het landschap. Er ontstonden achter strandwallen uitgestrekte wad- en kweldergebieden waar een dik pakket mariene afzettingen is gevormd, behorende tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk). De afzettingen die in deze periode zijn gevormd bestaan ter hoogte van het onderzoeksgebied hoofdzakelijk uit wad(plaat)afzettingen, afgezet in een sub- of intergetijdenmilieu.

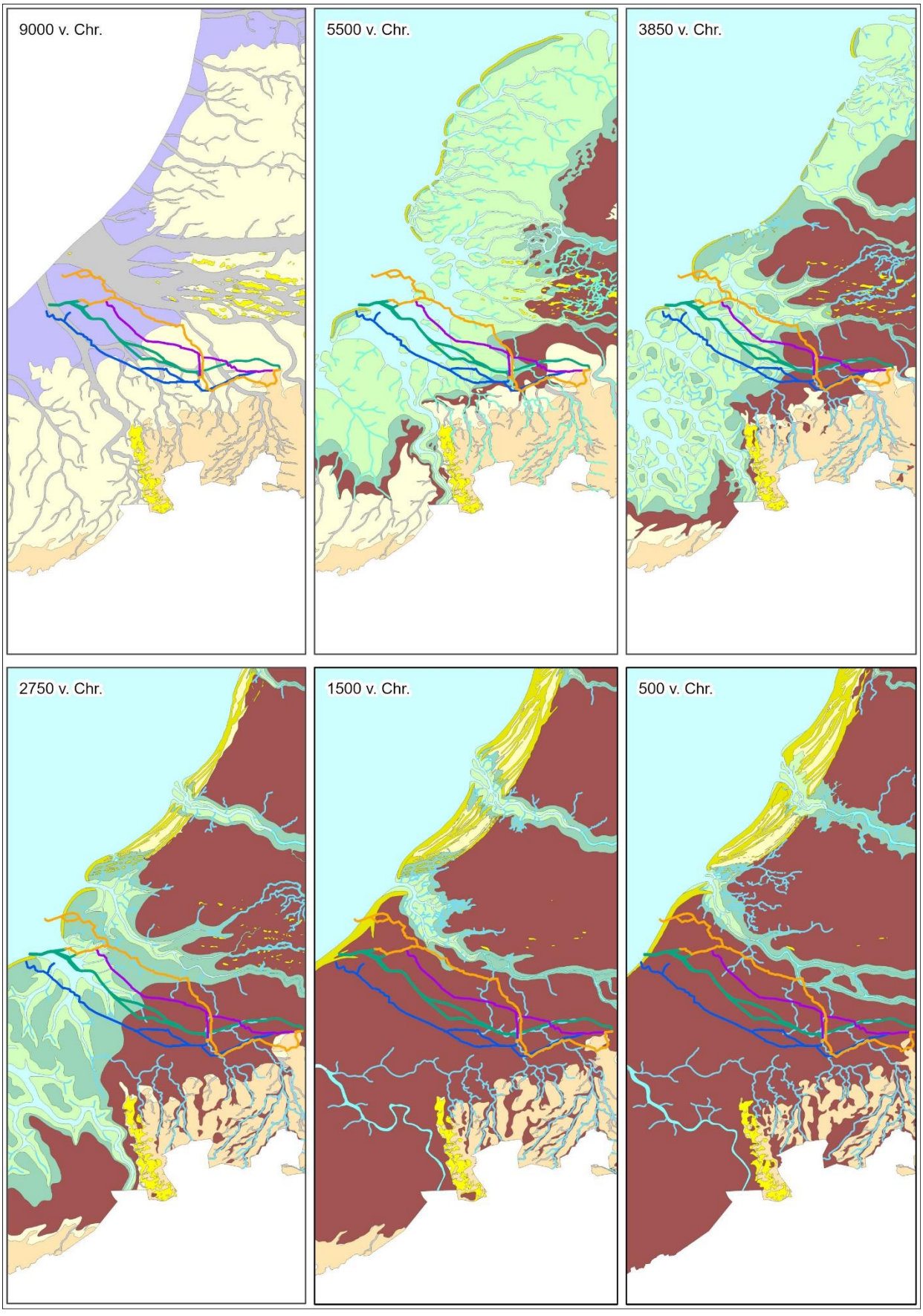
Als gevolg van een steeds verdere stijging van de zeespiegel veranderde ook het karakter van de rivieren van een vlechtend naar een sedimenterend, meanderend systeem. Hierbij zijn lokaal kom- en stroomgordelafzettingen van oude fasen van de Formatie van Echteld gevormd.

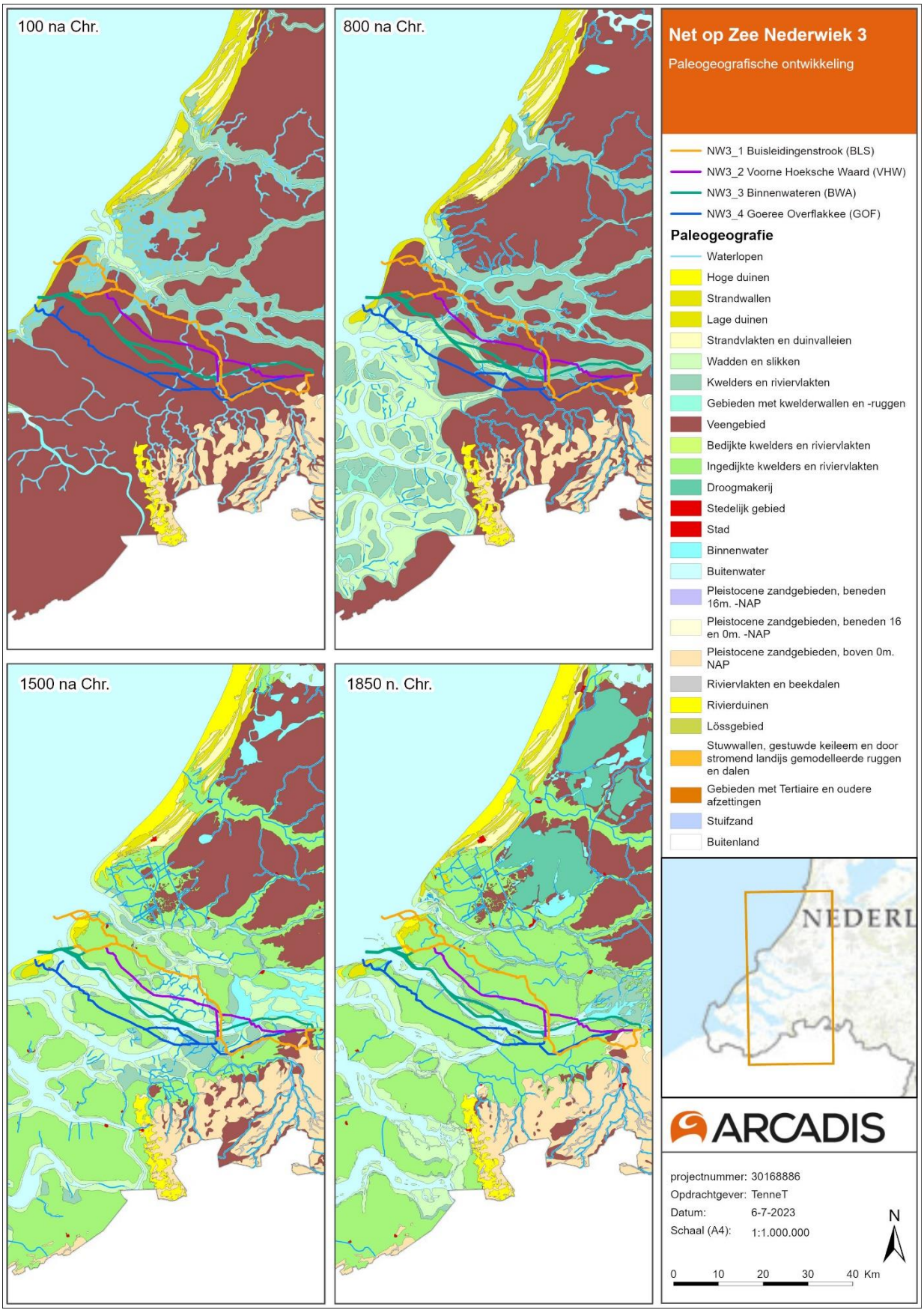
Rond 3000 voor Chr. vond in westwaartse richting uitbouw van de kust plaats, waardoor gaandeweg een steeds meer gesloten kuststrook van strandwallen ontstond (Berendsen, 2004). De stagnatie van de afwatering nam ook nog verder toe omdat zich een permanente strandwal had gevormd aan de nieuwe Noordzeekust (de Oude Duin- en Strandzanden). Tegelijkertijd werd het eerder door de zee gedomineerd landschap door zoetwatertoevoer van de rivieren te vernatten en verzoeten. De verzoeting van het milieu had tussen de hoger gelegen zandgronden in het oosten tot de gesloten kust in het westen tot gevolg dat er een uitgestrekt veenmoerasgebied ontstond (Figuur 3-2). Dit veengebied op de het Wormer Laagpakket wordt als het Hollandveen aangeduid. Dit pakket veen werd gekenmerkt door rietveen en rietzeggeveen (De Mulder et al. 2003). Door de gesloten kust had de zee minder invloed op het achterliggende land. Door de verdere sluiting van de kustbarrière had de zee alleen nog invloed via een aantal zeegaten, waaronder die van de Maas, hier bleef door getijdenwerking de mariene invloed op de omgeving van het onderzoeksgebied groot.

In het uitgestrekte veengebied vond de afwatering van het veen plaats via vele kreken. Vooral langs de randen van ontwateringskreken trad door de afwatering veraarding van de top van het veenpakket op, waardoor het veen lokaal geschikt werd voor bewoning. Zo zijn bijvoorbeeld in het zuiden en westen van Voorne zijn op delen van het ontwaterde veen vindplaatsen (boerderijen met erf) uit de Late IJzertijd bekend. Vanaf deze periode begon de mens ook steeds meer actief het veen te ontginnen, door toenemende cultivering en ontwatering van de veengebieden oxideerde de grond en klonk het in.

Rond 400 voor Chr. nam de mariene activiteit, mede door invloed van de mens, wederom toe en ontstond een uitgebreid systeem van kreken die steeds verder het achterland indrongen (Laagpakket van Walcheren, Formatie van Naaldwijk). De veengroei stagneerde vrijwel geheel door ontwatering via de kreken. De bewoonbaarheid van het veenpakket nam hierdoor toe; de geoxideerde (veraarde) top van het veen, vooral dicht langs de kreekgeulen, vormde geschikte locaties voor bewoning en overig gebruik. Vanuit de kreeksystemen werd klei en zand afgezet over het veen. Deze getijdenkreken zijn tot zeker in de Romeinse tijd markante elementen in het landschap gebleven. Deels zullen deze kreken tot aan de eerste bedijking in de Late Middeleeuwen nog als depressies aanwezig zijn geweest en mogelijk zelfs nog watervoerend (Moree, 2012).

Met het verdere proces van bedijkingen, inpolderingen en ontginning van het veen in de Middeleeuwen verdween meer veen en ontstond ook ‘nieuw’ land door o.a. het bedijken en inpolderen van op- een aanwassen. Door het verdwijnen van het veen bestaat de bodem nu veelal weer uit de onderliggende mariene afzettingen. Tot circa 1500 zijn gebieden op kleine schaal ingepolderd door de mens. De kleinere polders zijn nog steeds in het landschap te onderscheiden van de grotere latere polders van de 17de tot 20ste eeuw. De vroegste polders zijn de veenpolders, die lager liggen dan de latere zeekleipolders waar gedurende de middeleeuwen nog mariene sedimenten zijn afgezet. Tegelijkertijd kon de zee ook weer meer grip krijgen op het landschap, waardoor ook veen werd weggeslagen en met name in de Latere Middeleeuwen tijdens stormvloeden bedijkte gebieden in het westen van het plangebied weer onder water zijn komen te staan. Geulen die actief waren gedurende de laatmiddeleeuwse overstromingen volgden deels de oudere kreken. De sedimenten die hierbij zijn afgezet worden gerekend tot de jongste fase van het Laagpakket van Walcheren.


9000 v. Chr.
5500 v. Chr.
3850 v. Chr.
2750 v. Chr.
1500 v. Chr.
500 v. Chr.



Figuur 3-2: Paleogeografische ontwikkeling van het landschap (naar Vos et al. 2018).

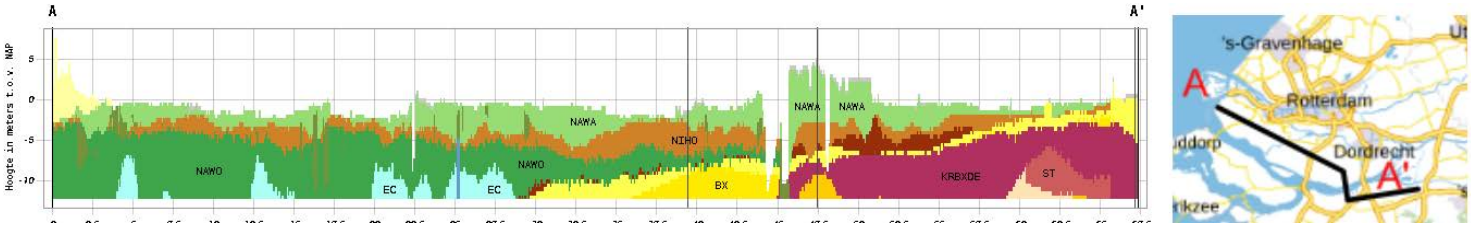
3.2.2 Geo(morfo)logie en bodem

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. Het grondwaterpeil bepaalt voor een groot deel de mate van conservering van archeologische resten in de bodem. Met name organische resten die zich onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bevinden, worden door het water tegen degradatie beschermd. Resten die boven de GLG liggen raken in de loop van de tijd steeds ernstiger aangetast door verdroging en oxidatie. Wanneer de grondwaterstand permanent wordt verlaagd kan dit leiden tot degradatie van het aanwezige bodemarchief.

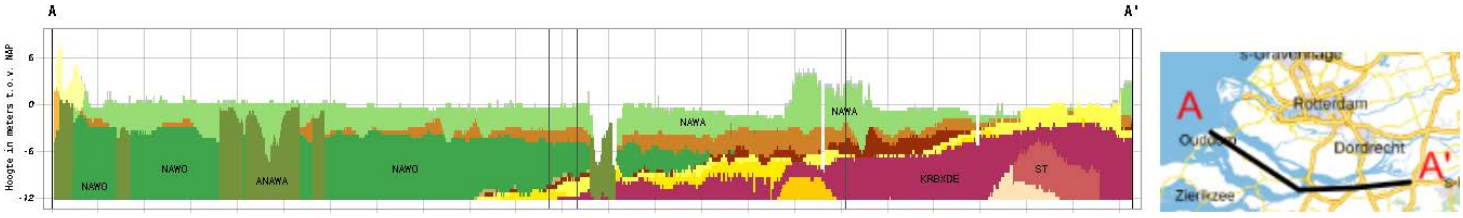
3.2.2.1 Geologie

Geologisch gezien kan het onderzoeksgebied in grofweg twee delen opgedeeld worden. Het westelijke deel dat grotendeels overeenkomt met de provincie Zuid-Holland is een door de zee gedomineerd landschap waarin mariene afzettingen voorkomen. Het oostelijke deel, dat grofweg overeenkomt met de provinciegrens Noord-Brabant bestaat uit de overgang tussen dit zeekleilandschap en een veenlandschap naar een hoger gelegen dekzandlandschap. De voor de tracéalternatieven belangrijkste voorkomende geologische formaties zijn;

- Formatie. v. Naaldwijk; zeeklei en -zand (na2);
- Laagpakket. v. Walcheren; zeeklei en -zand (na6);
- Laagpakket v. Walcheren / Fm. v. Nieuwkoop; zeeklei en -zand met inschakelingen van veen (na7);
- Laagpakket. v. Walcheren op Fm. v. Nieuwkoop; zeeklei op veen (na8);
- Laagpakket van Wierden / Formatie van Boxtel; dekzand
- Formatie. v. Sterksel met een dek van de Formatie. v. Boxtel; rivierzand en -grind met een zanddek (st1).



Figuur 3-3: Verticale doorsnede geologische kaart (BRO GeoTop 1.5)



Figuur 3-4: Verticale doorsnede (BRO GeoTop 1.5)

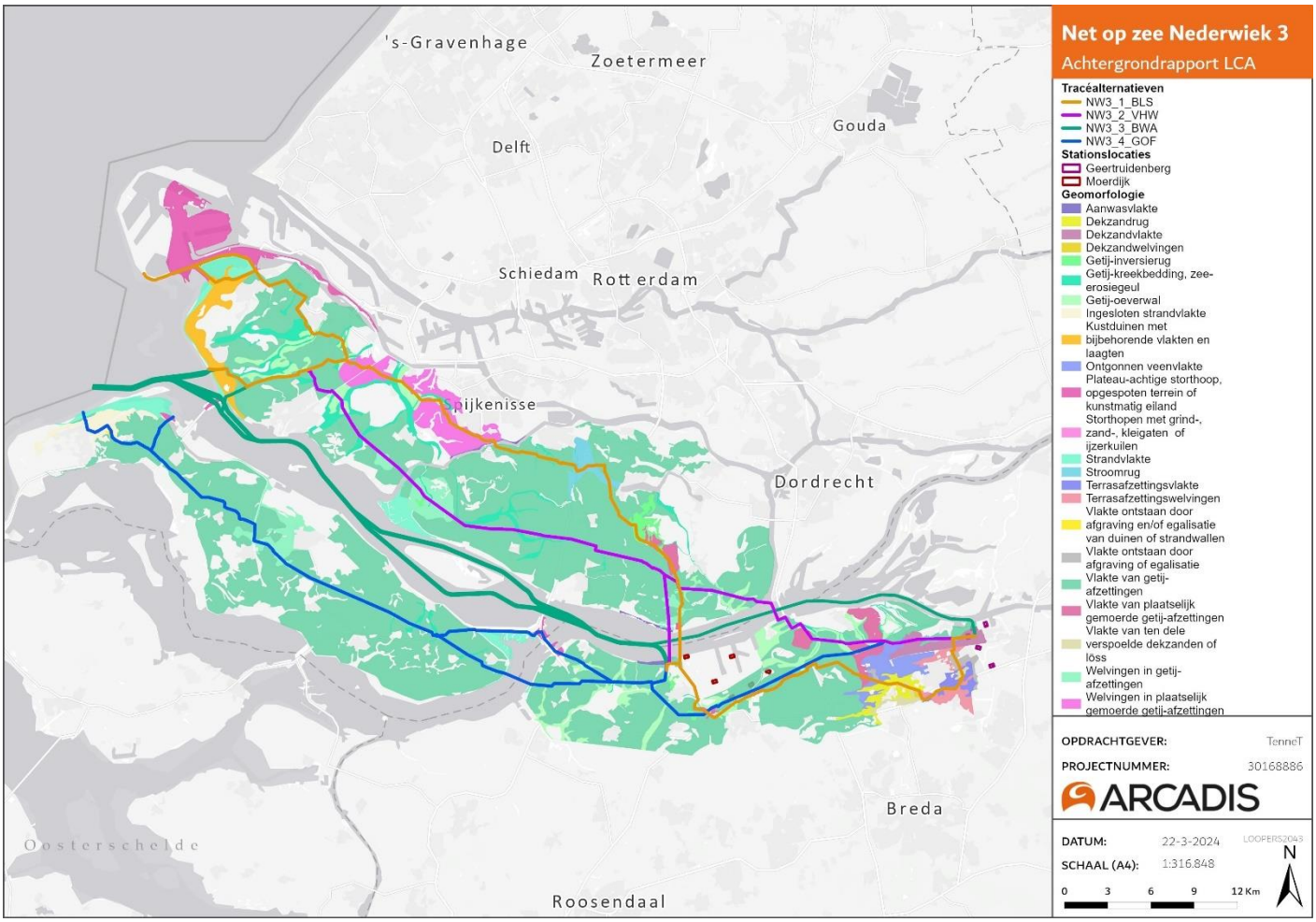
Tabel 2 Meest voorkomende geologische formaties en archeologische relevantie van jong (boven) naar oud (onder)

Geologische formatie	Afzettingsmilieu*	Archeologische relevantie
Laagpakket van Walcheren (Formatie van Naaldwijk)	Estuarien of getijbekken, ontstaan door doorbraken in een oorspronkelijk gesloten barrièrekust	De huidige zeekleipolders bestaan grotendeels uit dit laagpakket. Archeologisch relevant voor de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd.
Hollandveen Laagpakket (Formatie van Nieuwkoop)	Eutroof en mesotroof (riet-, zegge en broekveen) en lokaal oligotroof (veenmosveen) kustmoeras, lacustrien (gyttja).	De uitgestrekte veengebieden die ooit grote delen van Nederland bedekten, gevormd toen de zeespiegelstijging verminderde en er verzoeting optrad in de lagune achter de inmiddels ontstane strandwallen. Archeologisch relevant voor Laat-Mesolithicum tot en met de Vroege Middeleeuwen.
Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)	Sedimenten afgezet in een estuarien of getijbekken langs een open kust, gesegmenteerd door zeegaten met getijdelta's. Bevindt zich stratigrafisch onder het Hollandveen.	Bestaat uit fijn zand en klei van getijdengeulen, wadplaten en kwelders ontstaan toen de Zee door zeespiegelstijging invloed op het land kreeg. Archeologisch relevant voor Mesolithicum en Neolithicum.
Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel)	Periglaciaal) eolisch (stuifzand). Dekzanden afgezet in de laatste ijstijd.	Dekzanden ontstaan in de laatste ijstijd. Archeologisch relevant voor Paleolithicum tot mesolithicum

3.2.2.2 Geomorfologie & Bodem

De landschappelijke ontstaanswijze is terug te lezen in de geomorfologie van de onderzoeksgebieden. Het westelijke deel van de tracéalternatieven BLS, VHW en GOF wordt gedomineerd door verschillende afzettingen die in een getijdemilieu zijn afgezet (Figuur 3-5). Ditzelfde geldt grotendeels voor de in Noord-Brabant gelegen delen. In het oosten van de alternatieven zijn echter wel meerdere soorten veenafzettingen terug te vinden. De op en langs de tracéalternatieven meest voorkomende geomorfologische eenheden staan hieronder nader beschreven;

- Vlakte van getij-afzettingen; Vrij vlak tot zeer vlak zijn de afzettingen die onder getij-invloed zijn gevormd en die voornamelijk bestaan uit jonge zeeklei
- Welvingen in getij-afzettingen; In zeeafzettingen waar welvingen aan de oppervlakte voorkomen, zijn deze hoofdzakelijk gebonden aan resten van kreeksystemen.
- Welvingen in plaatselijk gemoerde getij-afzettingen; Vormsubgroep L72 is ontstaan door vervening van poelgronden in het zeekleigebied. Het veen werd pleksgewijs kleinschalig afgegraven voor zout- en brandstofwinning (selnering of moernering) waardoor op den duur in het gebied een onregelmatig 'hollebollig' reliëf ontstond. Ondanks latere afzetting van zeeklei op het afgegraven veen is dit reliëf niet geheel genivelleerd. Daarnaast wordt het reliëf nog lokaal versterkt door het voorkomen van kleine inversieruggen.
- Getij-kreekbedding, zee-erosiegeul; Getij-kreekbeddingen zijn geulen in het land, die in verbinding staan of hebben gestaan met de zee, onder invloed van het getij zijn gevormd en sedimenterend van karakter zijn. Door de eb- en vloedbeweging, waarbij zeewater tweemaal daags de geul in- en uitstroomt, ontstaat een grillig, landinwaarts sterk vertakkende geulenpatroon. Aan weerzijden van de geulen ontwikkelen zich door inundatie vanuit de kreekbedding lage overwallen. Nadat een kreekbedding van de zee is afgesloten en het maaiveld tussen de kreken als gevolg van klink daalt komt het complex van oeverwallen en kreekbedding als een lage rug in het landschap te liggen (getij-inversierug B71). Tot deze vormsubgroep reken we ook de zee-erosiegeul. Deze geulen zijn ontstaan door inbraak van de zee in het voormalige Noord- en West-Nederlandse veenlandschap en zijn erosief van karakter. Het onderscheidt tussen getij-kreekbeddingen en erosiegeulen is niet te maken omdat, afhankelijk van de heersende milieucondities beide geulen in elkaar over kunnen gaan. Veel van de getij-kreekbeddingen zijn initiële zee-erosiegeulen.
- Getij-oeverwal; Oeverwallen langs getij-kreken die onder invloed van de getijwerking zijn ontstaan, behoren tot vormsubgroep B72. Getij-oeverwallen bestaan uit zandige/zavelige kreek- en oeverwalafzetting afgezet op mariene kleiafzettingen en/of Hollandveen en niet, zoals getij-inversieruggen, gefundeerd op mariene zandafzettingen in de ondergrond.



Figuur 3-5: Geomorfologie langs de tracéalternatieven.

3.3 Algemene historische ontwikkeling & Landschappelijke karakteristiek

3.3.1 Prehistorie

Aan het einde van het Weichselien, tijdens de Oude Steentijd (circa 12.000 tot 8800 v. Chr.), vond de eerste menselijke vestiging in Nederland plaats. De samenleving was afhankelijk van jacht, voornamelijk op rendieren, en het verzamelen van voedsel, waarbij men een jager-verzamelaar levensstijl hanteerde. In de Midden-Steentijd (Mesolithicum: circa 8800 tot 4900 v. Chr.) veranderde de toendra geleidelijk in het Atlantisch climaxbos. Deze veranderingen vereisten aanpassingen in de voedselvoorziening en de gebruikte jachtgereedschappen. Door de toename van bosdichtheid en het verdwijnen van grasland verdween het grote wild, waardoor klein wild de overhand kreeg. Mensen begaven zich enkel nog in de bossen om te jagen en om noten en vruchten te verzamelen, terwijl ze zich vestigden langs beek- en rivierbeddingen, vennen en meren, en op dekzandkoppen en -ruggen. Sporen van menselijke aanwezigheid zijn aangetroffen in overgangsgebieden (hoog en droog – laag en nat) en rond depressies in het landschap. Deze sporen bestaan hoofdzakelijk uit vuursteenmateriaal en haardkuilen, die vaak verstoord zijn door ploegactiviteiten; het huidige maaiveld van dekzandkoppen en -ruggen bevindt zich op hetzelfde niveau als dat van het prehistorische maaiveld. Organische resten zijn over het algemeen vergaan door de droge en kalkarme gronden.

In het Neolithicum (Nieuwe Steentijd: circa 4900 tot 2000 v. Chr. en Bronstijd: circa 2000 tot 800 v. Chr.) werd landbouw en veeteelt in het gebied geïntroduceerd en werd bewoning permanenter, met in het begin enkel tijdelijke kampementen voor jacht en/of visvangst. De oudste bewoningssporen in het gebied gaan terug tot Brons- en IJzertijd (ca 2000 tot 50 v. Chr.) en worden aangetroffen op hoger gelegen delen van het landschap, zoals de strandwallen en het duinengebied.

3.3.2 IJzertijd tot Late Middeleeuwen

Voorne-Putten

Voorne-Putten is ontstaan uit twee eilanden, die in eerste instantie werden gescheiden door een zeearm, restanten van deze zeearm zijn vandaag de dag nog herkenbaar als de Bernisse. Tot in de middeleeuwen bestond het gebied uit een uitgestrekt veengebied met aan de randen daarvan schorren (kwelders die bij vloed overstromen) en platen. Omstreeks het jaar 1000 was het landschap van de Zuid-Hollandse eilanden nog onbedijkt en woonde men enkel op de hoge plekken in het landschap op de kreekruggen en op opgeworpen terpen.

Binnen het polderlandschap van Voorne-Putten is een onderscheid te maken tussen veenpolders, ‘oude’ zeekleipolders, en ‘nieuwe’ zeekleipolders. Het ‘Oudland’ bestaat uit de eerste fase van grootschalige bedijkingen en inpolderingen in de Middeleeuwen (Haartsen, 2009). Deze eerste grootschalige bedijkingen vonden plaats vanaf de 11e eeuw. Door de aanleg van dijken ontstonden omsloten ringpolders die het land beschermden tegen overstromingen. De oudlandpolders waren vaak ook venig. Vervolgens werden nieuwe polders ontgonnen door het bedijken van opwassen en aanwassen. Een opwas is een plaat of een schor die midden in het water ontstaat en een aanwas is een nieuw stuk land dat ontstaat langs de kust of aan de zeezijde van een dijk door opslibbing. De oudste ringpolders zijn Oostvoorne, Rugge, Abbenbroek en Zwartewaal. Het zijn ringpolders waar de bedijking de natuurlijke grenzen van bijvoorbeeld kreken en geulen volgde. Een voorbeeld van een oudlandpolder Polder Biert. Deze zeer oude, niervormige polder heeft een inversielandschap en een onregelmatige blokverkaveling.

De oudlandpolders kennen een kleinschaligere en onregelmatigere verkaveling dan de jongere nieuwlandpolders. De nieuwlandpolders ontstonden door een stelselmatige inpoldering van (aan oudlandpolders) opgeslibde aanwassen, vanaf omstreeks de 13e eeuw. Door het bedijken van de op- en aanwassen werd land op de zee ‘terugveroverd’ en kon nieuw land ontgonnen worden. Door de bedijking nam het beschikbare landbouwareaal daarom beduidend toe en was men in staat om het bodemgebruik te intensiveren (Raap, Brinkkemper & Baas, 2022). Tot de nieuwlandpolders behoren ook oorspronkelijke oudlandpolders die in latere eeuwen, als gevolg van overstroming of inundatie, geheel opnieuw ingericht moesten worden.

De nieuwe zeekleipolders ontstonden dus door een stelselmatige inpoldering van opgeslibde zandplaten. De nieuwlandpolders hebben daarom ook overwegend een planmatige inrichting. De ondergrond bestaat uit zandige en zavelige gronden met een hogere ligging dan de klinkgevoelige oudland- en veenpolders. De verkaveling en het waterstelsel hebben een rationele opzet met blokvormige verkaveling, waarin de voormalige kreken

onregelmatigheden vormen. De maat en schaal van de verschillende nieuwlandpolders verschillen wel enigszins. Aan de noordzijde van Voorne-Putten zijn de dijken vaak beplant en is er lintbebouwing. Door de omsluitende dijkstructuren en lege binnenruimtes ontstaan omkaderde gebieden. Het landschap van de zuidelijke zeekleipolders is open en grootschaliger, met minder bebouwing en beplanting. De polders kenmerken zich door een onregelmatig blokvormig verkavelingspatroon. De vele dijken vormen belangrijke structurerende elementen in het landschap.

In de polders zijn niet altijd de oorspronkelijke verkavelingspatronen behouden gebleven. Overstromingen en inundaties hebben een grote invloed gehad. Polders moesten soms geheel opnieuw worden bedijkt, ingericht en verkaveld. Ook de ruilverkaveling in deze eeuw is van grote invloed geweest op delen van het landschap.

Typische nederzettingen uit de middeleeuwen zijn kerkringdorpen. In de ontstane polders verrezen dorpen langs wegen en dijken. Dit soort dijkdorpen hebben een lineaire bebouwing. Vanaf de 13e eeuw ontstonden een bijzonder soort nederzetting: het voorstraatdorp. Hier werd bebouwing neergezet aan de voorstraat, meestal loodrecht op de dijk. Dorpsuitbreidingen werden vervolgens parallel aan deze voorstraat gebouwd. Voorbeelden van zulke dorpen zijn Dirksland (1415) en Middelharnis (1465).

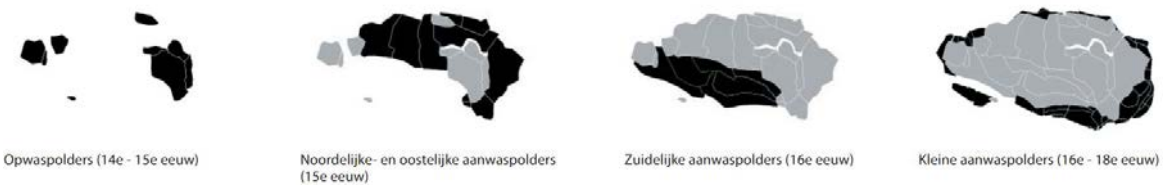
Hoeksche Waard

De huidige Hoeksche Waard is een mozaïek van polders die vanaf de Middeleeuwen zijn bedijkt. De ontstaansgeschiedenis van de Hoeksche Waard is grotendeels vergelijkbaar met die van Voorne Putten. Het gebied bestond tot in de Middeleeuwen uit een veengebied dat werd doorsneden door vele geulen en schorren. Het eiland is ontstaan vanuit een aantal oudere (veen)polders die met de inpoldering van tussenliggende aanwaspolders aan elkaar zijn gegroeid. Tegen de buitendijk van de oude opwaspolders aan ontstonden door aanslibbing van zand en klei aanwassen. Deze werden vervolgens - als ze ver genoeg waren opgeslibd - ingedijkt waardoor de oude eilanden aan elkaar groeiden (Figuur 3-6).

De aanwaspolders zijn vaak grootschalig en hebben een onregelmatige vorm. Ze zijn voornamelijk als akkerland in gebruik. De verkaveling varieert van een blok- tot strokenverkaveling en richt zich naar het natuurlijke patroon van kreken en geulen. De dorpen liggen veelal aan de dijk bij de monding van een kreek. Overige bebouwing concentreert zich op en langs de dijken, met op een aantal plaatsen aaneengesloten, langgerekte dijkdorpen. Karakteristiek voor een groot aantal polders is het regelmatige wegenpatroon. Langs de wegen liggen verspreide, beplante erven. Na de inpoldering van de noordelijke en oostelijke aanwaspolders werden de zuidelijke aanwaspolders ingedijkt. Deze polders liggen parallel aan de hoofdstroom van de rivieren hebben een langgerekte vorm.

De watersnoodramp van 1421 heeft grote invloed gehad op het landschap van de Hoeksche Waard, zoals we deze nu kennen. Na de stormvloed moest het grootste deel van de Hoeksche Waard opnieuw worden bedijkt. In 1437 werd, door gebruik te maken van de reeds aanwezige Keizerdijk, de polder ´Het Oude land van Strijen´ als eerste herbedijkt. De verdere bedijking van de Hoeksche Waard vond in hoofdzaak plaats tussen 1538 en 1653. Vanuit het „Oudeland" en een aantal opwassen in het westen van de Hoeksche Waard is het huidige bedijkingslandschap ontstaan.

Vanaf de 17e eeuw tot in de 20e eeuw zijn in de randzone van de Hoeksche Waard kleinere aanwaspolders ingedijkt, soms als herbedijking na een overstroming. Omdat naar de randen toe de waterdynamiek toeneemt, was het moeilijker om nog land te winnen en worden de polders steeds kleiner. Het zijn de jongste polders van het eiland met een rijke kleibodem en een grootschalige, rationele verkaveling. Binnen deze is weinig bebouwing aanwezig en er zijn geen dijkdorpen. Tot in de 18^{e} eeuw vinden nieuwe bedijkingen plaats om het verloren land terug te winnen, waardoor een landschap vol met oude en nieuwe bedijkingen en polders ontstond. Net als op Voorne-Putten zijn voorstraatdorpen kenmerkend voor het eiland. De meeste dorpen in de Hoeksche Waard lagen in het verleden aan het open water, wat veranderde door de toenemende bedijking (Raap, Brinkkemper & Baas, 2022; z.a. 2013).



Figuur 3-6 Fasering van bedijkingen op en aanwaspolders Hoeksche Waard (Gebiedsprofiel 2013)

Goeree-Overflakkee

Het huidige Goeree-Overflakkee bestond voor lange tijd grotendeels uit een wad- en kweldergebied, met aan de oostzijde een hoger gelegen duingebied. De eerste bewoning in het gebied vond plaats op de hoger gelegen delen zoals het duingebied en kreekruggen. De meest karakteristieke landschappen en kernkwaliteiten van Goeree-Overflakkee hangen samen met het onderscheid tussen de kop, de hals en de romp van het eiland (Gebiedsprofiel 2013). Deze drie verschillende landschappen weerspiegelen de ontstaansgeschiedenis van het eiland.

Het zandlandschap op de kop van het eiland (Goeree) heeft een kleinschalig en besloten karakter. Kenmerkend zijn de duinen en het cultuurhistorisch unieke schurvelingenlandschap. In contrast hiermee staat het open zeekleipolderlandschap van de romp van het eiland (Flakkee). Dit is het landschap met de kenmerkende afwisseling tussen de oudere, ronde opwaspolders en recentere, sikkelvormige aanwaspolders. De ringpolders zijn de oudste polders van het eiland. Deze polders hebben een ronde vorm en een open en weids karakter. De aanwaspolder hebben in verhouding een kleinere maat en een meer besloten karakter. In contrast met het regelmatige patronen van de polders lopen kronkelige kreken door het landschap.

Goedereede en Ouddorp op Goeree zijn de oudste vestigingsplaatsen. Na de bedijking van de platen/opwassen van Flakkee, werden in deze nieuwe ringpolders dorpen gesticht, zoals Dirksland, Sommelsdijk, Middelharnis, Ooltgensplaat, Herkingen en Oude Tonge. De dorpen ontstonden veelal aan de rand van de polder, op het kruispunt van dijk en kreek, zodat een verbinding met het open water mogelijk was. Veel van deze nederzettingen hebben een voor Goeree-Overflakkee karakteristieke opbouw en worden ook wel voorstraatdorpen genoemd. De kern bestaat uit een kerkring, een voorstraat en een haven met kaai.

De hals vormt een versmalling van het eiland en is de schakel tussen Goeree en Flakkee. De langgerekte polders liggen hier parallel aan de voormalige Statendam. Door de ligging in de delta van Rijn en Schelde vond er een voortdurende aanvoer van zand en slib plaats, dat aanslibde langs de randen van de ringpolders. Deze aanwassen werden bedijkt zodra ze hoog genoeg lagen om landbouwkundig in gebruik te nemen. Ook in de aanwassen werd een aantal dorpen gesticht. Door opeenvolgende bedijkingen van aanwassen groeiden de polders aan elkaar tot de eilanden Goeree en Flakkee. In 1751 werden de twee eilanden met elkaar verbonden door de Statendam. Ook langs de Statendam ontstonden aanwassen die bedijkt werden. Zo ontstond de nu bekende vorm van Goeree-Overflakkee en de drie deelgebieden kop (Goeree), hals (Statendam) en romp (Flakkee).

Noordwest-Brabant

Noordwest-Brabant bestaat net als de beschreven Zuid-Hollandse regio's voor een groot deel uit een zeekleigebied in het Zuidwest-Nederlandse deltagebied. In het oosten ligt een veenontginningslandschap dat grenst het aan de oud pleistocene hogere (zand)gronden. Toen de mens in de 11^{e} eeuw dit gebied binnentrok, was het een uitgebreid veenlandschap (Renes 1985). Gedurende lange periode betrof het een veengebied dat in de volle middeleeuwen en late middeleeuwen op grote schaal werd ontgonnen. De ontginningen leidde tot bodemdaling als gevolg van vergraving en klink en oxidatie. De bodemdaling kwam daarnaast in een stroomversnelling door zout- en veenwinning. In samenhang met de vorming van de Zeeuwse zeearmen en het Hollands Diep overstroomde het gebied steeds vaker, culminerend met de Sint Elisabethsvloed van 1421. Tijdens de Sint Elisabethsvloed werden grote delen van westelijk Noord-Brabant overspoeld. Na deze overstroming duurde het lang voordat gebieden weer bedijkt werden en de Biesbosch bleef zelfs tot in de twintigste eeuw een getijdengebied.

Nadat veel cultuurland door overstromingen in de vijftiende eeuw verloren was gegaan is het gebied geleidelijk door de mens op de zee heroverd. Net als Voorne-Putten en de Hoeksche Waard wordt dit gebied in West-Brabant daarom gekenmerkt door een open zeekleipolderlandschap. Het verkavelingspatroon is over het algemeen rationeel met grote blokvormige of strookvormige percelen, veelal tot stand gekomen door planmatige ontginningen, omzoomd met bomenrijen op dijken. De polderdijken zijn in veel gevallen bewaard gebleven en vallen duidelijk op door hun hogere ligging en bomenrijen. Op tal van plaatsen wordt dit regelmatige patroon doorsneden door restanten van kreken die bij de bedijking binnengedijkt zijn en daarna een functie in het afwateringsstelsel hebben gekregen. Veel kreken vertonen een hoekig tracé, ontstaan doordat bij overstromingen oude waterlopen door de getijdenwerking in kreken werden veranderd. Oudere polders zijn meestal van een kleinere opzet, maar de latere ruilverkaveling zorgde ook hiervoor relatief grote structuren. Dit is niet alleen te zien aan de rechte wegen en de verkaveling van het landelijk gebied, maar ook in de vorm van de zogenaamde voorstraatdorpen.

Het open polderland, waarin de akkerbouw overheerst, gaat in het zuiden, waar de pleistocene dekzanden aan de oppervlakte komen, geleidelijk over in een meer besloten landschap. De grote open ruimten in de polders worden begrensd door bomenrijen op dijken, erfbeplanting bij boerderijen en de dichtere begroeiing van grienden en andere hakhoutbosjes.

Het oostelijke deel van West-Brabant bestaat uit het voormalige veengebied in het noorden van de Baronie en de Langstraat. Vanaf ongeveer het jaar 1000 werden deze gebieden ontgonnen, ook al kwam de grootschalige veenontginning pas in de latere middeleeuwen en nieuwe tijd op gang. Deze voormalige veengebieden worden gekenmerkt door een systematische inrichting van het landschap met langgerekte percelen (slagenlandschap) en de bijbehorende rechte wegen. Het veen werd in smalle stroken ontgonnen, die vanaf de stroomrug van de Maas in zuidelijke richting liepen. Daar waar het veen volledig is ontgonnen zijn de pleistocene zandbodems weer aan de oppervlakte gekomen en is het veenontginningslandschap weer gedeeltelijk verdwenen. De nederzettingen bevinden zich veelal in de overgang van de hoger naar lagergelegen gebieden.

4 Inventarisatie cultuurhistorische en landschappelijke waarden

Voor de landschappelijke en cultuurhistorische inventarisatie is gekeken naar de pijlers van cultureel erfgoed binnen het project- en onderzoeksgebied. In de voorgaande hoofdstukken is door middel van paleografische, geo(morfo)gische en landschappelijke gegevens een beeld geschetst van de landschappelijke situatie van de projectgebieden. Cultuurhistorische objecten zijn alle objecten die een relict vormen van de invloed van het mens op het (cultuur)landschap. In dit hoofdstuk worden de landschappelijke en cultuurhistorische waarden en objecten die nog in het project- en onderzoeksgebied aanwezig zijn geïnventariseerd op basis van de beschikbare nationale en provinciale bronnen. Het aspect cultuurhistorie omvat de zichtbare sporen van menselijk handelen in het landschap. Hierbij gaat het specifiek om de kenmerken in het landschap die de historische relatie tussen mens en landschap laten zien.

Op deze wijze kunnen de belangrijkste cultuurhistorische waarden die binnen de plangebieden aanwezig zijn ten behoeve van de MER fase 1 geïnventariseerd worden. Voor een compleet overzicht van alle cultuurhistorische en landschappelijke waarden binnen het onderzoeksgebied wordt verwezen naar bijlage A.

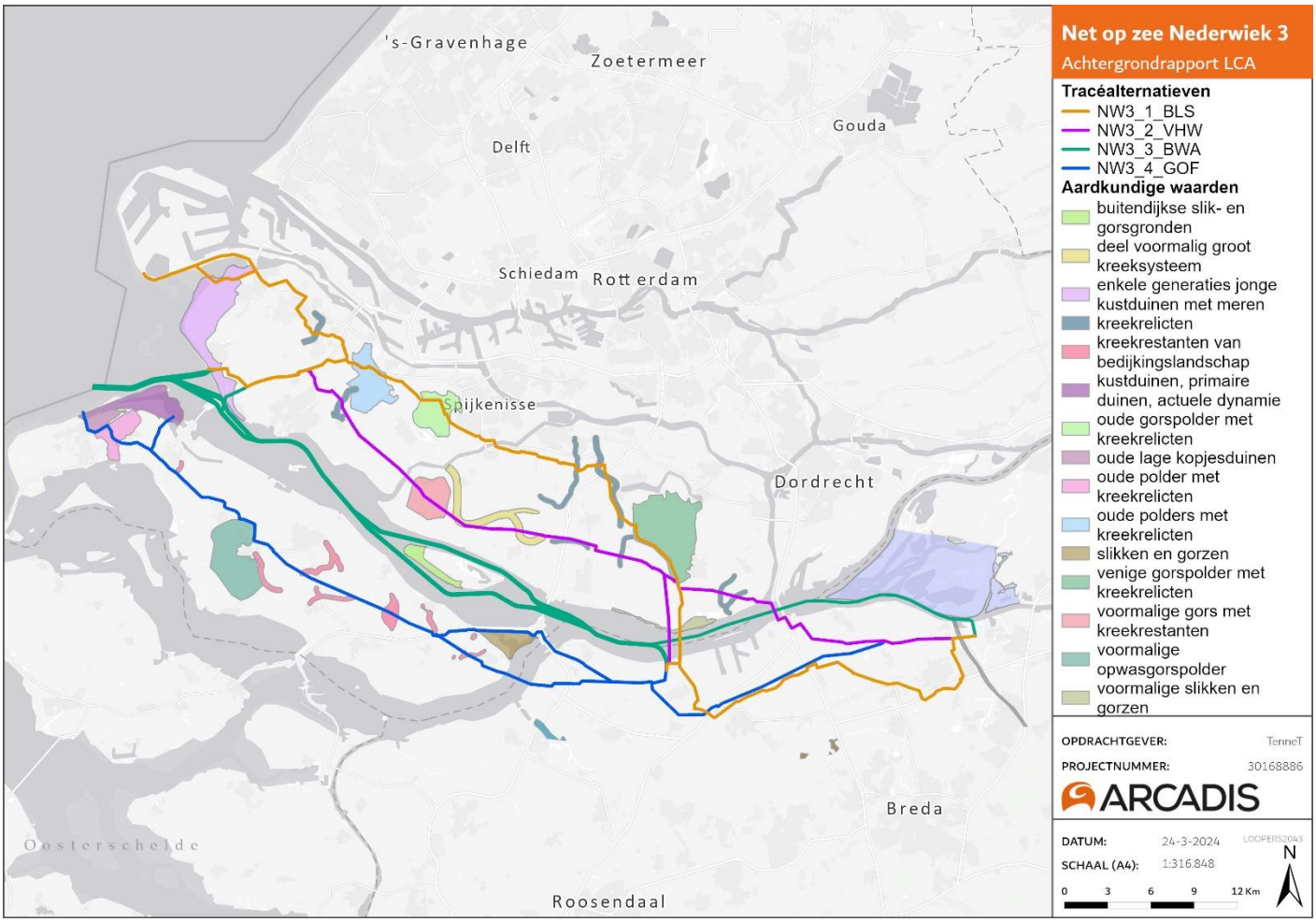
4.1 Cultuurhistorische en landschappelijke elementen

4.1.1 Aardkundige waarden

Aardkundige waarden hebben betrekking op waarden waarvan restanten zich nu zichtbaar en onzichtbaar in ons landschap kunnen bevinden, zoals hoogtes en laagtes, maar ook bodemkundige elementen

De tracéalternatieven gelegen in Zuid-Holland liggen vrijwel volledig in het zuidwestelijke zeekleilandschap in de Maasdelta. Hoofdzakelijk kenmerkt dit gebied zich als open en vlak. Het gebied is voornamelijk gevormd onder invloed van de zee, waarbij door getijdenwerking kweldervlaktes en vele getijdengeulen zijn gevormd. De (restanten van) vele kreken geven de karakteristieke vorm aan het historisch landschap en vormen daarmee de natuurlijke onderlegger van het cultuurlandschap. De aardkundige waarden van regionale, provinciale en nationale waarde hebben met name betrekking op de kustduinen, kreekrelicten, oude polderlandschappen, slikken en gorzen. Met slikken worden de getijdenplaten bedoeld die droogvallen bij eb en onderlopen bij vloed. Met gorzen worden de kwelders aangeduid, die bij gemiddeld hoogwater niet meer onderlopen.

In het westen van West-Brabant liggen de tracéalternatieven in een zeekleilandschap, vergelijkbaar met dat van Zuid-Holland. Het vlakke landschap is hier gevormd onder invloed van de zee, waarbij kenmerkende landvormen zijn ontstaan, zoals kweldervlaktes en getijdengeulen. In het oosten bevindt zich een (voormalig) veengebied op de overgang naar het zuidelijke zandlandschap, Het betreft een relatief vlak gebied van dekzandvlaktes en oude rivierafzettingen die bedekt zijn geraakt door veenpakketten welke vervolgens weer zijn ontgonnen. Binnen de tracéalternatieven gelegen in Noord-Brabant zijn geen relevante nationale of provinciale aardkundige waarden aangemerkt.



Figuur 4-1: Overzicht provinciale en nationale aardkundige waarden

4.1.2 Cultuurhistorische waarden

Cultuurhistorische waarden zijn historische elementen, structuren en patronen die nog in het landschap aanwezig zijn. Voorbeelden van deze waarden zijn bijvoorbeeld de aan inpolderingen en veenontginningen gerelateerde verkavelingsvormen en historische watersystemen. Ook stedenbouwkundige elementen zoals als historische infrastructuur en bebouwing kunnen cultuurhistorische waarde hebben. Deze waarden zijn vaak opgedeeld in vlak-, lijn-, en puntelementen. Vlakken zijn bijvoorbeeld historische polders, ruilverkavelingslandschappen, stedenbouwkundige opbouw en landgoederen; lijnen zijn bijvoorbeeld historische dijken, bomenlanen, wegen en watergangen en punten zijn bijvoorbeeld rijks- en gemeentelijke monumenten en monumentale bomen.

Voor de inventarisatie in MER fase 1 is een inventarisatie gemaakt van de voor de verschillend tracéalternatieven en converterstationslocaties relevante cultuurhistorische waarden op nationaal en provinciaal niveau. Dit zijn waarden die op deze niveaus beschermd en/of gewaardeerd zijn. In onderstaande tabel is een beknopt overzicht gegeven van de type elementen en structuren, een overzicht van de geïnventariseerde waarden is te vinden in bijlage A en afgebeeld in bijlage B.

Tabel 3: Cultuurhistorische elementen, structuren en patronen relevant voor de tracéalternatieven

Elementen en structuren	Beschrijving
Dijken en waterlopen (Lijnelement)	Verbonden met het zeekleipolderlandschap van Zuid-Holland en Noord-Brabant zijn de dijken belangrijke historische structurerende en beeldbepalende elementen in het landschap die in verband staan met de ontginningsgeschiedenis en de geschiedenis van landaanwinning. Veel dijken hebben de waterkerende functie verloren maar hebben nog wel een

	cultuurhistorische waarde en spelen een rol in de structurering van het landschap. In het zeekleilandschap komen verschillende vormen watergangen voor die in verband staan met de waterstaatkundige en ontginningsgeschiedenis van het gebied. De watergangen bestaan o.a. uit (gekanaliseerde) kreken, weteringen en slotenpatronen. De structuur van oudere watergangen gaan veelal terug op oude kreken. Het dijken- en krekenpatroon is in zijn geheel waardevol. Daarbinnen zijn er verschillende typen dijken en kreken te onderscheiden en zijn er gave en minder gave delen, de samenhang tussen de elementen is kenmerkend. De dijken en kreken zijn allereerst van belang voor de veiligheid en het waterbeheer en ze leveren daarmee feitelijk de primaire bestaansvoorwaarden voor alle functies in het gebied. Daarnaast zijn het dragers van de groenblauwe structuur, zowel in het landelijk gebied als in het stedelijk gebied. Daarnaast zorgen de dijken voor herkenbaarheid van de bijzondere ontstaansgeschiedenis.
Historisch Groen erfgoed (lijn- en vlakelement)	Binnen het onderzoeksgebied zijn meerdere waardevolle historische groenstructuren aanwezig, met name duinen, (buitendijkse) grienden en historische dijkbeplantingen. Historische groenstructuren in de regio Zuid-Holland betreffen vooral historische grienden. Tot in de jaren ’50 van de vorige eeuw werden vooral de buitendijkse oevers van rivieren gebruikt als grienden. Grienden werden aangelegd in gebieden die ongeschikt waren voor andere landbouwactiviteiten, maar dat wel benut kan worden voor het planten van wilgentakken of “tenen”. De beplanting werd vervolgens al naar gelang de kwaliteit of elk jaar afgesneden (snijgriend) of eens in de twee tot vier jaar (hakgriend). In het rivierkleigebied werden grienden aangelegd op de buitendijkse gronden die voldoende hoog waren opgeslibd. Plaatselijk zijn er nog overblijfselen van deze griendcultuur in Zuid-Holland aanwezig. De dijkbeplanting is van oudsher o.a. bedoeld als houtproductie, in het huidige landschap draagt het echter met name bij aan de ruimtelijke structuur en kwaliteit.
Groen elementen (lijn- en vlakelementen)	Naast groenstructuren met cultuurhistorische waarde, bijv. vanwege de ouderdom, zijn er ook andere landschappelijke waardevolle groenstructuren aanwezig, zoals bos en erfbeplantingen die met hun groene karakter bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit.
Historische polders (vlakelement)	Het gebied bestaat uit een relatief ongerept open (zeeklei)polderlandschap, bestaande uit enkele grotere kernpolders waar kleinere aan- en opwaspolders tegenaan zijn aangelegd. Binnen de polders bevinden zich enkele voormalige kreken. Het Zuid-Hollandse landschap omvat een groot aantal polders die zijn ontstaan als afwateringssystemen sinds de Middeleeuwen. De polders vormen samen met hun belangrijkste landschappelijke kenmerken en enkele opvallende elementen het poldersysteem. Het Jonge Zeekleilandschap is gevormd door zee-overstromingen die het oude veenlandschap wegspoelden en zeeklei achterlieten via inbraken en langs riviermondingen. Rond het jaar 1000 begon men met de ontginning van deze zeekleigebieden. Vanaf de 13e eeuw werden dijken aangelegd. Door de inpoldering van 'aan-' en 'opwassen' werd tot in de 20e eeuw nieuw land gewonnen. Tijdens stormvloeden en overstromingen gingen echter ook grote aangedijkte gebieden (tijdelijk) weer verloren. De tracéalternatieven doorkruisen enkele historische zeekleipolders die bijzonder gaaf bewaard zijn gebleven t.o.v. het omringende landschap. Binnen deze (oud)landpolders zijn het complex van verkavelingspatronen, sloten, dijken, oude kreken nog intact. Deze afwateringseenheden zijn vanaf de Middeleeuwen tot stand gekomen. De polders vormen met hun belangrijkste landschappelijke onderdelen en enkele zeer kenmerkende elementen het poldersysteem. Deze polders zijn: - Polder Oostvoorne - Polder Zuurland - Polder Veckhoek en Grote Polder - Polder Heenvliet - Polder de Biert

	- Oudeland van Strijen
Historische verkavelingspatronen	Binnen het studiegebied voorkomende landschapselementen in de vorm van waardevolle openheid, slotenpatronen, verkavelingsstructuur en overige kleine landschapselementen te relateren aan de ontginningsgeschiedenis. De verkaveling varieert van een blok- tot strokenverkaveling en richt zich veelal naar het patroon van natuurlijke kreken en geulen of andere afwateringseenheden. Deze elementen bepalen de voor de verschillende deellandschappen kenmerkende verkavelingspatronen, dijken en de kreken en slotenpatronen zijn landschappelijk en cultuurhistorisch waardevol.
Bewoningslinten	Historische bewoningslinten bestaan uit een lijnvormige verzameling van (historische) bebouwing, veelal langs een weg en/of dijk in het buitengebied. Polderlinten zijn ontstaan langs een ontginningsbasis, zoals veenriviertjes, wegen of weteringen. Van oorsprong betreft het, op enige afstand van elkaar gelegen, boerderijen op de kop van de strookvormige kavels. Polderlinten treffen we vooral aan in veenweidegebieden. De relatie tussen de nederzetting en het bijbehorende open achterland wordt als waardevol gezien.
Beschermde dorps- en stadsgezichten	Beschermde dorps- en stadsgezichten worden gekarakteriseerd als groepen van onroerende zaken die van algemeen belang zijn wegens hun schoonheid, hun onderlinge ruimtelijke of structurele samenhang dan wel hun wetenschappelijke of cultuurhistorische waarde en in welke groepen zich één of meer monumenten bevinden.' Nederland kent meer dan vierhonderd rijksbeschermde stads- en dorpsgezichten, het merendeel daarvan bestaat uit bebouwd gebied zoals oude stads- en dorpskernen.
Karakteristieke en historische waterlopen (lijnelementen)	Natuurlijke waterlopen en gegraven watergangen die karakteristiek zijn voor de omgeving en bijdragen aan het verhaal van de landschappelijke vorming door natuurlijke processen, ontginningen en verkaveling. Karakteristieke en historische waterlopen hebben een hoge landschappelijke waarde.
Dijken (bestaand, relict, verdwenen) (lijnelementen)	Bestaande waterkerende dijken, zichtbare relicte dijken en verdwenen dijkenpatronen die kenmerkend zijn voor de omgeving en bijdragen aan het verhaal van de landschappelijke vorming door inpoldering en ontginningen. Bestaande en zichtbare relicte dijken hebben een hoge landschappelijke waarde.
Karakteristieke en historische infrastructuur (lijnelementen)	Bestaande infrastructuur die kenmerkend is voor de omgeving en bijdraagt aan het verhaal van de landschappelijke vorming door inpoldering, ontginningen en stedenbouwkunde. Karakteristieke en historische wegen hebben een hoge landschappelijke waarde.
Rijksmonumenten (Puntelementen)	Een op detailvorm door het rijk beschermd monument van zeer hoge waarde. Binnen het gehanteerde ruimtebeslag van de tracéalternatieven komen geen rijksmonumenten voor. Gezien de ondergrondse ligging van het kabeltracé worden tevens geen effecten op de relatie tussen een rijksmonument en de omgeving verwacht.
Gemeentelijke monumenten (Puntelementen)	Een op detailvorm door de gemeente beschermd monument van zeer hoge waarde.

4.2 Inventarisatie tracéalternatief – BLS

4.2.1 Aardkundige waarden

De binnen tracéalternatief BLS gelegen aardkundige waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het Zuid-Hollandse gedeelte. Zo komen er meerdere kreekrestanten van het bedijkingslandschap voor en is het contrast tussen binnen- en buitendijkse gebieden van belang. Voor een volledig overzicht van de aardkundige waarden wordt verwezen naar bijlage A en B.

Tabel 4-4: Overzicht aardkundige waarden BLS

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van aardkundige waarde	Omschrijving/typering aardkundige waarden
Tracédeel 1A	2	Voornse Duinen (enkele generaties jonge kustduinen met meren) Het Spui, kreekrelicten
Tracédeel 1B	1	Voornse Duinen (enkele generaties jonge kustduinen met meren)
Tracédeel 2	6	(Venige) oudlandpolders, kreekrestanten van het bedijkingenlandschap, gorzen
Tracédeel 3	1	Peelrandbreukstelsel

4.2.2 Cultuurhistorische waarden

De binnen tracéalternatief BLS gelegen aardkundige waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het Zuid-Hollandse gedeelte. Zo komen er meerdere kreekrestanten van het bedijkingslandschap voor en is het contrast tussen binnen- en buitendijkse gebieden van belang. Een voorbeeld hiervan is het Oudeland van Strijen, een buitendijks gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard met kreken, kreekruggen en Hollandveen. Het gebied heeft een zeer open karakter vanwege de nauwelijks aanwezige bebouwing en begroeiing, met boerderijen langs de dijken aan de rand van het Oudeland van Strijen. Voor een volledig overzicht van de inventarisatie wordt verwezen naar bijlage A en B.

Tabel 4-5: Overzicht Cultuurhistorische waarden - Historisch landschap

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van landschappelijke en cultuurhistorische waarde
Tracédeel 1A	16
Tracédeel 1B	13
Tracédeel 2	35
Tracédeel 3	49

4.3 Inventarisatie tracéalternatief – VWH

4.3.1 Aardkundige waarden

De binnen tracéalternatief VWH gelegen aardkundige waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het Zuid-Hollandse gedeelte. Zo komen er meerdere kreekrestanten van het bedijkingslandschap voor en is het contrast tussen binnen- en buitendijkse gebieden van belang. Een voorbeeld hiervan is het Oudeland van Strijen, een buitendijks gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard met kreken, kreekruggen en Hollandveen. Het gebied heeft een zeer open karakter vanwege de nauwelijks aanwezige bebouwing en begroeiing, met boerderijen langs de dijken aan de rand van het Oudeland van Strijen. Voor een volledig overzicht van de aardkundige waarden wordt verwezen naar bijlage A en B.

Tabel 6: Overzicht aardkundige waarden VHW.

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van aardkundige waarde	Omschrijving/typering aardkundige waarden

Tracédeel 1	6	Voornse Duinen (jonge duinen) Polder Oude Korendijk (ingepolderde gors met kreekrestanten) Verscheidene kreekrestanten van het bedijkingenlandschap
Tracédeel 2 – Moerdijk	1	Hoogezandsche Gorzen
Tracédeel 2 – Geertruidenberg	3	Oudeland van Strijen en kreekrestanten van het bedijkingenlandschap

4.3.2 Cultuurhistorische waarden

De binnen tracéalternatief VWH gelegen historische en landschappelijke waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het gebied. Zowel bestaande dijken als relicten of verdwenen dijken komen veel voor binnen dit tracéalternatief. Hiernaast zijn meerdere poldergrenzen en hoofdweteringen aanwezig als lijnelementen. Een voorbeeld hiervan is de Sassedijk, een waterkerende dijk aangelegd ca. 1647 bij de bedijking van de Strijensche Polder. Het binnen VWH gelegen groen erfgoed heeft met name betrekking op (potentiële) landschappen met oude boskernen, houtwallen en heggen. Dit zijn gebieden waarin (mogelijk) landschapselementen met autochtone bomen en struiken van voor 1850 voorkomen. Voornes Duin, Stekelhoek is een van deze landschappen en betreft een kustduin nabij Rockanje met tientallen boom- en struiksoorten. Het gebied is aangeduid als cultuurhistorisch waardevol. Voor een volledig overzicht van de inventarisatie wordt verwezen naar A en B.

Tabel 7: Overzicht historische en landschappelijke waarden VHW.

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van landschappelijke en cultuurhistorische waarde
Tracédeel 1	40
Tracédeel 2A	24
Tracédeel 2B	54

4.4 Inventarisatie tracéalternatief – BWA

Binnen de delen van tracéalternatief BWA op land zijn geen aardkundige of cultuurhistorisch waardevolle elementen geïnventariseerd.

4.5 Inventarisatie tracéalternatief – GOF

4.5.1 Aardkundige waarden

De binnen tracéalternatief GOF gelegen aardkundige waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het gebied. Meerdere elementen betreffen kreekrestanten van het bedijkingslandschap en zijn van regionale waarde. Voor een volledig overzicht van de aardkundige waarden wordt verwezen naar A en B

Tabel 8: Overzicht aardkundige waarden GOF.

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van aardkundige waarde	Omschrijving/typering aardkundige waarden
Tracédeel 2 A	1	Oost- en Middelduinen
Tracédeel 2 B	3	Oostduinen Oude polder met kreekrelicten
Tracédeel 3	4	Polder Dirksland en kreekrestanten van het bedijkingenlandschap

Tracédeel 4 A	1	Slikken en gorzen
Tracédeel 4 B	1	Kreekrestanten
Tracédeel 5	0	n.v.t.
Tracédeel 6	0	n.v.t.

4.5.2 Cultuurhistorische waarden

De binnen tracéalternatief GOF gelegen historische en landschappelijke waarden hebben met name betrekking op de bedijkingsgeschiedenis van het gebied. Veel van de lijnelementen betreffen bestaande, voormalige of relicten van dijken. Hiernaast komen enkele polders voor als historisch-landschappelijk vlak element. Een voorbeeld is Polder de Ruigenhil, een grootschalige, rationeel ingerichte polder uit 1564 welke deel uitmaakt van de Zuidwaterlinie bij Willemstad. De polder is volledig bedijkt en heeft zuidoost-noordwest lopende polderwegen. Het is de enige grote zeekleipolder in Noord-Brabant die niet door infrastructuur is aangetast, met plaatselijk gave kreekrelicten. De polder bevat verdedigingswerken van Willemstad en Fort Bovensluis. Bij het fort liggen ook resten van betonnen schuilplaatsen uit WWI. Het binnen GOF gelegen groen erfgoed heeft alleen betrekking op dijkbeplanting. In alle gevallen gaat het om dijkbeplanting met essen. De dijkbeplanting langs de Zevenbergseweg in Klundert is een van de elementen. Het betreft drie essenrijen met een lengte van ruim 1 kilometer, aangelegd rond 1950. Het binnen GOF gelegen gebouwd erfgoed heeft alleen betrekking op de dijknederzetting Oude Molen. Dit is een dijkgehucht van 1500-1700, bestaande uit langgerekte, plaatselijk zeer open lintbebouwing. Het bebouwingsbeeld met plaatselijk dichte lintbebouwing, afgewisseld met open delen met bebouwing direct aan de kruin van de dijk, is redelijk gaaf bewaard gebleven. Voor een volledig overzicht van de geïnventariseerde erfgoedwaarden wordt verwezen naar A en B.

Tabel 9: Overzicht historische en landschappelijke waarden GOF.

Tracédeel	Aantal door tracédeel doorkruiste elementen van aardkundige waarde
Tracédeel 2 A	10
Tracédeel 2 B	20
Tracédeel 3	4
Tracédeel 4 A	12
Tracédeel 4 B	14
Tracédeel 5	2
Tracédeel 6	20

4.6 Inventarisatie Converterstations Geertruidenberg

4.6.1 Aardkundige waarden

Er zijn geen aardkundige waarden aanwezig binnen de plangebieden van de converterstations.

4.6.2 Cultuurhistorische waarden

Er zijn geen historische en/of landschappelijke elementen aanwezig binnen de plangebieden van de converterstations.

4.7 Inventarisatie Converterstations Moerdijk

4.7.1 Aardkundige waarden

Er zijn geen aardkundige waarden aanwezig binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations.

4.7.2 Cultuurhistorische waarden

De binnen converterstations Moerdijk gelegen historische en landschappelijke waarden hebben met name betrekking op het inundatiegebied van de Zuiderfrontier. Hiernaast komen enkele lijnelementen in de vorm van dijken en waterlopen voor. De Zuiderfrontier was een verdedigingslinie uit de 17e en 18e eeuw en bestond uit een aaneenschakeling van forten, vestingsteden en inundatiegebieden. Inundatiegebieden waren delen van het landschap welke strategisch onder water gezet konden worden. Veel van deze gebieden hebben nog steeds een open karakter. Voor een volledig overzicht van de inventarisatie wordt verwezen naar bijlage A en B.

5 Archeologie

5.1 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.

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.

Tabel 4: Archeologische perioden (Bron: ABR).

5.2 Archeologische landschappen

Synthese van archeologische landschappen:
De kaart van archeologische landschappen geeft de verschillende landschappen, deellandschappen en landschapszones voor in Nederland. De verschillende landschappelijke zones boden kansen, of juist niet, voor het uitvoeren van bepaalde activiteiten, zoals wonen of begraven. Als gevolg kan het landschap veel vertellen over de archeologische resten die mogelijk aanwezig zijn. De vier tracéalternatieven bevinden zich op basis van deze kaart in meerdere landschappen, namelijk (van west naar oost):

- duinen en strandwallen,
- Zuidhollands kleigebied,
- jonge zeeinbraken,
- Hollands-Utrechts veengebied,
- Kempisch zandgebied.

De ontstaanswijze en bewoningsgeschiedenis van deze landschappen zijn deels al besproken aan de hand van de deellandschappen: het duinenlandschap, het zeekleipolderlandschap en het veenontginningslandschap. Hieronder volgt een korte synthese van de landschappen in relatie tot de archeologische verwachtingen van west naar oost.

Duinen en strandwallen
De duinen en strandwallen zijn deel van het duinenlandschap en liggen ter plaatse van Voorne-Putten en Goerree-Overflakkee, langs de kust van Nederland. Kleine delen van tracéalternatieven BLS, VHW en GOF liggen in dit landschap. Het duinenlandschap verschijnt ca. 5.000 jaar geleden met het ontstaan van de strandwallen en lage oude duinen in het gebied. Hierachter vormde zich een waddengebied. De strandwallen zijn vanaf het Neolithicum (4.000 v. Chr.) bewoond geweest. Hiervoor is het mogelijk dat er zeer incidenteel bewoning plaatsvond op hoger gelegen delen van het landschap.

Het duinenlandschap bestaat uit strandvlaktes, strandwallen, lage duinen en hoge duinen. De strandvlaktes worden vanaf de late prehistorie deels overstoven en in gebruik genomen als akkerland of als weideland voor vee, terwijl bewoning plaatsvond op de strandwallen en lage duinen. Bewoning kon bestaan uit een enkele of meerdere boerderijen bij elkaar, met bijbehorende structuren zoals greppels en haardkuilen. Omdat er ook gejaagd en gevist werd, kunnen kleinere, tijdelijke kampementen ook voorkomen. Depositie van rituele voorwerpen is bekend op overgangen in het natuurlijke landschap, zoals de overgang van duin naar moeras of van strandwal naar strand- of veenvlakte. Terwijl het gebied in de Brons- en IJzertijd licht bevolkt was, zijn er wel vondsten uit deze periode bekend. Tussen ca. 75 en 270 n. Chr. was het kustgebied juist relatief dichtbevolkt. De Romeinen begonnen verder met het ontwateren van het gebied achter de duinen en bouwden militaire structuren op strategische punten, zoals bij waterwegen.

De jonge duinen in het gebied ontstaan pas in de Middeleeuwen (in de periode 1000-1200) bij Voorne en Goeree en reiken hoger dan de oude strandwallen. Deze duinen worden vanaf de Volle Middeleeuwen bewoond, al waren deze minder geschikt voor bewoning dan de lage duinen en strandwallen, en gebruikt als grasland of voor activiteiten zoals de jacht. In de Middeleeuwen is het huidige bewoningspatroon ontstaan, waarbij nederzettingen vormden op de strandwallen en in de binnenduinrand. Het gebied tussen de jonge en oude duinen is aan het einde van de Middeleeuwen ontgonnen, en in deze periode ontstonden ook de vele dijken om de verder landinwaarts gelegen dorpen te beschermen tegen overstromingen. Door de strandwallen zijn trekvaarten gegraven en op de strandwallen liepen de (Heren-)wegen van Holland, welke nog herkenbaar zijn in het landschap.

De omstandigheden van conservering van archeologische resten zijn wisselend, gezien het dynamische karakter van het gebied en omdat veel delen al verstoord zijn door activiteiten zoals zandwinning. Archeologische resten kunnen op meer dan 5 meter diep liggen, bestaand uit meerdere opeenvolgende archeologische lagen en afgedekt met duinzand. Kort samengevat worden er in het duinenlandschap bewoningssporen vanaf het Neolithicum verwacht op de oude, lage duinen en de strandwallen. Op de strandvlaktes kunnen sporen en resten van economische en rituele activiteiten voorkomen. Uit de Romeinse Tijd kunnen tevens structuren en sporen gerelateerd aan defensie aanwezig zijn. Vanaf de Middeleeuwen zijn de jonge duinen ook in gebruik voor bewoning en economische activiteiten en kunnen sporen en resten voorkomen op alle aanwezige elementen van het duinenlandschap. Daar waar de duinen zijn afgegraven voor zandwinning ligt mogelijk geen archeologische verwachting meer.

Zeeuws-Zuidhollands kleigebied
Een groot deel van alle tracéalternatieven bevindt zich in dit landschap, welke deel uitmaakt van het zeekleipolderlandschap. Het landschap bestaat uit kwelders, kreekruggen, kreken en prielen. Het onderscheid met het landschap van de jonge zeeinbraken wordt gemaakt door de aanwezigheid van dijken op de kaart van Sgrooten uit 1595: bedijkte gebieden behoren tot het kleigebied (met uitzondering van inundatiegebieden), onbedijkte gebieden (later wel bedijkt) behoren tot de jonge zeeinbraken. De grens van dit landschap met de duinen en strandwallen en met de jonge zeeinbraken is scherp.

De archeologische resten in dit gebied zijn voornamelijk gerelateerd aan laat-holocene, mariene landvormen en afzettingen die dateren vanaf 500 v. Chr. Hiervoor kan bewoning hebben plaatsgevonden op de hoge delen van het landschap, zoals oeverwallen en kreekruggen. Een groot deel van het landschap betrof echter een veengebied, welke te nat zal zijn geweest voor bewoning. Prehistorische sporen kunnen verder weggespoeld zijn tijdens de vele overstromingen in het gebied, maar het pleistocene dekzand kan ook bewaard zijn gebleven onder het klei en veen. Vanaf de strandwallen werd het veengebied tijdens de IJzertijd en de Romeinse Tijd ontwaterd en ontgonnen. Tijdens deze periodes werden de kreekruggen intensief bewoond en zijn sporen van bewoning en landinrichting ook mogelijk in de veengebieden. Aan het eind van de 3de eeuw brak de zee op meerdere locaties door de strandwallen heen, waardoor het veengebied een waddengebied werd. Door de vele overstromingen werd het veen uiteindelijk weggeslagen of door een kleipakket bedekt. De zee drong binnen via kreken en geulen en zette hierbij sediment af, waardoor slikken en kwelders ontstonden. Langs de grote geulen vormden zich kwelderwallen.

Het gebied werd in de late Middeleeuwen weer intensief bewoond. De kwelderwallen en opgeslibde kwelders waren aantrekkelijke bewoningslocaties door de vruchtbare grond. In de 9^{e} en 10^{e} eeuw werden de kreekruggen en achterliggende schorren ook gebruikt voor bewoning, en niet lang hierna worden de eerste dijken aangelegd. In de late Middeleeuwen werd nieuw land gewonnen door het bedijken van het zogenoemde ‘nieuwland’. Deze nieuwe polders waren opgeslibd en hadden minder last van inklinking van het ‘oudland’, waardoor ze relatief hoger lagen en gebruikt konden worden voor akkerbouw. De laaggelegen gronden langs kreken en kreekrestanten werden als grasland gebruikt. In de nieuwe polders komen veel restgeulen voor, de overblijfselen van voormalige kreken die door afdamming zijn afgesloten van het buitenwater. Economische activiteiten zoals moernering, namelijk veenwinning voor zoutproductie, vonden plaats in de veengebieden. Door het vergraven van de zoute veenlagen vond bodeminklinking plaats en kon de zee het land binnendringen, waardoor veel overstromingen plaatsvonden. Verdronken dorpen zijn dan ook kenmerkend voor dit landschap.

De bewoningsgeschiedenis hangt sterk samen met het landschap. Bewoning en akkerbouw was in het verleden geconcentreerd op de hoogste delen: kwelderwallen en kreekruggen. Rondom de Maasmonding worden archeologische resten uit het Neolithicum aangetroffen op oeverwallen, kwelderruggen en rivierduinen onder lagen van klei en/of veen. Vrijwel alle nederzettingen in de oudlandgebieden (rond 1000 bewoond) liggen op grotere of kleinere kreekruggen. Het verschil tussen de kreekruggen en de poelgebieden was bepalend voor de inrichting van het land, met de poelgebieden als lagere delen in gebruik als weide of hooiland. Sporen van economische activiteiten kunnen echter wel voorkomen in de (voormalige) veengebieden. Daarnaast heeft de overstromingsgeschiedenis van het gebied invloed op de verwachte archeologische resten.

Jonge zeeinbraken
Zoals hierboven benoemd is het landschap van de jonge zeeinbraken ook deel van het zuidwestelijke kleigebied. Het verschil met het Zeeuws-Zuidhollands kleigebied is dat het gebied na de 16e eeuw meerdere malen overstroomd is. De beschrijving van de landschapselementen in relatie tot de bewoningsgeschiedenis van het kleigebied is dus ook grotendeels van toepassing op de jonge zeeinbraken. Archeologische resten in het gebied zijn echter alleen geassocieerd met zeer jonge mariene landvormen en afzettingen, de kwelderlandschappen, die na bedijking in de Middeleeuwen zijn ontstaan. De meeste archeologische resten zijn daarnaast waarschijnlijk weggespoeld als gevolg van de zeeinbraken. Hele dorpen zijn in de Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd 'verdronken', zoals vooral bekend uit Zeeland. Door de overstromingen is het veen op de meeste plaatsen weggeslagen, maar op plaatsen waar veenrestanten zijn overgebleven, kunnen mogelijk resten uit oudere periodes voorkomen. Naast sporen van bewoning vanaf de Middeleeuwen op de hogere delen van het landschap, zoals de kwelderwallen, kunnen maritieme resten voorkomen zowel als resten in een secundaire (verspoelde) context. Daar waar het veen nog aanwezig is, kunnen sporen van economische activiteiten en/of bewoning voorkomen uit periodes voor de Middeleeuwen. De verwachting rust echter voornamelijk op de Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd.

-- Westelijk Noord-Brabant is door de eeuwen heen veel veranderd. Dit kwam deels door menselijke handelingen, namelijk de bodemdaling veroorzaakt door ontginningen en veenwinning. De overstromingen in 1570 hebben het toen aanwezige polderlandschap compleet veranderd, aangezien dorpen zijn verdronken en landbouwgronden lange tijd onbruikbaar bleven als gevolg van het wachten op dijkherstel. Een deel van de verloren polders is in de 17e eeuw opnieuw ingepolderd, maar bijna al deze polders werden opnieuw verloren tijdens de overstromingen van 1682. Na deze overstromingen kreeg het polderlandschap langzaam zijn huidige vorm. Zoals beschreven voor het zeekleipoldergebied worden archeologische resten voornamelijk vanaf de Middeleeuwen verwacht. Prehistorische sporen zijn waarschijnlijk grotendeels weggespoeld door de overstromingen, met uitzondering van delen waar het pleistocene dekzand bewaard is gebleven onder het klei en veen. Sporen van bewoning, veenwinning en agrarische activiteiten kunnen voorkomen. De mate van resten is echter ook afhankelijk van de overstromings- en bedijkingsgeschiedenis van het gebied.

Hollands-Utrechts veengebied
Het Hollands-Utrechts veengebied beslaat een klein oostelijk deel van het plangebied en is deel van het veenontginningslandschap. Samen met de veenvlaktes van de Rijn-Maasdelta omvat dit landschap de restanten van het voormalige, zeer uitgestrekte Hollands-Utrechtse veengebied, dat op zijn grootst was ca. 500 v. Chr. Het bestaat bijna volledig uit veenvlaktes, maar er komen ook kreekruggen, dekzandruggen, veenglooiingen en kreken en prielen voor. De grens naar de omliggende landschappen is meestal geleidelijk, met uitzondering van de grens naar de diepe droogmakerijen. Met uitzondering van de veenrestanten in Noord-Brabant stamt de verkaveling in dit landschap uit de Middeleeuwen, tijdens de grote ontginningen.

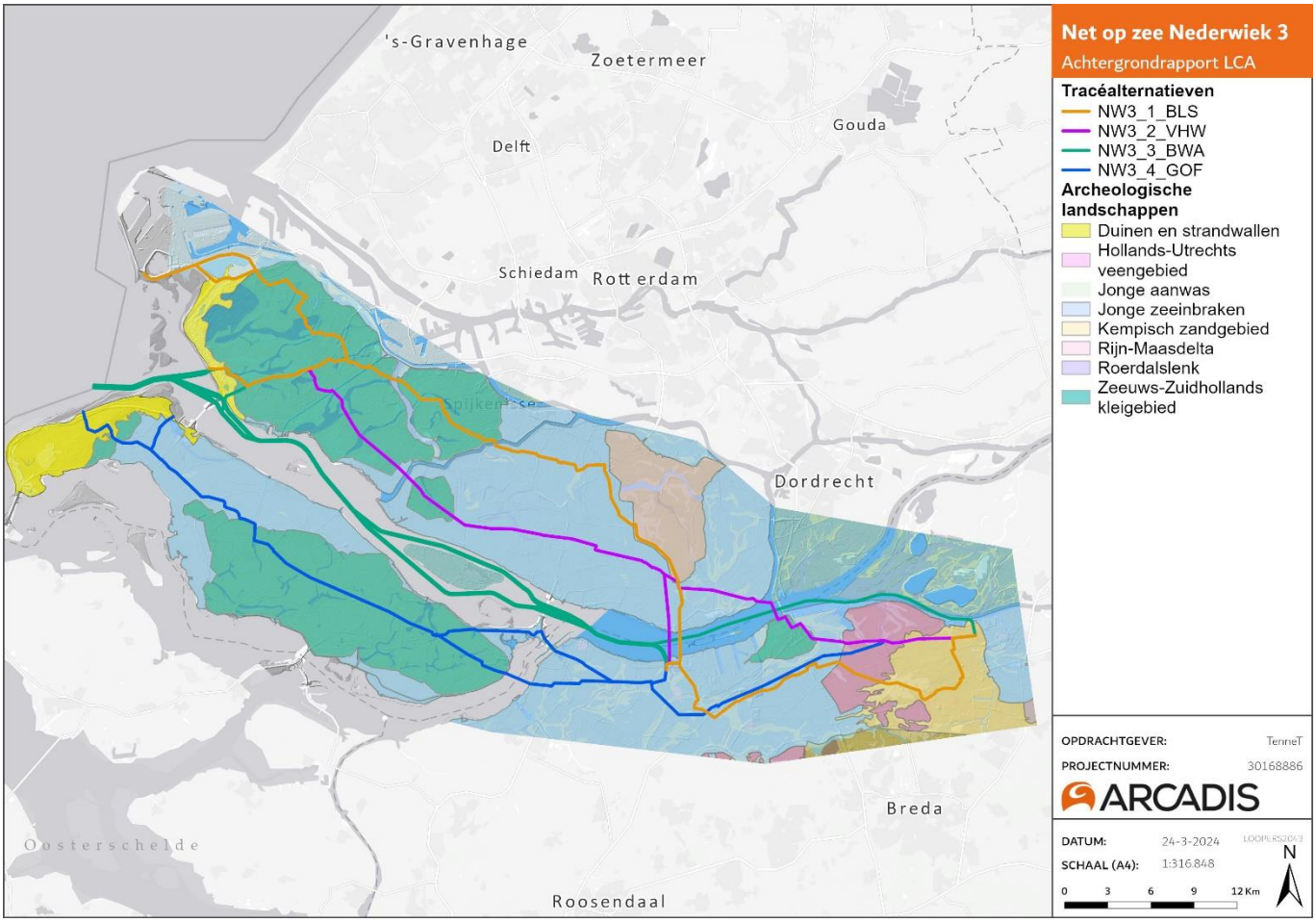
Alleen de hoogste, zandige delen van het landschap waren in de prehistorie geschikte locaties voor bewoning en landbouw. De uitgestrekte laaggelegen gebieden werden steeds natter, waardoor het veen zich kon uitbreiden. Vanaf het jaar 1000 werd meer land in gebruik genomen en ontstonden nieuwe ontginningen vanuit de bestaande nederzettingen. Hierbij was de veenwinning vooral belangrijk voor de ontwikkeling van het landschap. Tussen de 15e en 18e eeuw is een groot veengebied afgegraven, waarbij de turf afgevoerd werd naar overslagpunten die aan bevaarbaar water lagen. Als het veen volledig afgegraven was, werd de turfvaart doorgetrokken. Ontginningen vonden ook plaats op locaties waar het veen was afgegraven en waar het pleistocene zand weer aan het oppervlak lag.

Archeologische resten komen voornamelijk voor op de vlakke, laaggelegen veen(ontginnings-) gebieden, waar in de ondiepe ondergrond het pleistocene dekzand nog aanwezig is. In dit landschap zijn sporen uit de IJzertijd en Romeinse Tijd bekend, waarbij mensen huisterpjes oprichtten en hierop woonden. Het gebied is echter erg nat en als gevolg hiervan, samen met veengroei, zijn alleen de hoge delen zoals dekzandruggen bewoonbaar tijdens de prehistorie. Vanaf de vroege Middeleeuwen wordt begonnen met de ontginning van het veen en tijdens deze periode vinden ook grootschalige systematische ontginningen plaats, waardoor bewoning weer mogelijk is. Archeologische resten komen vanaf de late prehistorie voor in het dekzand op de laaggelegen delen waar vanaf ca. 4000 v. Chr. veenvorming op grote schaal plaatsvond. Waar het veen nog aanwezig is, zijn in het dekzand resten vanaf het Laat-Paleolithicum mogelijk. In delen waar het veen is afgegraven kunnen, op de randen van dekzandgebieden, sporen vanaf het Mesolithicum aan het oppervlak aanwezig zijn. Vanaf de Middeleeuwen kunnen sporen van bewoning en ontginning voorkomen op de veenvlaktes en op hogere delen van het landschap.

Kempisch zandgebied

Het Kempisch zandgebied beslaat een klein oostelijk deel van het plangebied en maakt deel uit van het veenontginningslandschap. Het ligt op een hoger plateau. De volgende landschapszones komen voor: dekzandvlakten, dekzandruggen, beekdalbodems, beek- en droogdalhellingen, droogdalbodems en hellingen. Kenmerkend voor dit landschap zijn de beek- en droogdalhellingen op de overgang van dalbodems naar dekzandvlaktes. De plateaus tussen de beekdalen zijn deels bedekt met stuifzand. Het landschap kent veel hoogteverschillen, maar op de grens naar de Jonge Zeeinbraken en het veengebied ligt het landschap rond 0 m NAP.

Archeologische resten zijn vooral gerelateerd aan laat-pleistocene landvormen en eolische (dekzand-) afzettingen uit de laatste fase van het Weichselien. De oudste vondsten uit het landschap dateren uit het Midden-Paleolithicum, en Mesolithische en Neolitische vindplaatsen komen ook relatief vaak voor. Resten uit deze periodes worden verwacht op de hogere delen van het landschap zoals dekzandruggen, ook waar deze langs laagtes liggen. Erven uit de latere prehistorie en de Romeinse Tijd liggen ook op de dekzandruggen, terwijl duidelijke concentraties begravingen (grafheuvels en urnenvelden) ook bekend zijn in de regio. Daarnaast komen rituele deposities uit de prehistorie voor in de natte delen van het landschap, zoals beken en vennen. Gedurende de Bronstijd neemt de veengroei vanuit beekdalen toe. Alleen de hoogste delen van het landschap waren niet bedekt en daardoor nog geschikt voor bewoning. Het veen wordt vanaf de Middeleeuwen afgegraven voor brandstof en zoutwinning, waardoor het langzaam weer verdwijnt. Ten behoeve hiervan werden turfvaarten aangelegd. Het landschap werd ontgonnen, ook op de delen waar het veen eerder was afgegraven en het pleistocene zand weer aan het oppervlak lag, en kreeg hierdoor de kenmerkende inrichting van akkers, woeste gronden en graslanden (beemden). Akkers werden aangelegd op de randen van beekdalen en op de hoger gelegen delen van het landschap. De graslanden waren in gebruik als weideland voor vee. In tegenstelling tot de westelijke landschappen in het kleigebied kunnen er in het zandgebied resten vanaf het Paleolithicum voorkomen. Bij de grens en overgang met de overige beschreven landschappen kan het zand bedekt zijn met klei of veen. Daarnaast worden bewonings- en agrarische sporen/resten vanaf de Middeleeuwen verwacht nabij beekdalen, op de hogere delen van het landschap en op de ontgonnen veen- en zandvlaktes.



Figuur 5-1: Overzicht Archeologische landschappenkaart.

5.3 Inventarisatie Archeologische verwachting & bekende archeologische waarden

5.3.1 Archeologische verwachting

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de verwachting op de aan- en afwezigheid van archeologische waarden aan. Verwachtingswaarden zijn vaak op basis van geomorfologie en bodemkunde opgesteld en toegewezen aan specifieke (landschappelijke) zones. Daarnaast zijn verwachtingswaarden ook gebaseerd op bekende archeologische waarden in de omgeving.

Voor zowel bekende archeologische waarden als archeologische verwachtingswaarden is vaak op gemeentelijke niveau beleid opgenomen en gemeenten hebben archeologische beleidskaarten opgesteld. Deze gemeentelijke beleidskaarten zijn gebaseerd op een onderliggende archeologische verwachtings- en/of waardenkaart, welke een overzicht van de archeologische verwachtingen en bekende archeologische waarden binnen de gemeentegrenzen biedt. Daarnaast hebben veel gemeenten een cultuurhistorische waarden- en/of beleidskaart opgesteld, waarop punt-, lijn- en vlakelementen zijn opgenomen die een historische waarde vertegenwoordigen. Bijvoorbeeld: monumenten, cultuurlandschappen, historische infrastructuur en/of waterwegen of historisch groen.

In de meeste gevallen zijn de gemeentelijke archeologische beleidszones overgenomen in de plaatselijk vigerende bestemmingsplannen door middel van een dubbelbestemming archeologie. In voorliggende rapportage zijn op basis van een GIS-analyse alle dubbelbestemmingen archeologie die corresponderen met een middelhoge of hogere archeologische verwachting samengevoegd (bron: Ruimtelijke plannen – dubbelbestemmingen). De dubbelbestemmingen zijn vergeleken met de gemeentelijke beleids- en/of verwachtingskaart en indien er dubbelbestemmingen missen zijn deze aangevuld op basis van de zones met middelhoge of hogere archeologische verwachtingen uit de gemeentelijke kaarten.

Deze bronnen geven inzicht in de archeologische verwachtingen van verschillende (landschappelijke) zones binnen de gemeentes waar de tracéalternatieven gelegen zijn. Om ten behoeve van de MER fase 1 een eenduidig overzicht van de archeologische verwachting per tracéalternatief te geven zijn de gemeentelijke archeologische verwachtingen vertaald naar een versimpelde tweeschaalsbeoordeling. In deze tweeschaalsbeoordeling zijn de verschillende archeologische verwachtingscategorieën die de gemeentes hanteren samengevoegd, met daarin de archeologische verwachtingen weergegeven in onderstaande tabel.

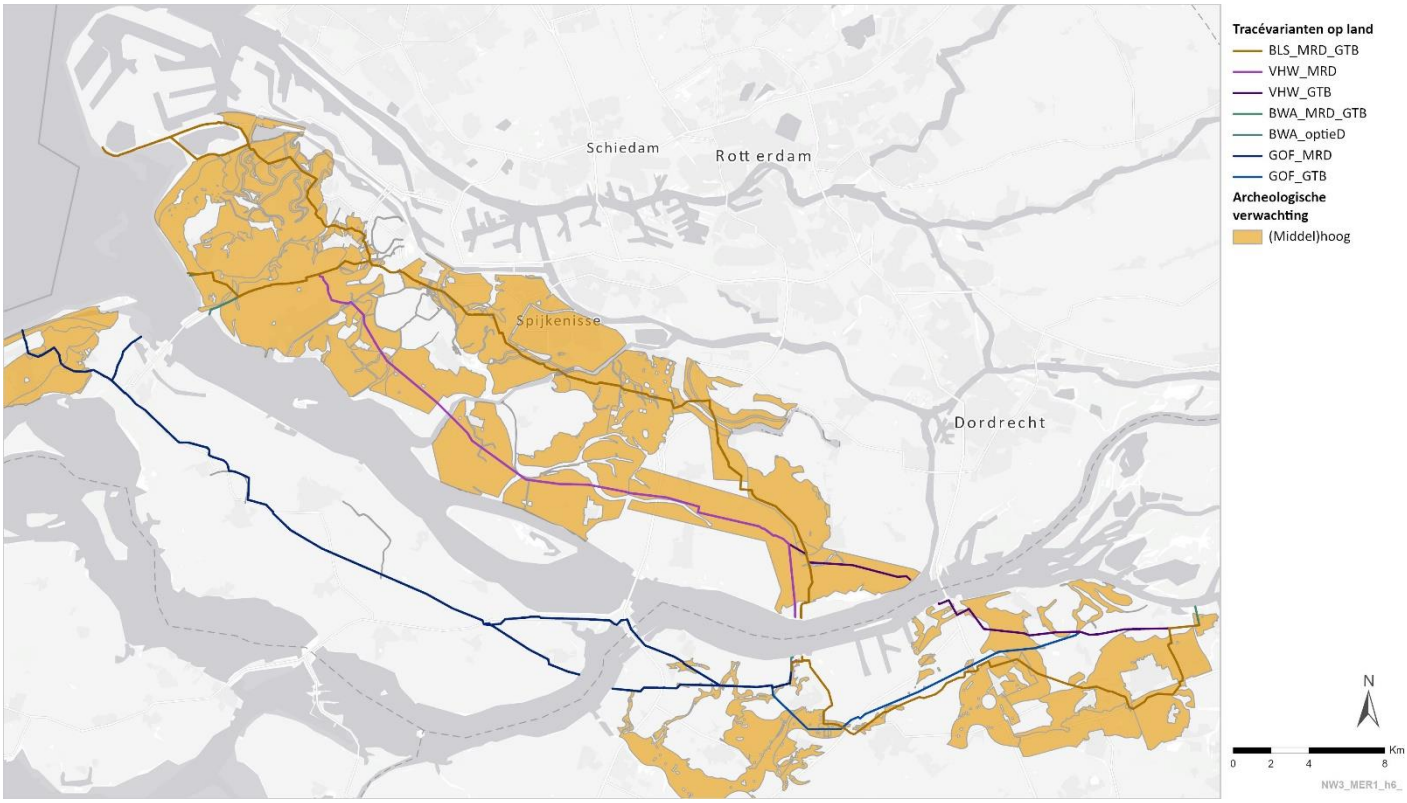
Tabel 10: Beoordelingsschaal archeologie

Verwachting	Beschrijving
Laag	De verwachting op archeologische resten is laag, maar niet volledig uit te sluiten. Deze waarde wordt op diverse plaatsen door het tracé doorsneden. De lage verwachting is veelal gebaseerd op de landschappelijke ontstaansgeschiedenis. Gebieden binnen deze verwachting kunnen ook reeds verstoord zijn geraakt (bijv. door recente bebouwing/ontwikkelingen), waardoor de kans op het nog aantreffen van intacte archeologische resten (zeer) laag is.
Middelhoog of hoger	De verwachting op archeologische resten is middelhoog of hoger vanwege de landschappelijke situatie en/of historische gegevens die aanduiden dat er op een bepaalde plaats bewoning heeft plaatsgevonden. Binnen deze zones is dus een grotere kans aanwezig dat archeologische resten zullen worden verstoord door de voorgenomen werkzaamheden.

Voor het bepalen van de invloed op verwachte archeologische waarden is voor de beoordeling van de tracéalternatieven gebruik gemaakt van een ruimtebeslag. Het ruimtebeslag is de zone waar (worst-case) ontgravingen en dus mogelijke verstoringen van archeologische waarden kunnen plaatsvinden tijdens de uitvoering van werkzaamheden. De oppervlakte van het ruimtebeslag is berekend voor de tracédelen van een tracéalternatief waar de kabel middels een open ontgraving wordt aangelegd en waar archeologische waarden dus bedreigd kunnen worden. Het ruimtebeslag bestaat uit een buffer van 7 meter aan weerszijden van een tracéalternatief (hartlijn. Voor de beoordeling van de converterstationslocaties is gebruik gemaakt van een ruimtebeslag bestaande uit de begrenzing van de converterstationslocaties.

Voor elke tracéalternatief wordt aan de hand van het ruimtebeslag berekend hoeveel oppervlakte zich in deze verwachtingszones bevindt. Het ruimtebeslag is de zone waar daadwerkelijk bodemverstorende werkzaamheden

(kunnen) worden uitgevoerd, dit in tegenstelling tot het bredere onderzoeksgebied dat verder wordt aangehouden in de bureauonderzoeken. Een overzicht van de verschillende archeologische verwachtings- en beleidszones is weergeven in bijlage C.



Figuur 5-2 Overzichtskaart zones met (middel)hoge archeologische verwachtingen op en langs de tracéalternatieven op land o.b.v. gemeentelijke beleidszones en de provinciale archeologische verwachtingskaart

5.3.2 Bekende archeologische waarden

Bekende archeologische waarden bestaan uit geregistreerde en gewaardeerde archeologische vindplaatsen, dit zijn terreinen die geregistreerd staan op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK), waaronder de wettelijk beschermde nationale archeologische monumenten. Naast de landelijke AMK kunnen er ook gemeentelijke monumenten aanwezig zijn. Gemeentelijke monumenten staan vaak, maar niet altijd, op de AMK-kaart. Indien dit niet het geval is staan ze veelal op de gemeentelijke archeologische verwachtings- en/of beleidskaart. Binnen het ruimtebeslag van de tracéalternatieven of converterstationslocaties zijn echter geen overige gemeentelijke archeologische monumenten bekend. Op de gemeentelijke archeologische verwachtingskaarten zijn op enkele plaatsen wel bekende historische locaties aangewezen met een archeologische verwachting. Het gaat hier met name om oude historische erven. Deze erven hebben veelal een hoge archeologische verwachting. Aangezien de erven bekende locaties zijn, het geen gewaardeerde vindplaatsen betreft, worden deze niet tot de bekende archeologische waarden gerekend, maar vallen ze onder het deelaspect verwachte archeologische waarden. Een overzicht van de AMK-terreinen is weergeven in bijlage C (AMK-terreinen).

Het doel van deze analyse is een eerste inventarisatie van mogelijke onderscheidende ‘knelpunten’ voor de verschillende tracéalternatieven op het gebied van archeologische waarden. Losse archeologische vondstmeldingen geregistreerd in het archeologisch Informatiesysteem (Archis) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed worden in dit stadium daarom niet meegerekend.

Hieronder wordt per tracéalternatief een korte beschrijving gegeven van de relevante verwachte en bekende archeologische waarden.

5.4 Tracéalternatief – BLS

5.4.1 Verwachte archeologische waarden

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart. Tracéalternatief BLS gaat door acht gemeentes: Rotterdam, Voorne aan Zee, Nissewaard, Hoeksche Waard, Drimmelen, Moerdijk, Oosterhout en Geertruidenberg.

Afgezien Voorne aan Zee en Nissewaard beschikken de gemeenten over een eigen archeologische verwachtings- en beleidskaart. Voorne aan Zee en Nissewaard zijn nieuwe gefuseerde gemeentes en maken nog gebruik van de verwachtingskaarten van de voormalige gemeentes. Op basis van de kaarten gelden meerdere verwachtingen binnen het tracé- en onderzoekgebied.

Tracéalternatief 1 doorkruist verschillende archeologische verwachtingszone. Lage archeologische verwachtingen komen vaak voor bij kreken, rivieren of lage delen in het landschap, zoals de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen behorende tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren. Deze gebieden boden geen geschikte locaties voor (permanente) bewoning en hebben daarom een lage verwachting op archeologische vondsten of sporen. (Middel)hoge verwachtingen gelden voor (dekzand)welvingen, vlaktes en buffers rondom bekende waarden, en voor landschappelijke zones waar het (Pleistocene) dekzand relatief dicht onder het oppervlak ligt en langs oeverwallen. De hoogste verwachting en AMK-terreinen zijn te relateren aan de aanwezigheid van rivierduinen, hogere zandgronden, dijken, historische erven en dorpskernen.

Tabel 5-11: Overzicht archeologische verwachting tracéalternatief BLS

Tracédeel	Lage archeologische verwachting	(Middel)hoge archeologische verwachting
Tracédeel 1	30%	70%
Tracédeel 2	7%	93%
Tracédeel 3	34%	66%

5.4.2 Bekende Archeologische waarden

5.4.2.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende, gewaardeerde, 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. De terreinen zijn beschreven in Tabel 5-12.

Tabel 5-12: AMK-terreinen tracéalternatief BLS.

AMK-nummer	Waarde & bescherming	Beschrijving
Tracédeel 1		
10324	Terrein van hoge archeologische waarde	Polder Nieuwe Gote (Dammenweg) - Terrein met sporen van bewoning uit de IJzertijd. Op het terrein is aardewerk aangetroffen uit de IJzertijd tijdens een veldkartering. Er is een cultuurlaag met aardewerk aangetroffen.
10325	Terrein van hoge archeologische waarde	Polder Nieuwe Gote (Dammenweg) - Terrein met sporen van bewoning uit de Midden-Romeinse tijd. Op het terrein is aardewerk en hout aangetroffen.
Tracédeel 2		
8776	Terrein van hoge archeologische waarde	Fikkershil; Rietbroekse Weg; Biertse Dijk - Terrein met sporen van bewoning uit de IJzertijd, de Romeinse tijd en de Late Middeleeuwen. Vermoedelijk is de vindplaats aan de oostkant (Romeinse tijd - Late Middeleeuwen) verstoord door graafwerkzaamheden en ploegen. De sporen aan de westkant van het terrein (IJzertijd) lijken onverstoord. De IJzertijdvondsten betreffen handgevormd aardewerk (Vroege- en Midden IJzertijd) en palen.
16157	Terrein van hoge archeologische waarde	Langeweg - Terrein met de resten van een huisterp onder een dijk uit de Middeleeuwen. Tijdens een begeleiding is een huisterp onder een dijklichaam aangetroffen. Daarnaast zijn er ruim 100 scherven aardewerk, botmateriaal en maalsteenfragmenten aangetroffen.
Tracédeel 3		
16994	Terrein van hoge archeologische waarde	Linie van den Hout - Terrein met resten van een schans; Linie van Den Hout (onderdeel van Zuiderwaterlinie), aangelegd rond 1700 door Menno van Coehoorn. Onderdeel van grotere verdedigingslinie ter voorkoming van het binnendringen van vreemde legers in de vesting Holland via de Generaliteitslanden.

5.4.2.2 Overige gemeentelijke aanduidingen

Voor het tracégedeelte binnen de gemeente Moerdijk zijn op de archeologische verwachtingskaart binnen het onderzoeksgebied enkele bekende elementen aangeduid. Het gaat hier geheel om oude erven, waarvan sommige een hoge verwachting zijn toegekend.

5.5 Tracéalternatief – VHW

5.5.1 Verwachte archeologische waarden

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart. Tracéalternatief VHW gaat door zes gemeentes: Voorne aan Zee, Nissewaard, Hoeksche Waard, Drimmelen, Moerdijk en Geertruidenberg. Afgezien Voorne aan Zee en Nissewaard beschikken de gemeenten over een eigen archeologische verwachtings- en beleidskaart. Voorne aan Zee en Nissewaard zijn nieuwe gefuseerde gemeentes en maken nog gebruik van de verwachtingskaarten van de voormalige gemeentes.

Gezien de vergelijkbare landschappelijke ligging van tracéalternatief VHW met tracéalternatief BLS zijn ook de archeologische verwachtingen vergelijkbaar. Tracéalternatief VHW doorkruist verschillende archeologische verwachtingszone. Lage archeologische verwachtingen komen vaak voor bij kreken, rivieren of lage delen in het landschap, zoals de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen behorende tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren. Deze gebieden boden geen geschikte locaties voor (permanente) bewoning en hebben daarom een lage verwachting op archeologische vondsten of sporen. (Middel)hoge verwachtingen gelden voor (dekzand)welvingen, vlaktes en buffers rondom bekende waarden, en voor landschappelijke zones waar het (Pleistocene) dekzand relatief dicht onder het oppervlak ligt en langs oeverwallen. De hoogste verwachting en AMK-terreinen zijn te relateren aan de aanwezigheid van rivierduinen, hogere zandgronden, dijken, historische erven en dorpskernen.

Tabel 13: Overzicht archeologische verwachting tracéalternatief VHW

Tracédeel	Lage verwachting	(Middel)hoge verwachting
1	1%	99%
2	34%	66%

5.5.2 Bekende archeologische waarden

5.5.2.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende, gewaardeerde, 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. De terreinen zijn weergegeven op de kaart bijlage C en zijn beschreven in Tabel 5-14.

Tabel 5-14: AMK-terreinen tracéalternatief VHW.

AMK-nummer	Waarde & bescherming	Beschrijving (Archis)	Ligging
10324	Terrein van hoge archeologische waarde	Polder Nieuwe Gote (Dammenweg) - Terrein met sporen van bewoning uit de IJzertijd. Op het terrein is aardewerk aangetroffen uit de IJzertijd tijdens een veldkartering. Er is een cultuurlaag met aardewerk aangetroffen.	Tracé en onderzoeksgebied
10325	Terrein van hoge archeologische waarde	Polder Nieuwe Gote (Dammenweg) - Terrein met sporen van bewoning uit de Midden-Romeinse tijd. Op het terrein is aardewerk en hout aangetroffen.	Tracé en onderzoeksgebied

5.5.2.2 Gemeentelijke aanduidingen

Voor het tracégedeelte binnen de gemeente Moerdijk zijn op de archeologische verwachtingskaart van de betreffende gemeente binnen het onderzoeksgebied enkele bekende elementen aangeduid. Het gaat hier geheel om oude erven, waarvan sommige een hoge verwachting zijn toegekend.

5.6 Tracéalternatief – BWA (op land)

5.6.1 Verwachte archeologische waarden

De op land gelegen delen van tracéalternatief BWA liggen in zones met lage archeologische verwachting. De rest van dit tracéalternatief wordt in een apart bureauonderzoek voor de tracéalternatieven op zee en binnenwateren behandelt (Periplus 2024).

5.6.2 Bekende archeologische waarden

Binnen het onderzoeksgebied van tracéalternatief (op land) zijn géén AMK-terreinen bekend.

5.7 Tracéalternatief – GOF

5.7.1 Verwachte archeologische waarden

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart. Voor tracéalternatief GOF geldt dat deze binnen 4 gemeentes valt: Goeree-Overflakkee, Moerdijk, Drimmelen en Geertruidenberg. Deze gemeentes beschikken allen over een archeologische verwachtings- en beleidskaart. Op basis hiervan gelden meerdere verwachtingen binnen het onderzoeksgebied. Deze worden toegelicht in bijlage C.

Over het algemeen geldt voor het grootste deel van tracéalternatief GOF een lage archeologische verwachting. Deze lage verwachting is te relateren aan het landschap van jonge zeeinbraken en de lange invloed van de zee in dit gebied. De uitzonderingen op deze lage archeologische verwachtingen zijn ten eerste een aantal historische dijkelementen die het tracéalternatief GOF op het eiland Goerree-Overflakkee doorkruist. Een tweede uitzondering is dat een deel van het tracéalternatief is gelegen in een gebied dat aangewezen is als historische kern van Ouddorp en Goederede. Hier geldt een middelhoge verwachting.

Tabel 15: Overzicht archeologische verwachting tracéalternatief GOF

Tracédelen	Lage verwachting	(Middel)hoge verwachting
2	54%	46%
3	98%	2%
4	100%	0%
5	100%	0%
6	89%	11%

5.7.2 Bekende archeologische waarden

5.7.2.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende, gewaardeerde, 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.

Binnen het onderzoeksgebied van tracéalternatief GOF zijn géén AMK-terreinen bekend.

5.7.2.2 Gemeentelijke aanduidingen

Voor het tracégedeelte binnen de gemeente Moerdijk zijn op de archeologische verwachtingskaart van de betreffende gemeente binnen het onderzoeksgebied enkele bekende elementen aangeduid. Het gaat hier geheel om oude erven, waarvan sommige een hoge verwachting zijn toegekend.

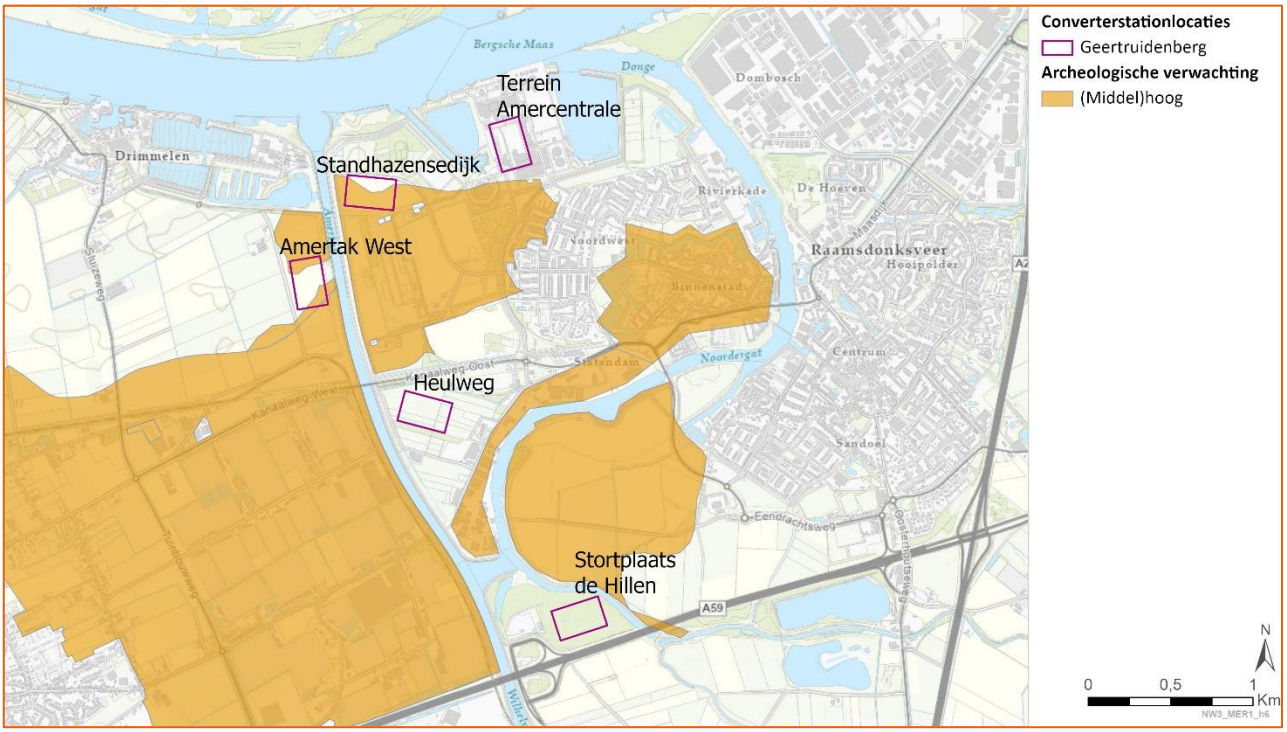
5.8 Converterstations Geertruidenberg

5.8.1 Verwachte archeologische waarden

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart. De onderzoeksgebieden van de converterstations vallen bijna geheel binnen de gemeente Geertruidenberg. De gemeente Geertruidenberg beschikt over een archeologische verwachtingskaart en een archeolandschappelijke eenhedenkaart. Op deze laatste kaart zijn ook enkele historische elementen opgenomen. Een klein deel van de onderzoeksgebieden valt binnen de gemeente Drimmelen en Oosterhout. Deze gemeenten beschikken tevens over een archeologische verwachtingskaart. Op basis van de genoemde kaarten gelden meerdere verwachtingen voor de onderzoeksgebieden. Deze worden toegelicht in Tabel 5-16 en Figuur 5-3.

Tabel 5-16: Verwachte archeologische waarden converterstationlocaties Geertruidenberg

Converterstationslocatie	Archeologische verwachting
Standhazensedijk	(Middel)hoog
Amercentrale	Laag
Heulweg	Laag
Amertak West	(Middel)hoog
Stortplaats de Hillen	Laag



Figuur 5-3: Archeologische verwachting omgeving Geertruidenberg in relatie tot converterstationslocaties

5.8.2 Bekende archeologische waarden

5.8.2.1 AMK-terreinen

Binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations in Geertruidenberg zijn geen AMK-terreinen aanwezig.

5.8.2.2 Gemeentelijke aanduidingen

Op de archeolandschappelijke eenhedenkaart van de gemeente Geertruidenberg zijn meerdere historische en archeologische elementen aangeduid. Zoals beschreven in Tabel 5-16 komen historische bebouwing (1832), dijken

(1832) en vestingwerken in de onderzoeksgebieden voor. De vestingwerken van Geertruidenberg komen overeen met een zeer hoge verwachting, de vestingwerken ten zuiden en zuidwesten van de woonkern komen overeen met een hoge verwachting. De historische bebouwing rondom de vestingwerken buiten de kern maakt ook deel uit van de hoge verwachting. De dijken bevinden zich in gebieden met een middelhoge of hoge verwachting.

5.9 Converterstations Moerdijk

5.9.1 Verwachte archeologische waarden

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart. Voor de converterstations in Moerdijk geldt dat deze allemaal binnen de gemeente Moerdijk vallen. De gemeente Moerdijk beschikt over een archeologische verwachtings- en beleidskaart. Op basis hiervan gelden meerdere verwachtingen voor de onderzoeksgebieden. Deze worden toegelicht in Tabel 5-17 en Figuur 5-4.

De converterstations in Moerdijk hebben voornamelijk een lage archeologische verwachting. De lage verwachting is grotendeels gerelateerd aan de ligging in het haven- en industriegebied en de daar aanwezige verstoringen en door de ligging in het landschap van Jonge Zeeinbraken. De plaatselijk aanwezige middelhoge verwachtingen zijn gerelateerd aan de oeverwallen en hogere delen van het landschap welke sinds de Middeleeuwen zijn bewoond. De hoge verwachtingen zijn ook toegekend aan locaties waar het dekzand nog wel relatief dicht onder het oppervlak aanwezig is onder lagen klei en/of veen, en aan locaties waar historische bebouwing aanwezig was.

Tabel 5-17: Verwachte archeologische waarden converterstationlocaties Moerdijk

Converterstationslocatie	Archeologische verwachting
Haven middenweg	Laag
Chemieweg Oost	Laag
Shellterein	Laag
Vuilstort West	Laag
Vuilstort Oost	Laag
Krukweg	(Middel)hoog



Figuur 5-4 Archeologische verwachting omgeving Moerdijk in relatie tot converterstationslocaties

5.9.2 Bekende archeologische waarden

5.9.2.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende, gewaardeerde, 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. Binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations in Moerdijk zijn geen AMK-terreinen aanwezig.

5.9.2.2 Gemeentelijke aanduidingen

Op de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Moerdijk zijn binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations enkele bekende elementen aangeduid. Het gaat hier bijna geheel om oude erven, waarvan sommige een hoge verwachting zijn toegekend (zie Tabel 5-17). Bij converterstation E is tevens een verdwenen windmolen bekend, deze locatie heeft ook een hoge verwachting.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1.1 Archeologie

Ten behoeve van de beoordelingen in MER fase 1 en het definiëren van onderscheidende factoren tussen tracéalternatieven is een indicatief overzicht opgesteld van de archeologische waarden en risico's in de vorm van bekende archeologische monumententerreinen. Op basis van de analyse in dit document blijkt dat er (vanuit het aspect archeologie) geen knelpunten zijn die een tracékeuze onmogelijk maken, echter dient er wel rekening gehouden te worden met (middel)hoge archeologische verwachtingen en de plaatselijke aanwezigheid van archeologische monumententerreinen.

Voor de verschillende tracéalternatieven is nog geen gedetailleerd archeologisch bureauonderzoek, eventueel in combinatie met een van inventariserend veldonderzoek, uitgevoerd. De archeologische verwachtingen zijn in de MER fase 1 gebaseerd op algemene (gemeentelijke en provinciale) archeologische verwachtingskaarten. Deze kaarten geven inzicht in de archeologische verwachting binnen verschillende landschappelijke zones, maar hebben ook grover detailniveau. Een archeologisch bureauonderzoek conform de KNA 4.1., waarin een gespecificeerde archeologische verwachting wordt opgesteld, dient voor het VKA in MER fase 2 uitgevoerd te worden. Een gespecificeerde archeologische verwachting kan invloed hebben op de effectbeoordelingen indien blijkt dat de archeologische verwachting voor bepaalde (landschappelijke) zones naar beneden bijgesteld kan worden. Het uitvoeren van een bureauonderzoek en eventueel veldonderzoek in een latere fase heeft daarnaast als doel om de archeologische waarden te borgen voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden.

6.1.2 Cultuurhistorie

Ten behoeve van de beoordelingen in MER fase 1 en het definiëren van onderscheidende factoren tussen tracéalternatieven is een indicatief overzicht opgesteld van de aanwezige cultuurhistorische waarden. Op basis van de analyse in dit document blijkt dat er vanuit het aspect cultuurhistorie geen knelpunten zijn die een tracékeuze onmogelijk maken, echter dient er wel rekening gehouden te worden de aanwezigheid van verschillende, al dan niet beschermde en/of gewaardeerde, cultuurhistorische elementen op en langs de tracéalternatieven.

De huidige inventarisatie van landschappelijk en cultuurhistorische waardevolle elementen is gebaseerd op inventarisaties van gemeentelijke en provinciale bronnen. Er heeft nog geen verdiepende studie plaatsgevonden in combinatie met een veldbezoek en waardering. Een waardering van de aanwezige geïnventariseerde elementen ter plaatse van de zones waar verstoring verwacht wordt, geeft meer informatie over de daadwerkelijke waarde en conditie van het element en de te verwachten effecten als gevolg van het voornemen. Een waardering met behulp van de integrale erfgoedwaarderingsmethodiek, gebaseerd op de Handreiking Cultuurhistorie in MER en MKABA (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en Projectbureau Belvédère, 2008) waarbij er wordt gekeken naar de beleefde kwaliteit (valt er iets aan te beleven?), de fysieke kwaliteit (verkeert het in goede staat?) en de inhoudelijke kwaliteit (wat vertelt het over het verleden?) kan meer inzicht geven in de aanwezige waarden en de te verwachten effecten.

Bronnen

Kaartmateriaal

Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE);
Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
Geologische-, geomorfologische- en bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra;
Paleogeografische kaart van Nederland (Vos et al. 2018);
Topografie en luchtfoto (Esri).

Online bronnen

DINOloket.nl/
IKME.nl/
Oldambtmeer.nl/
Omgevingswet.overheid.nl/
Ruimtelijkeplannen.nl/
Topotijdreis.nl/
gebiedsprofielen.zuid-holland.nl
pzh.b3p.nl/viewer/app/Cultuur_historische_atlas

Archeologiebeleid Goeree-Overflakkee, 2010. Duurzaam omgaan met ons bodemarchief bij ruimtelijke ordening. Gemeenten Dirksland, Goedereede, Middelharnis en Oostflakkee i.s.m. Hazenberg Archeologie.

Celie, Robert, 2017. Nota Archeologie Gemeente Geertruidenberg. Gepubliceerd in: Gemeenteblad 2017, nr. 22107214.

Groot, N.F.C., Wilbers, A.W.E. en S. Lorenz, 2013. Tussen Water en Land: Archeologische Waarden- en Verwachtingenkaart en advies archeologische beleidskaart van de gemeente Moerdijk. IDDS Archeologie, Noordwijk.

Haartsen, A., 2009. Regiobeschrijvingen provincie Zuid-Holland

Koopmanschap, H.J.L.C. et al., 2013. Nota Archeologie Gemeente Drimmelen.

Maas, G. J., Van der Meij, W.M., Van Delft, S.P.J. & Heidema, A.H. (2021). *Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000.* Wageningen Environmental Research. Geraadpleegd op 12 maart 2024, van http://legendageomorfologie.wur.nl/;

Raap, E., Brinkkemper, O., Baas, H., 2022, Panorama Landschap, Karakterisering van het Nederlandse Landschap in 78 regio's, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Periplus 2024, Net op zee Nederwiek 3, Archeologisch bureauonderzoek. Periplus Archeomare rapport 23A008-01, Periplus Archeomare BV Amsterdam

TNO-GDN (2024). Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland.

Vos, P., Van der Meulen, M., Weerts, H. & Bazelmans, J. (2018). *Atlas van Nederland in het Holoceen: Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu.* Prometheus

Bijlagen

Bijlage A

1.1 Variant 1 - BLS

1.1.1 Aardkundige waarden

Thema	Element	Bron	Omschrijving	Waarde
Tracédeel 1 Noord				
Aardkundige waarden	Voornse Duinen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Enkele generaties jonge duinen met heel eigen karakter, meertjes	Nationale waarde
Aardkundige waarden	Het Spui	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Tracédeel 1 Zuid				
Aardkundige waarden	Voornse Duinen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Enkele generaties jonge duinen met heel eigen karakter, meertjes	Nationale waarde
Tracédeel 2				
Aardkundige waarden	Polders Heenvliet en Abbenbroek	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Vrij oude gorspolder met kreekrelicten	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Polder Biert en omstreken	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Representatief voor oudland. Voormalig eiland Biert en kreeksysteem, inversielandschap, ongestoord bodemprofiel	Provinciale waarde
Aardkundige waarden	Oud-Beijerlandsche Kreek	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Aardkundige waarden	De Vliet, Negentienmorgenvliet	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Oudeland van Strijen	Provinciale aardkundige	Venige oude gorspolder met kreken, deels nog	Nationale waarde

		waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	met Hollandveen, kreekruggen	
Aardkundige waarden	Hoogezandsche Gorzen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Gorzen en slikken van voormalig zoetwatergetijde-milieu	Regionale waarde
Tracédeel 3				
Aardkundige waarden	Peelrandbreukstelsel	Provinciale aardkundige waardenkaart Noord-Brabant; Basiskaart 2006	De Peelrand- en Feldbissbreuk zijn unieke voorbeelden van actieve breuken in los 'gesteente', met duidelijk zichtbare wisselwerking met hydrologie en vegetatie (voorkomen wijstgronden).	Nationale waarde

1.1.2 Historisch landschap

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 1 Noord				
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Duinlandschap inc. Zeewering Maasvlakte Rotterdam	N.v.t.
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Duinlandschap Voorne Duin	Hoge waarde
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolder - Polder Oostvoorne - Polder Zuurland - Polder Veckhoek en Grote Polder - Polder Heenvliet	-
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolder, Polder Heenvliet	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Landgoedbiotoop	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Mildenburg / het Reigersnest; Oostvoorne	Zeer hoge waarde
Waterstaat	Zeewering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Deltawerk; 2. Zeedijk na 1945, gaaf;	n.v.t.

Waterstaat	Zeewering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Noorddijk, Zeedijk voor 1945, gaaf	Hoge waarde
Waterstaat	Zeewering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Boulevard, Zeedijk voor 1945, verstoord	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Dijkrelicten	Dijklijnenkaart	Zeewering bij Noordweg	-
Waterstaat	Verdwenen dijken	Dijklijnenkaart	Kleidijk	-
Waterstaat	Afwatering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Hoofdwetering Spui	Hoge waarde
Historische geografie	Landverkeer	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Trambaan Spijkenisse naar Oostvoorne, verstoord	n.v.t.
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Zuurlandsedijk, gaaf; 2. Lange Kade, gaaf; 3. Oude Dijk, gaaf;	Hoge waard
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Veckdijk; 2. Dorpsdijk, gaaf;	Redelijk hoge waard
Historisch landschap	Defensiesysteem	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Liniedijk	-
Tracédeel 1 Zuid				
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Duinlandschap Voorne Duin	Hoge waarde
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolder - Grondpolder - Nieuwe Gote Polder - Polder Nieuwenhoorn - Polder Nieuwe-Helvoet	-
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolder, Polder Heenvliet	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke contrastzone	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Kust-duingebied	Zeer hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische	Quacksedijk, gaaf	Hoge waarde

		waardenkaart ZH		
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Mosterdijk, verstoord 2. Rijkstraatweg, verstoord 3. Noorddijk, verstoord 4. Schapengorsedijk, verstoord	Redelijk hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Ter hoogte van Korte Dijkje	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Defensiesysteem	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Liniedijk	-
Tracédeel 2				
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolders 1. Polder Heenvliet; 2. Welvliet Polder; 3. Polder Simonshaven; 4. Polder het Land van Essche, Uiterdijk en Nieuwe-Strijen; 5. Polder de Gorzen en Aanwassen van den Lande van Essche	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Historisch landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleipolders 1. Polder Biert; 2. Polder het Oudeland van Strijen	Hoge waarde
Historisch landschap	Historische landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Rivier Spui	Hoge Waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Rijswaardsedijk, gaaf; 2. Oud hoenderhoeksedijk, gaaf; 3. Ringdijk, gaaf; 4. Biertsedijk, gaaf; 5. Oudendijk, gaaf; 6. Buitendijk, gaaf; 7. Zomerdijk bij Numansdorp, gaaf	Hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Kanaaldijk West, verstoord; 2. Kanaaldijk Oost, gaaf; 3. Stationsweg, verstoord; 4. Westdijk, verstoord; 5. Zinkweg, verstoord; 6. Stougjesdijk, verstoord; 7. Weelsedijk, gaaf; 8. Numansdorp, gaaf	Redelijk hoge waarde

Waterstaat	Afwatering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Hoofdweteringen 1. Blanke Waal; 2. Kanaal door Voorne; 3. Nieuwe-Beijerlandsche Kreek, gaaf; 4. Oud-Beijerlandsche Kreek, gaaf; 5. De Vliet, gaaf; 6. Negentienmorgenvliet, gaaf; 7. De Loo, verstoord	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Afwatering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Hoofdwetering De Loo, verstoord	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Rivierdijk	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Schuddebeursdijk, verstoord 2. Spuidijk, verstoord	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Zeewering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Numansdorp, verstoord	Redelijk hoge waarde
Historische geografie	Landverkeer	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Trambaan Spijkenisse (station RTM) naar Hellevoetsluis (haven), verstoord	Redelijk hoge waarde
Historische geografie	Historische stedenbouw	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Dijknederzettting Havenbuurt Noordschans.	Redelijk hoog
Historische geografie	Lijnelementen	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Oostdijk, Buitendijk	Zeer hoog
Historisch landschap	Cultuurhistorische landschappen	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Zuiderwaterlinie bij Willemstad en Klundert	
Tracédeel 3				
Waterstaat	Dijk (relict)	Topografische kaarten 1850-2010 (via Dijkenkaart RCE); CHW Noord-Brabant	Noordschans, aangelegd ca. 1625 als defensiewerk	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (verdwenen) x2	Topografische kaarten 1850-2010	1. Buiten- of Zeedijk, aangelegd ca. 1557	-

		(via Dijkenkaart RCE)	2. Buitendijk Schansche Buitengorzen, aangelegd ca. 1800	
Waterstaat	Dijk (relict)	Waterschapskaart 2016 (via Dijkenkaart RCE); CHW Noord-Brabant	Nieuwe en Zandbergsedijk, aangelegd ca. 1557	Hoog (CHW) voor een deel van de dijk
Historische geografie	Kasseiweg, polderdijk Noordhoeksedijk, Zevenbergseweg	CHW Noord-Brabant; Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Oude polderdijk (1500-1700), kasseiweg, tussen Westpolder, Lokkerspolder en Bloemendaalsche Polder, met karakteristieke kasseibestrating en klinkerrabattstroken (1800-1900). Op de CH kaart van Moerdijk wordt dit aangeduid als oude hoofdroute.	Zeer hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (relict) x3	Dijkenkaart RCE	1. Bloemendaalse Dijk, aangelegd ca. 1550 bij de bedijking van de polder Bloemendaal 2. Slikpolderdijk, aangelegd ca. 1620 3. Galgenweg, aangelegd ca. 1550	-
Waterstaat	Dijk (verdwenen) x3	Dijkenkaart RCE; Gastelse kaart 1565 (via Dijkenkaart RCE)	4. Kade Lokkerspolder, aangelegd ca. 1619, verdwenen voor 1800 5. Dijk Grote Ketel, aangelegd ca. 1564. Een deel is verdwenen voor 1800, een deel ca. 1965. Hier lag het verdronken dorp Niervaart 6. Geslechte zomerkade, aangelegd ca. 1555, verdwenen in 1985	-
Waterstaat	Dijk (relict)	Topografische kaarten 1850-2010 (via Dijkenkaart RCE); CHW Noord-Brabant	Dikke Dijk (sinds kort Dikkendijk). De kronkels staan in de 16e eeuw al op de kaart.	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (verdwenen)	Dijkenkaart RCE	Dikke Dijk, aangelegd ca. 1550, verdwenen 1590.	-

			Hier werd in 1590 de Noordschans opgeworpen.	
Waterstaat	Dijk (waterkerend)	Dijkenkaart RCE	Noorddam, aangelegd ca. 1535. In 1543 benut als oostdijk van Kleine Torenpolder. In 1550 benut als oostdijk van de Oude Slijkpolder. Op het eind ca 1590 fort Noorddam gebouwd.	Mogelijk hoog (CHW) indien lijnen overeenkomen (zie onderstaand)
Waterstaat	Dijk (waterkerend)	CHW Noord-Brabant	Mogelijk is dit deel van de Noorddam (zie hierboven), echter loopt het anders. Volgens de CH kaart van Moerdijk een nog bestaande waterkerende dijk of kade, 1500-1900.	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (waterkerend)	Waterschapskaart 2016 (via Dijkenkaart RCE); CHW Noord-Brabant	Lapdijk/Koekoekse Dijk, aangelegd ca. 1610 bij de bedijking van de Nassaupolder.	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (relict) x2	Dijkenkaart RCE; CHW Noord-Brabant	7. Arenbergsedijk, aangelegd ca. 1600 bij de bedijking van de Arenbergsche Polder 8. Pelgrimsdijk, aangelegd ca. 1568	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dam (verdwenen)	Dijkenkaart RCE	Steenplaats-Moerdijk, aangelegd ca. 1410 ter bescherming van de Waarddijk tegen het Wijvekeen (later Hollands Diep). Mislukt, dam verdwenen in 1421.	Mogelijk redelijk hoog (CHW), lijnen komen niet geheel overeen
Historische geografie	Lijn van redelijk hoge waarde x3	CHW Noord-Brabant; Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Drie lijnen (langs de A16, de spoorweg en er tussenin) van redelijk hoge waarde. Mogelijk is één de bovengenoemde dam. Volgens de CH kaart van Moerdijk is één van de lijnen een oude hoofdroute.	Redelijk hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (waterkerend)	CHW Noord-Brabant; Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Lijn van hoge waarde langs de spoorweg, volgens de CH kaart van Moerdijk een waterkerende dijk of kade die nog bestaat, 1500-1900. Mogelijk gaat het om de spoordijk die verder loopt.	Hoog (CHW)

Waterstaat	Dijk (relict) x2	Dijkenkaart RCE; CHW Noord-Brabant	9. Achterdijk, Dijk van de Gelderse Polder aangelegd ca. 1547. Markante driehoek vanuit de trein goed te zien. 10. Ewoutsdam, aangelegd ca. 1547. Markante driehoek vanuit de trein goed te zien.	Hoog (CHW)
Historische geografie	Spoordijk Lage Zwaluwe – 's-Hertogenbosch	CHW Noord-Brabant	De oost-west getraceerde, voormalige spoorlijn tussen Lage Zwaluwe en 's-Hertogenbosch. De spoorlijn werd in drie etappen gerealiseerd tussen 1886 en 1890. De spoorlijn is over het gehele tracé gesitueerd op een laag dijklichaam. Sinds 1972 is de spoorlijn buiten bedrijf gesteld. Tegenwoordig zijn grote delen van het spoor verwijderd. Het tracé is gedeeltelijk als fietspad in gebruik en sterk begroeid met gras en struikgewas.	Zeer hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (relict) x2	Dijkenkaart RCE; CHW Noord-Brabant	1. Landekensdijk, aangelegd ca. 1593 bij de bedijking van de polder Elderensland of Landeke 2. Bloemendaalse Zeedijk, aangelegd ca. 1542	Hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (relict) x2	Dijkenkaart RCE; Topografische kaarten 1850-2010 (via Dijkenkaart RCE)	3. Cornickendam, een strekdam aangelegd ca. 1590. Nu een 0,50 m hoog pad naar hoeve Hoop of Zegen 4. Kerkdijk, aangelegd ca. 1390 om turfwinningsgebied (nu Binnenpolder) tegen de zee te beschermen.	-
Historische geografie	Lijn van hoge waarde x3	CHW Noord-Brabant	Drie verbonden lijnen van hoge waarde op bestaande wegen. Mogelijk gaat het om historische wegen, ze zijn al aanwezig in 1850.	Hoog (CHW)
Waterdijk	Dijk (relict)	Dijkenkaart RCE	Zoutedijk, aangelegd ca. 1400. Door inklinking nu erg vlak gedeelte.	-

Cultuurhistorisch waardevol gebied	De Groote Zonzeelsche Polder	CHW Noord-Brabant	Het gebied Omgeving Zoutendijk biedt een venster op het landschap van voor en tijdens de laatmiddeleeuwse overstromingen en een getuigenis van het effect van klink in het veen. Het kenmerkende inrichtingspatroon is tijdens ruilverkavelingen nauwelijks gewijzigd, met uitzondering van het gedeelte ten zuiden van de spoorlijn 's-Hertogenbosch-Lage Zwaluwe.	Geen specifieke waarde, wel enkele 'waarden en kenmerken' die planologisch beschermd worden
Historische geografie	Lijn van redelijk hoge waarde x4	CHW Noord-Brabant	Lijn van redelijk hoge waarde langs de Verlengde Zandstraat, de Brandestraat, de Wildestraat en Scheerbiesstraat; mogelijk historische (polder)wegen/paden	Redelijk hoog (CHW)
Historische geografie	Lijn van hoge waarde	CHW Noord-Brabant	Lijn van hoge waarde, loopt langs een sloot dus mogelijk een historische waterloop.	Hoog (CHW)
Historische zichtrelaties	Blikveld	CHW Noord-Brabant; Historische geografie kaart Oosterhout	Schootsveld onder Made	-
Historische geografie/verdediging	Linie van den Hout	CHW Noord-Brabant	Een in 1701 gebouwde linie naar ontwerp van Menno van Coehoorn, gesitueerd tussen Made en Den Hout, ter afsluiting van het acces van de niet te inunderen strook zandgrond tussen Brieltjenspolder in het oosten en Zeggepolder in het westen. De linie was onderdeel van het Zuider Frontier. Het werk bij Den Hout bestaat uit getenailleerde aarden wal, voorzien van drie redouten en natte gracht, thans grotendeels verland, geflankeerd door twee lunetten. Door de aanleg van de N59 is het noordelijk	Zeer hoog (CHW)

			deel van de linie doorsneden.	
Cultuurhistorisch waardevol gebied	Vestingwerken ten noorden van Breda	CHW Noord-Brabant	De vestingwerken ten noorden van Breda speelden een belangrijke rol ter bescherming van het Hertogdom Brabant, vervulden een rol als steunpunt van de Zuiderwaterlinie en dienden ter verdediging van verbindingswegen. De meeste werken liggen nog herkenbaar in het veld, andere zijn omgevormd tot landgoed.	Geen specifieke waarde, wel enkele 'waarden en kenmerken' die planologisch beschermd worden
Historische geografie	Lijn van redelijk hoge waarde x3	CHW Noord-Brabant; Historische geografie kaart Oosterhout	Een lijn van redelijk hoge waarde langs deel van de Schimmer, Houteindsestraat en Liniestraat, mogelijk iets te maken met de vestingwerken. Volgens de HG kaart van Oosterhout is dit infrastructuur van redelijk hoge waarde.	Redelijk hoog (CHW/Oosterhout)
Historische geografie	Lijn van redelijk hoge waarde x2	CHW Noord-Brabant; Historische geografie kaart Oosterhout	Twee lijnen van redelijk hoge waarde, een langs een waterloop en een langs de Haasdijk. Mogelijk historische waterloop en oude dijk, infrastructuur van redelijk hoge waarde volgens de HG kaart van Oosterhout.	Redelijk hoog (CHW/Oosterhout)
Waterstaat	Dijk (waterkerend)	Waterschapskaart 2016 (via Dijkenkaart RCE); CHW Noord-Brabant	Steelhovense Dijk, aangelegd ca. 1300. Vanaf 1645 dijk van de Emiliapolder.	Redelijk hoog (CHW)
Historische geografie	Lijn van redelijk hoge waarde	CHW Noord-Brabant	Lijn van redelijk hoge waarde langs de Plukmadeseweg; mogelijk een historische weg, al aanwezig in 1850.	Redelijk hoog (CHW)
Waterstaat	Dijk (relict)	Biesboschkaarten 1560 (via Dijkenkaart RCE); CHW	Zuiddijk Grote Waard, Bergse Straat, Hoge Weg, aangelegd ca. 1250 als waarddijk west van Geertruidenberg. Vanaf 1645 onderdeel van de dijk van de Emiliapolder.	Redelijk hoog (CHW)

		Noord-Brabant		
Waterstaat	Dijk (waterkerend) x2	Waterschapskaart 2016 (via Dijkenkaart RCE)	Amertak Westzijde en Oostzijde, aangelegd ca. 1995 bij aanleg van de Amertak.	-
Verdediging	Inundatiegebied Zuiderfrontier (komt meerdere keren voor)	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Inundatiegebied Zuiderfrontier	-
Cultuurhistorisch landschap	Zuiderwaterlinie bij Willemstad en Klundert	Cultuurhistorie kaart Moerdijk; CHW Noord-Brabant	Het gebied is een relatief gaaf open polderlandschap, bestaande uit enkele grotere kernpolders waartegen kleinere polders zijn aangedijkt. In het polderland liggen enkele voormalige kreken. De strategische ligging van het gebied komt tot uitdrukking in de vestingwerken van Willemstad en Klundert, in (restanten van) forten en in voormalige inundatiegebieden.	Geen waarde, wel een ontwikkelingsstrategie voor behoud
Historische geografie	Historische waterloop	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	In perceel herkenbare natuurlijke waterloop nabij Klundert	-
Historische zichtrelatie	Blikveld	Cultuurhistorie kaart Moerdijk; CHW Noord-Brabant	Schootsveld (bij Klundert)	-
Historische geografie	Wiel	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Wiel nog herkenbaar in dijktracé, deel van de Dikke Dijk (relict)	-
Historische geografie	Drift of steeg x2	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Een drift of steeg aan de Galgenweg en de Lange Dreef	-
Historische geografie	Historische waterloop	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	In perceel herkenbare natuurlijke waterloop; betreft waterloop ten oosten van de Galgenweg.	-
Historische geografie	Haven (relict)	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Het lijnelement volgt de huidige Roode Vaart	-
Historische geografie	Historische weg	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Historische weg langs de zuidelijke Landekensdijk	-

Cultuurhistorische landschappen	Biesbosch (zeekleigebied, Langstraat)	CHW Noord-Brabant	De Biesbosch is een uniek gebied met geulen, kreken, platen, gorzen en grote en kleine polders. Naast landbouwgronden komen er uitgestrekte rietvelden, broekbossen, grienden en natte graslanden voor. De Biesbosch is een gebied waar de jonge bedijkingsgeschiedenis prachtig in het landschap kan worden afgelezen. Het volledige proces van landvorming is in het gebied nog herkenbaar: van zandplaten, naar met bies en riet begroeide platen, naar hogere gronden met grienden en eendenkooien en, als eindresultaat van de landaanwas, een reeks bedijkte polders. De Biesbosch omvat ook het centrum van de voormalige veenkoepel op de rand waarvan in de hoge middeleeuwen Langstraatachtige dorpen gesticht werden. Dit centrum lag in de Groote Zonzeelse Polder, ten oosten van de Zwaluwse Pootweg.	Provinciaal cultuurhistorisch belang – geen specifieke waarde maar wel een ontwikkelingsstrategie
Historische geografie	Zichtrelatie	Historische geografie kaart Oosterhout	Zichtrelatie, te maken met de Linie van den Hout of het schootsveld	-

1.1.3 Gebouwd erfgoed

*Tabel **Fout! Geen tekst met de opgegeven stijl in het document.**-1: Inventarisatie gebouwd erfgoed tracévariant 1.*

Thema	Element	Bron	Omschrijving	Waarde
Tracédeel 1 Noord				
-				
Tracédeel 1 Zuid				
-				
Tracédeel 2				
-				
Tracédeel 3				
Overige bouwkunst	Boerderij	CHW Noord-Brabant; Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Pelikaan 5	MIP (BK060-003006)

Overige bouwkunst	Woonhuis	CHW Noord-Brabant	Ewoudsdam 4	MIP (BK130-000868)
Historische stedenbouw	Oud erf (1832) x9	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Oude erven	-
Historische stedenbouw	Oud erf (1832) x2	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Oude erven	-
Militair erfgoed	Locatie van fort of werk Zuider Frontie	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Fort Noordam	-
Overige bouwkunst	Woonhuis	Cultuurhistorie kaart Moerdijk; CHW Noord-Brabant	Landekensdijk 1	MIP (BK130-000938)

1.1.4 Groen erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 1 Noord				
Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Het Duifhuis	
Tracédeel 1 Zuid				
Historisch groen	Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Voornes Duin, Stekelhoek	B ++ (Waardevol, vrij volledig)
Tracédeel 2				
Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	1. Hoogezandsche Gorzen, Eendenkooi, Strijen; 2. Plaat van het Land van Essche, Strijensas 3. Riet- en Biezenveld, Willemstad	
Historisch groen	Dijkbeplanting	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Buitendijk, Buitengorzen, Het Riet- en Biezenveld, Klundert, griend	
Historisch groen	Dijkbeplanting	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Dijkbeplanting Buitendijkwest	
Tracédeel 3				
Historisch groen	Dijkbeplanting Zevenbergseweg, Klundert	CHW Noord-Brabant	Een dijkbeplanting met drie essenrijen met een lengte van ruim 1 kilometer. Kasseibestrating	Redelijk hoog (CHW)

			bewaard gebleven. Beplanting circa 1950.	
Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groote Ketel, Zevenbergen	Groen erfgoed kaart	Een kansrijk gebied voor oude boskernen, houtwallen en heggen op basis van kaartanalyse.	-
Historisch groen	Dijkbeplanting Koekoekendijk, Klundert	CHW Noord-Brabant	Dijkbeplanting met essen van circa 1930 in twee en drie rijen met een lengte van circa 2 kilometer, deels onderbroken en deel van een oudere dijkbeplanting langs de Roode Vaart, gesitueerd ten zuiden van de A59.	Redelijk hoog (CHW)
Historisch groen	Dijkbeplanting Pelgrims Dijk	CHW Noord-Brabant	Dijkbeplanting met essen en onderbegroeiing van o.a. meidoorn, hazelnoot, vlier, haagbeuk, enkele beuken.	Redelijk hoog (CHW)
Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Pelgrimsdijk, Zevenbergschen Hoek	Groen erfgoed kaart	Een kansrijk gebied voor oude boskernen, houtwallen en heggen op basis van kaartanalyse. Komt deels overeen met de dijkbeplanting benoemd hierboven.	-
Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Linie Den Hout, Made	Groen erfgoed kaart	Een kansrijk gebied voor oude boskernen, houtwallen en heggen op basis van kaartanalyse.	-
Historisch groen	Zichtlijnen	Historisch groen kaart Oosterhout	Zichtlijnen op (beplanting van) de Linie van den Hout	-
Historisch groen	Zichtlijnen	Historisch groen kaart Oosterhout	Zichtlijnen langs de Haasdijk en een waterloop, mogelijk ook	-

			zicht op de Linie van den Hout	
Historisch groen	Vestingsbeplanting Linie van den Hout, Made	CHW Noord-Brabant; Historisch groen kaart Oosterhout	Een tussen Den Hout en Made gelegen vestingwerk (1701) met een gevarieerde beplanting en begroeiing, daterend uit de periode 1850-1950, bestaande uit zomereik, ratelpopulier, zachte berk, ruwe berk, zwarte els, grauwe wilg, gewone vlier, wilde lijsterbes, hulst, wilde gagel en wilde kamperfoelie. Komt overeen met bovengenoemd potentieel landschap.	Hoog (CHW/Oosterhout)
Historisch groen	Houtwal, struweelbeplanting spoorweg Rijakkers, Made	CHW Noord-Brabant	Ten westen van Geertruidenberg gelegen begeleidende beplanting van de goederenspoorweg Lage Zwaluwe-Oosterhout, onderdeel van de spoorlijn Lage Zwaluwe-'s-Hertogenbosch. De beplanting dateert uit de periode 1889-1935 en bestaat uit schietwilg, zwarte els, zomereik, grauwe wilg, hondsroos, gewone vlier, Amerikaans krenteboompje.	Redelijk hoog (CHW)

1.2 Variant 2 - VHW

1.2.1 Aardkundige waarden

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 1				
Aardkundige waarden	Voornse Duinen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Enkele generaties jonge duinen met heel eigen karakter, meertjes	Nationale waarde

Aardkundige waarden	Het Meentje	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Polder Oude Korendijk	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Voormalige zandige gors, ingepolderd circa 1415, met relicten van een kreeksysteem	Provinciale waarden
Aardkundige waarden	Vervolg Bernisse: Grote Gat, Kleine Gat, Piershilsche Gat	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Resten van groot kreeksysteem, sterk beïnvloed door bedijkingsgeschiedenis	Provinciale waarden
Aardkundige waarden	Oude Diep	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Logger Vliet	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Tracédeel 2 Zuid				
Aardkundige waarden	Hoogezandsche Gorzen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland	Gorzen en slikken van voormalig zoetwatergetijdemilieu	Regionale waarde
Tracédeel 2 Oost				
Aardkundige waarden	Oudeland van Strijen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Venige oude gorspolder met kreken, deels nog met Hollandveen, kreekruggen	Nationale waarde
Aardkundige waarden	Kooilandsche Vliet, Strijensche Haven, Meer	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland	Kreekrestanten van het bedijkingenlandschap	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Peelrandbreukstelsel	Provinciale aardkundige waardenkaart Noord-Brabant	De Peelrand- en Feldbissbreuk zijn unieke voorbeelden van actieve breuken in los ‘gesteente’, met duidelijk zichtbare wisselwerking met hydrologie en vegetatie.	Nationale waarde

1.2.2 Historisch landschap

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 1				
Waterstaat	Dijkrelicten (8x)	Dijklijnenkaart;	1. Schapengorsedijk;	

		Cultuurhistorische waardenkaart ZH	2. Quacksedijk; 3. Noorddijk; 4. Molendijk; 5. Ruigendijk; 6. Middelsluisedijk; 7. Bomendijk; 8. Oude Klemsedijk	
Waterstaat	Dijkrelicten (3x)	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Zwarte dijk; 2. Groenweg/Westdijk; 3. Bommelskousedijk;	
Waterstaat /defensie	Dijkrelicten	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Rijksstraatweg	
Waterstaat	Dijken (5x)	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH; WS Hollandse Delta	1. Zuidoordsedijk (ca. 1465 - 1800); 2. Dijk om de Leenherenpolder (ca. 1698); 3. Westdijk (ca. 1439); 4. Oude Nieuwlandsedijk (ca. 1600); 5. Groot Zuid-Beijerlandschedijk (ca. 1631)	
Waterstaat	Kade	Dijklijnenkaart; WS Hollandse Delta	Kade Kanaal door Voorne (ca. 1830)	
Waterstaat	Hoofdwetering (4x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Kanaal door Voorne; 2. Westbinnenhaven; 3. Borrekeen; 4. kanaal naast Rijksstraatweg;	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Hoofdwetering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Het Sandee	Hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens (6x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: 1. Quacksedijk; 2. Zuidoordsedijk; 3. Dijk om de Leenherenpolder; 4. Oude Nieuwlandsedijk; 5. Bomendijk; 6. Oude Klemsedijk	Hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: Bommelskousedijk	Hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens (9x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: 1. Schapengorsedijk; 2. Zwarte dijk/Noorddijk; 3. Rijksstraatweg;	Redelijk hoge waarde

			4. kade Kanaal door Voorne; 5. Westdijk; 6. Ruigendijk; 7. Zuidoordsedijk; 8. Groot Zuid-Beijerlandschedijk; 9. Middelsluisedijk	
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: Groenweg /Westdijk;	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke contrastzone	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Kust-duingebied	Zeer hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Duinlandschap inclusief zeewering; 2. Riviersysteem, rivier;	Hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleiontginning langs Piershilsche Gat;	Hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Buitendijkse grond; 2. Jonge zeekleiontginning in Polder De Oude Klem	Redelijk hoge waarde
Tracédeel 2 Zuid				
Waterstaat	Dijkrelict	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Varkensdijk	
Waterstaat	Dijken (3x)	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH; WS Hollandse Delta	1. Klemsedijk (ca. 1600); 2. Hogezandsedijk (ca. 1793); 3. Buitendijk Grote Polder (ca. 1557)	
Waterstaat	Kade	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	Kade Buitengorzen (ca. 1825)	
Waterstaat	Verdwenen dijk	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	Dijk Oude bekade Gorzen	
Waterstaat	Verdwenen kade	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	Hogezandse poldersekade (1793 - 1953)	
Waterstaat	Verdwenen kade	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	Middelkade	
Poldersysteem	Poldergrens (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: 1. Klemsedijk; 2. zomerdijk bij Buttervlietpolder	Hoge waarde

Poldersysteem	Poldergrens (3x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: 1. Varkensdijk; 2. Hogezandse poldersekade; 3. Hogezandsedijk	Redelijk hoge waarde
Zeewering	Zeedijk	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Hogezandsedijk;	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken (3x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleiontginning in 1. Polder De Oude Klem; 2. Polder De Nieuwe Klem; 3. Polder Raepshille	Redelijk hoge waarde
Historische geografie	Historische stedenbouw	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Dijknederzettting Havenbuurt Noordschans	Redelijk hoog
Historische geografie	Lijnelementen	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Oostdijk, Buitendijk	Zeer hoog
Historisch landschap	Cultuurhistorische landschappen	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Zuiderwaterlinie bij Willemstad en Klundert	
Tracédeel 2 Oost				
Waterstaat	Dijkrelicten (4x)	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Schenkeldijk (ca. 1483); 2. Streeplandsdijk (ca. 1600); 3. Groenedijk (ca. 1542); 4. Hoornhulsedijk (ca. 1250)	
Waterstaat	Dijken (8x)	Dijklijnenkaart; Cultuurhistorische waardenkaart ZH; WS Hollandse Delta; Waterschapskaart	1. Oudendijk (ca. 1437); 2. Weelsedijk / Boompjesstraat (ca. 1437); 3. Sasseweg Strijen (ca. 1647); 4. Sassedijk (ca. 1647); 5. Dijk Mariapolder (ca. 1795); 6. Buitendijk Klaverpolder (ca. 1600); 7. Nieuwe Zwaluwse Polderdijk (ca. 1650); 8. Drimmelsedijk (ca. 1645)	
Waterstaat	Kade (2x)	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	1. Kade Maria polder (ca. 1775) 2. Amertak westzijde (ca.); 3. Amertak oostzijde	

Waterstaat	Verdwenen dijken (2x)	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	1. Verlaten Dijk; 2. Keizersdijk	
Waterstaat	Verdwenen dijken	Dijklijnenkaart; Historische kaarten	Dijk Zwaluwse polder	
Waterstaat	Hoofdwetering (3x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	1. Kleine Loo; 2. Meer; 3. Oude Mol	Redelijk hoge waarde
Waterstaat	Hoofdwetering	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Strijensche Haven	Hoge waarde
Waterstaat	Rivierdijk	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Sassedijk	Hoge waarde
Waterstaat	Rivierdijk	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Dijk Mariapolder	Redelijk hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: 1. Oudendijk; 2. Schenkeldijk	Hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Volgt: Weelsedijk / Boompjesstraat;	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleiontginning bij Strijen;	Hoge waarde
Historisch landschap	Landschappelijke vlakken	Cultuurhistorische waardenkaart ZH	Jonge zeekleiontginning in Polder De Oude Klem en Polder Het Land van Essche, Uiterdijk	Redelijk hoge waarde
Militair erfgoed	Zone met Kazematten stelling Hollands Diep	Cultuurhistorische waardenkaart ZH		Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Cultuurhistorische landschappen	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	BiesBosch	
Historisch landschap	Cultuurhistorisch waardevol gebied	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	De Groote Zonzeelsche Polder	
Historische geografie	Lijnelementen (7 x)	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	1. Zwaluwsedijk; 2. Spoorlijn bij Zwaluwsedijk; 3. Groenendijk; 4. Horenhilse Dijk; 5. dijk Nieuwe Zwaluwse Polder; 6. kade Maria polder; 7. Drimmelsedijk	Hoge waarde
Historische geografie	Lijnelementen (11x)	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	1. Ketelpolder West; 2. Spoorlijn bij Zwaluwsedijk; 3. Binnenmoerdijkse Baan;	Redelijk hoge waarde

			4. Keizersdijk; 5. Pootweg; 6. Oudlandse Reeweg; 7. Moerseweg; 8. Hamseweg; 9. Brielseweg; 10. Zeggeweg; 11. Sluizeweg	
Historische geografie	Historische stedenbouw	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Dijknederzetting Oud-Drimmelen	Redelijk hoog
Historische zichtrelaties	Molenbiotoop	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Moerseweg 7, industrie- en poldermolen	-

1.2.3 Gebouwd erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 2 Oost				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

1.2.4 Groen erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 1				
Historisch groen	Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Voornes Duin, Stekelhoek	B ++ (Waardevol, vrij volledig)
Tracédeel 2 Zuid				
Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Hogezandse Polder, Strijen	
Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Hoogezandsche Gorzen, Eendenkooi, Strijen	
Historisch groen	Dijkbeplanting	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Buitendijk, Buitengorzen, Het Riet- en Biezenveld, Klundert, griend	Zeer hoog
Historisch groen	Dijkbeplanting	Cultuurhistorische waardenkaart Noord-Brabant	Dijkbeplanting Buitendijkwest	Redelijk hoog
Tracédeel 2 Oost				

Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Strijensas, Oude Dijk, Strijen	
Historisch groen	Dijkbeplanting	Historisch groen Noord-Brabant	Streeplangsedijk Dirk de Botsdijk	Laanbeplanting van essen
Historisch groen	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Groen Erfgoedkaart	Haven, Hooge Zwaluwe	

1.3 Variant 4 – GOF

1.3.1 Aardkundige waarden

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 2 - zuid				
Aardkundige waarden	Oostduinen, Kwade Hoek en omstreken	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kustduinen, primaire duinen, actuele dynamie. Meest dynamische duingedeelte van Zuid-Holland met zowel gorzen als strand -en duinformaties. Kustprocessen.	Nationale waarde
Aardkundige waarden	Middelduinen	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Oude lage kopjesduinen. Deel oudste Jonge duingordel van Goeree	Provinciale waarde
Aardkundige waarden	Polder Oude Oostdijk en Koudenhoek	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Oude polder met kreekrelicten. Zoute kwel, reliëfrijk door differentiële klink, restanten van Hollandveen, in Koudenhoek voorkomens van komkleiafzettingen	Regionale waarde
Tracédeel 2 - noord				
Aardkundige waarden	Oostduinen, Kwade Hoek en omstreken	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kustduinen, primaire duinen, actuele dynamie. Meest dynamische duingedeelte van Zuid-Holland met zowel gorzen als strand -en duinformaties. Kustprocessen.	Nationale waarde
Tracédeel 3				
Aardkundige waarden	Kreekrestant Flakkee	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van bedijkingslandschap. Open nieuwland met voormalig kreeksysteem	Regionale waarde

Aardkundige waarden	Polder Dirksland	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Voormalige zandige gors, ingepolderd circa 1415, met kreeksystemen	Provinciale waarde
Aardkundige waarden	3x: - De Vlieger en Zuidkreek - Schuring - Honsloo en Tilse watering	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van bedijkingslandschap. Open nieuwland met voormalige kreeksystemen	Regionale waarde
Aardkundige waarden	Groote Kreek	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van bedijkingslandschap. Open nieuwland met voormalige kreeksystemen	Regionale waarde
Tracédeel 4 - noord				
Aardkundige waarden	Hellegatsplaten	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Slikken en gorzen. Buitendijkse aanwassen, aanwasgorzen	Regionale waarde
Tracédeel 4 - zuid				
Aardkundige waarden	De Weel en Tweede Hamerd	Provinciale aardkundige waardenkaart Zuid-Holland; Basiskaart 2006	Kreekrestanten van bedijkingslandschap. Open nieuwland met voormalige kreeksystemen, deels open water	Regionale waarde

1.3.2 Historisch landschap

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 2 - zuid				
Historisch landschap	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Erfgoedatlas / groen erfgoed / Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Jonkerstee, Oostdijkse Weg, Oostdijk, Goeree	-
Historisch landschap	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen (2x)	Erfgoedatlas / groen erfgoed / Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	1. Polder het Oude Nieuwland, Nieuwlandse Weg. 2. Polder het Oude Nieuwland, Goeree.	-
Historisch landschap	Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Erfgoedatlas / groen erfgoed / Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Polder het Oude Nieuwland, Ouddorp, Oosterweg. Historisch landschap: akker, grasland. Landschapselementen: houtwal. Soorten: gladde	Zeer waardevol (A) / waardevol (B)

			iep, zomereik. Historisch beheer: hakhout van eik.	
Historisch landschap	Landschapstype (?)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschap waarden	Landschappelijke contrastzone: in één oogopslag zijn hier meerdere aspecten van de wording van het landschap te overzien.	Zeer hoge waarde
Historisch landschap	Landschapstype (?)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschap waarden	Duinlandschap incl. zeewering	Hoge waarde
Historisch landschap	Landschapstype (?)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschapsvlak	Jonge zeekleipolder. Kenmerkt zich door hogere ligging en een rationele, grootschalige verkaveling.	-
Poldersysteem	Poldergrens (4x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	1. Poldergrens die de Middeldijk volgt 2. Poldergrens die de Spuidijk volgt 3. Poldergrens die de Mariadijk volgt 4. Poldergrens die de Oude Dijk volgt	Hoge waarde
Waterstaat	Hoofdwetering	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Hoofdwetering Het Spui	Hoge waarde
Waterstaat	Waterkerende dijk (5x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Middeldijk (ca. 1250) 2. Spuidijk Goedereede (ca. 1250) 3. Mariadijk (ca. 1554) 4. Nieuwe Westerloosedijk (ca. 1611) 5. Grote Zuidpoldersedijk (ca. 1653)	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE	Koedijk (oude naam is Jonkersdijk) (ca. 1250)	-
Waterstaat	Dijk(relict) (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Oude dijk (deels afgegraven) 2. Dijk stoomtram uit ca. 1917 (op de plaats van de huidige provinciale weg).	-
Waterstaat	Dijk (verdwenen)	Dijklijnenkaart RCE	Oude Westerlose dijk (deels afgegraven). Verdwenen tussen 1960-1963.	-

Waterstaat	Dijk (verdwenen) (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Plasdijk 2. Grote Zuidpolderse Dijk. Beide zijn tussen 1960-1963 verdwenen.	-
Tracédeel 2 - noord				
Historisch landschap	Landschapstype (?) (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschapsvlak	1. Jonge zeekleipolder. Kenmerkt zich door hogere ligging en een rationele, grootschalige verkaveling. 2. Duinlandschap incl. zeewering	-
Waterstaat	Waterkerende dijk (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Kade Schaddeleepolder (ca. 1855). 2. Buitendijk / zeedijk (Zandgroseweg) (ca. 1769)	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE	Grote Zuidpoldersedijk (ca. 1653).	-
Tracédeel 3				
Historisch landschap	Landschapstype (?)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschapsvlak	Jonge zeekleipolder/ontgining. Kenmerkt zich door hogere ligging en een rationele, grootschalige verkaveling.	-
Waterstaat	Waterkerende dijk (3x)	Dijklijnenkaart RCE	1. West Havendijk (ca. 1709). 2. Oost Havendijk (ca. 1601). 3. Tilsedijk (ca. 1524)	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE	1. West Havendijk (ca. 1416) 2. Oost Havendijk (ca. 1669)	-
Waterstaat	Dijk(relict) (7x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Kraaijenissedijk 2. Kraaijerdijk 3. Noorddijk 4. Onwaardsedijk 5. Oudelandsedijk ter hoogte van Sommelsdijk 6. Oudelandsedijk ter hoogte van Stad aan 't Haringvliet. 7. Oostendensedijk	-
Waterstaat	Dijk (verdwenen) (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Damdijk (Damweg) 2. Adrianadijk	-
Poldersysteem	Poldergrens (5x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) /	1. Poldergrens die de Kraaijerdijk volgt 2. Poldergrens die de West Havendijk volgt	Hoge waarde

		historisch landschappelijke lijnen	3. Poldergrens die de Oost Havendijk volgt 4. Poldergrens die de Oude Kraaijerdijk volgt 5. Poldergrens die de Onwaardsedijk volgt	
Poldersysteem	Poldergrens (5x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	1. Poldergrens die de Noordijk volgt 2. Poldergrens die de Oudelandsedijk volgt 3. Poldergrens die de Oudelandsedijk volgt 4. Poldergrens die de Oostendsedijk volgt 5. Poldergrens die de Tilsedijk volgt	Redelijk hoge waarde
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Poldergrens die de Gabriellinadijk volgt	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Hoofdwetering	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Haven van Dirksland	Hoge waarde
Historisch landschap	Hoofdwetering (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	1. Zonder naam 2. Kleine Kreek	Redelijk hoge waarde
Tracédeel 4 - noord				
Historisch landschap	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Erfgoedatlas / groen erfgoed / Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	Zwanenmeer, Willemstad	-
Poldersysteem	Polder	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Polder de Ruigenhil. Grootschalige polder (1500-1600) met regelmatige rasterstructuur van noord-zuid en kruisend oost-west getraceerde polderwegen.	Hoog
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische	Nieuwe Dijk (ca. 1717).	Redelijk hoge waarde (o.b.v. CHS)

		waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen		
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE	1. Oudelandsedijk (ca. 1483) 2. Hellegatsdam (ca. 1970) 3. Westdijk (ca. 1550-1564)	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Deltawerk	Geen, maar 'gaaf'.
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Buitendijk (ca. 1928)	-
Waterstaat	Dijk(relict)	Dijklijnenkaart RCE	Nieuwe Dijk (ca. 1717)	-
Waterstaat	Dijk (verdwenen)	Dijklijnenkaart RCE	Oude Noordpolderse dijk (ca. 1483)	-
Waterstaat	Waterkerende sluis	Dijklijnenkaart RCE	Waterkering Volkeraksluizen (ca. 1965)	-
Poldersysteem	Poldergrens	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Poldergrens die de Oudelandsedijk volgt	Redelijk hoge waarde
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Schootsveld rondom Fort de Hel	-
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Schootsveld rondom Willemstad	-
Infrastructuur	Weg (3x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant /	1. Noordlangeweg/Maltaweg (oude hoofdroute)	Hoog (o.b.v. CHW NB)

		Historische geografie & Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	2. Steenpad (oude hoofdroute) 3. Westmiddelweg (polderweg)	
Tracédeel 4 - zuid				
Historisch landschap	Landschapstype (?)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / landschapsvlak	Zee (?)	-
Historisch landschap	Polder	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Polder de Ruigenhil. Karakteristiek: grootschalige polder (1500-1600), met regelmatige rasterstructuur van noord-zuid en kruisend oost-west getraceerde polderwegen.	Hoog
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Schootsveld rondom Fort Prins Hendrik	-
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Schootsveld rondom fort Sabina	-
Historisch landschap	Historische zichtrelaties	Cultuurhistorische waardenkaart gemeente Moerdijk	Gesitueerd in de polder de Ruigenhil, De Oude Heijningen	
Waterstaat	Waterkerende dijk (3x)	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Buitendijk Sabina-Henricapolder (ca. 1800) 2. Ruigenhilse Drogendijk (ca. 1550-1564) 3. Stadsedijk	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Waterstaat	Waterkerende dijk (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Oudelandsedijk (ca. 1483) 2. Weipoldersedijk (ca. 1855)	-
Waterstaat	Dijk(relict) (2x)	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie & Cultuurhistorische	1. Dijk Beaumontspolder 2. Kraaijendijk (ca. 1584)	Hoog (o.b.v. CHW NB)

		waardenkaart Moerdijk		
Waterstaat	Dijk(relict)	Dijklijnenkaart RCE	Oude Dijk (ca. 1483)	-
Waterstaat	Hoofdwetering	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	Zonder naam	Redelijk hoge waarde (verstoord)
Waterstaat	Waterloop	Cultuurhistorische waardenkaart gemeente Moerdijk	Zonder naam: in perceel herkenbare natuurlijke waterloop	-
Poldersysteem	Poldergrens (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Zuid-Holland (CHS) / historisch landschappelijke lijnen	1. Poldergrens die de Oudelandsedijk volgt 2. Poldergrens die de Oude dijk volgt	Redelijk hoge waarde
Infrastructuur	Weg (x3)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie & Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	1. Sabinaweg (polderweg) 2. Westmiddelweg (polderweg) 3. Zuidlangeweg	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Tracédeel 5				
Historisch landschap	Polder	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Polder de Ruigenhil. Karakteristiek: grootschalige polder (1500-1600), met regelmatige rasterstructuur van noord-zuid en kruisend oost-west getraceerde polderwegen.	Hoog
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Tonse Dijk (ca. 1550)	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Waterstaat	Waterloop	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	Tonnekreek (in perceel herkenbare natuurlijke waterloop)	-
Infrastructuur	Weg (x2)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant /	1. Noordlangeweg 2. Oostmiddelweg (polderweg)	Hoog (o.b.v. CHW NB)

		Historische geografie & Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk		
Infrastructuur	Weg	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	1. Oude Heijningseweg (oude hoofdroute)	
Tracédeel 6 - zuid				
Historisch landschap	Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen (x4)	Erfgoedatlas / groen erfgoed / Potentieel landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen	1. Groote Ketel, Zevenbergen 2. Landekensdijk, Zevenbergschen Hoek 3. Vrije Kavelen, Hooge Zwaluwe 4. Haven, Hooge Zwaluwe	-
Historisch landschap	Polder	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Groote Zonzeelsche Polder. Karakteristiek: Karakteristiek: westelijk van Hooge Zwaluwe en Helkant op de rand van klei en zand gesitueerde polder (1300-1700) met restanten van een kleinschalige, oost-west georiënteerde, strookvormige percelering en enkele veenputten, afgewisseld met kleinschalig bebouwing.	Hoog
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Schootsveld ten zuiden van Klundert	-
Historisch landschap	Molenbiotoop	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen	Molen(romp) op adres Moerseweg 7. Molen staat niet op de molendatabase.	-
Waterstaat	Waterloop (x2)	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	Waterloop zonder naam (in perceel herkenbare natuurlijke waterloop)	-
Waterstaat	Waterloop (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	Waterloop zonder naam (in perceel herkenbare natuurlijke waterloop)	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Hoornhilsedijk (ca. 1300)	Zeer hoog (o.b.v. CHW NB)

Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Stoofdijk (ca. 1550). 2. Lapdijk / Koekoekse Dijk (ca. 1600) 3. Bredasepolderdijk (ca. 1600) 4. Landekensdijk (ca. 1600) 5. Nieuwe Zwaluwse Polderdijk (ca. 1650) 6. Zwaluwse Haven oostzijde (ca. 1800) 7. Drimmelsedijk (ca. 1645)	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Waterstaat	Waterkerende dijk (2x)	Dijklijnenkaart RCE	1. Amertak westzijde (ca. 1995) 2. Amertak oostzijde (ca. 1995).	-
Waterstaat	Waterkerende dijk	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Drimmelsedijk (ca. 1645).	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Waterstaat	Dijk(relict) (x3)	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Klundertsedijk (ca. 1546-1555) 2. Arenbergsedijk 3. Bloemendaalse Zeedijk	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Waterstaat	Dijk(relict)	Dijklijnenkaart RCE	dijk Bloemendaalse polder (ca. 1546-1555)	-
Waterstaat	Dijk(relict)	Dijklijnenkaart RCE & Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Dikkendijk (ca. 1562/1563)	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Infrastructuur	Weg	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Zevenbergseweg. Oude polderdijk (1500-1700), kasseiweg, tussen Westpolder, Lokkerspolder en Bloemendaalsche Polder, met karakteristieke kasseibestrating en klinkerrabattstroken (1800-1900).	Zeer hoog (o.b.v. CHW NB)

Infrastructuur	Weg (x10)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Zwaluwsepootweg 2. Pootweg 3. Lange Reeweg 4. Bosseweg 5. A16/A59 (tracé) 6. Moerseweg 7. Hamseweg 8. Drielseweg 9. Zeggeweg 10. Sluizeweg	Redelijk hoog
Infrastructuur	Weg	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	Keeneweg	Redelijk hoog
Infrastructuur	Weg	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	1. Stoofdijk (oude hoofdroute) 2. Keeneweg (drift of steeg) 3. Krukweg (polderweg) 4. Lange Dreef (drift of steeg)	-
Infrastructuur	Weg	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	1. Zonder naam (historische weg, ter hoogte van De Druif)	
Onbekende lijn	Onbekend (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Mogelijk gaat dit om de westelijke kade van de Rode Vaart 2. Mogelijk gaat dit om de spoorweg	Hoog
Onbekende lijn	Onbekend (2x)	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische geografie	1. Gesitueerd ten noorden van de Dikkendijk, ten westen van de Rode Vaart 2. Ten oosten van de A16/A59, tussen de rijksweg en de spoorweg in. 3. Mogelijk gaat dit om een weg langs de spoorweg	Redelijk hoog
Tracédeel 6 - noord				
Historisch landschap	Schootsveld	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / polygonen & Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	Schootsveld ten noordwesten van Klundert	-
Waterstaat	Waterloop	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	Waterloop zonder naam (in perceel herkenbare natuurlijke waterloop)	-

Infrastructuur	Weg (x2)	Cultuurhistorische waardenkaart Moerdijk	1. Blauwe Hoefsweg (polderweg) 2. Groeneweg (polderweg)	-

1.3.3 Gebouwd erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 4 – zuid				
Gebouwd erfgoed	Historische stedenbouw	Cultuurhistorische waardenkaart provincie Noord-Brabant / Historische stedenbouw	Dijknederzetting Oude Molen. Dijkgehucht, in de kern daterend uit 1500-1700, bestaande uit langgerekte, plaatselijk zeer open lintbebouwing.	Redelijk hoog
Tracédeel 6 - noord				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Tracédeel 6 – zuid				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

1.3.4 Groen erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Tracédeel 6 - zuid				
Historisch groen	Dijkbeplanting	Provinciale kaart Noord-Brabant / Groen erfgoed / Historisch groen & cultuurhistorische waardenkaart gemeente Moerdijk	Dijkbeplanting langs de Arenbergse Singeldijk, Lapdijk, (Klundert) met essen en een klein deel met iepen uit circa 1960.	Hoog (o.b.v. CHW NB)
Historisch groen	Dijkbeplanting (x3)	Provinciale kaart Noord-Brabant / Groen erfgoed / Historisch groen &	1. Dijkbeplanting langs de Noordhoekse Dijk (Klundert) met de gewone es uit circa 1935 2. Dijkbeplanting langs de Zevenbergseweg (Klundert) met drie essenrijen met een lengte van ruim 1 kilometer uit circa 1950. 3. Dijkbeplanting langs de Koekoekendijk (Klundert) met essen van circa 1930	Redelijk Hoog Hoog (o.b.v. CHW NB)

1.4 Converterstations Geertruidenberg

1.4.1 Aardkundige waarden

Er zijn geen aardkundige waarden aanwezig binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations.

1.4.2 Historisch landschap, gebouwd erfgoed & groen erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Converterstation Standhazensedijk				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Converterstation Amercentrale				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	5. n.v.t.	n.v.t.
Converterstation Heulweg				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	6. n.v.t.	n.v.t.
Converterstation Amertak West				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Converterstation Stortplaats de Hillen				
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

1.5 Converterstations Moerdijk

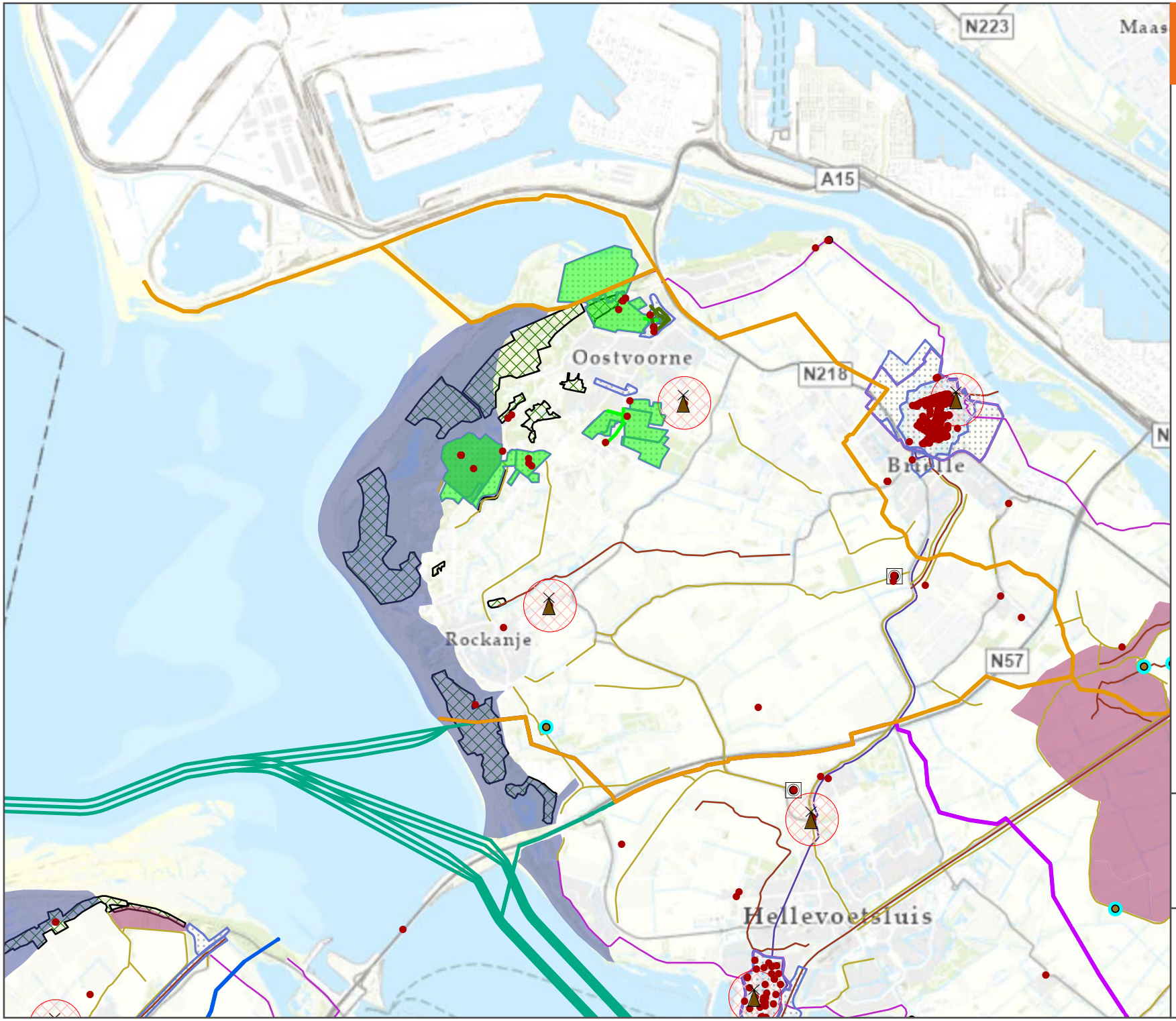
1.5.1 Aardkundige waarden

Er zijn geen aardkundige waarden aanwezig binnen de onderzoeksgebieden van de converterstations.

1.5.2 Historisch landschap, gebouwd erfgoed & groen erfgoed

Thema	*Element*	*Bron*	*Omschrijving*	*Waarde*
Converterstation Haven Middenweg				
N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Converterstation Chemieweg				
Historische geografie	Inundatiegebied Zuiderfrontier	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Inundatiegebied Zuiderfrontier	-
Converterstation Shell terrein				
Cultuurhistorisch landschap	Zuiderwaterlinie bij Willemstad en Klundert	Cultuurhistorie kaart Moerdijk; CHW Noord-Brabant	Het gebied is een relatief gaaf open polderlandschap, bestaande uit enkele grotere kernpolders waartegen kleinere polders zijn aangedijkt. In het polderland liggen enkele voormalige kreken. De strategische ligging van het gebied komt tot uitdrukking in de vestingwerken van Willemstad en Klundert, in (restanten van) forten en in	Provinciaal cultuurhistorisch belang – met een ontwikkelingsstrategie voor behoud en herstel

			voormalige inundatiegebieden.	
Converterstation Vuilstort West				
Historische geografie	Inundatiegebied Zuiderfrontier	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Inundatiegebied Zuiderfrontier	-
Converterstation Krukweg				
Historische geografie	Inundatiegebied Zuiderfrontier	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Inundatiegebied Zuiderfrontier	-
Historische geografie	Waterloop x2	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	In perceel herkenbare natuurlijke waterloop	-
Historische geografie	Polderweg	Cultuurhistorie kaart Moerdijk	Polderweg	-
Converterstation Vuilstort Oost				
Waterstaat	Dijk (verdwenen) x2	Topografische kaarten 1850-2010/RCE (via Dijklijnen RCE)	1. Landekensdijk 2. Kade Losekaarts Boertjespolder en Rode Vaart	-



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven

- NW3_1_BLS
- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA
- NW3_4_GOF

Historische stedenbouw

- Windmolens
- Rijksmonumenten
- Kasteelbiotoop
- Kasteelbiotopen - basisstructuur
- Landgoedbiotoop
- Landgoedbiotopen - basisstructuur
- Molenbiotopen
- Nederzettingen
- Stads- en dorpsgezichten

TYPE

- Fort, batterij
- Wiel
- Dijkwiel
- Fort- schootsveld

Historisch landschappelijke lijnen

- Defensiesysteem
- Hoofdwetering
- Poldersysteem
- Zeewering

Historisch landschappelijke vlakken

- Duinlandschap
- Jonge zeekleiontginning
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

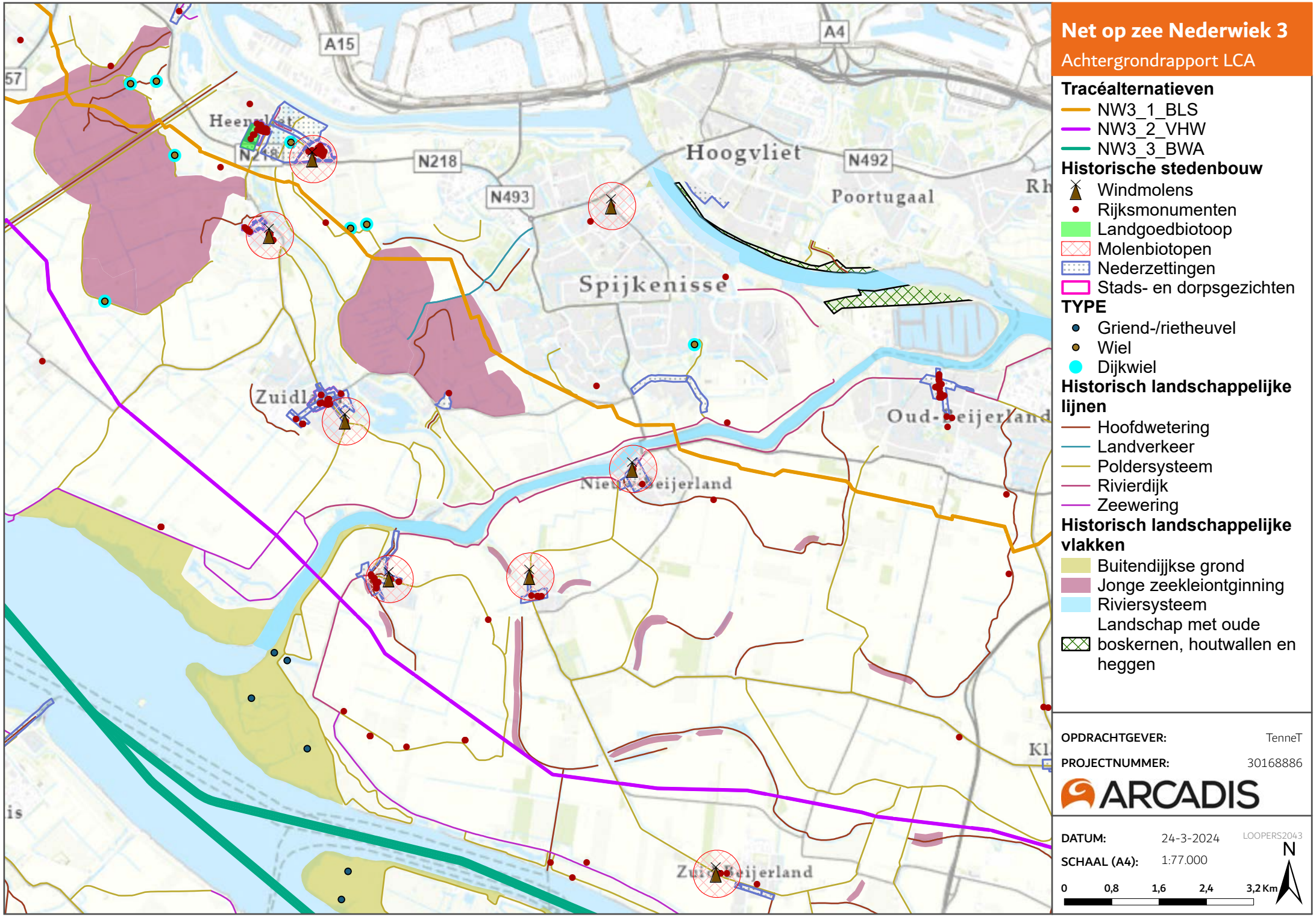
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven

- NW3_1_BLS
- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA

Historische stedenbouw

- Windmolens
- Rijksmonumenten
- Landgoedbiotoop
- Molenbiotopen
- Nederzettingen
- Stads- en dorpsgezichten

TYPE

- Griend-/rietheuvel
- Wiel
- Dijkwiel

Historisch landschappelijke lijnen

- Hoofdwetering
- Landverkeer
- Poldersysteem
- Rivierdijk
- Zeewering

Historisch landschappelijke vlakken

- Buitendijkse grond
- Jonge zeekleiontginning
- Riviersysteem
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

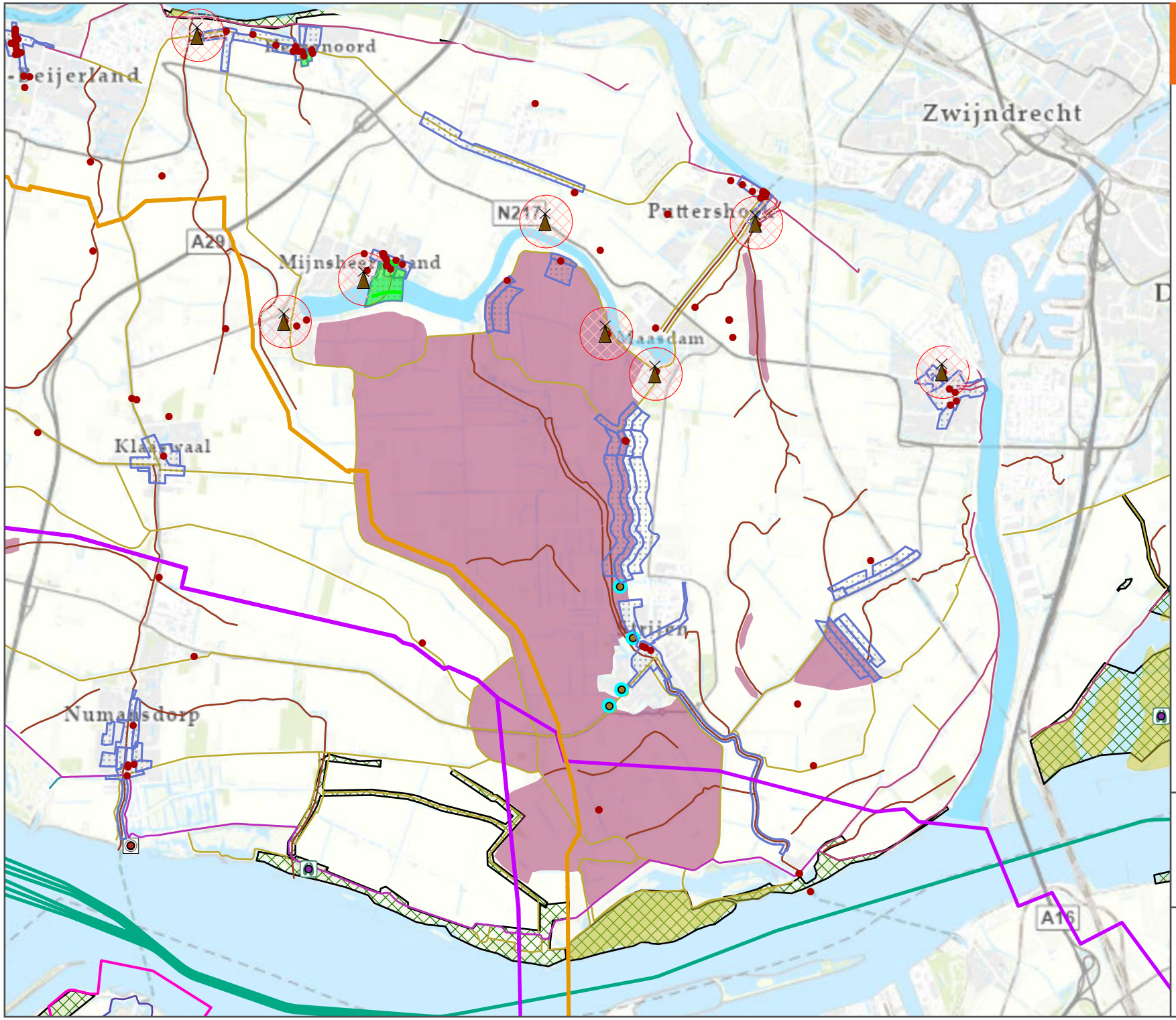
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven

- NW3_1_BLS
- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA

Historische stedenbouw

- Windmolens
- Rijksmonumenten
- Landgoedbiotoop
- Landgoedbiotopen - basisstructuur
- Molenbiotopen
- Nederzettingen
- Stads- en dorpsgezichten

TYPE

- Eendenkooi
- Fort, batterij
- Griend-/rietheuvel
- Wiel
- Dijkwiel
- Eendenkooi
- Fort- schootsveld

Historisch landschappelijke lijnen

- Defensiesysteem
- Hoofdwetering
- Landverkeer
- Poldersysteem
- Rivierdijk
- Zeewering

Historisch landschappelijke vlakken

- Buitendijkse grond
- Jonge zeekleiontginning
- Riviersysteem
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

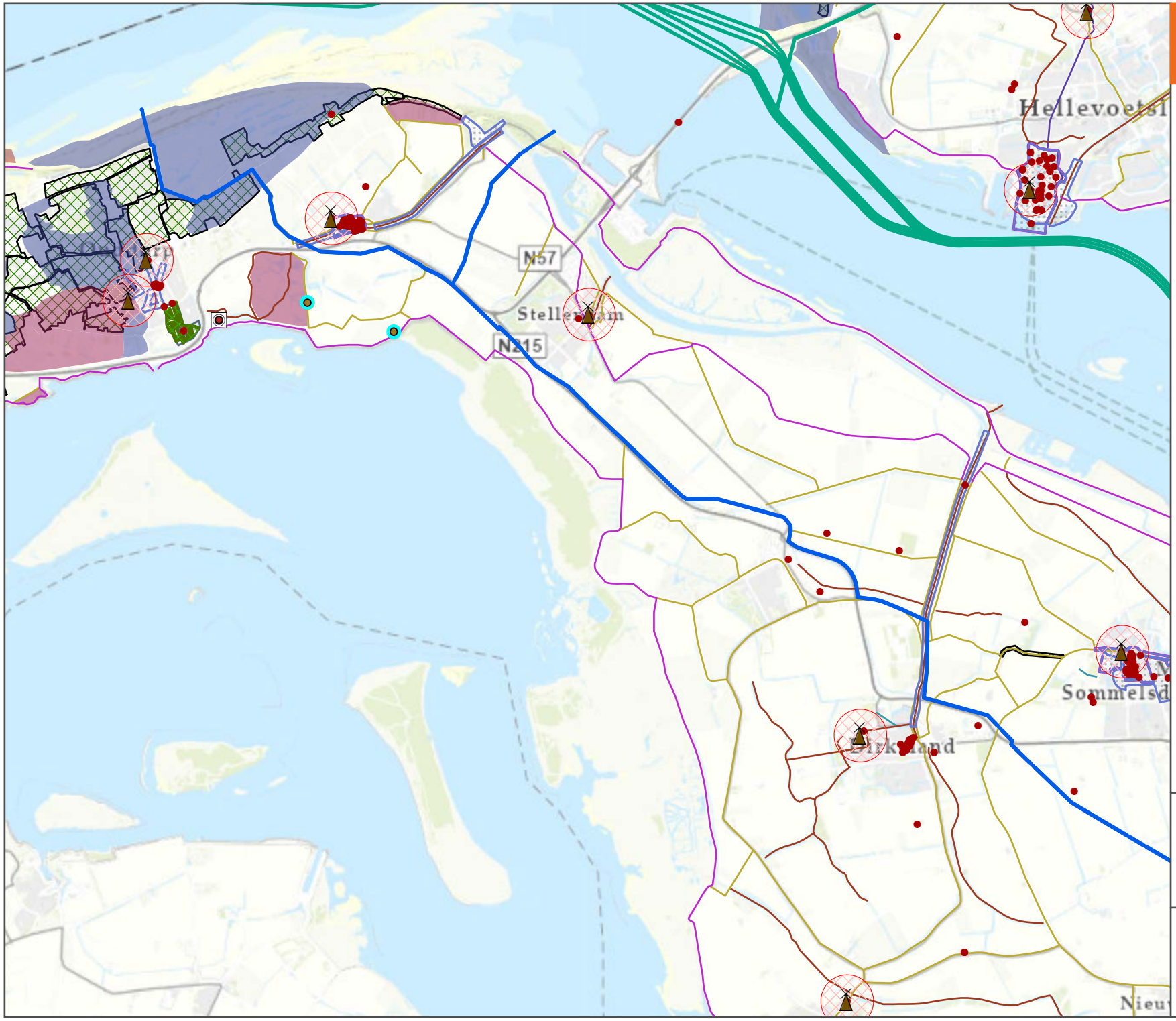
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven
- NW3_3_BWA
- NW3_4_GOF

Historische stedenbouw
- Windmolens
- Rijksmonumenten
- Kasteelbiotoop
- Kasteelbiotopen - basisstructuur
- Molenbiotopen
- Nederzettingen
- Stads- en dorpsgezichten

TYPE
- Fort, batterij
- Wiel
- Dijkwiel
- Fort- schootsveld

Historisch landschappelijke lijnen
- Defensiesysteem
- Hoofdwetering
- Landverkeer
- Poldersysteem
- Zeewering

Historisch landschappelijke vlakken
- Duinlandschap
- Jonge zeekleiontginning
- Zee
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

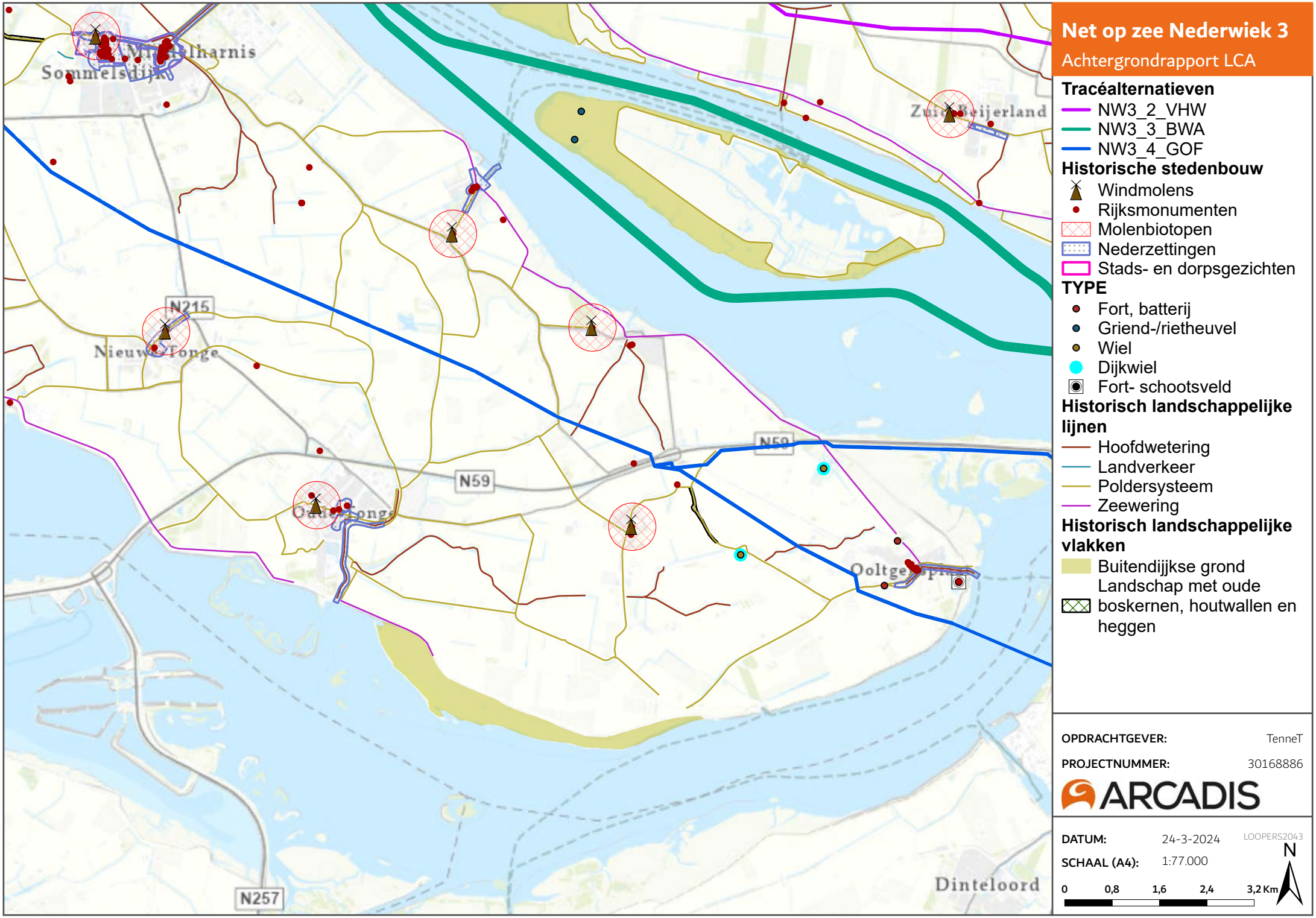
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven

- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA
- NW3_4_GOF

Historische stedenbouw

- Windmolens
- Rijksmonumenten
- Molenbiotopen
- Nederzettingen
- Stads- en dorpsgezichten

TYPE

- Fort, batterij
- Griend-/rietheuvel
- Wiel
- Dijkwiel
- Fort- schootsveld

Historisch landschappelijke lijnen

- Hoofdwetering
- Landverkeer
- Poldersysteem
- Zeewering

Historisch landschappelijke vlakken

- Buitendijkse grond
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

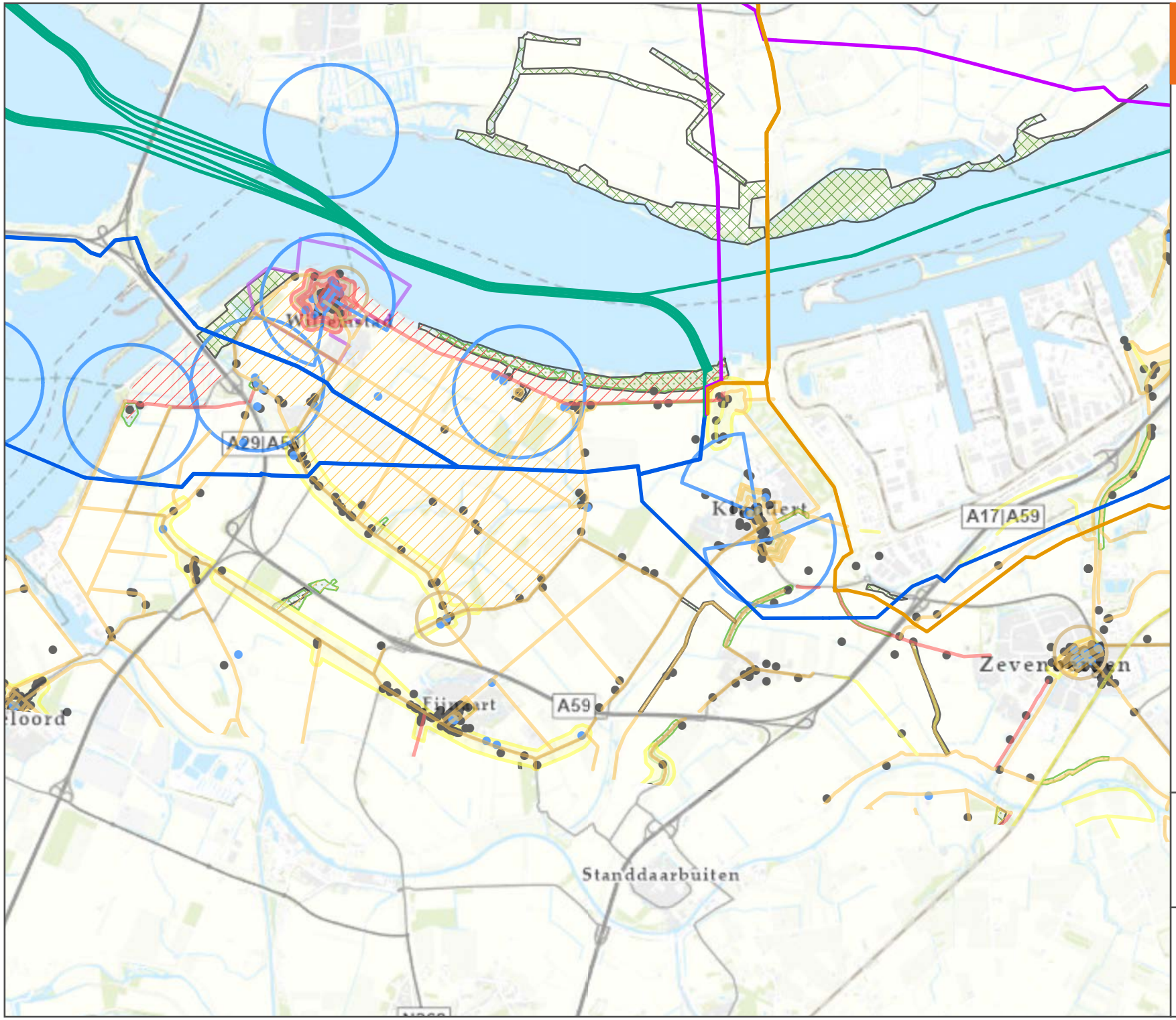
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven
- NW3_1_BLS
- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA
- NW3_4_GOF

Historische Geografie (lijn)
Waarde
- Zeer hoog
- Hoog
- Redelijk hoog

Historische Geografie (vlak)
Waarde
- Zeer hoog
- Hoog

Historische zichtrelaties
- Molenbiotoop
- Schootsveld

Historische Stedenbouw
Historische Bouwkunst
- Gemeentelijk monument
- Rijksmonument

Historische Stedenbouw
Waarde
- Rijksbeschermd stads/ dorps-gezicht
- Zeer hoog
- Hoog
- Redelijk hoog
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen
- Historisch groen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

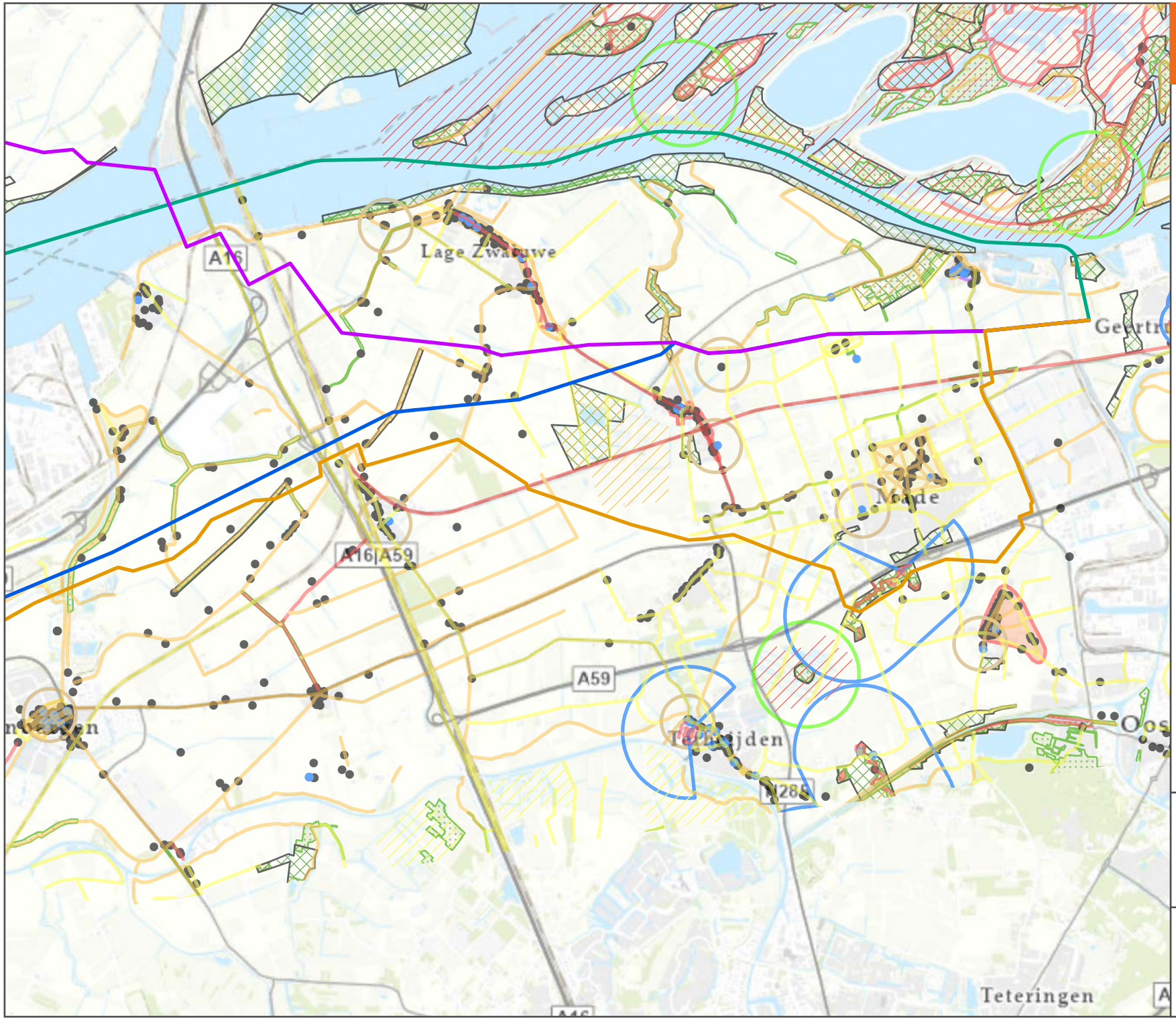
DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km



Net op zee Nederwiek 3

Achtergrondrapport LCA

Tracéalternatieven
- NW3_1_BLS
- NW3_2_VHW
- NW3_3_BWA
- NW3_4_GOF

Historische Geografie (lijn)
Waarde
- Zeer hoog
- Hoog
- Redelijk hoog

Historische Geografie (vlak)
Waarde
- Zeer hoog
- Hoog
- Redelijk hoog

Historische zichtrelaties
- Eendenkooi
- Molenbiotoop
- Schootsveld

Historische Stedenbouw
Historische Bouwkunst
- Gemeentelijk monument
- Rijksmonument

Historische Stedenbouw
Waarde
- Rijksbeschermd stads/ dorps-gezicht
- Zeer hoog
- Hoog
- Redelijk hoog
- Landschap met oude boskernen, houtwallen en heggen
- Historisch groen

OPDRACHTGEVER: TenneT

PROJECTNUMMER: 30168886

ARCADIS

DATUM: 24-3-2024

LOOPERS2043

SCHAAL (A4): 1:77.000

N

0 0,8 1,6 2,4 3,2 Km

Bijlage B

1 Verwachte archeologische waarden

1.1 BLS

Gemeente	Verwachtingswaarde	Korte beschrijving	Ligging
Tracédeel 1 Noord			
Rotterdam	Redelijk tot hoge verwachting: 200 m2 en 300 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Een middelmatige trefkans op bewoningssporen Midden-Steentijd t/m Bronstijd en kans op scheepwrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe Tijd.	Enige verwachting binnen gemeente Rotterdam
Tracédeel 1 Zuid			
Voorne aan Zee	Westvoorne		
Voorne aan Zee	Redelijk hoge tot hoge verwachting Hellevoetsluis: 200 m2 en 80 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen en kustduinen.	grootste gedeelte van het tracédeel
Voorne aan Zee	Redelijk hoge tot hoge verwachting Hellevoetsluis: 200 m2 en 40 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen.	klein gedeelte van het tracédeel ten noordoosten van Nieuwenhoorn
Voorne aan Zee	Hoge verwachting Hellevoetsluis: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een zeer hoge verwachting. Dit zijn dorpskernen en dijken	kleine deel van het tracédeel, historische dijken
Voorne aan Zee	AMK-terrein en archeologische CHS-terreinen Hellevoetsluis: behoud in situ	Terreinen van de AMK van 2007, terreinen met aangetoonde archeologische waarden van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur 2007 (CHS) en I-terreinen waar op basis van historische-kartografisch onderzoek een zeer hoge archeologische verwachting geldt.	Tracé & onderzoeksgebied
Tracédeel 2			
Voorne aan Zee	Brielle		
Nissewaard	Lage verwachting Bernisse, dieper dan 4 m: 200 m2 en 400 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een lage verwachting. Dit zijn meestal de kreken/oevers van de Spui en Bernisse.	klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Spui en Bernisse
Nissewaard	Redelijk hoge tot hoge verwachting Bernisse, dieper dan 0,8 m: 200 m2 en 80 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de	groot deel van het tracédeel

		vlaktes en welvingen met getij-afzettingen.	
Nissewaard	Zeer hoge verwachting Bernisse: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een zeer hoge verwachting. Dit zijn dorpskernen en dijken	kleine deel van het tracédeel, historische dijken
Nissewaard	AMK-terrein Bernisse: behoud in situ	Terreinen van de AMK van 2008	Tracé
Nissewaard	Redelijk hoge verwachting Spijkernisse: 200 m2 en 50 cm	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen.	grootste gedeelte van het tracédeel
Nissewaard	Hoge verwachting Spijkernisse: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een hoge verwachting. Dit zijn dorpskernen en dijken	lijnen die het tracédeel kruisen
Nissewaard	Hoge verwachting Spijkernisse: 100 m2 en maaiveld	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een hoge verwachting.	middelgroot gedeelte van het tracédeel
Hoeksche Waard	Lage verwachting: 10 ha en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een lage verwachting voor nederzettingen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Dit zijn meestal inbraak geulen.	klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Hollands Diep
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting: 500 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	grootste gedeelte van het tracédeel
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting, Polders Oudeland van Strijen, Munnisckenland en Sint Antony: 500 m2 en 30 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé Grootste deel van het tracédeel binnen de gemeente
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn vrijwel alleen de	Tracé Aansluitend op het dorp aoordschans

		oeverwallen van kreken, hier vond de eerste bewoning in de Middeleeuwen plaats.	
Tracédeel 3			
Moerdijk	Geen verwachting, archeologisch beleidsgebied 9: geen onderzoeksplicht	Dit zijn gebieden waar de bodem zodanig verstoord is, dat eventuele archeologische resten als verloren beschouwd kunnen worden.	klein gedeelte van het tracé
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	overgrote deel van het tracédeel binnen de gemeente
Moerdijk	Middelhoge verwachting dekzand, archeologisch beleidsgebied 7: 250 m^2 en 200 cm -Mv	Dit zijn gebieden waar het dekzand binnen 2 tot 4 meter onder maaiveld ligt. Deze gebieden zijn langdurig vrij van veen geweest en kunnen daardoor bewoond en gebruikt zijn. De periode van gebruik is korter dan bij gebieden met een hoge verwachting.	klein gedeelte van het tracé
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn vrijwel alleen de oeverwallen van kreken, hier vond de eerste bewoning in de Middeleeuwen plaats.	klein gedeelte van het tracé
Moerdijk	Hoge verwachting, archeologisch beleidsgebied 5: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Dit zijn gebieden waar het dekzand relatief dicht onder het oppervlak ligt, of locaties met bekende (verdwenen) historische bebouwing (en een 50 m buffer). Rondom het tracé zijn dit vooral gebieden met oude erven en een relict van een Zuider Frontier fort.	kleine rondjes op de kaart, her en der verspreid
Drimmelen	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen nodig bij ontgrondingen, MER-plichtige projecten en ingrepen 5 ha of meer.	Dit betreffen landschappelijke zones met een verwachte lage dichtheid aan archeologische sporen. De lage verwachting geldt voor delen met een kleidek, waarvan verwacht wordt dat de top van het dekzand tijdens de ontginningen verstoord is geraakt.	overgrote deel van het tracédeel binnen de gemeente, vooral het westen en oosten
Drimmelen	Middelhoge verwachting: bodemingrepen in principe niet toegestaan, aanlegvergunning verplicht vanaf 1000 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de landschappelijke situatie van de Gantelstromen (getij-oeverwal, getij-kreekbedding en een vlakte van getij-afzettingen) en de bijbehorende aanwezigheid van een kleidek.	klein gedeelte van het tracé binnen de gemeente, vooral het westen

Drimmelen	Hoge verwachting: bodemingrepen in principe niet toegestaan, aanlegvergunning verplicht vanaf 100 m^2 en 50 cm -Mv	Dit zijn (landschappelijke) zones met naar verwachting een hoge dichtheid aan archeologische sporen, mede op basis van de inventarisatie van cultuurhistorische objecten en structuren. De hoge verwachting is mogelijk ook gerelateerd aan dekzandruggen. Enkele delen van dit gebied zijn verstoord door ontgrondingen, maar de hoge verwachting blijft gelden.	gedeelte van het tracé binnen de gemeente, vooral het zuiden
Drimmelen	Terrein van hoge archeologische waarde: duurzaam behoud i.c. instandhouding, aanlegvergunning verplicht vanaf 100 m^2 en 50 cm -Mv	Dit zijn AMK-terreinen, archeologische terreinen waarvan de aanwezigheid en behoudenswaardigheid van archeologische resten is vastgesteld. Het gaat hier om de Linie van den Hout.	Tracé
Oosterhout	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen nodig bij ontgrondingen, MER-plichtige projecten en ingrepen 5 ha of meer.	De lage verwachting is deels gerelateerd aan de geomorfologische opbouw van het gebied, die bestaat uit bebouwing, een aanwasvlakte en een laagte ontstaan door ontgraving. Daarnaast liggen er geen historische elementen binnen de lage verwachting.	klein deel van het deeltracé
Oosterhout	Verstoord: geen onderzoeksplicht	Dit zijn gebieden binnen archeologische verwachtingswaarden welke reeds zijn verstoord door ontgrondingen. De verstoring gaat boven de archeologische verwachtingswaarde.	Tracé
Oosterhout	Middelhoge verwachting: bodemingrepen in principe niet toegestaan, aanlegvergunning verplicht vanaf 100 m^2 en 50 cm -Mv	De middelhoge verwachting is deels gerelateerd aan de geomorfologische bodemopbouw, die hier bestaat uit terrasafzettingswelvingen en -vlaktes en een glooiing in een terrasafzettingsvlakte. Daarnaast zijn er meerdere historische elementen aanwezig, zoals een schootsveld en historische infrastructuur. Het gebied is deels verstoord door ontgrondingen.	grootste deel van het deeltracé binnen de gemeente
Oosterhout	Hoge verwachting: bodemingrepen in principe niet toegestaan, aanlegvergunning verplicht vanaf 100 m^2 en 50 cm -Mv	De hoge verwachting is deels gerelateerd aan de geomorfologische bodemopbouw, die hier bestaat uit terrasafzettingswelvingen en -vlaktes en een glooiing in een terrasafzettingsvlakte. Daarnaast zijn er meerdere historische elementen aanwezig, waaronder een schootsveld en historische infrastructuur. De hoge verwachting ligt rondom het AMK-terrein de Linie van	klein deel van het deeltracé, noordwest in de gemeente

		Den Hout. Er liggen meerdere vondstlocaties omheen. Het gebied is deels verstoord door ontgrondingen.	
Geertruidenberg	Geen verwachting: geen onderzoeksplicht	Gebaseerd op de aanwezigheid van water en/of reeds onderzoekt en geheel vrijgegeven	klein deel van het deeltracé, de Amertak (water)
Geertruidenberg	Hoge verwachting mét opgehoogd terrein: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de aanwezigheid van een dekzandrug, maar hier wordt uitgegaan van 100 cm grondophoging. Mogelijk is deze ophoging het gevolg van de aanleg van hoogspanningsstation Geertruidenberg.	klein deel van het deeltracé, beslaat het terrein van hoogspanningsstation Geertruidenberg
Geertruidenberg	Hoge verwachting: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de aanwezigheid van een dekzandrug.	klein deel van het deeltracé, tussen de Amertak en hoogspanningsstation Geertruidenberg

1.2 VHW

Gemeente	Waarde	Korte beschrijving	Ligging
Tracédeel 1			
Voorne aan Zee	Westvoorne		
Voorne aan Zee	Redelijk hoge tot hoge verwachting Hellevoetsluis: 200 m2 en 80 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen en kustduinen.	Tracé en onderzoeksgebied - grootste gedeelte van het tracédeel
Voorne aan Zee	Redelijk hoge tot hoge verwachting Hellevoetsluis: 200 m2 en 40 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen.	Tracé en onderzoeksgebied - klein gedeelte van het tracédeel ten noordoosten van Nieuwenhoorn
Voorne aan Zee	Hoge verwachting Hellevoetsluis: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een zeer hoge verwachting. Dit zijn dorpskernen en dijken	Tracé & onderzoeksgebied - kleine deel van het tracédeel, historische dijken
Voorne aan Zee	AMK-terrein en archeologische CHS-terreinen Hellevoetsluis: behoud in situ	Terreinen van de AMK van 2007, terreinen met aangetoonde archeologische waarden van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur 2007 (CHS) en I-terreinen waar op basis van historische-kartografisch onderzoek een zeer hoge archeologische verwachting geldt.	Tracé & onderzoeksgebied
Nissewaard	Lage verwachting, dieper dan 4 m: 200 m2 en 400 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een lage verwachting. Dit zijn meestal de kreken/oevers van de Spui en Bernisse.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Spui en Bernisse
Nissewaard	Redelijk hoge tot hoge verwachting, dieper dan	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een redelijk hoge tot hoge verwachting. Dit zijn de vlaktes en welvingen met getij-afzettingen.	Tracé & onderzoeksgebied - groot deel van het tracédeel

	0,8 m: 200 m2 en 80 cm-Mv		
Nissewaard	Zeer hoge verwachting: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van natuurlijke en antropogene structuren hebben deze gebieden een zeer hoge verwachting. Dit zijn dorpskernen en dijken	Tracé & onderzoeksgebied - kleine deel van het tracédeel, historische dijken
Nissewaard	AMK-terrein: behoud in situ	Terreinen van de AMK van 2008	Onderzoeksgebied
Hoeksche Waard	Lage verwachting: 10 ha en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een lage verwachting voor nederzettingen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Dit zijn meestal inbraak geulen.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Hollands Diep
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting: 500 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - grootste deel van het tracédeel
Hoeksche Waard	Hoge verwachting voor Nieuwe Tijd: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een hoge verwachting voor havens en havenkanalen uit de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel bij Strijensche Haven
Tracédeel 2 Zuid			
Hoeksche Waard	Lage verwachting: 10 ha en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een lage verwachting voor nederzettingen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Dit zijn meestal inbraak geulen.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Hollands Diep
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting: 500 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - grootste deel van het tracédeel
Moerdijk	Geen archeologische verwachting: geen onderzoeksplicht	Gebaseerd op archeologische onderzoeken of een bekend verstoord terrein door afgraven, egaliseren, sarneren of gebruikt als stortplaats.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn voornamelijk (oude) kreken en oeverwallen.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel bij

Moerdijk	Oude dorpskernen en buurtschappen, archeologisch beleidsgebied 4: 90 m^2 en 30 cm -Mv	Op basis van de historische waarde van de dorpskernen en buurtschappen uit de Late Middeleeuwen/Nieuwe Tijd.	Onderzoeksgebied
Tracédeel 2 Oost			
Hoeksche Waard	Lage verwachting: 10 ha en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een lage verwachting voor nederzettingen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Dit zijn meestal inbraak geulen.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel, voornamelijk bij de oever van Hollands Diep
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting: 500 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - grootste deel van het tracédeel
Hoeksche Waard	Middelhoge verwachting, Polders Oudeland van Strijen, Munnisckenland en Sint Antony: 500 m2 en 30 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge verwachting voor nederzettingen uit de IJzertijd tot en met de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - grootste deel van het tracédeel
Hoeksche Waard	Hoge verwachting voor Nieuwe Tijd: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een hoge verwachting voor havens en havenkanalen uit de Nieuwe Tijd.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel bij Strijensche Haven
Hoeksche Waard	Hoge verwachting voor kampen: 100 m2 en 50 cm-Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een hoge verwachting voor kampen en nederzettingen op rivierduinen van Laat-Paleolithicum en later.	Onderzoeksgebied
Dordrecht	Lage verwachting: vrijgesteld mits ingrepen niet in pleistocene zand reiken	Geërodeerde, jonge of ontgronden gebieden buiten de historische stadskern	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Geen archeologische verwachting: geen onderzoeksplicht	Gebaseerd op archeologische onderzoeken of een bekend verstoord terrein door afgraven, egaliseren, sarneren of gebruikt als stortplaats	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracédeel

		de bodem. Dit zijn voornamelijk (oude) kreken en oeverwallen.	
Drimmelen	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Gebaseerd op de landschappelijke situatie, inventarisatie bekende archeologische informatie en recente verstoringen.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel binnen de gemeente
Drimmelen	Middelhoge verwachting: 1000 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de landschappelijke situatie van de Gantelstromen (getij-oeverwal, getij-kreekbedding en een vlakte van getij-afzettingen) en de bijbehorende aanwezigheid van een kleidek	Tracé & onderzoeksgebied - groot gedeelte van het tracé binnen de gemeente, vooral het westen
Geertruidenberg	Geen verwachting: geen onderzoeksplicht	Gebaseerd op de aanwezigheid van water en/of reeds onderzoekt en geheel vrijgegeven	- klein deel van het deeltracé, de Amertak (water)
Geertruidenberg	Hoge verwachting mét opgehoogd terrein: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de aanwezigheid van een dekzandrug, maar hier wordt uitgegaan van 100 cm grondophoging. Mogelijk is deze ophoging het gevolg van de aanleg van hoogspanningsstation Geertruidenberg.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het deeltracé, beslaat het terrein van hoogspanningsstation Geertruidenberg
Geertruidenberg	Hoge verwachting: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de aanwezigheid van een dekzandrug.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het deeltracé, tussen de Amertak en hoogspanningsstation Geertruidenberg

1.3 GOF

Gemeente	Waarde	Korte beschrijving	Ligging
Tracédeel 2 - zuid			
Goeree-Overflakkee	Geen waarde - lage en zeer lage archeologische verwachting	Mogelijk gebaseerd op de landschappelijke kenmerken van het gebied.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Goeree-Overflakkee	Hoge verwachting – dijken, waarde 4: 500 m^2 en 50 cm -Mv	Betreft lijnelementen die naar dijken refereren. Het gaat om: 1. Middeldijk 2. Spuidijk 3. Mariadijk 4. een mogelijk verdwenen dijk die de Plasweg volgt,	Tracé & onderzoeksgebied - 4x een dijk
Goeree-Overflakkee	Middelhoge verwachting, waarde 5: 2500 m^2 en 50 cm -Mv	Betreft een gebied rondom de historische kernen Ouddorp en Goedereede.	Tracé & onderzoeksgebied - aanzienlijk deel van het tracédeel
Tracédeel 2 - noord			
Goeree-Overflakkee	Geen waarde - lage en zeer lage archeologische verwachting, geen beleidsregels.	Mogelijk gebaseerd op de landschappelijke kenmerken van het gebied.	Tracé & onderzoeksgebied - gehele tracégedeelte
Tracédeel 3			

Goeree-Overflakkee	Geen waarde - lage en zeer lage archeologische verwachting, geen beleidsregels.	Mogelijk gebaseerd op de landschappelijke kenmerken van het gebied.	Tracé & onderzoeksgebied - bijna het gehele tracédeel
Goeree-Overflakkee	Hoge verwachting – dijken, waarde 4: > 500m2 / >50cm	Betreft lijnelementen die naar dijken refereren. Het gaat om: 1. Noorddijk 2. Oudelandsedijk (2x)	Tracé & onderzoeksgebied - 3x een dijk
Tracédeel 4 - noord			
Goeree-Overflakkee	Geen waarde - lage en zeer lage archeologische verwachting, geen beleid.	Mogelijk gebaseerd op de landschappelijke kenmerken van het gebied.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Goeree-Overflakkee	Ongewaardeerd, geen beleid.	Nog niet gewaardeerd gebied ten noorden van Ooltgensplaat.	Tracé & onderzoeksgebied - gebied ten noorden van Oolgensplaat
Goeree-Overflakkee	Hoge verwachting – dijken, waarde 4: > 500m2 / >50cm	Betreft lijnelementen die naar dijken refereren. Het gaat om: 1. Oudelandsedijk, 2. een mogelijk verdwenen stuk Oudelandsedijk	Tracé & onderzoeksgebied - 2x een dijk
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de geomorfologische ondergrond: oeverwallen van kreken	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het tracé
Tracédeel 4 - zuid			
Goeree-Overflakkee	Geen waarde	Gebaseerd op de geologische en landschappelijke opbouw, evenals door het ontbreken van archeologische vondsten en sporen.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Goeree-Overflakkee	Hoge verwachting – dijken, waarde 4: > 500m2 / >50cm	Betreft lijnelementen die naar dijken refereren. Het gaat om: 1. Oudelandsedijk 2. Oudedijk 3. Hooidijk	Tracé & onderzoeksgebied - 3x een dijk
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch	Gebaseerd op de geomorfologische ondergrond: oeverwallen van kreken	Tracé & onderzoeksgebied - 3x een gebied

	beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv.		
Moerdijk	Dorpskernen, archeologisch beleidsgebied 4: 80m2 en 30 cm -Mv	Dit streekvormige beleidslint verwijst naar de historische dorpskern van Helwijk.	Onderzoeksgebied - Enkel een klein deel
Moerdijk	Hoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 5: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op bekende (verdwenen) historische bebouwing (in dit geval oude erven)	Onderzoeksgebied - Enkel een klein deel
Tracédeel 5			
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn voornamelijk (oude) kreken.	Tracé & onderzoeksgebied - 3x een gebied
Moerdijk	Hoge verwachting, archeologisch beleidsgebied 6: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op bekende (verdwenen) historische bebouwing (in dit geval oude erven)	Onderzoeksgebied
Tracédeel 6 - noord			
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn voornamelijk (oude) kreken.	Tracé & onderzoeksgebied - 2x een gebied
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 5: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op bekende (verdwenen) historische bebouwing (in dit geval oude erven)	Onderzoeksgebied - enkele kleine zones
Tracédeel 6 - zuid			
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op	Tracé & onderzoeksgebied

	beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.	- overgrote deel van het tracédeel
Moerdijk	Middelhoge verwachting dekzand, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 200 cm -Mv	Voor deze gebieden geldt dat op basis van zanddiepte, een middelhoge kans is op het aantreffen van archeologische vondsten of sporen tussen 2,0 en 4,0 m onder maaiveld.	Tracé & onderzoeksgebied - Groot gebied ten zuiden van Klundert en ten noorden van Noordhoek
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn voornamelijk (oude) kreken.	Tracé & onderzoeksgebied - 6x een gebied
Moerdijk	Hoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 5: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geologische en bodemkundige opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een hoge kans op het aantreffen van vondsten of sporen. In het onderzoeksgebied gaat dit om bekende (verdwenen) historische bebouwing (erven).	Onderzoeksgebied - 4x een zone
Drimmelen	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Gebaseerd op de landschappelijke situatie, inventarisatie bekende archeologische informatie en recente verstoringen.	Tracé & onderzoeksgebied - overgrote deel van het tracédeel
Drimmelen	Middelhoge verwachting: 1000m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de landschappelijke situatie van de Gantelstromen (getij-oeverwal, getij-kreekbedding en een vlakte van getij-afzettingen) en de bijbehorende aanwezigheid van een kleidek	Tracé & onderzoeksgebied - groot gedeelte van het tracé
Drimmelen	Middelhoge verwachting: 1000m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de landschappelijke situatie van de Gantelstromen (getij-oeverwal, getij-kreekbedding en een vlakte van getij-afzettingen) en de bijbehorende aanwezigheid van een kleidek	Onderzoeksgebied - 2 grote gebieden
Drimmelen	Hoge verwachting: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de landschappelijke situatie, inventarisatie bekende archeologische informatie en recente verstoringen. Betreft het zanddeel van de gemeente.	Onderzoeksgebied - klein deel
Geertruidenberg	Hoge verwachting: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Gebaseerd op de aanwezigheid van een dekzandrug.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het deeltracé
Geertruidenberg	Hoge verwachting mét opgehoogd terrein: 100 m^2 en 50 cm -Mv	Hier wordt uitgegaan van 100 cm grondophoging. Mogelijk is deze ophoging het gevolg van de aanleg van hoogspanningsstation Geertruidenberg.	Tracé & onderzoeksgebied - klein deel van het deeltracé

1.4 Converterstationslocaties Geertruidenberg

Gemeente	Verwachtingswaarde	Korte beschrijving
Converterstation Standhazensedijk		
Geertruidenberg	Lage verwachting: onderzoek bij MER-plichtige projecten en bij ontgrondingen >5 ha.	De lage verwachting in het onderzoeksgebied is gerelateerd aan de aanwezigheid van getijafzettingen. Een deel van het gebied is opgehoogd.
Geertruidenberg	Hoge verwachting: 100 m^2 en 50 cm -Mv	De hoge verwachting in het onderzoeksgebied is gerelateerd aan de aanwezigheid van een dekzandrug. Daarnaast loopt een dijk (1832) door het gebied en is er historische bebouwing aanwezig.
Converterstation Amercentrale		
Drimmelen	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen nodig bij ontgrondingen, MER-plichtige projecten en ingrepen >5 ha.	Dit betreffen landschappelijke zones met een verwachte lage dichtheid aan archeologische sporen. De lage verwachting geldt voor delen met een kleidek, waarvan verwacht wordt dat de top van het dekzand tijdens de ontginningen verstoord is geraakt.
Geertruidenberg	Middelhoge verwachting: 1000 m^2 en 50 cm -Mv	De middelhoge verwachting ter plaatse van het converterstation en het onderzoeksgebied is gerelateerd aan de aanwezigheid van oeverkanten. Daarnaast lopen twee dijken (1832) door het gebied (incl. door het station). Een groot gedeelte betreft opgehoogd terrein, maar de middelhoge verwachting blijft gelden.
Converterstation Heulweg		
Geertruidenberg	Lage verwachting: onderzoek bij MER-plichtige projecten en bij ontgrondingen >5 ha.	De lage verwachting in het onderzoeksgebied is gerelateerd aan de aanwezigheid van een dekzandvlakte. Enkele delen zijn opgehoogd.
Converterstation Amertak West		
Drimmelen	Lage verwachting: archeologisch onderzoek alleen nodig bij ontgrondingen, MER-plichtige projecten en ingrepen >5 ha.	Dit betreffen landschappelijke zones met een verwachte lage dichtheid aan archeologische sporen. De lage verwachting geldt voor delen met een kleidek, waarvan verwacht wordt dat de top van het dekzand tijdens de ontginningen verstoord is geraakt.
Drimmelen	Hoge verwachting: bodemingrepen in principe niet toegestaan, aanlegvergunning verplicht vanaf 100 m^2 en 50 cm -Mv	Dit zijn (landschappelijke) zones met naar verwachting een hoge dichtheid aan archeologische sporen, mede op basis van de inventarisatie van cultuurhistorische objecten en structuren. De hoge verwachting is mogelijk gerelateerd aan het dekzandlandschap. Enkele delen rondom converterstation E zijn verstoord door ontgronding, maar de hoge verwachting blijft gelden.
Converterstation Stortplaats de Hillen		
Oosterhout	Lage verwachting & reeds verstoord.	Dit betreffen landschappelijke zones met een verwachte lage dichtheid aan archeologische sporen. Reeds verstoringen aanwezig

1.5 Converterstationslocaties Moerdijk

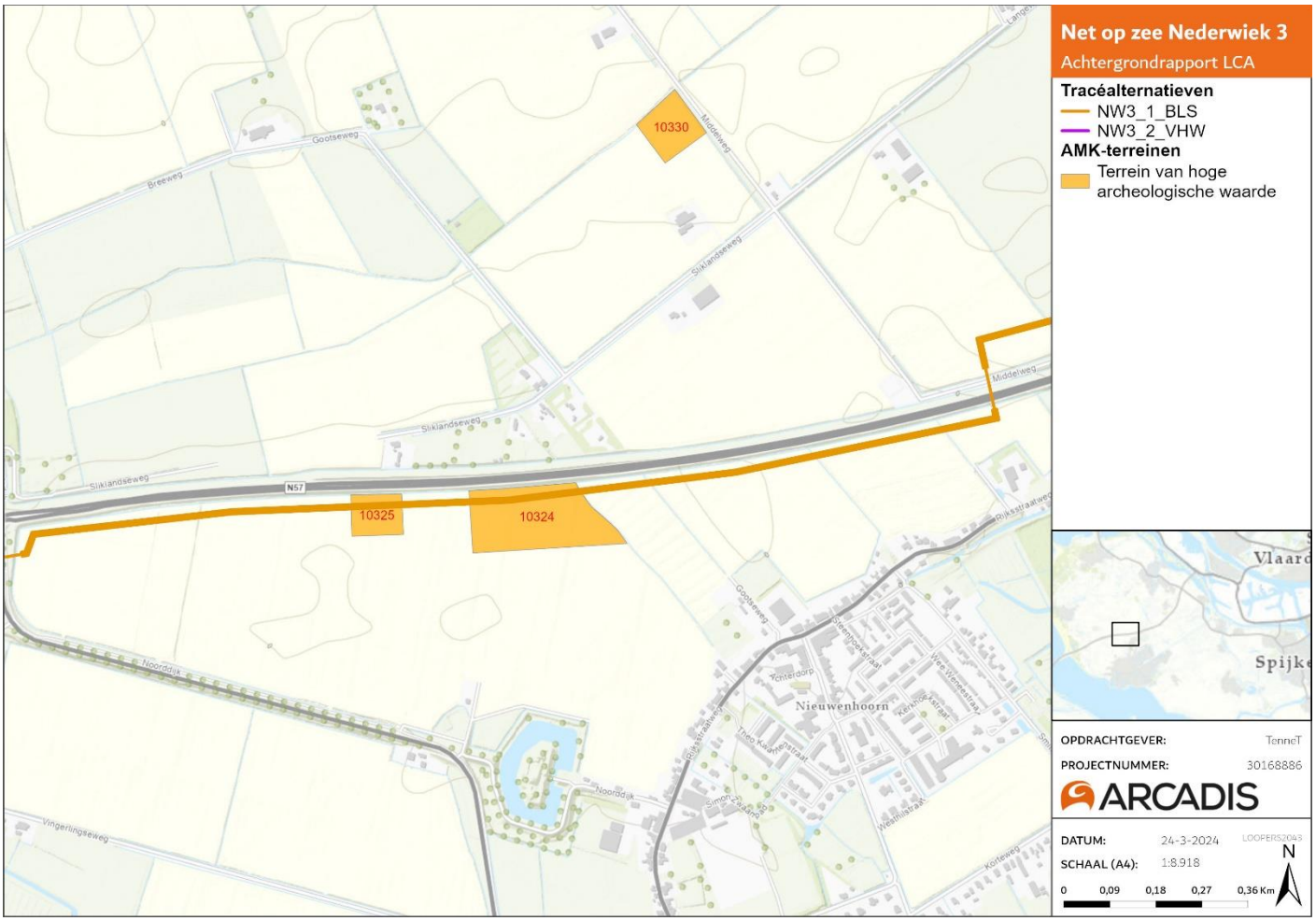
Gemeente	Verwachtingswaarde	Korte beschrijving
Converterstation Haven middenweg		
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.
Converterstation Chemieweg Oost		
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.
Converterstation Shell terrein		
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.
Converterstation Vuilstort West		
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.
Converterstation Krukweg		
Moerdijk	Middelhoge verwachting ondiep, archeologisch beleidsgebied 6: 250 m^2 en 50 cm -Mv	Op basis van geomorfologische opbouw, historische informatie en archeologische gegevens hebben deze gebieden een middelhoge kans op het aantreffen van resten/sporen in de bovenste meters van de bodem. Dit zijn vrijwel alleen de oeverwallen van kreken, hier vond de eerste bewoning in de Middeleeuwen plaats.
Converterstation Vuilstort Oost		
Moerdijk	Lage verwachting, archeologisch beleidsgebied 8: onderzoek alleen vereist bij MER-plichtige projecten	Dit zijn gebieden waar op archeologische en landschappelijke gronden de kans op het aantreffen van behoudenswaardige resten/sporen klein wordt geacht.

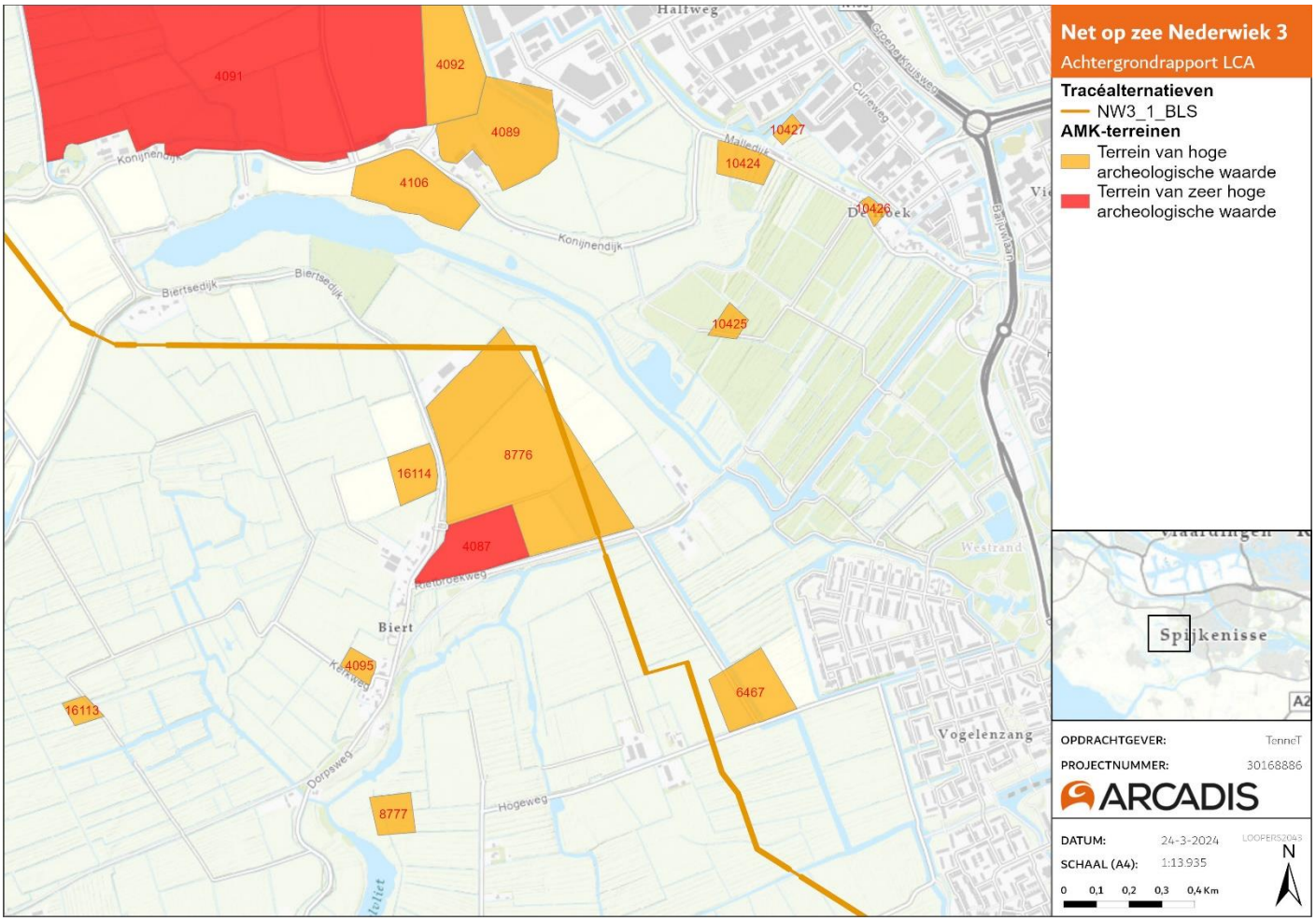
Bijlage C

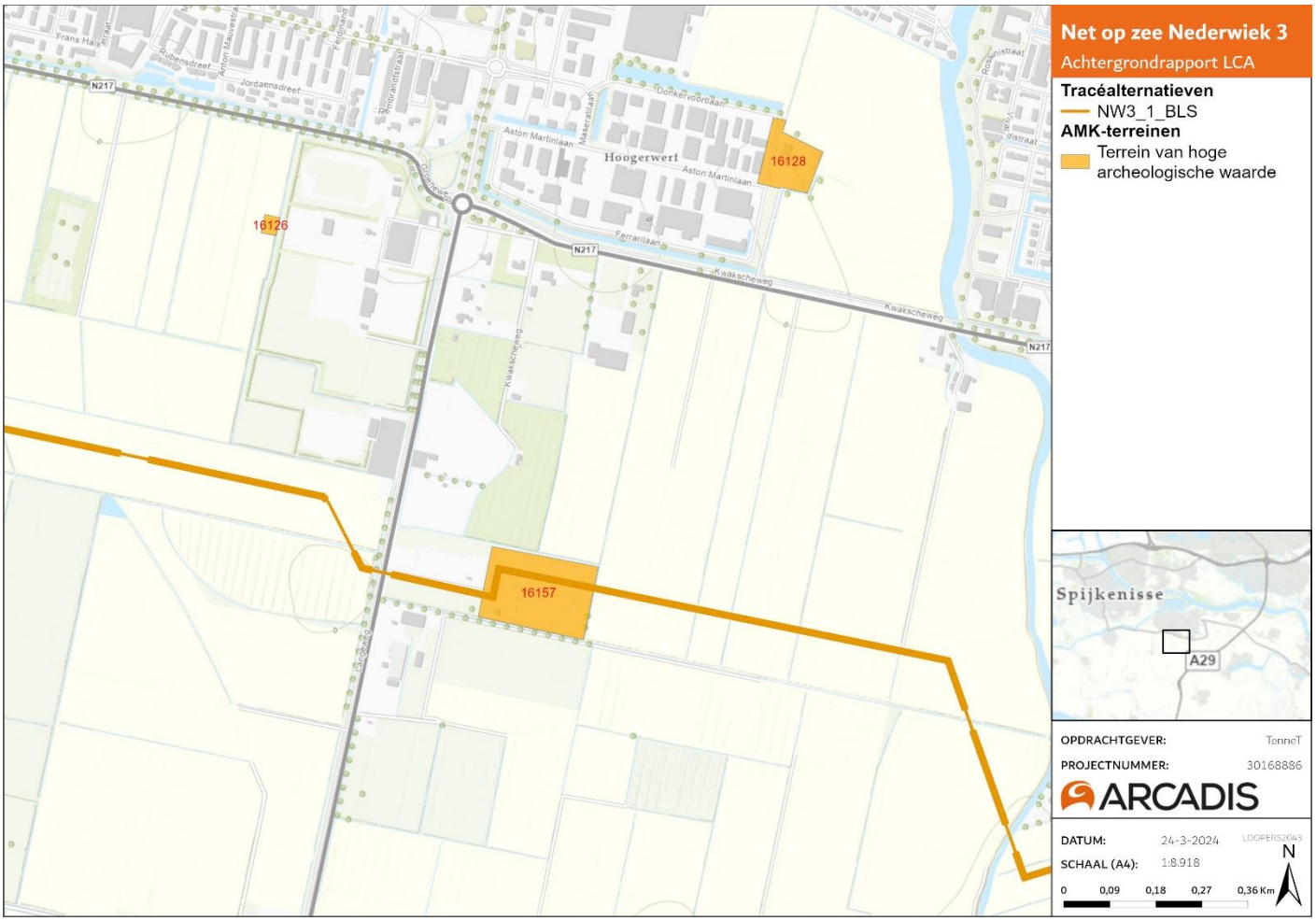
AMK-terreinen

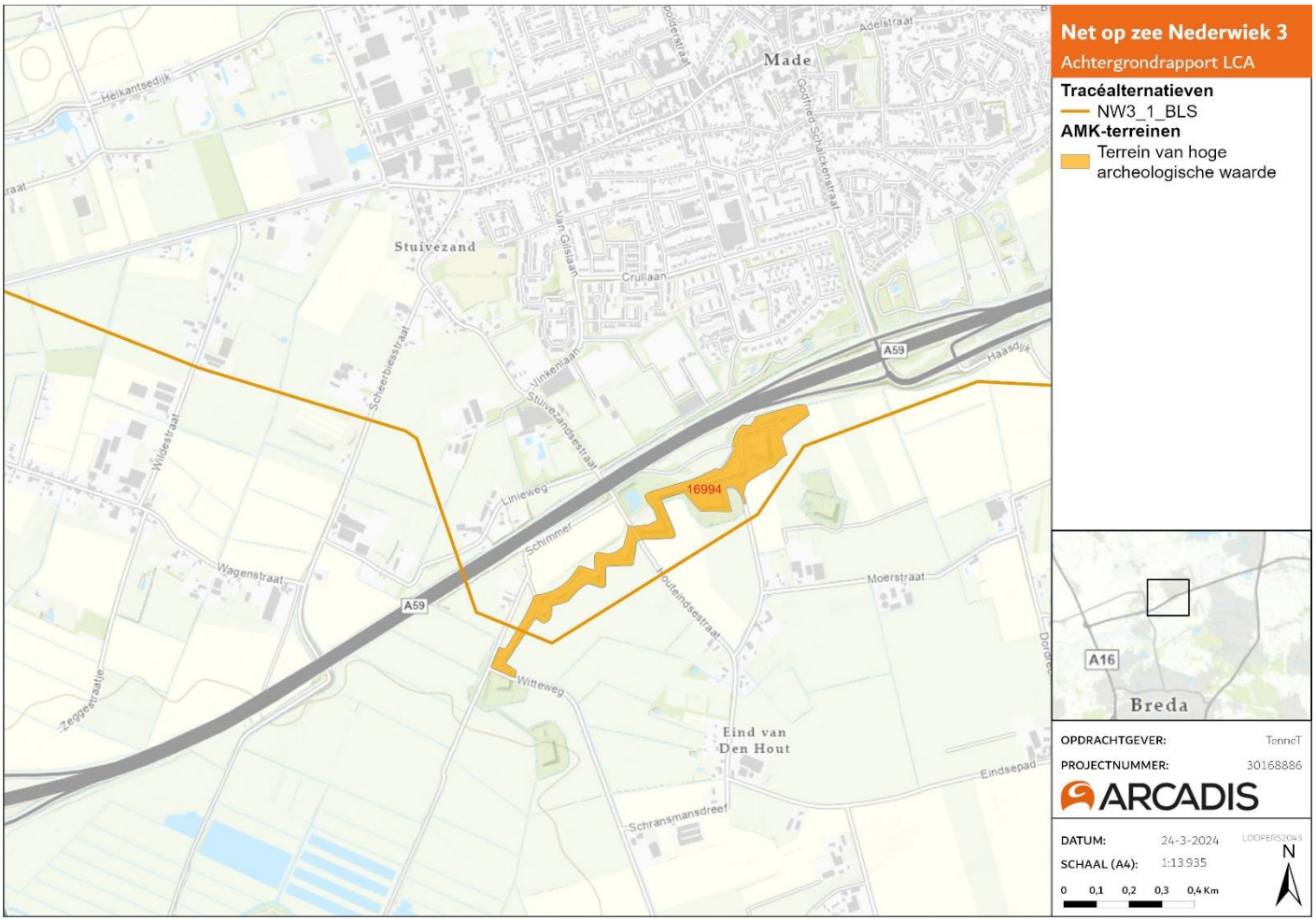
Arcadis Nederland B.V., Weena 505, 3013 AL Rotterdam T +31 (0)88 4261 261 www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V. - Registered office: Arnhem - Registered number: 09036504 - Internal


Net op zee Nederwiek 3
Achtergrondrapport LCA
Tracéalternatieven
NW3_1_BLS
NW3_2_VHW
AMK-terreinen
Terrein van hoge archeologische waarde
10330
10325
10324
N57
Sliklandseweg
Middelweg
Gootseweg
Breeweg
Noorddijk
Vingerlingseweg
Nieuwenhoorn
Achterdorp
Korteweg
Vlaard
Spijk
OPDRACHTGEVER:
TenneT
PROJECTNUMMER:
30168886
ARCADIS
DATUM:
24-3-2024
SCHAAL (A4):
1:8.918
0
0,09
0,18
0,27
0,36 Km
N


Net op zee Nederwiek 3
Achtergrondrapport LCA
Tracéalternatieven
NW3_1_BLS
AMK-terreinen
Terrein van hoge archeologische waarde
Terrein van zeer hoge archeologische waarde
4091
4092
4089
4106
10427
10424
10426
10425
8776
16114
4087
4095
16113
6467
8777
Halfweg
Konijnendijk
Biertsedijk
Malledijk
Biert
Hogeweg
Dorpsweg
Vogelenzang
Westrand
Spijkenisse
OPDRACHTGEVER: TenneT
PROJECTNUMMER: 30168886
DATUM: 24-3-2024
SCHAAL (A4): 1:13.935
0 0,1 0,2 0,3 0,4 Km
N


Net op zee Nederwiek 3
Achtergrondrapport LCA
Tracéalternatieven
NW3_1_BLS
AMK-terreinen
Terrein van hoge archeologische waarde
16126
16128
16157
Hoogerwerf
Aston Martinlaan
Ferrarilaan
Kwakscheweg
N217
Spijkenisse
A29
OPDRACHTGEVER:
TenneT
PROJECTNUMMER:
30168886
ARCADIS
DATUM:
24-3-2024
SCHAAL (A4):
1:8.918
0
0,09
0,18
0,27
0,36 Km
N


Net op zee Nederwiek 3
Achtergrondrapport LCA
Tracéalternatieven
NW3_1_BLS
AMK-terreinen
Terrein van hoge archeologische waarde
Made
Stuivezand
Eind van Den Hout
Breda
A59
A16
16994
Helkantsedijk
Adelstraat
Godfried Schalckenstraat
Van Ghislaan
Crullaan
Haasdijk
Scheerbiesstraat
Vinkenlaan
Stuivezandsestraat
Wildestraat
Linieweg
Schimmer
Wagenstraat
Moerstraat
Zeggestraatje
Witteweg
Eindsepad
Schransmansdreef
OPDRACHTGEVER: TenneT
PROJECTNUMMER: 30168886
DATUM: 24-3-2024
SCHAAL (A4): 1:13.935
0 0,1 0,2 0,3 0,4 Km
N

Colofon

ACHTERGRONDRAPPORT LANDSCHAP, CULTUURHISTORIE & ARCHEOLOGIE
NET OP ZEE NEDERWIEK 3

KLANT
TenneT TSO B.V.

AUTEUR
Arcadis

PROJECTNUMMER
30168886

ONZE REFERENTIE
<DocId>:1

DATUM
22 maart 2024

STATUS
Concept

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie ‘accelerating a planet positive future’ onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Memo

ONDERWERP
Visualisaties converterstationlocaties Net op Zee Nederwiek 3

PROJECTNUMMER
30168886

DATUM
08 mei 2024

ONZE REFERENTIE
Visualisaties converterstationlocaties Nederwiek 3 1.0

Visualisaties converterstationlocaties Net op zee Nederwiek 3

Deze visualisaties zijn opgesteld ten behoeve van de effectbeoordeling van het deelaspect Zichtbaarheid & Beleving in de MER-fase 1 van Net op zee Nederwiek 3.

Voor het maken van de visualisaties zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- 3d model van het converterstation (2GW-standaardmodel) met bijbehorende configuratie van de bebouwing (d.d. 10-11-2023). De architectonische uitwerking van het converterstation en de exacte configuratie van de gebouwen zijn hierin niet meegenomen. Het uitgangspunt met betrekking tot de architectonische uitwerking is een neutrale kleurstelling van het te bouwen converterstation.
- Converterstationlocaties shapefiles MRD_231016 & GTB_231009
- AHN4 DSM en 3D BAG (download 1-10-2023);
- Foto's veldbezoeken november - december 2023.

Alvorens het veldbezoek zijn middels een bureaustudie één of twee toepasselijke standpunten voor het maken van foto's geselecteerd, afhankelijk van bereikbaarheid en representativiteit. Deze standpunten zijn geselecteerd als kenmerkende en bereikbare plekken in de omgeving, zoals dorpsranden, uitzichtpunten, wegen, dijken en wandelpaden (zie Figuur 1 en Figuur 2). In Figuur 3 en Figuur 4 zijn de converterstationlocaties in (gemeente) Moerdijk en nabij (stad) Geertruidenberg met naam weergegeven. In deze MER-fase 1 zijn nadrukkelijk geen visualisaties van alle mogelijke zichtbare standpunten gemaakt, maar zijn enkele standpunten geselecteerd om zo een indicatie van de zichtbaarheid en beleving van de verschillende converterstationlocaties weer te geven. Voor de locaties gelegen binnen het industriegebied van Moerdijk (haven Middenweg en Chemieweg West (zie Figuur 3)) en de bestaande Amer-centrale in Geertruidenberg (zie Figuur 4) zijn geen visualisaties gemaakt, aangezien op deze locaties bebouwing aanwezig is of op basis van het veldbezoek deze niet voor de omgeving buiten het industriegebied zichtbaar zijn.

Daarnaast is gebruikt gemaakt van indicatieve zichtlijnen door middel van een GIS-analyse ('*Line of Sight*'). Hierbij wordt op basis van terrein (hoogteligging), gebouwen en vegetatie, die het zicht kunnen belemmeren, bepaald of er een directe zichtlijn is tussen twee punten op een kaart. Deze punten bestaan uit een observeerder en een punt die de converterstationlocatie benadert in ligging en hoogte. Het geeft geen totaaloverzicht van de zichtbaarheid van de locatie, maar geeft een indicatie van de zichtbaarheid, gezien vanuit enkele maatgevende standpunten in de omgeving.



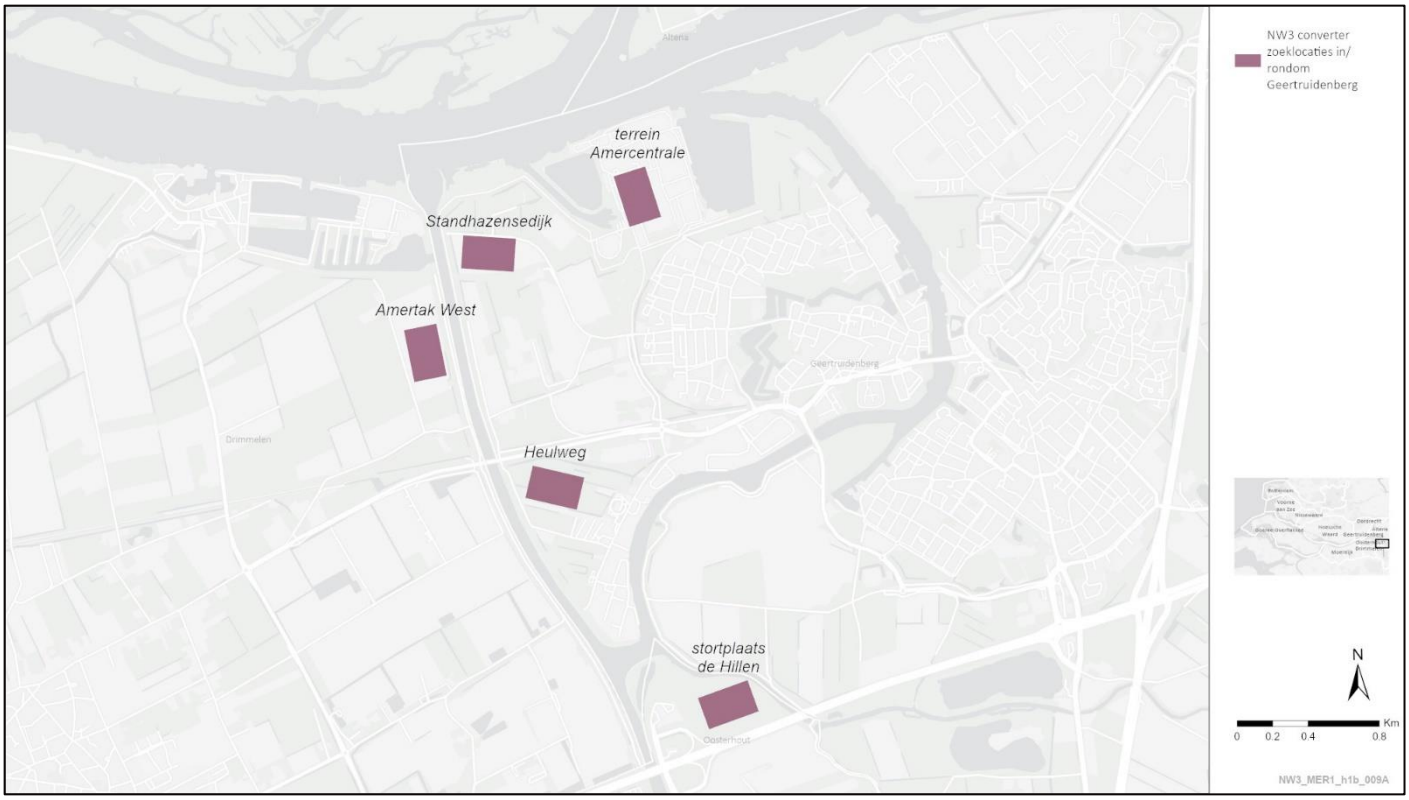
Figuur 1 Standpunten fotolocaties Moerdijk



Figuur 2: Standpunten fotolocaties Geertruidenberg



Figuur 3 Converterstationlocaties Moerdijk



Figuur 4 Converterstationlocaties Geertruidenberg

1.1 Converterstationlocaties Moerdijk

1.1.1 Locatie Krukweg



Figuur 5: Zichtlijnen locatie Krukweg

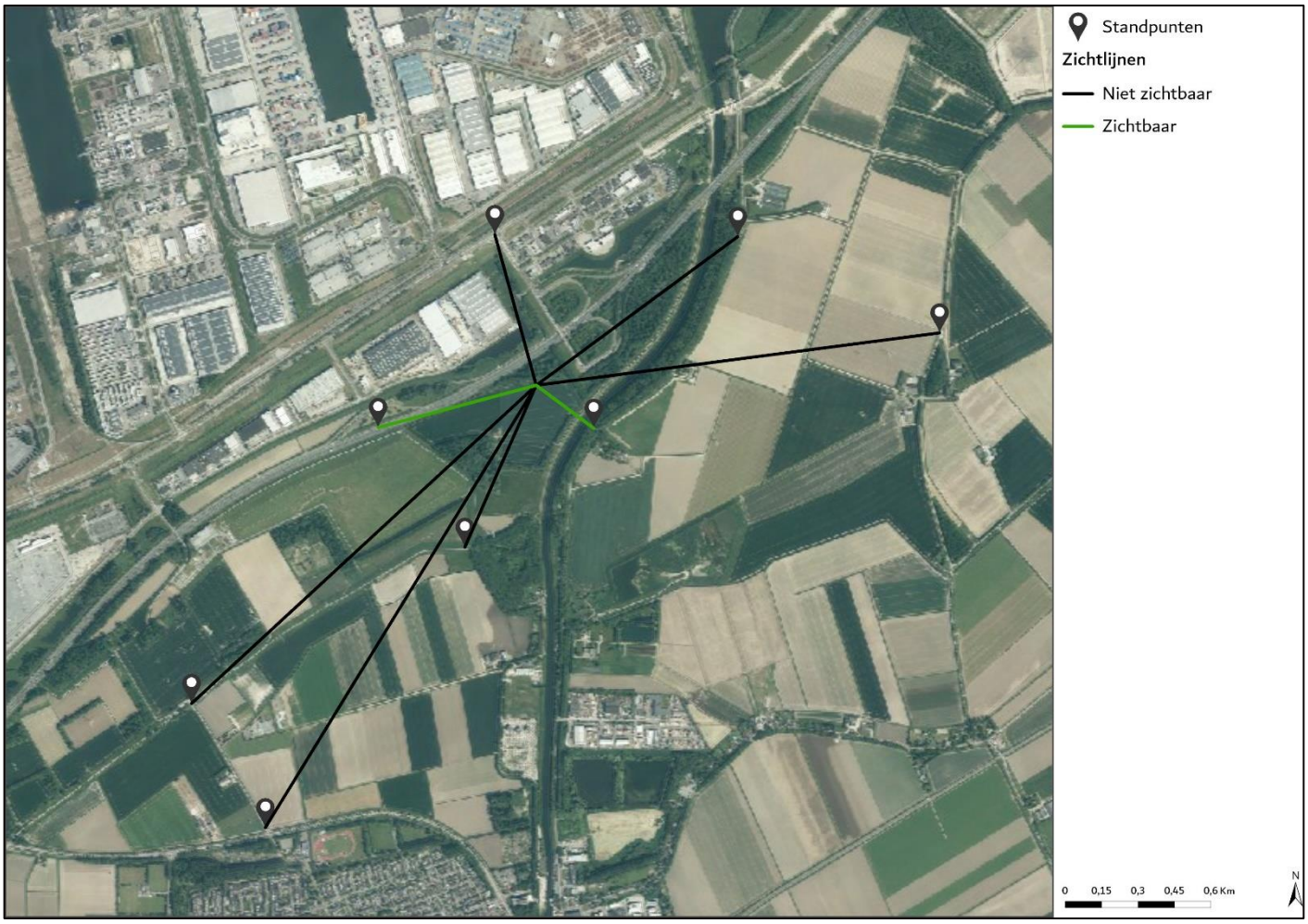


Figuur 6 Standpunt 6 Arenbergsesingeldijk, huidige situatie en visualisatie locatie Krukweg



Figuur 7 Standpunt 7 Arenbergsesingeldijk, huidige situatie en visualisatie locatie Krukweg

1.1.2 Locatie Vuilstort Oost

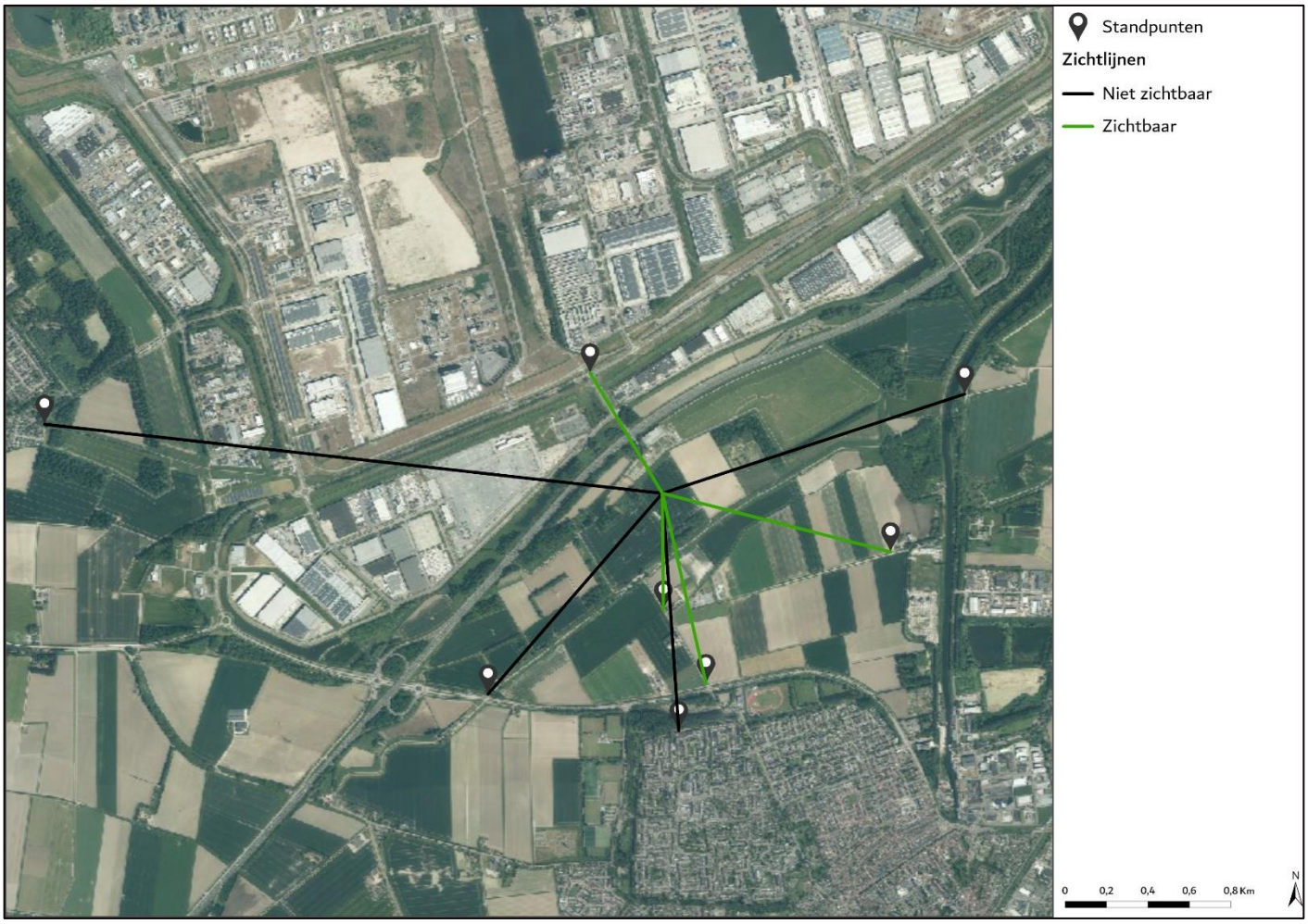


Figuur 8 Zichtlijnen locatie Vuilstort Oost



Figuur 9: Standpunt 8 Koekoekendijk, huidige situatie en visualisatie locatie Vuilstort Oost

1.1.3 Locatie Vuilstort West



Figuur 10 Zichtlijnen locatie Vuilstort West



Figuur 11 Standpunt 9 Galgenweg, huidige situatie en visualisatie locatie Vuilstort West

1.1.4 Locatie Shellterrein



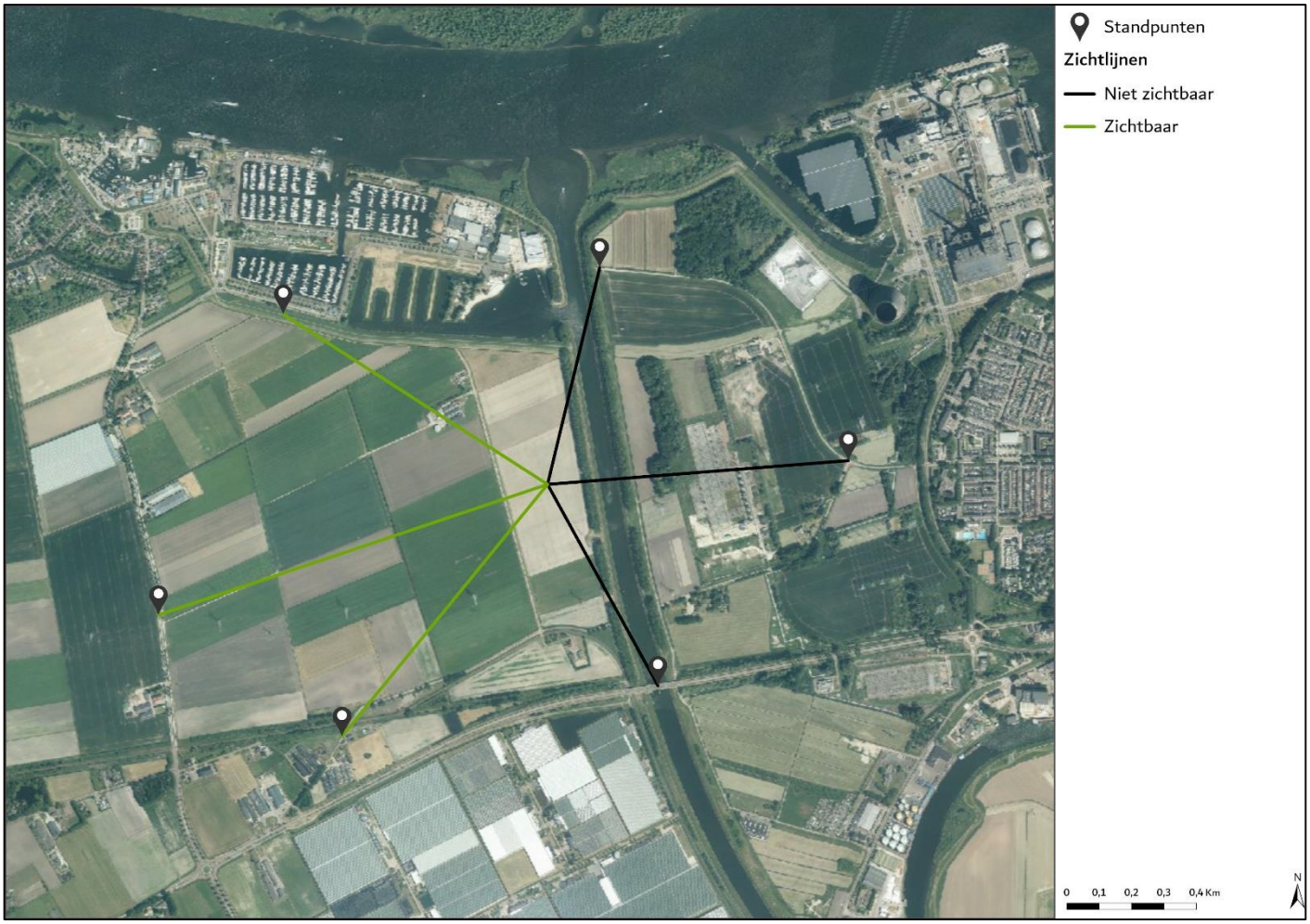
Figuur 12 Zichtlijnen locatie Shellterrein



Figuur 13 Standpunt 10 Buitendijk Oost, huidige situatie en visualisatie locatie Shell terrein

1.2 Converterstationlocaties Geertruidenberg

1.2.1 Locatie Amertak West



Figuur 14 Zichtlijnen locatie Amertak West

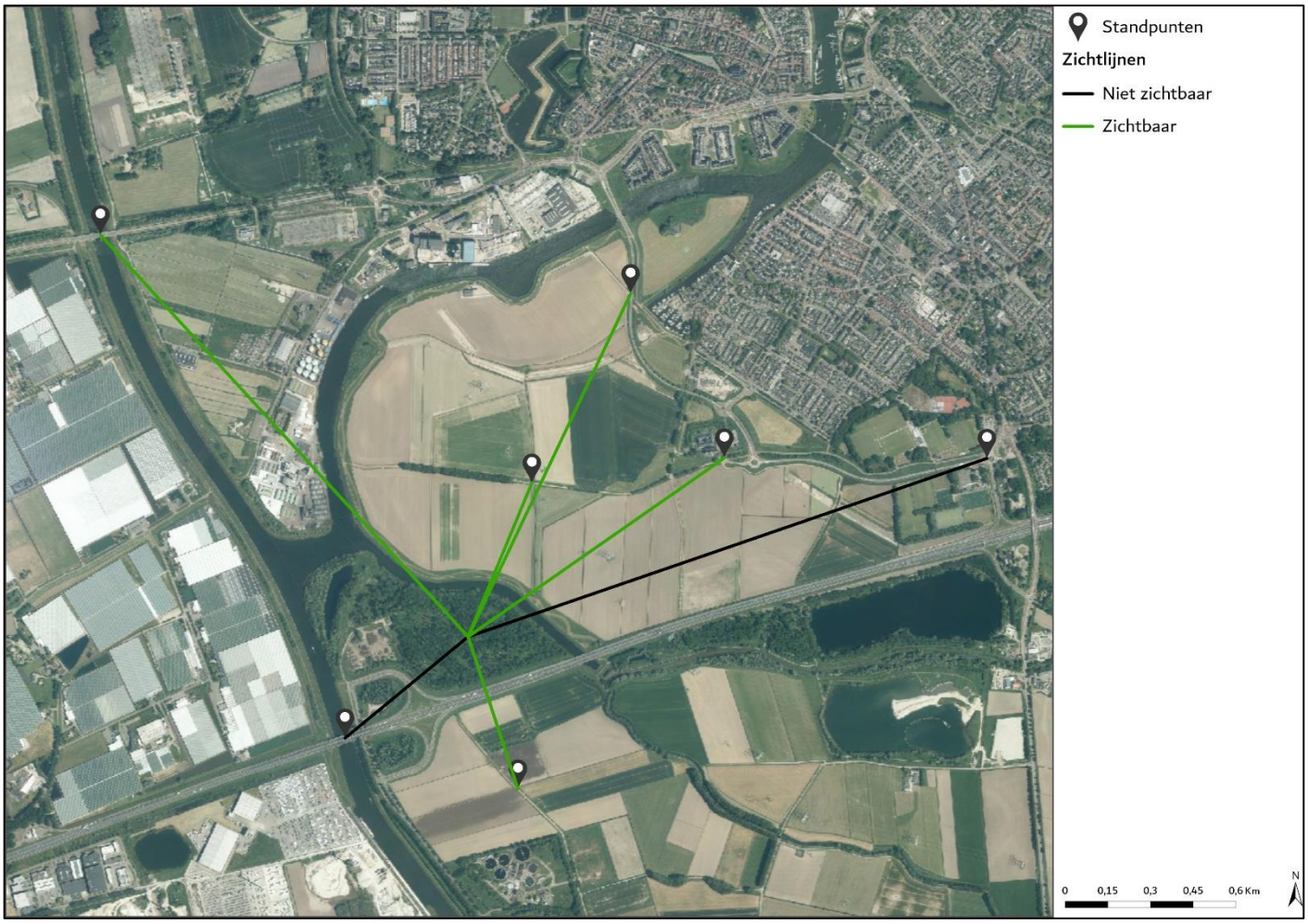


Figuur 15: Standpunt 4 Sluizeweg, huidige situatie en visualisatie locatie Amertak West



Figuur 16: Standpunt 3 Standhanzensedijk (West), huidige situatie en visualisatie locatie Amertak West

1.2.2 Locatie Stortplaats de Hillen

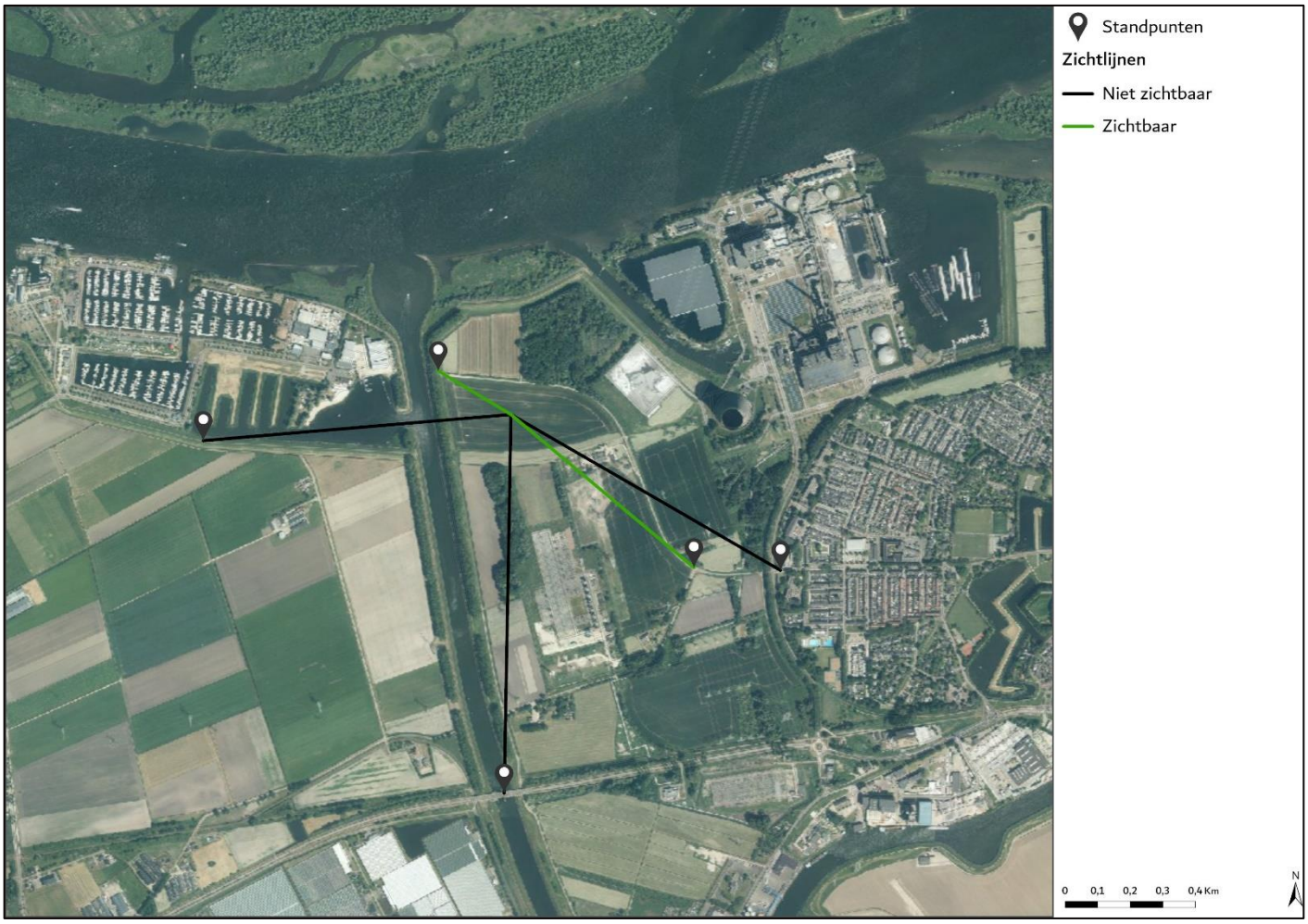


Figuur 17 Zichtlijnen locatie Stortplaats de Hillen



Figuur 18 Standpunt 5 Kloosterweg, huidige situatie en visualisatie locatie Stortplaats de Hillen

1.2.3 Locatie Standhazensedijk

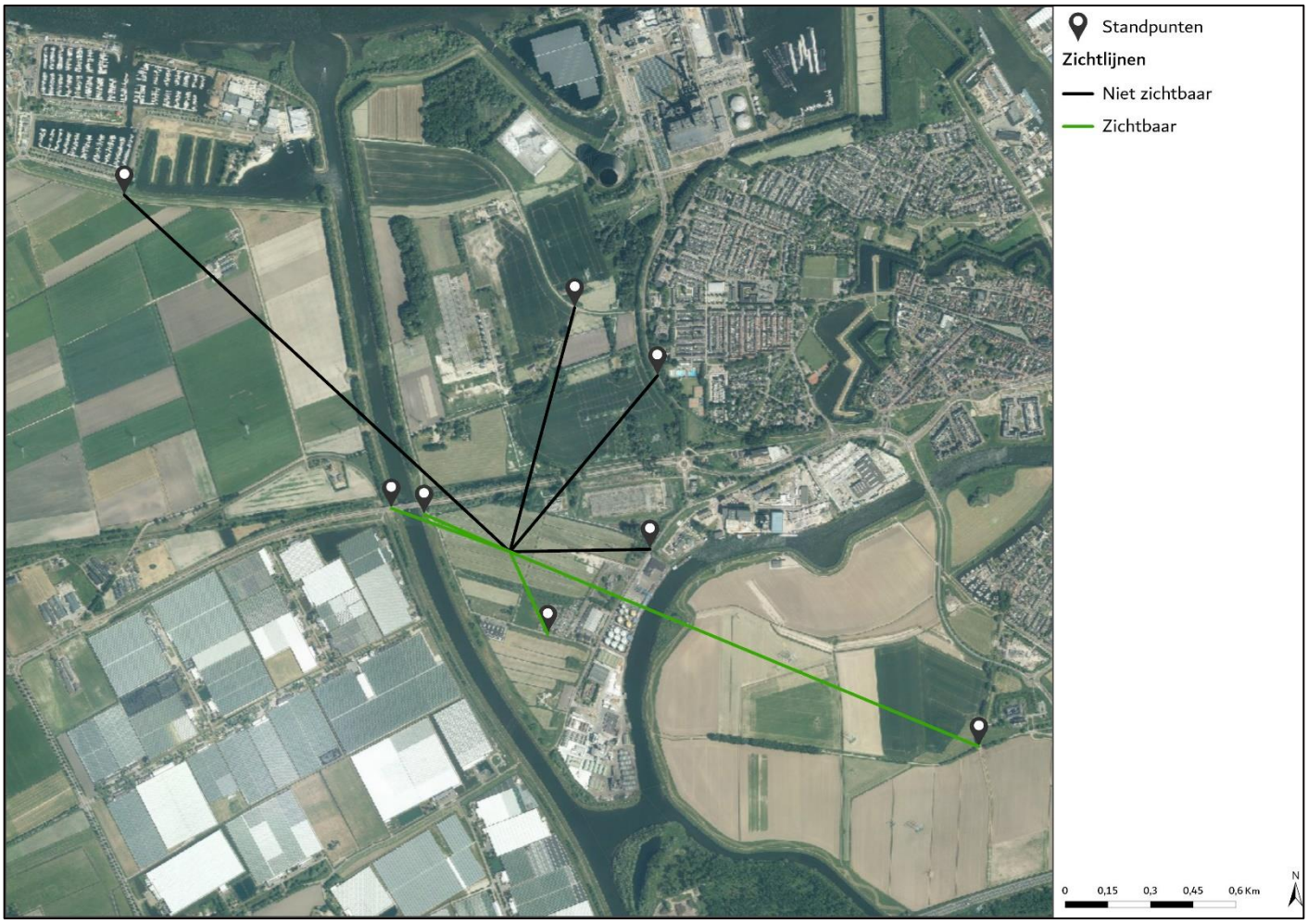


Figuur 19 Zichtlijnen locatie Standhazensedijk



Figuur 20 Standpunt 1 Standhazensedijk, huidige situatie en visualisatie locatie Standhazensedijk

1.2.4 Locatie Heulweg



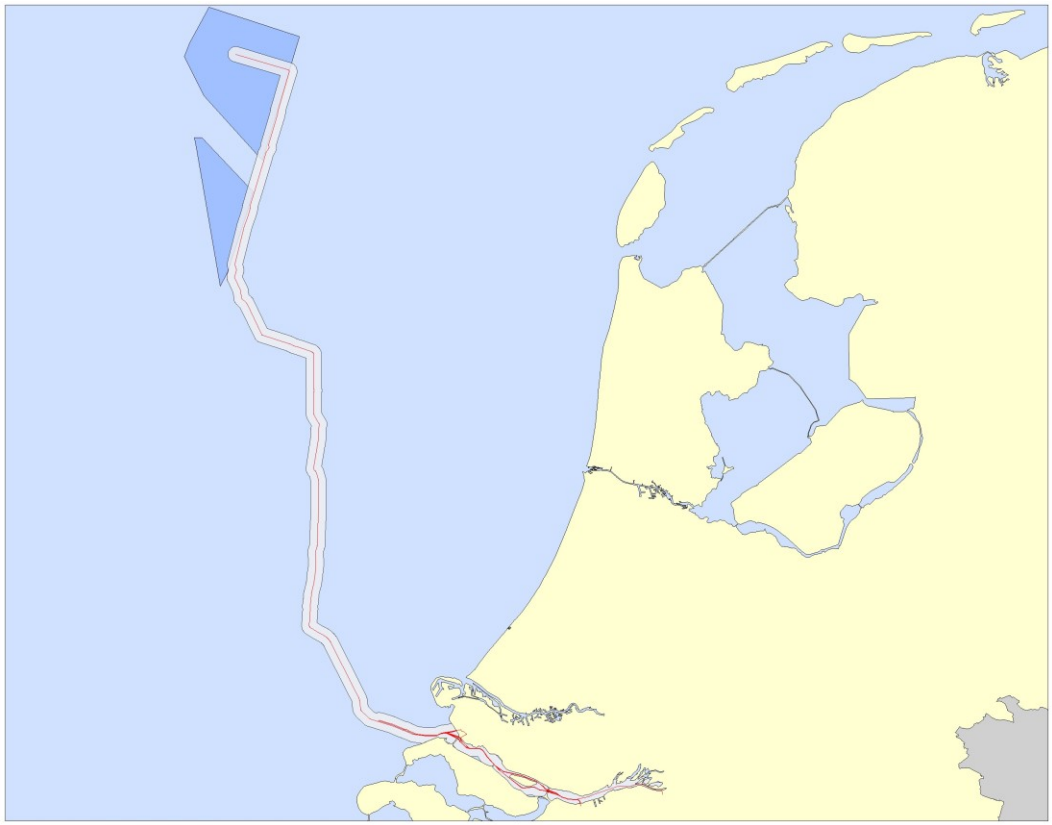
Figuur 21 Zichtlijnen locatie Heulweg



Figuur 22 Standpunt 2 Heulweg, huidige situatie en visualisatie locatie Heulweg

Net op zee Nederwiek 3

Archeologisch bureauonderzoek



Periplus Archeomare rapport 23A008-01

Auteurs:

R. van Lil en S. van den Brenk

In opdracht van:

Document Controle	
Revisie	2.0 (Definitief)
Datum	27-02-2024
Periplus Archeomare referentie	23A008-01
Klant (project) referentie	Nederwiek 3

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 23A008-01

Bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 3

Auteurs: R. van Lil & S. van den Brenk

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: S. Looper

© Periplus Archeomare - februari 2024.
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Definitief	RC	BvM	BvM	27-02-2023
1.0	Concept	RvL/SvdB	BvM	BvM	21-07-2023



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **5**

1. Inleiding **6**

1.1. Algemeen 6

1.2. Voorgenomen activiteiten 7

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden 16

1.4. Aanleiding 17

1.5. Doelstelling 17

1.6. Onderzoeksvragen 17

1.7. Onderzoekskader 18

1.8. Kwaliteitsborging 19

1.9. Bronnen 19

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek **20**

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01) 20

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02) 22

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03) 30

2.4. Geologische gegevens (LS04) 35

2.5. Archeologische waarden (LS04) 51

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05) 64

3. Beantwoording onderzoeksvragen **67**

4. Conclusies en advies **70**

Lijst met afbeeldingen **72**

Lijst met tabellen **73**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **74**

Referenties **76**

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal **79**

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **80**

Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied **81**

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:	Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant			
Gemeenten:	Hellevoetsluis, Goerree-Overflakkee, Moerdijk, Westvoorne, Hoeksche Waard, Geertruidenberg en Drimmelen			
Plaats:	Noordzee en de binnenwateren Haringvliet, Hollandsch Diep en de Amer			
Toponiem:	Nederwiek 3			
Kadastrale gegevens:	n.v.t.			
Kaartbladen:	1801-1, 37W, 34W, 43O, 44W			
Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 536897 N 5824354		
	West	E 513003	Noord	N 5924439
	Oost	E 627542	Zuid	N 5726795
Route versie	NW3_MER1_rev1pt1_BWA_VD_MRD_GTB_230614_1.shp NW3_MER1_rev1pt1_BWA_VD_optieD_230614_1.shp NW3_offshore_tracé_10mLAT_RPLA01_6.shp			
Oppervlakte onderzoeksgebied	Onderzoeksgebied: 1055 km^2			
Lengte tracé	288 km			
Huidig watergebruik	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
Waterstaatkundige gegevens	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming Haringvliet, Hollandsch Diep en de Amer: brakwatercondities			
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Noord-Beveland, Veere en Middelburg			
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	Dhr. J. van Zoonen en Mevr. P. Schouten			
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;			
Deskundige namens het bevoegd gezag:	Mw. M. Snoek (RCE); J. Opdebeeck (RCE); B.I. Smit (RCE)			
ARCHIS zaaknummer:	5448833100			
Periplus-projectcode:	23A008-01			
Periode van uitvoering:	Juli 2023			
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 3.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen het onderzoeksgebied van het Nederwiek 3 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 39 scheepswrakken en een vliegtuigwrak bekend. Op vier 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.

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.

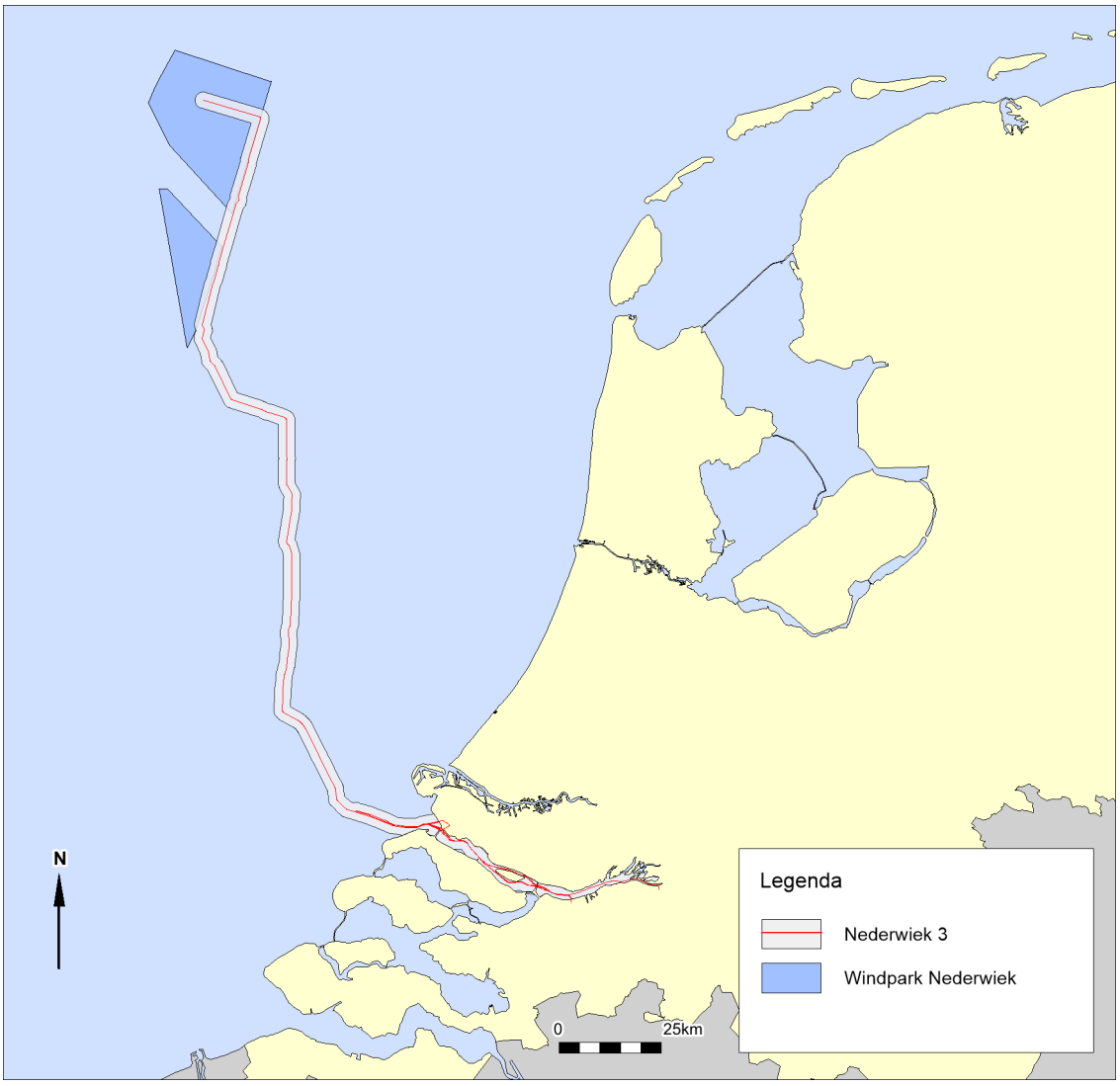
Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Nederwiek 1 en 2 en Alpha, Beta en Gamma in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 3 tracé deels te toetsen. Het geofysisch onderzoek dient nog uitgevoerd te worden voor de gebieden die niet al in kaart zijn gebracht tijdens de geofysische surveyes voor Nederwiek 1 en 2 en Alpha, Beta en Gamma.

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 3. 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 kabel 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[1]

TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee Nederwiek 3.

Het project heeft als doel tijdig de derde gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied Nederwiek (Nederwiek 3) te realiseren en in gebruik te nemen. De kabel dient aan te sluiten op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet bij Geertruidenberg of Moerdijk. Op dit moment wordt de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. In de NRD-fase zijn meerdere tracéalternatieven (door zee/water en over land) en converterstationslocaties op hoofdlijnen gedefinieerd. Het doel van MER fase 1 is het onderzoeken van meerdere alternatieven voor de tracés en converterstationslocaties, zodat daarna een keuze gemaakt kan worden voor een voorkeursalternatief (VKA). Het VKA wordt in meer detail onderzocht in MER fase 2.

Water

1 Tracé door de binnenwateren (BW) Haringvliet, Hollandsch Diep en de Amer
- varianten kruising Haringvlietdam
- varianten loop (Noord of Zuid) van eiland Tiengemeten

Land

2 Tracé Buisleidingstrook (BS). Deze optie komt vanuit de structuurvisie Buisleidingen. In deze strook wordt ook de Delta Corridor ontwikkeld (o.a. waterstofleiding(en)).
- varianten aanlanding Maasvlakte
- Ofwel in de Buisleidingstrook, ofwel buiten, parallel aan de strook

3 Tracé Voorne-Putten – Hoeksche Waard (VH)
- 2 varianten kruising Hollandsch Diep: bij de Buisleidingenstrook of bij de Moerdijkbrug

4 Tracé Goeree-Overflakkee (GO)
- 2 varianten aanlanding Goeree-Overflakkee
- 2 varianten Volkerak Zoommeer: via water of via de volkeraksluizen (land)

Het huidige archeologische bureauonderzoek betreft enkel de tracé-opties op de Noordzee en in de binnenwateren.

Het Net op zee Nederwiek 3 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

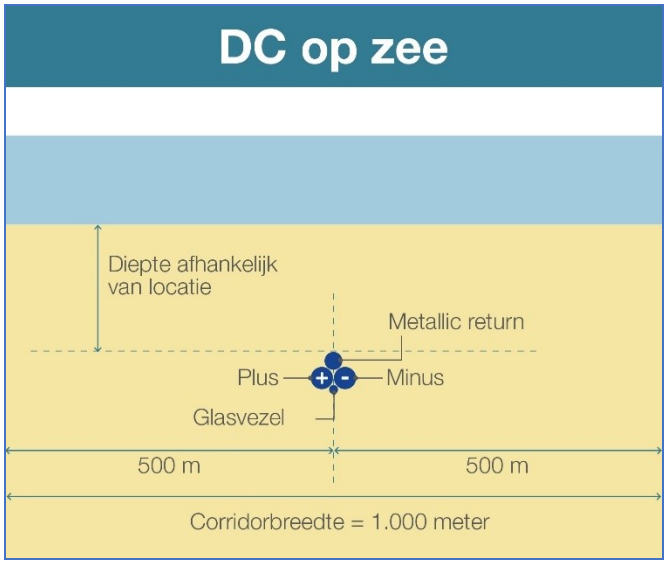
- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van de wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds kabelsysteem op de Haringvliet, het Nieuwe Diep en de Amer voor transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 3. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

[1] Deels overgenomen uit: Uitgangspunten Net op Zee Nederwiek 1 – Ten behoeve van m.e.r. en vergunningaanvragen. TenneT TSO B.V.

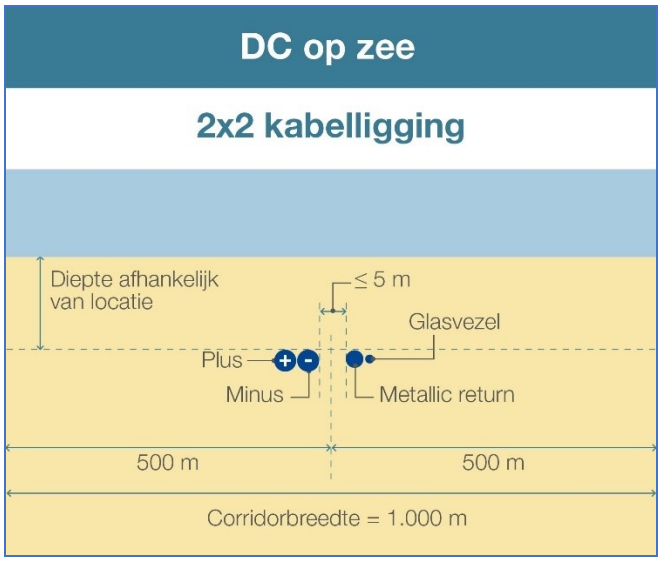
Het kabeltracé wordt gebundeld aangelegd. Binnen de gebundelde aanleg zijn er twee mogelijke configuraties. Op dit moment is nog niet duidelijk welke configuratie gekozen wordt. Dit hangt af van de uitkomst van de kabeltender. In de onderstaande twee afbeeldingen zijn de mogelijke configuraties weergegeven. Voor de lees- en navolgbaarheid van dit document zal voorlopig uit worden gegaan van de gebundelde configuratie (1).

Configuratie 1: Alle 4 de kabels in één bundel tegen elkaar aan gelegd.



Afbeelding 2. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 enkelvoudige ligging op zee (bron: TenneT)

Configuratie 2: 2x2 kabels bij elkaar. De plus en min pool worden bij elkaar gelegd en hoogstens 5m daarnaast liggen dan de metallic return en glasvezelkabel.

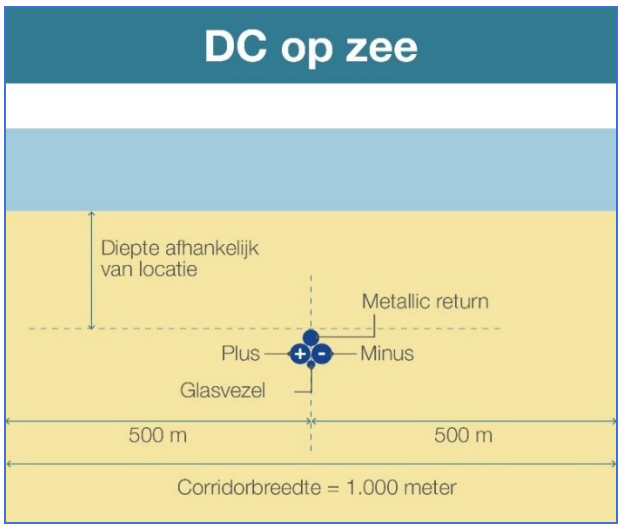


Afbeelding 3. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 enkelvoudige 2x2 ligging op zee

Nederwiek 3	*BWA - Binnenwateren*	
Aanlanding | Variant	*Haringvlietdam, Tiengemeten noord*	
Offshore (>10 m waterdiepte	*206.2*	
Nearshore (<10 m waterdiepte)	*21.9*	
Landstation	*MRD*	*GTB*
Route (DC-verbinding) incl ev bwa oversteek	*37.7*	*61.2*
Totaal	*265.8*	*289.3*

Tabel 3. Lengte tracé Nederwiek 3

Voor het offshore gedeelte van het tracé zijn diverse werksessies belegd met Rijkswaterstaat, de Kustwacht en andere nautische partijen. Voor Nederwiek 3 is in de cNRD een keuze gemaakt uit één van de drie mogelijke routes op zee. Voor de andere Net op zee projecten Nederwiek 1 en 2 is in de NRD gekozen voor de middenroute. Nederwiek 3 sluit hierbij aan. De kabelconfiguratie op zee van Nederwiek 3 ziet er in principe als volgt uit bij een niet-parallelle ligging met andere Net op zee tracés:



Afbeelding 4. Kabelconfiguratie enkelvoudige ligging Nederwiek 3 op zee.

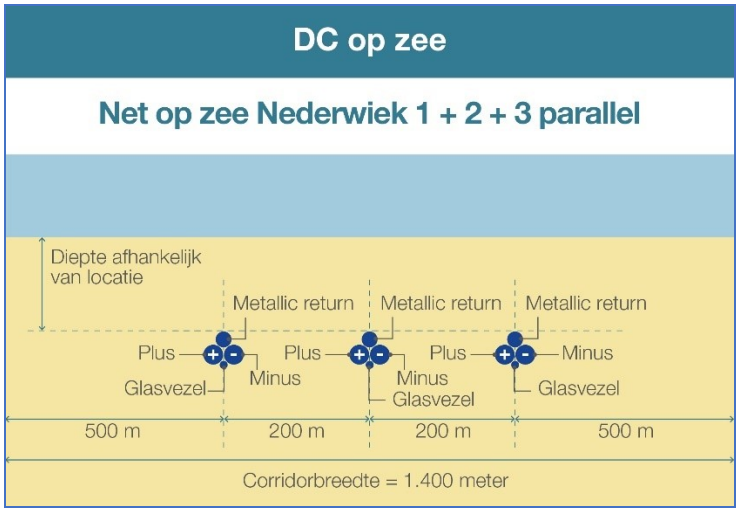
Er is een gronddekking van minimaal 3 meter verplicht vanuit RWS in het kustgebied (binnen 3 km vanuit land) en daarbuiten minimaal 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem in een VSS. Voor het nearshore gedeelte geldt: Een minimum diepte van de kabel op 3 meter onder non mobile reference level (NMRL) en in het slechtste geval 5 meter onder NMRL. TenneT houdt zich aan deze minimale gronddekking, maar bepaalt op basis van de seabed mobility study en de RBBD hoe mobiel het zeebed is (bijvoorbeeld zandgolven) en begraaft de kabels zodanig dat er aan bovenstaande verplichting voldaan wordt onder het NMRL. Momenteel vinden er gesprekken plaats met Rijkswaterstaat om te bekijken of voor het nearshore gedeelte van het tracé deze diepte beperkt kan worden.

Daarnaast is een grotere ingraafdiepte afhankelijk van de onderhoudsstrategie van TenneT, vergunningseisen en onder andere de plaatselijke morfologische dynamiek. In principe is de gehanteerde strategie bury-and-would-like-to-forget, tenzij door bijvoorbeeld morfologische dynamiek blijkt dat een strategie bury-and-maintain gehanteerd moet worden. De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 5 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen (bij gelijktijdig leggen en begraven van de kabel). Bij een ligging dieper dan 5 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Deze aanname gaat uit van het slechtste geval. Andere technieken vereisen minder baggeren, maar zijn in beperktere mate beschikbaar in de markt.

In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking onder NMRL. Omdat de Voordelta zeer dynamisch is, kan dit in praktijk op sommige plekken resulteren in een (veel) grotere gronddekking.

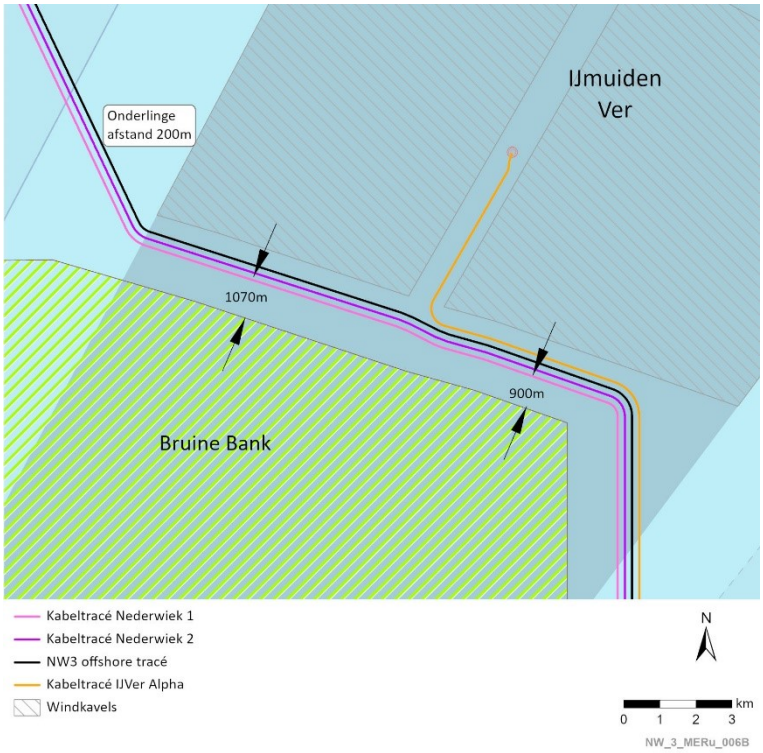
De gehanteerde terminologie is "parallelligging" waar het betreft de situering van de afzonderlijke tracés t.o.v. elkaar. Bij parallelligging van twee of meer tracés op zee kunnen de onderhoudszones van verschillende verbindingen gecombineerd worden. De totale breedte van de corridor is daardoor bij parallelligging smaller dan de som van aparte verbindingen. Bij parallelligging in de standaard configuratie met 200 meter tussenafstand is voor twee tracés een corridorbreedte van 1.200 meter nodig en voor drie tracés 1.400 meter etc. De passages nabij windenergiegebieden Nederwiek en HKW vormen hier een uitzondering op, vanwege de beperkte ruimte liggen de kabels van Nederwiek daar op een kleinere afstand van respectievelijk 150 meter en 100 meter.

De kabelconfiguratie van de standaard parallelligging tussen alleen de Net op zee projecten Nederwiek 1, 2 en 3 ziet eruit zoals in de afbeelding hieronder. De uiteindelijke configuratie hangt af van de uitkomst van de kabeltender.



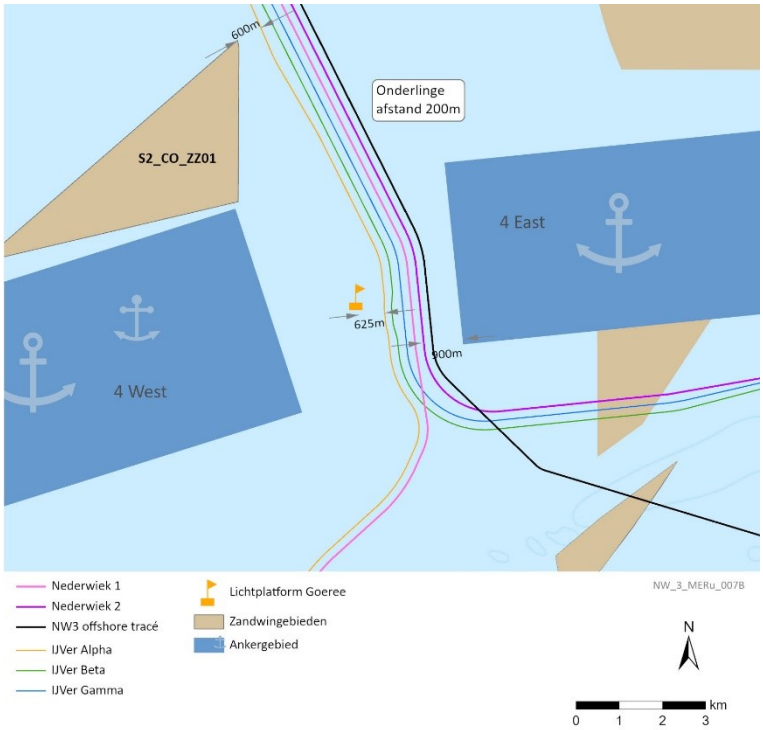
Afbeelding 5. Standaard kabelconfiguratie parallelligging Nederwiek 1, 2 en 3.

De tracés van Nederwiek 1, Nederwiek 2, Nederwiek 3 en IJmuiden Ver Alpha lopen offshore vanaf de zuidzijde van de windkavels van IJmuiden Ver Alpha (zie kaartje) tot aan lichtplatform Goeree parallel aan elkaar.



Afbeelding 6. Detailkaart passage noordzijde Bruine Bank en zuidzijde windkavels IJmuiden Ver

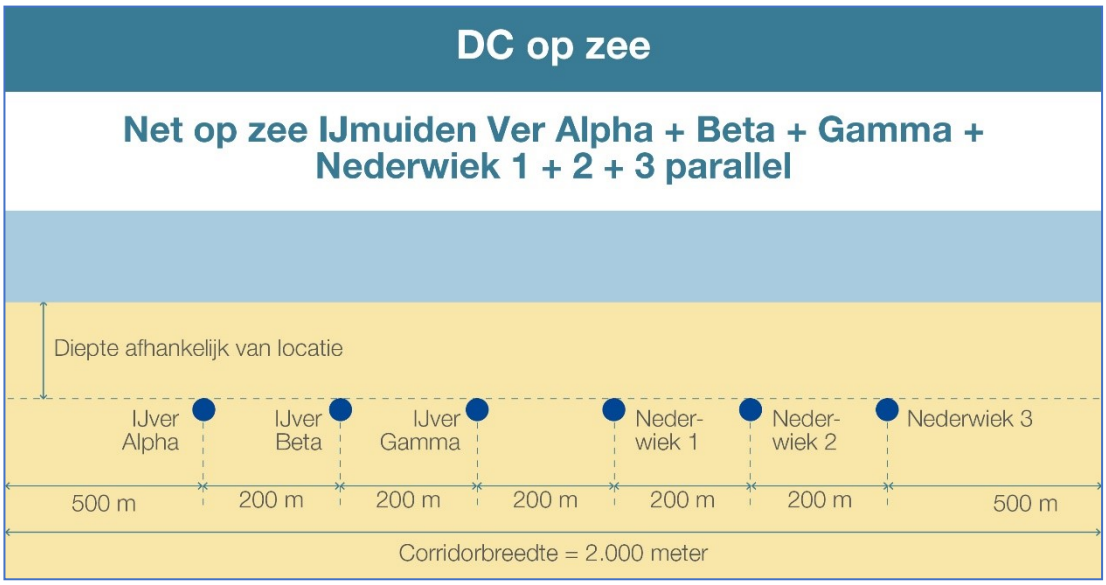
Daarna vervolgen Nederwiek 1 en Nederwiek 2 hun eigen weg naar de Veerse Gatdam en Maasvlakte. Nederwiek 3 loopt vervolgens naar de Haringvlietdam.



Afbeelding 7. Overzichtskaart parallelligging Nederwiek 1, 2 en 3 & IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

Het tracé van Nederwiek 3 begint vanaf het platform eerst parallel te lopen aan Nederwiek 2. Dit gebeurt van het moment dat Nederwiek 3 de corridor tussen de windkavels in oostelijke richting verlaat. Vervolgens voegt IJmuiden Ver Alpha zich ter hoogte van de noordzijde van de Bruine Bank bij de twee Nederwiek tracés. Aan de noord-westzijde van Hollandse Kust (west) voegen ook IJmuiden Ver Beta en Gamma zich bij de tracés van Nederwiek 3 & 2 en IJmuiden Ver Alpha. De vijf tracés lopen tot het lichtplatform Goeree parallel aan elkaar. Daarna buigen IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 oostwaarts af richting de Maasvlakte en vervolgen de tracés van IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 zuidwaarts hun weg richting de Veerse Gatdam.

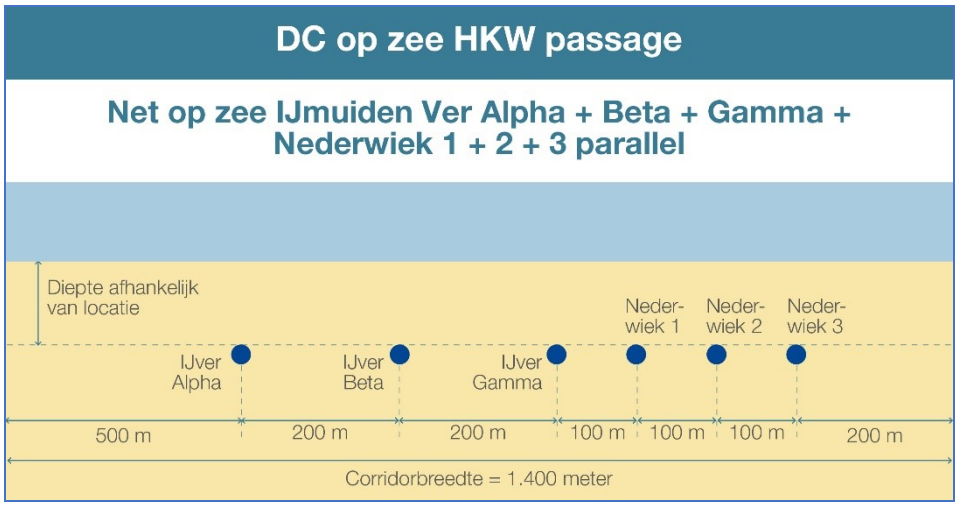
Qua onderlinge kabelconfiguratie ziet deze hiervoor omschreven parallelligging er als volgt uit:



Afbeelding 8. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 & Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

De passage langs windenergiegebied Hollandse kust (west) HKW kenmerkt zich door de ligging van de Bruine Bank met verstoringsgebied van 1.500m aan de westzijde van de kabeltracés en aan de oostzijde windenergiegebied HKW. Daarnaast hebben de tracés van Net op zee Nederwiek te maken met de vastgestelde ligging van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. In overleg met de nautische autoriteiten is besloten om de ligging van de IJmuiden Ver projecten te handhaven op een onderlinge afstand van 200m en de Nederwiek 1, 2 en 3 kabeltracés aan de oostzijde hiervan te leggen. Om voldoende afstand te houden tot het windenergiegebied HKW en toekomstige ontwikkelingen niet in de weg te liggen zijn de kabels van Nederwiek 1, 2 en 3 bij de passage van HKW op een onderlinge afstand van 100m gelegd.

Dat levert onderstaande kabelconfiguratie op voor de passage HKW. Nadat HKW is gepasseerd wordt de onderlinge afstand weer teruggebracht naar de basis configuratie met een onderlinge afstand van 200m.



Afbeelding 9. Kabelconfiguratie passage windenergiegebied HKW

In de Voordelta is een bredere onderhoudszone van 750 meter aan weerszijden van de hartlijn gedefinieerd. Bij de entree van de Voordelta verbreedt de corridor van 1000 meter naar 1500 meter. Een bredere corridor voor de nearshore passage is noodzakelijk om tijdens de aanlegfase zeker te weten dat de kabel op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd kan worden[2]. Dit vanwege de morfologie en ligging van de stroomgeulen. Van deze situatie is geen afbeelding beschikbaar.

De binnenwateren een andere dynamiek dan de Noordzee en het meer wordt aan weerszijden begrensd door land. De brede kabelcorridors die in een gebundelde variant op zee worden gehanteerd zijn niet toepasbaar in de Haringvliet, het Nieuwe Diep en de Amer. In de binnenwateren wordt daarom een smallere onderhoudszone aangehouden dan op zee. Vanuit onderhouds- en veiligheidsperspectief wordt daarom vanuit TenneT een kabelcorridor van 100m in de binnenwateren voorgesteld (2x50m aan weerszijden van de kabel). Waarbij IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 3 op 50m van elkaar liggen.

Bredere corridor nearshore

Door Waterproof is aanvullend onderzoek uitgevoerd ten behoeve van MER fase 2 van IJmuiden Ver Alpha naar de nearshore passage door de vaargeul van Roompot. De conclusie is dat indien de kabel op het diepste punt in de stroomgeulen gelegd kan worden dat dit over de levensduur van de kabel betekent dat er alleen maar meer gronddekking op de kabel komt.

Een bredere corridor voor de nearshore passage van 1.500m is daarbij noodzakelijk om tijdens de aanlegfase zeker te weten dat de kabel op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd kan worden. Om de kabel in het diepste deel van de geulen aan te kunnen leggen heeft TenneT voor de nearshore passage (vanaf de Haringvlietdam tot waar ongeveer de NAP -20m wordt gekruist) een corridor van 1.500m breedte nodig. In deze corridor van 1.500m breedte komen IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 1, 2 & 3 dan naast elkaar te liggen op 200m afstand.

Na de splitsing van de corridor loopt Nederwiek 3 richting de Haringvlietdam door het Slijkgat. Door de dynamische waterbodem zal het tracé hier zoveel mogelijk de vaargeul volgen langs de noordzijde van Goeree-Overflakkee. Vervolgens wordt de vaargeul gekruist en wordt aangeland aan de noordwestzijde van de Haringvlietdam.

[2] Bron: TenneT.

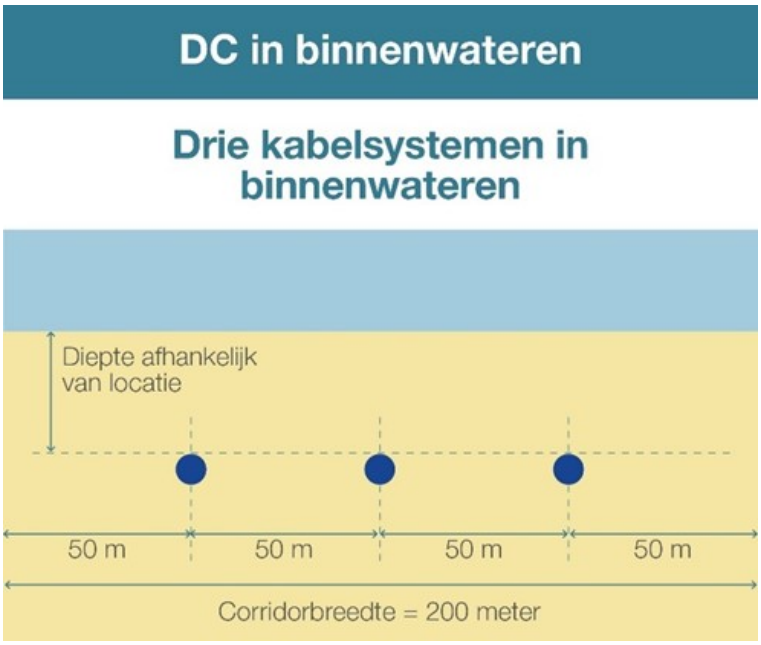
Binnenwatertracé (Haringvliet, Hollandsch Diep en Amer)

Het kabeltracé van Nederwiek 3 loopt na de kruising van de Haringvlietdam door de binnenwateren Haringvliet, Hollandsch Diep en indien naar Geertruidenberg ook door de Amer. De binnenwateren kennen een andere dynamiek dan op zee en zijn (veel) smaller dan de Noordzee. Daardoor is de gehanteerde kabelcorridor in een gebundelde variant van 1.000 meter (2x500 meter aan weerszijden van de kabel) hier niet hanteerbaar.

Vanuit onderhouds- en veiligheidsperspectief stelt TenneT daarom een kabelcorridor van 100 meter in de binnenwateren voor (50 meter aan weerszijden van de kabelsystemen).

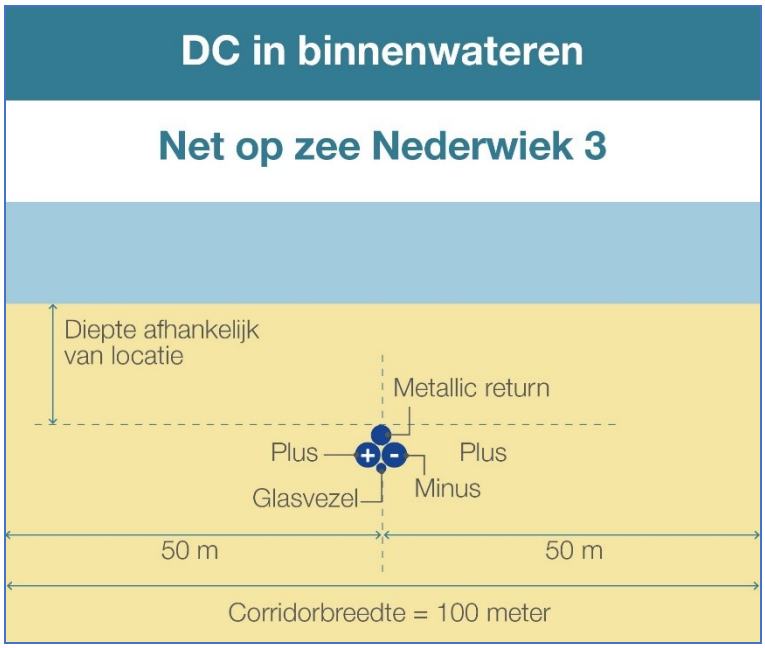
VAWOZ 2040

Het is de bedoeling om bij de MER-onderzoeken naar mogelijke effecten op de binnenwateren twee extra kabelsystemen voor VAWOZ 2040 te onderzoeken. De configuratie van de drie kabelsystemen in het binnenwater tot aan Moerdijk ziet er als volgt uit:



Afbeelding 10. drie 2GW DC kabelsystemen in de binnenwateren Haringvliet en Hollandsch Diep

Omdat er maar één kabelsysteem aangesloten kan in Geertruidenberg zullen er twee kabelsystemen aanlanden in Moerdijk. Het kabeltracé vanaf Moerdijk ziet er dan als volgt uit:



Afbeelding 11. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 Binnenwateren Amer

In overleg met Rijkswaterstaat wordt gekeken wat de meest optimale route is door het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Amer. Voorkeur voor TenneT is om dit door het diepste deel van de binnenwateren heen te doen om zo min mogelijk te hoeven baggeren. Na overleg met nautisch adviseurs van Rijkswaterstaat zijn er nog enkele varianten toegevoegd aan de binnenwaterroute. Voor de binnenwaterroute tot Moerdijk geldt dat er rekening wordt gehouden met een toekomstige aanlanding van 2 x 2 GW extra windenergie. De onderlinge afstand van deze toekomstige aanlandingen tot het kabelsysteem van Nederwiek 3 zijn 50 meter en aan het uiteinde van elk kabelsysteem ook 50 meter. Onderstaande kaart geeft de ligging van Nederwiek 3 in de binnenwateren weer en de afbeelding daaronder geeft de mogelijke configuratie weer.

Aanlegmethode in het binnenwater

De aanleg in de binnenwateren kan met een Vertical Injector zijn of met een ploeg. Voor de Vertical Injector geldt dat er water in de bodem wordt gespoten waardoor de bodem fluïde wordt en door de Vertical Injector de kabel op diepte kan worden gebracht. Daarbij zal in en bij de bodem sediment opgewoeld worden, maar enkel in en op de waterbodem. Dat is onvergelijkbaar met baggeren wat betreft vertroebeling. Het is in orde van grootte meer vergelijkbaar met de vertroebeling die ontstaat bij het slepen van netten door vissers. Na de uitkomsten van de surveys begin 2024 zal worden besloten wat de meest geschikte aanlegmethode voor het tracé door de binnenwateren.

Baggeren binnenwateren

Er zal in de binnenwateren gebaggerd moeten worden voor de aanleg van de kabel. Het baggeren is nodig om voldoende diepgang te creëren voor de aanlegschepen. Het baggervolume en de locatie van de baggerwerkzaamheden zullen duidelijk worden in een later stadium van het project. De benodigde informatie komt voort uit surveys waarvan de eerste resultaten naar verwachting begin 2024 beschikbaar zullen zijn.

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden[3]

De kabel van Nederwiek 3 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 een kabel 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 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 uit bestaande databronnen 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.

[3] Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

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) de 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 zee en de binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en Amer.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems) en S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems).

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het Pleistoceen en het Vroeg Holoceen is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het '*North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF*)' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-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)

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*).

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 76.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 74.

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 het kabeltracé als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om de platforms op zee van Nederwiek 3 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 kabel op zee om de kans op schade aan de kabel, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabel over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabel ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabel zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor een kabel op zee en in de Haringvliet, Hollandsch Diep en de Amer zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven[4].

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabel 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 kabel opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabel 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 de kabel 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 installeren van de kabel "*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.

Een kabel wordt 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 een

[4] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

kabel op zee en in de binnenwateren streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabel 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 een kabel houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het tracé wordt door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabel gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolge van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de *trenchdiepte* in dit deel van het 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 en bij de Haringvlietdam.

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 een platform 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 12. 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 staan vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

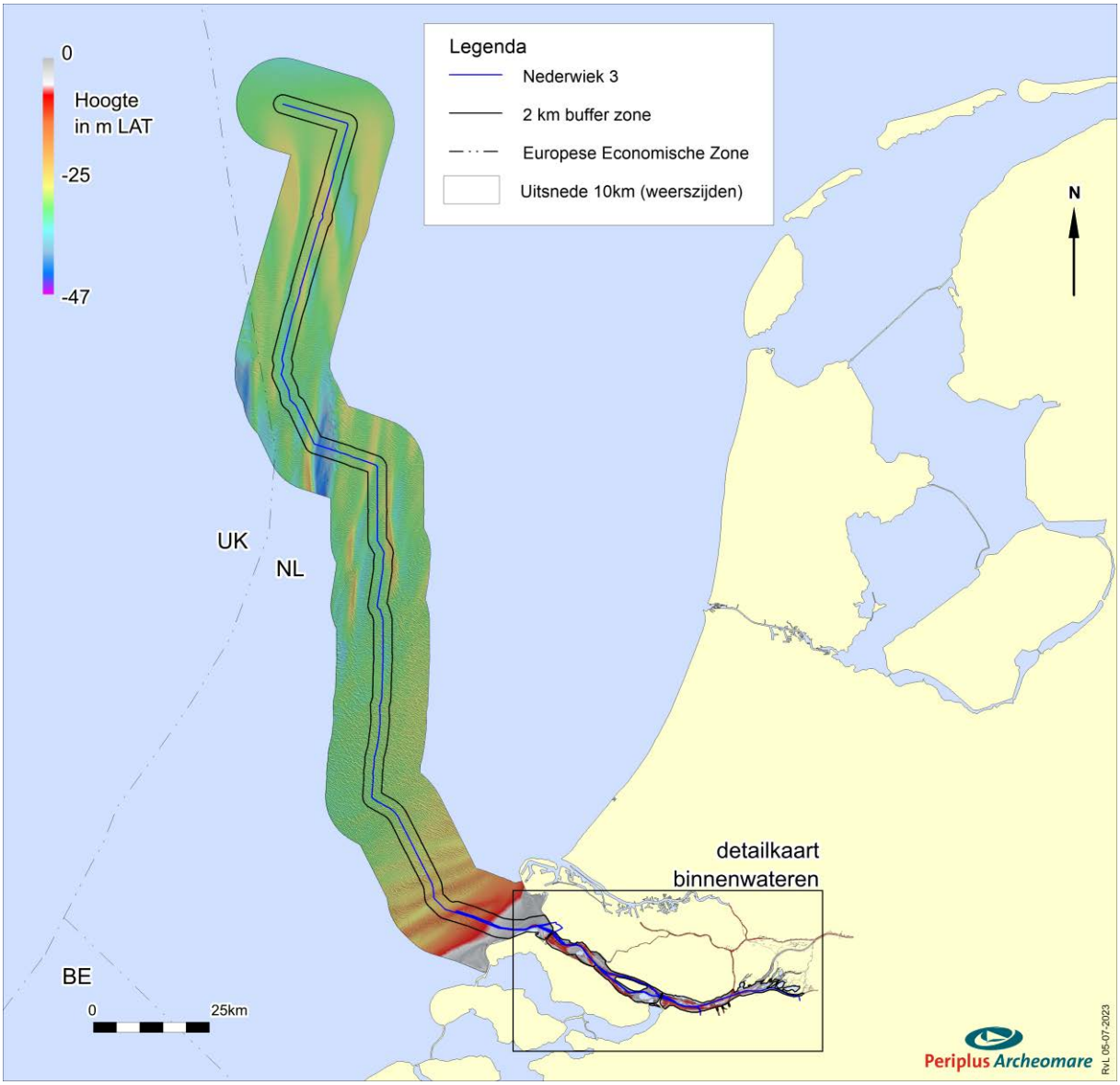
De volgende kabels komen (mogelijk) in de kabelcorridor tussen de windkavels te liggen:

- 525 kV DC kabel Net op zee Nederwiek 3;
- 525 kV DC kabel mogelijke interconnector tussen VK en Nederland;
- Een AC kabel als mogelijke verbinding naar olie/gas platform;

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 13 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 in de binnenwateren (1x1m grid, 2023).

De ligging van de zeebodem binnen de 2 kilometer bufffezone van het tracé dat loopt van het Nederwiek 3-platform tot de Haringvlietdam (offshore + Voordelta + nearshore) varieert van -41.7 m tot -0.8 m LAT. De gemiddelde diepte is 25.4 m.



Afbeelding 13. Hoogte van de waterbodem langs het tracé

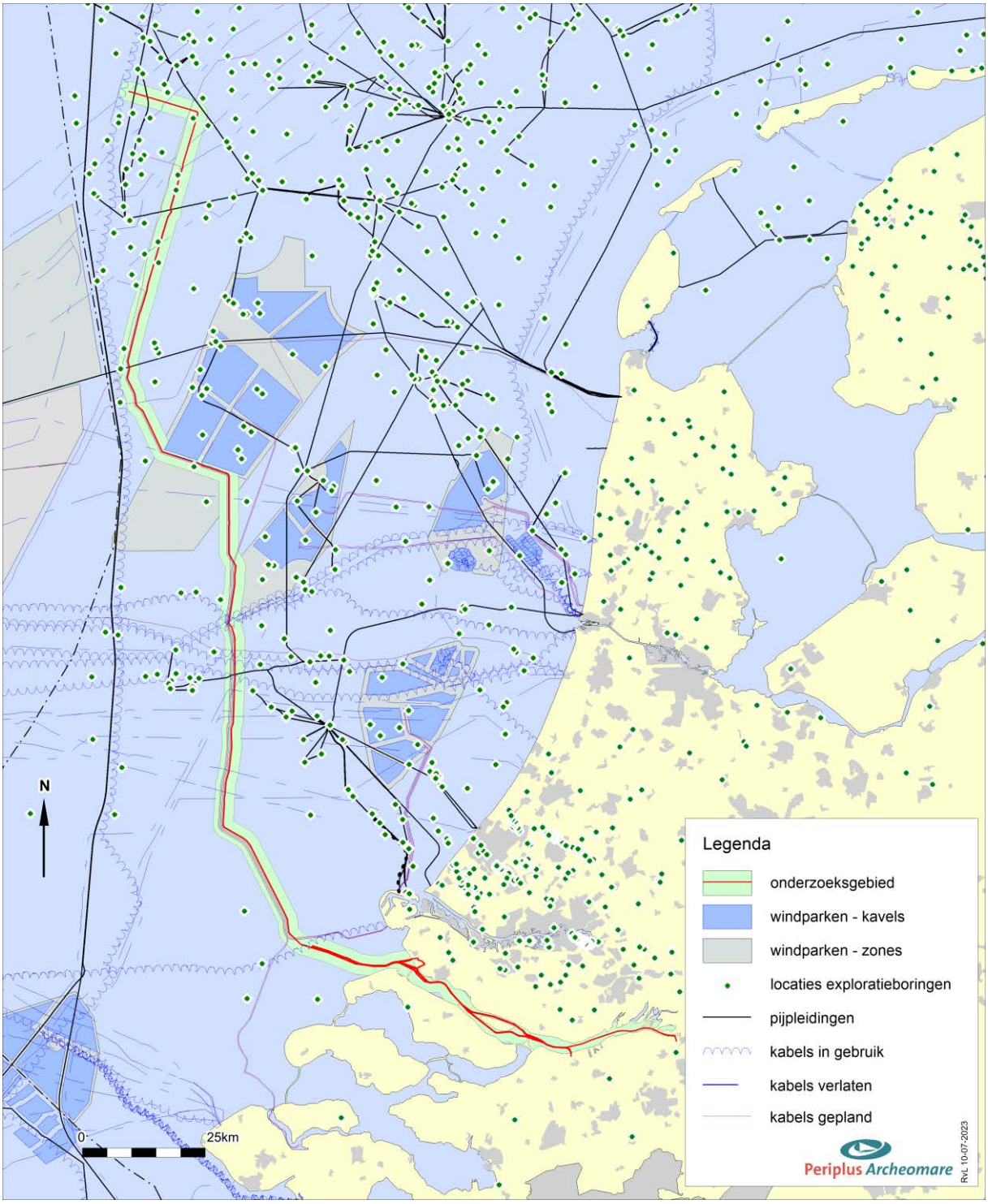
De afbeelding op de volgende pagina toont de detailkaart van de binnenwateren.



Afbeelding 14. Hoogte van de waterbodem de Haringvliet (boven), Hollandsch Diep en Amer (onder)

Het tracé kruist verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de doorkruiste kabels en leidingen is weergegeven in afbeelding 15. 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[5]. Deze kabels kunnen tijdens de route survey met magnetometers opgespoord en in kaart worden gebracht. Een overzicht van de aantallen doorkruiste kabels en pijpleidingen is weergegeven in respectievelijk tabel 5 en afbeelding 15.

[5] Bron: TenneT.



Afbeelding 15. Kruisende kabels en leidingen

Kruisende kabel	Aantal
In gebruik	7
Toekomstig	7
Verlaten	14
Totaal	28

Tabel 5. Status en aantal kruisende kabels (bron: RWS feb. 2023)

Een overzicht van de kabels die het Nederwiek 3 kabeltracé kruisen is opgenomen in tabel 6.

RWS-nr	Naam	Type	Soort	Methode	Van	Naar	Status
KB0020	BRITNED route	Koper	Elektra	-	Splitsing MV2	Engeland	Ingebruik
KB0030	Ulysses 2	Glasvezel	Telecom	Geploegd	IJmuiden (NL)	Lowesoft (GB)	Ingebruik
KB0045	Circe 1 North	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Lowesoft (GB)	Ingebruik
KB0029	PANGEA Segment 2	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	Ingebruik
KB0003	Concerto 1 Segment 1 North	Onbekend	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Sizewell (GB)	Ingebruik
KB0067	UK - NL 14	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	Verlaten
KB0074	Atlantic Crossing 1Segment B1	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	Ingebruik
KB0019	UK - NL 6	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Katwijk (NL)	Covehite (GB)	Verlaten
KB0051	UK - NL 4	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0033	Hermes 1	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Aldeburgh (GB)	Verlaten
KB0001	UK - NL 5	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0002	Concerto 1 Segment 1 East	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Zeebrugge (B)	Verlaten
KB0065	UK - NL 10	Coaxiaal	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0010	Winterton - Borkum 1	Onbekend	Telecom	-	Winterton (GB)	Borkum (D)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0014	UK - Germany 4	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Winterton (GB)	Spiekeroog (D)	Verlaten
KB0073	UK - Germany 3	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Winterton (GB)	Borkum (D)	Verlaten
KB0015	Rembrandt 1	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0115	Circe north 2 replacement Zeus	Glasvezel	Telecom		Zandvoort	UK	Toekomstig
KB0113	Scylla kabel	Glasvezel	Telecom		IJmuiden	Lowestoft	Ingebruik
KB0110	Neuconnect	Koper	Elektra		Isle of Grain (UK)	Wilhelmshaven	Toekomstig
KB0122	noz IJmuiden Ver Alpha	Koper	Elektra		IJmuiden Ver Alpha	Borssele	Toekomstig
KB0121	noz IJmuiden Ver Beta	Koper	Elektra		IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	Toekomstig
KB0123	noz IJmuiden Ver Gamma	Koper	Elektra		IJmuiden Ver Gamma	Maasvlakte	Toekomstig
KB0125	noz Nederwiek 2	Koper	Elektra		Nederwiek 2	Maasvlakte	Toekomstig
KB0107	ICENI	Glasvezel	Telecom		Callantsoog	Winterton	Toekomstig
KB0018	TAT Segment I	Glasvezel	Telecom	Geploegd	Katwijk (NL)	Saint Valery en Caux (F)	Verlaten
KB0025	UK - DK 3	Coaxiaal	Telecom	Surface Laid	Winterton (GB)	Romo (DK)	Verlaten

Tabel 6. Kruisende kabels (bron: RWS feb. 2023)

Een overzicht van de pijpleidingen die het Nederwiek 3 kabeltracé kruisen is opgenomen in tabel 7tabel 6.

RWS-nr	Diameter	Status	Stof	Van	Naar	Operator
PL0173_PR	8-inch	Actief	Gas	P11-B-De Ruyter	Aftakking naar P15-D	Dana
PL0176_PR	36-inch	Actief	Gas	Balgzand (NL)	Bacton (GB)	BBL Company
PL0098_PR	24-inch	Actief	Gas			Wintershall
PL0110_PR _HS	10/2-inch	Verlaten	Gas/Methanol	K10-V	K10-C	Wintershall
PL0004_PR	36-inch	Actief	Gas	K13-AP		Wintershall

Tabel 7. Kruisende pijpleidingen (bron: RWS feb. 2023)

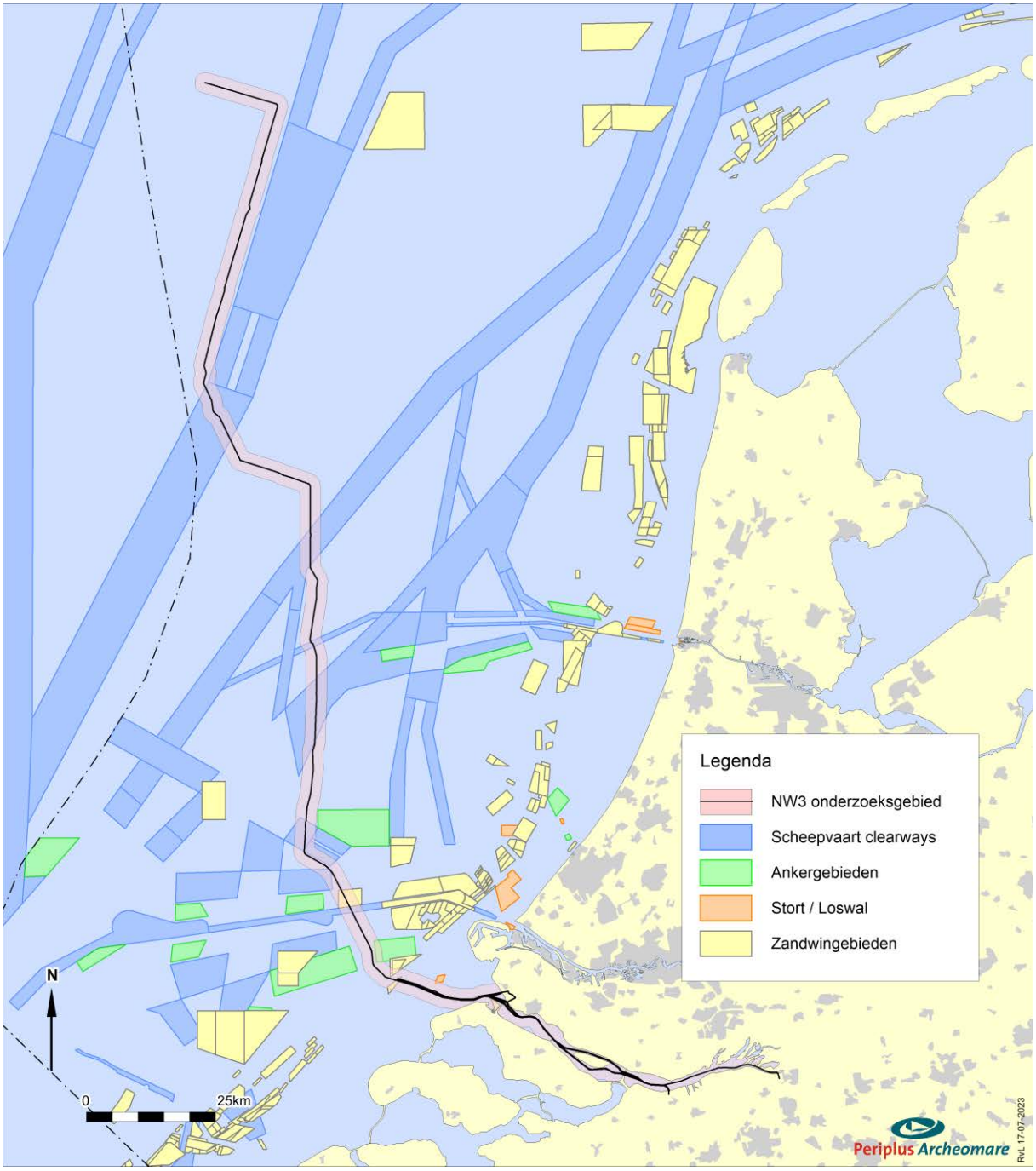
In het onderzoeksgebied zijn 8 boorgaten van exploratieboringen bekend. Deze boringen zijn opgenomen in tabel 8. Het aantal boringen in deze tabel is 13, doordat sprake is van batch-drilling en sidetracks op de locatie van K11-FA en een sidetrack op de locatie van K14-10.

Locatie	Boorgatcode	NITG-nr	WGS84-E	WGS84-N	Startdatum	Einddatum
K11-03	K11-03	BK110092	527857	5917001	15-08-72	28-10-72
K11-FA	K11-FA-101	BK110086	522673	5922239	07-04-79	29-05-79
	K11-FA-102	BK110087	522673	5922239	30-05-79	14-07-79
	K11-FA-102-S1	BK110118	522673	5922239	14-07-79	19-07-79
	K11-FA-102-S2	BK110088	522673	5922239	19-07-79	17-08-79
	K11-FA-103	BK110089	522673	5922239	04-06-89	12-09-89
K13-12	K13-12	BK130122	520684	5891883	14-02-85	07-03-85
K14-06	K14-06	BK140118	524323	5902425	13-01-77	20-03-77
K14-10	K14-10	BK140102	524687	5905502	23-04-87	07-06-87
	K14-10-S1	BK140103	524687	5905502	12-06-87	26-06-87
K16-01	K16-01	BK160041	520795	5887668	18-04-75	23-05-75
P01-03	P01-03	BP010057	513749	5870211	01-05-80	01-06-80
P05-01	P05-01	BP050076	527971	5846194	04-07-68	07-09-68

Tabel 8. Exploratieboringen in het onderzoeksgebied van Nederwiek 3

Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en (verlaten) zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta juli 2023). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 16.



Afbeelding 16. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 3

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in- en rondom het onderzoeksgebied is weergegeven in afbeelding 17. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 9[6].



Afbeelding 17. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

[6] Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.

Archis nr | Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
4983764100	Net op Zee IJmuiden Ver (Gamma)	IVO	2023	Periplus Archeomare
4983764100	Net op Zee IJmuiden Ver (Beta)	IVO	2023	Periplus Archeomare
4983764100	Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha)	IVO	2023	Periplus Archeomare
5387646100	Net op zee Nederwiek 2	IVO	2023	Periplus Archeomare
5387646100	Net op zee Nederwiek 1	IVO	2023	Periplus Archeomare
5283511100	Net op zee Nederwiek 2	BO	2022	Periplus Archeomare
5283511100	Net op zee Nederwiek 1	BO	2022	Periplus Archeomare
5130745100	MER fase 2 Gamma	BO	2021	Periplus Archeomare
5330694100	Windenergiegebied IJmuiden Ver - kavel 5 en 6	IVO - VC*	2023	Periplus Archeomare
5330694100	Windenergiegebied IJmuiden Ver - kavel 5 en 6	IVO	2023	Periplus Archeomare
4979374100	Windenergiegebied IJmuiden Ver - kavel I - IV	IVO - VC	2023	Periplus Archeomare
4979374100	Windenergiegebied IJmuiden Ver - kavel I - IV	IVO	2023	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
4637001100	Windenergiegebied IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare

Tabel 9. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Betekenis afkortingen:

- BO = Bureauonderzoek
- IVO = Inventariserend veldonderzoek (opwater – assessment van geofyische data)
- IVO - VC = Inventariserend veldonderzoek (opwater – assessment van vibrocore monsters)
- * lopend project

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 76.

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[7].

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

[7] Gaffney e.a. 2005.

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 19). 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[8]. Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 20). 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.

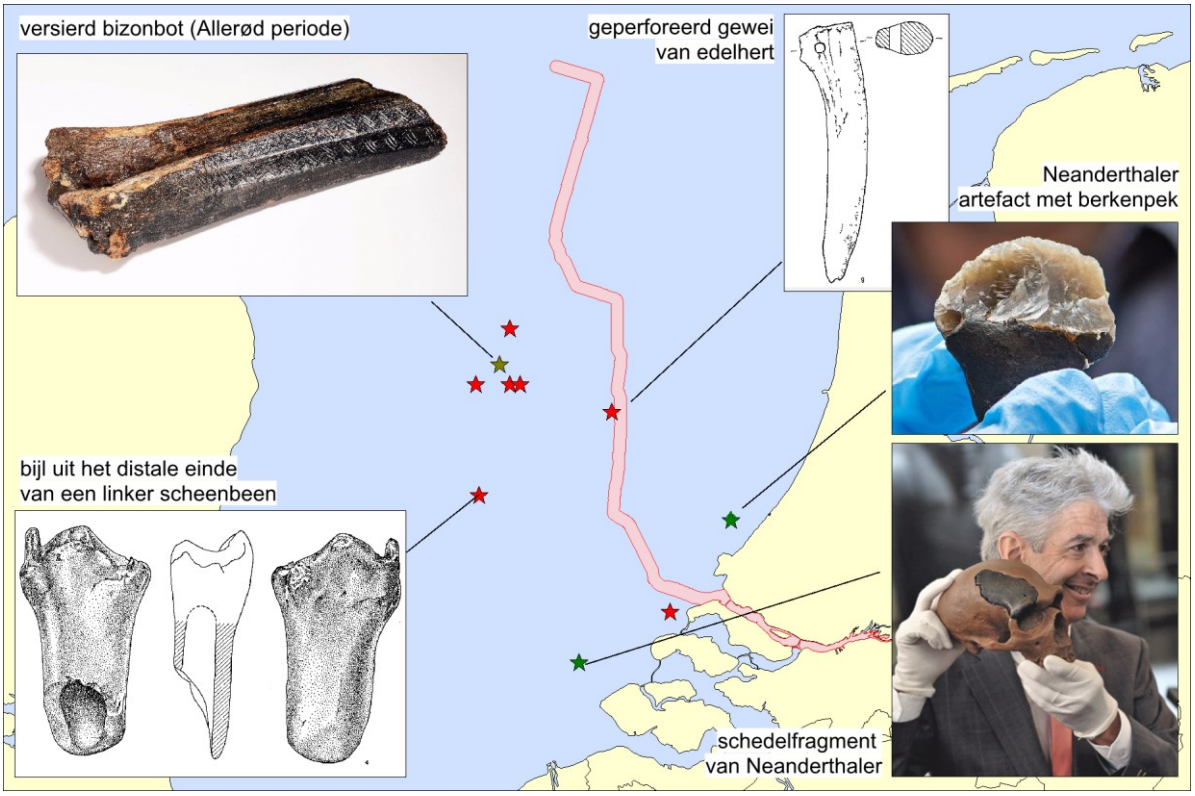


Afbeelding 18. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)

[8] Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 19. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 20. 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[9]. 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[10].

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[11].

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

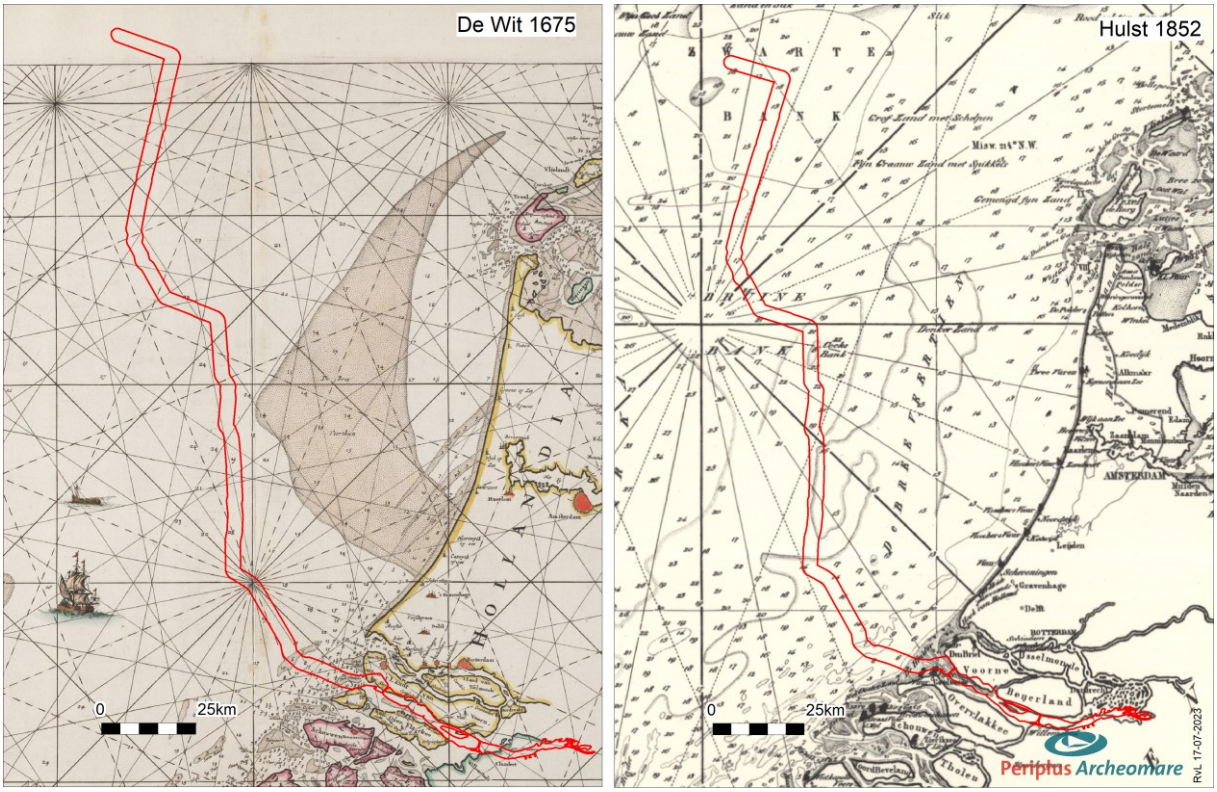
De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland[12]. Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee[13]. Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg[14]. 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 17e 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.

[9] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[10] Moree 2015.
[11] Verhart 2005 159.
[12] Hessing 1995, 98.
[13] Dijkstra en Ketelaar 1965.
[14] Waasdorp 1999.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland[15]. 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[16]. 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[17]. 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 21. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852).

[15] Van de Noort 2011.
[16] Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.
[17] https://www.zalig-zeeland.com/zeeuwse-almanac/veere-bakermat-van-de-koninklijke-marine.

Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

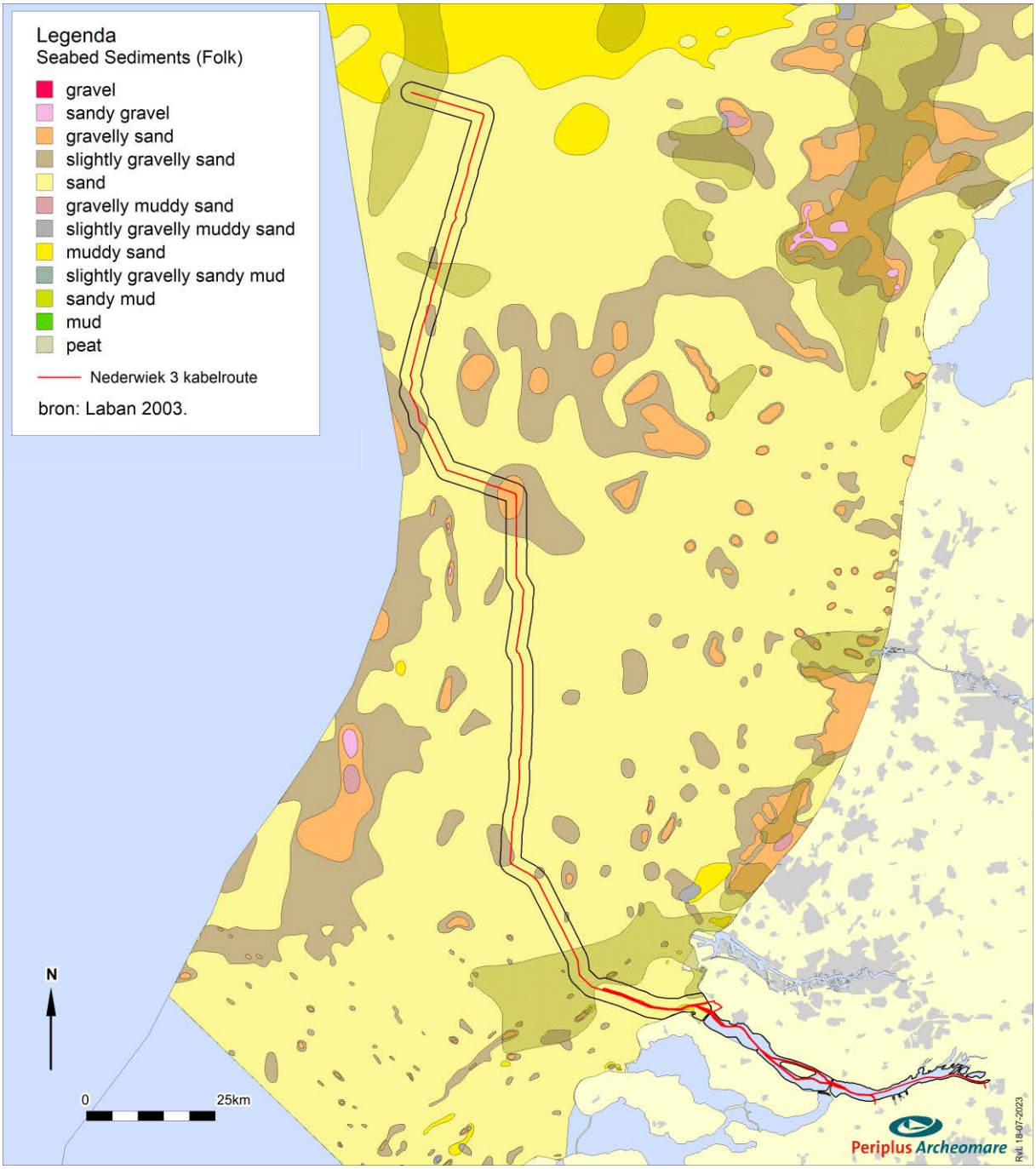
2.4. Geologische gegevens (LS04)

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 22). Ten noordwesten van de Voordelta kruist het kabeltracé van Nederwiek 3 een gebied waar volgens de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) veen voorkomt. Veenvoorkomens zijn ook gekarteeerd ter plaatse van de Nederwiek 3 platformlocatie.

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 40 meter.



Afbeelding 22. Oppervlaktesedimenten

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 23).

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

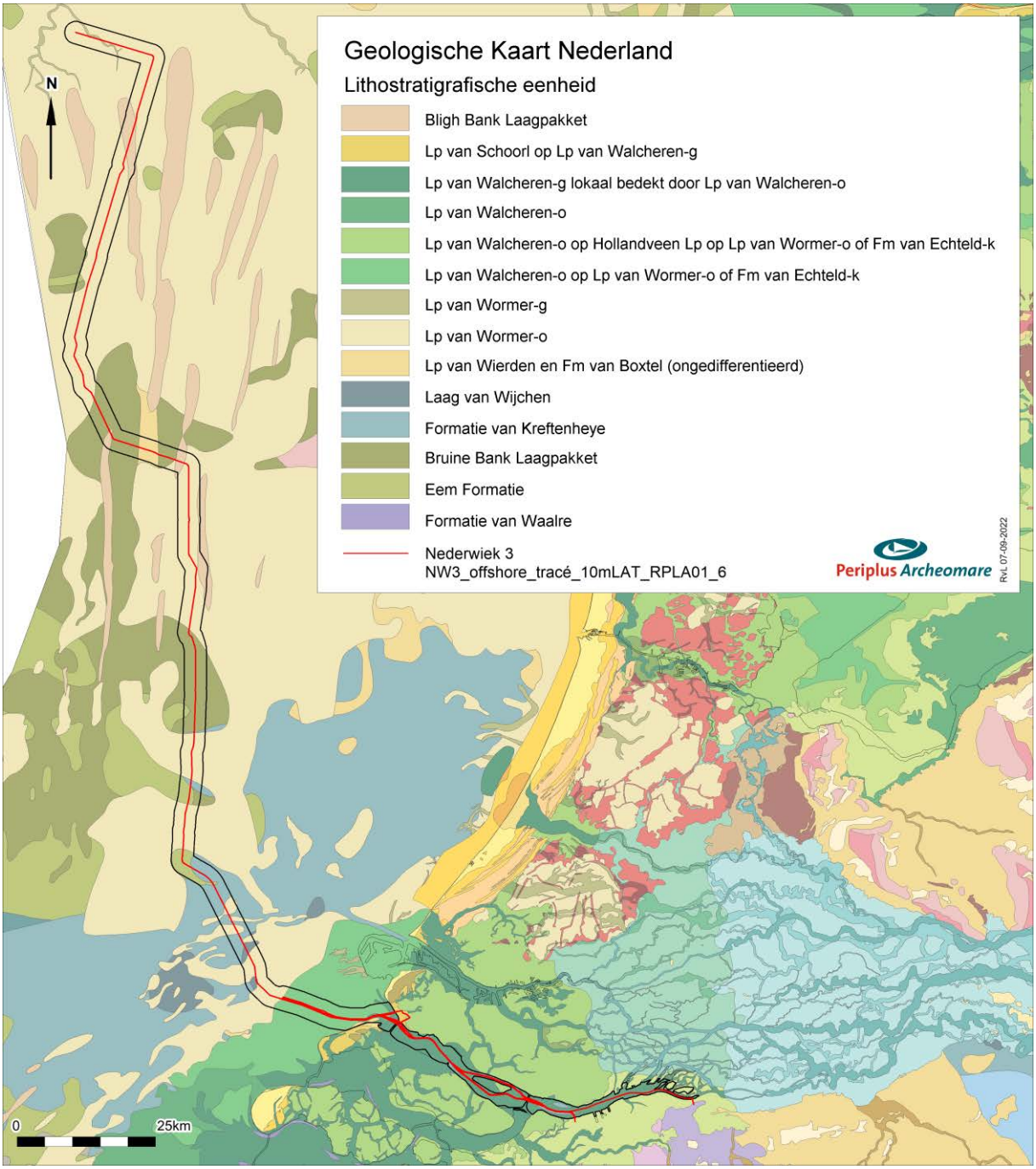
Laagpakket schuil gaan. Dekzand (Fm van Boxtel | Lp van Wierden) en löss (Fm van Boxtel | Lp van Schimmert) worden alleen weergegeven als de dikte meer dan 2 m bedraagt. Dit betekent dat de *Formatie van Boxtel* ook kan voorkomen op plaatsen waar deze niet gekarteerd is.

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 10.

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	74 - 12
Eem	Bruine Bank	brak-marien lagunair en fluviatiel gevoed lacustrien	Vroeg Glaciaal	115 - 74
		marien	Eemien	130 - 115

Tabel 10. 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 23.



Afbeelding 23. 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. Bij de zeegaten tussen de Zeeuwse eilanden bestaat het *Laagpakket van Walcheren* vooral uit zandige geulopvullingen. De diepe geulen snijden vroeg-*pleistocene* meanderend fluviatiele en estuariene afzettingen van de Rijn en Maas aan. Deze kleien en zanden worden tot de *Formatie van Waalre* gerekend. 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[18]. Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het aannemelijk dat de kabel plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 24).



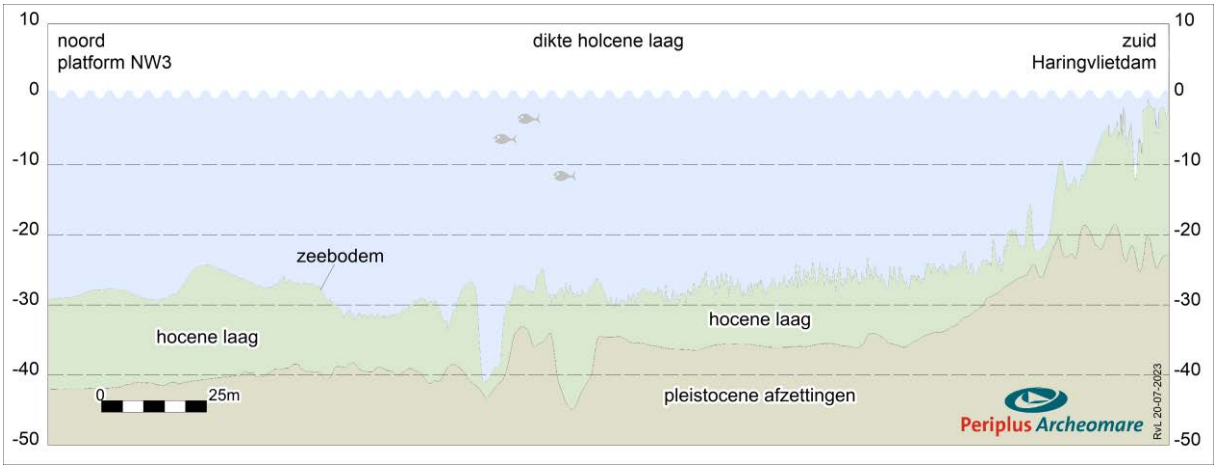
Afbeelding 24. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

[18] 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 sectie vanaf de platformlocatie tot aan het punt waar Nederwiek 3 parallel gaat lopen aan de Nederwiek 2 kabel is de minimum dikte van de *holocene* laag meer dan 10 m. In de parallelle offshore sectie van het tracé bedraagt de minimum dikte van de *holocene* laag iets meer dan 0 m. Dit betekent dat *pleistocene* afzettingen dicht onder de zeebodem liggen of zelfs plaatselijk dagzomen. Dit geldt ook voor de tracés in de binnenwateren.



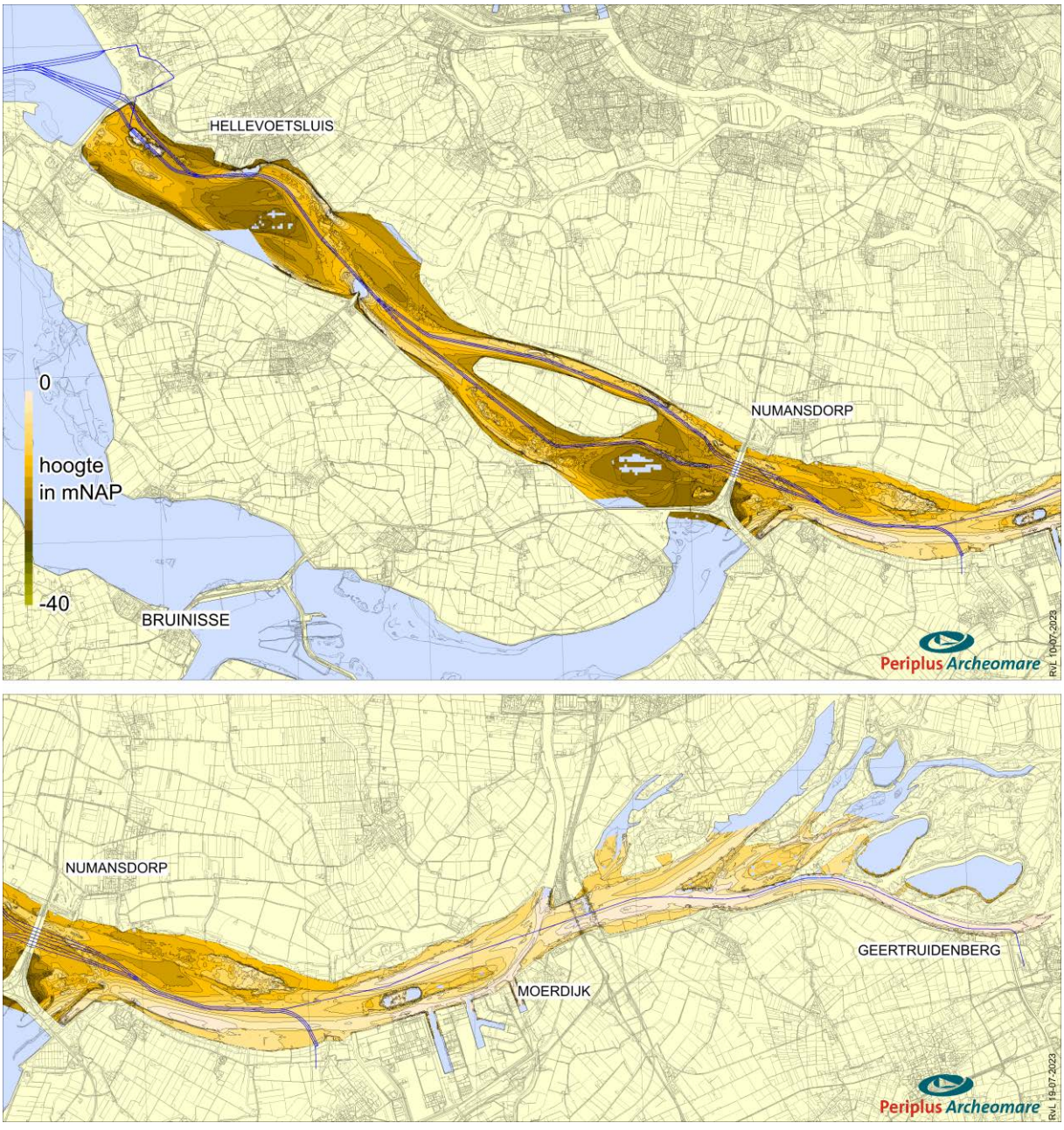
Afbeelding 25. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen offshore, Voordelta en nearshore deel Nederwiek 3 tracé

In de Voordelta en het binnenwateren zijn de verschillen in dikte van de *holocene* laag groot. Deze houden verband met het voorkomen van zandruggen van de Zeeuwse Banken en diepe geulen en hoog opgeslibde zandplaten in de binnenwateren. In de Amer ligt de top van de *Formatie van Kreftenheye* net iets onder -5 mNAP. De *pleniglaciale* rivierzanden dagzomen hier aan de waterbodem of zijn bedekt door een zeer dunne laag mobiel sediment.

Twee belangrijke kanttekeningen moeten worden geplaatst bij de getoonde diepteligging van de top van de pleistocene afzettingen:

- Het top Pleistoceen grid-bestand omvat heel Nederland, zowel onshore als het NCP. NAP is het gebruikelijke referentievlak op land; offshore wordt tegenwoordig veel LAT gebruikt. Het is niet bekend welke van de referentievlak of zelfs beide (NAP, LAT, anders?) is gebruikt bij de vervaardiging van dit TNO-grid uit 2007. Mogelijk zijn zelfs meerdere referentievlakken gebruikt. Plaatselijk is het verschil tussen LAT en NAP meer dan 1 meter, waarbij NAP doorgaans dieper ligt dan LAT.
- Uit recente onderzoeken zoals de IJV Alpha, Beta en Gamma kabels, de Nederwiek 1 en 2 kabels en de de windparken is gebleken dat het pleistoceen vaak dichter onder de zeebodem ligt dan op basis van de bekende data (kaarten en grids) werd verwacht. Afzettingen die in het verleden als

de holocene Elbow Formatie[19] zijn gekarteerd blijken deels te bestaan uit Pleistocene afzettingen van onder meer de Formatie van Boxtel. Dit wordt bevestigt door Cees Laban.[20] Een mogelijke verklaring is dat het voorkomen en de diepteligging van de Elbow Formatie vooral is gebaseerd op seismische data en weinig boringen. Eén seismische eenheid kan bestaan uit meerdere lithostratigrafische eenheden. Dit is bijvoorbeeld het geval als vroeg-holocene zanden rusten op pleistocene zanden met een overeenkomstige seismische facies, waardoor de verschillende lithostratigrafische eenheden in de seismische profielen niet kunnen worden onderscheiden.

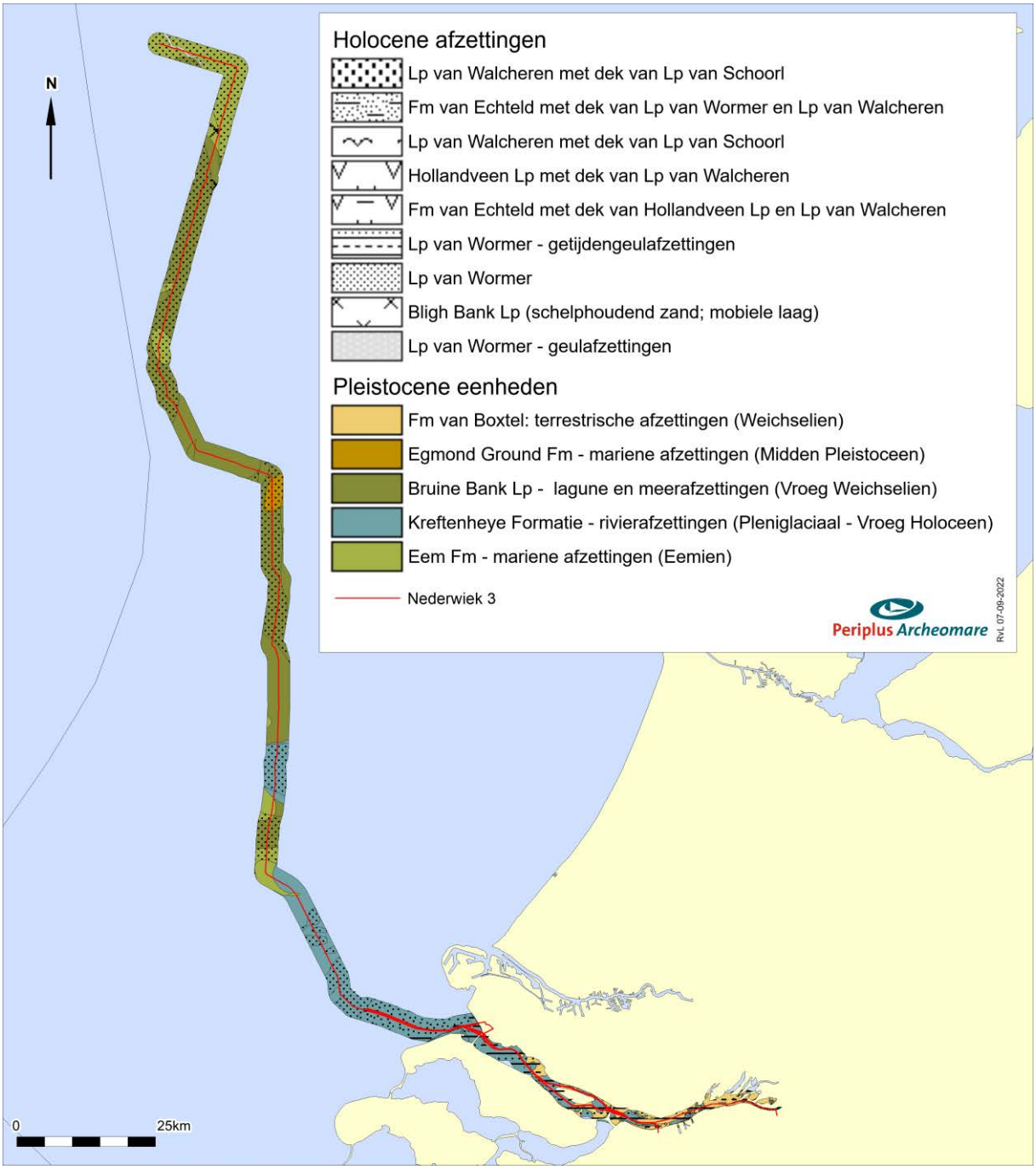


Afbeelding 26. Dikte van de holocene laag de Haringvliet (boven), Hollandsch Diep en Amer (onder)

[19] Elbow Formatie = verouderde naam voor holocene afzettingen die tegenwoordig als Formatie van Naaldwijk | Laagpakket van Wormer worden aangemerkt met plaatselijk aan de basis de Laag van Velsen en/of Basisveen Laag.
[20] mondelinge mededeling 2023.

In afbeelding 27 zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van *holocene* afzettingen voorkomen. De *holocene* afzettingen van de laagpakketen van Wormer, Walcheren, Schoorl en Bligh Bank (> 7 m) die in afbeelding 23 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, de Top Pleistocene Map van Laban (2004) en in het Veerse Meer grid data uit de GeoTOP database.

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.



Afbeelding 27. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP)

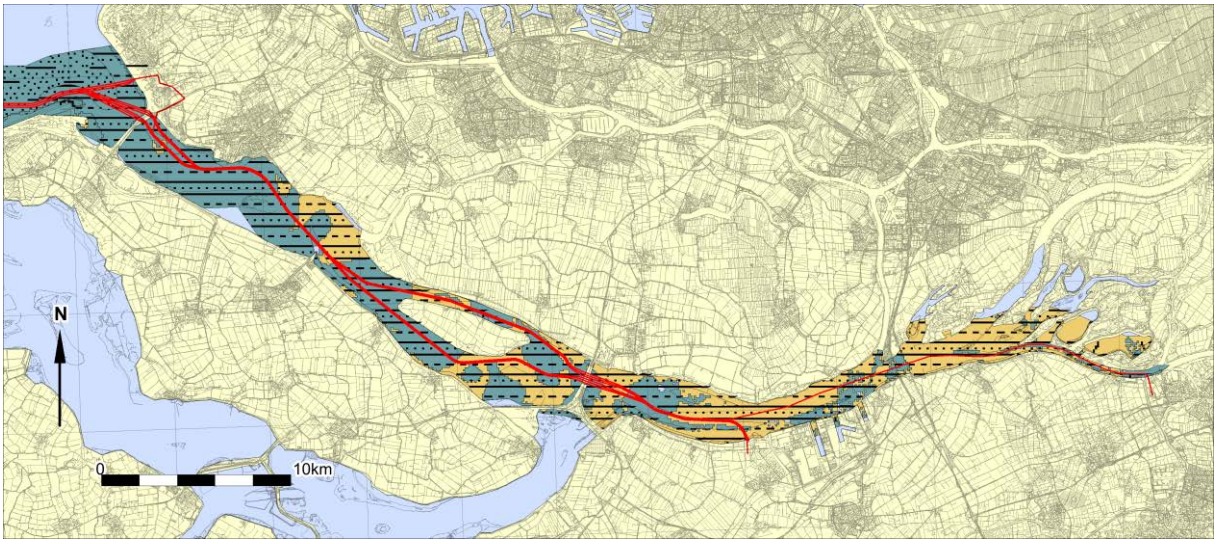
In de binnenwateren komen afzettingen van de *Formatie van Stramproy* en *Formatie van Waalre|Peize* voor. Het gaat hierbij om oude meanderend fluviatiele en estuariene afzettingen van de Rijn (Waalre) en kleinschalig fluviatiele, estuariene en ondiep mariene afzettingen van Noord-Belgische rivieren (Stramproy). De ouderdom van deze zanden en kleien is laat Plioceen (Reuverien) - vroeg Pleistoceen (Menapien) voor de *Formatie van Waalre* en vroeg Pleistoceen - Midden Pleistoceen (Tiglien - vroege Cromerien) voor de *Formatie van Stramproy*.

De top van deze oudere afzettingen ligt komt van oost naar west steeds lager te liggen:

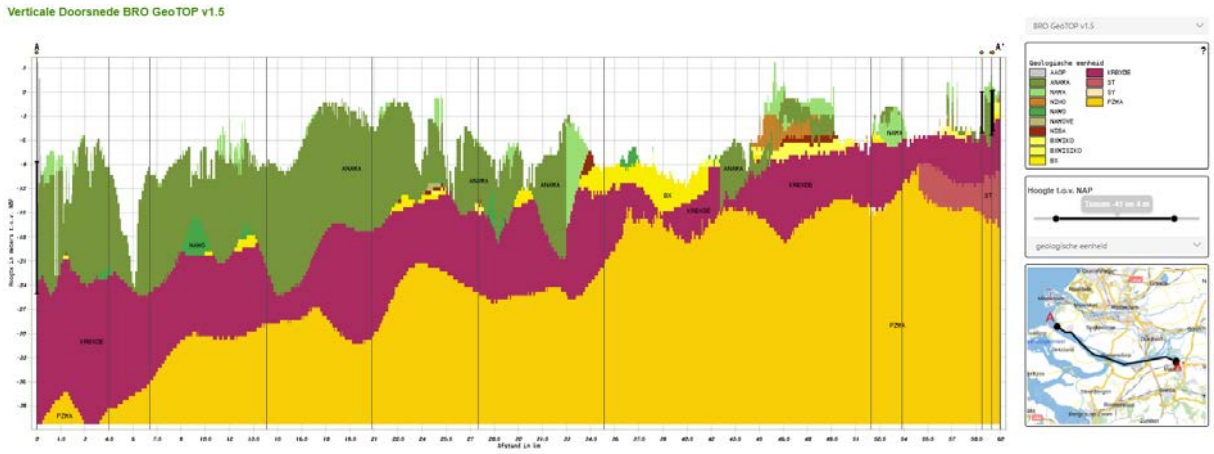
- Geertruidenberg -10 mNAP
- Moerdijk: -15 mNAP
- Hollands Diep: -25 mNAP
- Haringvlietdam: -40 mNAP

De afzettingen van de *Formatie van Stramproy* en *Formatie van Waalre|Peize* zijn afgedekt door midden- en laat-pleniglaciale afzettingen van de Rijn en Maas die tot de *Formatie van Kreftenheye* worden gerekend. De afzettingen bestaan vooral uit slecht gesorteerd zand met lokaal een enkele kleilaag en een spoor fijn grind. De *Formatie van Kreftenheye* komt langs alle tracés in de binnenwateren voor. Plaatselijk is de *Formatie van Kreftenheye* afgedekt door laat-glaciale afzettingen van de *Formatie van Boxtel* (zie afbeelding 28). De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit fijn zand dat is afgezet door de wind (*Laagpakket van Wierden*) en in beken (*Laagpakket van Singraven*). Afzettingen van *Formatie van Kreftenheye* en *Formatie van Boxtel* lagen aan het begin van het Holoceen ontsloten aan het maaiveld.

In het vroeg-holocene landschap ontwikkelde zich door de opwarming van het klimaat een boreale vegetatie met berken- en dennenbossen.



Afbeelding 28. Detail binnenwateren Top Pleistoceen met holoceen dek. Deze afbeelding is samengesteld door combinatie van data van deGeologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP. Voor legenda zie afbeelding 27.



Afbeelding 29. Geologisch profiel binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en Amer (bron: DINO Loket)

Afbeelding 29 toont een geologisch profiel van de binnenwateren. De *pleistocene* en *holocene* lithostratigrafische eenheden die in de binnenwateren voorkomen worden hieronder uitgebreider besproken.

Formatie van Waalre|Peize

De *Formatie van Waalre* bestaat uit gestapelde fining-upward sequenties[21] van grijs tot grijswit uiterst fijn tot uiterst grof (63-2000 µm), glimmerhoudend zand. Het zand is deels bont met rode korrels in grove fractie en plaatselijk sterk grindig (o.a. lags). Binnen de opeenvolging kunnen blauwgrijze tot bruingrijze kleilagen en -laagjes, siltig tot zandig, met veeninschakelingen en sideriet voorkomen. De gelaagde klastische sedimenten zijn afgezet door meanderende rivieren, met geul-, kronkelwaard-, oever- en komafzettingen. De formatie omvat ook estuariene en lagunaire klei met lagen zand en humeus materiaal. De afzettingen dateren uit het laat Plioceen (Reuverien) tot vroeg Pleistoceen (Menapien).

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground Formatie* wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet[22]. 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*.

[21] Fining upward: de laagjes zand, silt en klei worden naar boven toe dunner.
[22] Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn en de Maas[23]. Tijdens het *Weichselien* (*Pleniglaciaal*, 77 kjaar tot 16 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*[24]. 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.

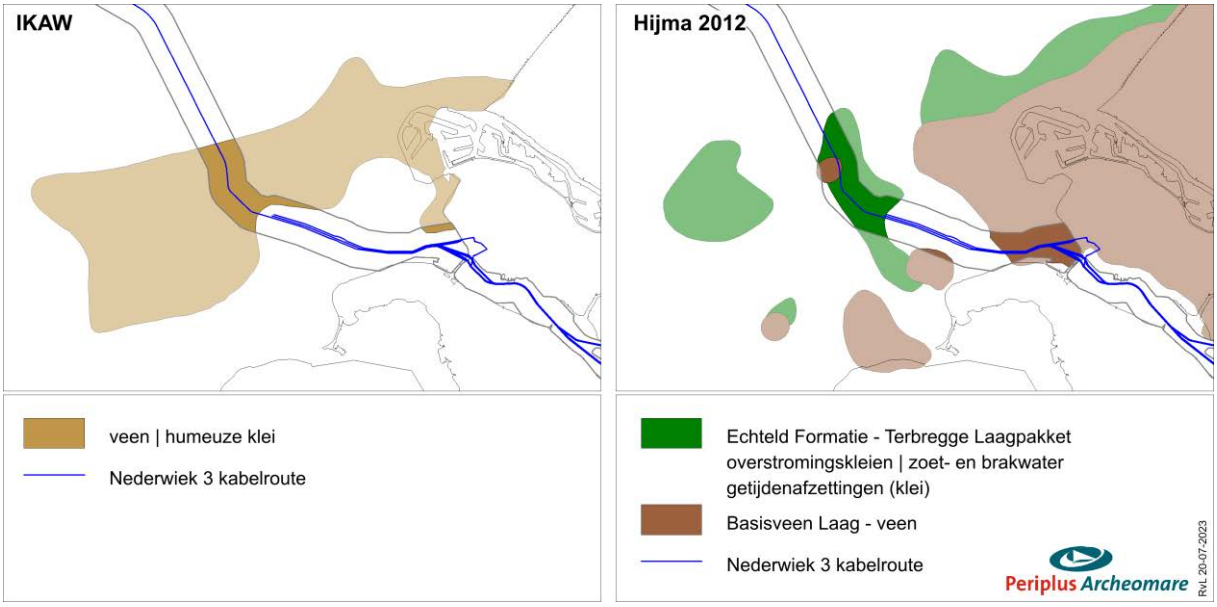
Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 30). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

De *Basisveen Laag* werd afgezet in *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en daardoor de vegetatie explosief toenam. De ouderdom van de Basisveen Laag varieert sterk. Offshore, in de laaggelegen delen van het landschap, werd de Basisveen Laag bijvoorbeeld op -35 m rond 10 kjaar geleden afgezet. In de binnenwateren komt de Basisveen Laag plaatselijk op -7 mNAP voor. Hier is de Bsisveen Laag rond 7 kjaar geleden afgezet; 3000 jaar later.

In afbeelding 30 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linkerdeel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma[25]. 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.

[23] Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.
[24] Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.
[25] Hijma 2012.



Afbeelding 30. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket)

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust en in de binnenwateren 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

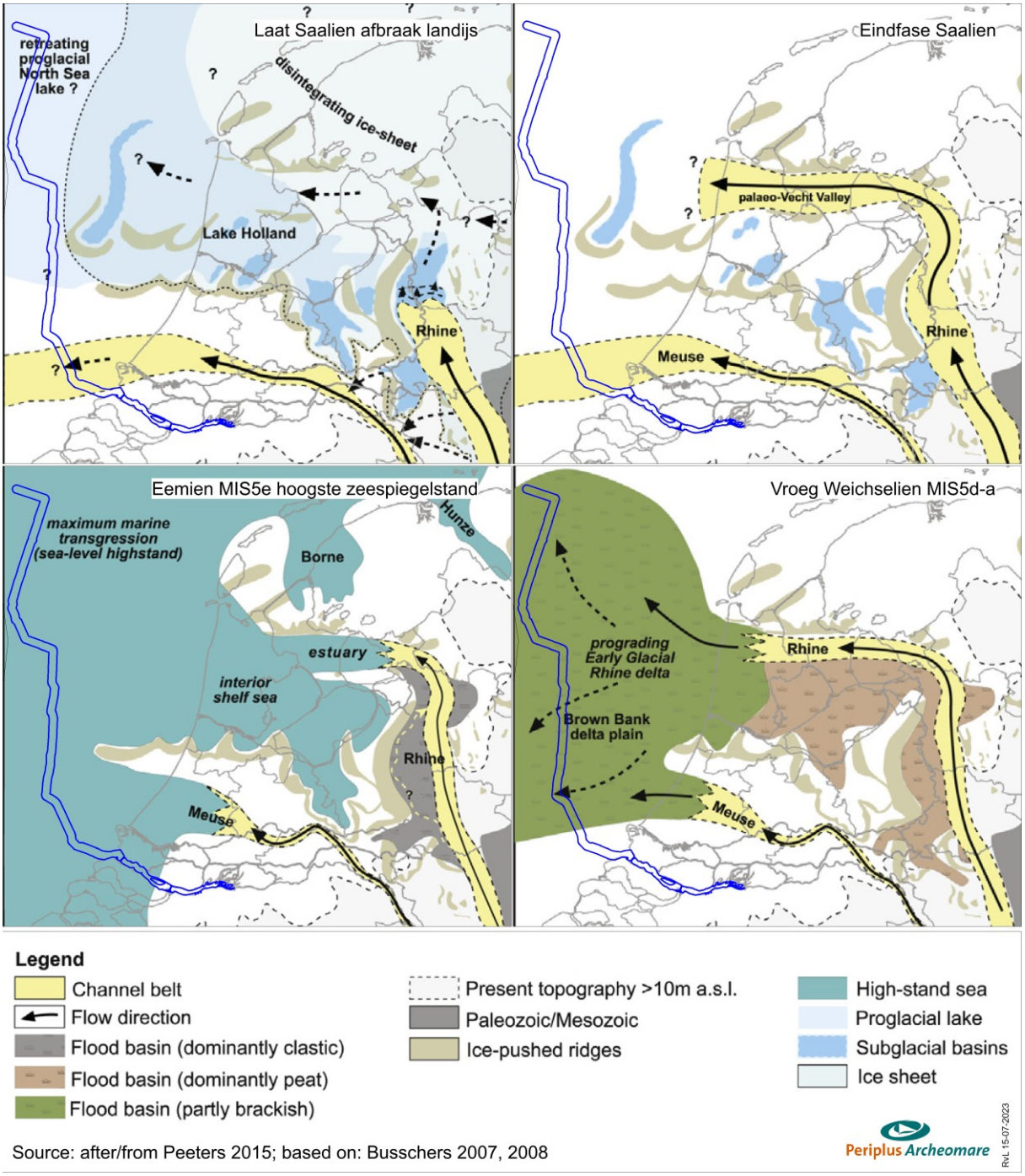
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

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 31; 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 31.

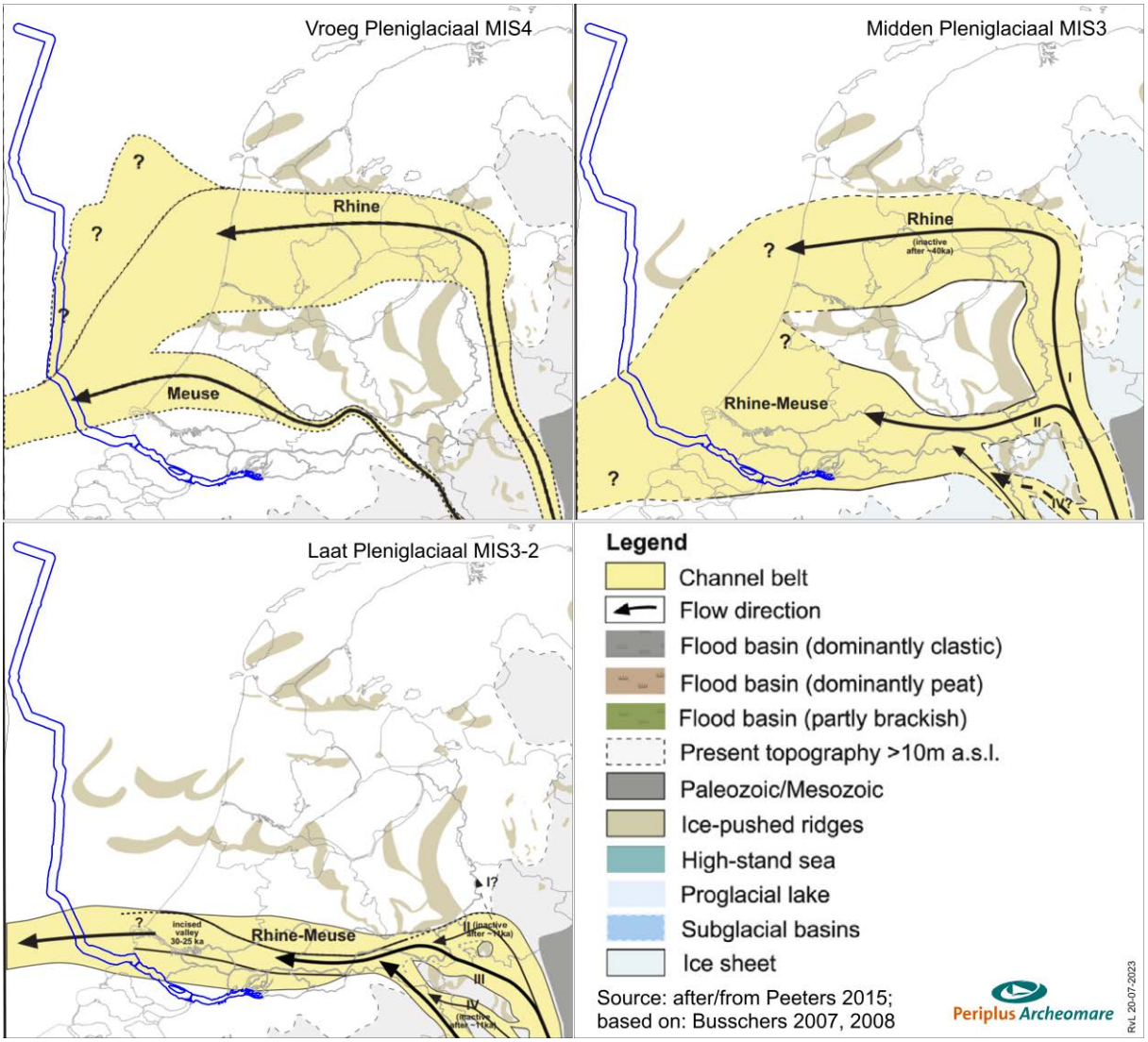
Afbeelding 32 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Pleniglaciaal* (74 kjaar tot 24 kjaar geleden) en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Voor zover de afzetting 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	eolisch	duin
	Zandvoort	zand	Holoceen	marien	strand
	Walcheren	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	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
Waalre-Peize	-	klei en zand	Laat-Plioceen en Vroeg-Pleistoceen	fluviatiele en estuariene afzettingen	geulopvullingen, kom-, oever- en crevasseafzettingen; estuariene en lagunaire afzettingen

Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 31. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien



Afbeelding 32. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (74 kjaar tot 16 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 33)[26].

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.

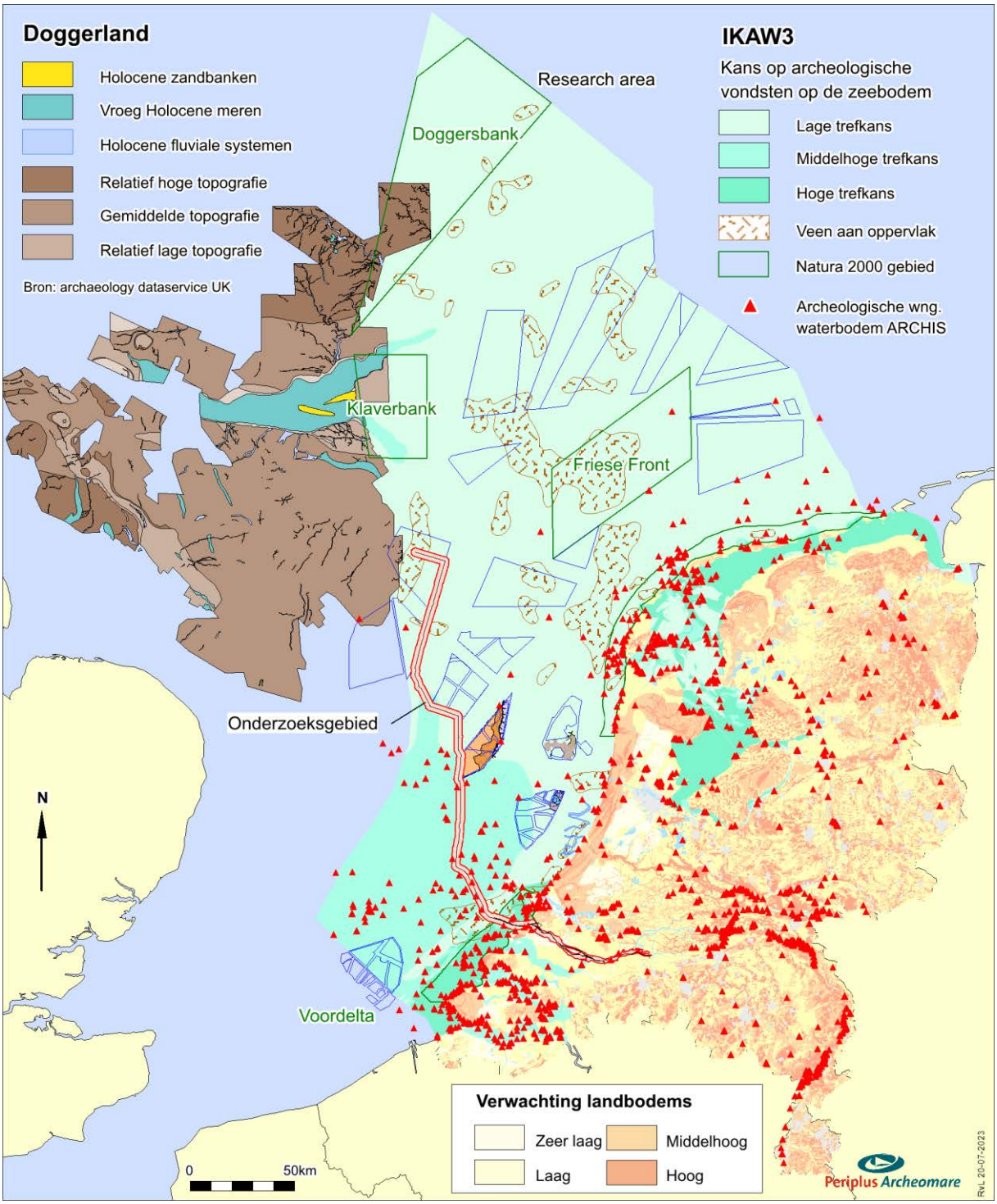
De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten 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.

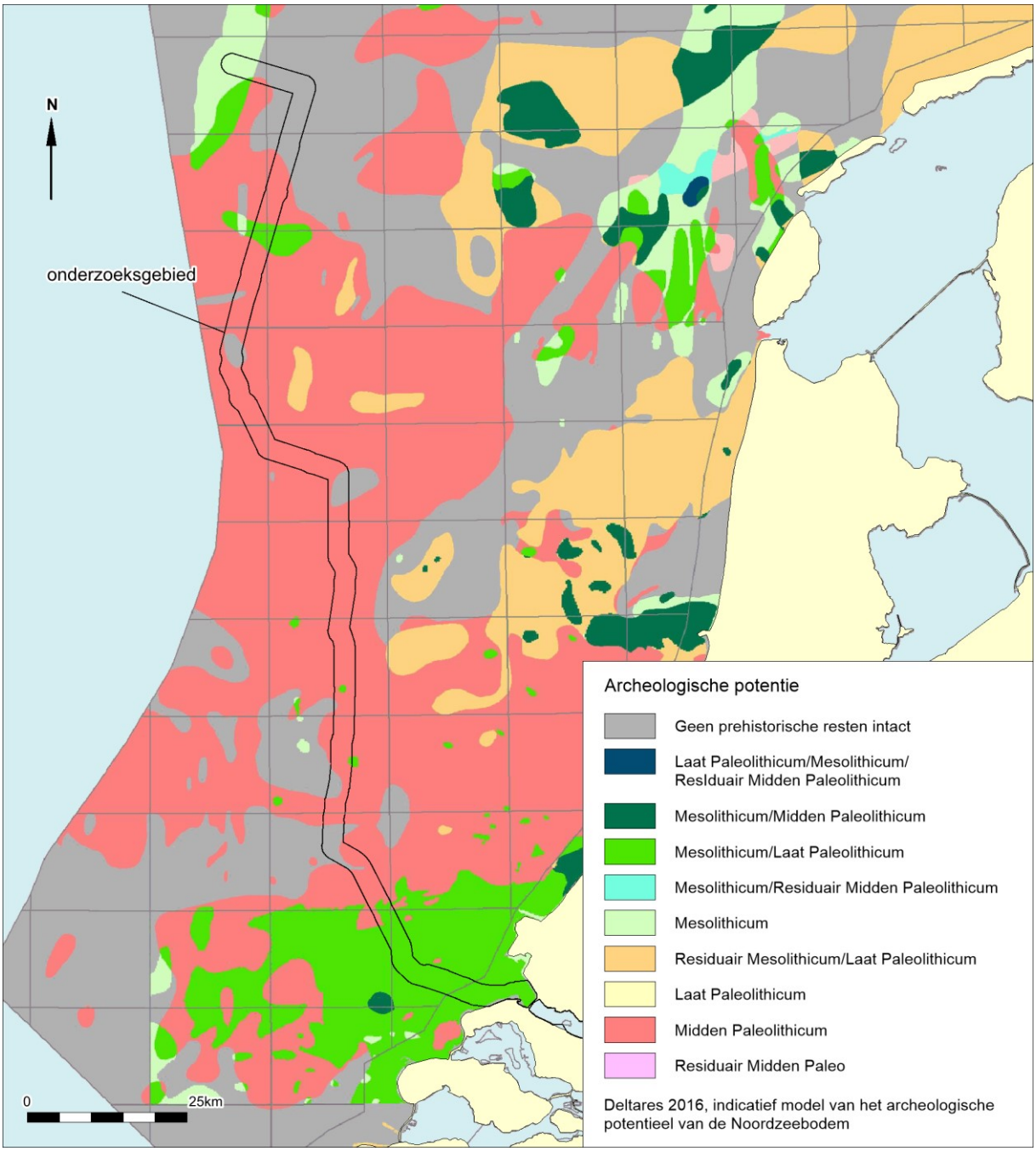
Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht[27]. De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 34)[28]. Deze archeologische potentiekaart is grotendeels gebaseerd op de Top Pleistocene map[29], 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[30]. 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

[26] IKAW 3e generatie, RCE 2008.
[27] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).
[28] Vonhögen . 2016.
[29] Laban 2004.
[30] 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 33. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat



Afbeelding 34. Archeologische potentie voor prehistorische resten

Volgens dit model zijn in ter plaatse van het Nederwiek 3 platform voornamelijk resten uit het *Mesolithicum* te verwachten. Het grootste deel van het offshore kabeltracé heeft een arclogische potentie voor resten uit het Midden *Paleolithicum*. In de voordelta en het nearshore deel to de Haringvlietdam kent een archeologische potentie voor resten uit het Laat *Paleolithicum* en het *Mesolithicum*.

De archeologische potentie is duidelijk aan de bestaande geologische kaarten gerelateerd (Laban 2004). De relatie tussen de lithostratigrafie en de gekarteerde archeologische potentie is als volgt:

- *Kreftenhye Formatie* (groen) = *Mesolithicum* | *Laat Paleolithicum*
- *Bruine Bank Laagpakket* (rood) = *Midden Paleolithicum*

- *Bruine Bank Laagpakket* met veendek (groen) = *Mesolithicum* | *Laat Paleolithicum*
- *Eem Formatie* = Geen intacte resten (grijs)
- *Eem Formatie* met veendek = *Mesolithicum* (lichtgroen)

Het is echter belangrijk om hierbij aan te tekenen dat, volgens de paleogeografische kaarten van Peeters (zie afbeelding 31 en afbeelding 32), na de afzetting van mariene sedimenten tijdens het *Eemien*, de Rijn door het gebied stroomde tijdens het *Weichselien*. Het gevonden Neanderthaler schedelfragment is vermoedelijk afkomstig uit de context van deze rivierafzettingen, wat erop wijst dat ook gebieden die volgens de kaart een lage archeologische potentie hebben, prehistorische resten kunnen bevatten.

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS III 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.

Afbeelding 35 geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.

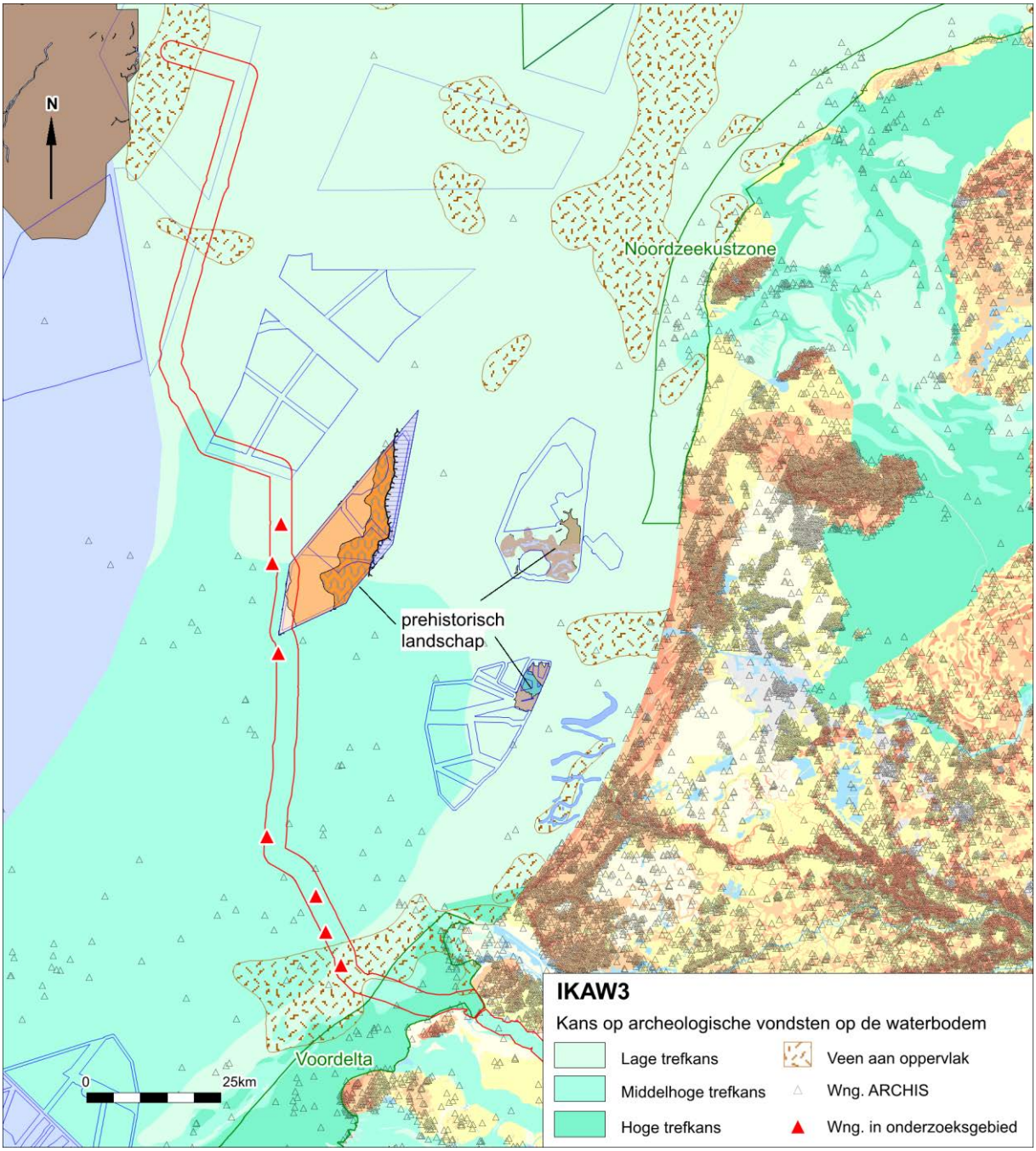
Tijdens onderzoeken in de geplande windparken IJmuiden Ver, Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, 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[31]. Dit heeft geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de *Formatie van Kreftenheye* worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Binnen het onderzoeksgebied zijn 7 archeologische vindplaatsen bekend in Archis. Het gaat scheepswrakken, onderdelen van wrakken, scheepvaart gerelateerde objecten en een kanon. De scheepvaart gerelateerde vondsten worden verderop in dit hoofdstuk besproken. De vondsten zijn samengevat in tabel 12; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 35.

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
3035875100	35084	444686	Ncp Blok S2 1	schip	Nieuwe Tijd
3278146100	28024	496886	Noordzee IJgeul NCP Blok P11 3	schip	Nieuwe Tijd Midden
4028335100	29245	520972	Anna Graebe	schip	Nieuwe Tijd
4031307100	27422	513697	Poppetjes wrak 2246	kanon	Nieuwe Tijd

Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied

[31] Cassée et al., 2021.



Afbeelding 35. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta[32].

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 39 scheepswrakken en 521 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in afbeelding 36. Een lijst van de bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied is opgenomen in bijlage 3.

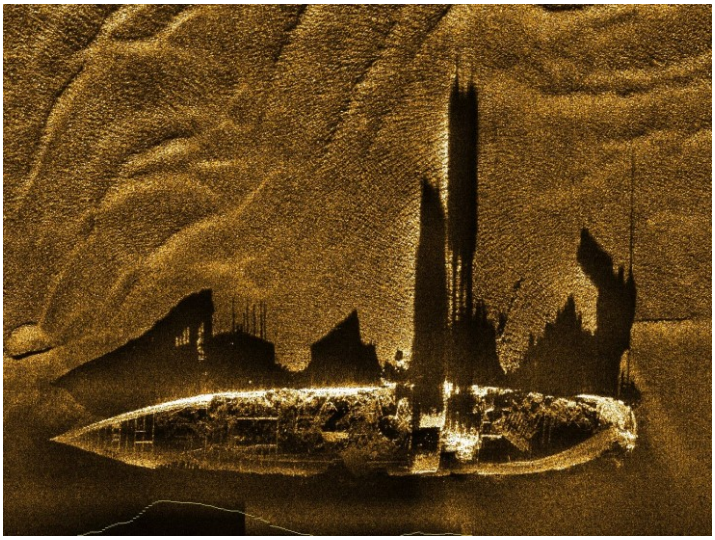
[32] Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.



Afbeelding 36. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder volgt een voorbeeld.

NCN 2055 betreft het wrak van het zogenaamde 'Poppetjeswrak', door de Noordzeeduikers geïdentificeerd als de *SS Anglia*, een stoomschip vergaan op 18 februari 1903.



Afbeelding 37. Sidescan sonar opname van wrak NCN 2055 (Bron Dienst der Hydrografie)

Van de in totaal 39 wrakken die binnen het onderzoeksgebied bekend zijn, zijn 7 opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Van vier wrakken is bekend dat ze na 1950 zijn vergaan, deze 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 39 wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 521 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 13 en afbeelding 38.

Type contact	Aantal
Anker met of zonder ketting	26
Archeologische vondst	1
Bodemverstoring	39
Autoband	5
Historisch wrak	3
Kabel / ketting	49
Onbekend object	261
Schelpenbank	4
Steen met ketting	3
Stenen	83
Wrak	38
Vliegtuig	1
Wrakresten	8
Totaal	**521**

Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database



Afbeelding 38. Overzicht van de overige NCN contacten

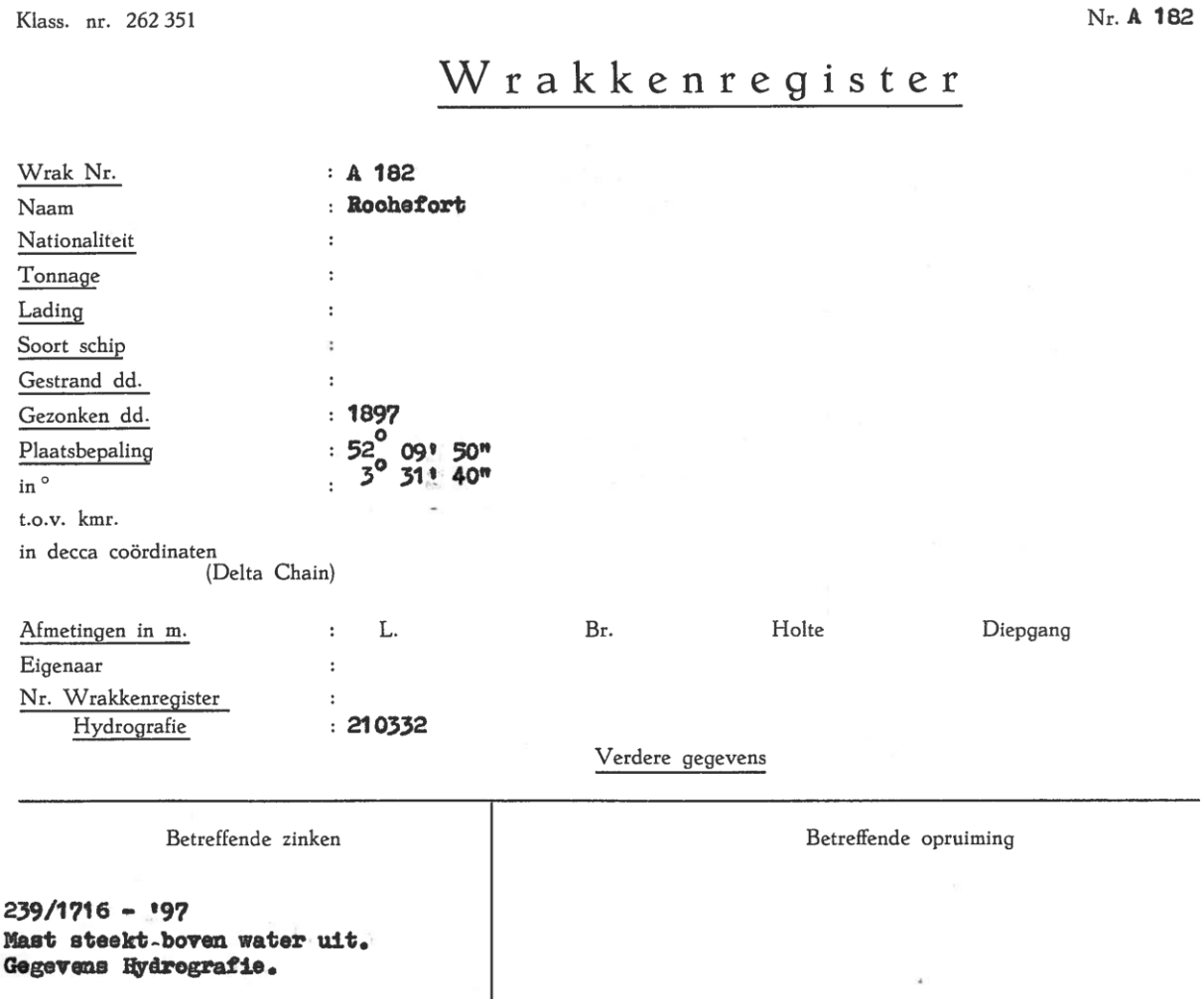
MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 39. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie (A-182) is afkomstig uit het wrakkenregister van de monding van de Waterweg.



Klass. nr. 262 351 Nr. A 182

Wrakkenregister

Wrak Nr.	:	A 182
Naam	:	Roohefort
Nationaliteit	:	
Tonnage	:	
Lading	:	
Soort schip	:	
Gestrand dd.	:	
Gezonken dd.	:	1897
Plaatsbepaling	:	52° 09' 50"
in °	:	3° 31' 40"
t.o.v. kmr.		
in decca coördinaten (Delta Chain)		

Afmetingen in m.	:	L.	Br.	Holte	Diepgang
Eigenaar	:				
Nr. Wrakkenregister	:				
Hydrografie	:	210332			

Verdere gegevens

Betreffende zinken	Betreffende opruiming
239/1716 - '97 Mast steekt boven water uit. Gegevens Hydrografie.	

Afbeelding 40. Voorbeeld van melding A-182 in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

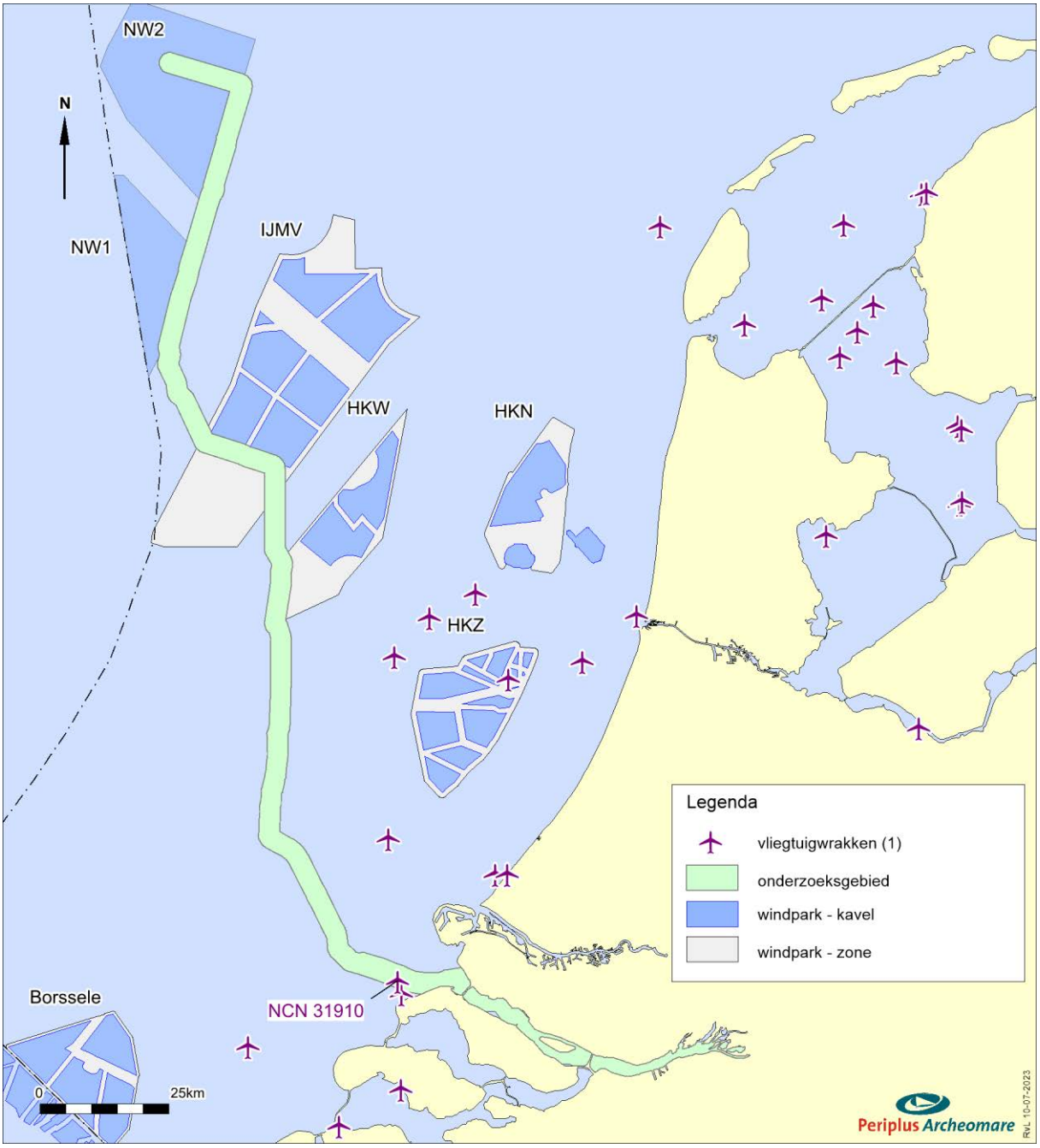
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland[33]. Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden[34].

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige

[33] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[34] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

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[35]. Afbeelding 41 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat. Eén van de bekende vliegtuigwrakken (NCN 31910) ligt binnen het onderzoeksgebied in de Voordelta voor de kust van Goeree-Overflakkee.



Afbeelding 41. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

[35] Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.

Het wrak is in Sonarreg beschreven als *'V87, Grotendeels begraven resten op locatie Junkers, interpretatie vliegtuigwrak.'*

Op deze locatie liggen de duidelijk herkenbare resten van een vliegtuigwrak (zie afbeelding 42). Het wrak heeft een zichtbare romplengte van 12.4 meter en een noordoostelijke-zuidwestelijke oriëntatie. Het steekt 1.2 meter boven de omringende bodem uit, op een diepte van 7 meter. Het zou hier kunnen gaan om het wrak van de Junkers JU 88C-2, neergestort op 14 juni 1941.[36]



Afbeelding 42. Sonaropname NCN 31910

Het gebied rondom het vliegtuigwrak is in 2021 geïnventariseerd. De onderzoeksresultaten zijn vastgelegd in Periplus Archomare rapport 21A012-02.[37]

[36] Bron: Wings to Victory.
[37] Brenk 2021.

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*[38]*.*

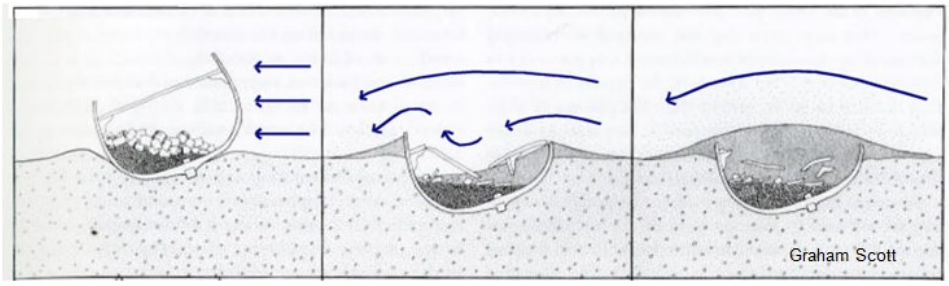
Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-*holocene* landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. 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.

[38] Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 39 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 43.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 39 scheepswrakken en 1 vliegtuigwrak 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).

Vier 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.

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 intacte prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde resten 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 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) doorgaans laag is. Het bekende vliegtuigwrak (NCN 31910) blijkt daarentegen vrijwel intact bewaard te zijn gebleven. De informatiewaarde en herinneringswaarde van deze vindplaatsen is per definitie 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[39]. In de binnenwateren kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen: tot circa -5 m NAP.

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 kabel 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 vervolgonderzoek 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.

[39] 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 sedimentpetrografie, 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 kan het tracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridor 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 3 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 39 scheepswrakken en een vliegtuigwrak bekend. Op vier 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.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridor van de het tracé te toetsen[40]. 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 *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

[40] conform KNA waterbodems protocol 4103.

dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag[41].

Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Nederwiek 1 en 2 en Alpha, Beta en Gamma in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 3 tracé deels te toetsen. Het geofysisch onderzoek dient nog uitgevoerd te worden voor de gebieden die niet al in kaart zijn gebracht tijdens de geofysische surveyes voor Nederwiek 1 en 2 en Alpha, Beta en Gamma.

[41] conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied 6
Afbeelding 2. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 enkelvoudige ligging op zee (bron: TenneT) 8
Afbeelding 3. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 enkelvoudige 2x2 ligging op zee 8
Afbeelding 4. Kabelconfiguratie enkelvoudige ligging Nederwiek 3 op zee. 9
Afbeelding 5. Standaard kabelconfiguratie parallelligging Nederwiek 1, 2 en 3. 10
Afbeelding 6. Detailkaart passage noordzijde Bruine Bank en zuidzijde windkavels IJmuiden Ver 11
Afbeelding 7. Overzichtskaart parallelligging Nederwiek 1, 2 en 3 & IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma 11
Afbeelding 8. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 & Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma 12
Afbeelding 9. Kabelconfiguratie passage windenergiegebied HKW 13
Afbeelding 10. drie 2GW DC kabelsystemen in de binnenwateren Haringvliet en Hollandsch Diep 14
Afbeelding 11. Kabelconfiguratie Nederwiek 3 Binnenwateren Amer 15
Afbeelding 12. Impressie van het toekomstige 2GW platform op zee. 22
Afbeelding 13. Hoogte van de waterbodem langs het tracé 23
Afbeelding 14. Hoogte van de waterbodem de Haringvliet (boven), Hollandsch Diep en Amer (onder) 24
Afbeelding 15. Kruisende kabels en leidingen 25
Afbeelding 16. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 3 28
Afbeelding 17. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 29
Afbeelding 18. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine) 31
Afbeelding 19. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis) 32
Afbeelding 20. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018). 32
Afbeelding 21. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852) 34
Afbeelding 22. Oppervlaktesedimenten 36
Afbeelding 23. Geologische Kaart Nederland (2021) 38
Afbeelding 24. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY) 39
Afbeelding 25. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen offshore, Voordelta en nearshore deel Nederwiek 3 tracé 40
Afbeelding 26. Dikte van de holocene laag de Haringvliet (boven), Hollandsch Diep en Amer (onder) 41
Afbeelding 27. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP) 43
Afbeelding 28. Detail binnenwateren Top Pleistoceen met holoceen dek. Deze afbeelding is samengesteld door combinatie van data van deGeologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP. Voor legenda zie afbeelding 27. 44
Afbeelding 29. Geologisch profiel binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en Amer (bron: DINO Loket) 45
Afbeelding 30. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket) 47
Afbeelding 31. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien 49

Afbeelding 32. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (74 kjaar tot 16 kjaar geleden). Permafrostlandschap met afzetting van zand tijdens piekafvoeren door vlechtende riviersystemen van Rijn en Maas 50
Afbeelding 33. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat 52
Afbeelding 34. Archeologische potentie voor prehistorische resten 53
Afbeelding 35. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied 55
Afbeelding 36. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied 57
Afbeelding 37. Sidescan sonar opname van wrak NCN 2055 (Bron Dienst der Hydrografie) 58
Afbeelding 38. Overzicht van de overige NCN contacten 59
Afbeelding 39. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 60
Afbeelding 40. Voorbeeld van melding A-182 in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 61
Afbeelding 41. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied 62
Afbeelding 42. Sonaropname NCN 31910 63
Afbeelding 43.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 66

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 4
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 4
Tabel 3. Lengte tracé Nederwiek 3 9
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009) 18
Tabel 5. Status en aantal kruisende kabels (bron: RWS feb. 2023) 25
Tabel 6. Kruisende kabels (bron: RWS feb. 2023) 26
Tabel 7. Kruisende pijpleidingen (bron: RWS feb. 2023) 27
Tabel 8. Exploratieboringen in het onderzoeksgebied van Nederwiek 3 27
Tabel 9. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 30
Tabel 10. 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 23. 37
Tabel 11. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied 48
Tabel 12. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied 54
Tabel 13. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database 58
Tabel 14. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 64
Tabel 15. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 70

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
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
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

Term	**Omschrijving**
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
Veldminuut	Een ruwe afbeelding van het terrein gemaakt door militaire verkenners in de periode 1830-1850
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.
- Cunliffe, B., 2001. Facing the Ocean, the Atlantic and its peoples, 8000 BC to 15 1500.. Oxford (UK): Oxford University Press.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Dijkstra, H. en Ketelaar, F.C.J., 1965. Brittenburg, raadsels rond een verdronken ruïne. Bussum (NL): Van Dishoeck.
- Ebbing, J.H.J., Weerts, H.J.T. en Westerhoff, W.E., 2003. Towards an intergrated land-sea stratigraphy of the Netherlands. Quaternary Science Reviews, 22, pp. 1579-1587.
- 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
- 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.
- Schüttenhelm, R.T.E. en Laban, C., 2005. Heavy minerals, provenance and large scale dynamics of seabed sands in the southern North Sea - Baak's (1936) heavy mineral study revisted. Quaternary International, 133-134, pp. 179-193, https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.10.012.
- 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.
- Peeters, H., Murphy, P. en Flemming N. (red.), 2009. North Sea prehistory Research and Management Framework (NSPRMF) 2009. Amersfoort (NL): Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed and English Heritage.
- 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. Pipelines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.

- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01
- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.
- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)

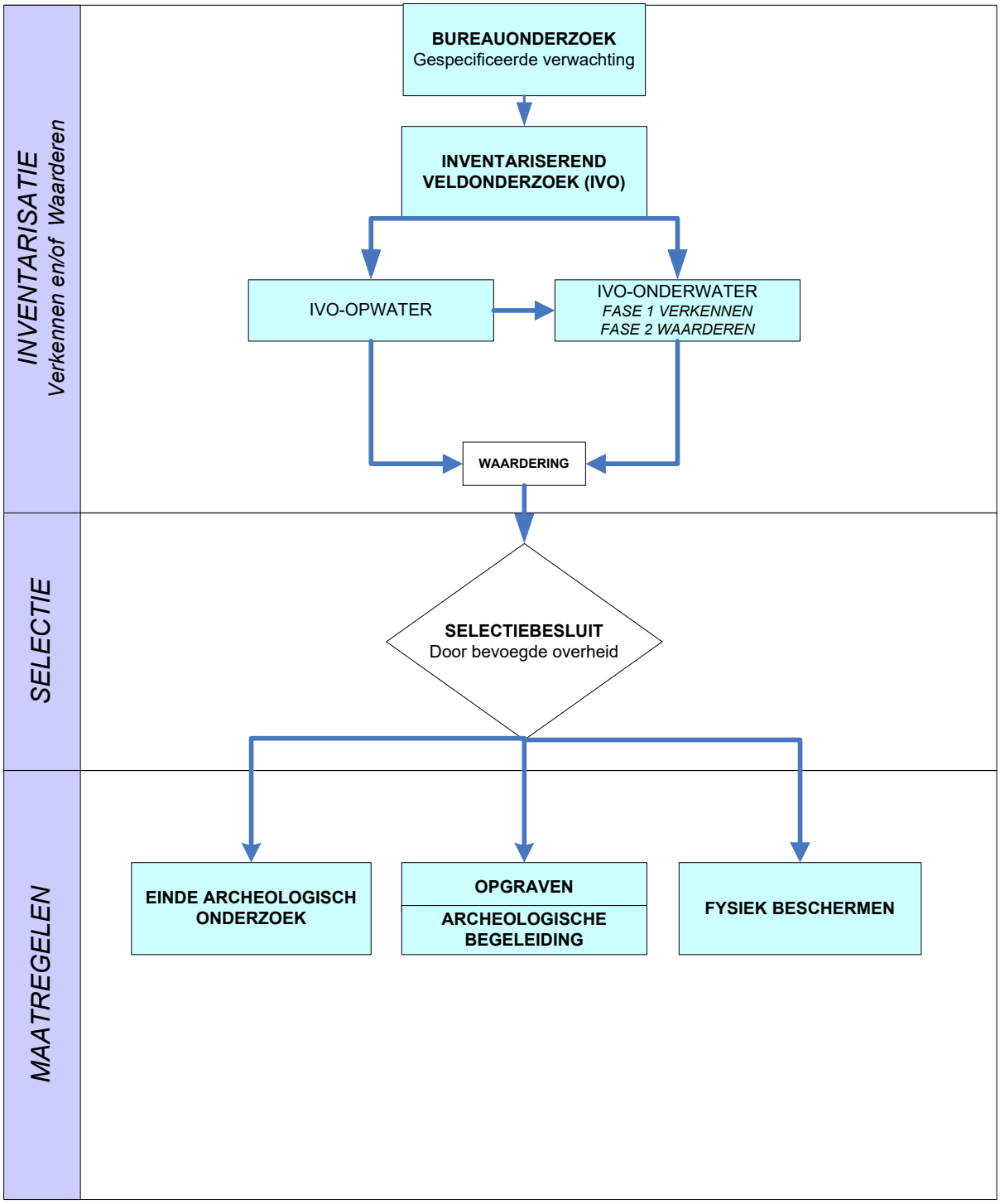
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**	**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd		C		1850
					B		1650
					A		1500
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen	Laat	B		1250
					A		1050
				Vroeg	D		900
					C		725
					B		525
					A		450
		450 v. Chr	Romeinse tijd		Laat		270
					Midden		70 n. Chr.
					Vroeg		15 v. Chr.
	Subboreaal	3700	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
						Midden	500
						Vroeg	800
					Bronstijd	Laat	1100
						Midden	1800
						Vroeg	2000
	Atlanticum	7300		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
						Midden	4200
						Vroeg	4900/5300
	Boreaal	8700			Mesolithicum	Laat	6450
						Midden	8640
	Preboreaal	9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien – Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000		Paleolithicum	Laat	B	12.500
		Allerød	12.000					
		Oude Dryas	12.100					
		Bølling	13.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal L		17.000			Jong		16.000
		Late Glacial Max	20.000					
			31.500				A	35.000
		Denekamp	34.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal M		40.000			Midden		250.000
		Hengelo	41.500					
			45.000					
	Weichselien – Pleniglaciaal V	Moershoofd	50.000					
			71.000					
	Weichselien – Vroeg Glaciaal	Odderade	74.000					
		Brørup						
		Amersfoort						
			114.000					
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000			Oud		
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied

NCN	UTME	UTMN	L	B	H	R95	Wreck_type	Omschrijving
24	542312	5765500	20	10	-	100	koopvaardijschip	Houten delen van een wrak
82	543107	5761781	3	3	-	20	Onbekend	Onbekende wrakresten in Eurogeul
201	557305	5744901	-	-	-		Vissersvaartuig	Engelse vissloep, gezonken in 1875.
250	533077	5776565	-	-	-	10	Vrachtschip	Vondst naar aanleiding van een in 1982 opgevist kanon met wapen van Cromwell's Commonwealth.
364	546967	5752539	47	10	2.5	10	Stoomschip	Wrak van een groot stoomschip, gemeld 1986
382	544219	5758727	-	-	-	1	koopvaardijschip	losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: houten driemaster
1211	518977	5881630	-	-	-	-	Onbekend	Onbekend wrak gevonden in 1980
1716	563540	5743648	-	-	-	-	Onbekend	Wrak Achilles 2, vergaan 1980
1723	561775	5745510	-	-	-	-	Vrachtschip	Wreck cleared away.
1724	564033	5744025	-	-	-	-	Koopvaardijschip	No wreck-indication.
1725	564438	5745235	-	-	-	-	Onbekend	Wreck disappeared.
1726	565511	5745156	-	-	-	-	Onbekend	Wreck reported.
1735	562552	5746603	-	-	-	5	koopvaardijschip	Wreck reported sunk.
1736	564070	5745601	-	-	-	-	koopvaardijschip	Engelse brik met lading steenkool op weg van Newcastle naar Vlaardingen, wrak opgeruimd met torpedo's.
1740	569286	5746103	-	-	-	-	Onbekend	Wreck cleared away.
1828	544863	5762448	-	-	-	-	Onbekend	HY12212-213 Hr.Ms. Snellius RWS 2018 niet waargenomen
1829	544367	5762443	-	-	-	-	Onbekend	HY12212-213 Hr.Ms. Snellius RWS 2018 niet waargenomen
1905	536008	5779308	-	-	-	-	Onbekend	HY09226 Hr.Ms. Luymes. Wrak niet gevonden.
1910	534094	5781303	-	-	-	-	Onbekend	HY09226 Hr.Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.
1911	535228	5782083	-	-	-	-	Onbekend	HY09226 Hr.Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.
1915	536893	5783726	-	-	-	-	Onbekend	HY09226 Hr.Ms. Luymes
1977	535328	5810665	2.7	1.2	0.2	20	Onbekend	Houten wrak
2055	534136	5827438	77	8	5	2	Stoomschip	Werknaam Poppetjeswrak; Wrak Poppetjeswrak HY2246 Geïdentificeerd door Noordeeduikers als SS Anglia
2081	535656	5834712	-	-	-	5	Vrachtschip	Wrak Anna Graebe, gezonken 12-01-1978
2810	535978	5821107	-	-	-	1	Onbekend	Uiteengevallen wrak.
2869	533773	5779675	-	-	-	12	Onbekend	Wrak onverkend Dennis de Rooij
9212	561219	5747693	-	-	-	5	koopvaardijschip	Uiteengeslagen spanten; kris-kras dooreen; wat kledingstuken.
9454	608200	5728670	-	-	-	-	Onbekend	Een vroeg 19e eeuws scheepswrak in het Hollandsch Diep (gemeente Moerdijk)

NCN	UTME	UTMN	L	B	H	R95	Wreck_type	Omschrijving
9485	608200	5728670	-	-	-	-	koopvaardijschip	Sassenplaat (Scheepswrak Sassenplaat) Uit het dendrochronologische onderzoek is af te leiden dat het schip rond het midden van d 19e eeuw is gebouwd en ergens tussen 1850 en 1874 is vergaan. Vastgesteld is dat het een gaat om een grote platbodem; overeenkomsten tjalk.
9487	612167	5731541	-	-	-	-	koopvaardijschip	Dordtsche Kil De verkenning heeft duidelijk gemaakt dat de losse scheepsonderdelen die bij de baggerwerkzaamheden zijn aangetroffen behoren tot een scheepswrak dat zich ten dele nog intact in de bodem bevindt.
9511	543587	5761978	5	3	-	20	Onbekend	Voormalig HY1921 ss. Port G. Warra, verwijderd uit de DHY lijst
13956	535307	5810663	-	-	-	20	Onbekend	HY 2144
16580	567313	5744138	-	-	-		Onbekend	Stukken scheepshout met pengaten
31910	559351	5745320	-	-	-	5	Onbekend	Sonaropname van een vliegtuigwrak door vrijwilliger Dennis de Rooij, ca 2018.
32058	572712	5741853	-	-	-	1	Doelwit	Ponton, mogelijk gebruikt voor schietoefeningen in 1909.
32059	573348	5743491	-	-	-	1	Sloep	Sloepje op de kop.
32060	574219	5741289	-	-	-	1	Sloep	Sloepje, grotendeels begraven.
32062	576102	5740120	-	-	-	1	Onbekend	betreft een scheepswrak dat eerder ontdekt en gemeld is door sportduiker. Het (houten) wrak heeft zichtbare afmetingen van 14.3 x 3.5 x 0.9 meter, en ligt op een diepte van 9.0 meter ten opzichte van NAP.
32063	577770	5741487	-	-	-	1	Vissersvaartuig	Restanten van een groot, waarschijnlijk ijzeren wrak vlak voor de haveningang van Hellevoetsluis. Het heeft zichtbare afmetingen van 25.0 x 3.5 x 1.4 meter, en ligt op een diepte van 22 meter ten opzichte van NAP.
32830	534275	5786683	-	-	-	-	Vrachtschip	Vrachtschip Lugoj gezonken en gelicht.

Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten

Net op Zee Nederwiek 3
TenneT TSO B.V.

22 maart 2024

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

1.1 Aanleiding 4

1.2 Wettelijk kader 5

1.2.1 OO bureauonderzoek op land 5

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee 6

1.3 Doelstelling 6

1.4 Werkwijze 7

2 Effectbeoordeling OO 8

2.1 Tracéalternatieven Voordelta 8

2.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 9

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 13

2.2 Tracéalternatief Binnenwateren (BWA) 14

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 14

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 23

2.3 Tracéalternatieven BLS, VHW en GOF 26

2.3.1 Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS) 26

2.3.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 27

2.3.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 34

2.3.2 Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW) 37

2.3.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 37

2.3.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 46

2.3.3 Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF) 48

2.3.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 48

2.3.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 56

2.4 Converterstations 58

2.4.1 Locaties in Geertruidenberg 59

2.4.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 59

2.4.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 64

2.4.2 Locaties in Moerdijk 66

2.4.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 66

2.4.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 70

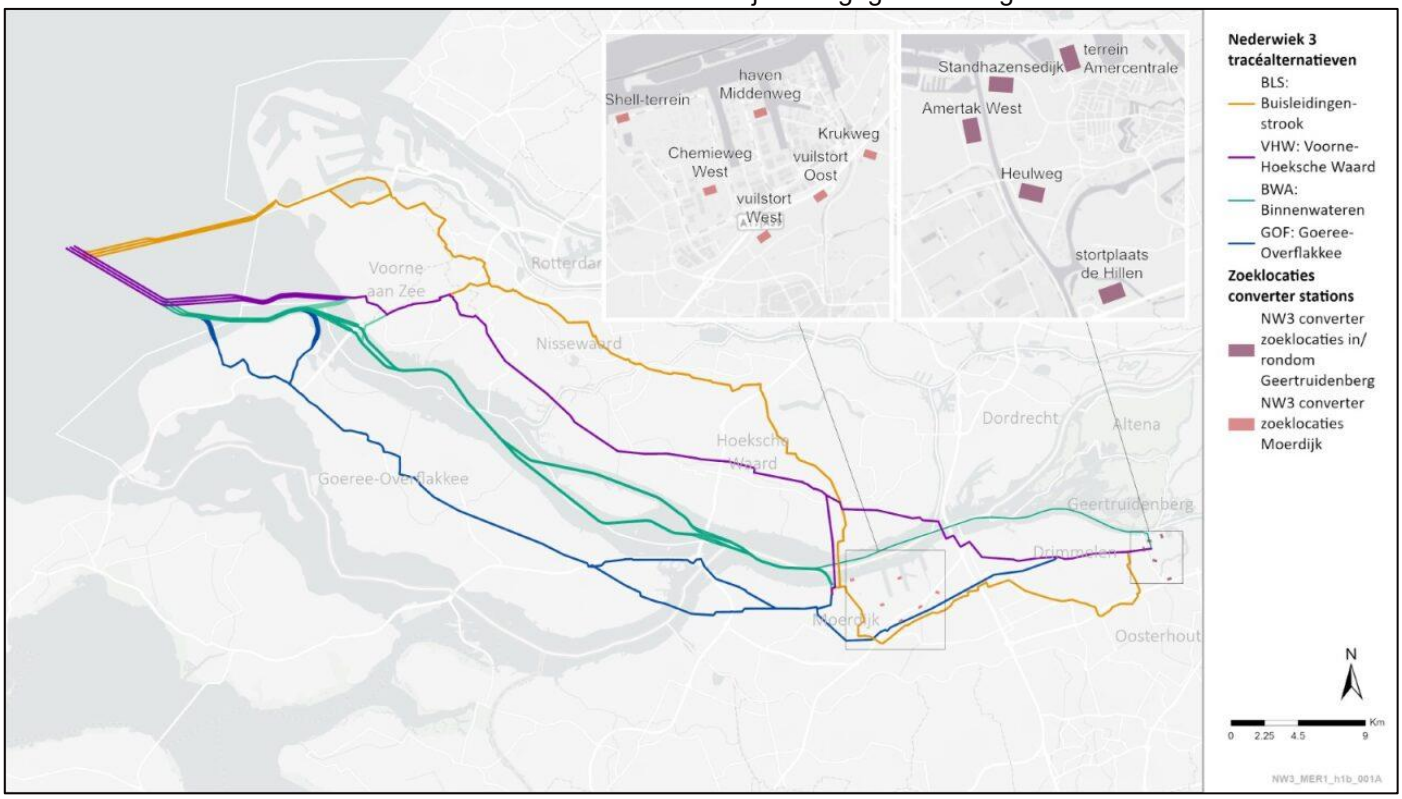
3 Samenvatting en conclusie 71

4 Bronnen 73

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 MER fase 1 van Net op zee Nederwiek 3. In MER fase 1 worden vier tracéalternatieven en verschillende converterstationlocaties in Moerdijk en Geertruidenberg onderzocht. De tracéalternatieven lopen vanaf één startpunt in de Voordelta naar Moerdijk of Geertruidenberg. In Moerdijk worden er zes alternatieven voor een converterstationlocatie onderzocht en in Geertruidenberg worden vijf alternatieven onderzocht. De tracéalternatieven en converterstationlocaties zijn weergegeven in Figuur 1-1



. Het kabeltracé dat op zee het startpunt van de tracéalternatieven verbindt met het platform op zee wordt in MER fase 2 onderzocht, evenals het platform op zee zelf. Daarom wordt het kabeltracé en platform op zee verder niet behandeld in deze quickscan.

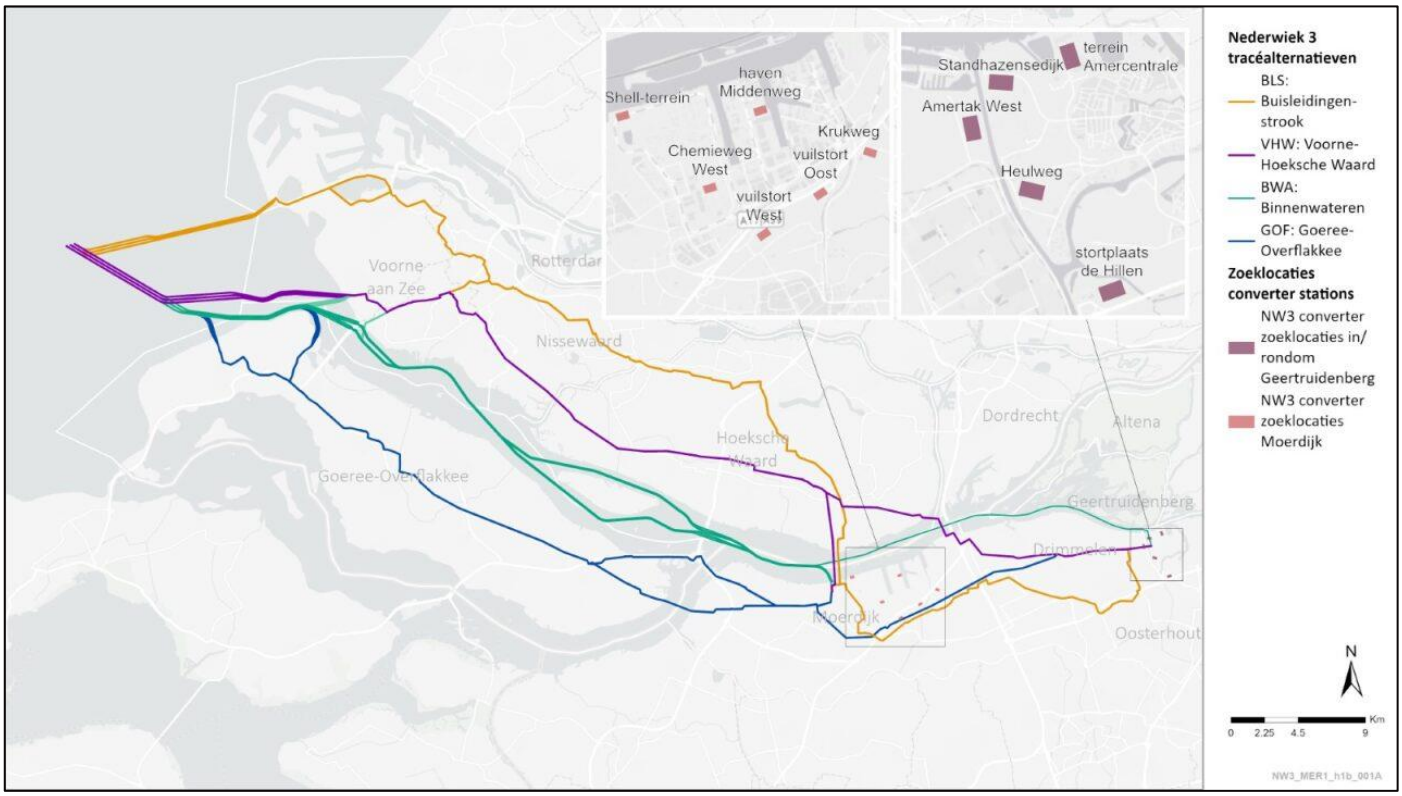
De tracéalternatieven die worden onderzocht zijn:

- Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS)
- Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW)
- Tracéalternatief Binnenwateren (BWA)
- Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF)

De tracéalternatieven lopen allen door de Voordelta (zee). Daarnaast lopen ze over land, door binnenwateren of kruisen ze de binnenwateren door middel van een boring.

Doel van deze quickscan is om door middel van een verwachtingskaart aan te geven waar bepaalde OO verwacht kunnen worden langs de tracéalternatieven en nabij de converterstationlocaties. De resultaten vormen input voor het Milieueffectrapport (MER) fase 1 voor het Net op zee Nederwiek 3.[1]

[1] Resultaten van onderhevige quickscan worden verwerkt in hoofdstuk 9 en 10 van het MER Net op zee Nederwiek 3.



Figuur 1-1 Overzichtskaart tracéalternatieven Nederwiek 3 en zoeklocaties converterstations.

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 t.a.v. 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 voldoen 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 van MER fase 1 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 gebruikgemaakt van kennis die is opgedaan bij reeds uitgevoerde onderzoeken. Dit zijn de eerder uitgevoerde quickscans voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Net op zee Nederwiek 1 en 2; het vooronderzoek Net op zee Hollandse Kust (zuid), door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken en vooronderzoeken uit de Arcadis-database.

2 Effectbeoordeling OO

In de effectbeoordeling wordt voor de tracéalternatieven en converterstationlocaties in Moerdijk en Geertruidenberg gekeken of deze in een potentieel OO-verdacht gebied liggen en/of deze doorkruisen. Deze quickscan geeft echter geen definitieve afbakening van het OO verdachte gebied, maar geeft een indicatie van het te verwachten verdachte gebied als een volledig vooronderzoek OO wordt uitgevoerd. De effecten beoordeling is opgesplitst in de tracéalternatieven in de Voordelta, het tracéalternatief BWA (dat in de binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en Amer ligt), de tracéalternatieven op land (BLS, VHW en GOF) en de converterstationlocaties op land (Geertruidenberg en Moerdijk).

2.1 Tracéalternatieven Voordelta

De kabeltracés van de vier tracéalternatieven hebben allemaal een gezamenlijk startpunt in de Voordelta, om vervolgens naar de Haringvlietdam te lopen (BWA) of naar land (BLS, VHW en GOF) (zie Figuur 2-1). Dit gedeelte van de tracéalternatieven is een kabeltracé op zee. Een kabeltracé bestaat hierbij uit een samenstel van vier kabels die door de zeebodem lopen.



Figuur 2-1 Situatietekening ligging kabeltracés Nederwiek 3 in Voordelta.

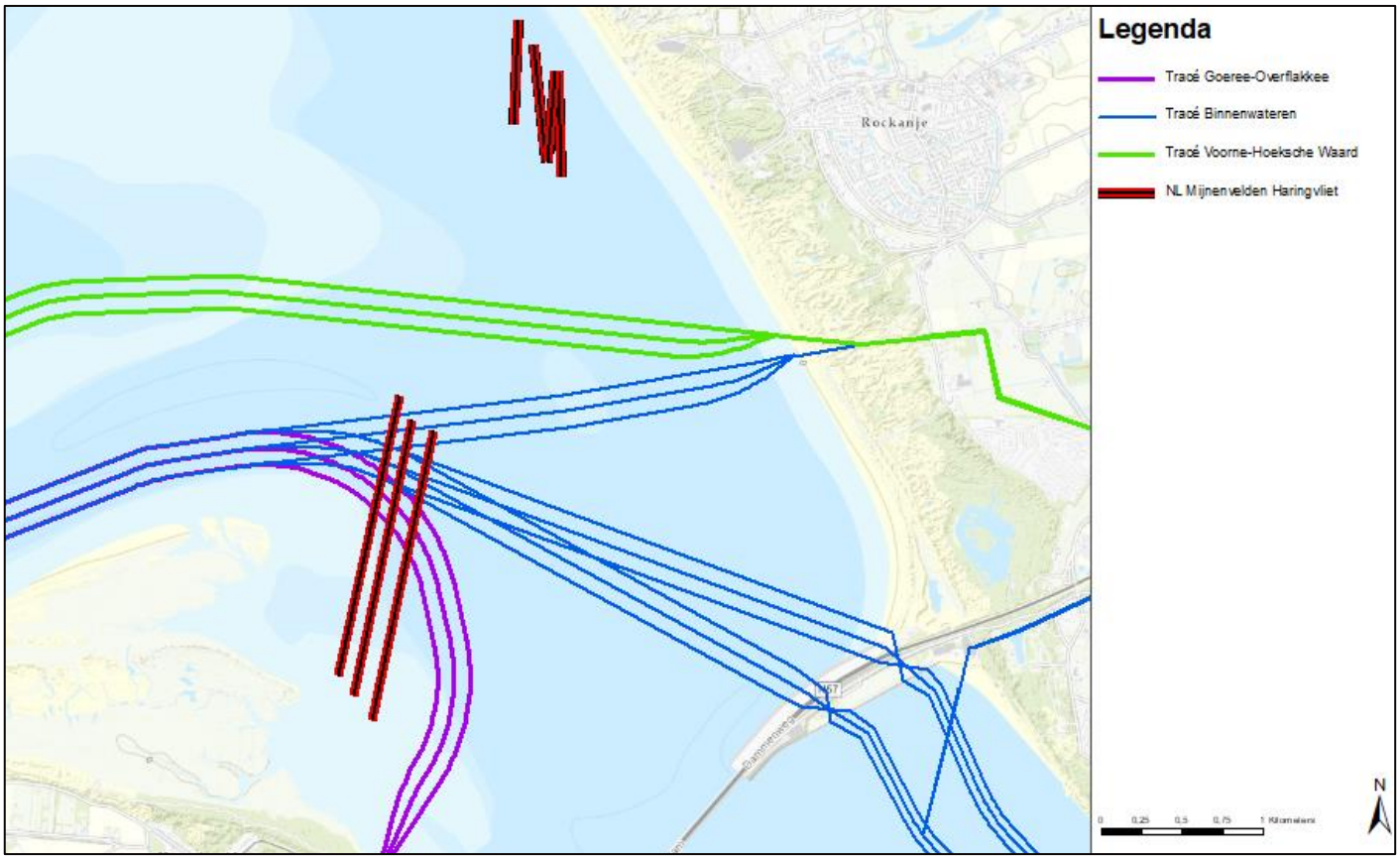
2.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Ter voorbereiding op een mogelijke Duitse inval besloot de Nederlandse marine tot het plaatsen van verschillende (zee)mijnenvelden in september 1939. Een aantal van deze mijnenvelden lagen ook bij de monding van het Haringvliet, om precies te zijn in het Rak van Scheelhoek en het Bokkegat. Het ging hier om verankerde zeemijnen van het type 1907. Om schepen toch veilig door het zeegat te begeleiden, lagen er twee bewakingsvaartuigen bij de monding van het Haringvliet.

Tracéalternatieven BWA en GOF kruisen de voormalige Nederlandse mijnenvelden in het Bokkegat (zie Figuur 2-2).

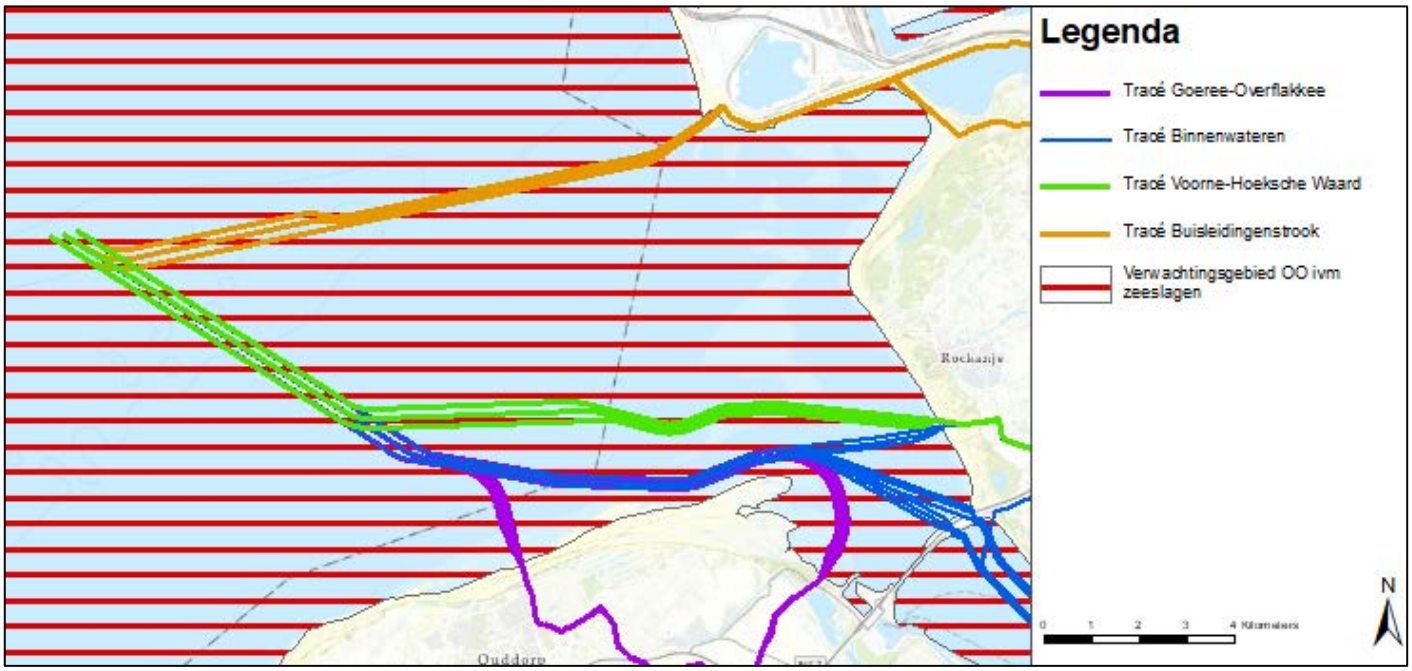


Figuur 2-2 Situatietekening ligging Nederlandse mijnenvelden t.o.v. tracéalternatief BWA.

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.

De tracéalternatieven liggen binnen de 20 kilometer kustzone waar er OO wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.

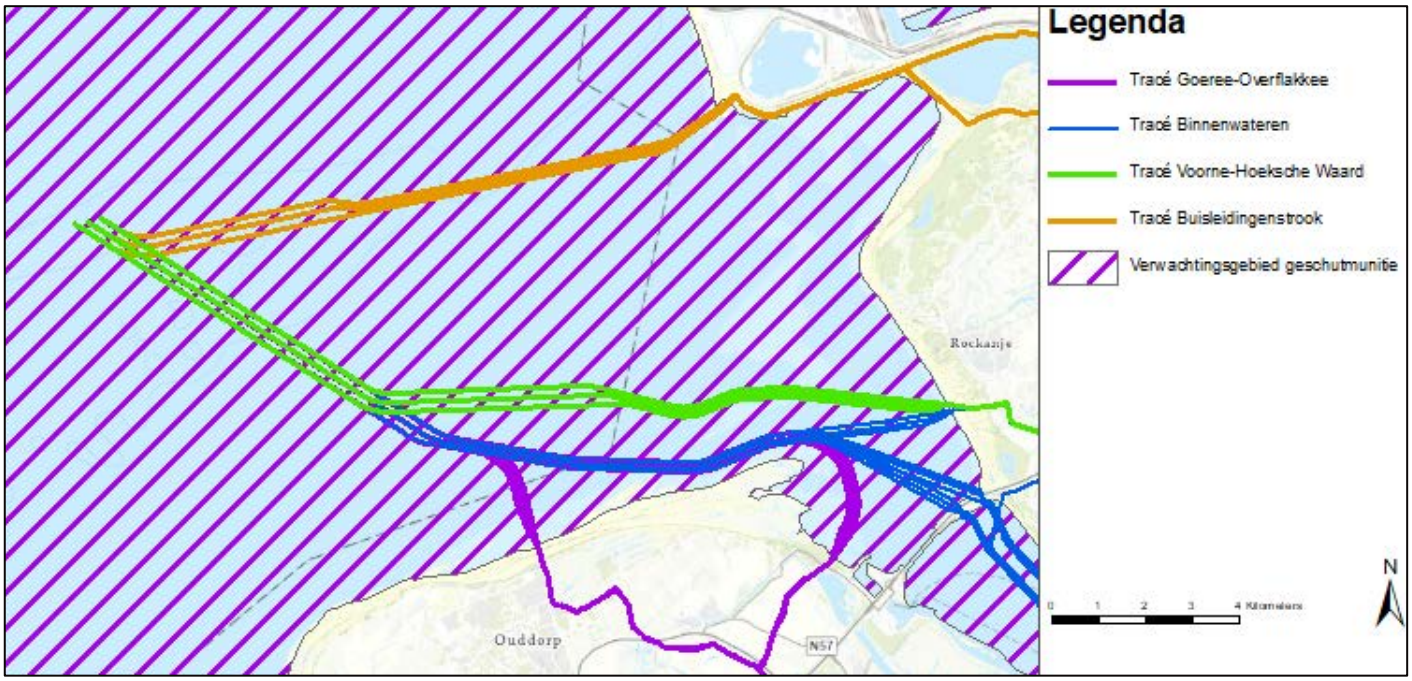


Figuur 2-3 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rode arcering) die overlap vertoont met de tracéalternatieven.

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.

De tracéalternatieven liggen binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht.



Figuur 2-4 Gedeelte van de 22 kilometer van het kustgeschut (in paarse arcering) die overlap vertoont met de tracéalternatieven.

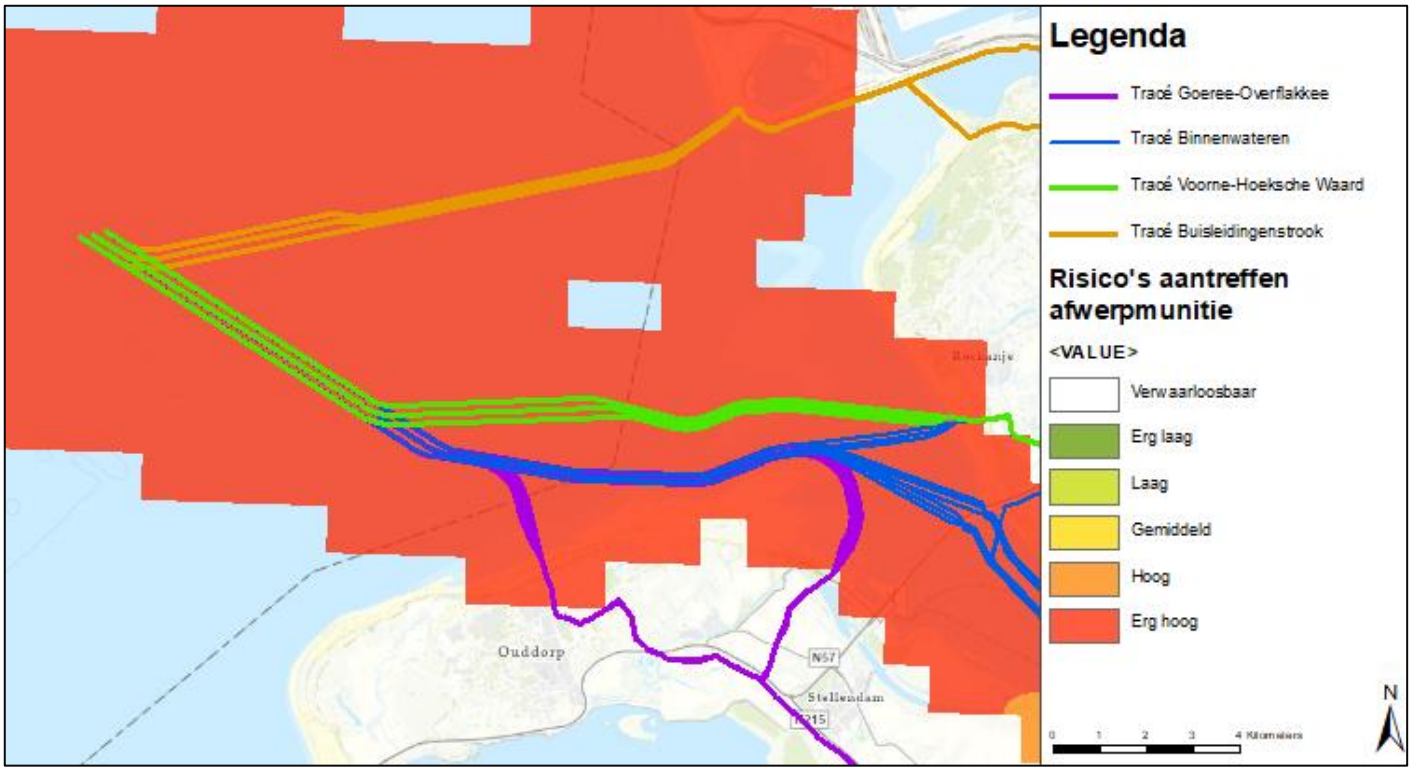
Luchtoorlog 1940-1945

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich 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 af-en-aan 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.

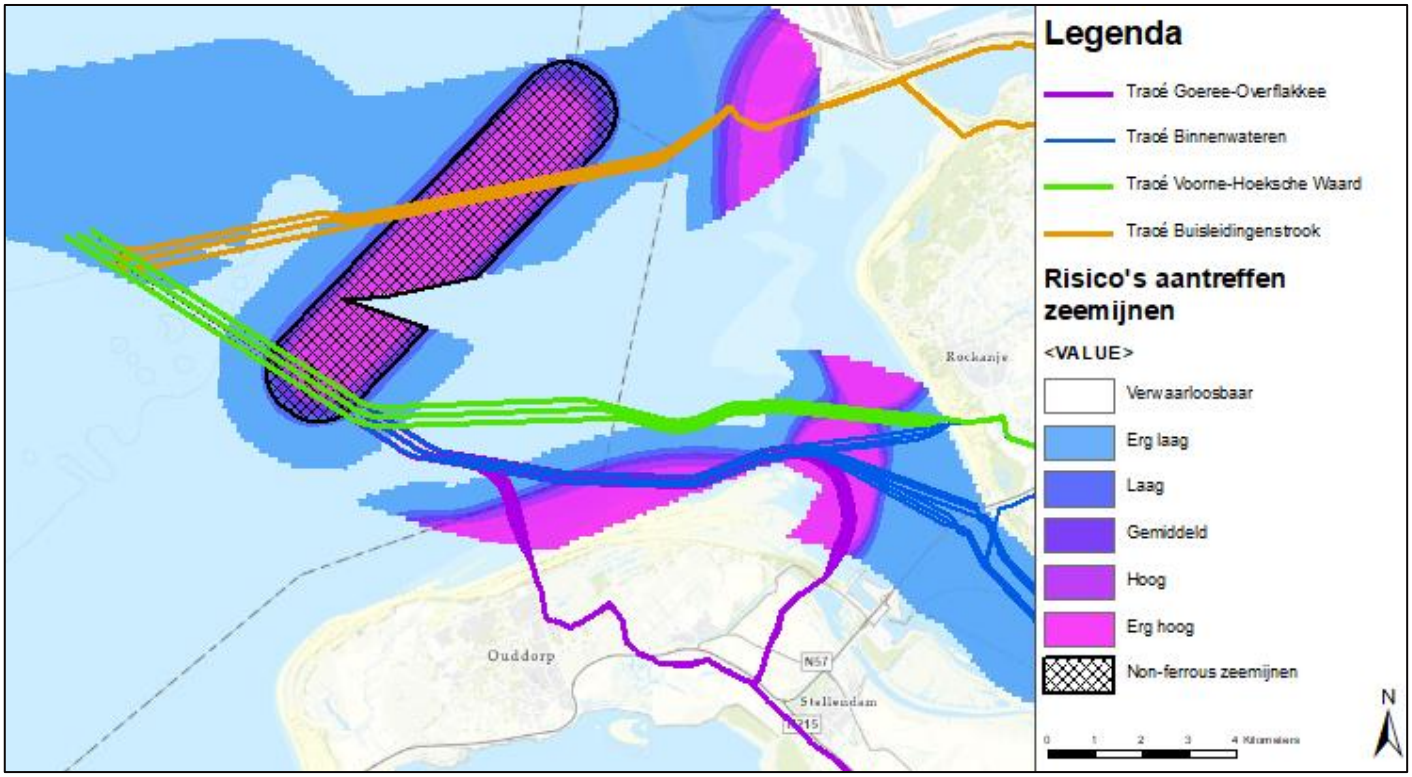
UXOIntelligence (rapport Nederwiek; 2022) heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op luchtaanvallen en geregistreerde noodafworpen in de North Sea Bomb Database. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevinden de tracéalternatieven zich in een erg hoog (rood) risicogebied afwerpmunitie.



Figuur 2-5 Risico op het aantreffen van afwerpmunitie in de Voordelta van de tracéalternatieven.

Mijnenvelden

UXOIntelligence (rapport Nederwiek; 2022) heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen (zie Figuur 2-6). Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruisen de tracéalternatieven verschillende mijnenvelden met een laag tot erg hoog risiconiveau. Specifiek gaat het hier om zowel zeemijnen en *'non-ferrous'* Duitse anti-invasiemijnen, ook wel bekend onder de termen *Küstenmine A (KMA)* of Kathy-mijnen. Deze mijnen bestonden een vierkante betonnen bak met daarin 75 kilo springstof en werden langs de gehele Nederlandse kust gelegd. Op de betonnen bak stond een metalen driepoot met een ontsteker die afging als er een landingsboot tegenaan voer. Naast deze anti-invasiemijnen bestaat er een risico op meegedreven of door vistrawlers verplaatste geallieerde zeemijnen die zijn gelegd voor de monding van het Haringvliet. Ook zijn er op verschillende locaties voor het Haringvliet *non-ferrous* luchtmijnen of *Luftmine B* (LMB) gelegd door de Duitse *Luftwaffe*.

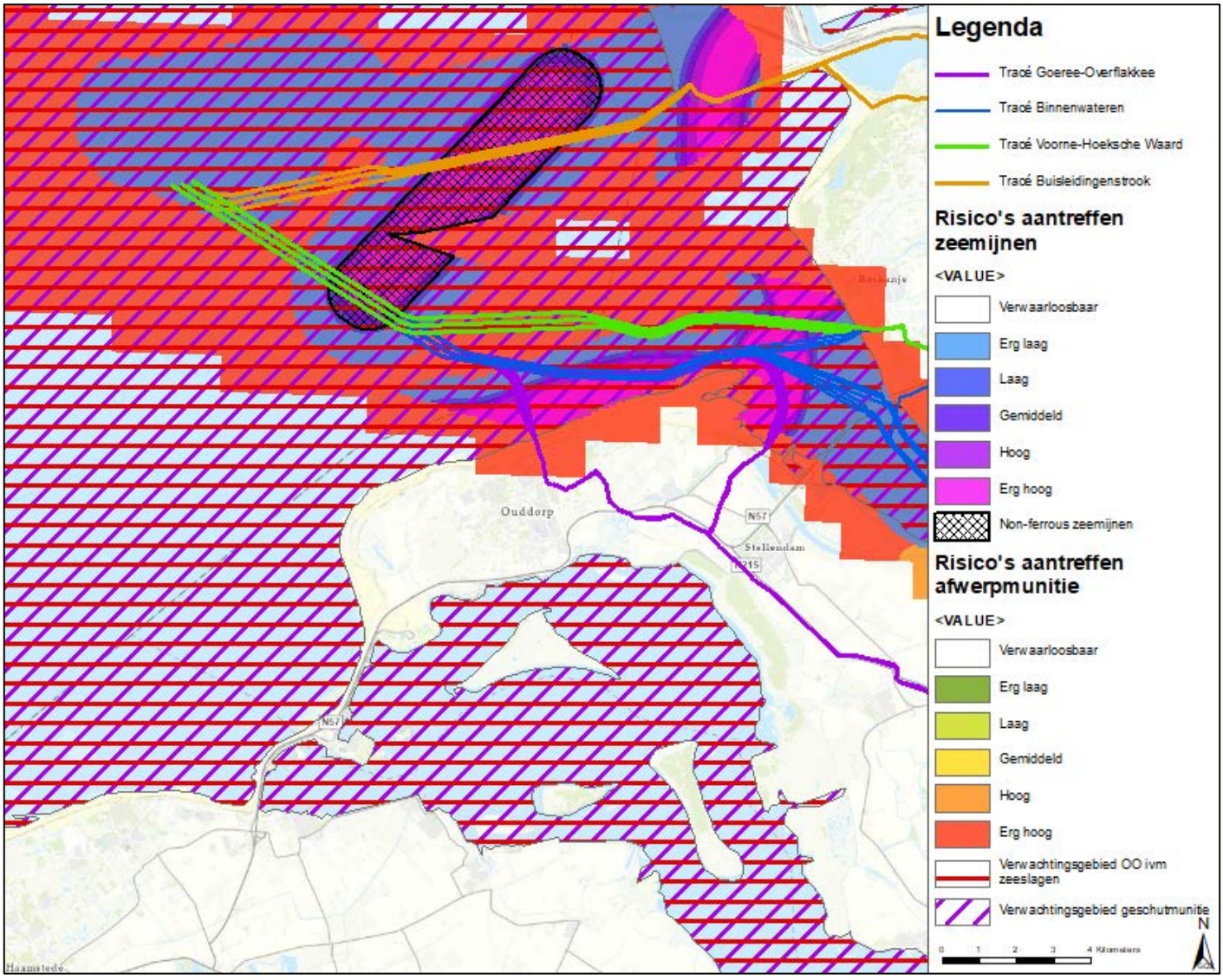


Figuur 2-6 Mine Threat Map en de aanlanding van de tracéalternatieven in de Voordelta. De zwarte arcering geeft de 'non-ferrous' mijnenvelden weer.

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat de tracéalternatieven in de Voordelta geheel in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-7). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

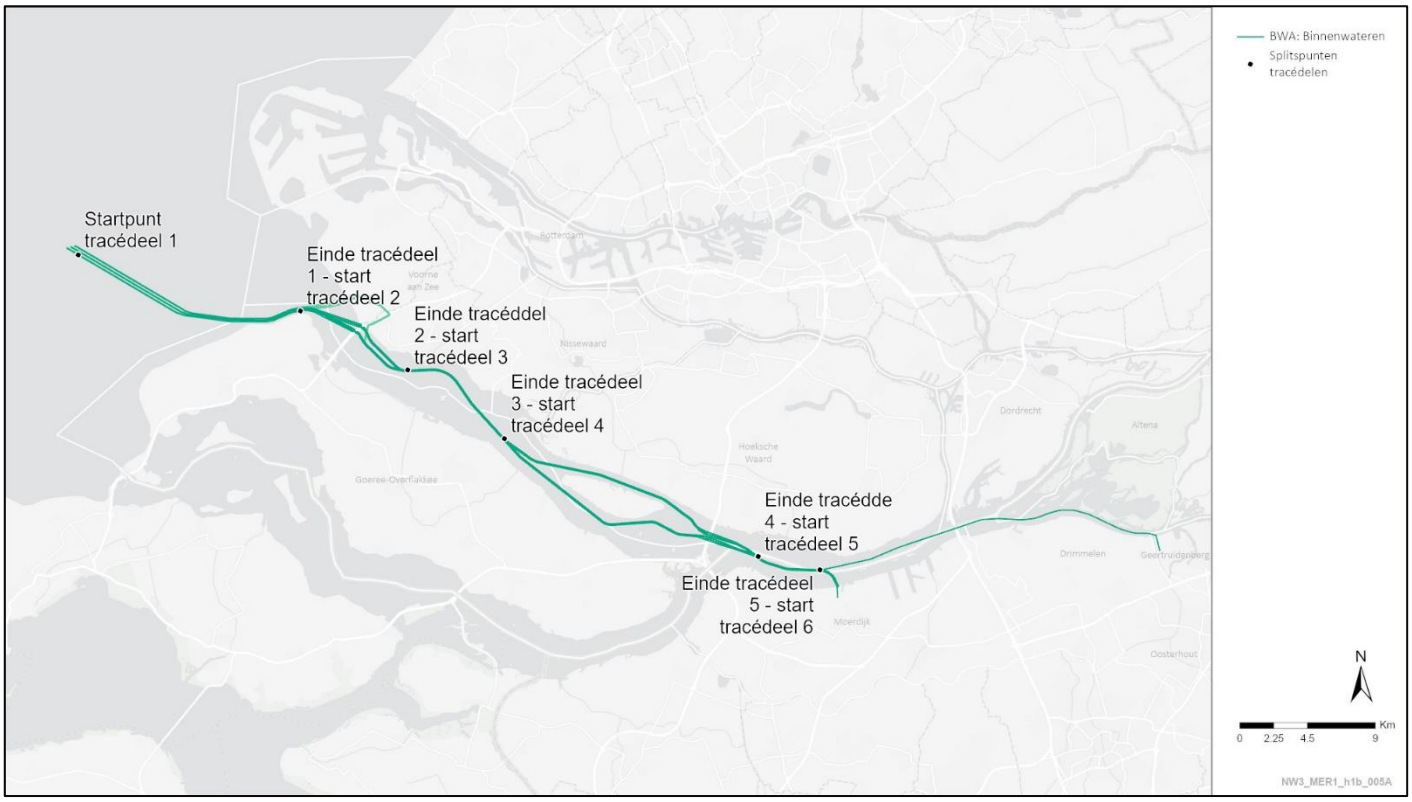
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie



Figuur 2-7 Verwachtingskaart OO van de tracéalternatieven in de Voordelta.

2.2 Tracéalternatief Binnenwateren (BWA)

Tracéalternatief BWA loopt na de kruising van de Haringvlietdam door de binnenwateren Haringvliet, Hollands Diep en indien naar Geertruidenberg ook door de Amer (zie Figuur 2-8). Hierbij wordt een kabelcorridor gehanteerd van 100 meter (50 meter aan weerszijden van de kabelsystemen). Omdat ook de VAWOZ 2040 worden meegenomen in dit onderzoek, wordt er gekeken naar een corridorbreedte van 200 meter.



Figuur 2-8 Situatietekening ligging in binnenwateren Nederwiek 3.

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Na de Duitse inval op 10 mei 1940 werden de bewakingsvaartuigen en mariniers in Hellevoetsluis in hoogste staat van paraatheid gebracht. Gevechten in het Haringvliet bleven echter uit, op enkele vliegtuigbeschietingen na. Ter hoogte van de Moerdijkbruggen werd er wel enkele dagen gevochten, om het Duitse bruggenhoofd wat hier na de parachutistenlanding op 10 mei was ontstaan te heroveren. Na het bombardement op Rotterdam van 14 mei 1940 capituleren echter alle Nederlandse strijdkrachten, met uitzondering van de legereenheden in de provincie Zeeland. De bewakingsvaartuigen in het Haringvliet dumpten hun 5 cm boordkanon inclusief munitie in een zeegat buiten de haven van Hellevoetsluis.

Tracéalternatief BWA kruist het gebied buiten de haven van Hellevoetsluis.

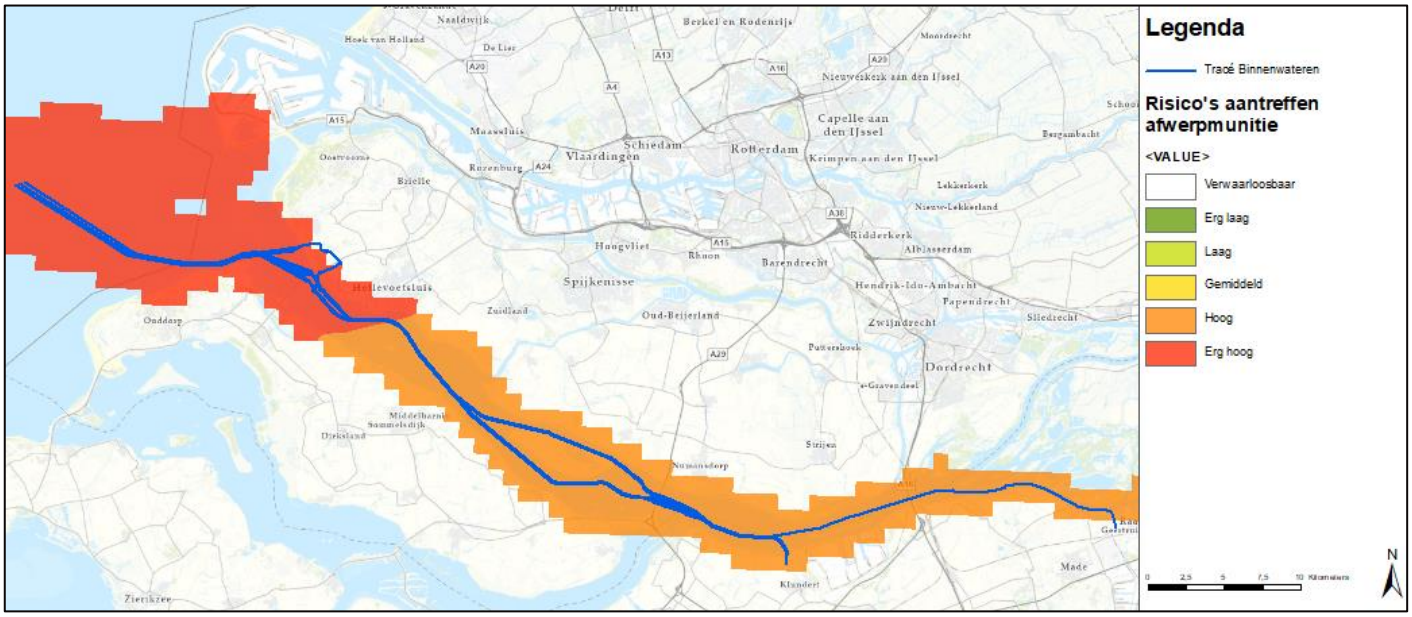
Luchtoorlog 1940-1945

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich in de periode 1940-1943 vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië voor de Nederlandse kust. Na de geallieerde landingen in Normandië en de bevrijding van verschillende Franse en Belgische havensteden, waren de Duitsers in september 1944 gedwongen om hun konvooischepen, onderzeeërs en *Vorpostenboten* te evacueren. Het merendeel van deze Duitse vloot zocht een heenkomen in de Hollandse en Zeeuwse rivierdelta. Als reactie hierop vlogen Britse toestellen van *Coastal Command* bijna dagelijks

verkennings- en aanvalsvluchten boven deze gebieden, waaronder het Haringvliet, het Hollands Diep en de Amer. Duitse konvooischepen en *Vorpostenboten* werden daarbij aangevallen met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast deze aanvallen vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan 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 land of zee (een zogeheten 'noodafworp'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen.

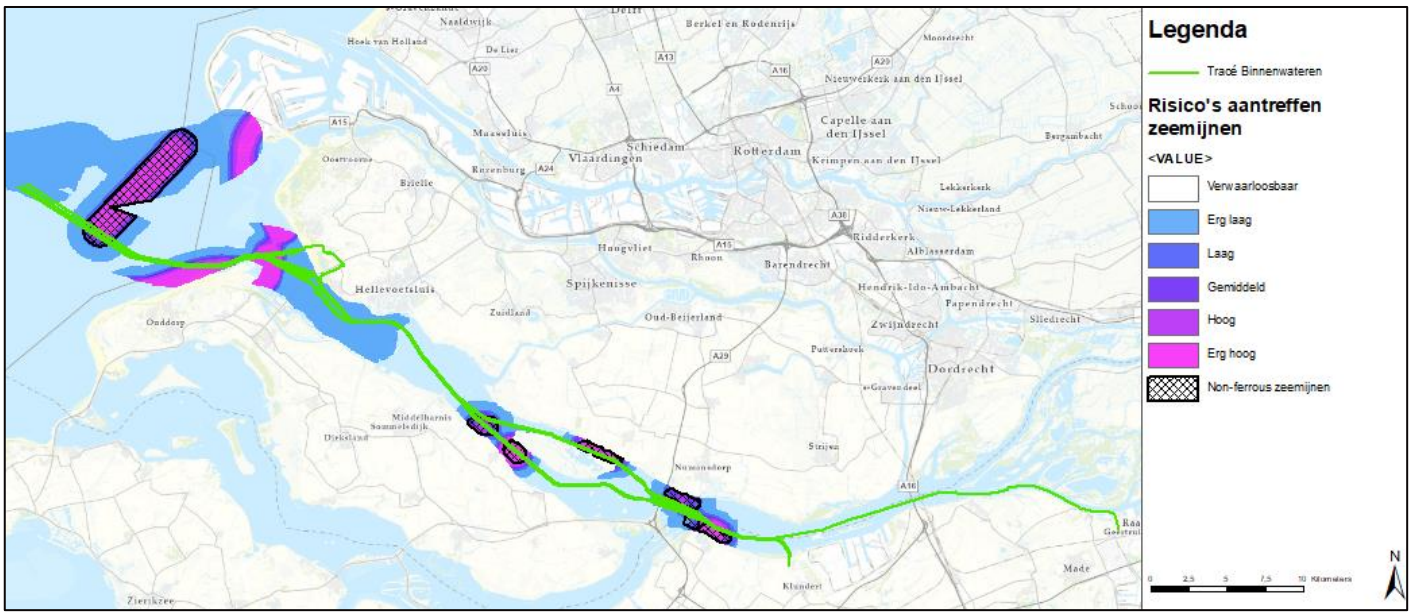
Vanwege deze verschillende luchtaanvallen op en in de directe omgeving van het Haringvliet en Hollands Diep is de kans groot dat er zich nog OO in de vorm van afwerpmunitie in het gebied bevinden. Ook UXOIntelligence (rapport Nederwiek; 2022) schat het risico op aantreffen van afwerpmunitie in het Haringvliet en Hollands Diep als (erg) hoog in. Dit geldt voor het gehele tracéalternatief BWA.



Figuur 2-9 Risico op het aantreffen van afwerpmunitie en het tracéalternatief BWA (blauwe en groene lijn).

Mijnenvelden

UXOIntelligence (rapport Nederwiek; 2022) heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen (zie Figuur 2-10). Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist tracéalternatief BWA verschillende mijnenvelden met een laag tot erg hoog risiconiveau. Specifiek gaat het hier om zowel zeemijnen en *'non-ferrous'* Duitse anti-invasiemijnen, ook wel bekend onder de termen *Küstenmine A (KMA)* of Kathy-mijnen. Deze mijnen bestonden een vierkante betonnen bak met daarin 75 kilo springstof en werden langs de gehele Nederlandse kust gelegd. Op de betonnen bak stond een metalen driepoot met een ontsteker die afging als er een landingsboot tegenaan voer. Naast deze anti-invasiemijnen bestaat er een risico op meegedreven of door vistrawlers verplaatste geallieerde zeemijnen die zijn gelegd voor de monding van het Haringvliet. Ook zijn er op verschillende locaties binnen en voor het Haringvliet *non-ferrous* luchtmijnen of *Luftmine B* (LMB) gelegd door de Duitse *Luftwaffe*.



Figuur 2-10 Mine Threat Map en het tracéalternatief BWA. De zwarte arcering geeft de 'non-ferrous' mijnenvelden weer.

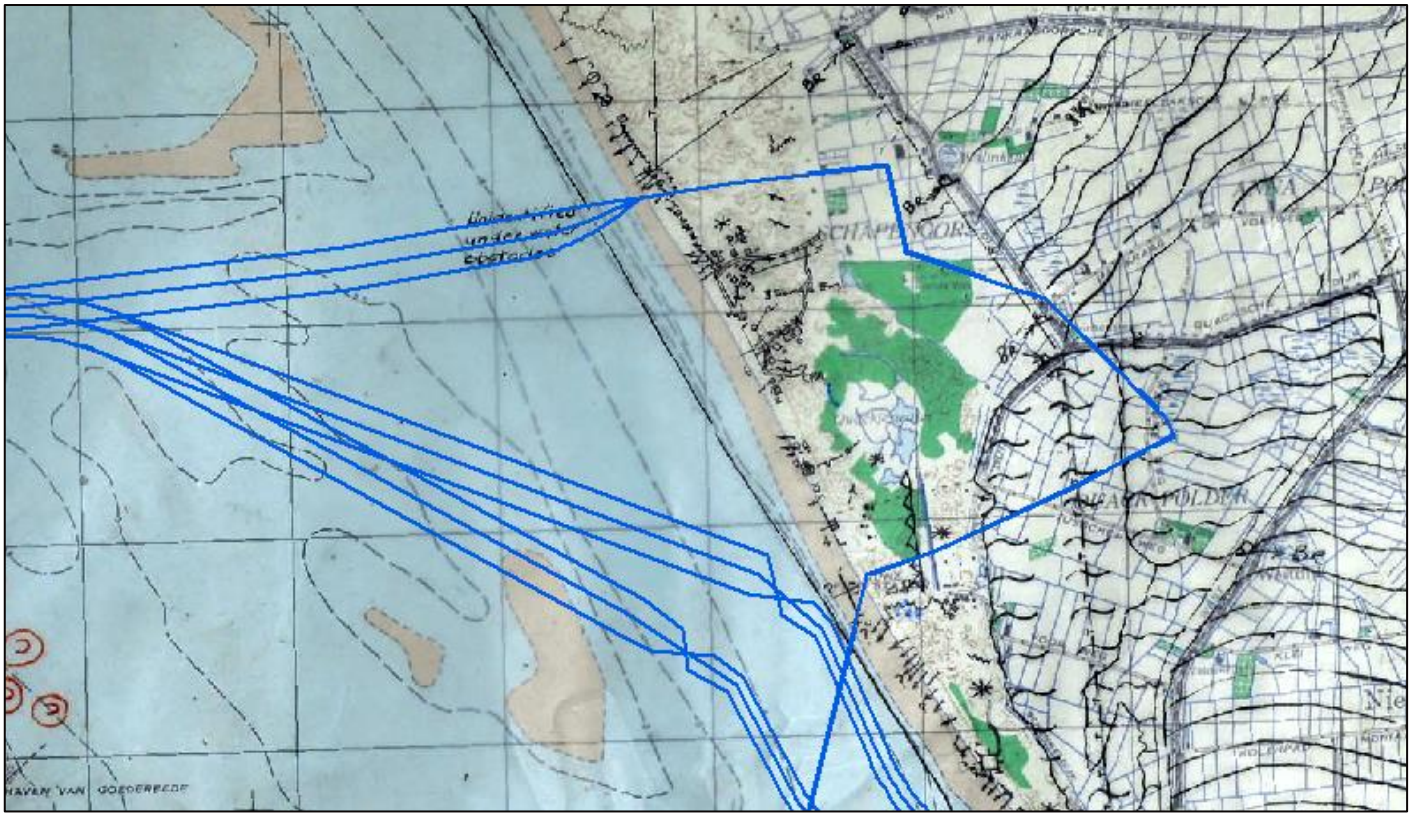
Atlantikwall

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.

Langs het Haringvliet hadden de Duitsers vooral aan de kant van Goeree-Overflakkee een aantal bunkers en zware geschutopstellingen aangelegd, het zogeheten *Stützpunkt Gruppe Goeree*. Ook waren hier langs de kust anti-invasieversperringen opgericht, bestaande uit drakentanden, betonnen staken en KMA-mijnen. Ook waren er steunpunten en verschillende weerstandsnesten (mitrailleur- en/of luchtafweerstellingen) in het veld. Op Voorne aan de overzijde van het Haringvliet was de kustverdediging vergelijkbaar, maar lag het zwaartepunt van het steunpunt meer bij Oostvoorne (vandaar dat de stelling bekend stond als *Stützpunkt Gruppe Oostvoorne*). Wel was de oude vestingstad Hellevoetsluis een verdedigingswerk en lag er een uitgebreid bunkercomplex met zware geschutopstellingen in het duinengebied bij Polder de Quack.



Figuur 2-11 Overzicht van Duitse verdedigingswerken (bruin) bij de monding van het Haringvliet en het Quackjesstrand.



Figuur 2-12 Geallieerde stafkaart met daarop ingetekend de Duitse verdedigingswerken (met zwart en rood) bij de monding van het Haringvliet en het Quackjesstrand.

Slag om de Westhoek van Noord-Brabant

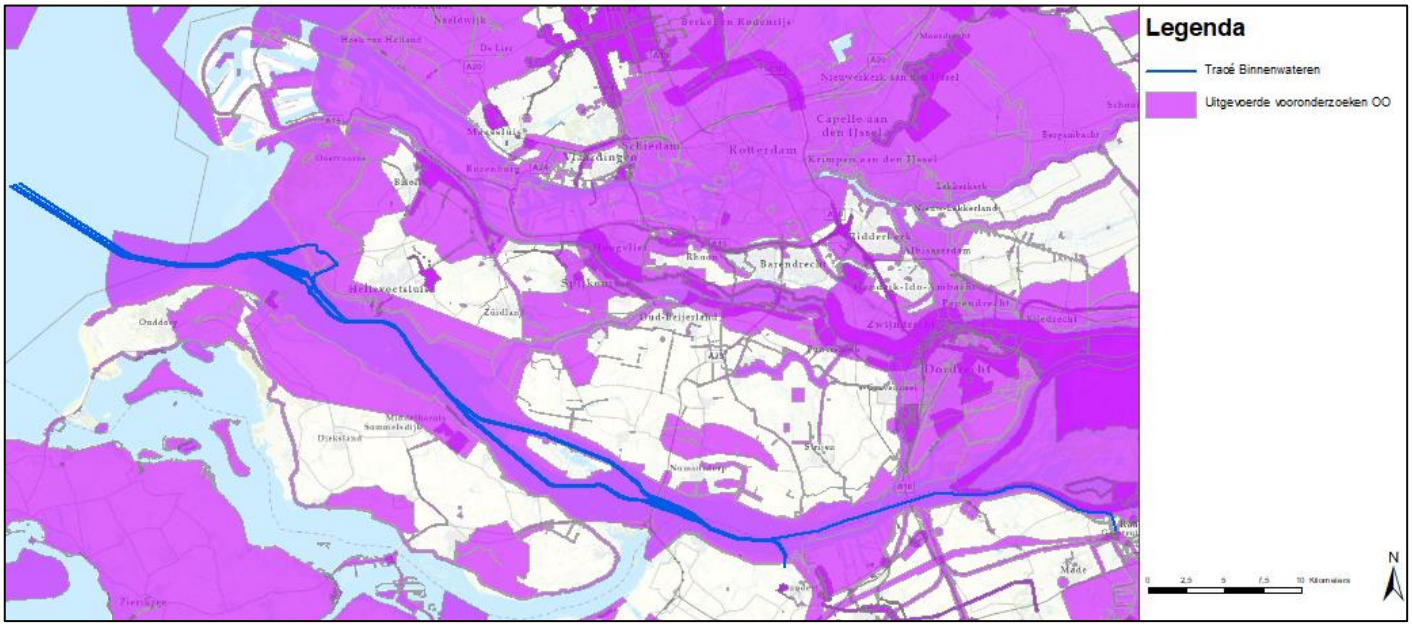
Begin november had de 1e Poolse Pantserdivisie zijn doel in West-Brabant bijna bereikt namelijk Moerdijk. Terwijl de Polen oprukten vanuit Terheijden en Zevenbergschenhoek, naderden ook de Amerikanen van de 104e Infanterie Divisie vanuit Zevenbergen. De Polen namen Moerdijk met hun artillerie zwaar onder vuur. Ze moesten de Duitse anti-tankstellingen bij Moerdijk het zwijgen zien op te leggen. De Duitsers waren echter geenszins van plan hun laatste grote bruggenhoofd ten zuiden van de Maas en het Hollands Diep op te geven. Bij de bloedige gevechten kwamen naast soldaten ook veel burgers om en werden de dorpen Klundert en Moerdijk grotendeels vernietigd.

Na ruim een week van intensieve gevechten werd de bevrijding van de Brabantse regio de Westhoek bereikt na de verovering van Willemstad (6 november 1944) en Moerdijk (9 november 1944). Vanaf dat moment vormden de rivieren Amer en het Hollands Diep de frontlinie, waarbij over-en-weer regelmatig artilleriebeschietingen plaatsvonden. Dit zou zo blijven tot de capitulatie van de Duitse strijdkrachten in Nederland op 5 mei 1945.

Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er vooral in de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

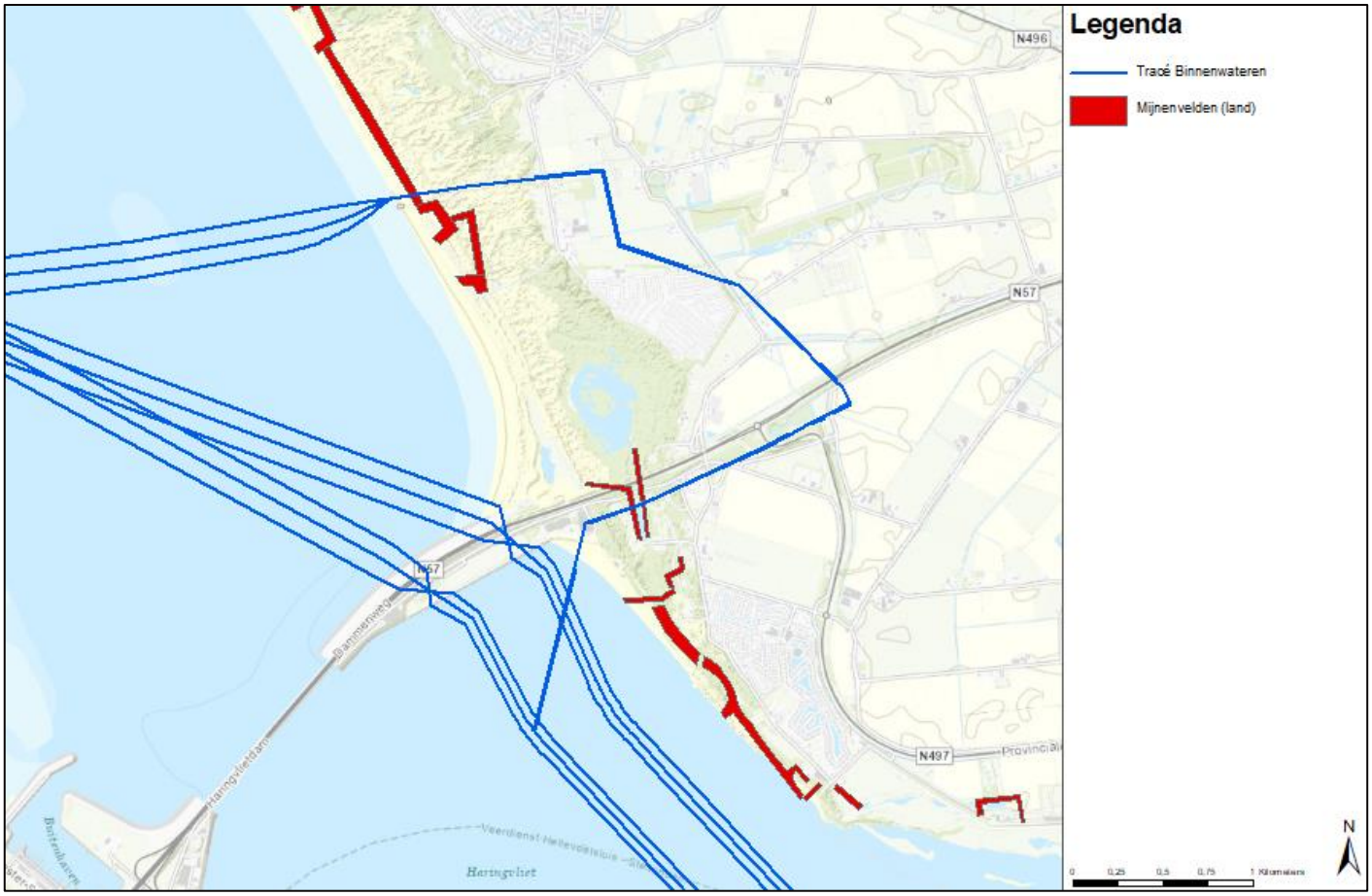
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor de binnenwateren Haringvliet en Hollands Diep. De resultaten van deze vooronderzoeken worden hieronder kort besproken.



Figuur 2-13 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars). De groene en blauwe lijnen geven het tracéalternatief BWA weer.

Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (2013)

Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (kenmerk 13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013) blijkt dat ter hoogte van het Quackstrand een aantal Duitse mijnenvelden hebben gelegen. Onbekend is of deze mijnenvelden volledig zijn geruimd na het einde van de Tweede Wereldoorlog. De tracévariant Quackstrand loopt door dit gebied.

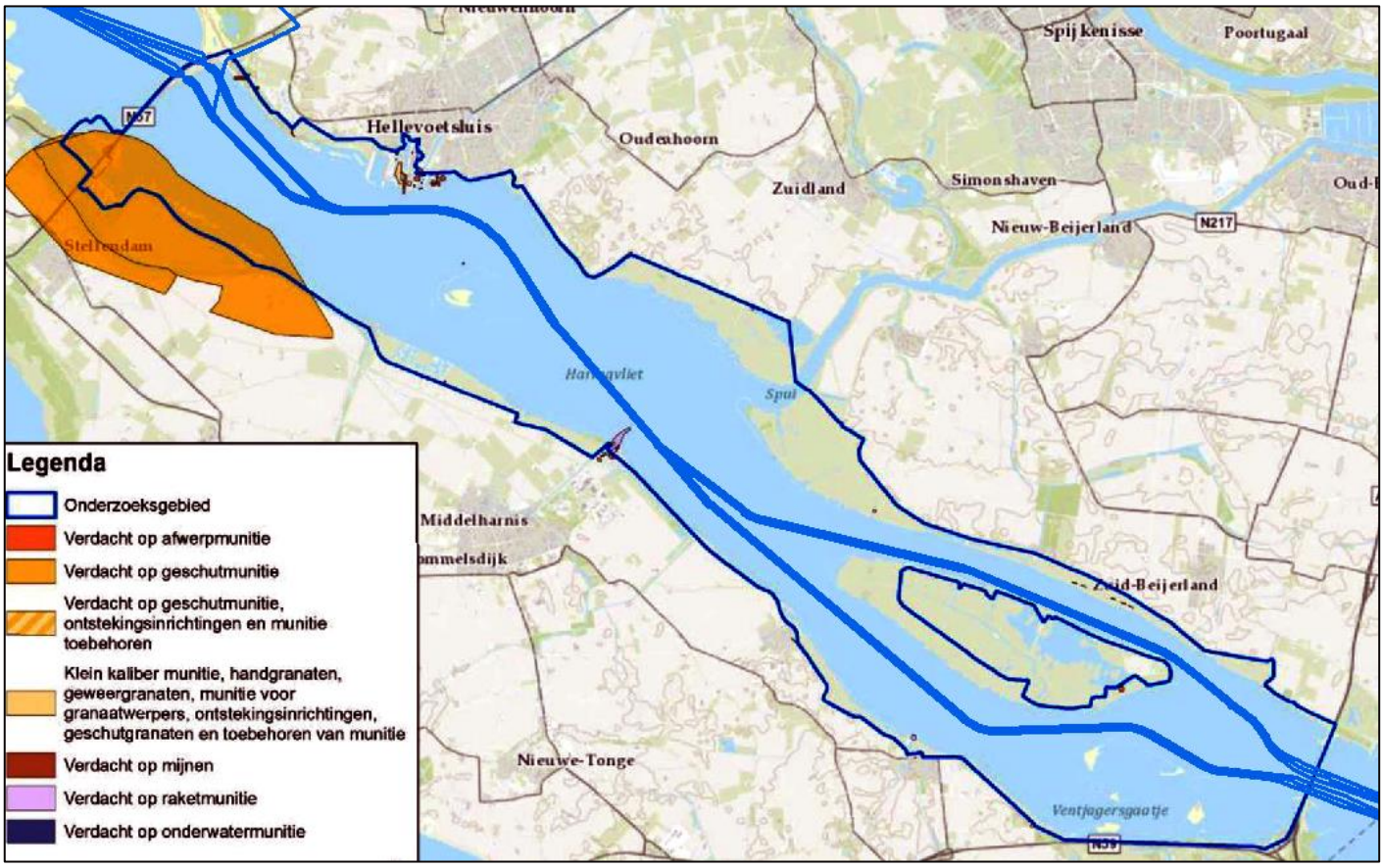


Figuur 2-14 Overzichtskaart van de mijnenvelden op het Quackstrand (in het rood) met in het groen de tracévariant via het Quackstrand van tracéalternatief BWA.

Haringvliet (2016)

Van de steden aan het Haringvliet wordt vooral Hellevoetsluis enkele keren gebombardeerd. Daarnaast vinden er Duitse schietoefeningen van artillerie plaats vanaf het Kanaal Stellendam tot het Kanaal Dirksland. De rest van het Haringvliet blijft grotendeels gespaard van oorlogshandelingen.

Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Haringvliet (kenmerk 150079-014; d.d. 23 december 2016) is gebleken dat het Haringvliet gedeeltelijk verdacht is op OO. Het gebied waar het tracéalternatief BWA loopt is onverdacht op OO.

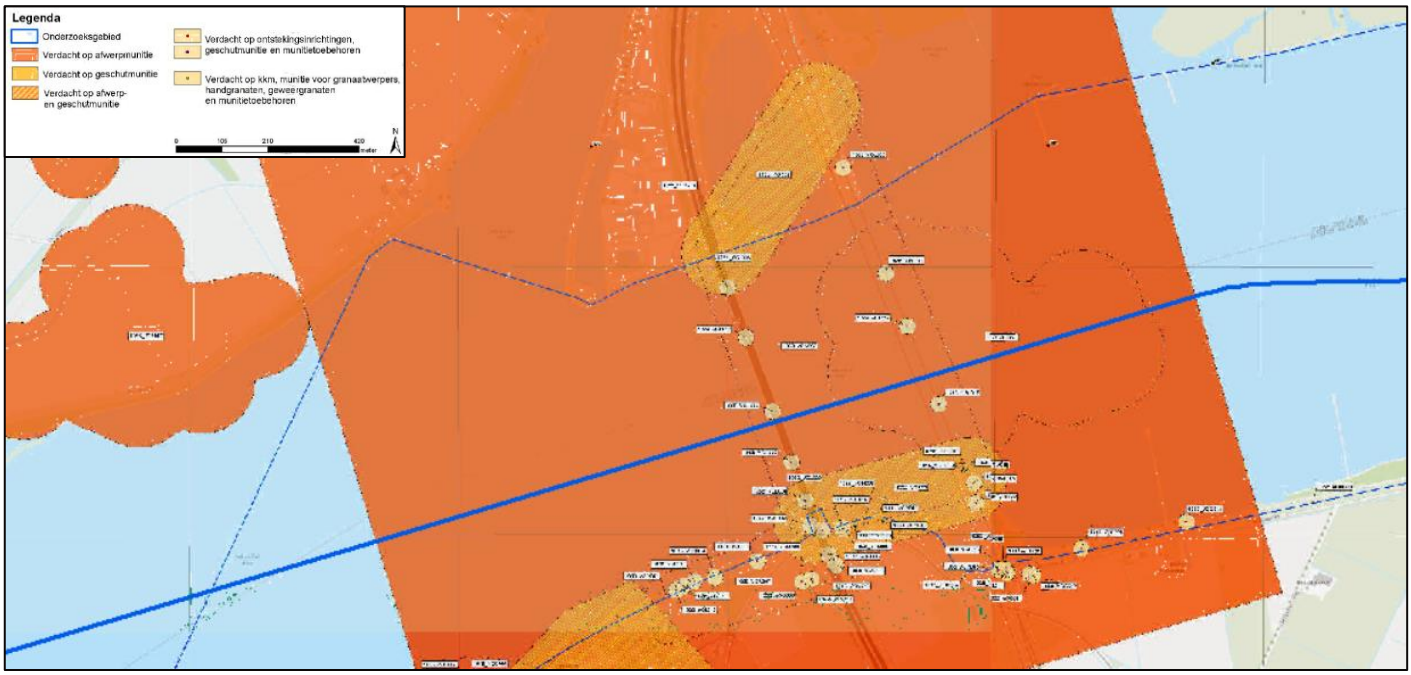


Figuur 2-15 Overzichtskaart van de OO-verdachte gebieden in het Haringvliet met in het blauw het tracéalternatief BWA.

Hollands Diep (2016)

In augustus, september en oktober 1944 zijn de Moerdijkbruggen over het Hollands Diep zwaar gebombardeerd door geallieerde bommenwerpers. Doel was om de bruggen te vernietigen en het Duitse troepentransport over het Hollands Diep te bemoeilijken. Overigens waren niet alleen de bruggen zelf het doelwit, maar ook de Duitse luchtafweerstellingen aan weerszijden van het bruggenhoofd. Vooral op 17 september 1944 vond er een zwaar bombardement plaats op deze stellingen, om zo de geallieerde vliegtuigen voor de luchtlandingen bij Arnhem (*Operation Market Garden*) vrije doortocht te verlenen.

Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollands Diep (kenmerk 150079-008; d.d. 25 oktober 2016) is gebleken dat het Hollands Diep gedeeltelijk verdacht is op OO. Het gebied waar het tracéalternatief BWA de Moerdijkbruggen kruist is verdacht op afwerpmunitie van Nederlandse (mei 1940) en geallieerde bombardementen. Hierbij zijn respectievelijk 300 kg brisantbommen (Nederland) en 250 t/m 1000 lb brisantbommen (geallieerd) ingezet.

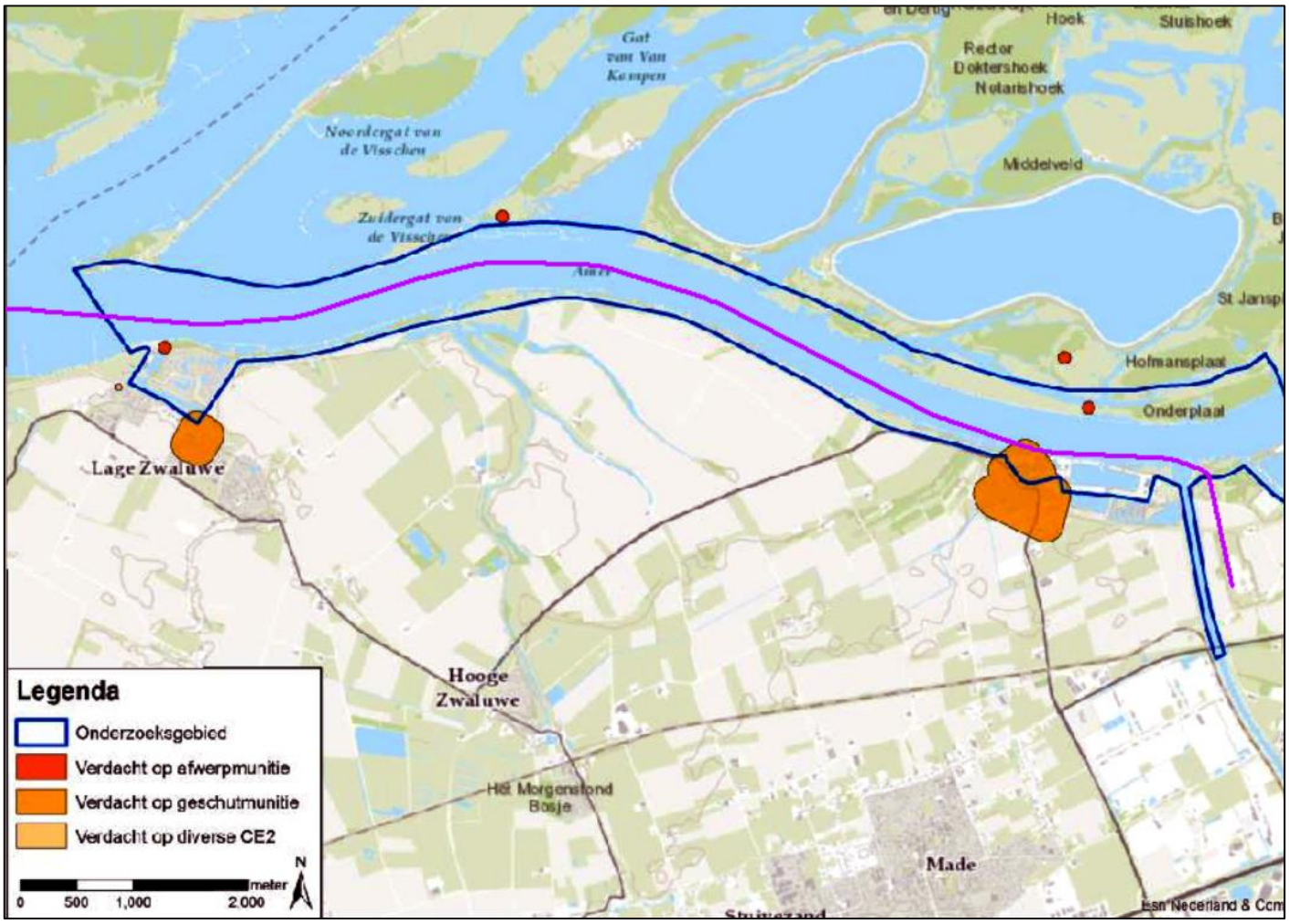


Figuur 2-16 Overzichtskaart van de OO-verdachte gebieden in het Hollands Diep met in het blauw het tracéalternatief BWA.

Amer (2016)

In tegenstelling tot het Hollands Diep waren er over de Amer geen bruggen, aangezien de noordzijde van de rivier bestaat uit de Biesbosch. Hierdoor bleven de gevechtshandelingen in dit gebied beperkt tot de kleine havens van Lage Zwaluwe en Drimmelen. Beide dorpen hadden te lijden onder geallieerde artilleriebeschietingen tijdens de bevrijdingsgevechten in november 1944. Ook na de bevrijding lagen de dorpen af en toe onder Duits vuur vanuit de Biesbosch.

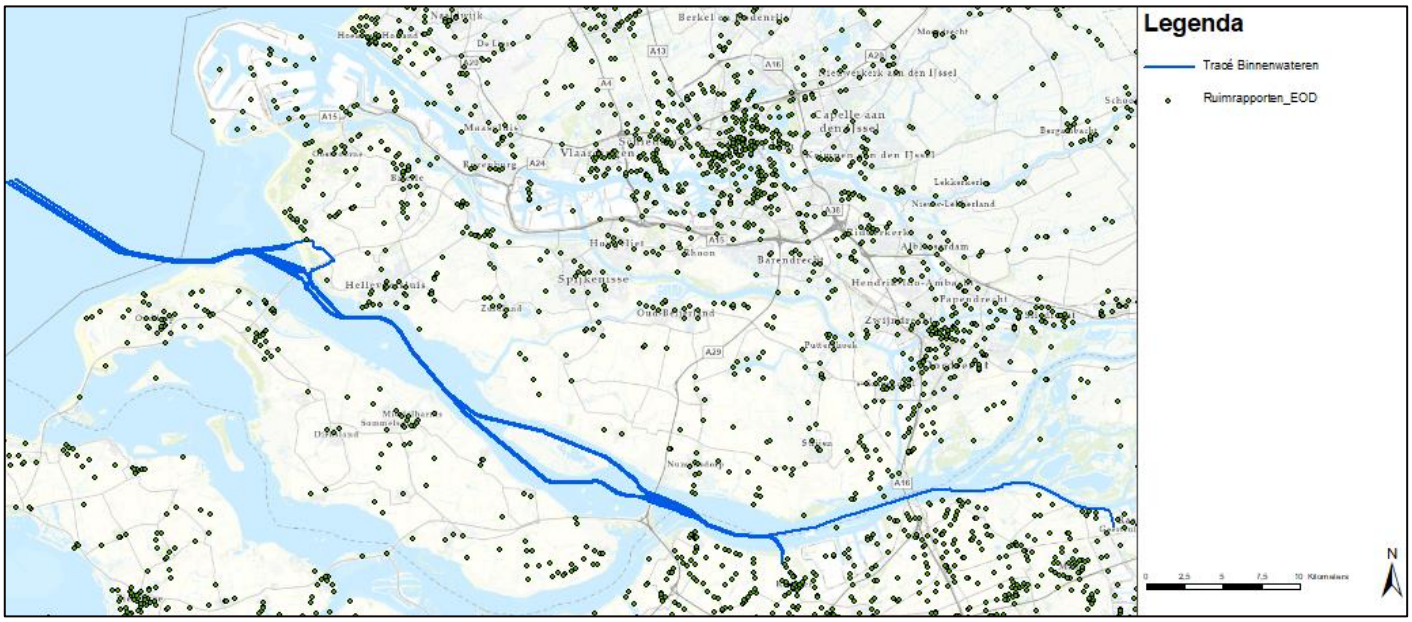
Uit het Vooronderzoek Conventionele Explosieven Amer (kenmerk 150079-005; d.d. 21 december 2016) is gebleken dat Lage Zwaluwe en Drimmelen verdacht zijn op OO in de vorm van geschutmunitie. Het tracéalternatief BWA kruist hiervan alleen het verdachte gebied geschutmunitie van Drimmelen.



Figuur 2-17 Overzichtskaart van de OO-verdachte gebieden in de Amer met in het paars het tracéalternatief BWA.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

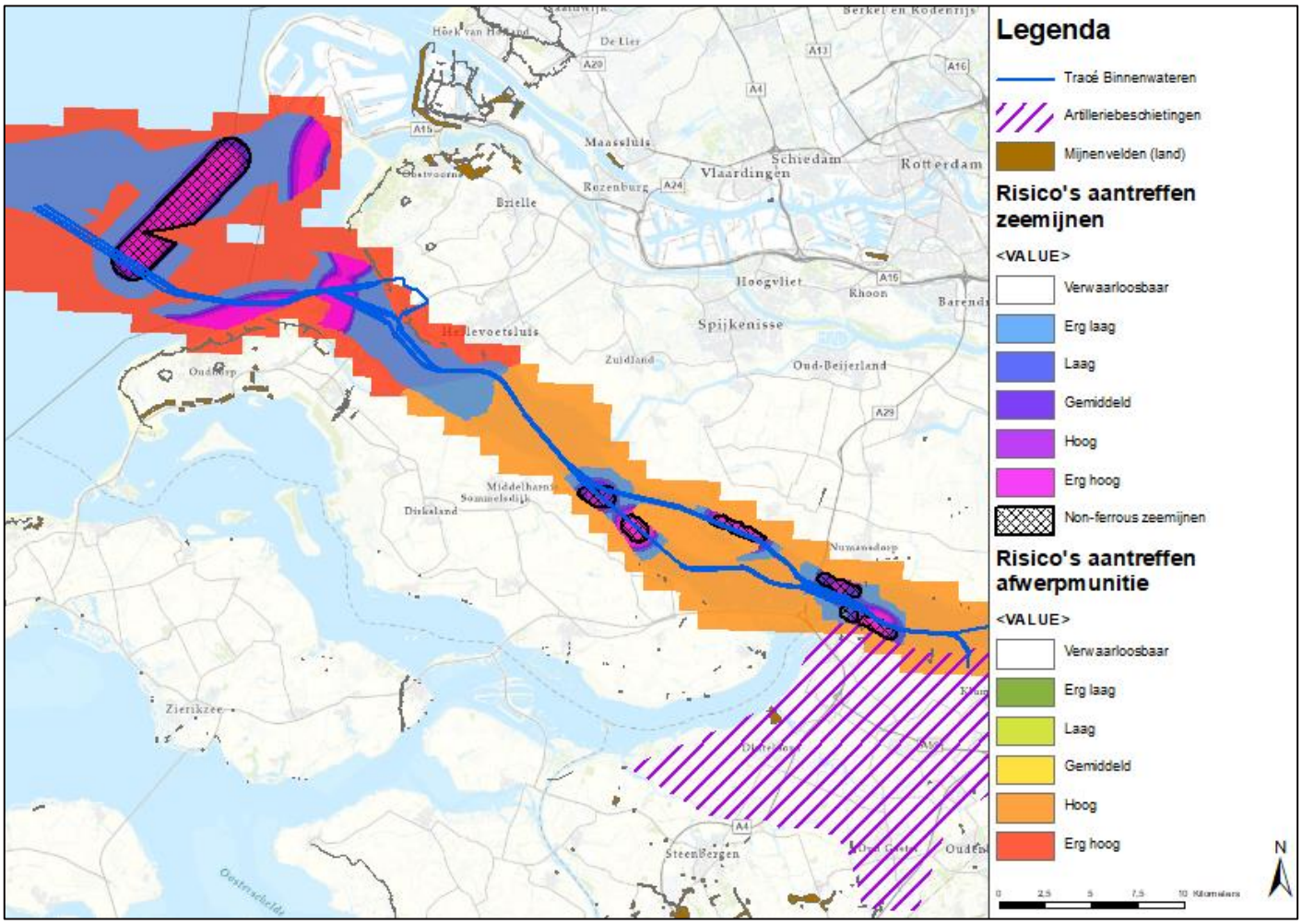


Figuur 2-18 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het tracéalternatief BWA.

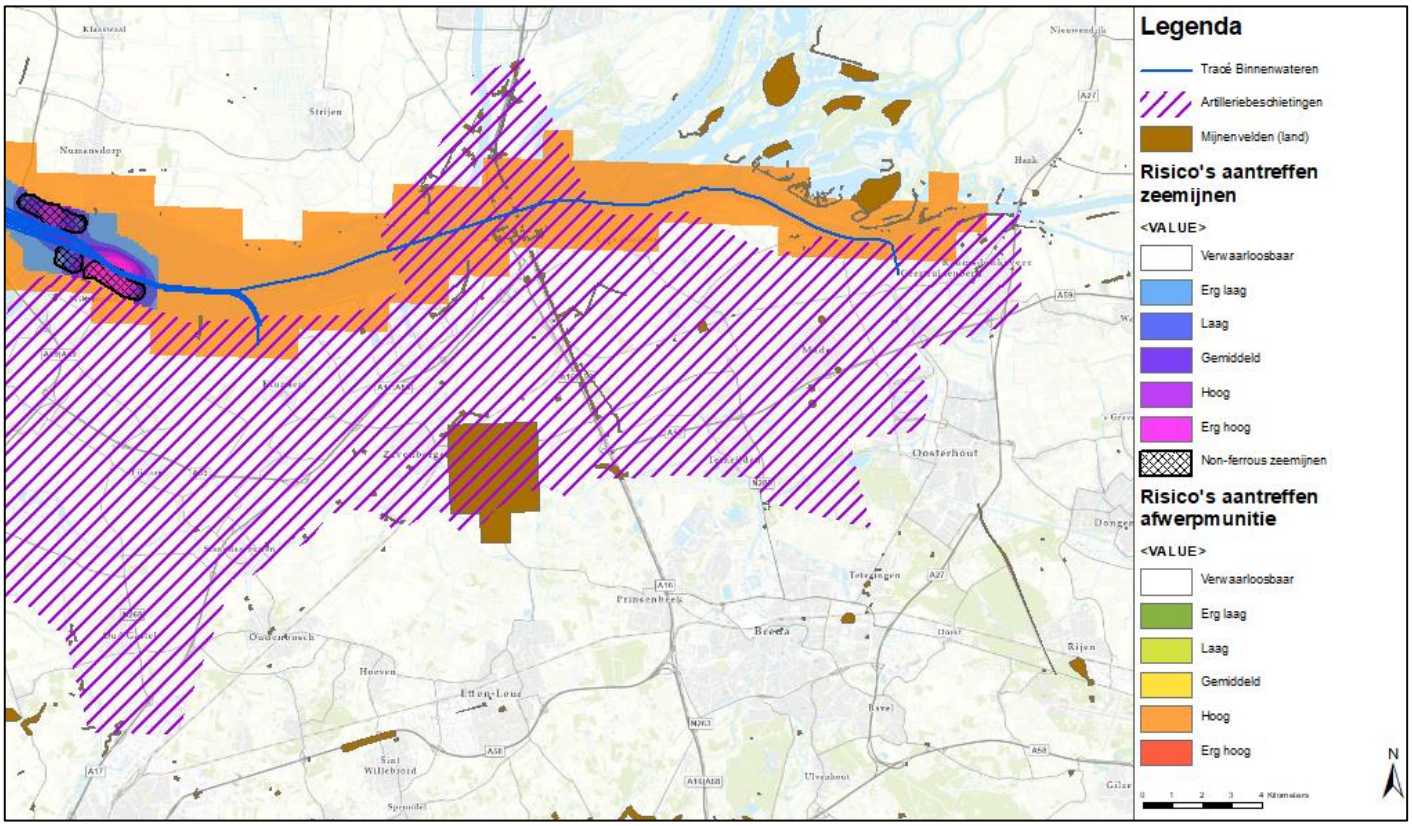
2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het tracéalternatief BWA in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-19 en Figuur 2-20). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie



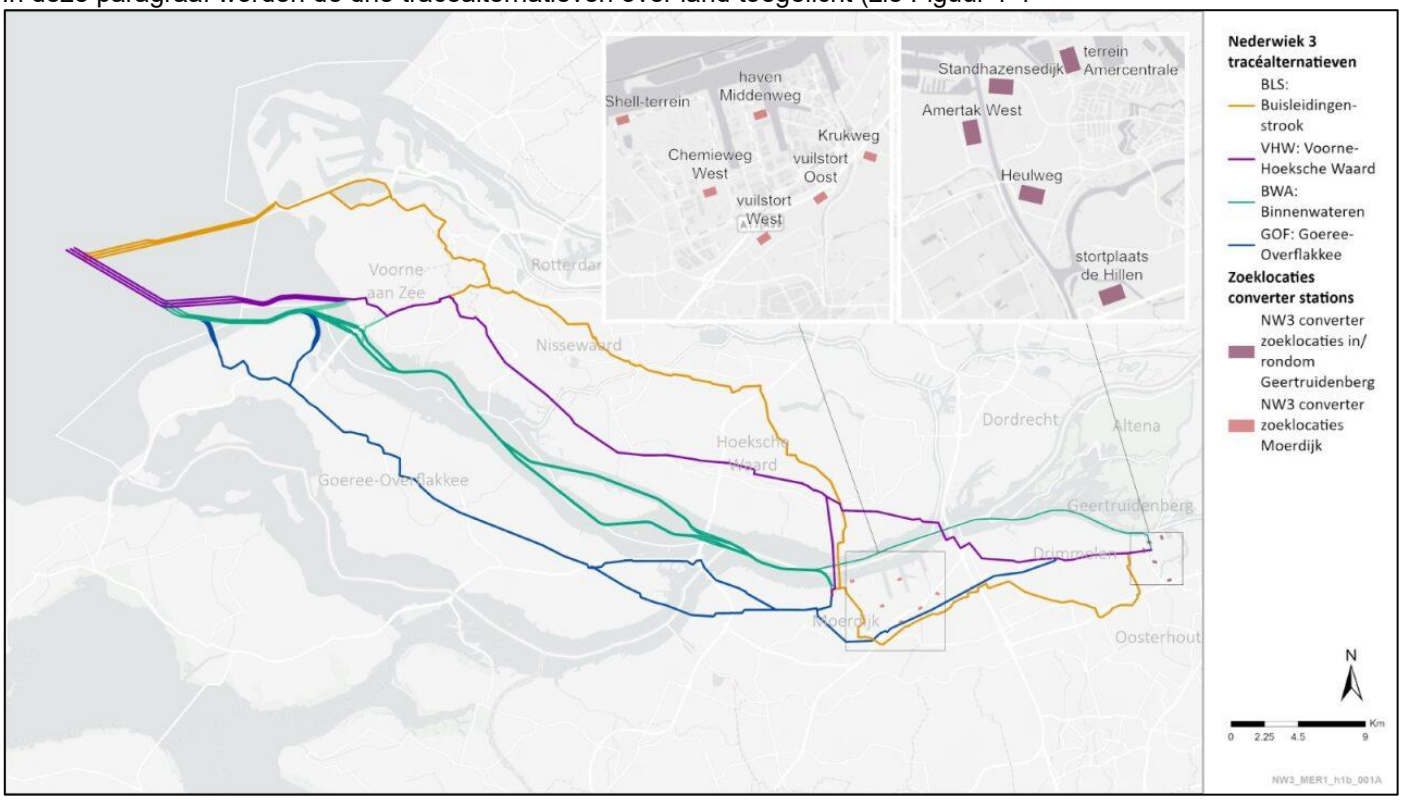
Figuur 2-19 Verwachtingskaart OO van het tracéalternatief BWA tot aan Moerdijk.



Figuur 2-20 Verwachtingskaart OO van het tracéalternatief BWA voor de variant naar Geertruidenberg.

2.3 Tracéalternatieven BLS, VHW en GOF

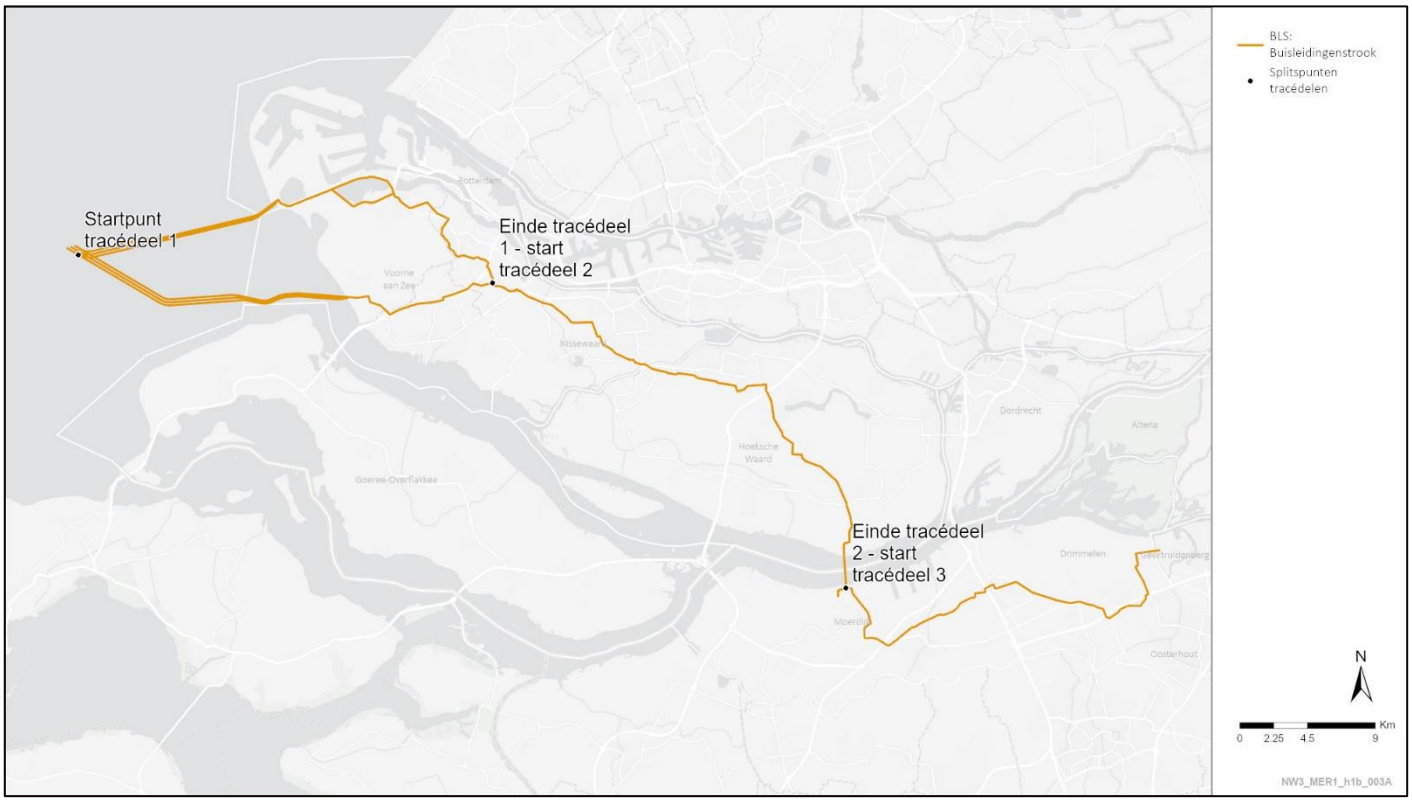
In deze paragraaf worden de drie tracéalternatieven over land toegelicht (zie Figuur 1-1



). Voor de aanleg van de tracéalternatieven is de standaard aanlegmethode open ontgraving en zal er enkel worden geboord als een open ontgraving niet mogelijk of niet wenselijk is. De tracéalternatieven kruisen de binnenwateren met een boring.

2.3.1 Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS)

Tracéalternatief BLS loopt aan de zuidzijde van de Tweede Maasvlakte door het duinstruweel op de 5-meter hoogtelijn. Vervolgens buigt het af en loopt parallel aan de waterkering tussen het Brielsche Gat en het Oostvoornse Meer. Aan de zuidzijde van de waterkering komt het tracéalternatief binnendijks waarna het parallel loopt aan de in Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 aangewezen strook.



Figuur 2-21 Tracéalternatief BLS

2.3.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

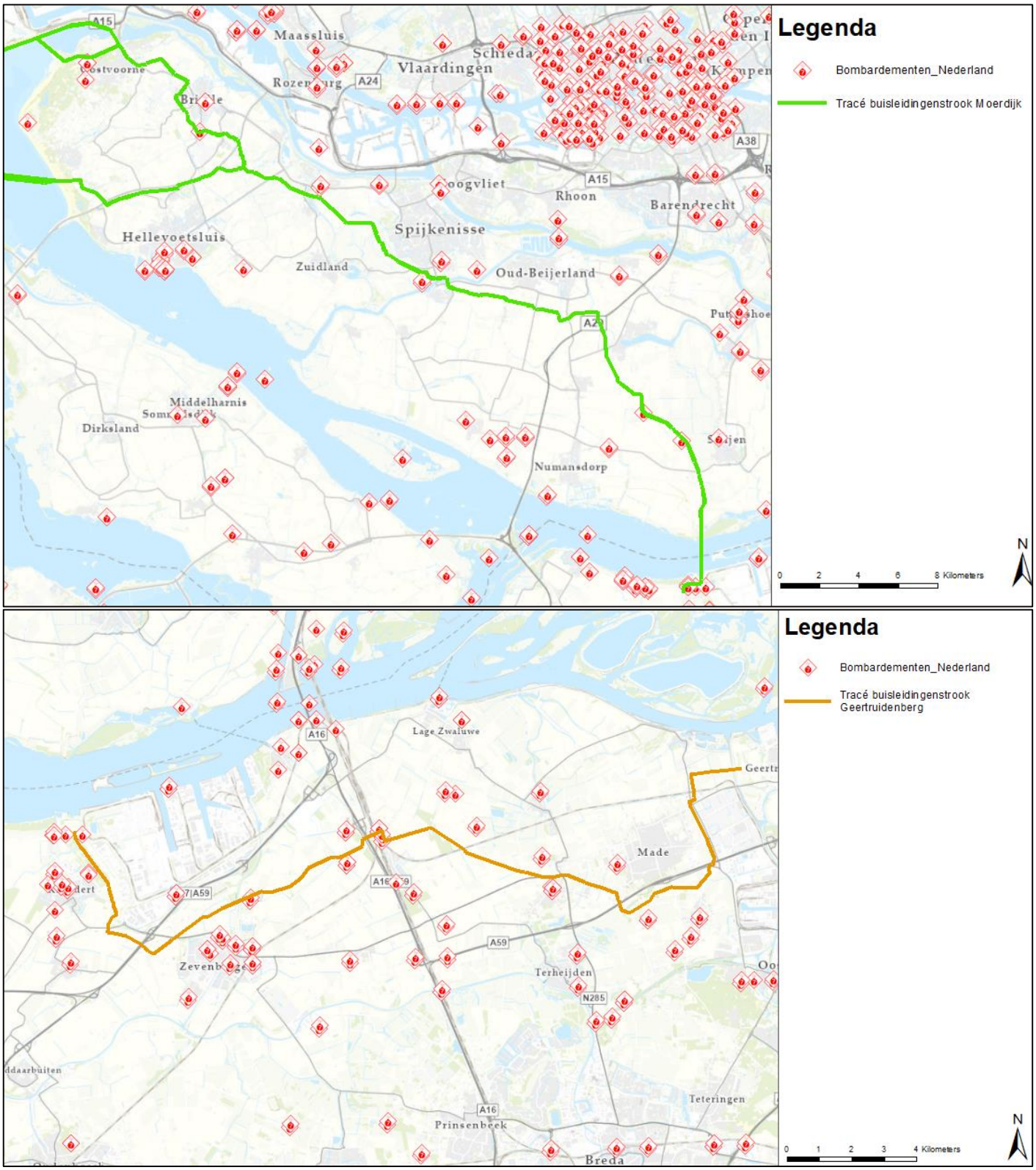
Op 10 mei 1940 werden de Nederlandse posities bij de Moerdijkbruggen overrompeld door Duitse parachutisten. Vanuit het zuiden werden verschillende tegenaanvallen door Nederlandse eenheden ingezet om het Duitse bruggenhoofd bij Moerdijk te heroveren. Geen van deze acties had echter succes. Vervolgens werden de Duitse parachutisten in de avond van 12 mei ontzet door verkenningseenheden van de 9e Duitse Pantserdivisie, die na de val van de Peel-Raamstelling dwars door Brabant konden optrekken.

In de omgeving van het eiland Voorne-Putten kwamen tijdens de Duitse inval geen parachutisten neer. De dichtstbijzijnde luchtlandingen waren bij de Rotterdamse Waalhaven. Het Duitse aanvalsplan was er namelijk op gericht om de Maasbruggen in handen te krijgen. Slechts enkele verkenningseenheden trokken op naar het westelijke havengebied, maar werden door Nederlandse troepen tegengehouden bij de olieraffinaderij Pernis en de Spijkenisserbrug. In de omgeving van Simonshaven en Zuidland nam op 14 mei nog wel een batterij stelling van het Nederlandse 14e regiment artillerie, maar tot gevechten kwam het niet meer.

Luchtoorlog 1940-1945

In de beginjaren van de oorlog (1940-1941) worden er regelmatig luchtaanvallen uitgevoerd boven Rotterdam en andere Hollandse havensteden waar de Britten een opbouw van Duitse invasieschepen verwachten. Vanwege de gebrekkige navigatie van de piloten worden bij deze bombardementsvluchten ook geregeld andere dorpen en steden op Voorne-Putten en IJsselmonde het onbedoelde doelwit, zoals Mijnsheerenland of Oud-Beijerland.

In de laatste oorlogsjaren verbeteren de geallieerden hun navigatie en wordt de bombardementscampagne op Duitsland geïntensiveerd. Tijdens de opmars van geallieerde eenheden door Zuid-Nederland worden ook ondersteunende (duik)bombardementen uitgevoerd op Duitse posities, spoor- en wegenknooppunten en transportmiddelen (schip, trein of vrachtwagen). Vooral in de omgeving van de strategisch gelegen Moerdijkbruggen worden veel vliegtuigbommen afgeworpen, zoals ook zichtbaar is in Figuur 2-22.



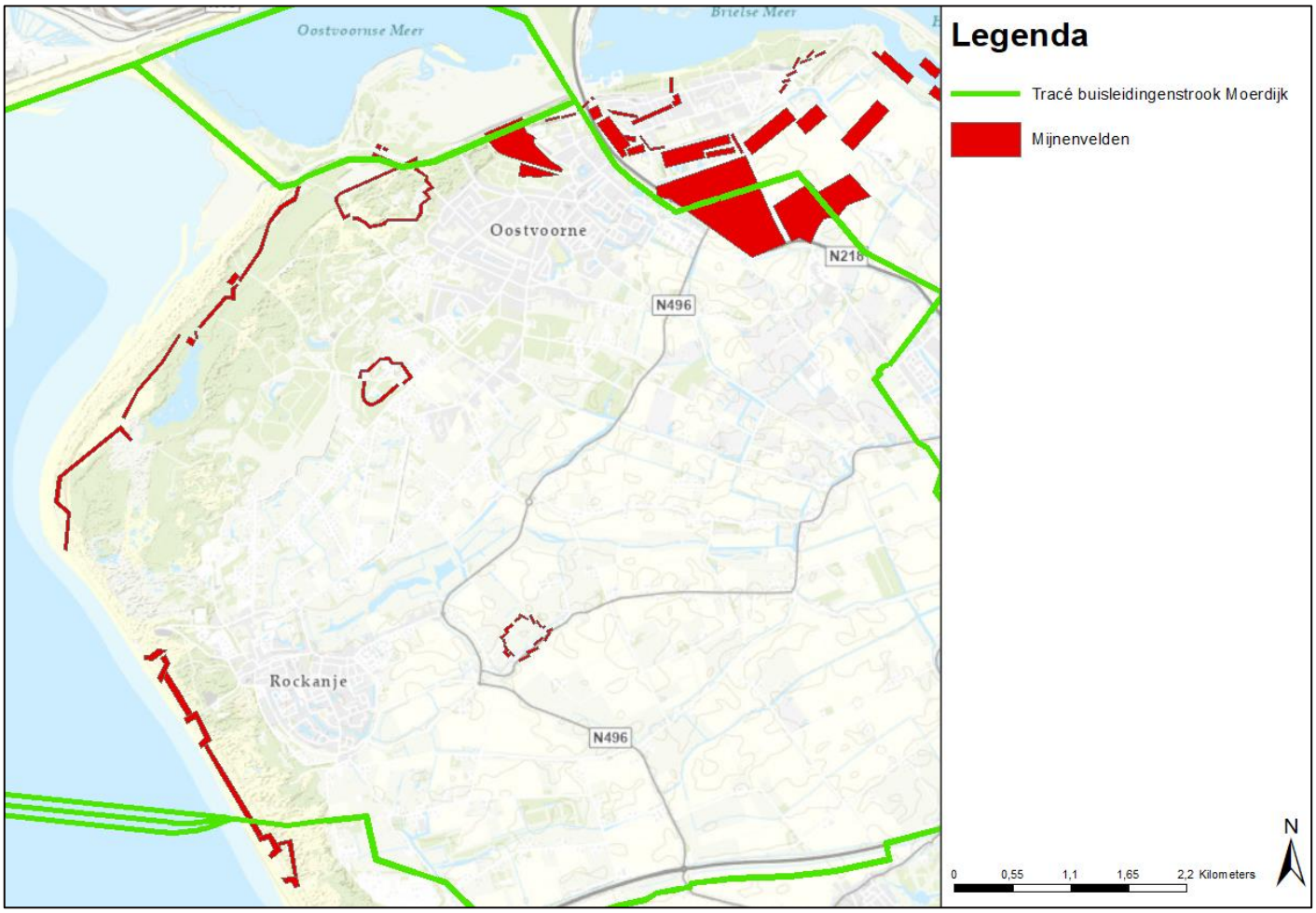
Figuur 2-22 Kaart met indicatieve weergave van gebieden die gebombardeerd zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog. Op de bovenste afbeelding is de situatie zichtbaar t.o.v. de variant tot aan Moerdijk van het tracéalternatief BLS (groene lijn) en op de onderste afbeelding de variant tot aan Geertruidenberg van het tracéalternatief BLS Nederwiek 3 (oranje lijn).

Mijnenvelden

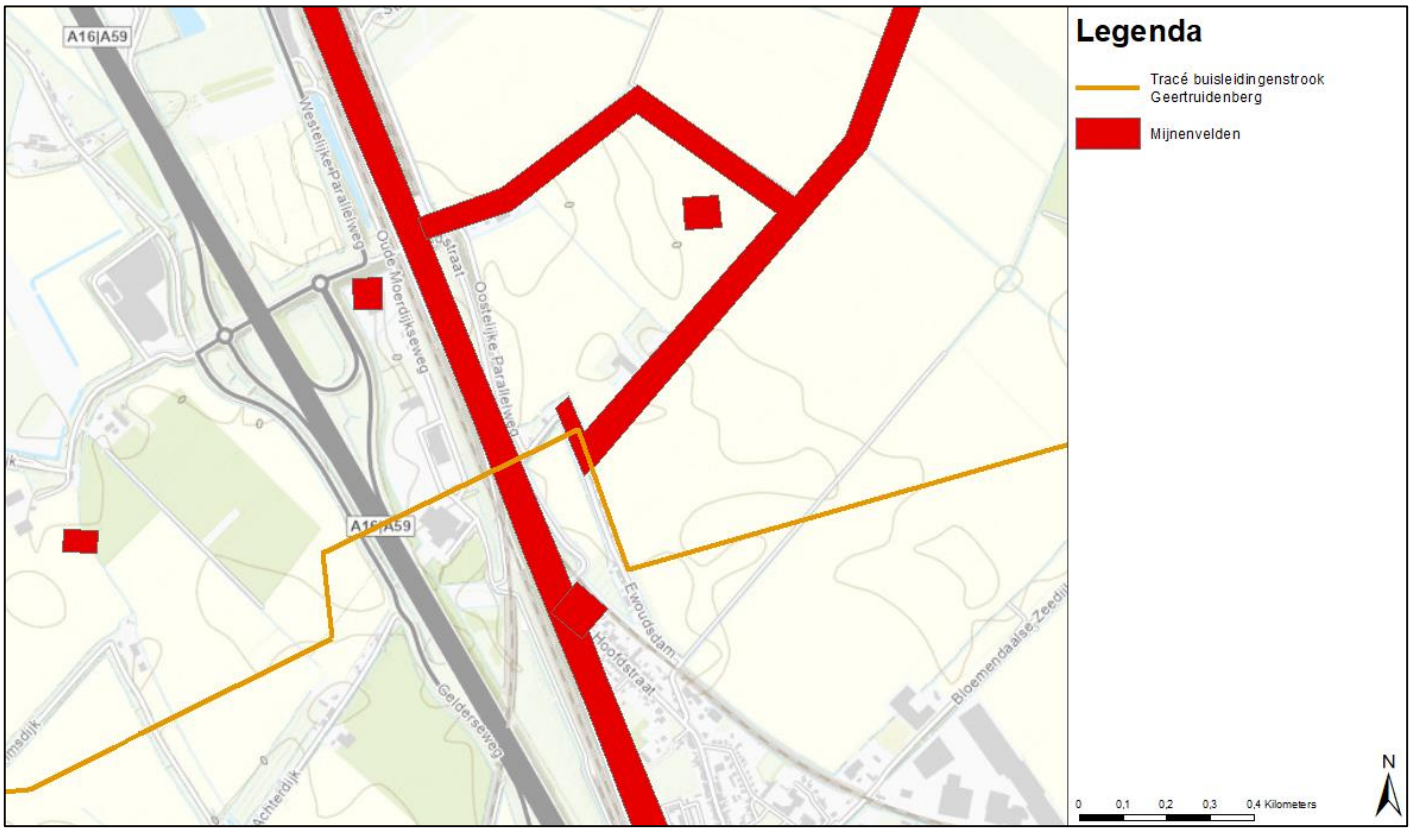
De relevante Duitse mijnenvelden op land liggen vooral langs de kust (omgeving Rockanje en Oostvoorne) en in de omgeving van Zevenbergschen Hoek. Het tracéalternatief op land kruist hierbij de volgende mijnenvelden:

Naam mijnenveld	Aantal gelegde mijnen	Geruimde mijnen	Vermiste mijnen
Dummy 2SW	0	0	0
2NW/32	38 S-minen en 88 Tellerminen	38 S-minen en 88 Tellerminen	0
2NW/44	Onbekend	Onbekend	Onbekend
2NW/49	Onbekend	Onbekend	Onbekend
2NW/54	Onbekend aantal granaten op palen	217 granaten	Onbekend
2NW/55	Onbekend aantal granaten op palen	217 granaten	Onbekend
2NW/59	Onbekend	Onbekend	Onbekend
9SE/03	Onbekend	Geen	Geen
9SE/29	Onbekend	Geen	Geen

Van de rode mijnenvelden in bovenstaande tabel zijn de mijnenlegrapporten niet ingezien en is het onbekend of er nog mijnen vermist worden. Gezien de omvang van de ruimrapporten en het feit dat nog niet bekend is voor welk tracéalternatief er wordt gekozen, zijn namelijk niet alle ruimrapporten van de mijnenvelden opgevraagd en uitgewerkt. Alleen de mijnenvelden waarvan de resultaten al bekend zijn uit eerdere vooronderzoeken zijn in onderstaande tabel uitgewerkt. Mochten er in de toekomst wel werkzaamheden op de mijnenveldlocaties plaatsvinden dan zal in een aanvullend onderzoek de ruimrapporten wel moeten worden uitgewerkt.



Figuur 2-23 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden Dumm 2SW, 2NW/32, 2NW/44, 2NW/49, 2NW/54, 2NW/55 en 2NW/59 t.o.v. tracéalternatief BLS (groene lijn).



Figuur 2-24 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 9SE/03 en 9SE/29 t.o.v. tracéalternatief BLS (oranje lijn).

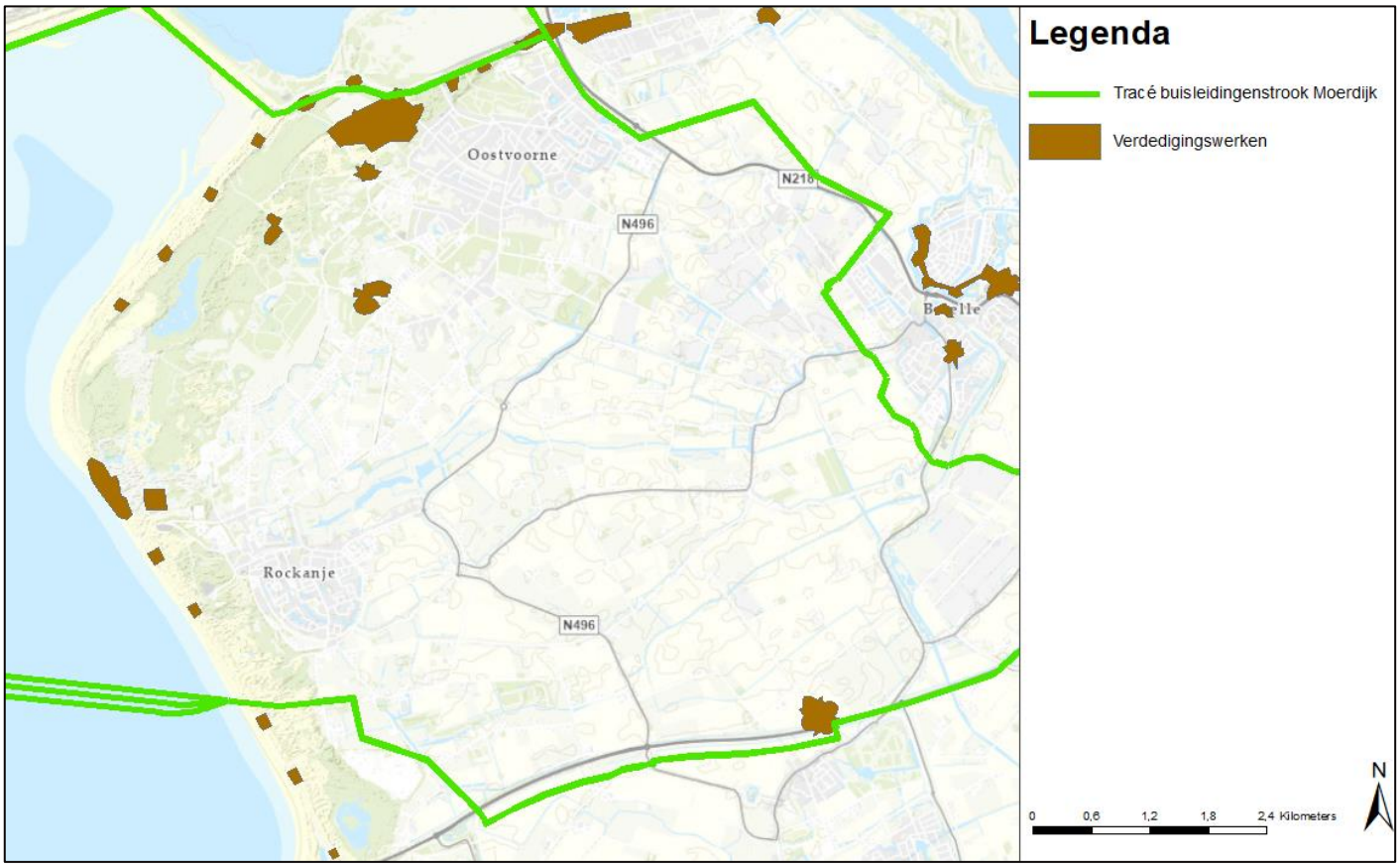
Verdedigingswerken

Het eiland Voorne-Putten maakte onderdeel uit van de Duitse 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.

Op Voorne-Putten lag het zwaartepunt van de kustverdediging bij het steunpunt Oostvoorne (*Stützpunkt Gruppe Oostvoorne*). Dit steunpunt bestond uit een aantal bunkers en zware geschutopstellingen. Ook waren hier langs de kust anti-invasieversperringen opgericht, bestaande uit drakentanden, betonnen staken en KMA-mijnen. In het achterland lagen er steunpunten en verschillende weerstandsnesten (mitrailleur- en/of luchtafweerstellingen) in het veld. Tenslotte was de oude vestingstad Hellevoetsluis een verdedigingswerk en lag er een uitgebreid bunkercomplex met zware geschutopstellingen in het duinengebied bij Polder de Quack.

Oorspronkelijk was de bedoeling dat alleen de kuststrook gemilitariseerd zou worden. Vanaf 1944 werden ook de eerste plannen opgesteld voor de inundaties van achter de Atlantikwall liggende polders. Deze '*Vordere Wasserstellung*' werd begin april 1944 versneld uitgevoerd en verder uitgebreid met locaties voor geschutstellingen, tankvallen, etc. Voor het eiland Voorne-Putten en de Hoeksche Waard betekende dit dat grote delen onder water kwamen te staan.

Na de slag om de Schelde veranderden de Duitsers de eilanden Schouwen-Duiveland, Goeree-Overflakkee, de Hoeksche Waard en Voorne-Putten in vestingen om een verdere opmars in Zuidwest-Nederland te verhinderen. Aan de hand van luchtfoto's werden deze stellingen en vestingen door de geallieerden op militaire stafkaarten ('*Defence overprints*') vastgelegd.

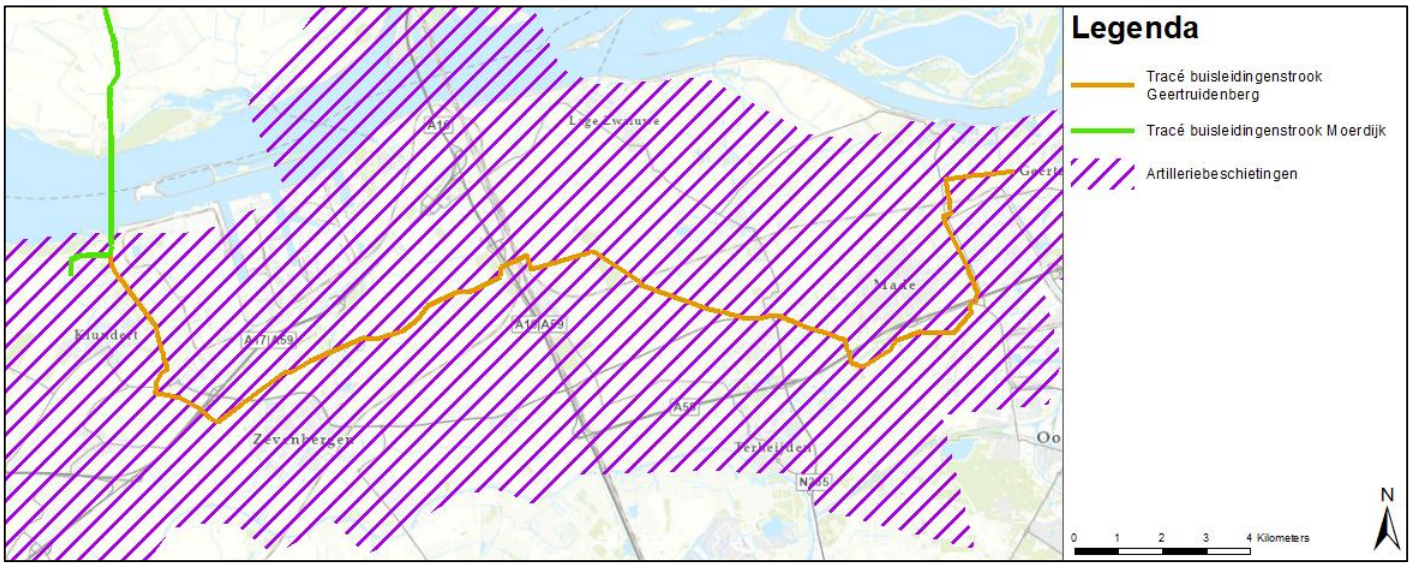


Figuur 2-25 Locatie van Duitse verdedigingswerken (o.a. bunkers en stellingen) van het Stützpunkt Gruppe Oostvoorne (bruine kaders) t.o.v. tracéalternatief BLS. De verwachting is dat deze verdedigingswerken verdacht zijn op de OO-hoofdsoorten klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt).

Slag om de Westhoek

Begin november had de 1e Poolse Pantserdivisie zijn doel in West-Brabant bijna bereikt: Moerdijk. Terwijl de Polen oprukten vanuit Terheijden en Zevenbergschenhoek, naderden ook de Amerikanen van de 104e Infanterie Divisie vanuit Zevenbergen. De Polen namen Moerdijk met hun artillerie zwaar onder vuur. Ze moesten de Duitse anti-tankstellingen bij Moerdijk het zwijgen zien op te leggen. De Duitsers waren echter geenszins van plan hun laatste grote bruggenhoofd ten zuiden van de Maas en het Hollands Diep op te geven. Bij de bloedige gevechten kwamen naast soldaten ook veel burgers om en werden de dorpen Klundert en Moerdijk grotendeels vernietigd. Na ruim een week van intensieve gevechten werd de bevrijding van de Brabantse regio de Westhoek bereikt na de verovering van Willemstad (6 november 1944) en Moerdijk (9 november 1944). Vanaf dat moment vormden de rivieren Amer en het Hollands Diep de frontlinie, waarbij over-en-weer regelmatig artilleriebeschietingen plaatsvonden. Dit zou zo blijven tot de capitulatie van de Duitse strijdkrachten in Nederland op 5 mei 1945.

Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er vooral in de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.



Figuur 2-26 Omgeving waar tijdens de slag om de Westhoek intensieve artilleriebeschietingen plaatsvonden t.o.v. tracéalternatief BLS.

Bevrijding

Na de algehele capitulatie van de Duitse troepen in Nederland op 5 mei 1945 werd het eiland Voorne-Putten en de Hoeksche Waard bevrijd gebied. In tegenstelling tot de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg vonden hier daarom geen grondgevechten plaats.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

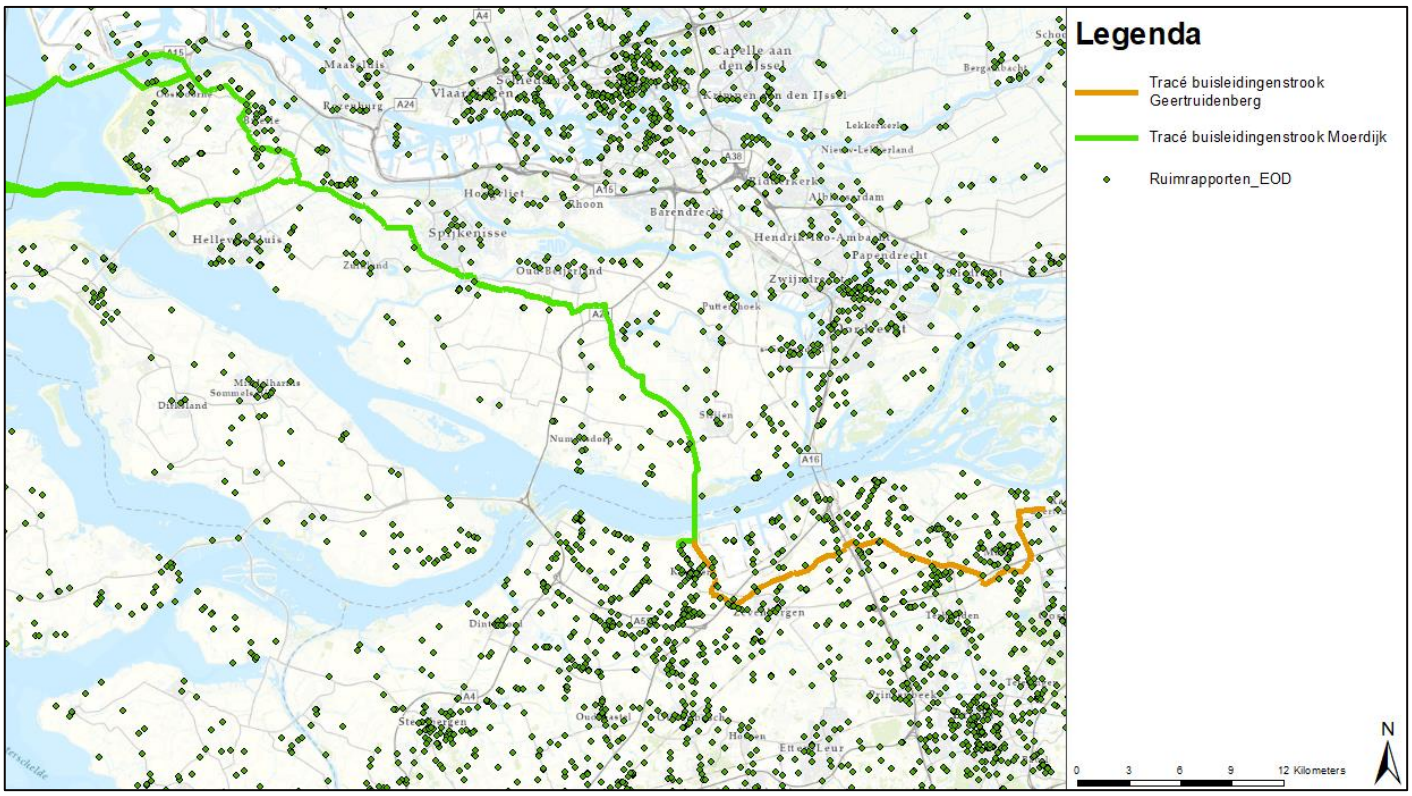
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van de buisleidingenstrook. Het gaat hier in totaal om 41 bekende vooronderzoeken OO. Omdat niet alle historische vooronderzoeken openbaar beschikbaar waren, is ervoor gekozen om deze niet te behandelen in deze paragraaf. Wel vormt de inhoud van de beschikbare en geraadpleegde historische vooronderzoeken de basis voor de eerder besproken indicaties van oorlogshandelingen en de verwachtingskaart met OO verdachte gebieden.



Figuur 2-27 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars).

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

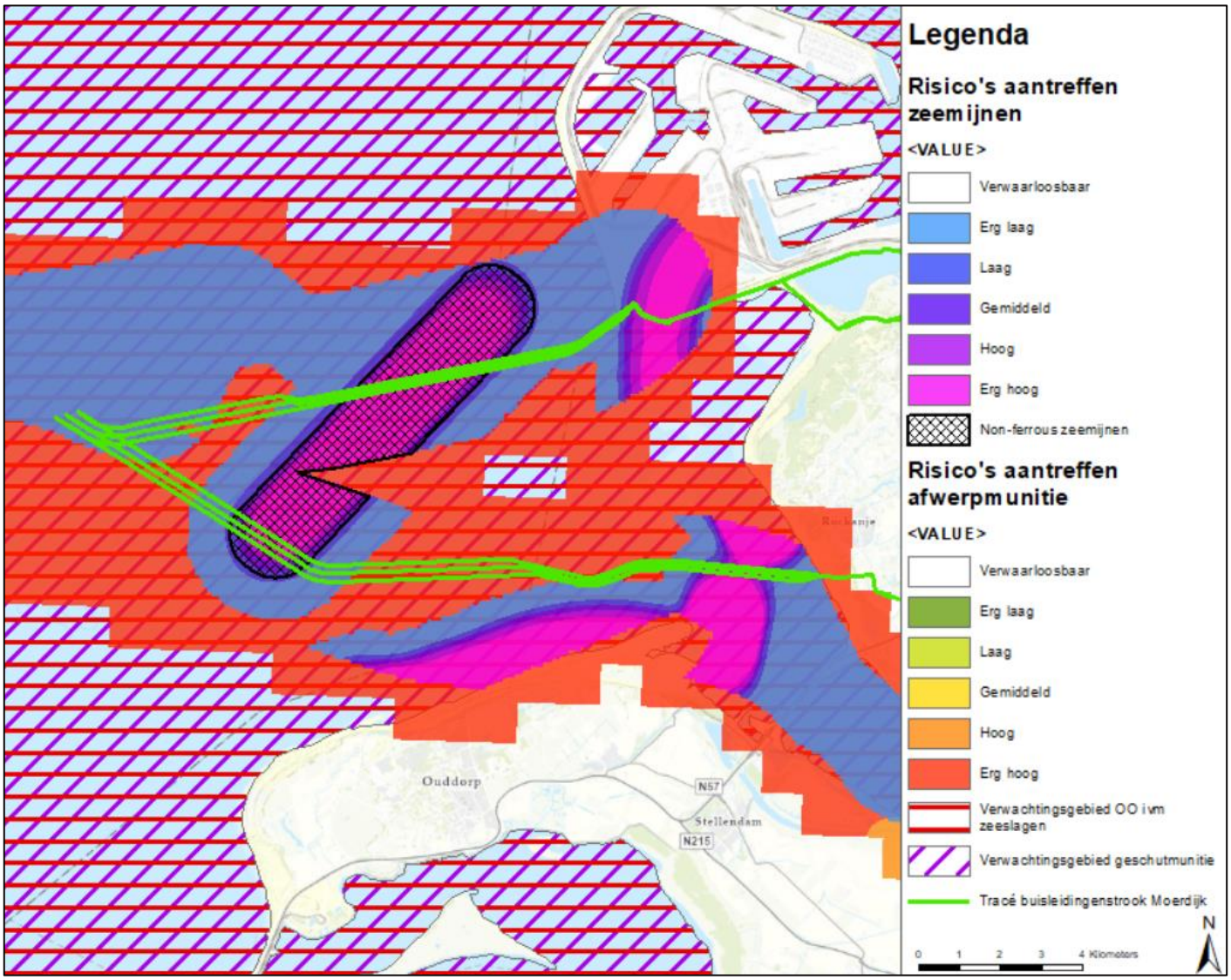


Figuur 2-28 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het tracéalternatief BLS.

2.3.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat de aanlanding van het tracéalternatief BLS geheel in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-29). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

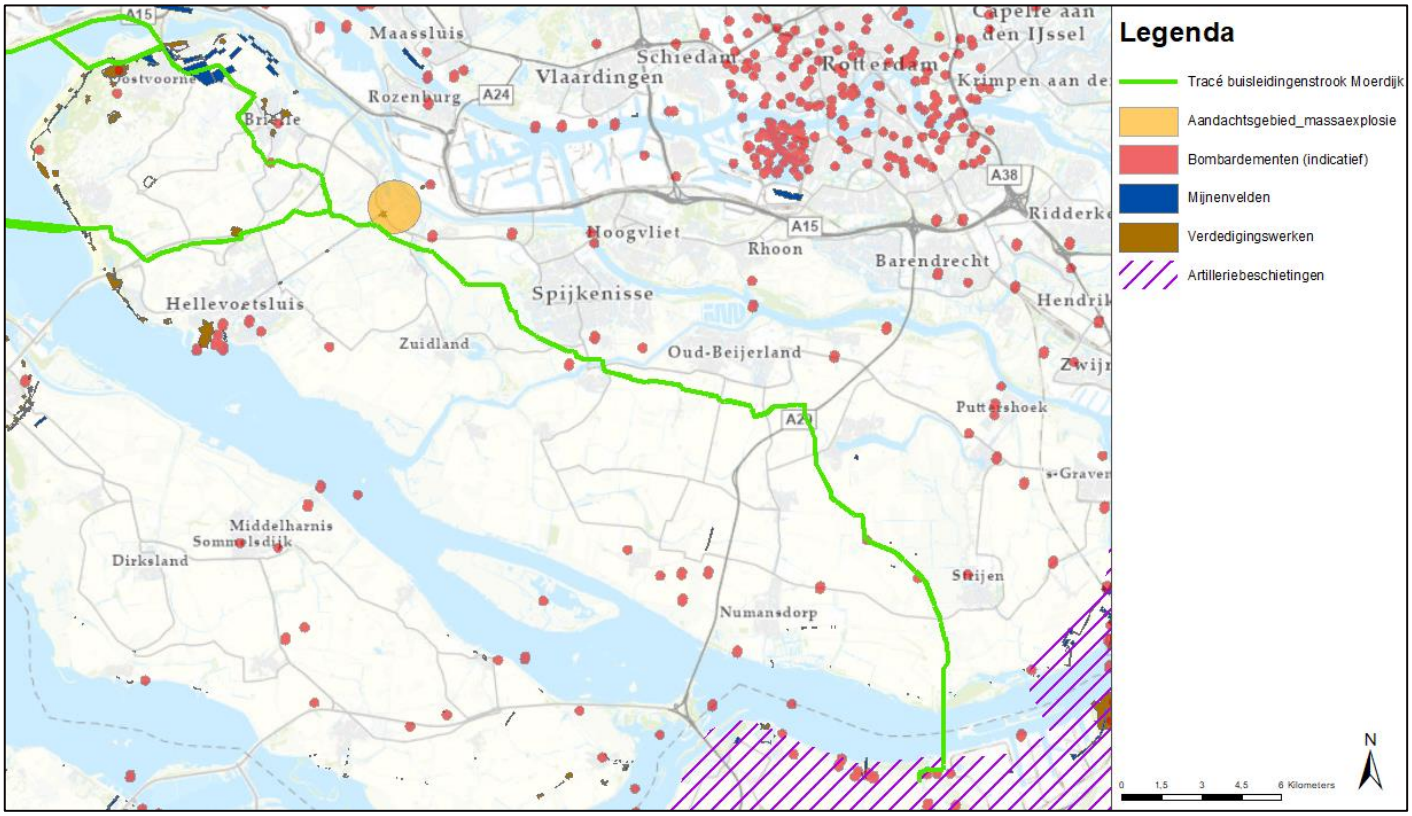
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie



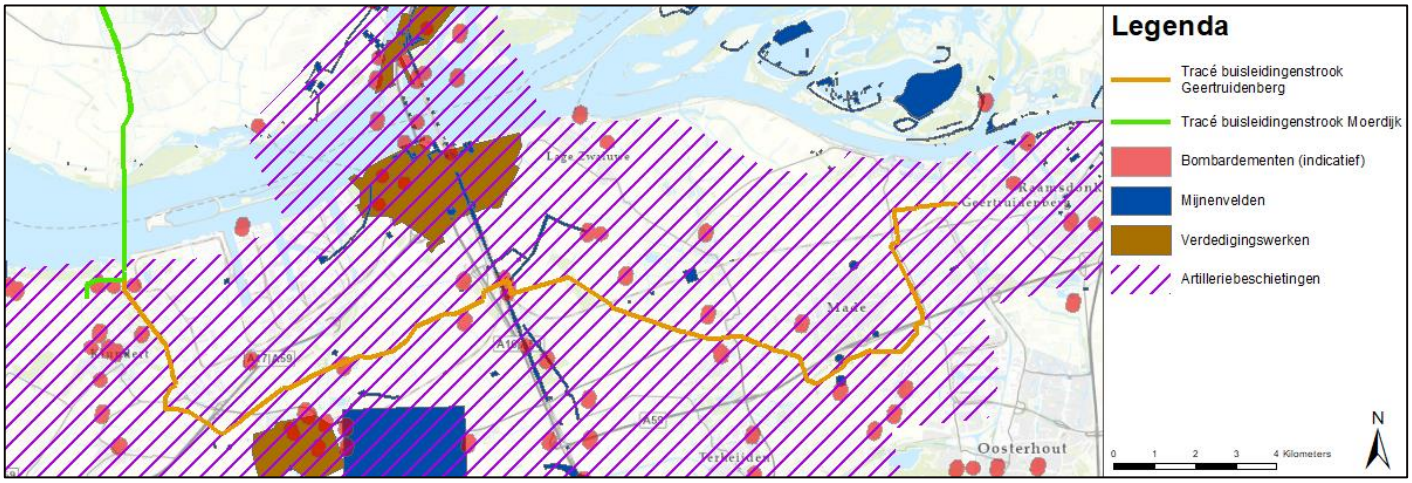
Figuur 2-29 Verwachtingskaart OO van de aanlanding van het tracéalternatief BLS

Voor het landdeel van het tracéalternatief BLS verschilt de omvang van de verwachte verdachte gebieden OO per deeltracé (zie Figuur 2-30 en Figuur 2-31). Hoofdsoorten OO die voor beide deeltracés kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (250 t/m 1000 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 155 mm)
- Landmijnen
- Klein-kalibermunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- (Munitie voor) granaatwerpers



Figuur 2-30 Verwachtingskaart OO voor tracéalternatief BLS tot aan Moerdijk (groene lijn). Het aandachtsgebied massaexplosie (oranje) is verdacht op hand- en geweergranaten en geschutmunitie (Duits). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.



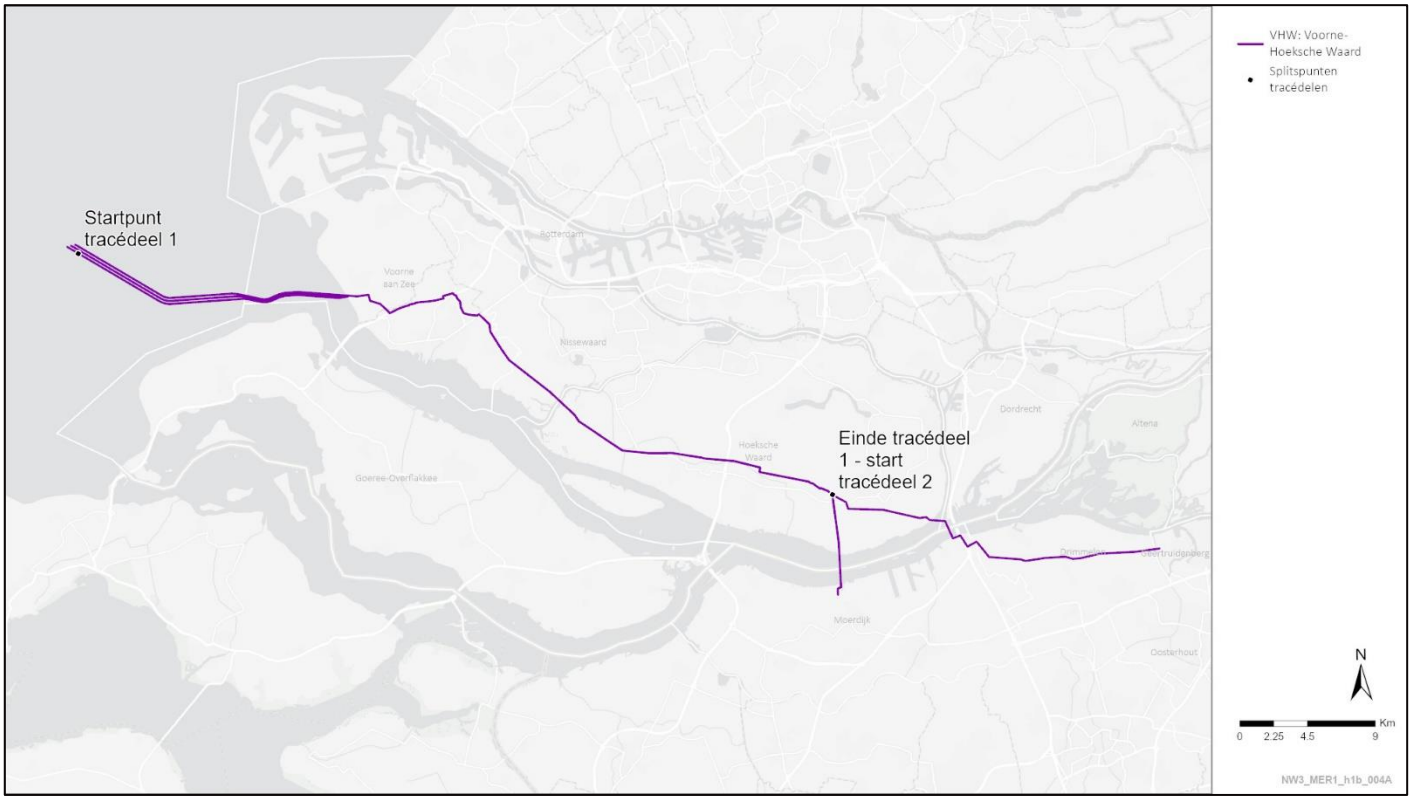
Figuur 2-31 Verwachtingskaart OO voor het tracéalternatief BLS tot aan Moerdijk (groene lijn). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.

2.3.2 Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW)

Tracéalternatief VHW komt aan de zuidzijde van Rockanje aan land. Na aanlanding loopt het tracé richting de N57 en volgt deze weg. Ten noorden van Hellevoetsluis buigt het tracé verder af richting het oosten en tussen de plaatsen Oudenhoorn en Zuidland richting het Spui (water, getijdenrivier). Het Spui markeert overgang van Voorne-Putten naar de Hoeksche Waard. Na het kruisen van het Spui loopt het tracé door in oostelijke richting ten zuiden van Goudswaard en Piershil en blijft noordelijk van de woonkern Zuid-Beierland. Het tracé loopt verder richting Strijen, hier blijft het tracé ten zuiden van, ook lettende op het Natura 2000 gebied 'Oudeland van Strijen'. Het tracéalternatief VHW loop in oostelijke over land richting de A16 en de Moerdijkbrug, waarbij er twee tracévarianten ontstaan: één richting Moerdijk en één richting Geertruidenberg.

De tracévariant richting Moerdijk doorkruist ter hoogte van de buisleidingenstrook het Hollands Diep en sluit aan op een converterstationlocatie in Moerdijk.

De tracévariant richting Geertruidenberg kruist bij de Moerdijkbrug het Hollands Diep. Vervolgens loopt de tracévariant ten zuiden van de woonkernen Lage Zwaluwe en Drimmelen door in oostelijke richting om aan te sluiten op een converterstationlocatie te Geertruidenberg.



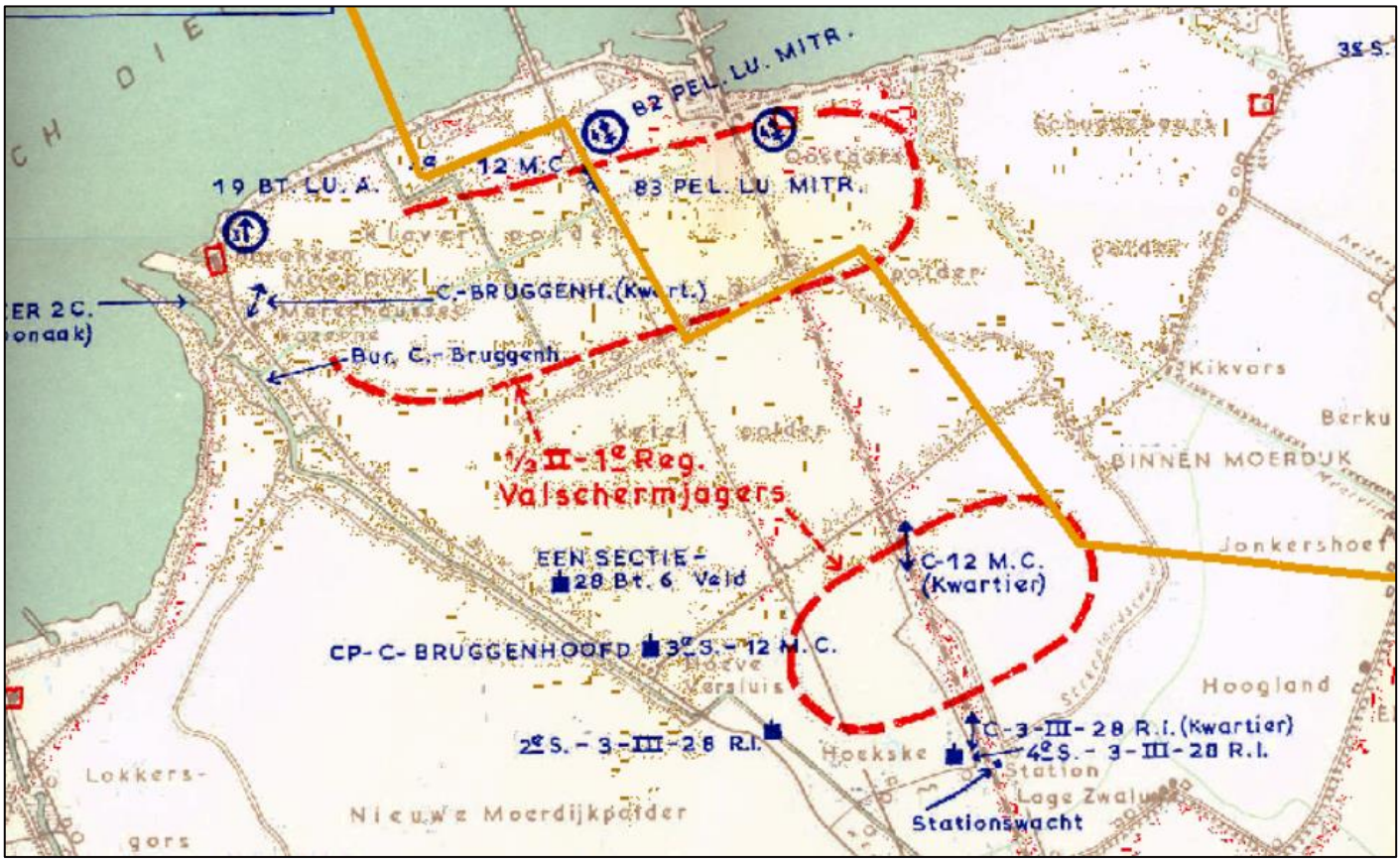
Figuur 2-32 Tracéalternatief VHW

2.3.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Op 10 mei 1940 werden de Nederlandse posities bij de Moerdijkbruggen overrompeld door Duitse parachutisten. Vanuit het zuiden werden verschillende tegenaanvallen door Nederlandse eenheden ingezet om het Duitse bruggenhoofd bij Moerdijk te heroveren. Geen van deze acties had echter succes. Vervolgens werden de Duitse parachutisten in de avond van 12 mei ontzet door verkenningseenheden van de 9e Duitse Pantserdivisie, die na de val van de Peel-Raamstelling dwars door Brabant konden optrekken.



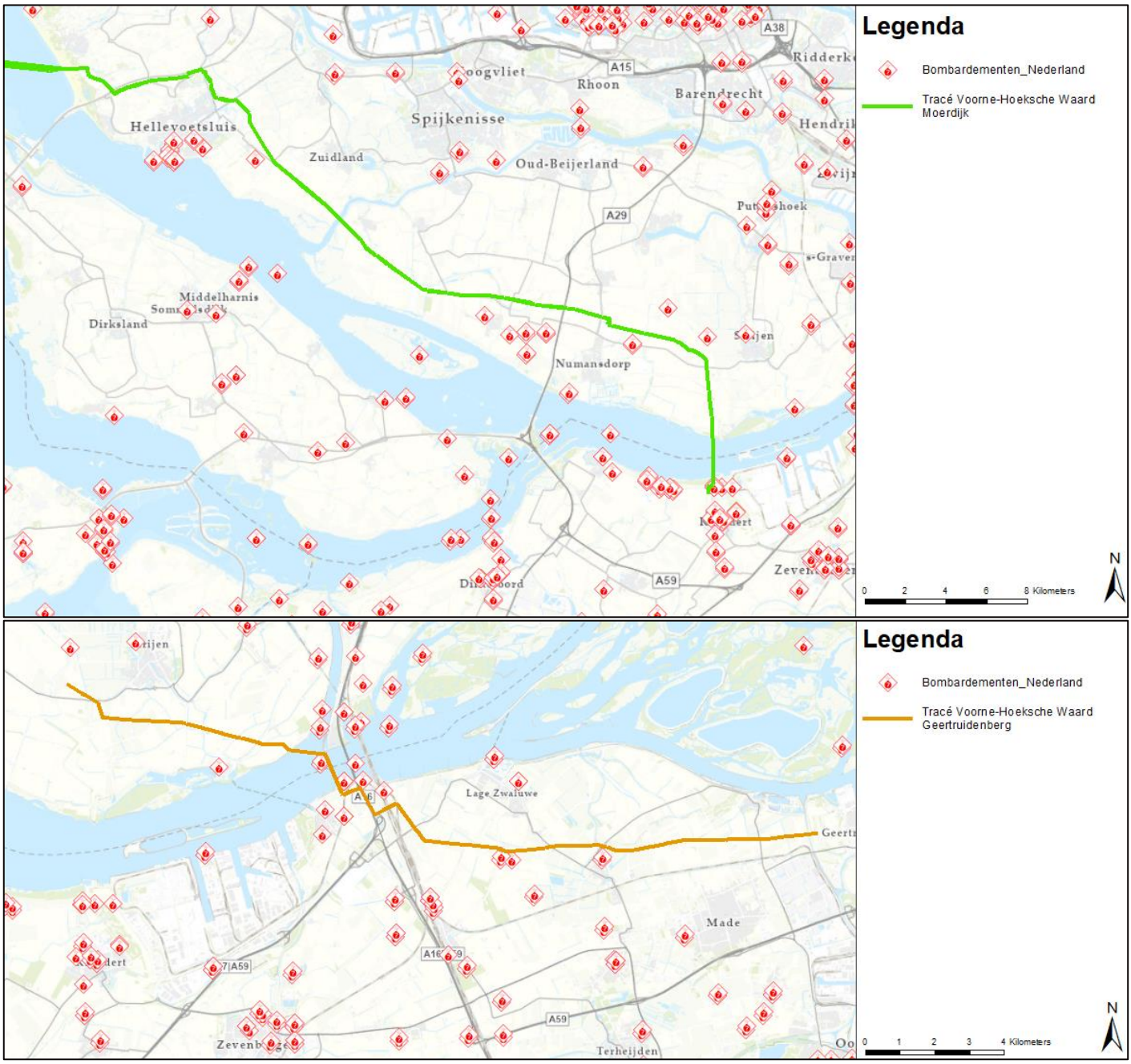
Figuur 2-33 Gebied bij Moerdijk waar op 10 mei 1940 Duitse parachutisten landden (rode stippellijn) t.o.v. tracéalternatief VHW, variant Geertruidenberg (oranje lijn).

In de omgeving van het eiland Voorne-Putten kwamen tijdens de Duitse inval geen parachutisten neer. De dichtstbijzijnde luchtlandingen waren bij de Rotterdamse Waalhaven. Het Duitse aanvalsplan was er namelijk op gericht om de Maasbruggen in handen te krijgen. Slechts enkele verkenningseenheden trokken op naar het westelijke havengebied, maar werden door Nederlandse troepen tegengehouden bij de olieraffinaderij Pernis en de Spijkenisserbrug. In de omgeving van Simonshaven en Zuidland nam op 14 mei nog wel een batterij stelling van het Nederlandse 14e regiment artillerie, maar tot gevechten kwam het niet meer.

Luchtoorlog 1940-1945

In de beginjaren van de oorlog (1940-1941) worden er regelmatig luchtaanvallen uitgevoerd boven Rotterdam en andere Hollandse havensteden waar de Britten een opbouw van Duitse invasieschepen verwachten. Vanwege de gebrekkige navigatie van de piloten worden bij deze bombardementsvluchten ook geregeld andere dorpen en steden op Voorne-Putten en IJsselmonde het onbedoelde doelwit, zoals Mijnsheerenland of Oud-Beijerland.

In de laatste oorlogsjaren verbeteren de geallieerden hun navigatie en wordt de bombardementscampagne op Duitsland geïntensiveerd. Tijdens de opmars van geallieerde eenheden door Zuid-Nederland worden ook ondersteunende (duik)bombardementen uitgevoerd op Duitse posities, spoor- en wegenknooppunten en transportmiddelen (schip, trein of vrachtwagen). Vooral in de omgeving van de strategisch gelegen Moerdijkbruggen worden veel vliegtuigbommen afgeworpen, zoals ook zichtbaar is op Figuur 2-34.



Figuur 2-34 Kaart met indicatieve weergave van gebieden die gebombardeerd zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog. Op de bovenste afbeelding is de situatie zichtbaar t.o.v. de variant tot aan Moerdijk van het tracéalternatief VHW (groene lijn) en op de onderste afbeelding de variant tot aan Geertruidenberg van het tracéalternatief VHW (oranje lijn).

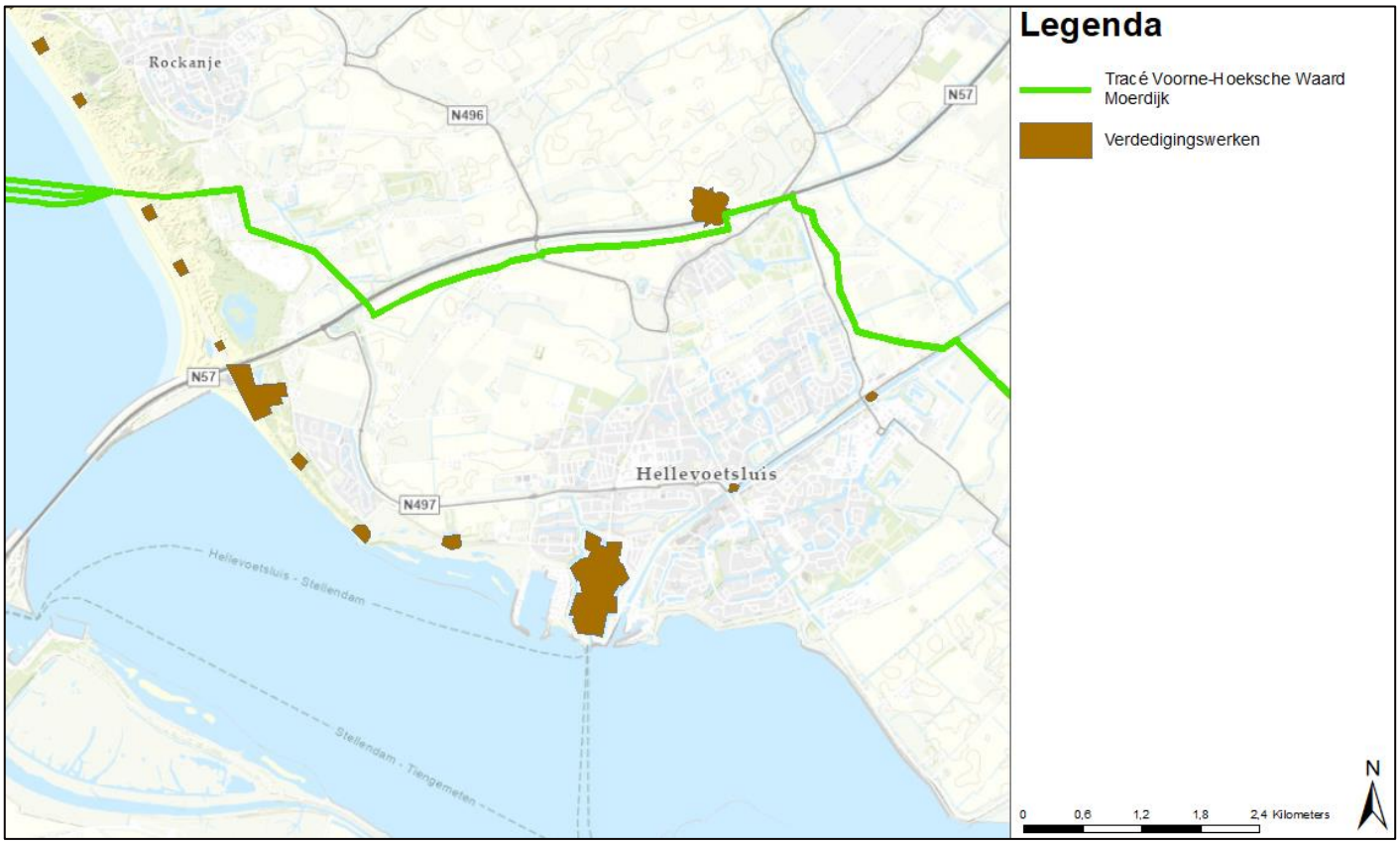
Verdedigingswerken

Het eiland Voorne-Putten maakte onderdeel uit van de Duitse 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.

Op Voorne-Putten lag het zwaartepunt van de kustverdediging bij het steunpunt Oostvoorne (*Stützpunkt Gruppe Oostvoorne*). Dit steunpunt bestond uit een aantal bunkers en zware geschutopstellingen. Ook waren hier langs de kust anti-invasieversperringen opgericht, bestaande uit drakentanden, betonnen staken en KMA-mijnen. In het achterland lagen er steunpunten en verschillende weerstandsnesten (mitrailleur- en/of luchtafweerstellingen) in het veld. Tenslotte was de oude vestingstad Hellevoetsluis een verdedigingswerk en lag er een uitgebreid bunkercomplex met zware geschutopstellingen in het duinengebied bij Polder de Quack.

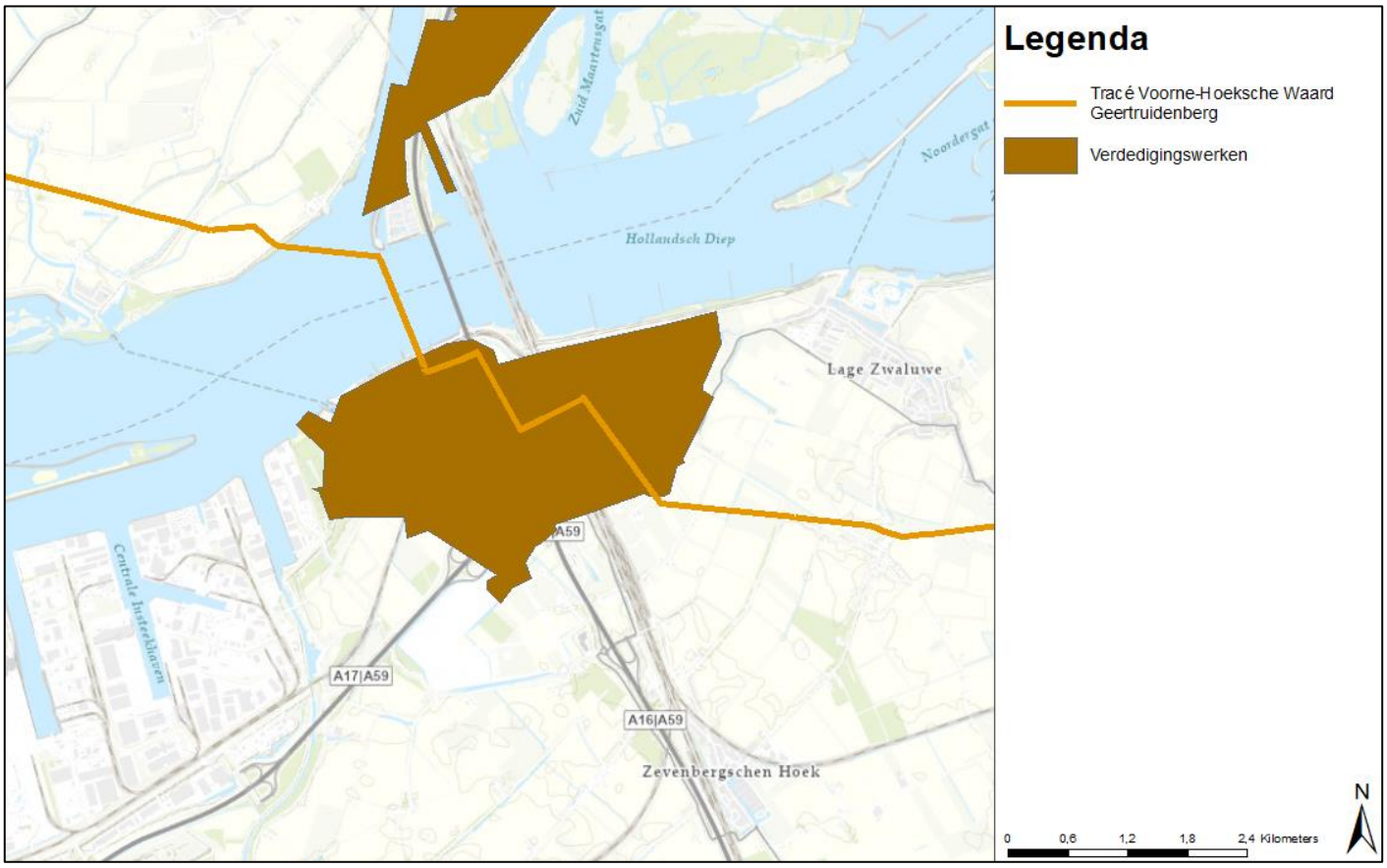
Oorspronkelijk was de bedoeling dat alleen de kuststrook gemilitariseerd zou worden. Vanaf 1944 werden ook de eerste plannen opgesteld voor de inundaties van achter de Atlantikwall liggende polders. Deze '*Vordere Wasserstellung*' werd begin april 1944 versneld uitgevoerd en verder uitgebreid met locaties voor geschutstellingen, tankvallen, etc. Voor het eiland Voorne-Putten en de Hoeksche Waard betekende dit dat grote delen onder water kwamen te staan.

Na de slag om de Schelde veranderden de Duitsers de eilanden Schouwen-Duiveland, Goeree-Overflakkee, de Hoeksche Waard en Voorne-Putten in vestingen om een verdere opmars in Zuidwest-Nederland te verhinderen. Aan de hand van luchtfoto's werden deze stellingen en vestingen door de geallieerden op militaire stafkaarten ('*Defence overprints*') vastgelegd.



Figuur 2-35 Locatie van Duitse verdedigingswerken (o.a. bunkers en stellingen) van het Stützpunkt Gruppe Oostvoorne (bruine kaders) t.o.v. tracéalternatief VHW. De verwachting is dat deze verdedigingswerken verdacht zijn op de OO-hoofdsoorten klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt).

Naast de Atlantikwall kruist het tracéalternatief richting Geertruidenberg ook het verdedigingswerk bij de Moerdijkbruggen. Hier had het Nederlandse leger al eind jaren dertig een aantal kazematten aangelegd om de strategische auto- en spoorbaanbrug over het Hollands Diep te verdedigen. Na de capitulatie namen de Duitsers deze kazematten over en werd het verdedigingswerk bij de Moerdijkbruggen verder uitgebouwd met dertien bunkers aan de noordoever en acht aan de zuidoever. Naast pantsergeschut werden vooral een flink aantal stellingen voor luchtdoelgeschut gerealiseerd om directe luchtaanvallen op de bruggen te voorkomen. De zuidoever van de *Stützpunktgruppe Moerdijk* werd na verwoede gevechten ingenomen begin november 1944, terwijl de noordoever tot mei 1945 in Duitse handen bleef.



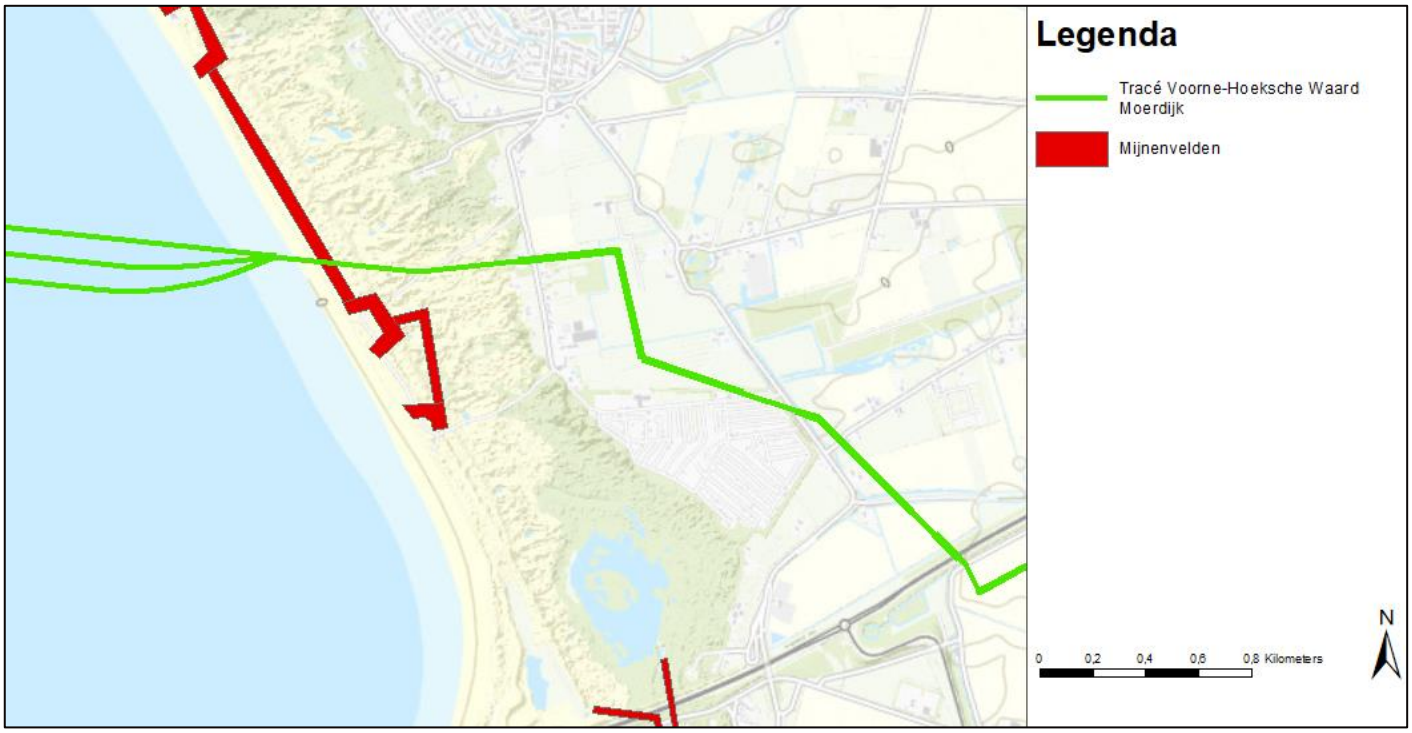
Figuur 2-36 Locatie van Duitse verdedigingswerken (o.a. bunkers en stellingen) van het Stützpunkt Gruppe Moerdijk (bruine kaders) t.o.v. het tracéalternatief VHW. De verwachting is dat deze verdedigingswerken verdacht zijn op de OO-hoofdsoorten kleinkalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt).

Mijnenvelden

De relevante Duitse mijnenvelden op land liggen vooral langs de kust (omgeving Rockanje), in de omgeving van Numansdorp, Strijensas en in de omgeving van Moerdijk. Het tracéalternatief op land kruist hierbij de volgende mijnenvelden:

Naam mijnenveld	Aantal gelegde mijnen	Geruimde mijnen	Vermiste mijnen
Dummy 2SW	0	0	0
9NW/01	8078 T-Minen en 4502 S-Minen	7557 T-Minen en 4504 S-Minen	521 T-Minen
9NW/05	20 Riegelmine en 30 S-Minen	19 Riegelmine en 28 S-Minen	Volgens Euroradar (EU20-056-02) zijn er meerdere mijnen tijdens de oorlog ontploft doordat burgers het mijnenveld hebben betreden
9NE/14	369 S-Minen en 744 T-Minen	3 S-Minen	Volgens ECG (210-016-AVO-01) niet relevant, omdat geen mijnenlegrapport aan basis ligt van het mijnenveld
9SE/03	Onbekend	Geen	Geen
9SE/29	Onbekend	Geen	Geen

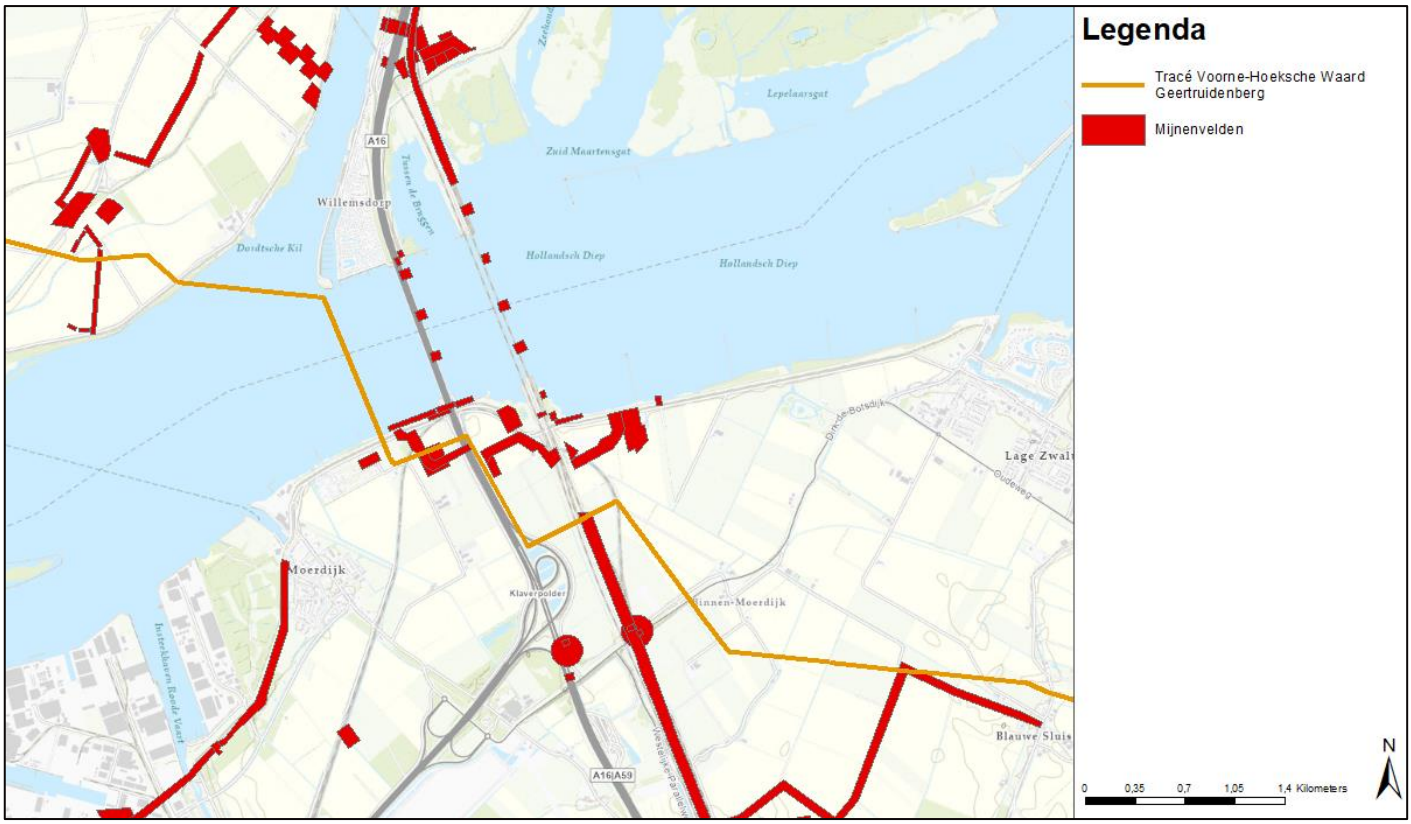
De omgeving van Strijensas (mijnenveld 9NW/01) is de afgelopen twintig jaar meerdere keren in het nieuws geweest vanwege de vondst van dumpputten van Duitse landmijnen. Zo werden in 2003 in de Polder Oud Beversoord na de vondst van twee antipersoneelsmijnen door een landbouwer bij een daaropvolgend detectieonderzoek 836 antipersoneelsmijnen aangetroffen. In 2019 werden er nogmaals zo'n 190 landmijnen aangetroffen in dit gebied.



Figuur 2-37 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden Dummy 2SW t.o.v. tracéalternatief VHW (groene lijn).



Figuur 2-38 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 9NW/05 t.o.v. tracéalternatief VHW (groene lijn).



Figuur 2-39 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 9NW/01, 9NE/14, 9SE/03 en 9SE/29 t.o.v. tracéalternatief VHW richting Geertruidenberg (oranje lijn).

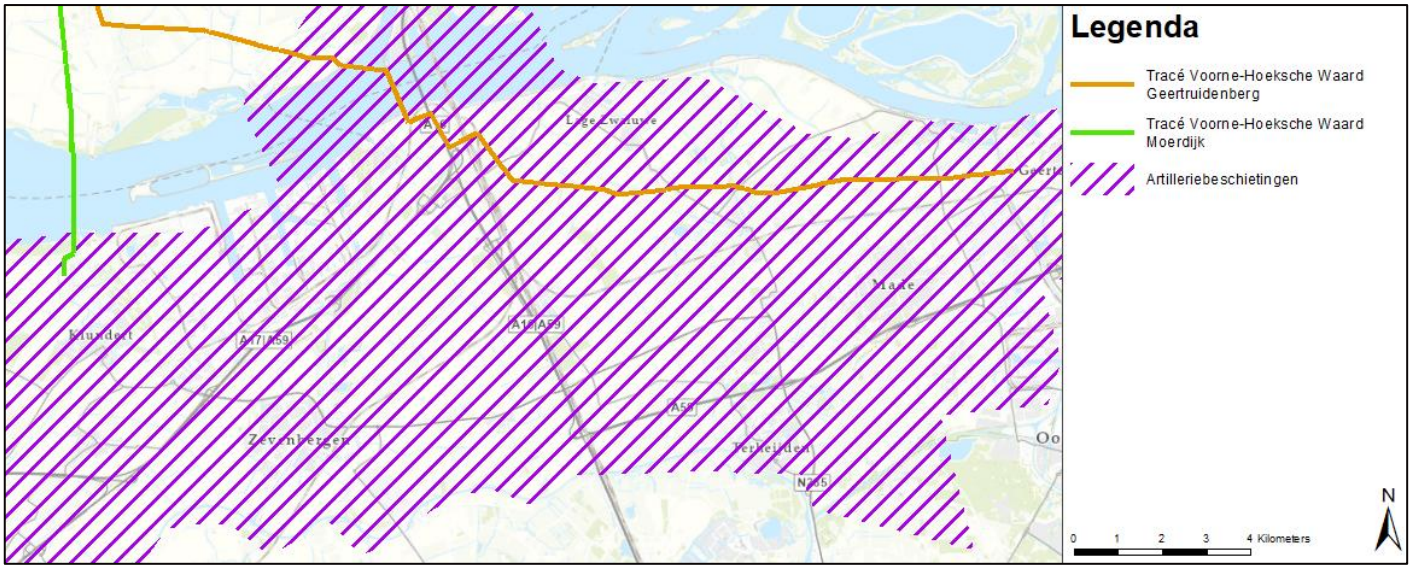
Slag om de Westhoek van Noord-Brabant

Begin november had de 1e Poolse Pantserdivisie zijn doel in West-Brabant bijna bereikt: Moerdijk. Terwijl de Polen oprukten vanuit Terheijden en Zevenbergschenhoek, naderden ook de Amerikanen van de 104e Infanterie Divisie vanuit Zevenbergen. De Polen namen Moerdijk met hun artillerie zwaar onder vuur. Ze moesten de Duitse anti-tankstellingen bij Moerdijk het zwijgen zien op te leggen. De Duitsers waren echter geenszins van plan hun laatste grote bruggenhoofd ten zuiden van de Maas en het Hollands Diep op te geven. Bij de bloedige gevechten kwamen naast soldaten ook veel burgers om en werden de dorpen Klundert en Moerdijk grotendeels vernietigd.

Na ruim een week van intensieve gevechten werd de bevrijding van de Brabantse regio de Westhoek bereikt na de verovering van Willemstad (6 november 1944) en Moerdijk (9 november 1944). Vanaf dat moment vormden de rivieren Amer en het Hollands Diep de frontlinie, waarbij over-en-weer regelmatig artilleriebeschietingen plaatsvonden. Dit zou zo blijven tot de capitulatie van de Duitse strijdkrachten in Nederland op 5 mei 1945.

Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er vooral in de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.

.



Figuur 2-40 Omgeving waar tijdens de slag om de Westhoek intensieve artilleriebeschietingen plaatsvonden t.o.v. tracéalternatief VHW tot Moerdijk (groene lijn) en tot Geertruidenberg (oranje lijn).

Bevrijding

Na de algehele capitulatie van de Duitse troepen in Nederland op 5 mei 1945 werd het eiland Voorne-Putten en de Hoeksche Waard bevrijd gebied. In tegenstelling tot de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg vonden hier daarom geen grondgevechten plaats.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

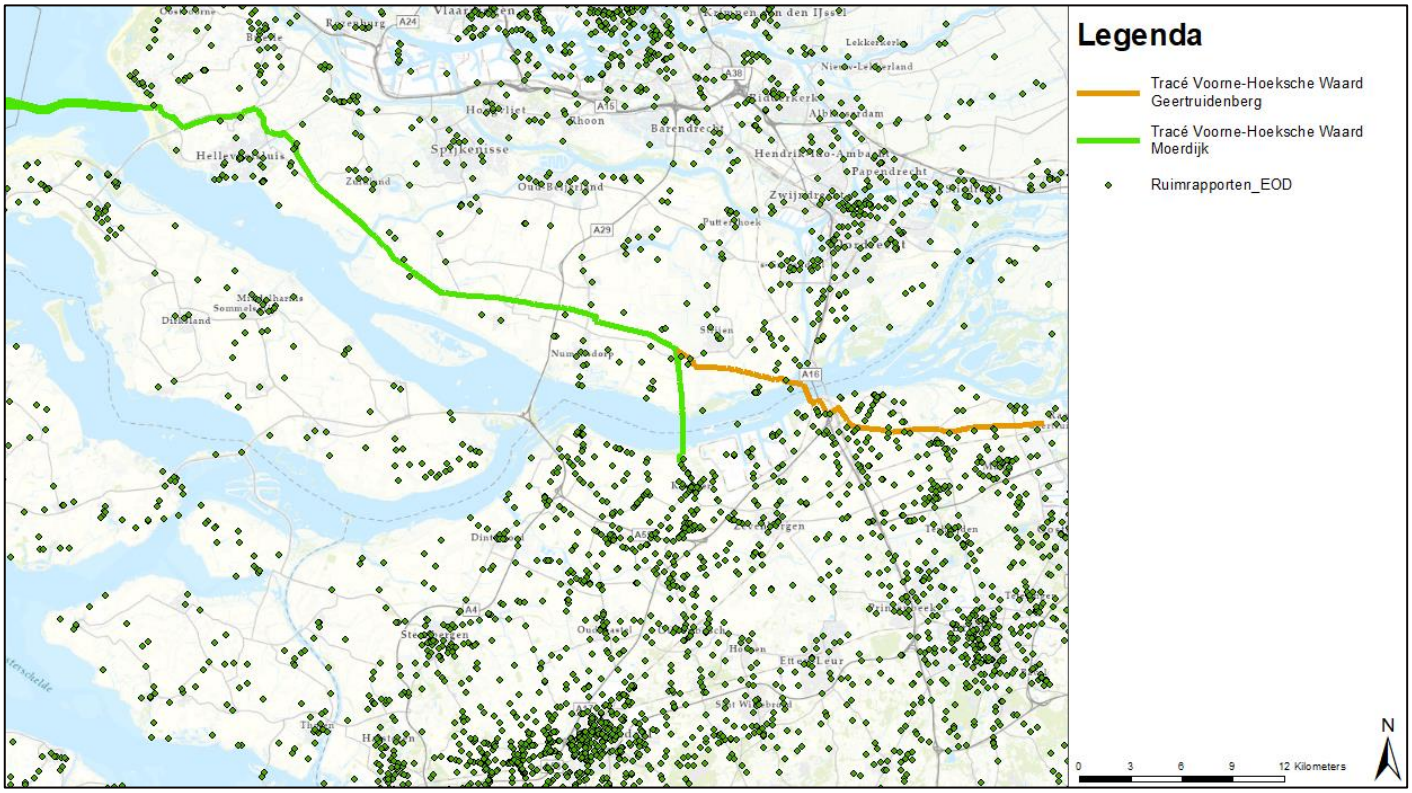
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van het tracéalternatief VHW. Het gaat hier in totaal om 36 bekende vooronderzoeken OO. Omdat niet alle historische vooronderzoeken openbaar beschikbaar waren, is ervoor gekozen om deze niet te behandelen in deze paragraaf. Wel vormt de inhoud van de beschikbare en geraadpleegde historische vooronderzoeken de basis voor de eerder besproken indicaties van oorlogshandelingen en de verwachtingskaart met OO verdachte gebieden.



Figuur 2-41 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars). De groene en blauwe lijnen geven het tracéalternatief weer.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

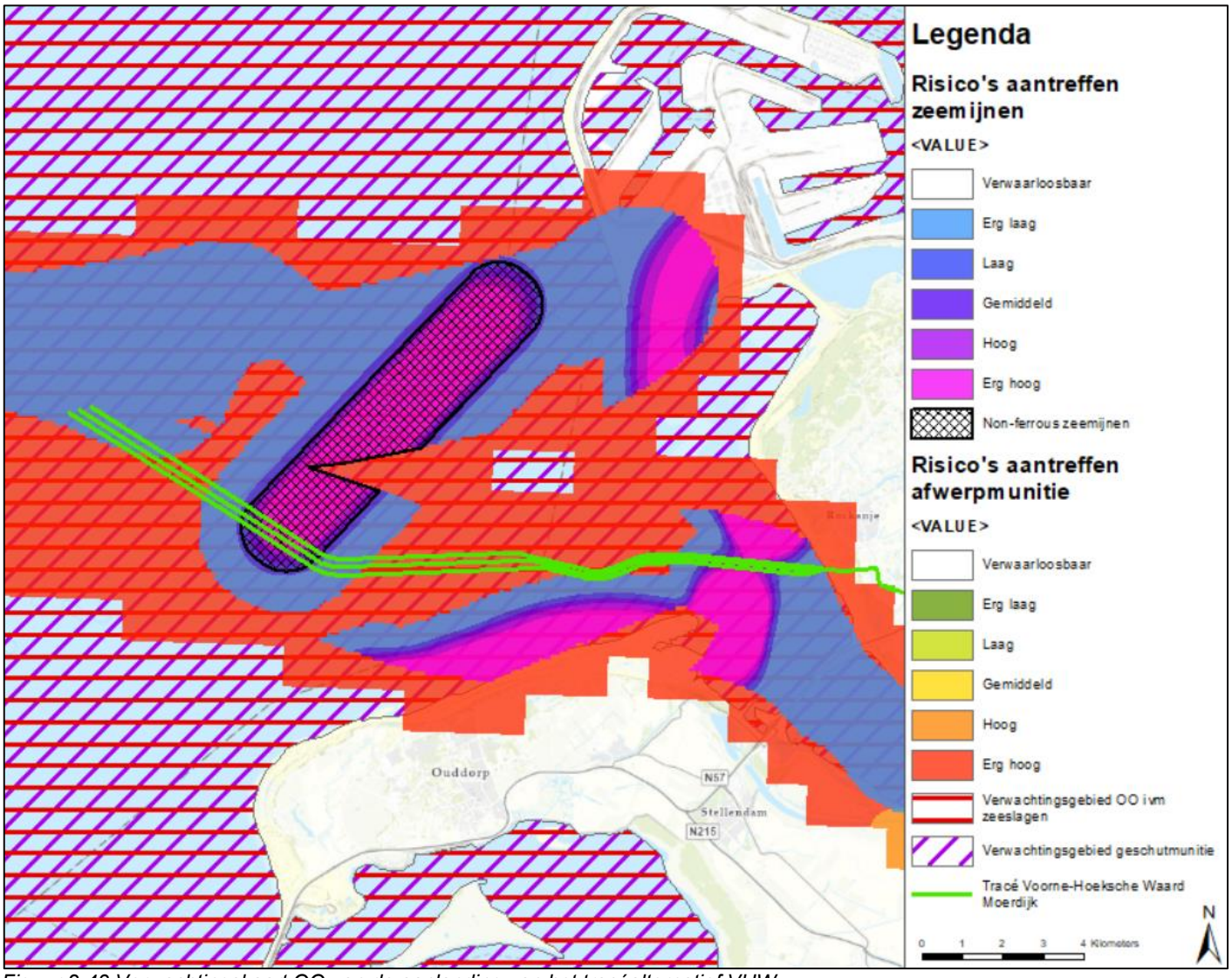


Figuur 2-42 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het tracéalternatief VHW.

2.3.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat de aanlanding van het tracéalternatief VHW geheel in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-43). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie

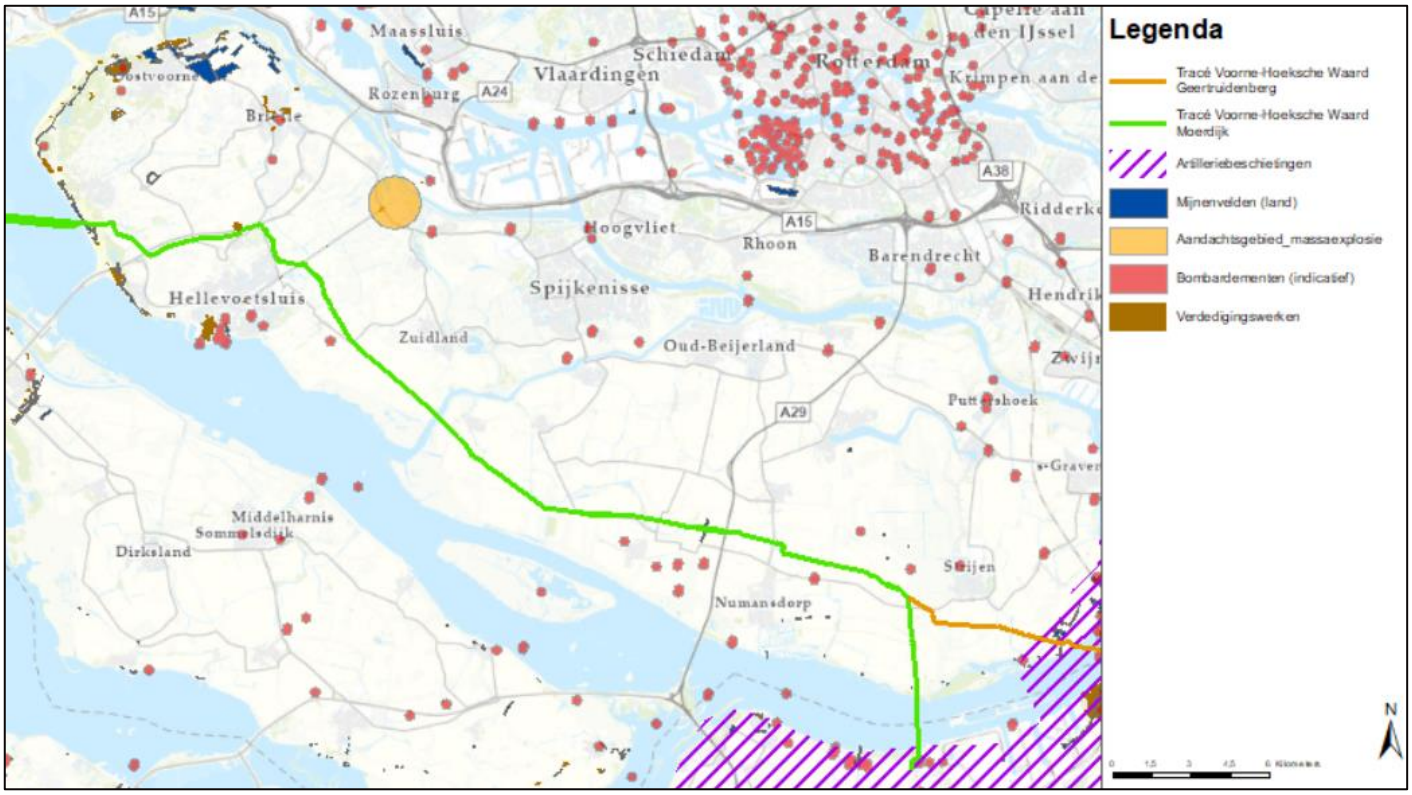


Figuur 2-43 Verwachtingskaart OO van de aanlanding van het tracéalternatief VHW.

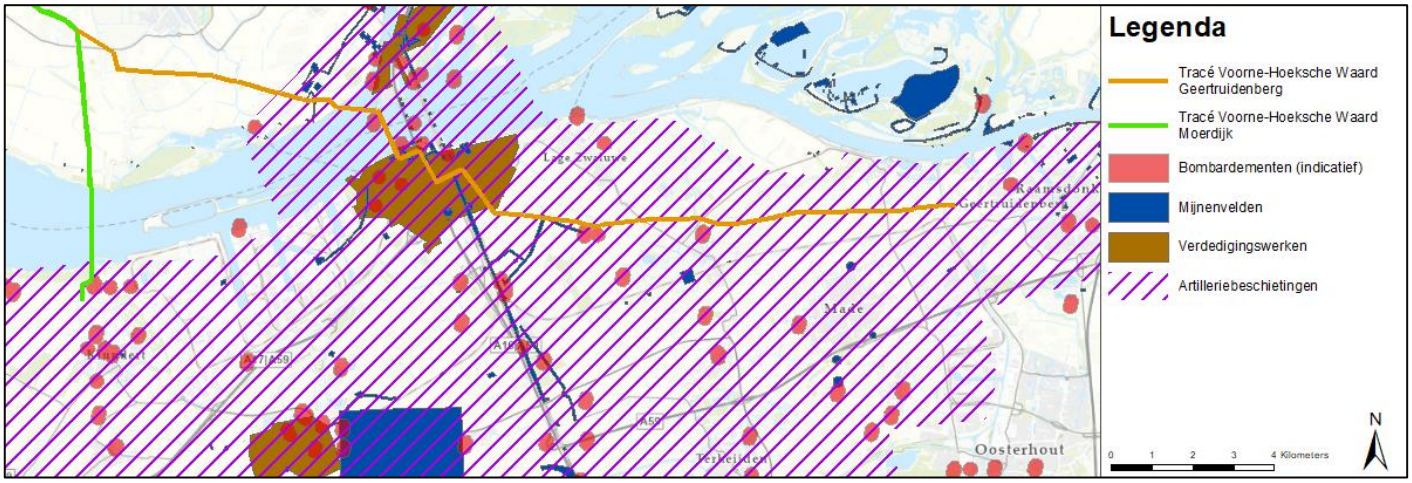
Voor het landdeel van tracéalternatief VHW verschilt de omvang van de verwachte verdachte gebieden OO per deeltracé (zie Figuur 2-44 en Figuur 2-45). Hoofdsoorten OO die voor beide deeltracés kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (250 t/m 1000 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 155 mm)

- Landmijnen
- Klein-kalibermunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- (Munitie voor) granaatwerpers



Figuur 2-44 Verwachtingskaart OO voor het tracéalternatief VHW naar Moerdijk (groene lijn). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.



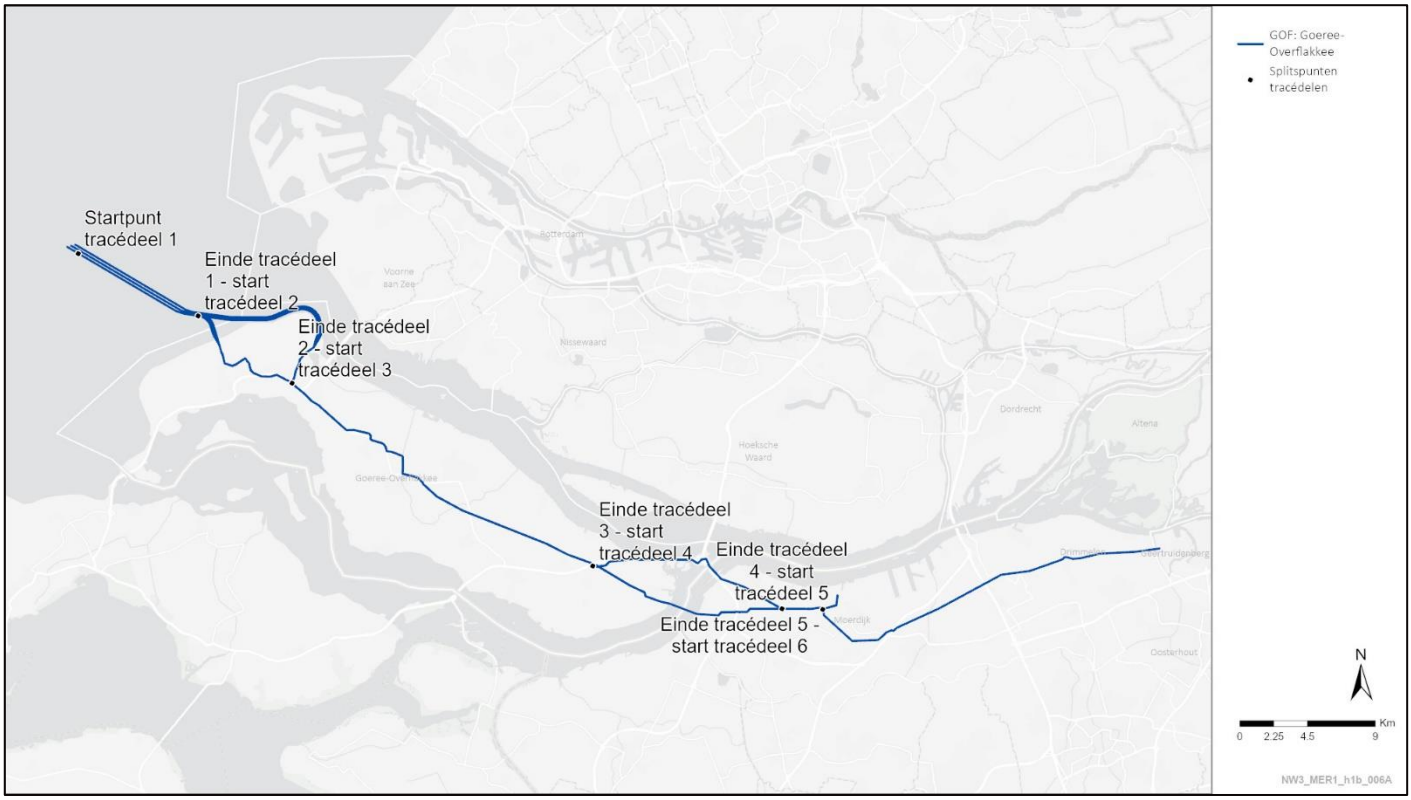
Figuur 2-45 Verwachtingskaart OO voor het tracéalternatief VHW naar Geertruidenberg (oranje lijn). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.

2.3.3 Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF)

Vanaf de Voordelta loopt het tracéalternatief GOF richting de duinen van Goeree waar gelijk twee varianten ontstaan voor de aanlanding (tracédeel 2): Variant 1 (Stellendam) loopt in de voordelta ten noorden van de duinen van Goeree door en landt aan voor de Haringvlietdam bij het strandje Stellendam. Variant 2 (Duinen) landt bij de duinen van Goeree. Een aandachtspunt is het Natura 2000 gebied de Duinen Goeree & Kwade Hoek. Ten zuidoosten van woonkern Goedereede komen de varianten weer samen.

Het tracéalternatief loopt richting het oosten door en blijft ten zuiden van Stellendam. Grofweg wordt de bestaande infrastructuur (de weg) achtereenvolgens de N57, N215 en de N59 gevolgd (tracédeel 3). Ergens oosten van Oude-Tonge en ten westen van Achthuizen splits het tracéalternatief weer in twee varianten (tracédeel 4). Variant 3 (Hellegatsplein) volgt de N59 richting het Knooppunt Hellegatsplein. De A59 loopt in oostelijke richting door in de A29 en kruist het Volkerak-Zoommeer. Het tracéalternatief volgt deze weg en steekt bij de Volkeraksluizen het water over. Variant 4 (Volkerak) loopt in zuidoostelijke richting door en loopt ten zuiden van woonkern Ooltgensplaat. Variant 4 steekt hier het Volkerak-Zoommeer over, loopt in oostelijke richting door, en voegt in het noordoosten van Knooppunt Sabina zich bij Variant 3.

Het tracéalternatief kan nu aanlanden bij Moerdijk (tracédeel 5), of doorlopen richting Geertruidenberg (tracédeel 6). Richting Geertruidenberg wordt grofweg de N285 ten noorden van de woonkern Zevenberen gevolgd. Bij de woonkern Made loopt het tracé noordelijk om de woonkern heen richting Geertruidenberg.



Figuur 2-46 Tracéalternatief GOF

2.3.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Op 10 mei 1940 werden de Nederlandse posities bij de Moerdijkbruggen overrompeld door Duitse parachutisten. Vanuit het zuiden werden verschillende tegenaanvallen door Nederlandse eenheden ingezet om het Duitse bruggenhoofd bij Moerdijk te heroveren. Geen van deze acties had echter succes. Vervolgens werden de Duitse

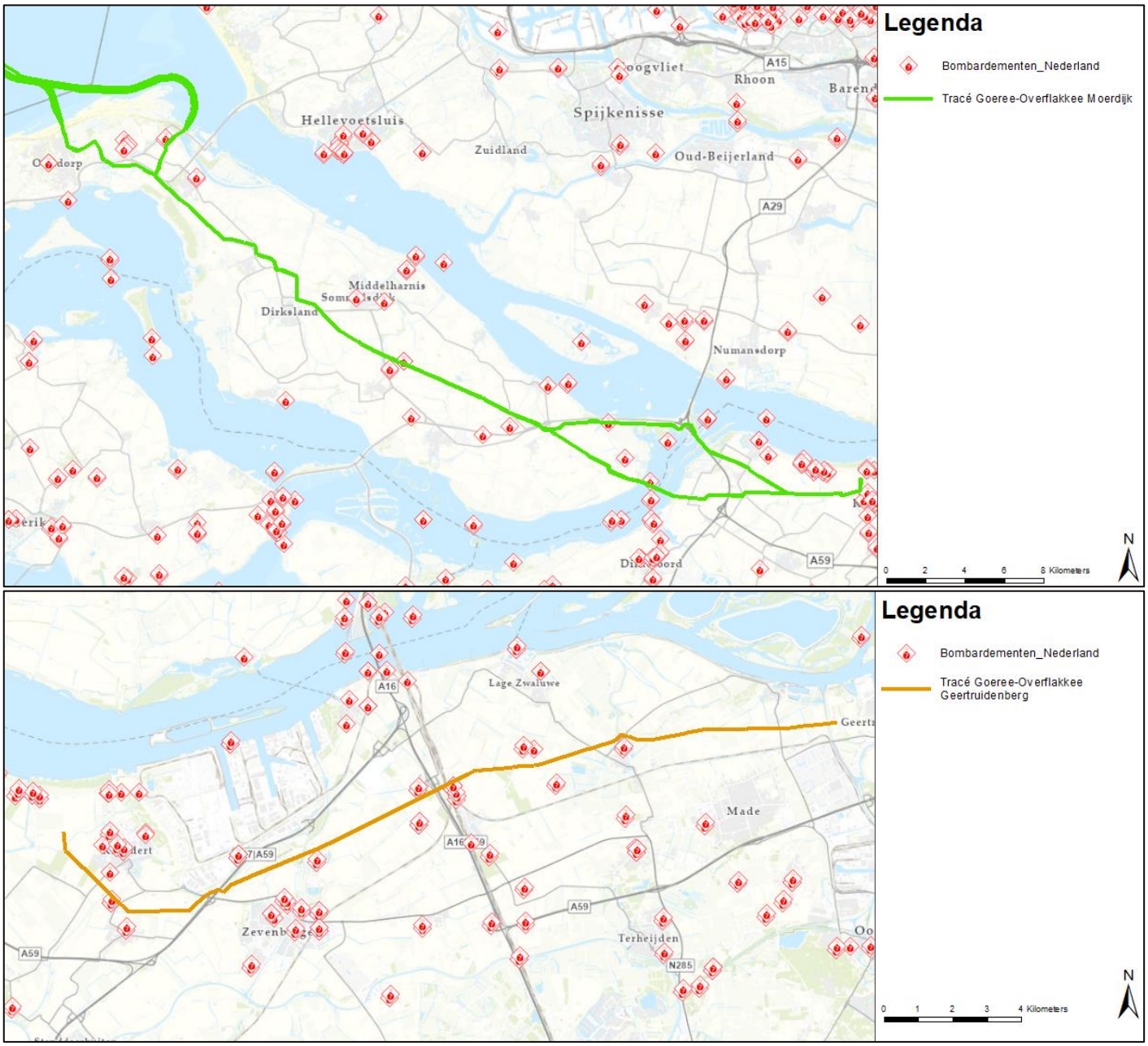
parachutisten in de avond van 12 mei ontzet door verkenningseenheden van de 9e Duitse Pantserdivisie, die na de val van de Peel-Raamstelling dwars door Brabant konden optrekken.

Aan het eiland Goeree-Overflakkee ging de oorlog in de meidagen vrijwel geheel voorbij, afgezien van inundatiemaatregelen in de polders rondom Ooltgensplaat en neervallende Duitse bommen op het havenhoofd van Middelharnis.

Luchtoorlog 1940-1945

In de beginjaren van de oorlog (1940-1941) worden er regelmatig luchtaanvallen uitgevoerd boven Rotterdam en andere Hollandse havensteden waar de Britten een opbouw van Duitse invasieschepen verwachten. Vanwege de gebrekkige navigatie van de piloten worden bij deze bombardementsvluchten ook geregeld andere dorpen en steden op Goeree-Overflakkee het onbedoelde doelwit, zoals Goedereede, Middelharnis of Sommelsdijk. Daarnaast hadden de Duitsers in de omgeving van Ouddorp een schijnvliegveld (*Scheinflugplatz 31*) aangelegd ter afleiding van het vliegveld Waalhaven. Houten vliegtuigen, hangars en baanverlichting wekten de indruk dat het een operationeel vliegveld was en tot eind 1943 werd het schijnvliegveld regelmatig gebombardeerd.

In de laatste oorlogsjaren verbeteren de geallieerden hun navigatie en wordt de bombardementscampagne op Duitsland geïntensiveerd. Tijdens de opmars van geallieerde eenheden door Zuid-Nederland worden ook ondersteunende (duik)bombardementen uitgevoerd op Duitse posities, spoor- en wegenknooppunten en transportmiddelen (schip, trein of vrachtwagen). Vooral in de omgeving van de strategisch gelegen Moerdijkbruggen worden veel vliegtuigbommen afgeworpen, zoals ook zichtbaar is op Figuur 2-47.



Figuur 2-47 Kaart met indicatieve weergave van gebieden die gebombardeerd zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog. Op de bovenste afbeelding is de situatie zichtbaar t.o.v. de variant tot aan Moerdijk van het tracéalternatief GOF (groene lijn) en op de onderste afbeelding de variant tot aan Geertruidenberg (oranje lijn).

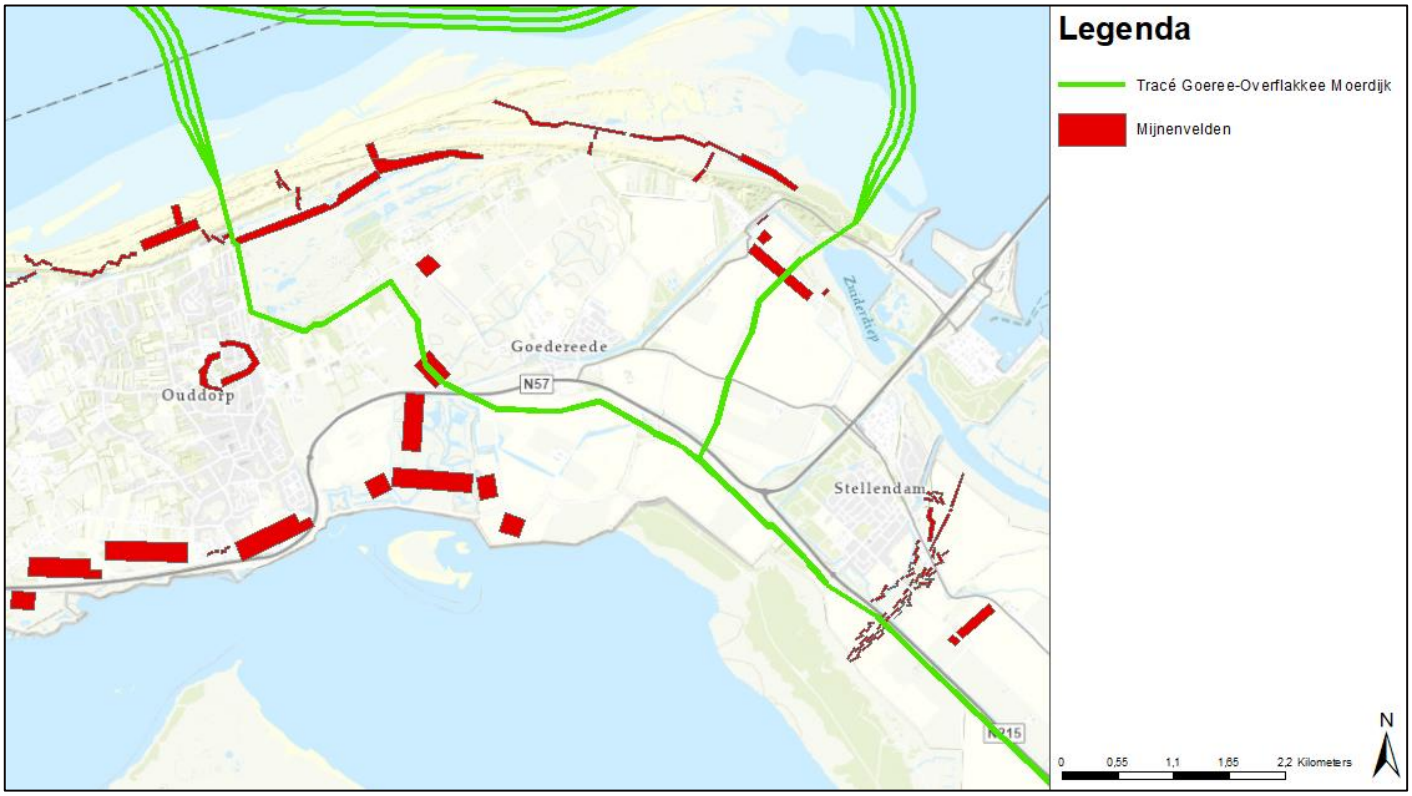
Mijnenvelden

De relevante Duitse mijnenvelden op land liggen vooral langs de kust (omgeving Ouddorp), in de omgeving van Stellendam, Ooltgensplaat en in de omgeving van Moerdijk. Het tracéalternatief op land kruist hierbij de volgende mijnenvelden:

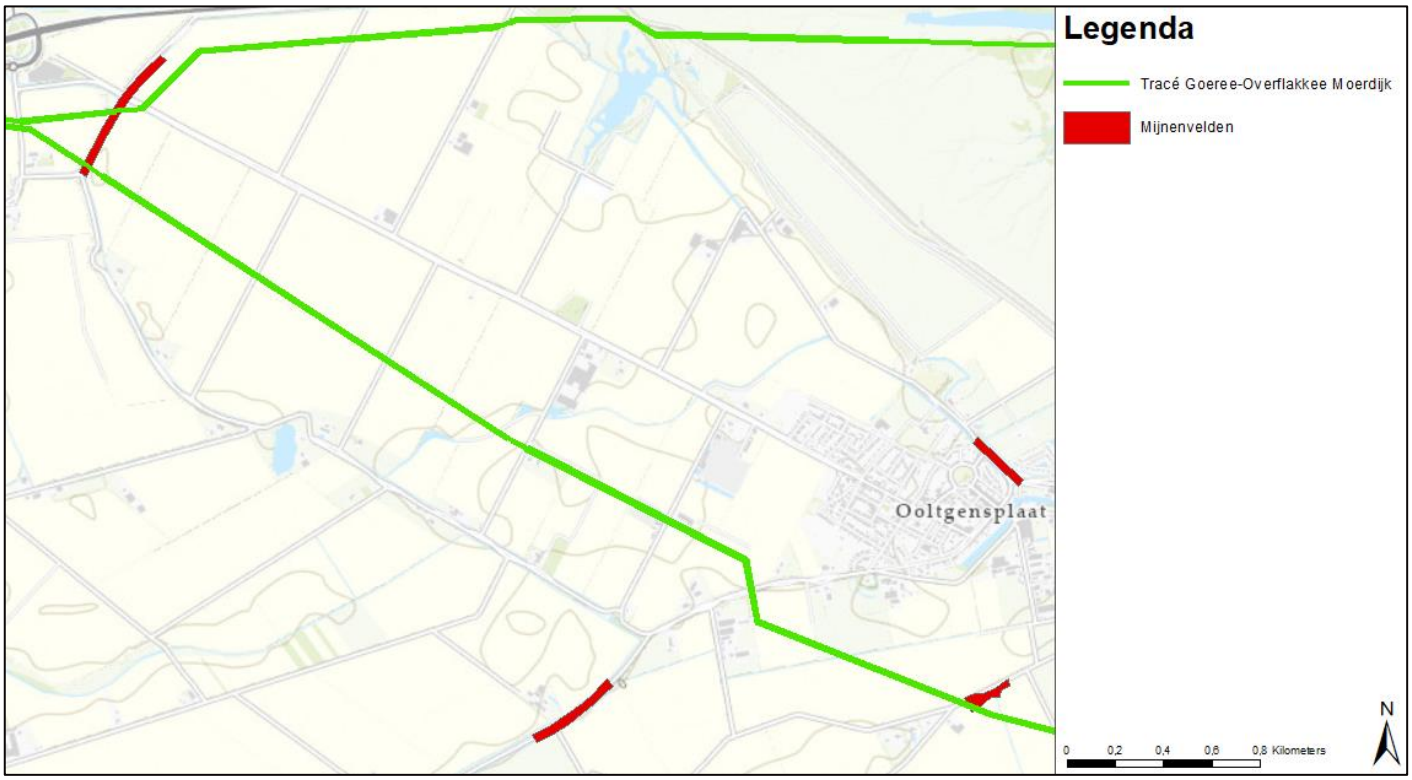
Naam mijnenveld	Aantal gelegde mijnen	Geruimde mijnen	Vermiste mijnen
1SE/06	Onbekend	Onbekend	Onbekend
1SE/15	Onbekend	Onbekend	Onbekend
2SW/05	Onbekend	Onbekend	Onbekend
2SW/32	Onbekend	Onbekend	Onbekend
8SE/13	Onbekend	Onbekend	Onbekend

8SE/18	Onbekend	Onbekend	Onbekend
9SE/03	Onbekend	Geen	Geen
9SE/21	Onbekend	Onbekend	Onbekend
9SE/29	Onbekend	Geen	Geen

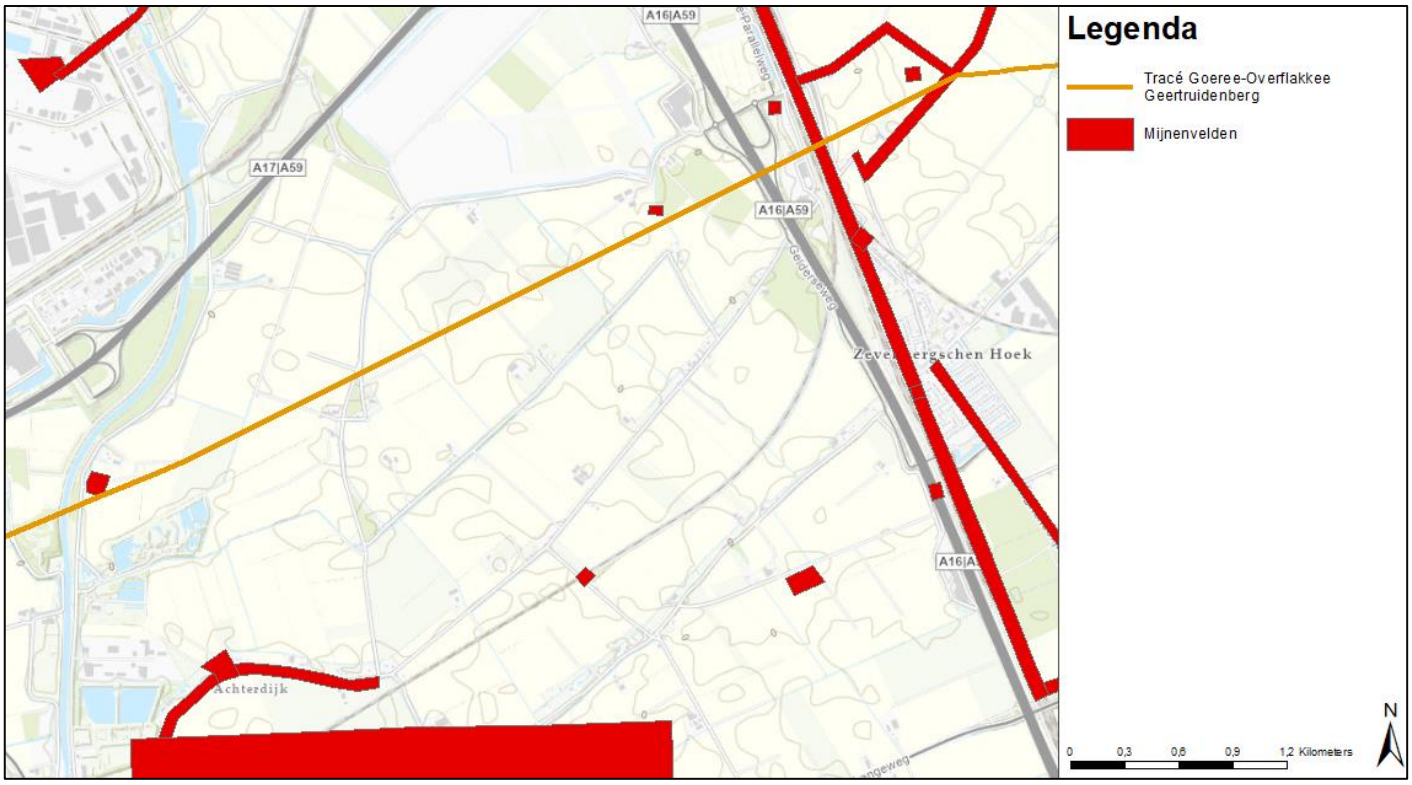
Van de rode mijnenvelden in bovenstaande tabel zijn de mijnenlegrapporten niet ingezien en is het onbekend of er nog mijnen vermist worden. Gezien de omvang van de ruimrapporten en het feit dat nog niet bekend is voor welk tracéalternatief er wordt gekozen, zijn namelijk niet alle ruimrapporten van de mijnenvelden opgevraagd en uitgewerkt. Alleen de mijnenvelden waarvan de resultaten al bekend zijn uit eerdere vooronderzoeken zijn in onderstaande tabel uitgewerkt. Mochten er in de toekomst wel werkzaamheden op de mijnenveldlocaties plaatsvinden dan zal in een aanvullend onderzoek de ruimrapporten wel moeten worden uitgewerkt.



Figuur 2-48 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 1SE/06, 1SE/15, 2SW/05 en 2SW/32 t.o.v. tracéalternatief GOF (groene lijn).



Figuur 2-49 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 8SE/13 en 8SE/18 t.o.v. tracéalternatief GOF (groene lijn).



Figuur 2-50 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 9SE/03, 9SE/21 en 9SE/29 t.o.v. tracéalternatief GOF (oranje lijn).

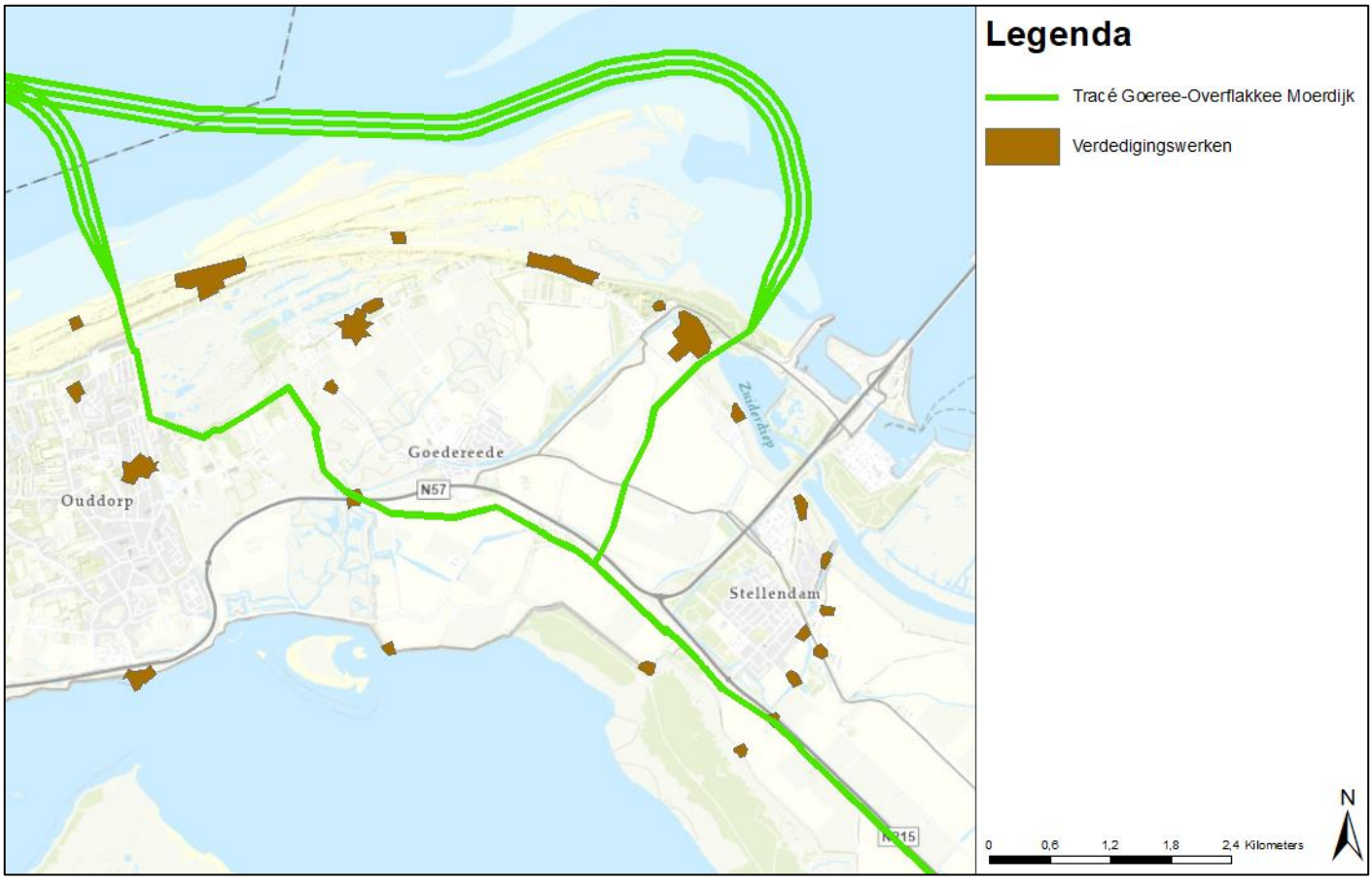
Verdedigingswerken

Het eiland Goeree-Overflakkee 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.

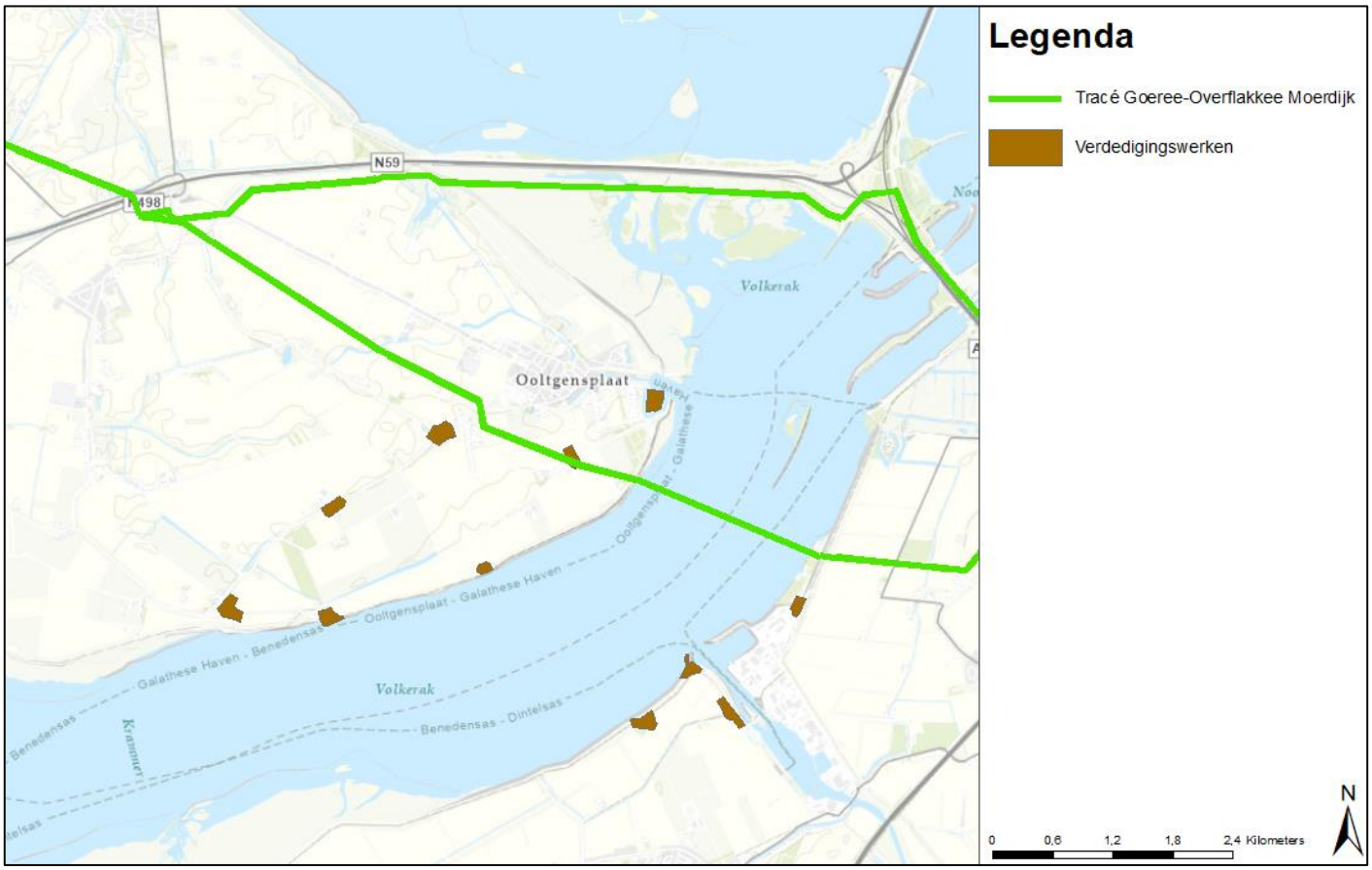
Langs het Haringvliet hadden de Duitsers vooral aan de kant van Goeree-Overflakkee een aantal bunkers en zware geschutopstellingen aangelegd, het zogeheten *Stützpunkt Gruppe Goeree*. Ook waren hier langs de kust anti-invasieversperringen opgericht, bestaande uit drakentanden, betonnen staken en KMA-mijnen. Ook waren er steunpunten en verschillende weerstandsnesten (mitrailleur- en/of luchtafweerstellingen) in het veld. Het belangrijkste nevensteunpunt op Goeree-Overflakkee vormde het *Stützpunkt Gruppe Ooltgensplaat*. Dit steunpunt was aangelegd om de potentiële oversteek van het Volkerak, een brede zeearm tussen Brabant en Zuid-Holland, te voorkomen.

Oorspronkelijk was de bedoeling dat alleen de kuststrook gemilitariseerd zou worden. Vanaf 1944 werden ook de eerste plannen opgesteld voor de inundaties van achter de Atlantikwall liggende polders. Deze '*Vordere Wasserstellung*' werd begin april 1944 versneld uitgevoerd en verder uitgebreid met locaties voor geschutstellingen, tankvallen, etc. Voor het eiland Goeree-Overflakkee betekende dit dat grote delen onder water kwamen te staan.

Na de slag om de Schelde veranderden de Duitsers de eilanden Schouwen-Duiveland, Goeree-Overflakkee, de Hoeksche Waard en Voorne-Putten in vestingen om een verdere opmars in Zuidwest-Nederland te verhinderen. Aan de hand van luchtfoto's werden deze stellingen en vestingen door de geallieerden op militaire stafkaarten ('*Defence overprints*') vastgelegd.



Figuur 2-51 Locatie van Duitse verdedigingswerken (o.a. bunkers en stellingen) van het Stützpunkt Gruppe Goeree (bruine kaders) t.o.v. tracéalternatief GOF. De verwachting is dat deze verdedigingswerken verdacht zijn op de OO-hoofdsoorten klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt).



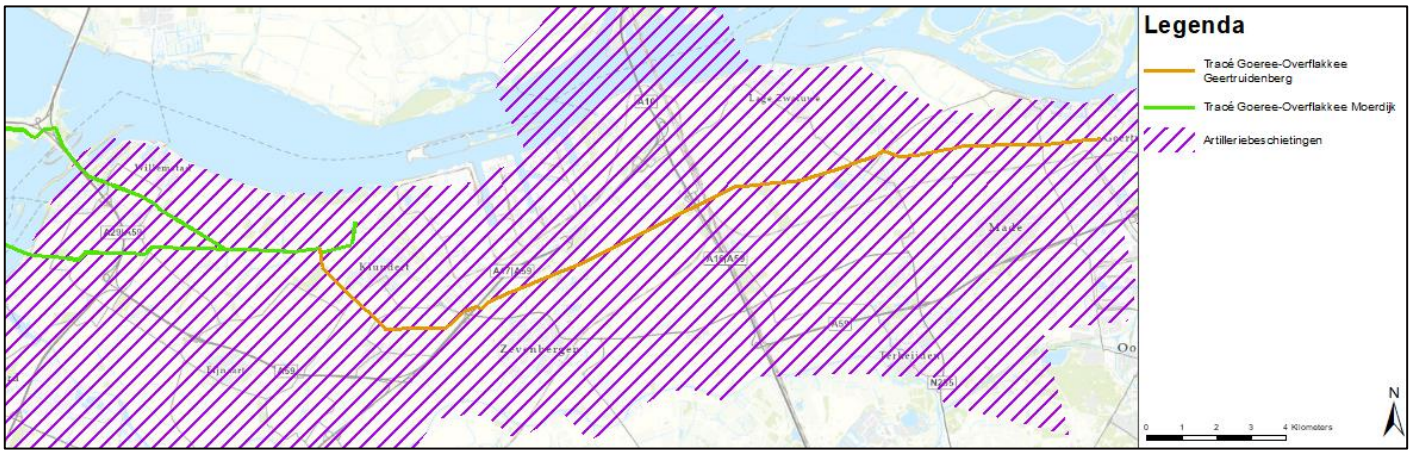
Figuur 2-52 Locatie van Duitse verdedigingswerken (o.a. bunkers en stellingen) van het Stützpunkt Gruppe Ooltgensplaat (bruine kaders) t.o.v. tracéalternatief GOF. De verwachting is dat deze verdedigingswerken verdacht zijn op de OO-hoofdsoorten klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt).

Slag om de Westhoek van Noord-Brabant

Begin november had de 1e Poolse Pantserdivisie zijn doel in West-Brabant bijna bereikt: Moerdijk. Terwijl de Polen oprukten vanuit Terheijden en Zevenbergschenhoek, naderden ook de Amerikanen van de 104e Infanterie Divisie vanuit Zevenbergen. De Polen namen Moerdijk met hun artillerie zwaar onder vuur. Ze moesten de Duitse anti-tankstellingen bij Moerdijk het zwijgen zien op te leggen. De Duitsers waren echter geenszins van plan hun laatste grote bruggenhoofd ten zuiden van de Maas en het Hollands Diep op te geven. Bij de bloedige gevechten kwamen naast soldaten ook veel burgers om en werden de dorpen Klundert en Moerdijk grotendeels vernietigd.

Na ruim een week van intensieve gevechten werd de bevrijding van de Brabantse regio de Westhoek bereikt na de verovering van Willemstad (6 november 1944) en Moerdijk (9 november 1944). Vanaf dat moment vormden de rivieren Amer en het Hollands Diep de frontlinie, waarbij over-en-weer regelmatig artilleriebeschietingen plaatsvonden. Dit zou zo blijven tot de capitulatie van de Duitse strijdkrachten in Nederland op 5 mei 1945.

Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er vooral in de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.



Figuur 2-53 Omgeving waar tijdens de slag om de Westhoek intensieve artilleriebeschietingen plaatsvonden t.o.v. tracéalternatief GOF tot Moerdijk (groene lijn) en tot Geertruidenberg (oranje lijn).

Bevrijding

Na de algehele capitulatie van de Duitse troepen in Nederland op 5 mei 1945 werd het eiland Goeree-Overflakkee bevrijd gebied. In tegenstelling tot de omgeving van Moerdijk en Geertruidenberg vonden hier daarom geen grondgevechten plaats.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

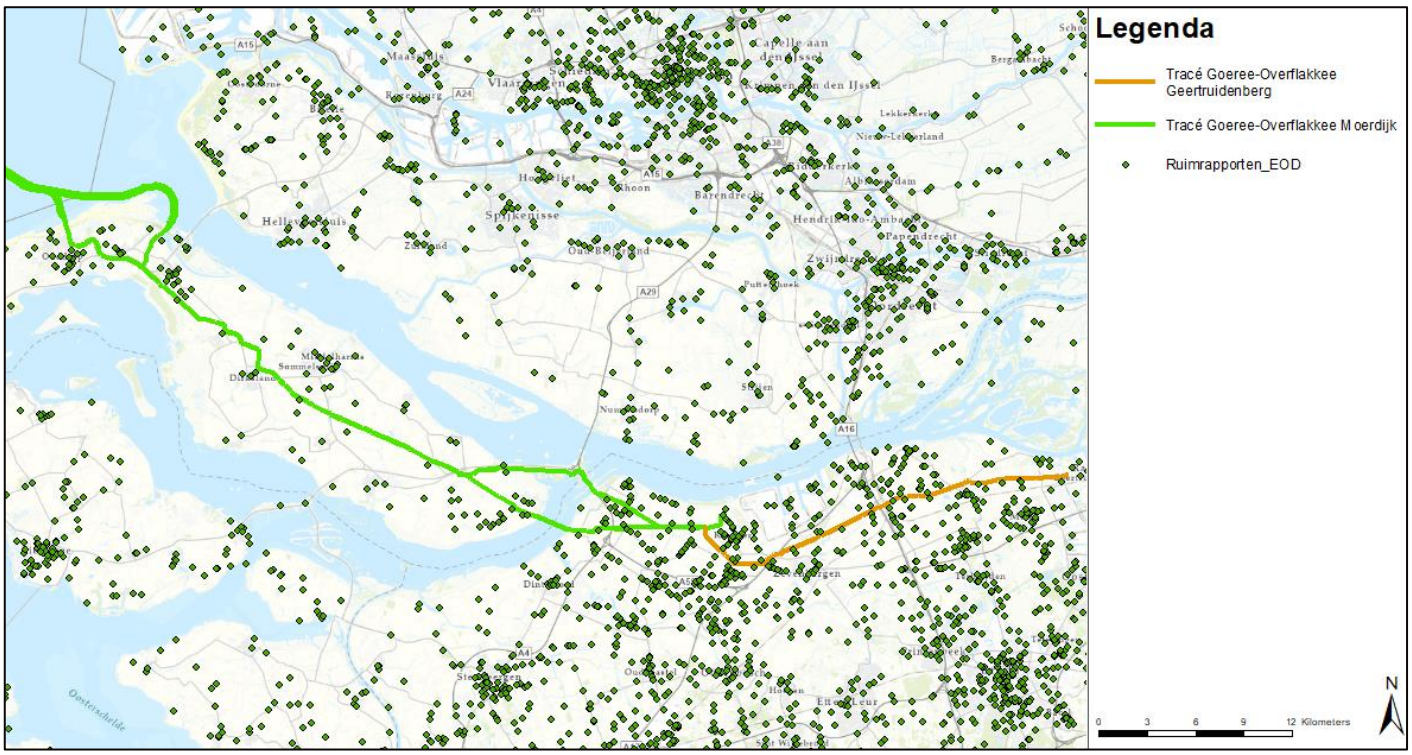
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van het tracéalternatief GOF. Het gaat hier in totaal om 27 bekende vooronderzoeken OO. Omdat niet alle historische vooronderzoeken openbaar beschikbaar waren, is ervoor gekozen om deze niet te behandelen in deze paragraaf. Wel vormt de inhoud van de beschikbare en geraadpleegde historische vooronderzoeken de basis voor de eerder besproken indicaties van oorlogshandelingen en de verwachtingskaart met OO verdachte gebieden.



Figuur 2-54 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars). De rode en oranje lijnen geven het tracéalternatief weer.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

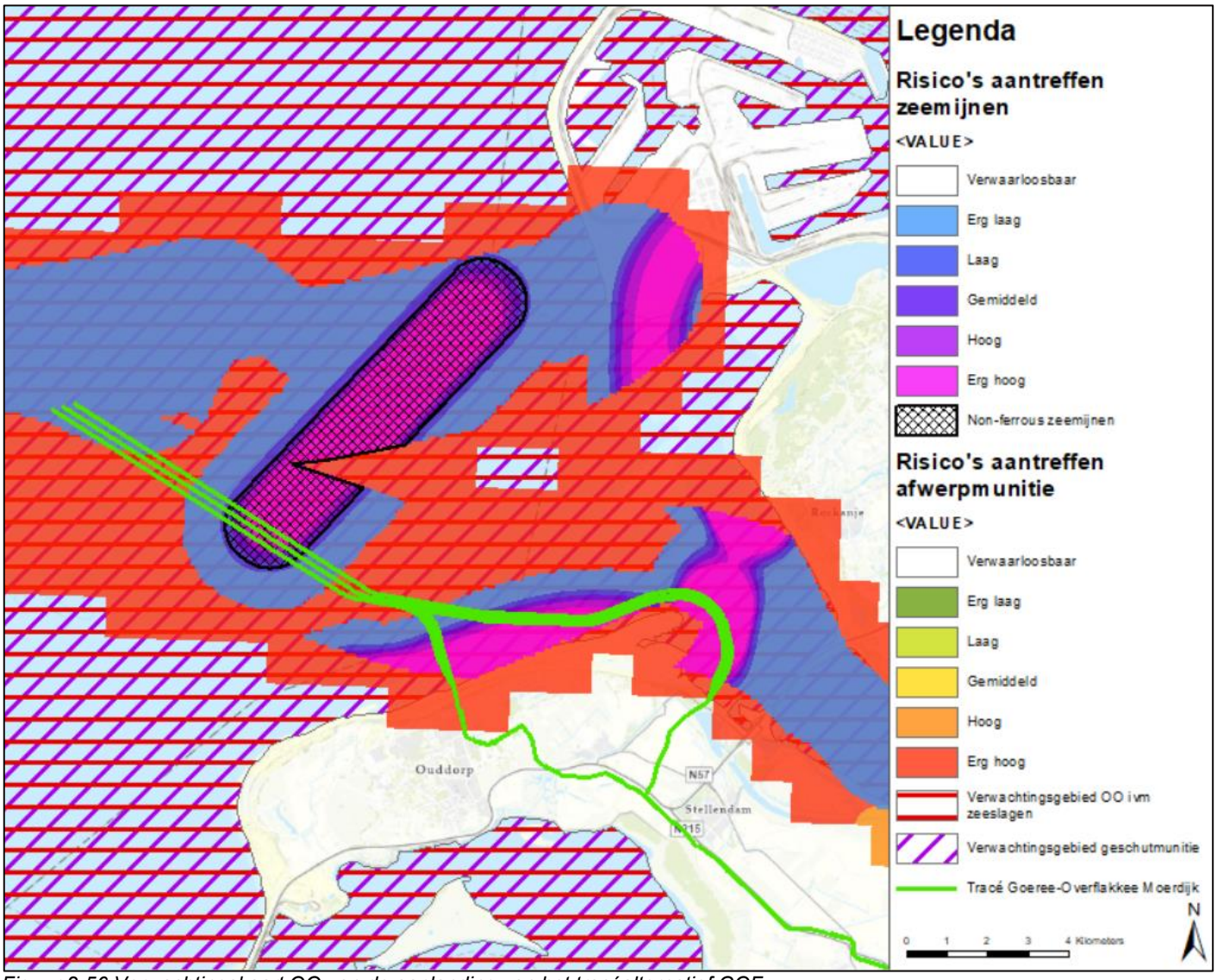


Figuur 2-55 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het tracéalternatief GOF.

2.3.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat de aanlanding van het tracéalternatief GOF geheel in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-56). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

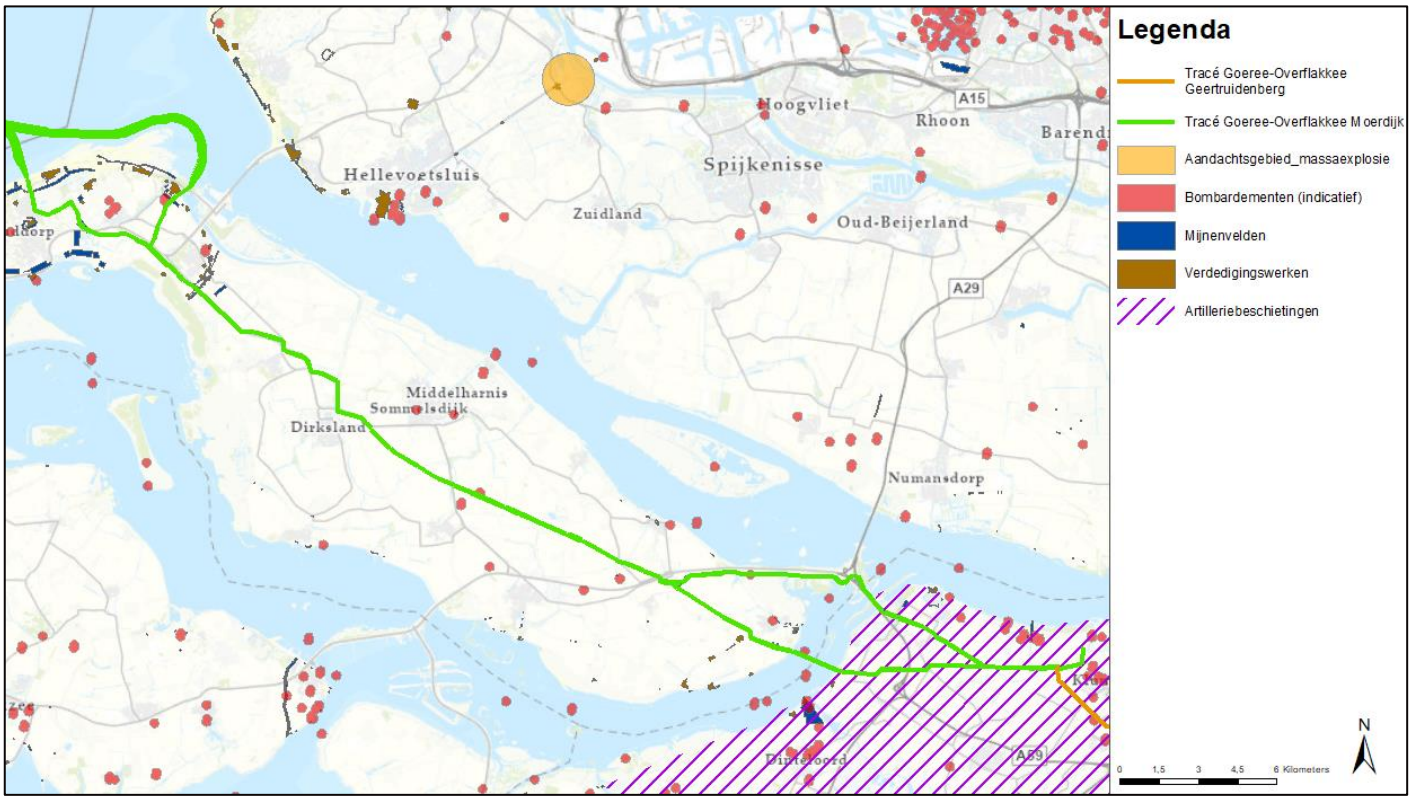
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie



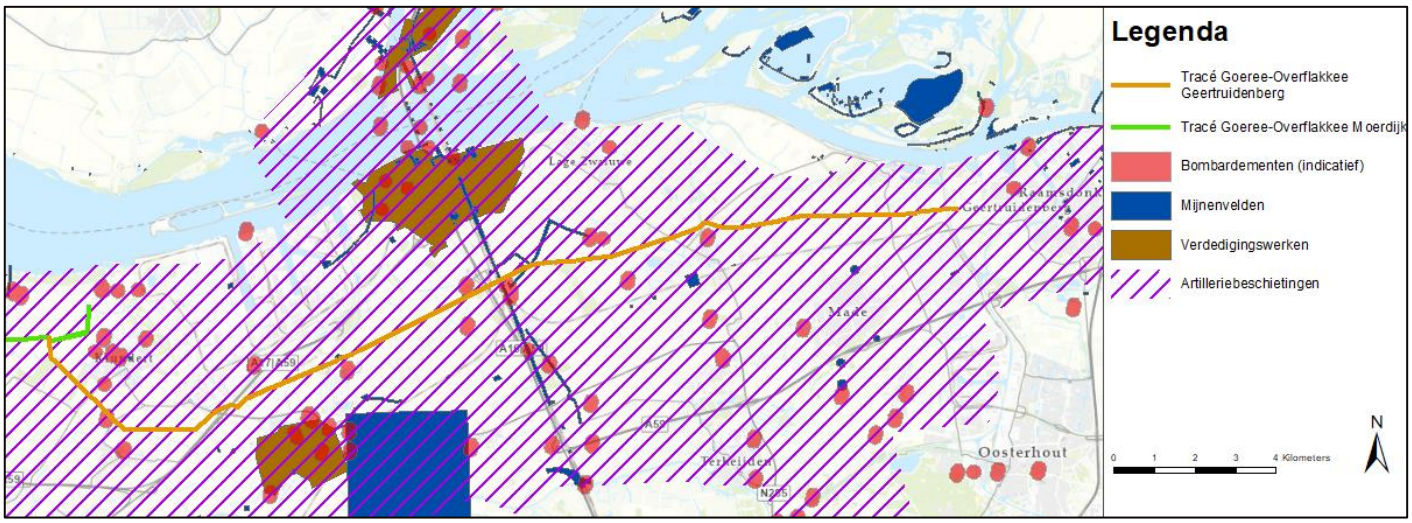
Figuur 2-56 Verwachtingskaart OO van de aanlanding van het tracéalternatief GOF.

Voor het landdeel van het tracéalternatief verschilt de omvang van de verwachte verdachte gebieden OO per deeltracé (zie Figuur 2-57 en Figuur 2-58). Hoofdsoorten OO die voor beide deeltracés kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (250 t/m 1000 lb)
- Geschutmunitie (2 t/m 155 mm)
- Landmijnen
- Klein-kalibermunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- (Munitie voor) granaatwerpers



Figuur 2-57 Verwachtingskaart OO voor het tracéalternatief GOF naar Moerdijk (groene lijn). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.



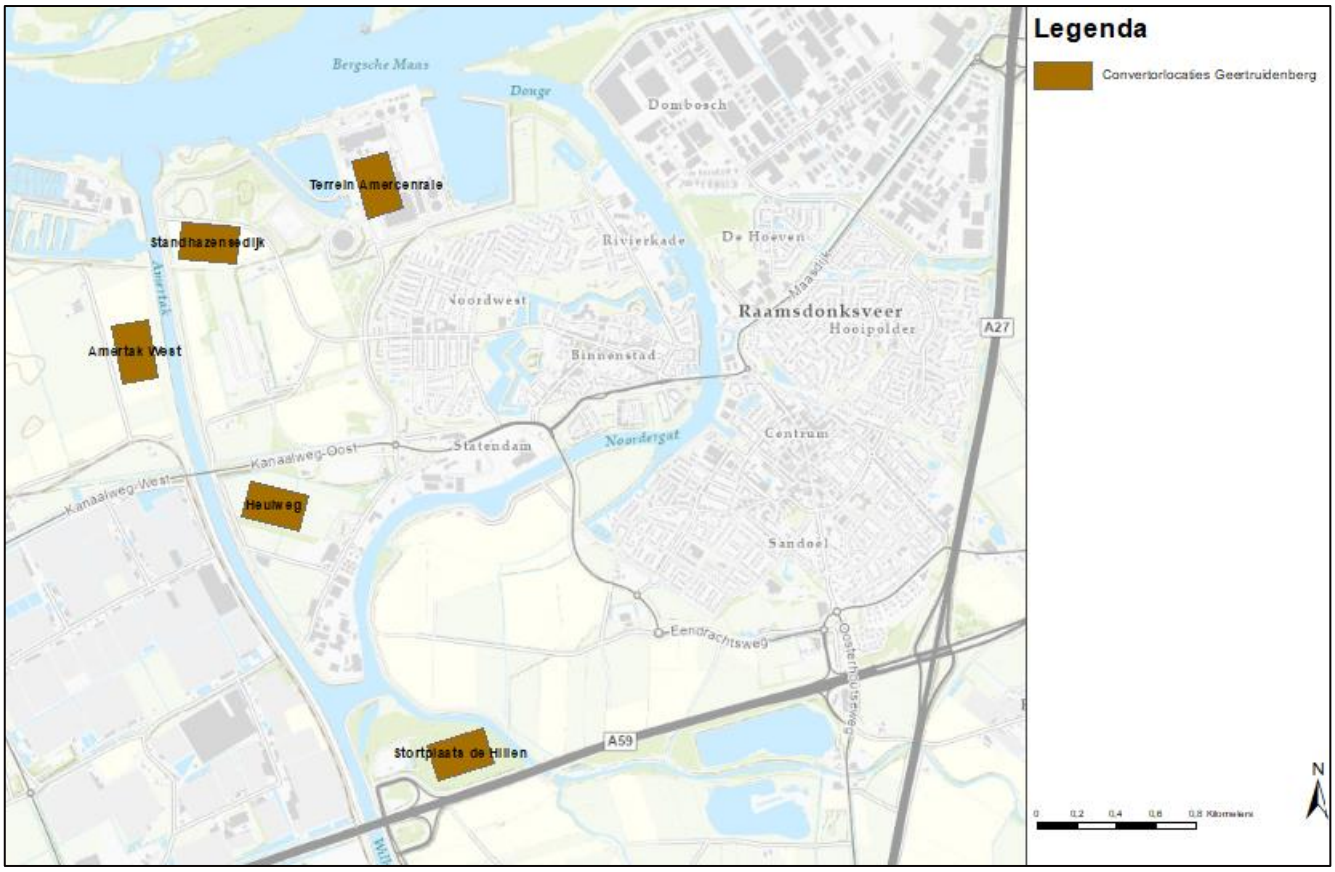
Figuur 2-58 Verwachtingskaart OO voor het tracéalternatief GOF naar Geertruidenberg (oranje lijn). De Duitse verdedigingswerken (bruin) zijn verdacht op klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie (gedumpt). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.

2.4 Converterstations

De converterstationlocaties van Net op zee Nederwiek 3 MER fase 1 liggen in de gemeente Moerdijk en nabij (stad) Geertruidenberg. In Geertruidenberg liggen vijf converterstationlocaties en in Moerdijk liggen er zes.

2.4.1 Locaties in Geertruidenberg

De converterstationlocaties in Geertruidenberg zijn weergegeven in onderstaande Figuur 2-59.



Figuur 2-59 Overzicht mogelijke converterstationlocaties in Geertruidenberg

2.4.1.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

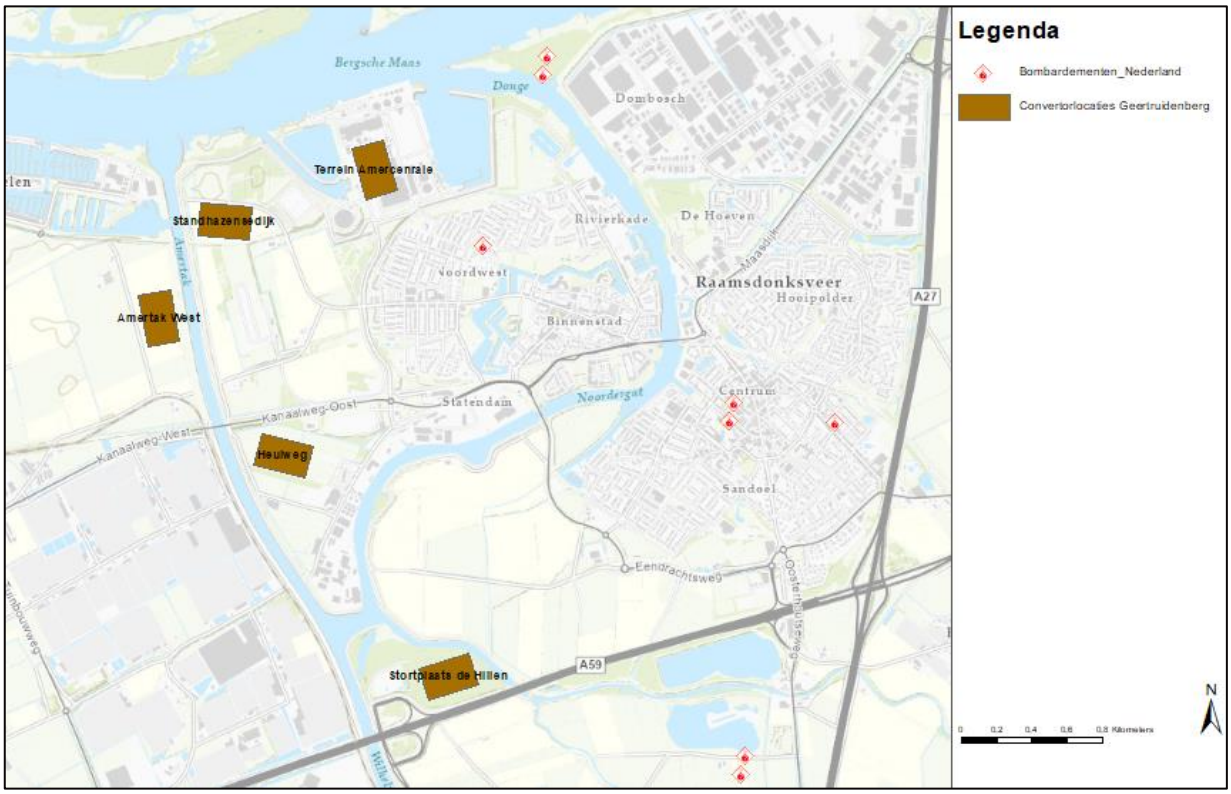
De verschillende indicaties voor achtergebleven NGE worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

In Geertruidenberg en de nabije omgeving doen zich geen uitgebreide gevechtshandelingen voor tijden de Duitse inval in mei 1940. De gevechten in dit deel van Nederland concentreren zich op de Moerdijkbruggen en de brug bij Keizersveer ten westen en oosten van Geertruidenberg.

Luchtoorlog 1940-1944

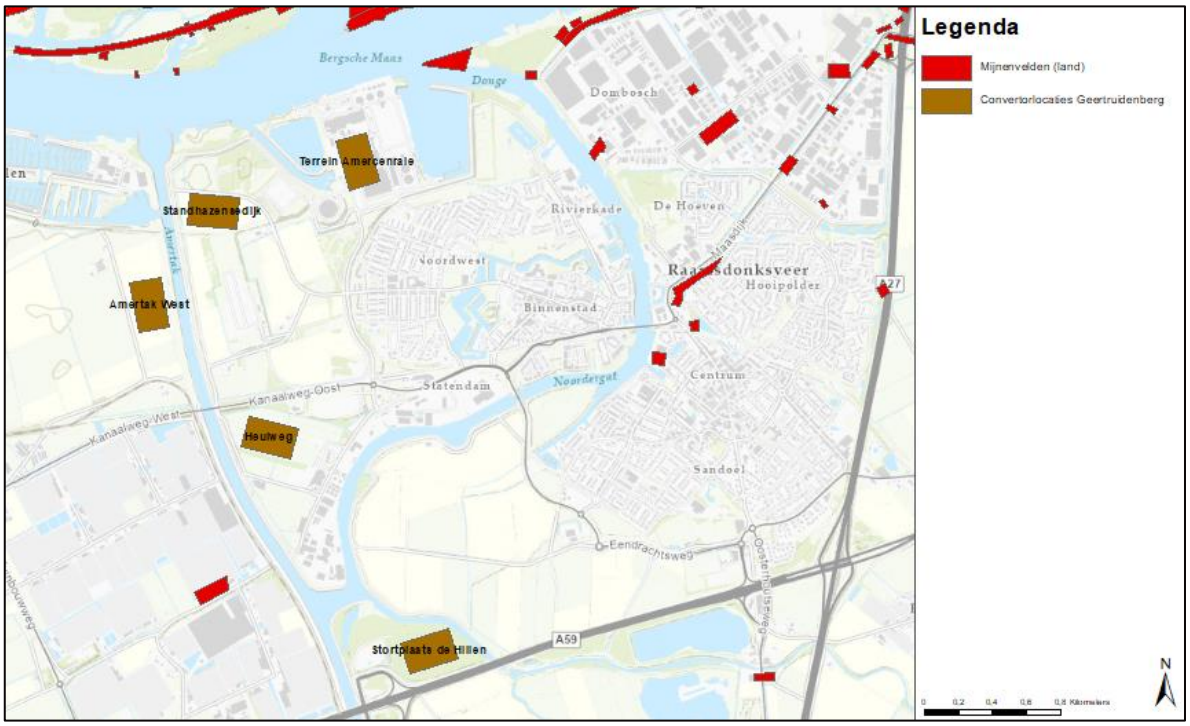
Tijdens de bezettingsjaren wordt de omgeving van Geertruidenberg af en toe gebombardeerd. Er zijn echter geen indicaties aangetroffen in de directe omgeving van de converterstationlocaties.



Figuur 2-60 Kaart met indicatieve weergave van gebieden die gebombardeerd zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog t.o.v. de converterstationlocaties Geertruidenberg.

Mijnenvelden

Voor de converterstationlocaties in Geertruidenberg zijn er geen indicaties aangetroffen met betrekking tot mijnenvelden.

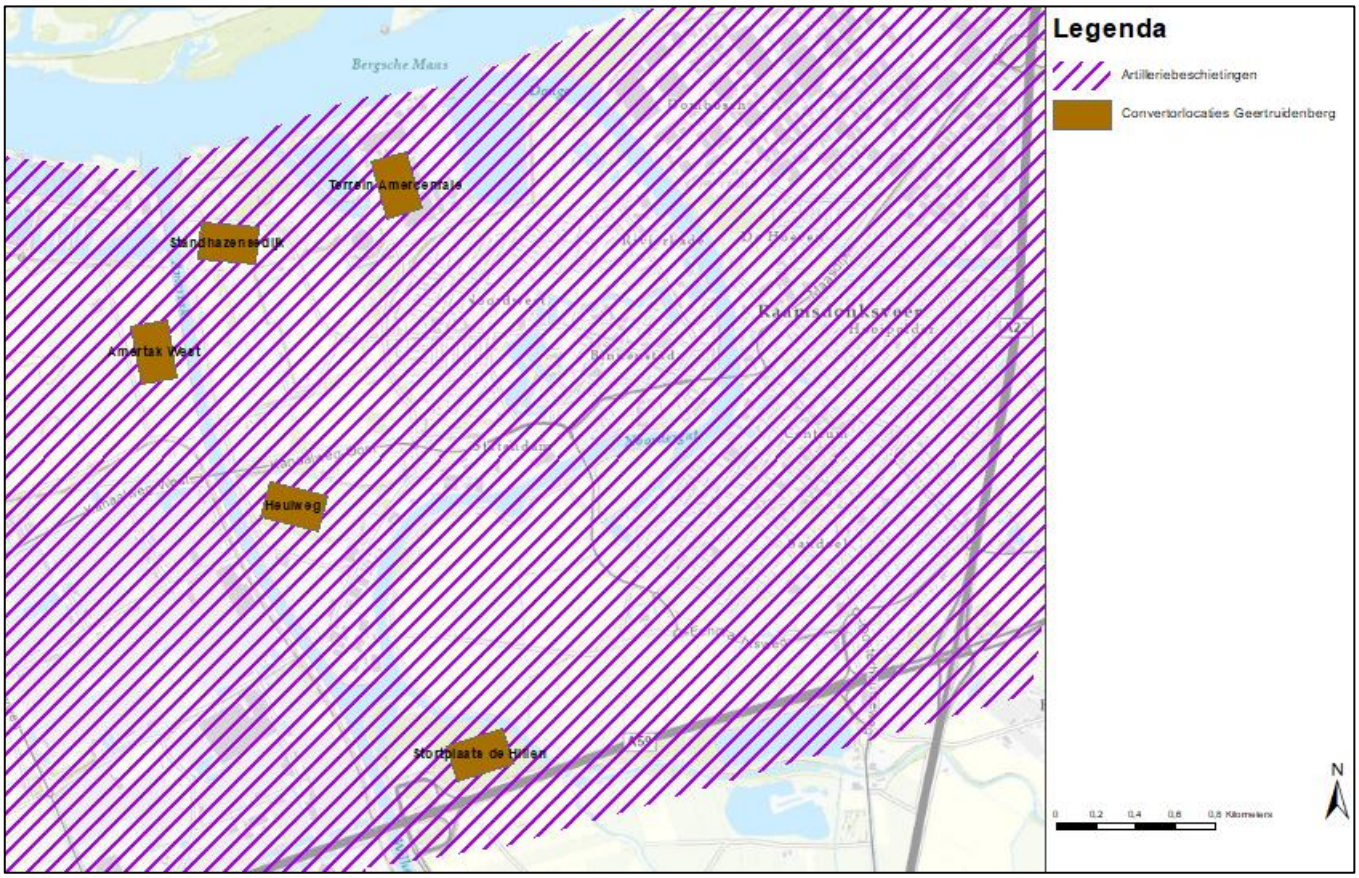


Figuur 2-61 Locaties van voormalige Duitse mijnenvelden (rood) in de omgeving van de converterstationlocaties Geertruidenberg (bruin).

Bevrijding Geertruidenberg

In 1944 worden aan de westzijde van Geertruidenberg verdedigingswerken aangelegd door de Duitsers. Deze moeten de stad verdedigen ingeval van een geallieerde invasie op de Nederlandse kust. De geallieerde aanval op Geertruidenberg in oktober 1944 komt echter vanuit het zuidoosten. Vanaf 29 oktober komt Geertruidenberg onder geallieerd artillerievuur te liggen. Na het opblazen van de Dongecentrale trekken de Duitsers zich op 5 november terug in de richting van Keizersveer. Geertruidenberg en omgeving blijven echter tot 1 april 1945 regelmatig onder Duits artillerievuur liggen.

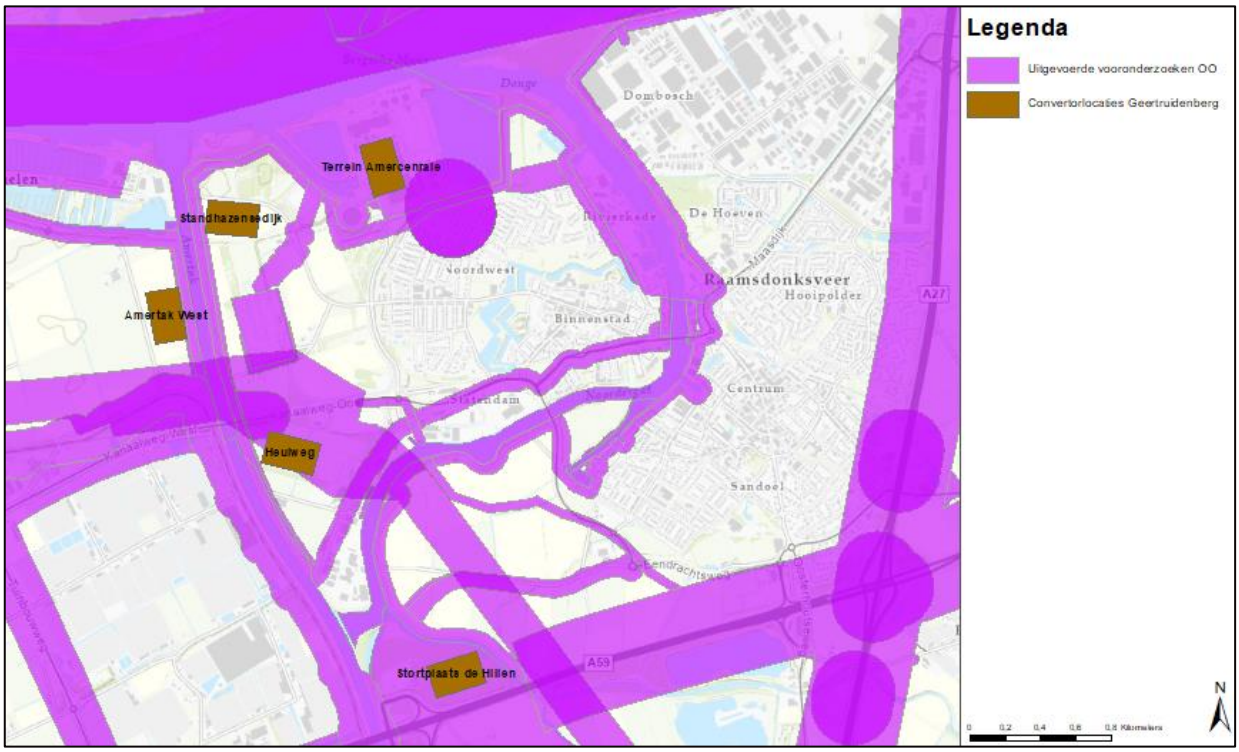
Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er in de omgeving van Geertruidenberg kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.



Figuur 2-62 Omgeving waar tijdens de slag om de Westhoek intensieve artilleriebeschietingen plaatsvonden t.o.v. de converterstationlocaties Geertruidenberg (bruin).

Eerder uitgevoerde onderzoeken

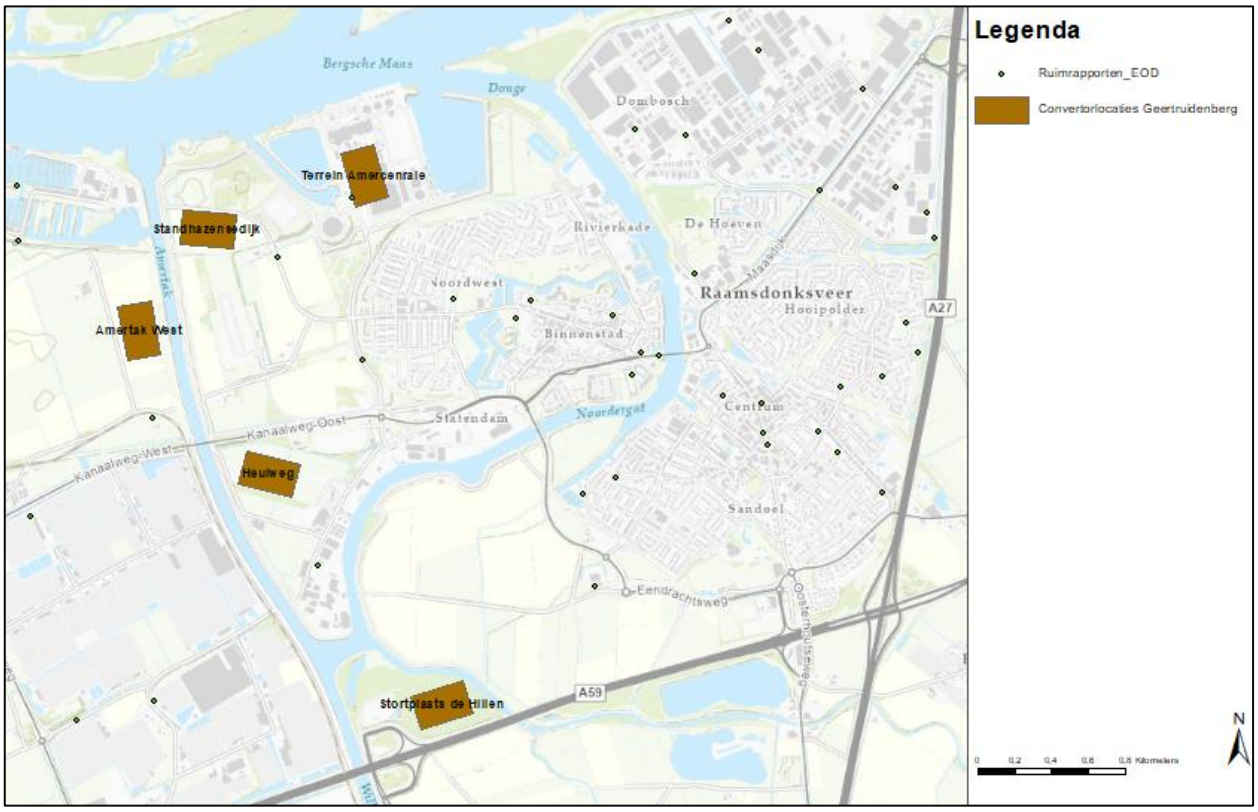
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van Geertruidenberg. Het gaat hier in totaal om 6 bekende vooronderzoeken OO. Omdat niet alle historische vooronderzoeken openbaar beschikbaar waren, is ervoor gekozen om deze niet te behandelen in deze paragraaf. Wel vormt de inhoud van de beschikbare en geraadpleegde historische vooronderzoeken de basis voor de eerder besproken indicaties van oorlogshandelingen en de verwachtingskaart met OO verdachte gebieden.



Figuur 2-63 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars) t.o.v. de converterstationlocaties Geertruidenberg (bruin).

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

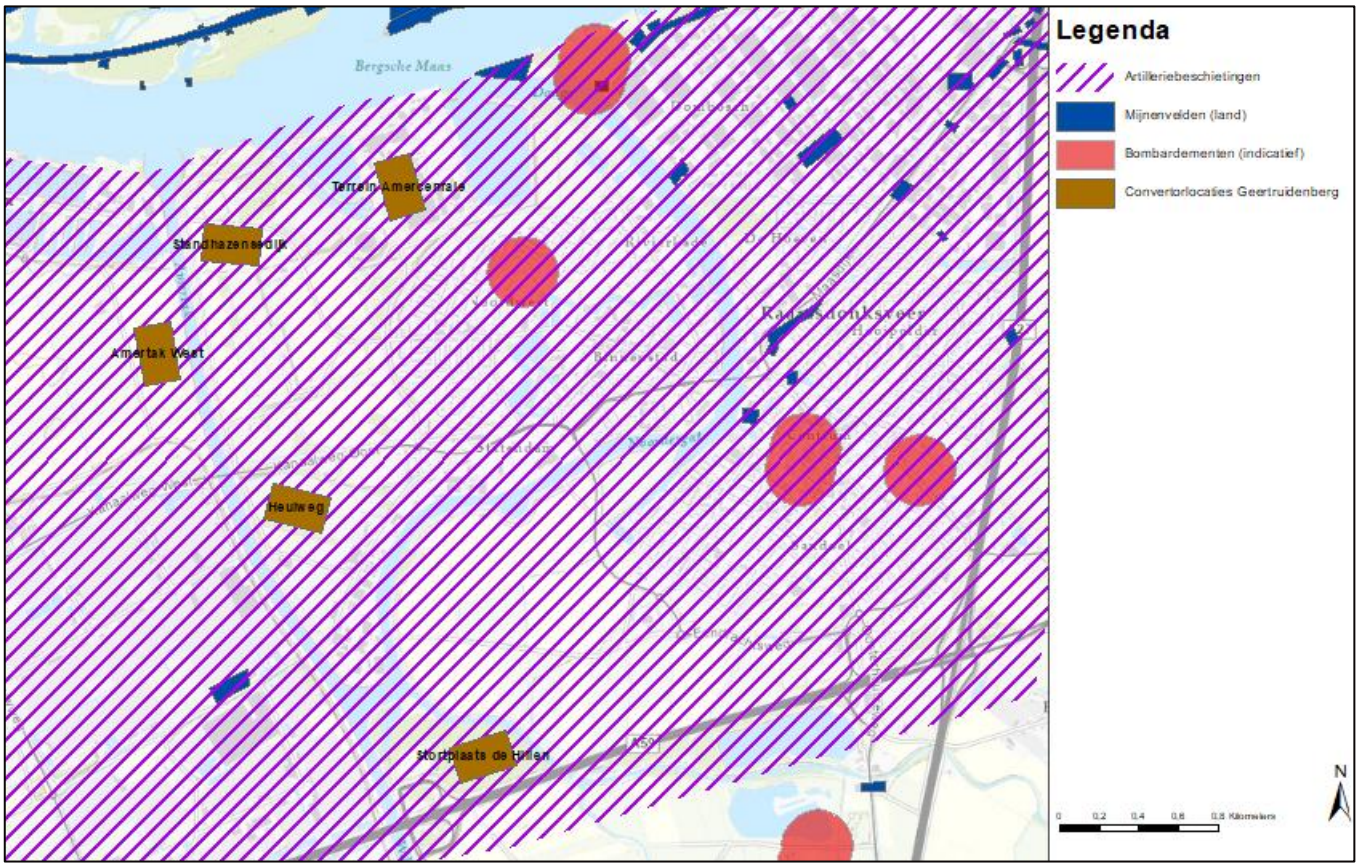


Figuur 2-64 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van de converterstationlocaties Geertruidenberg.

2.4.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat nabij de converterstationlocaties in Geertruidenberg in een verdacht gebied OO ligt. Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Geschutmunitie (20 t/m 155 mm)



Figuur 2-65 Verwachtingskaart OO voor de converterstationlocaties Geertruidenberg (bruin). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.

2.4.2 Locaties in Moerdijk

De converterstationlocaties in Moerdijk zijn weergegeven in onderstaande Figuur 2-66.



Figuur 2-66 Overzicht converterstationlocaties in Moerdijk.

2.4.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Op 10 mei 1940 werden de Nederlandse posities bij de Moerdijkbruggen overrompeld door Duitse parachutisten. Vanuit het zuiden werden verschillende tegenaanvallen door Nederlandse eenheden ingezet om het Duitse bruggenhoofd bij Moerdijk te heroveren. Geen van deze acties had echter succes. Vervolgens werden de Duitse parachutisten in de avond van 12 mei ontzet door verkenningseenheden van de 9e Duitse Pantserdivisie, die na de val van de Peel-Raamstelling dwars door Brabant konden optrekken.

Luchtoorlog 1940-1945

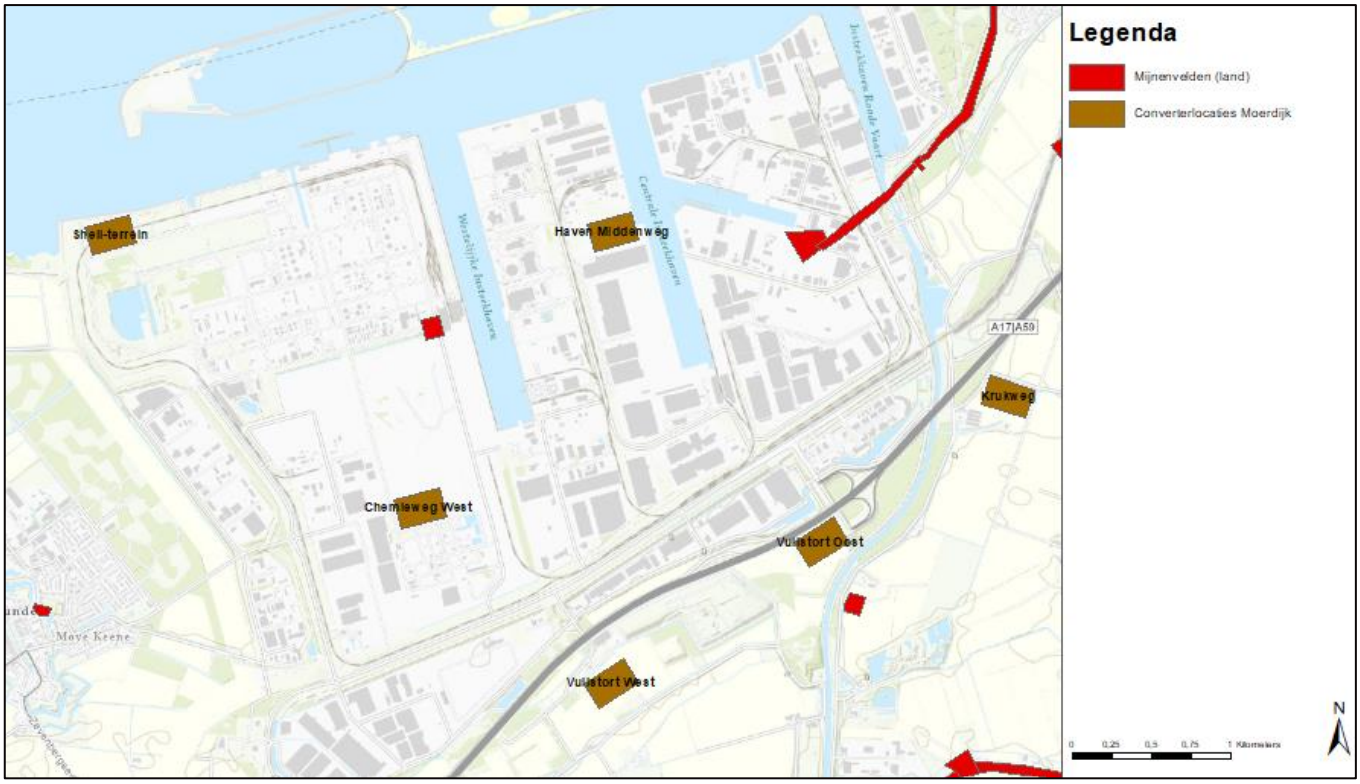
Tijdens de bevrijdingsgevechten in 1944 wordt de omgeving de converterstationlocaties in Moerdijk af en toe gebombardeerd in het kader van '*close air support*'. Er zijn echter geen indicaties aangetroffen in de directe omgeving van de converterstationlocaties.



Figuur 2-67 Kaart met indicatieve weergave van gebieden die gebombardeerd zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog t.o.v. de converterstationlocaties Moerdijk.

Mijnenvelden

Nabij de converterstationlocaties in Moerdijk zijn er geen indicaties aangetroffen met betrekking tot mijnenvelden.



Figuur 2-68 Locaties van voormalige Duitse mijnenvelden (rood) in de omgeving van t.o.v. de converterstationlocaties Moerdijk (bruin).

Slag om de Westhoek van Noord-Brabant

Begin november had de 1e Poolse Pantserdivisie zijn doel in West-Brabant bijna bereikt: Moerdijk. Terwijl de Polen oprukten vanuit Terheijden en Zevenbergschenhoek, naderden ook de Amerikanen van de 104e Infanterie Divisie vanuit Zevenbergen. De Polen namen Moerdijk met hun artillerie zwaar onder vuur. Ze moesten de Duitse anti-tankstellingen bij Moerdijk het zwijgen zien op te leggen. De Duitsers waren echter geenszins van plan hun laatste grote bruggenhoofd ten zuiden van de Maas en het Hollands Diep op te geven. Bij de bloedige gevechten kwamen naast soldaten ook veel burgers om en werden de dorpen Klundert en Moerdijk grotendeels vernietigd.

Na ruim een week van intensieve gevechten werd de bevrijding van de Brabantse regio de Westhoek bereikt na de verovering van Willemstad (6 november 1944) en Moerdijk (9 november 1944). Vanaf dat moment vormden de rivieren Amer en het Hollands Diep de frontlinie, waarbij over-en-weer regelmatig artilleriebeschietingen plaatsvonden. Dit zou zo blijven tot de capitulatie van de Duitse strijdkrachten in Nederland op 5 mei 1945.

Vanwege deze intensieve artilleriebeschietingen bestaat er in de omgeving van Moerdijk kans op het aantreffen van OO in de vorm van geschutmunitie.



Figuur 2-69 Omgeving waar tijdens de slag om de Westhoek intensieve artilleriebeschietingen plaatsvonden t.o.v. de converterstationlocaties Moerdijk (bruin).

Eerder uitgevoerde onderzoeken

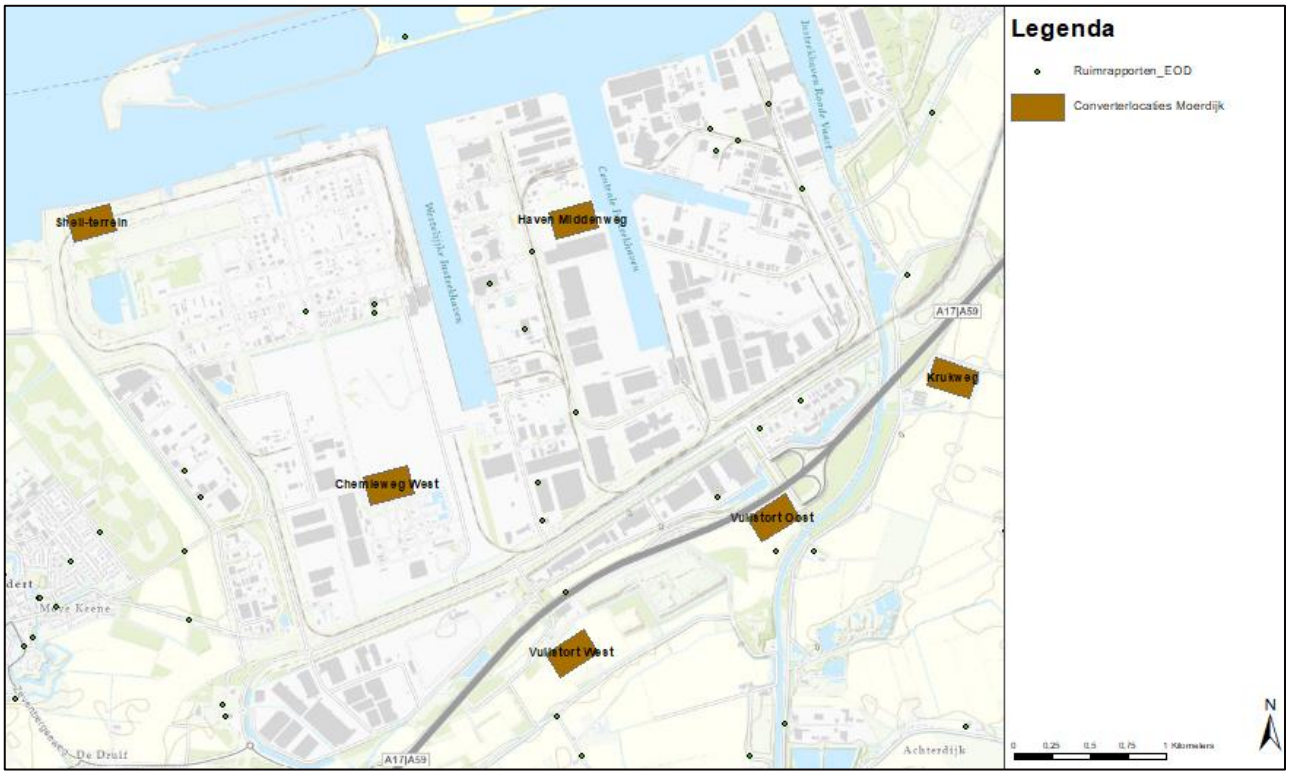
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van Moerdijk. Het gaat hier in totaal om 6 bekende vooronderzoeken OO. Omdat niet alle historische vooronderzoeken openbaar beschikbaar waren, is ervoor gekozen om deze niet te behandelen in deze paragraaf. Wel vormt de inhoud van de beschikbare en geraadpleegde historische vooronderzoeken de basis voor de eerder besproken indicaties van oorlogshandelingen en de verwachtingskaart met OO verdachte gebieden.



Figuur 2-70 Overzichtskaart van eerder uitgevoerde historische vooronderzoeken OO (paars) t.o.v. de converterstationlocaties Moerdijk (bruin).

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Deze meldingen zijn indicatief in beeld gebracht.

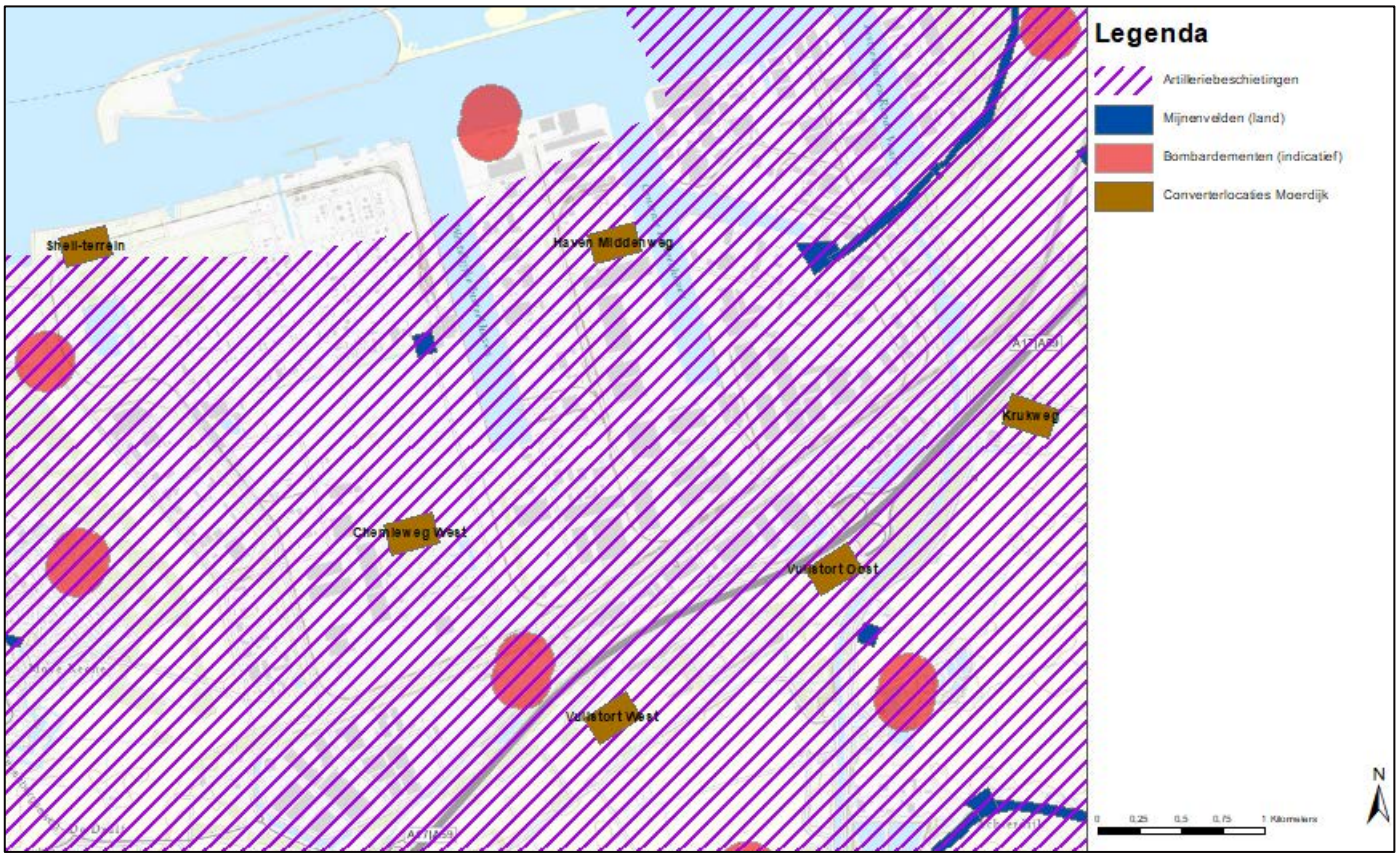


Figuur 2-71 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van de converterstationlocaties Moerdijk.

2.4.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat nabij de converterstationlocaties in Moerdijk in een verdacht gebied OO ligt. Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Geschutmunitie (20 t/m 155 mm)



Figuur 2-72 Verwachtingskaart OO voor de converterstationlocaties Moerdijk (bruin). Het rode gebied is verdacht op afwerpmunitie en de blauwe gebieden op landmijnen. Tenslotte geeft de paarse arcering het verdachte gebied geschutmunitie (verschoten) weer.

3 Samenvatting en conclusie

In deze quickscan OO is er per tracéalternatief en voor de converterstationlocaties van Net op zee Nederwiek 3 gekeken naar de verwachtingen met betrekking tot OO. Hierbij kan het volgende geconcludeerd worden:

Tracéalternatief Binnenwateren (BWA)

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het tracéalternatief BWA. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Indien er gekozen wordt voor deze optie wordt geadviseerd om 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*.

Tracéalternatief Buisleidingenstrook (BLS)

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen bij de aanlanding van het tracéalternatief BLS. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Het wordt voor deze optie wordt geadviseerd om 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*.

Voor het gedeelte van tracéalternatief BLS dat over land loopt, wordt ook verwacht dat er OO kan worden aangetroffen. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, geschutmunitie, landmijnen handgranaten, geweergranaten en klein-kalibermunitie. Hierbij zijn er wel duidelijke verschillen tussen de deeltracés Moerdijk en Geertruidenberg. Voor het deeltracé Geertruidenberg bestaat namelijk de verwachting dat het tracéalternatief grotendeels door een verdacht gebied OO (geschutmunitie) komt te liggen. Het deeltracé Moerdijk zal naar verwachting maar een paar (kleine) verdachte gebieden OO doorkruisen, waardoor eventueel detectieonderzoek een beperktere scope zal kennen.

Tracéalternatief Voorne-Hoeksche Waard (VHW)

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen bij de aanlanding van het tracéalternatief VHW. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Het wordt voor deze optie wordt geadviseerd om 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*.

Voor het gedeelte van tracéalternatief VHW dat over loopt, wordt ook verwacht dat er OO kan worden aangetroffen. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, geschutmunitie, landmijnen handgranaten, geweergranaten en klein-kalibermunitie. Hierbij zijn er wel duidelijke verschillen tussen de deeltracés Moerdijk en Geertruidenberg. Voor het deeltracé Geertruidenberg bestaat namelijk de verwachting dat deze grotendeels door een verdacht gebied OO (geschutmunitie) komt te liggen. Het deeltracé Moerdijk zal naar verwachting maar een paar (kleine) verdachte gebieden OO doorkruisen, waardoor eventueel detectieonderzoek een beperktere scope zal kennen.

Tracéalternatief Goeree-Overflakkee (GOF)

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen bij de aanlanding van het tracéalternatief GOF. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Het wordt geadviseerd om voor tracéalternatief GOF 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*.

Voor het gedeelte van tracéalternatief GOF dat over land loopt, wordt ook verwacht dat er OO kan worden aangetroffen. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, geschutmunitie, landmijnen handgranaten, geweergranaten en klein-kalibermunitie. Hierbij zijn er wel duidelijke verschillen tussen de deeltracés Moerdijk en Geertruidenberg. Voor het deeltracé Geertruidenberg bestaat namelijk de verwachting dat deze grotendeels door een verdacht gebied OO (geschutmunitie) komt te liggen. Het deeltracé Moerdijk zal naar verwachting maar een paar (kleine) verdachte gebieden OO doorkruisen, waardoor eventueel detectieonderzoek een beperktere scope zal kennen.

Converterstations - Geertruidenberg

De verwachting is dat er nabij converterstationlocaties in Geertruidenberg een verdacht gebied OO zal zijn. Het gaat hier om OO in de vorm van geschutmunitie. Geadviseerd wordt om een detectieonderzoek te laten uitvoeren. Hierbij valt te denken aan een non-realtime oppervlaktedetectie waarbij het gebied tot 4 meter-maaiveld wordt ingemeten om potentiële OO in beeld te brengen.

Converterstations – Moerdijk

De verwachting is dat er nabij converterstationlocaties in Moerdijk een verdacht gebied OO zal zijn. Het gaat hier om OO in de vorm van geschutmunitie. Geadviseerd wordt om een detectieonderzoek te laten uitvoeren. Hierbij valt te denken aan een non-realtime oppervlaktedetectie waarbij het gebied tot 4 meter-maaiveld wordt ingemeten om potentiële OO in beeld te brengen. Enige uitzondering hierop vormt converterstation locatie C. Deze ligt grotendeels in onverdacht gebied OO.

Advies MER fase 2

Voor MER fase 2 wordt geadviseerd om voor het Voorkeursalternatief (VKA) eerst een volledig historisch vooronderzoek OO op te stellen. Dit historisch vooronderzoek OO zal tot een concrete afbakening van de verdachte gebieden OO leiden. Hierna kan er voor het VKA wat binnen deze verdachte gebieden OO valt een detectieonderzoek worden uitgevoerd. Hierbij valt te denken aan een non-realtime oppervlaktedetectie waarbij het gebied tot 4 meter-maaiveld wordt ingemeten om potentiële OO in beeld te brengen.

4 Bronnen

Rapporten

Armaex, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 108B Hollands Diep (kenmerk: 150079-008; 25 oktober 2016).

Armaex, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 108C Hollands Diep (kenmerk: 150079-008; 8 juli 2016).

Armaex, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 117 Haringvliet (kenmerk: 150079-014; 23 december 2016).

Armaex, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 150R Amer (kenmerk: 150079-005; 21 december 2016).

AVG Explosieven Opsporing Nederland, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Baggeren landelijk gebied Voorne-Putten (kenmerk: 1762060-VO-01; 1 juni 2017).

AVG Explosieven Opsporing Nederland, Vooronderzoek Conventionele Explosieven N285 Klundert-Terheijden (kenmerk: 1962177-VO-01; 22 november 2019).

AVG Explosieven Opsporing Nederland, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Klundert-Nieuwendijk (kenmerk: 2062066-VO-02; 22 juni 2020).

AVG Explosieven Opsporing Nederland, Vooronderzoek Ontplofbare Oorlogsresten RWS TB3 (kenmerk: 2162055-VO-Cluster 4.1-01; 17 november 2021).

Bodac, Vooronderzoek Conventionele Explosieven 150 kV Kabelverbinding Geervliet-Middelharnis (kenmerk: H2053; 16 april 2013).

Bodac, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Windpark Strijen (kenmerk: H8021; 18 januari 2019).

Bombs Away, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Buisleidingenstraat BoZ-Moerdijk, Halderberge, Roosendaal (kenmerk: 17p019; 29 september 2017).

Bombs Away, Vooronderzoek Ontplofbare Oorlogsresten Delta Rijn Corridor tracé 1 Europoort-Hollandsch Diep (kenmerk: 22p200; 29 augustus 2023).

Bombs Away, Vooronderzoek Ontplofbare Oorlogsresten Delta Rijn Corridor tracé 2 Hollandsch Diep-Boxtel (kenmerk: 22p200; 29 augustus 2023).

ECG, Vooronderzoek naar het risico op het aantreffen van Conventionele Explosieven in het onderzoeksgebied ‘PGO Zeeland’: RAPPORTAGE 3: Geocode 120, 122, 126, 545, 801 en 825 (RZW-192/193/198/200/203) (kenmerk: 371-016-AVO-01-PGO Zeeland; 1 mei 2017).

REASeuro, Historisch Vooronderzoek Niet Gesprongen Explosieven Kabeltracé Rilland-Tilburg Deelgebied 2 (RO-180267; d.d. 19 oktober 2018).

REASeuro, Historisch Vooronderzoek Niet Gesprongen Explosieven Kabeltracé Rilland-Tilburg Deelgebied 3 (RO-180268; d.d. 19 oktober 2018).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Spijkenisse-Simonshaven (kenmerk: 12S118-VO-02; d.d. 19 maart 2013).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Waterkeringen traject 20-3 Voorne-Putten (kenmerk: 18S087-VO-02; d.d. 31 oktober 2018).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Oosterhout (kenmerk: 19S034-VO-02; d.d. 10 augustus 2020).

T&A Survey, Vooronderzoek Conventionele Explosieven TenneT station bij Geertruidenberg (kenmerk: GPR5632.2; d.d. 31 januari 2019).

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

Defence Overprints 1SE Ouddorp, 2SW Hellevoetsluis, 3SW Oud Beijerland, 8NE Den Bommel, 8NW Sommelsdijk, 8SE Dinteloord, 9NE Willemsdorp, 9NW Strijen, 9SE Terheijden, 9SW Zevenbergen.

Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH), collectie 575 Bureau Inlichtingen/ Duitse verdedigingswerken (inv.nrs. 117, 119, 168, 582, 585 en 586).

Ruimingskaart BeoBOM (beobom.nl/achtergrond/ruimingskaart; bezocht 25 januari 2024).

Zuidfront Holland mei 1940 (http://www.zuidfront-holland1940.nl/; bezocht 19 januari 2024).

Colofon

QUICKSCAN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN
NET OP ZEE NEDERWIEK 3

KLANT
TenneT TSO B.V.

DATUM
22 maart 2024

STATUS
Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie ‘accelerating a planet positive future’ onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

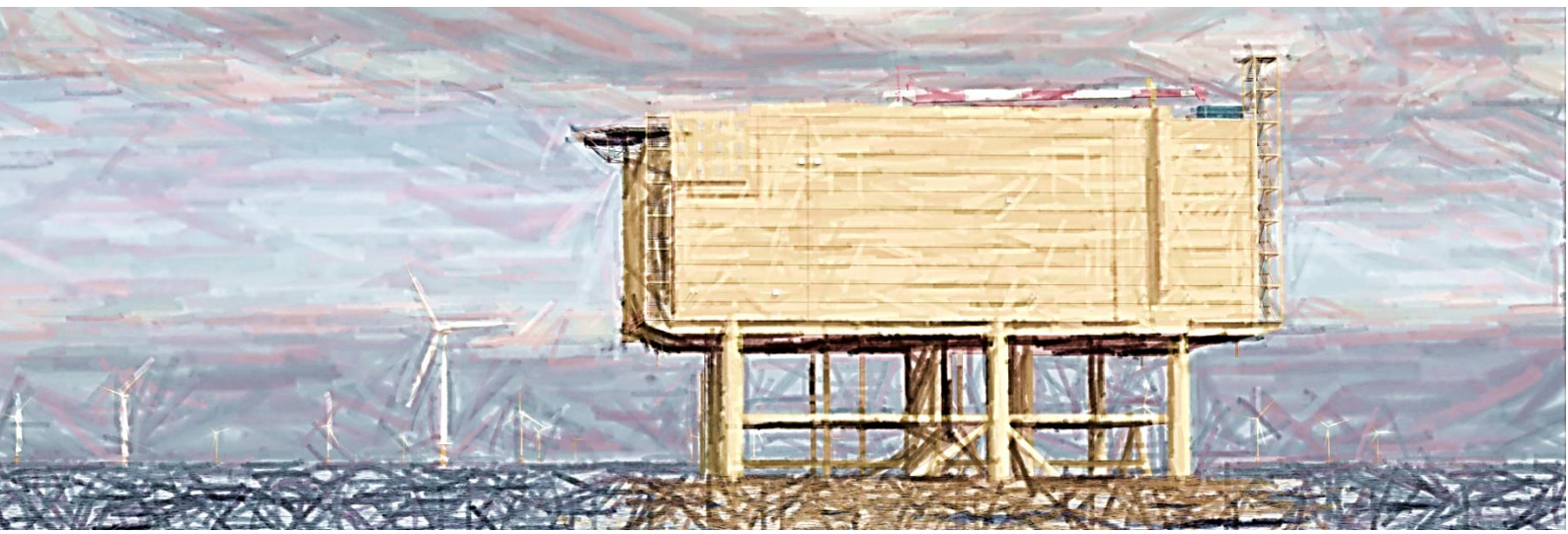
Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Net op zee Nederwiek 3

Bijlage XI-A Hoogwaterveiligheidstoets converterstationlocaties



Datum: 28-03-2024
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

1 Overstromingsrisico op converterstationlocaties Net op zee Nederwiek 3 MER fase 1

1.1 Samenvatting converterstations Geertruidenberg

Tabel 1-1 Score converterstationlocaties Geertruidenberg

Criteria thema overstromingsrisico	Standhazensedijk	Terrein Amercentrale	Heulweg	Amertak West	Stortplaats de Hillen
Overstromingskans					
Buitendijks[1]		1/10.000			1/10.000
Binnendijks[2]	> 1/220 (Vanaf 2027 traject 34a-1 <1/1.000 p.j.)		> 1/220 (Vanaf 2027 traject 34a-1 <1/1.000 p.j.)	> 1/400 (Vanaf 2031 traject 34-1 <1/300 p.j.)	
Waterdiepte (bij bovenstaande kans na versterking en huidig maaiveld)	Tot 2,7 m	n.v.t. (waterstand 1,7 m onder maaiveld)	Tot 3,0 m	Tot 2,0 m	Tot 1,8 m gem. circa 1,3m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijkversterking	Voldoet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijkversterking	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijkversterking	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van gemiddeld circa 1,30 m wel

[1] Gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT zie de toelichting in paragraaf 1.4.1.

[2] Faalkans op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update/bevestiging van recente landelijke beoordelingsronde. Tussenhaakjes jaartal van versterking en minimale wettelijke ondergrens behorende bij beschermend dijktraject. Voor deze locaties zijn geen overstromingen te verwachten ten gevolge van (doorbraken vanuit) regionale watersystemen.

1.2 Samenvatting converterstations Moerdijk

Tabel 1-2 Score converterstationlocaties Moerdijk

Criteria thema overstromingsrisico	Haven Middenweg	Chemieweg West	Shell-terrein	Vuilstort West	Krukweg	Vuilstort Oost
Overstromingskans						
Buitendijks[1]	1/10.000	1/10.000	1/10.000			
Binnendijks t.g.v. - primaire doorbraak - niet primaire doorbaak[2]				<1/10.000 Circa 1/100	<1/10.000 Circa 1/100	<1/10.000 Circa 1/100
Waterdiepte[3] (bij bovenstaande kans en huidig maaiveld)	Tot 0,2 m	n.v.t. (waterstand 0,9 m onder maaiveld)	Tot 0,5 m	Tot 1,0 m	Tot 1,0 m	Tot 0,2 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van 0,2 m wel	Voldoet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van 0,5 m wel	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van 1,2 m wel	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van 1,2 m wel	Voldoet niet aan de eisen Na ophoging van 0,6 m wel

[1] Gehanteerde kans op waterstand bij buitendijkse locatie conform beleid TenneT zie de toelichting in paragraaf 1.4.1.
[2] Overstromingskans bij doorbraak primaire waterkering op basis van de studie VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) met update van de uitgevoerde beoordeling (Waterschap Brabantse Delta, 2019) overstromingskans bij doorbraak niet-primaire waterkering op basis van het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO, 2023))
[3] Waterdiepte op basis van doorbraak niet-primaire waterkeringen (de overstromingsdiepte bij overstromingskans van 1/10.000 per jaar van de primaire kering is 0 m aangezien er bij die overstromingskans geen falen is te verwachten)

1.3 Indicatie van converterstationlocaties met mitigerende maatregel – ophogen

Om het maaiveld van de converterstations droog te houden zijn meerdere mitigerende maatregelen te bedenken. Een logisch en vaak toegepaste maatregel is het ophogen van het huidige maaiveld. In de onderstaande Tabel 1-3 en Tabel 1-4 is de minimaal benodigd geachte ophoging opgenomen om te voldoen aan de eisen zoals die zijn opgenomen in het beleid van TenneT. Deze minimaal benodigde hoogte is gelijk aan de eerder vermelde waterdiepte (Tabel 1-1 en Tabel 1-2), op basis van de waterstand van het aangrenzende water ten opzichte van het huidige maaiveld (uit het Algemeen Hoogtemodel AHN4). Deze ophoging is ter indicatie. Aanbevolen wordt om deze in het ontwerpproces nauwkeuriger te bepalen (en rekening te houden met onzekerheden, toekomstige waterstanden, bodemdaling, omliggend terrein, golfbelasting en dergelijke).

Tabel 1-3 Minimaal benodigd geachte ophoging converterstationlocaties Geertruidenberg zodat de overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar

	Standhazense-dijk	Terrein Amercentrale	Heulweg	Amertak West	Stortplaats de Hillen
Minimaal benodigde ophoging	Nader te bepalen[1]	n.v.t.	Nader te bepalen[1]	Nader te bepalen[1]	1,3 m
TOTAAL thema	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijk-versterking	Voldoet aan eisen TenneT	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijk-versterking	Voldoet niet aan de eisen Vermoedelijk ook niet na de nog te plannen dijk-versterking	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

[1] Ook na de nog uit te voeren dijkversterking blijft de kans op overstromen vermoedelijk groter dan 1/10.000 per jaar conform het beleid van TenneT zie de toelichting in paragraaf 1.4.1. Een verhoging van de locatie van 2 tot 3 m zou te overwegen zijn om alsnog aan de eisen te voldoen.

Tabel 1-4 Minimaal benodigd geachte ophoging converterstationlocaties Moerdijk zodat de overstromingskans kleiner wordt dan 1/10.000 per jaar

	Haven Middenweg	Chemieweg West	Shell-terrein	Vuilstort West	Krukweg	Vuilstort Oost
Minimaal benodigde ophoging	0,2 m	n.v.t.	0,5 m	1,0 m	1,0 m	0,2 m
TOTAAL thema	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT	Na ophoging: Voldoet aan eisen TenneT

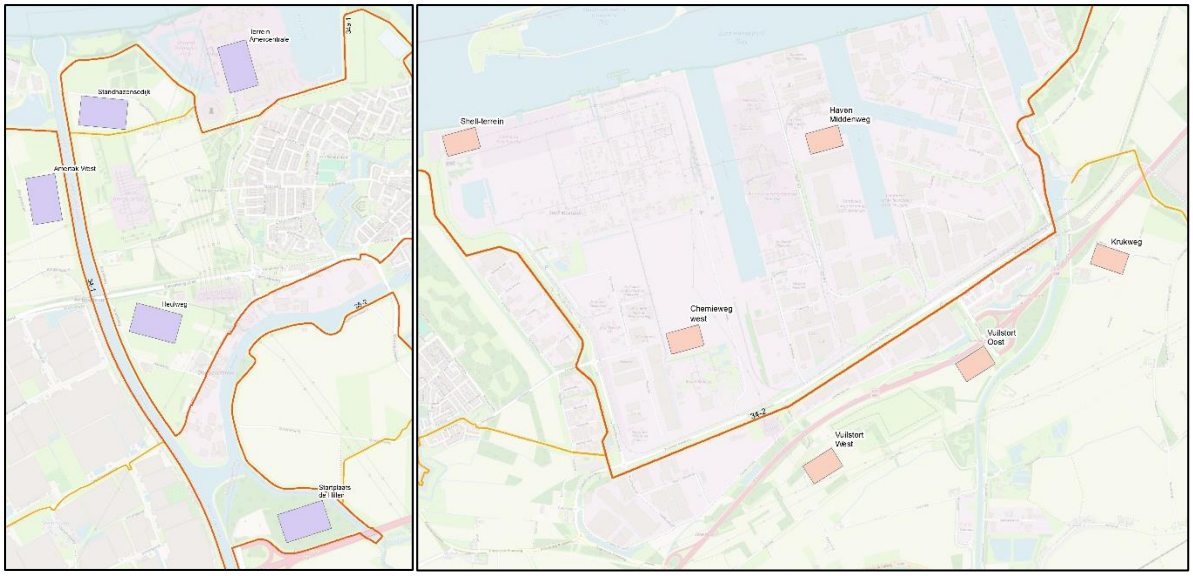
1.4 Toelichtende onderbouwing bij de overstromingsrisico-analyse

1.4.1 Inleiding

Voor de beoogde converterstationlocaties is op het thema overstromingsrisico het risico op overstromen in kaart gebracht. Daarbij is gekeken naar de kans van de mogelijke overstromingen vanaf het aangrenzende watersysteem zoals zee of rivier én de optredende waterdiepte.

Voor Net op zee Nederwiek 3 zijn de volgende locaties (zie tevens Figuur 1-1) onderzocht:

- Geertruidenberg, vijf locaties namelijk:
  - Standhazensedijk (binnendijks, dijkring 34a)
  - Terrein Amercentrale (buitendijks)
  - Heulweg (binnendijks, dijkring 34a)
  - Amertak West (binnendijks, dijkring 34)
  - Stortplaats de Hillen (buitendijks)
- Moerdijk, zes locaties namelijk:
  - Haven Middenweg (buitendijks)
  - Chemieweg West (buitendijks)
  - Shell-terrein (buitendijks)
  - Vuilstort West (binnendijks, dijkring 34)
  - Krukweg (binnendijks, dijkring 34)
  - Vuilstort Oost (binnendijks, dijkring 34)



Figuur 1-1 Indicatie locatie aanduiding voor beoogd converterstations (links Geertruidenberg en rechts Moerdijk)

In de beoordeling is gebruik gemaakt van bestaande informatie/studies en is onderscheid gemaakt in binnendijkse en buitendijkse gebieden.

De binnendijkse gebieden zijn gebieden die binnen de dijken liggen, of formeel binnen de wettelijk vastgelegde primaire waterkeringen. De primaire waterkeringen zijn als 'Omgevingswaarden veiligheid primaire waterkeringen' beschreven in de Omgevingswet. In de Omgevingswet zijn onder andere de normen vastgelegd (via de regeling Besluit kwaliteit leefomgeving) waaraan de waterkering moet voldoen. De normen bevatten de maximaal toelaatbare overstromingskansen. Indien de waterkering niet voldoet (of dreigt niet te gaan voldoen) wordt er een dijkversterking ingepland, met als doel dat in 2050 alle waterkeringen voldoen aan de wettelijke norm. De wettelijke norm voor het overstromingsrisico is per gebied afgeleid en kan daardoor ook per gebied verschillen. Het huidige overstromingsrisico is in de studie Veiligheid Nederland in Kaart 2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014), voor het laatst in 2014 landsdekkend in kaart gebracht. Hieruit volgt de kans op overstromen én het gevolg (in waterdiepte en bijbehorende schade en slachtoffers) samen het overstromingsrisico. Dit beeld dient genuanceerd te worden met lopende en reeds geplande versterking van de waterkering én met de resultaten uit de eind 2022 afgeronde 'Eerste beoordeling primaire waterkeringen overstromingskansen' (LBO1). Daarnaast kan er ook nog wateroverlast en/of overstromingen optreden door het falen van de regionale watersystemen. De gevolgen daarvan zijn veelal kleiner, waardoor een relatief grotere kans wordt geaccepteerd.

Voor buitendijkse gebieden is er geen bescherming door een primaire waterkering. Dergelijke gebieden liggen doorgaans hoger zodat er niet direct gevaar voor overstroming ontstaat. Indien de waterstand echter hoger wordt, leidt dat alsnog tot overstroming. Voor de effectbeoordeling is de te verwachten waterstand bepaald met het rekenmodel Hydra-NL (versie 2.8.2 onderdeel van het vigerende Wettelijke Beoordelings- en Ontwerp-Instrumentarium dat valt onder de Regeling veiligheid primaire waterkering 2023 (Ministerie I&W, 2023). Rekening houdend met het vigerende KNMI2006 W+ klimaatscenario (o.a. 25cm zeespiegelstijging in 2050 t.o.v. 2017 en 75 cm zeespiegelstijging in 2100 t.o.v. 2017)[1]. Deze zeewaterstand is vergeleken met de huidige

[1] In oktober 2023 zijn nieuwe KNMI klimaatscenario's gepubliceerd. Op basis daarvan zal nog een keus gemaakt moeten worden of die het huidige gehanteerde klimaatscenario Warm+ gaan vervangen en welk scenario gekozen zal worden.

maaiveldhoogte (op basis van het AHN4, Algemeen Hoogtemodel Nederland 4), zonder rekening te houden met toekomstige ophogingen c.q. mitigerende maatregelen of wateroverlast door eventuele golfoverslag op de kade. Indirecte uitval van aan- of afvoer van werknemers, goederen en/of elektriciteit is niet meegenomen in de beschouwing.

Voor de buitendijkse analyse is de waterstand in 2070 afgeleid voor de 1/10.000 per jaar conditie, conform het beleid van TenneT. Het jaar 2070 is gekozen op basis van de aanleg periode van Net op zee Nederwiek 3 namelijk de periode 2027-2031 plus 40 jaar levensduur, afgerond naar 2070.

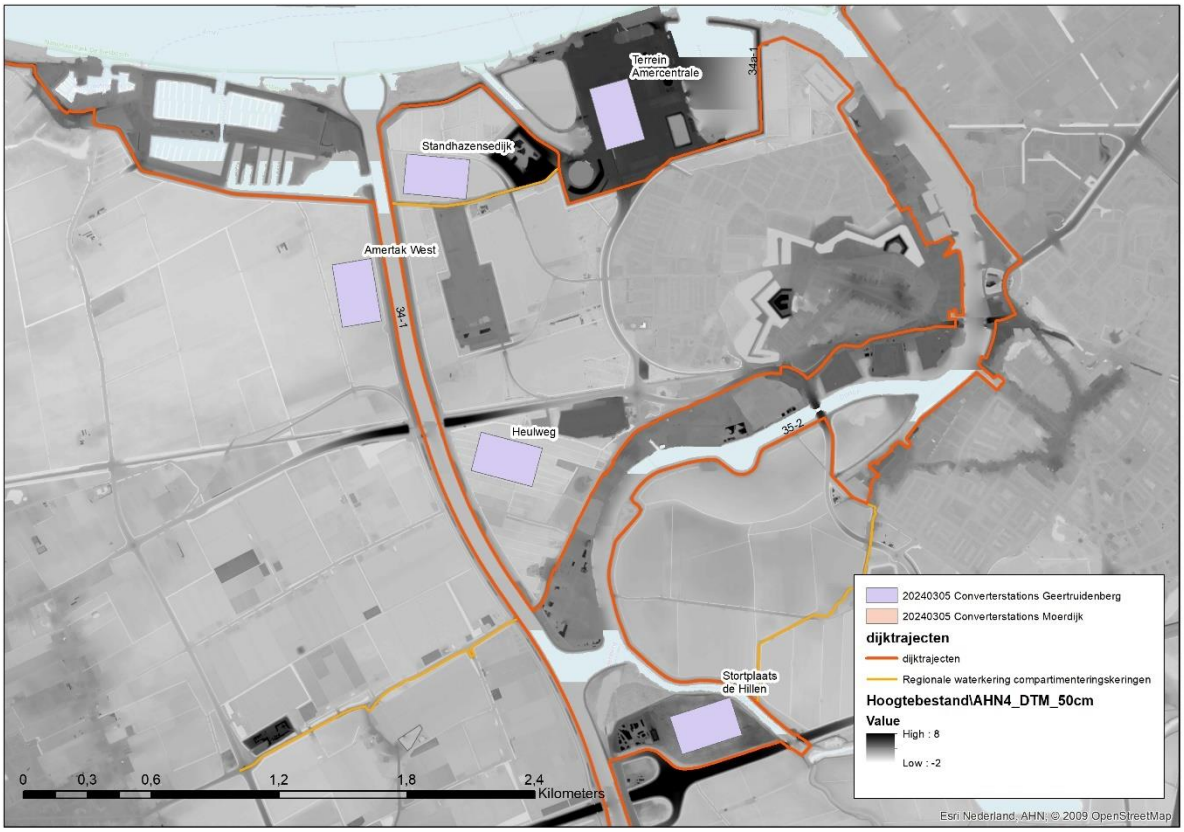
Het TenneT beleid voor nieuwe stationslocaties is als volgt samen te vatten. Bij stationslocaties voor nieuwbouw van stations moet gestreefd worden naar realisatie van deze stations op een locatie die:

1. Niet overstroombaar is, of;
2. Een maximale overstromingsdiepte van +2,5 meter boven stationspeil heeft en
3. Een overstromingskans kent met een lagere kans van voorkomen dan 1/10.000 per jaar.

Afwijking is mogelijk indien gemotiveerd aangetoond wordt dat realisatie elders minder wenselijk of maatschappelijk onverantwoord is en realisatie in dit gebied ook uitvoerbaar kan worden gemaakt door het treffen van maatregelen.
In de eindbeoordeling is beoordeeld of de huidige overstromingskans kleiner is dan 1/10.000 per jaar én de overstromingsdiepte kleiner of gelijk is aan 0 meter. (Bij een overstromingskans van 1/10.000 per jaar en een bijbehorende optredende waterdiepte van bijvoorbeeld 0,94 meter kan in het ontwerp bijvoorbeeld een ophoging van het station worden overwogen en rekening worden gehouden met toegankelijkheid en bediening van het converterstation. Dergelijke mogelijke mitigerende maatregelen en overwegingen zijn niet meegenomen in de onderliggende beoordeling.

1.4.2 Analyse Geertruidenberg buitendijkse locatie converterstation

- Geertruidenberg heeft twee buitendijkse locaties (zie tevens Figuur 1-2), namelijk:
    - Terrein Amercentrale (buitendijks)
    - Stortplaats de Hillen (buitendijks)

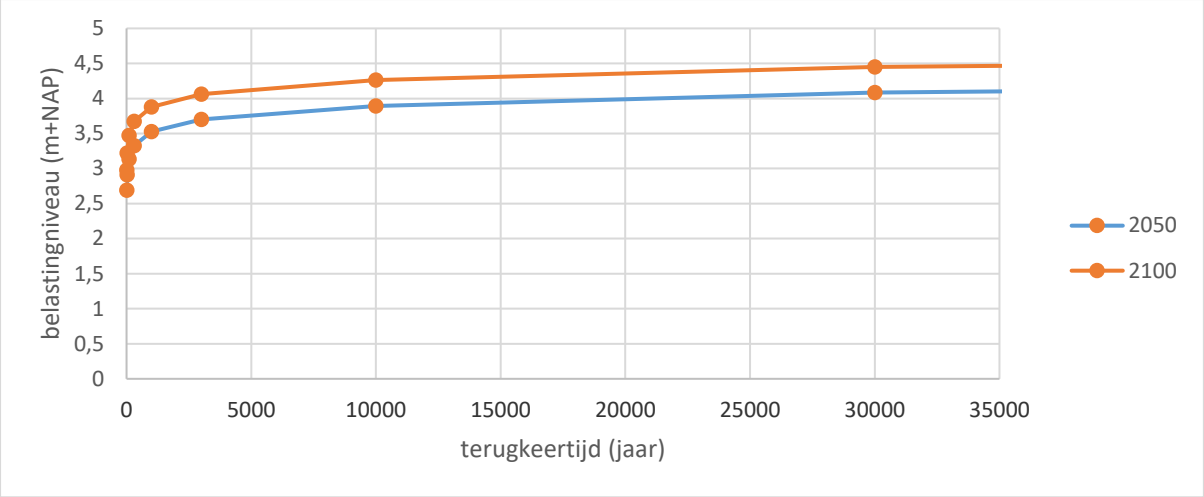


Figuur 1-2 Converterstationlocaties Geertruidenberg met indicatie van hoogteligging

Locatie Terrein Amercentrale

Het buitendijkse terrein voor de locatie Geertruidenberg (locatie Terrein Amercentrale, zie Figuur 1-2) ligt op een hoogte van circa NAP +5,80 m. Deze wordt bedreigd door water vanuit de Amer. De 1/10.000 per jaar waterstand voor 2070 bedraagt NAP +4,04 m (Hydra-NL-database: WBI2017_Benedenrijn_34a-1_v04_reparatie_01.sqlite, locatie 034a01_0027_9_AM_km0251), door middel van een lineaire interpolatie tussen de waterstanden 2050 en 2100, zie Figuur 1-3.

De 1/10.000 per jaar waterstand is in 2070 daarmee circa 1,7 m lager dan het aanwezige maaiveld en voldoet daarmee aan de vereisten uit het beleid van TenneT.

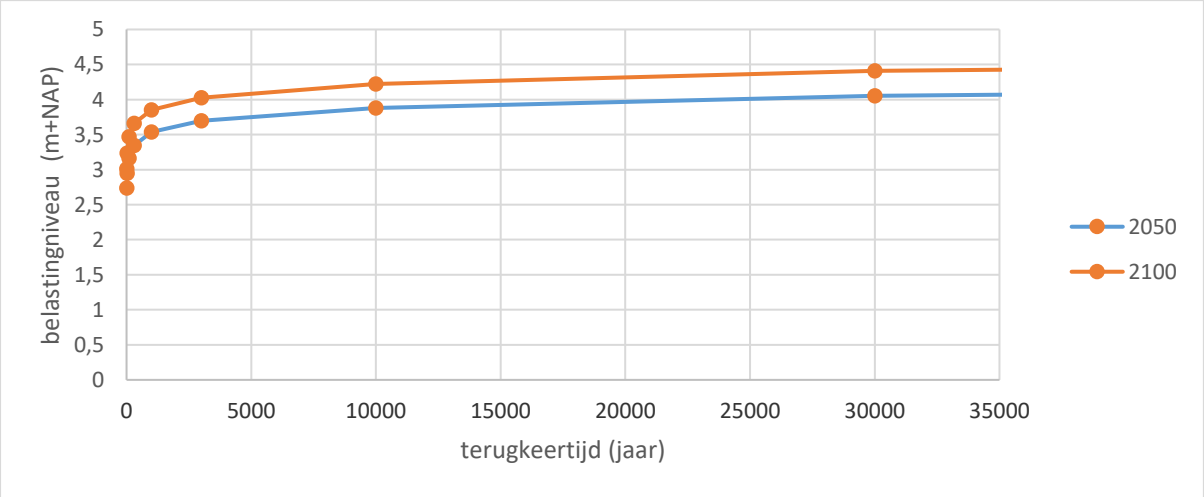


Figuur 1-3 Berekende waterstanden ten opzichte van de terugkeertijd m.b.t. locatie Terrein Amercentrale

Locatie Stortplaats de Hillen

Het buitendijkse terrein voor de locatie Geertruidenberg (locatie Stortplaats de Hillen, zie Figuur 1-2) ligt op grofweg een hoogte van circa NAP +2,20 tot 3,50 m. Een inschatting is dat gemiddelde hoogte circa NAP + 2,70 m bedraagt. Deze wordt bedreigd door water vanuit de Amertak/Donge. De 1/10.000 per jaar waterstand voor 2070 bedraagt NAP +4,01 m (Hydra-NL-database: WBI2017_Benedenrijn_35-2_v04_reparatie_02.sqlite 035-02_0082_9_AM_km0251), door middel van een lineaire interpolatie tussen de waterstanden 2050 en 2100, zie Figuur 1-4.

De 1/10.000 per jaar waterstand is in 2070 daarmee circa 1,3 m hoger dan het gemiddelde aanwezige maaiveld en voldoet daarmee niet aan de vereisten uit het beleid van TenneT.



Figuur 1-4 Berekende waterstanden ten opzichte van de terugkeertijd m.b.t. locatie Stortplaats de Hillen

1.4.3 Analyse Geertruidenberg binnendijkse locaties converterstation

- Geertruidenberg heeft drie binnendijkse locaties (zie tevens Figuur 1-2), namelijk:
  - Standhazensedijk (binnendijks, dijkring 34a)
  - Heulweg (binnendijks, dijkring 34a)
  - Amertak West (binnendijks, dijkring 34)

De twee dijkringen 34 en 34a beschermen de binnendijkse locaties tegen overstromingen. Die dijkringen zijn opgedeeld in zogenaamde dijktrajecten die in het Besluit kwaliteit leefomgeving zijn genormeerd. De vigerende wettelijke norm van de dijktrajecten hebben een maximaal toelaatbare overstromingskans (ook wel ondergrens genoemd) van:

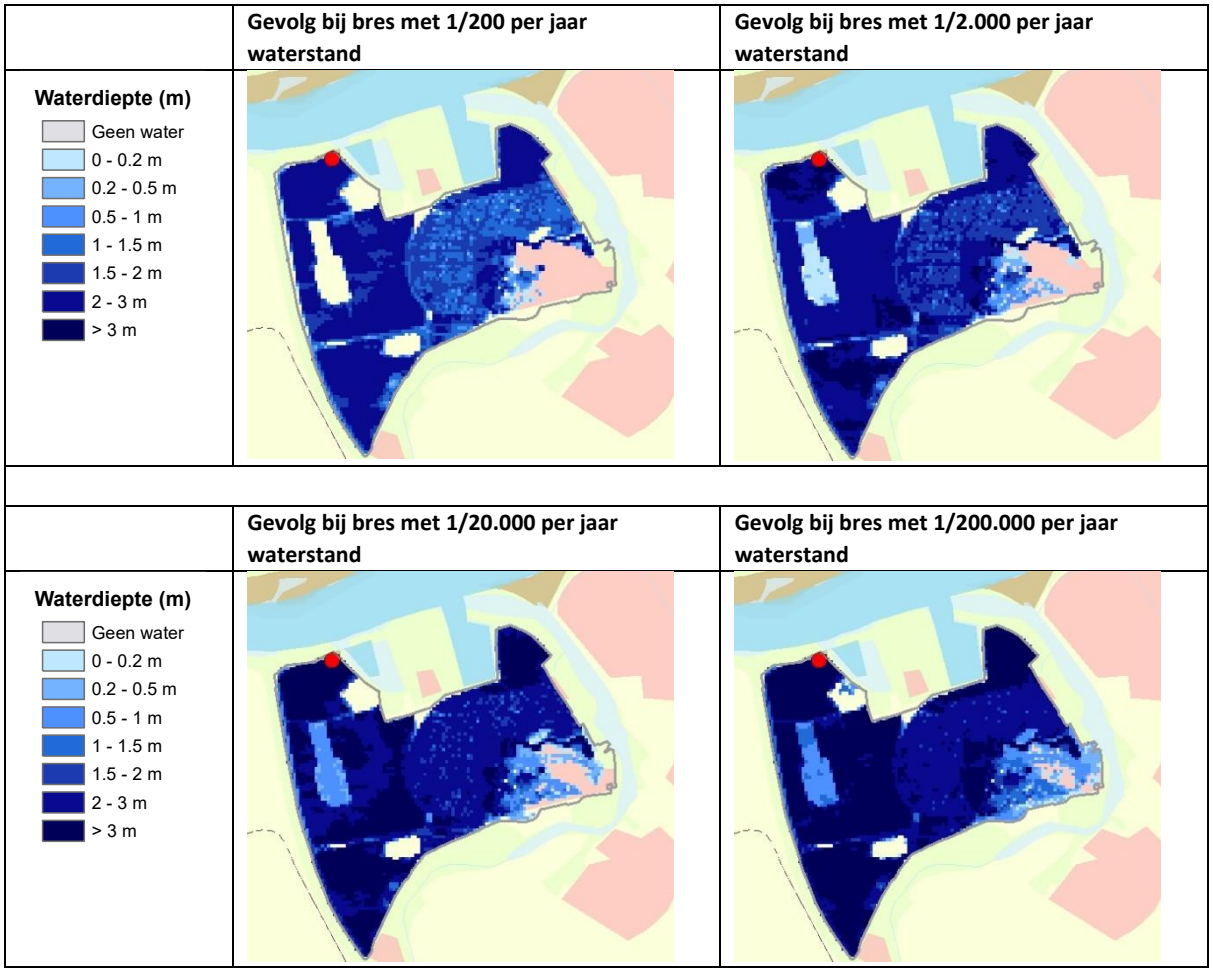
- 1/1.000 per jaar voor dijktraject 34a-1 (locaties Standhazensedijk en Heulweg)
- 1/300 per jaar voor dijktraject 34-1 (locatie Amertak West)

De maximaal toelaatbare overstromingskans is daarmee groter dan de richtlijn die TenneT hanteert, namelijk 1/10.000 per jaar.

Uit eerdere studies (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) en uit (Waterschap Brabantse Delta, 2021) blijkt dat deze norm momenteel niet wordt gehaald. In de volgende paragrafen is hier in meer detail op in gegaan.

Locaties Standhazensedijk en Heulweg (dijktraject 34a-1)
De berekende overstromingskans van dijkring 34a is 1/220 per jaar, op basis van VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014). Deze kans geldt voor de gehele dijkring, waarbij de kans niet specifiek geldt voor de locatie Standhazensedijk of Heulweg. De orde van grootte van de overstromingskans is in de studie van (Waterschap Brabantse Delta, 2021) bevestigd. In die laatste studie is geconstateerd dat de overstromingskans tussen 1/33 en 1/1.000 per jaar ligt. Uit VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) blijkt dat de gevolgen bij een overstroming nagenoeg gelijk zijn, onafhankelijk van de kans op falen, namelijk een waterdiepte tot circa 3 meter, zie Figuur 1-5. Dankzij de waterkering is een minder hoge waterstand te verwachten dan ten opzichte van de buitendijkse locaties Terrein Amercentrale en Stortplaats de Hillen (de waterkering moet namelijk eerste falen en vervolgens gaat er nog tijd overheen voordat het binnendijkse gebied gevuld is met water, terwijl de verwachting is dat de buitenwaterstand weer zal dalen).

Momenteel vinden de voorbereidende werkzaamheden plaats voor een dijkversterking. Met behulp van een voorfinanciering is in 2017 een voorkeursalternatief vastgesteld voor de dijkverbetering Geertruidenberg en Amertak (afgekort GEA). Met nieuwe inzichten, rekenregels en waterstanden blijkt dat een groter deel van de dijken niet voldoen en is de omvang van de versterking uitgebreid. De verwachting is dat deze versterking (GEA-WAD) vanaf het najaar 2023 kan worden geprogrammeerd. Op het waterveiligheidsportaal (http://waterveiligheidsportaal.nl) staat de realisatiefase momenteel van 2025 t/m 2028 gepland. De overstromingskans direct na die versterking zal naar verwachting kleiner zijn dan de norm, omdat er rekening zal worden gehouden met toekomstige zwaardere hydraulische condities en mogelijk achteruitgang van de sterkte van de kering in de loop der tijd. De verwachting is echter dat deze overstromingskans niet 10 keer zo klein zal worden dan de norm voorschrijft en daarmee dus wel groter blijft dan de eis van TenneT. Hierdoor blijven de mogelijke waterdiepte van een overstroming relevant, zoals in Figuur 1-5 opgenomen.



Figuur 1-5 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (c.q. bres) bij een bepaalde waterstand, bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)

De maaiveldhoogte voor de twee binnendijkse locaties van dijkring 34 zijn:

- Locatie Standhazensedijk = circa NAP +0,3 m
- Locatie Heulweg = circa NAP +0,0 m

De te verwachten waterdiepte bij een overstroming, zie Figuur 1-5, door falen van de primaire waterkering bedraagt:

- Locatie Standhazensedijk tot 2,7 m waterdiepte
- Locatie Heulweg tot 3,0 m waterdiepte

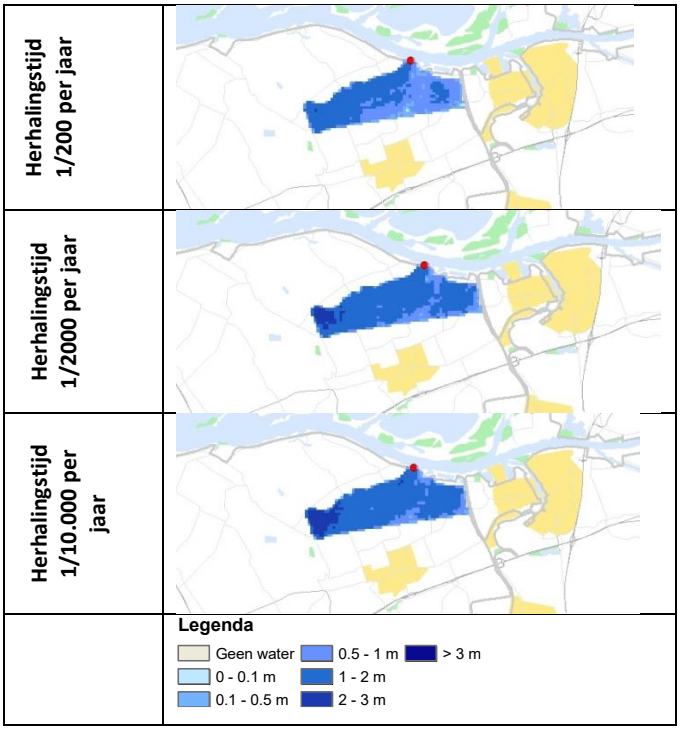
Voor de converterstationlocaties Standhazensedijk en Heulweg zijn geen overstromingen te verwachten vanuit de regionale watersystemen.

Locatie Amertak West (dijktraject 34-1)

De berekende overstromingskans van dijkring 34 is groter dan 1/100 per jaar, op basis van VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014). Deze kans geldt voor de gehele dijkring, waarbij de kans niet specifiek geldt voor de locatie Amertak West. Indien wordt ingezoomd op de overstromingskans van locatie Amertak West is de overstromingskans kleiner, maar nog wel steeds groter dan 1/400 per jaar. De orde van grootte van de overstromingskans is in de studie van (Waterschap Brabantse

Delta, 2020) bevestigd. In de landelijke beoordelingsronde heeft dit traject dan ook het laagst mogelijke oordeel gekregen dat aangeeft dat het traject ruim niet voldoet aan de gestelde norm.

Uit VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) blijkt dat de gevolgen bij een overstroming in meerdere situaties tot overstromingen van de locatie Amertak West leiden, variërend van waterdiepte tot 1 meter bij falen van de primaire waterkering, tijdens relatief lage waterstanden op de Amer. De waterdiepte kan echter toenemen tot waterdiepte tussen de 1 en 2 meter bij herhalingstijden van waterstanden op de Amer van 1/2.000 tot 1/10.000 per jaar, zie Figuur 1-6.



Figuur 1-6 Maximale waterdiepte bij een doorbraak (c.q. bres) bij een bepaalde waterstand, bron: (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014)

De primaire waterkeringen die locatie Amertak West beschermen worden komende jaren versterkt. Als eerste de dijkversterking Standhazensedijk waar de planuitwerking eind 2023 van wordt afgerond en de realisatie eind 2025[2]. Het aansluitend dijktracé Moerdijk-Drimmelen bevindt zich in de voorverkenningsfase en is de realisatie, volgens de huidige planning, gereed in het najaar van 2031[3]. Het aansluitende dijktracé langs de Amertak staat eveneens in de planning om versterkt te worden (zie de beschrijving hiervoor bij dijktraject 34a-1, voor locaties Standhazensedijk en Heulweg), waarbij de afronding daarvan is voorzien in 2027. De overstromingskans direct na die versterking zal naar verwachting kleiner zijn dan de norm, omdat er rekening zal worden gehouden met toekomstige zwaardere hydraulische condities en mogelijk achteruitgang van de sterkte van de kering in de loop der tijd. De verwachting is echter dat deze overstromingskans niet 10x zo klein zal worden dan de norm voorschrijft en daarmee dus wel groter blijft dan de eis van TenneT. Hierdoor blijven de mogelijke waterdiepte tot 2 meter van een overstroming relevant, zoals in Figuur 1-6 opgenomen.

[2] Voor meer informatie zie: https://www.brabantsedelta.nl/dijkversterking-standhazensedijk
[3] Voor meer informatie zie: https://www.brabantsedelta.nl/dijkversterking-moerdijk-drimmelen

De maaiveldhoogte voor de binnendijkse locatie is:

- Locatie Amertak West = van circa NAP -0,1 tot +0,5 m NAP

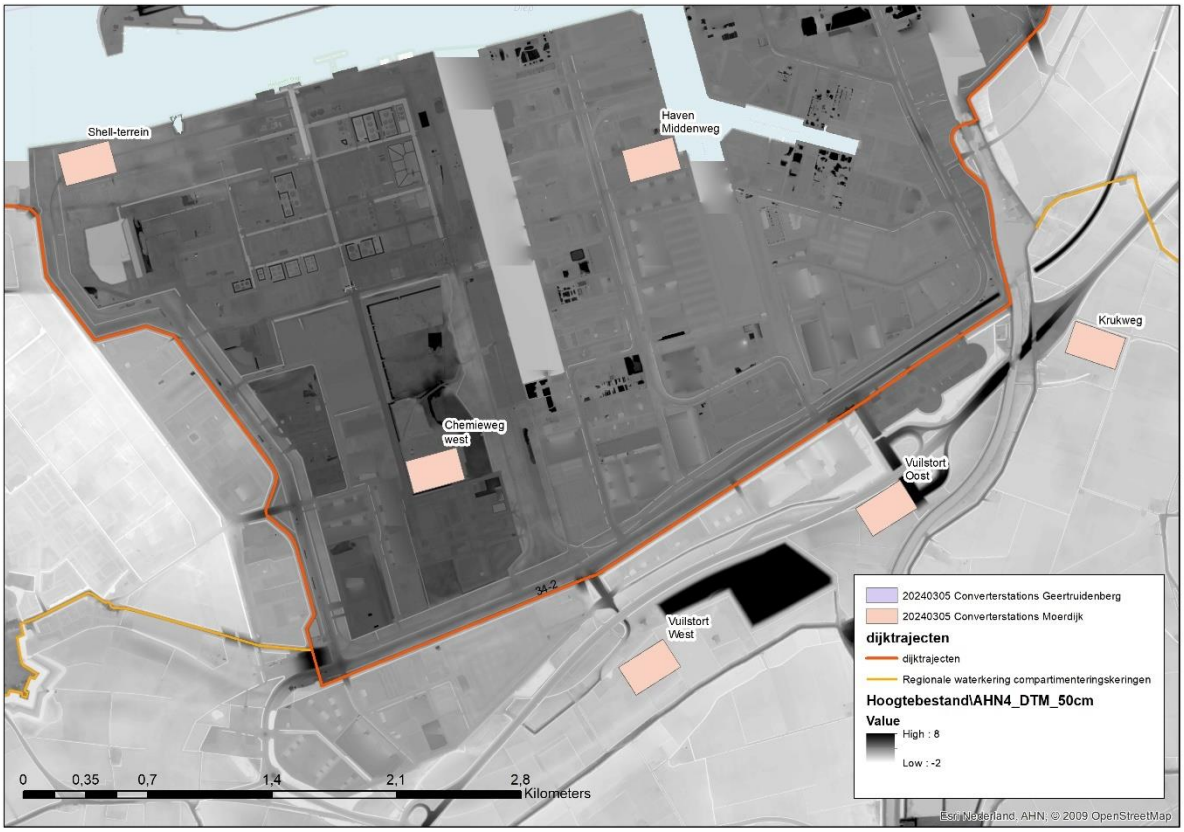
De te verwachten waterdiepte bij een overstroming, zie Figuur 1-6, door falen van de primaire waterkering bedraagt:

- Locatie Amertak West tot 2,0 m waterdiepte

Voor de converterstationlocatie Amertak West zijn geen overstromingen te verwachten vanuit de regionale watersystemen.

1.4.4 Analyse Moerdijk buitendijkse locaties converterstation

- Moerdijk heeft drie locaties buitendijks (zie tevens Figuur 1-7) namelijk:
  - Haven Middenweg (buitendijks)
  - Chemieweg West (buitendijks)
  - Shell-terrein (buitendijks)

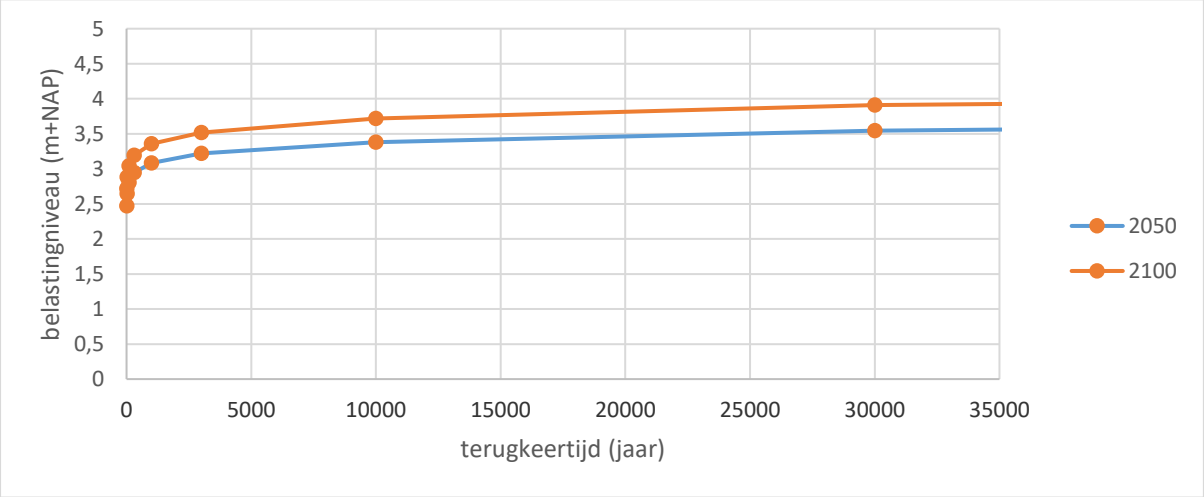


Figuur 1-7 Converterstationlocaties Moerdijk met indicatie van hoogteligging

De buitendijkse terreinen bij Moerdijk hebben een maaiveldhoogte van circa:

- Locatie Haven Middenweg (NAP +3,3 m)
- Locatie Chemieweg West (NAP +4,4 m)
- Locatie Shell-terrein (NAP +3,0 m)

Deze worden bedreigd door water vanuit het Hollandsch Diep. De 1/10.000 per jaar waterstand voor 2070 is per locatie bepaald (met Hydra-NL), door middel van een lineaire interpolatie tussen de waterstanden 2050 en 2100, zie Figuur 1-8 als voorbeeld van locatie Chemieweg West, die nagenoeg gelijk is aan de andere twee locaties.



Figuur 1-8 Berekende waterstanden ten opzichte van de terugkeertijd voor Moerdijk, locatie Chemieweg West

De berekende 1/10.000 per jaar waterstanden voor de drie locaties zijn:

- Locatie Haven Middenweg (NAP +3,52 m)
- Locatie Chemieweg West (NAP +3,51 m)
- Locatie Shell-terrein (NAP +3,47 m)

De 1/10.000 per jaar waterstand is in 2070 daarmee voor locaties Haven Middenweg en Shell-terrein hoger dan het aanwezige maaiveld. Deze locaties voldoen daarmee niet aan het TenneT-beleid, want bij een faalkans van 1/10.000 per jaar overstromen deze locaties met circa 0,2 m bij locatie Haven Middenweg en 0,5 m bij locatie Shell-terrein. Om wel aan het beleid te voldoen kan bijvoorbeeld het maaiveld opgehoogd worden.

Locatie Chemieweg West is circa 0,9 m hoger dan de te verwachten waterstand en voldoet daarmee nu al aan het TenneT-beleid.

1.4.5 Analyse Moerdijk binnendijkse locatie converterstation

- Moerdijk heeft drie locaties binnendijks (zie tevens Figuur 1-7) namelijk:
  - Vuilstort West (binnendijks, dijkring 34)
  - Krukweg (binnendijks, dijkring 34)
  - Vuilstort Oost (binnendijks, dijkring 34)

Dijkring 34 is opgedeeld in zogenaamde dijktrajecten die in het Besluit kwaliteit leefomgeving zijn genormeerd. Met name dijktraject 34-2 zorgt voor de directe overstroming van de locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost. De maximaal toelaatbare overstromingskans (ook wel ondergrens genoemd) is:

- 1/300 per jaar voor dijktraject 34-2 (locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost)

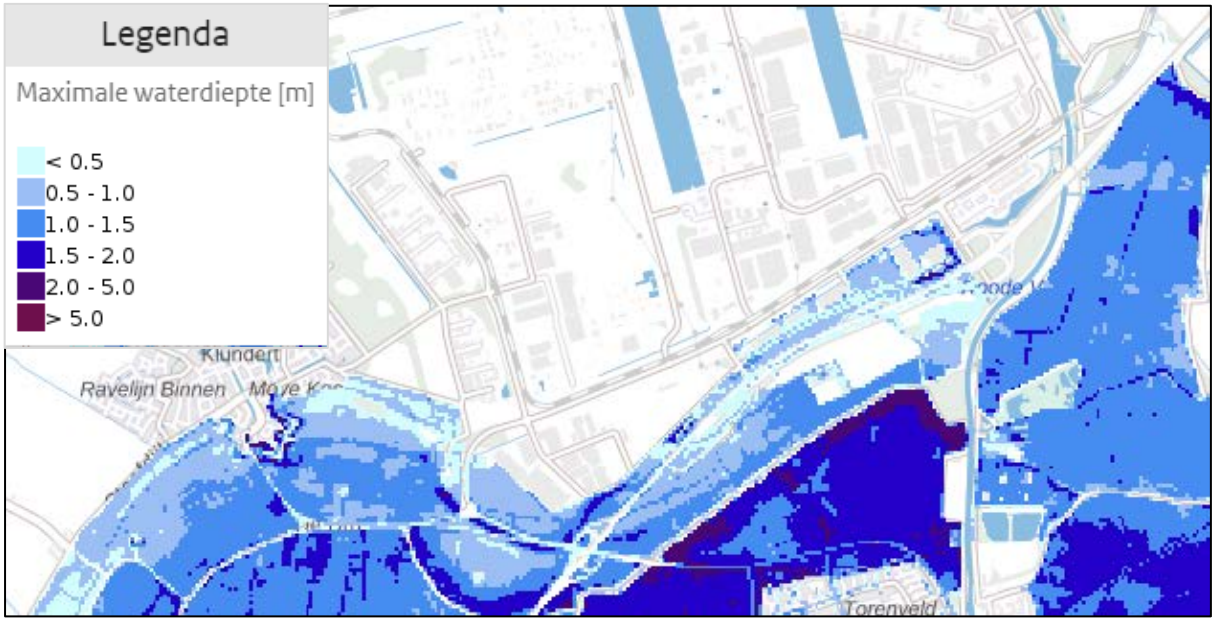
De maximaal toelaatbare overstromingskans is daarmee groter dan de richtlijn die TenneT hanteert, namelijk 1/10.000 per jaar.

Uit eerdere studies (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) en uit (Waterschap Brabantse Delta, 2019) blijkt dat deze norm momenteel niet wordt gehaald. In de volgende paragrafen is hier in meer detail op in gegaan.

De berekende overstromingskans van dijkring 34 is groter dan 1/100 per jaar, op basis van VNK2 (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014). Deze kans geldt voor de gehele dijkring, waarbij de kans niet specifiek geldt voor de locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost. Indien wordt ingezoomd op de overstromingskans van locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost is de overstromingskans juist zeer klein <1/200.000 per jaar. Dit beeld wordt ook teruggevonden in de recente beoordeling (Waterschap Brabantse Delta, 2019). In deze recente beoordeling is eveneens geconstateerd dat van het gehele traject de overstromingskans relatief groot is (>1/100 per jaar op basis van de gehanteerde beoordelingsmethodiek zelfs nog aanzienlijk groter). Uit die studie blijkt echter dat de relevante dijkstrekkingen, ten zuiden van het havengebied eveneens een kleine kans op falen hebben, waarbij de keringen voldoen tot ruim voldoen aan de wettelijke signaleringswaarde. Op basis van beide studie wordt de kans op een overstroming van de drie beoogde locaties (Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost) ingeschat op een kans die kleiner is dan 1/10.000 per jaar en daarmee voldoet aan de eisen die TenneT stelt.

In zowel de studie (Rijkswaterstaat projectbureau VNK, 2014) als via het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO, 2023) met als bron de LDO (Landelijke Database Overstromingsinformatie), zijn er geen overstromingen vanuit het primaire watersysteem beschikbaar, waarbij de drie beoogde locaties (Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost) overstromen. Dat correspondeert met de kleine overstromingskansen vanuit de primaire watersystemen.

De locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost liggen echter op een plek die ook kan overstromen vanuit de regionale watersystemen. Een overstroming vanuit de regionale watersystemen is veelal kleiner in omvang, maar vaak wel met een groter kans van optreden, zo ook op de locaties Vuilstort West, Krukweg en Vuilstort Oost. In Figuur 1-9 zijn de mogelijke gevolgen van doorbraken van de niet primaire waterkeringen getoond. Dat overstromingspatroon is een combinatie van meerdere regionale overstromingen met een kans die is gelabeld als ‘kleine kans’ waarbij als indicatie een kans 1/100 per jaar aan is toegekend. De overstromingsdiepte die daarbij optreden zijn sterk afhankelijk van de bodemhoogte.



Figuur 1-9 Maximale waterdiepte ten gevolge van doorbraken van niet primaire waterkeringen met een 'kleine kans', 1/100 (LIWO, 2023)(Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen)

De maaiveldhoogte voor de drie binnendijkse locaties zijn:

- Locatie Vuilstort West = circa NAP -0,15 tot +0,5 m (gemiddeld circa NAP +0,2m)
- Locatie Krukweg = circa NAP -0,1 m
- Locatie Vuilstort Oost = van circa NAP +0,4 tot +1,2 m (gemiddeld circa NAP +0,6m)

Vanuit de primaire waterkering zijn geen overstromingen te verwachten en de waterdiepte is daarmee eveneens per definitie 0 m.

De te verwachten waterdiepte bij een overstroming, zie Figuur 1-9, door falen van de niet-primaire waterkering bedraagt:

- Locatie Vuilstort West gemiddeld circa 1,0 m waterdiepte (variërend van 0,7 tot 1,2m)
- Locatie Krukweg gemiddeld circa 1,0 m waterdiepte (variërend van 0,9 tot 1,2m)
- Locatie Vuilstort Oost gemiddeld circa 0,2 m waterdiepte (variërend van 0 tot 0,5m)

1.5 Bronnen

LIWO. (2023). *Overstromingscenario's, 22-09-2023 Opgehaald van: https://basisinformatie-overstromingen.nl/.*

Ministerie I&W. (2023). *Regeling veiligheid primaire waterkering 2023* (Vol. IENM/BSK-2016/283517).

Rijkswaterstaat projectbureau VNK. (2014). *De veiligheid Nederland in kaart.* Opgehaald van http://wetswegwijzer.nl/downloads_helpdeskwater/VNK-Rapport-HR.pdf

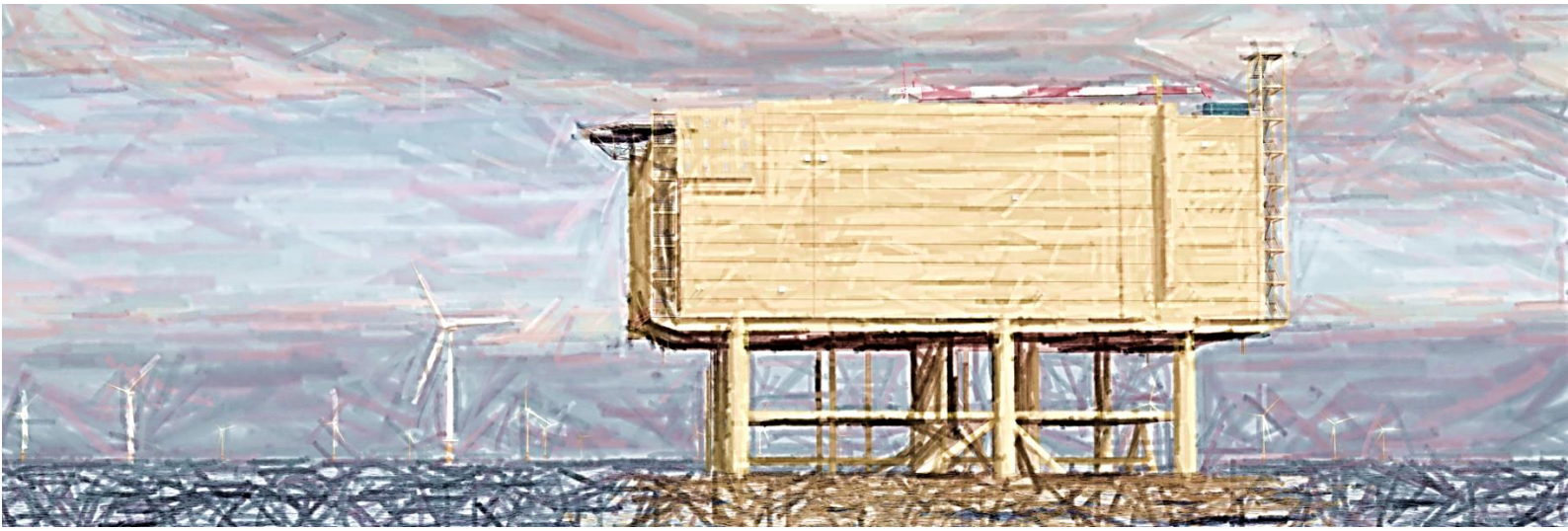
Waterschap Brabantse Delta. (2019). *Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, Veiligheidsoordeel Dijktraject 34-2.*

Waterschap Brabantse Delta. (2020). *Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, Veiligheidsoordeel Dijktraject 34-1.*

Waterschap Brabantse Delta. (2021). *Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, Veiligheidsoordeel Dijktraject 34a-1.*

Net op zee Nederwiek 3

Bijlage XI-B Literatuuronderzoek effecten elektromagnetische velden en warmteontwikkeling van ondergrondse gelijkstroom hoogspanningskabelverbindingen op gewassen, bodemleven en vee



Datum: 03-09-2024
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:
TenneT Taking power further
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 2
1.1 Elektromagnetische velden (EMV) bij kabels 3
1.2 Warmte door hoogspanningskabels 7
2 Literatuuronderzoek 9
2.1 Planten (gewassen) 9
2.2 Vee 14
2.3 Bodemleven 15
3 Referentielijst 17
Colofon 19

1 Inleiding

De Nederlandse offshore windenergiegebieden worden door middel van ondergrondse kabelverbindingen op zee en op land aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet in verschillende plekken in het land, deze worden de netten op zee genoemd. Eén van deze net op zee-projecten betreft het Net op zee Nederwiek 3. De kabelverbinding verbindt een offshore windpark in windenergiegebied Nederwiek met een converterstation dat wordt geplaatst nabij Moerdijk of Geertruidenberg. De kabelverbinding van het platform op zee naar een converterstation op land is een ondergrondse 525 kilovolt (kV) hoogspanning gelijkstroom (DC[1]) kabelverbinding. Wanneer er stroom door de kabelverbinding loopt, wordt er een elektromagnetisch veld (EMV) gegenereerd en ontstaat er warmteontwikkeling rondom de kabelverbinding in de bodem. Door verschillende partijen zijn zorgen geuit wat de mogelijke effecten van een EMV en warmteontwikkeling van de ondergrondse kabelverbinding zijn op de landbouw. Het gaat dan om mogelijke effecten op gewasopbrengst, vee en bodemleven.

Er vindt onderzoek in de praktijk plaats naar de gevolgen van ondergrondse gelijkstroomkabelverbindingen op gewasopbrengst. In 2022 is bijvoorbeeld een onderzoek gestart om gevolgen te monitoren bij een kabelverbinding tussen Duitsland en België[2]. Aangezien resultaten echter nog maar beperkt beschikbaar zijn, wordt in dit memo een literatuurstudie uitgevoerd over de eventuele invloed van warmte en EMV van een ondergrondse DC-kabelverbinding op gewassen, vee en bodemleven[3].

Ondergrondse hoogspanning (DC) kabelverbindingen van de netten op zee, zoals ook Net op zee Nederwiek 3, liggen op land in de Nederlandse bodem op een diepte van circa 1,8 meter onder maaiveld. Dit geldt wanneer de kabel wordt aangelegd middels een open ontgraving. Een open ontgraving is eenmalig en vindt plaats door ontgraving, kabellegging en terugplaatsen van de uitgenomen grond. Op sommige locaties wordt de kabelverbinding aangelegd middels een boring waarbij deze dieper dan 10 meter in de bodem kan liggen.

De kabelverbinding van Net op zee Nederwiek 3 is een 525kV-gelijkstroom (DC) hoogspanningskabelsysteem. Wanneer er door de kabelverbinding elektriciteit stroomt, treden er buiten de kabelverbinding effecten op namelijk;

i. Door de stroom warmt de kabelverbinding op en deze warmte wordt afgegeven aan de bodem rondom de kabelverbinding.
ii. Door de stroom wordt er een EMV gegenereerd.

In dit literatuuronderzoek wordt de beschikbare (wetenschappelijke) kennis en onderzoek op een rij gezet om een beeld te krijgen wat de potentiële gevolgen kunnen zijn van EMV en warmteontwikkeling op gewassen (in het bijzonder gewasopbrengst), vee en bodemleven. Eerst wordt er in paragraaf 1.1 een inleiding gegeven van EMV gevolgd door een inleiding van warmteontwikkeling in paragraaf 1.2. In paragraaf 2.1 worden de effecten van EMV en warmteontwikkeling op planten beschouwd gevolgd door de effecten op vee in paragraaf 2.2. Tot

[1] DC is de afkorting voor het Engelse *direct current* en staat voor gelijkstroom. AC is de afkorting voor het Engelse *alternating current* en staat voor wisselstroom.
[2] https://www.amprion.net/Netzjournal/Beitr%C3%A4ge-2022/Wie-wirken-Erdkabel-auf-die-Bodeneigenschaften.html
[3] Aangezien landbouw wordt uitgevoerd op land is het offshore (op zee) en binnenwateren gedeelte van Net op zee Nederwiek 3 geen onderwerp van voorliggend memo.

slot worden de effecten van EMV en warmteontwikkeling op bodemleven beschreven in paragraaf 2.3.

1.1 Elektromagnetische velden (EMV) bij kabels

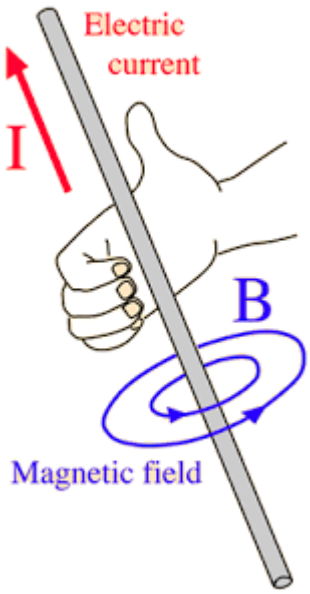
Elektrische velden (*E-field*) ontstaan door een elektrische lading of door veranderende magnetische velden. Magnetische velden (*B-field*) ontstaan door een bewegende lading of door veranderende elektrische velden. Als de elektrische en magnetische velden aan elkaar gekoppeld zijn, spreken we over 'elektromagnetische velden' (EMV)[4].

Een ondergrondse 525kV-gelijkstroom (DC) hoogspanningskabelverbinding genereert ook een EMV. Bij een ondergrondse hoogspanningskabelverbinding treedt de invloed van het elektrische veld niet buiten de kabelverbinding. De mantel van een ondergrondse kabelverbinding zorgt ervoor dat dit veld niet buiten de kabelverbinding komt. Bij bovengrondse lijnen, de hoogspanningsmasten die verspreid staan over heel Nederland, is er wel sprake van een elektrisch veld aangezien deze lijnen niet worden uitgevoerd met een vergelijkbare mantel. Wat wel buiten een ondergrondse 525kV-gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding treedt, is het magnetisch veld.

Het magnetisch veld van een kabelverbinding waar stroom doorheen stroomt, heeft een bepaalde intensiteit (sterkte) en richting. Bij een statisch magnetisch veld zijn de intensiteit en richting constant. Bij een wisselend veld veranderen de intensiteit en richting in de loop van de tijd. Dit laatste is het geval bij wisselstroom (AC[1]) zoals bij huishoudelijke elektrische apparaten. Bij wisselstroom geldt dat het magnetisch veld fluctueert en bij gelijkstroom (DC) geldt dat deze gelijk is. In het geval van een ondergrondse 525kV-gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding is er dus sprake van een statisch magnetisch veld. Een ander voorbeeld van een statisch magnetisch veld en waar wij als mens dagelijks mee in aanraking komen en wat voor al het leven op aarde van levensbelang is, is het aardmagnetisch veld (in het Engels het *geomagnetic field* (GMF)).

De richting van het magnetisch veld van een gelijkstroom kabelverbinding is loodrecht op de kabelverbinding en krult als ware om de kabelverbinding heen. De richting is te achterhalen door de ‘rechterhand-regel’. Door het wijzen met je rechterduim in de richting van de stroom en je andere vingers te krullen wijze de vingertoppen de richting van het magnetische veld aan (zie Figuur 1-1)[5]. Je vingers zijn als ware de magnetische veldlijnen van het magnetische veld.

[4] De relatie tussen elektromagnetische velden tot apparatuur en mensen is geen onderdeel van deze memo.
[5] https://nl.wikipedia.org/wiki/Linker-_en_rechterhandregels



Figuur 1-1 Richting van het magnetische veld van een kabelverbinding met behulp van de 'rechterhand-regel'. (I staat voor stroom en B staat voor het magnetisch veld.)

De intensiteit of sterkte van een magnetisch veld wordt uitgedrukt in microTesla (µT). De sterkte van een magnetisch veld rondom een gelijkstroom kabelverbinding wordt bepaald door de hoeveelheid stroom dat door de kabelverbinding stroomt en de afstand tot de kabelverbinding. Hoe meer stroom er door de kabelverbinding loopt hoe sterker het magnetisch veld. Maar, bij een grotere afstand tot de kabelverbinding zal het magnetisch veld zwakker zijn[6]. Bij ondergrondse gelijkstroom hoogspanningskabelverbindingen spelen daarnaast ook de kabelconfiguratie een rol voor de verdeling in de ruimte van het magnetisch veld.

Kader 1-1 Blootstellingslimieten

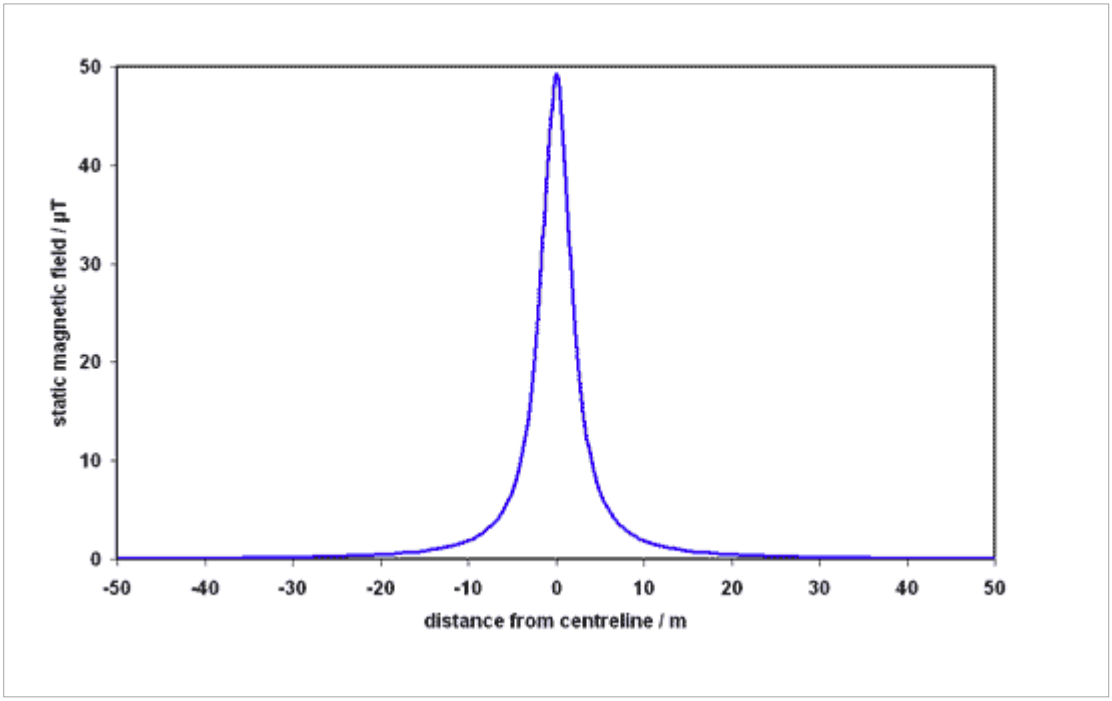
De Rijksoverheid gaat voor magneetvelden bij gelijkstroomverbindingen (DC) uit van een referentiewaarde van 40.000 µT, zoals vastgelegd in Europese aanbeveling 1999/519/EG. De blootstellingslimiet van 40.000 µT is vele malen hoger dan die voor magneetvelden bij wisselstroomverbindingen (AC). Daarom is er, in tegenstelling tot magneetvelden bij wisselstroomverbindingen, geen voorzorgbeleid vanuit de Rijksoverheid voor blootstelling aan magneetvelden van gelijkstroomverbindingen.

Het voorzorgbeleid is het beleid om specifiek bij bovengrondse hoogspanningslijnen (wisselstroom) zoveel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rondom de bovengrondse hoogspanningslijn waar de jaargemiddelde magneetveldsterkte 0,4 µT of meer is.

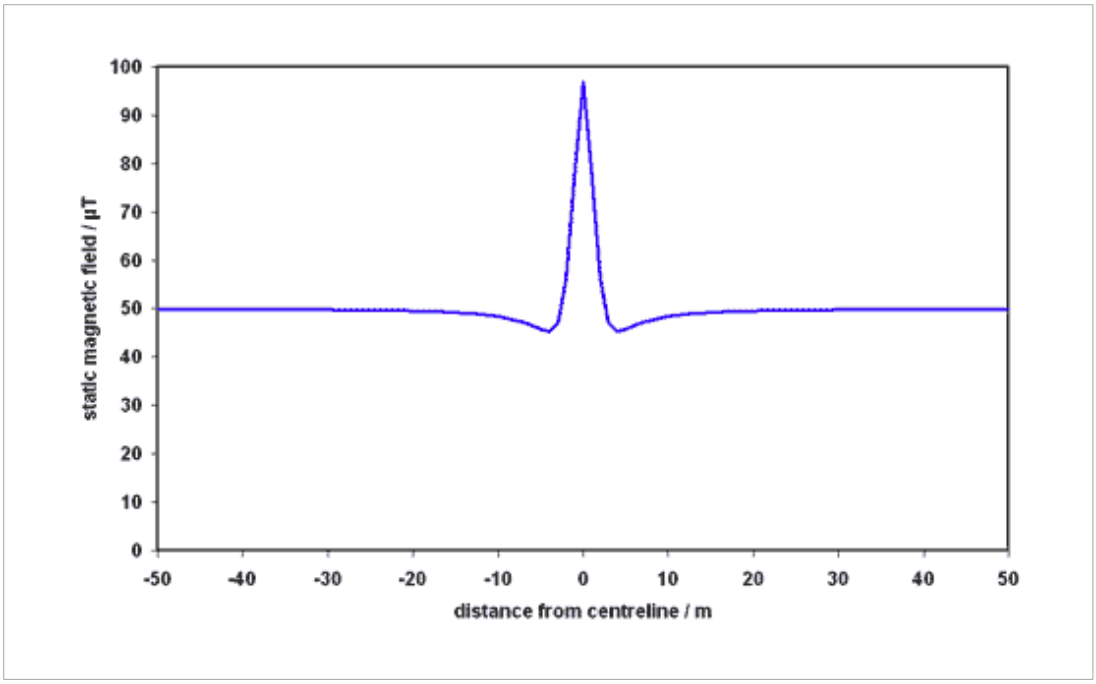
[6] Deze afname in sterkte met toenemende afstand wordt in de natuurkunde de 'omgekeerde kwadratenwet' genoemd (in Engels *Inverse-square law*). Het is een wet die aangeeft dat een grootheid omgekeerd evenredig verloopt met het kwadraat van de afstand tot de bron van die grootheid. Ook magnetische velden volgen deze wet.

Een voorbeeld van de afname in relatie tot de afstand van een fictieve ondergrondse 500kV-gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding is weergegeven in Figuur 1-2. Deze kabelverbinding ligt begraven op 1 meter diepte. Recht boven de kabelverbinding is er een (statisch) magnetisch veld van 50 µT. Wanneer er 10 meter naar links of naar rechts zou worden bewogen, neemt de sterkte al snel af naar kleiner dan 5 µT. (Het is de standaard om een magnetisch veld van een ondergrondse kabelverbinding op 1 meter boven maaiveld te meten.) Ook in verticale richting neemt het magnetisch veld af in relatie tot afstand. Oftewel hoe dieper de kabel ligt, hoe zwakker het magnetisch veld op 1 meter boven maaiveld. TenneT zal een diepere begraafdiepte toepassen (1,8 meter). Oftewel meer afstand dus een minder sterk magnetisch veld op 1 meter boven maaiveld.

Zoals eerder benoemd is het GMF een magnetisch veld waar elk organisme aan onderhevig is. De sterkte van het GMF in Nederland is ongeveer 50 µT. Dit noemt men ook wel het achtergrondniveau. Deze waarde ligt ruim onder de blootstellingslimiet voor statische magnetische velden (zie Kader 1-1). Het magnetisch veld van een ondergrondse gelijkstroom kabelverbinding kan interacteren met het GMF. Als de richting van het opgewekte magnetisch veld van de kabelverbinding in dezelfde richting staat als die van het GMF, worden de waarden bij elkaar opgeteld (versterking). Als de richting in tegenovergestelde richting staat, worden ze van elkaar afgetrokken (verzwakking). In Figuur 1-3 is een voorbeeld van het totale magnetisch veld weergeven van een fictieve ondergrondse gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding begraven op 1 meter diepte.



Figuur 1-2 Magnetisch veld van een (fictieve) ondergrondse 500kV gelijkstroomkabelverbinding op 1 meter diepte (Bron: https://www.emfs.info/)

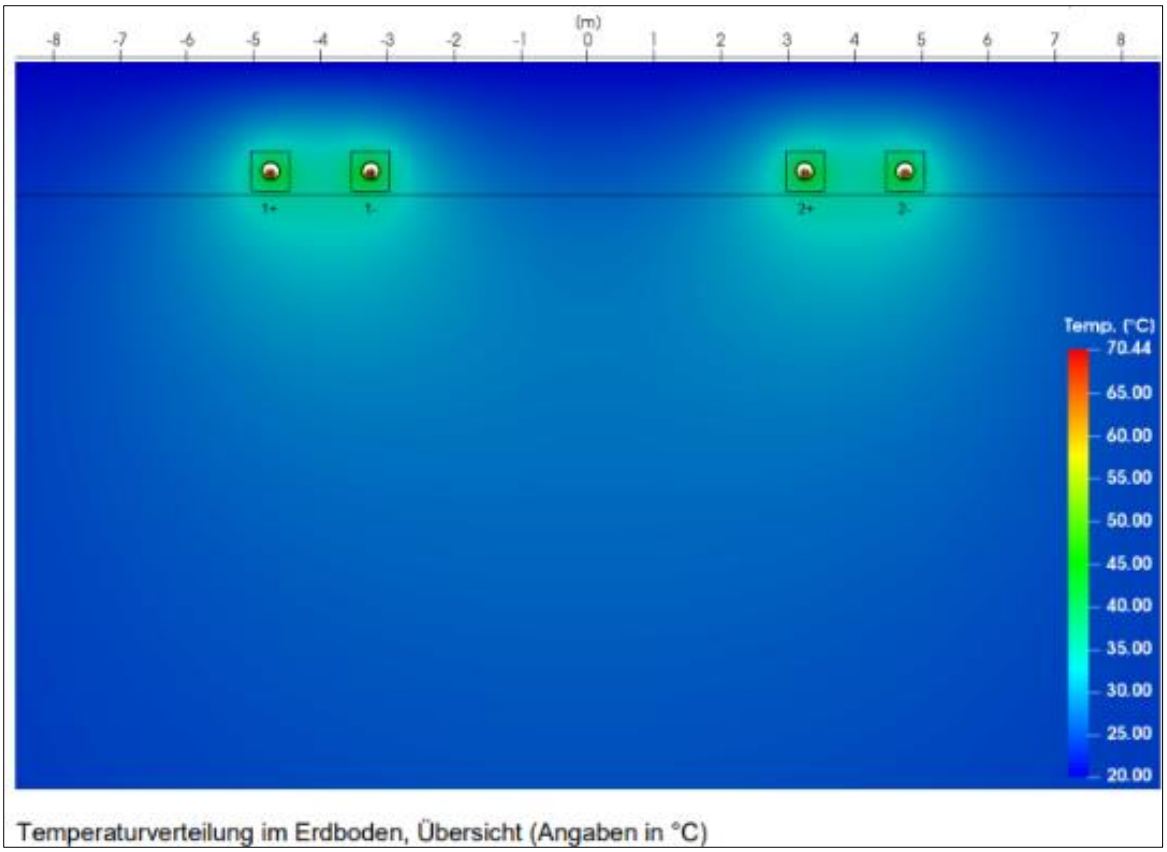


Figuur 1-3 Voorbeeld van de interactie van het GMF met het opgewekte magnetisch veld van een ondergrondse 500kV-gelijkstroom kabelverbinding op 1 meter diepte (Bron: https://www.emfs.info/)

1.2 Warmte door hoogspanningskabels

Bij het transport van elektriciteit door een kabelverbinding (stroom) komt warmte vrij, zo ook bij een ondergrondse 525kV-gelijkstroom (DC) hoogspanningskabelverbinding. Deze warmte kan worden afgegeven aan de omgeving. Een goede warmteafdracht van een kabelverbinding op de omgeving is van groot belang voor een goede werking van de kabelverbinding. Bij een slechte warmteoverdracht tussen de kabelverbinding en de omgeving veroorzaakt een stijging van de temperatuur van de kabelverbinding. Matige temperatuurstijgingen vallen binnen het bereik waarvoor de kabelverbinding is ontworpen, maar temperaturen boven de ontwerptemperatuur verkorten de levensduur van de kabelverbinding. Catastrofale storingen treden op wanneer temperaturen te hoog worden. De warmteontwikkeling en warmteafdracht is afhankelijk van het kabelontwerp, de kabelbelasting (hoeveelheid stroom dat er doorheen stroomt) en de bodemopbouw. In principe geldt dat bij regulier gebruik de bodem rondom de kabelverbinding opwarmt en dat dit afneemt met de afstand tot de kabelverbinding. Naast dat de kabelverbinding bij gebruik de bodem kan opwarmen is de temperatuur van de bodem zonder een kabelverbinding niet constant en wordt bepaald door de bodemsamenstelling, waterhuishouding en door het klimaat (het weer en de seizoenen).

In Duitsland is onderzoek gedaan naar ondergrondse hoogspanningskabels (DC) van 525 kV, dit zijn dezelfde type kabels die worden gebruikt voor de Nederlandse net op zee-projecten (Fricke Engineering, 2021). In dit onderzoek is onderzocht hoe hoog de temperatuur is van de geleider en de grond rondom de kabel. Het onderzoek laat zien dat op maaiveld geen tot slechts een zeer beperkte warmtetoename plaatsvindt. De warmteverdeling die is bepaald in genoemde onderzoek is weergegeven in Figuur 1-4.



Figuur 1-4 Voorbeeld warmteverdeling ondergrondse hoogspanningskabel (achtergrondtemperatuur 20 ^{0}C)[7]

[7] Bron: Fricke Engineering, 2021. Ondergrondse gelijkstroomverbinding (2x2 GW, 525 kV). Aangeleverd door TenneT.

2 Literatuuronderzoek

In dit hoofdstuk wordt de (wetenschappelijke) literatuur en onderzoeken op een rij gezet om de (mogelijke) effecten van magnetische velden en warmteontwikkeling van een ondergrondse gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding op gewassen, vee en bodemleven (in de context van de landbouw) in beeld te brengen. Het gaat hier om een hoogover literatuur onderzoek. In de huidige kennis zijn er niet veel onderzoeken uitgevoerd dat gaat over precies dezelfde kabelverbinding als die wat bij Net op zee Nederwiek 3 wordt gebruikt. Het literatuuronderzoek geeft een algemeen beeld van (mogelijke) effecten van magnetische velden en warmteontwikkeling op gewassen, vee en bodemleven.

In paragraaf 2.1 worden de effecten van magnetische velden en warmteontwikkeling op gewassen beschreven, paragraaf 2.2 beschrijft de effecten op vee en paragraaf 2.3 beschrijft de effecten op bodemleven. Binnen elke paragraaf worden de thema's magnetisch veld en warmteontwikkeling (kort) afgesloten met een conclusie.

2.1 Planten (gewassen)

Magnetisch veld

Planten, waaronder gewassen, zijn zoals elk ander organisme onderhevig aan het GMF. Het GMF is daarmee een onvermijdelijke natuurlijke omgevingsfactor. Het GMF beïnvloedt daarmee de plantengroei en ontwikkeling (Maffei, 2014). Het mechanisme waarmee planten magnetische velden waarnemen en hoe dit de interne regulatie van planten beïnvloed, wordt echter nog niet volledig begrepen. Pophof et al., suggereert dat gelijkstroom kabelverbindingen gelijke sterkte magnetische velden hebben als het GMF. Daarom zullen planten in nabijheid van de gelijkstroom kabelverbinding en afhankelijk van de richting van de magnetische velden worden blootgesteld aan een totale magnetische veldsterkte die varieert tussen nul en tweemaal de sterkte van het GMF. De experimenten die de invloed (fysiologische reacties) van magnetische velden op planten worden uitgevoerd zijn grofweg te verdelen in, (i) experimenten die planten blootstellen aan zwakke magnetische veldsterktes (100 nT tot 0.5 mT) en (ii) aan sterkere magnetische veldsterktes (>100 µT)[8] (Maffei, 2014).

Onderzoeken hebben aangetoond dat planten die worden blootgesteld aan een extern magnetisch veld allerlei fysiologische reacties in de plant worden gestimuleerd zoals kieming, bloei, fotosynthese, biomassa, en groei van de stengel (Maffei, 2014). Significante groei toename door blootstelling aan magnetische velden is gevonden bij planten zoals zonnebloem, rijst en kikkererwten (Ecran et al., 2022). Hussain et al., hebben aangetoond dat kortstondige (5 – 15 minuten) zaden behandelen met een extern magnetisch veld van 5 – 15 mT de kieming van tarwe deed bevorderen en de groei en gewasopbrengst van tarwe toenam. In een andere experiment werden sla zaden behandeld in verschillende tijdsduren met een extern magnetisch veld dat in sterkte toenam tot 1 T. Ten opzichte van de controle groep, die geen magnetisch veld behandeling kreeg, hadden de behandelde zaden een toename in groei en gasopbrengst (Latef et al., 2020). Magnetische veldbehandeling van zaden is zeer populair geworden in de landbouwsector. Het behandelen van zaden voor het zaaien met een magnetisch veld, ook wel "magnetopriming" genoemd, is een niet-destructieve en droge zaadbehandeling waarvan is aangetoond dat het de

[8] In dit memo wordt Tesla (T) in verschillende grootte uitgedrukt. m = milli = een duizendste Tesla, µ = micro = een miljoenste Tesla, n = nano = een miljardste Tesla.

kiemsnelheid en de vitaliteit van zaailingen van veel gewassen verhoogt (Sarref et al., 2020). Blauwe lupine, een éénjarige plant die behoort tot de vlinderbloemenfamilie, liet een toename in lengte en versgewicht van de scheut zien en een verhoging van fotosynthetisch pigment na blootstelling aan een statisch magnetisch veld van 130 mT (Zdyrska, Kornarzynski, Pietruszewski, & Gagos, 2016). Een verhoging van fotosynthetisch pigment bevordert de fotosynthese capaciteit van de plant dat de plantfysiologie, biomassa en opbrengst beïnvloed. Verschillende onderzoeken tonen ook aan dat planten onder stress (bijv. droogte-, hitte- en zoutstress) die zijn blootgesteld aan een magnetisch veld beter met de stress om kunnen gaan (Radhakrishnan, 2019).
Er zijn ook onderzoeken die een negatief effect aantonen door blootstelling aan een statisch magnetisch veld. Zo bleek het statisch magnetisch veld in de cellen van tabaksplanten geïnduceerde apoptose (celdood) te kunnen veroorzaken en een afname in groei bij basilicum. Ook bleek bij tarwe een kleine afname in stengellengte terwijl graanopbrengst en de hoeveelheid stro iets toenam. Bovendien is waargenomen dat een magnetisch veld variërend van 0,5 tot 100µT een negatieve invloed heeft op de kieming van zaden, de groei van zaailingen, wortels en celdeling in het wortelmeristeem van wilde peen en wolfkers (Sarraf, et al., 2020).

Conclusie
Bovenstaande laat zien dat er zowel positieve als negatieve effecten zijn op de fysiologie van planten, en daarmee op de plantengroei en ontwikkeling, die worden blootgesteld aan een (extern) magnetisch veld. De inconsistentie en tegenstrijdige resultaten van de studies lijken erop te wijzen dat de effecten van magnetische velden op planten soortspecifiek kunnen zijn en/of afhankelijk zijn van de kenmerken van de veldblootstelling, zoals intensiteit (sterkte) en duur. Dit laat zien dat, ondanks alle inspanningen en studies die zijn uitgevoerd over magnetische velden, er nog steeds een lacune is in kennis.

In context van Net op zee Nederwiek 3, zijn er ook (nog) geen[9] gepubliceerde onderzoeken uitgevoerd naar het langdurige effect van statische magnetische velden van ondergrondse hoogspanningskabelverbinding op planten die erboven groeien. Verschillende onderzoekers beargumenteren dat magnetische velden vaak een zwakke invloed zijn in vergelijking met andere omgevingsfactoren die planten ondervinden (Pophof, et al., 2023). Zo zijn omgevingsfactoren zoals droogte, zout, hitte en kou, vervuiling en ziekte belangrijke stressfactoren voor de plant die de groei, metabolisme en opbrengst van planten negatief beïnvloeden en daardoor en daardoor de productiviteit van gewassen beperken (Radhakrishnan, 2019). Daarnaast wordt gewasproductiviteit ook door veel omgevingsfactoren positief beïnvloed zoals neerslag, bodemkwaliteit, (zon)licht, en de intensiteit van agrarische bodembewerking zoals tillen, bemesten en pesticidegebruik, etc.

Aangezien de omvang van het magnetisch veld bij ondergrondse gelijkstroom hoogspanningskabelverbinding zeer lokaal is en vergeleken met andere omgevingsfactoren een zwakkere invloed heeft, is het de verwachting dat er geen relevant negatief effect op planten en gewasopbrengst zal zijn. Het wordt verwacht dat verwaarloosbare effecten uitsluitend beperkt zijn tot de locatie van de ligging van de hoogspanningskabelverbinding. Op enkele tientallen meters van de locatie is het magnetisch veld uitgedoofd. Tot slot beargumenteren enkele onderzoekers dat ondanks dat bovengrondse hoogspanningslijnen een ander magnetisch veld genereren de gewassen die er onder groeien grotendeels onaangetast blijven of dat weinig waargenomen veranderingen zeer zwak waren in vergelijking met die worden veroorzaakt door natuurlijke omgevingsfactoren. Men zou verwachten dat de mogelijke biologische effecten van EMF afkomstig van

[9] In de zoektocht naar literatuur voor dit memo zijn deze (op het moment van schrijven) niet gevonden.

wisselstroomlijnen op planten duidelijk zouden moeten zijn geweest na tientallen jaren van voortdurende antropogene blootstelling (Pophof, et al., 2023).

Warmteontwikkeling

De bodemtemperatuur is een essentiële factor in de landbouw, omdat deze bepaalt of planten in de omgeving kunnen gedijen. De bodemtemperatuur verwijst naar de inherente warmte van de grond. Deze beïnvloedt de chemie en biologie van de bodem en de gasuitwisseling tussen de atmosfeer en de bodem. De warmte van de bodem beïnvloedt op zijn beurt weer verschillende plantprocessen. In de review van (Onwuka & Mang, 2018) worden verschillende effecten van bodem temperatuur op sommige bodemeigenschappen en plantengroei beschreven. Een temperatuur van de bodem tussen de 10 – 28°C beïnvloedt biologische bodem activiteit zoals de afbraak van biologisch materiaal, stikstof mineralisatie door micro-organisme (zie ook paragraaf 2.3) zodat stikstof beschikbaar komt voor planten. Ook beïnvloedt de bodemtemperatuur de hoeveelheid fosfor (belangrijk element voor planten) dat aanwezig is en de pH (zuurgraad) van de bodem. Bodemtemperaturen tussen de 25 – 39°C verhogen de pH van de bodem. De pH van de bodem zal zowel de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten beïnvloeden als de manier waarop de voedingsstoffen met elkaar reageren. Zo zal bijvoorbeeld bij een lage pH veel elementen minder beschikbaar worden voor planten, terwijl andere, zoals ijzer, aluminium en mangaan, giftig worden voor planten. Ook zal een verhoogde bodemtemperatuur de bodemvochtigheid beïnvloeden doordat er meer water uit de bodem verdampt en dus de hoeveelheid water in de bodem dat beschikbaar is voor planten verminderen.

De bodemtemperatuur beïnvloedt plantengroei doordat het een effect heeft op water en voedingstoffen opname door planten en plantengroei bevordert (wortel en scheut). In het algemeen geldt dat een warmere bodem een verhoogde opname van water en voedingsstoffen bevordert en een koudere bodem de opname van water remt vanwege de lagere viscositeit van het water en het fotosyntheseproces van de plant vertraagt. Het blijkt dat een verhoging in bodemtemperatuur wortelgroei verbetert doordat er een verhoging in de metabolische activiteit van wortelcellen is en de ontwikkeling van laterale wortels stimuleert. Oftewel er is een toename in wortelgroei.

Hoewel een toename in bodemtemperatuur voordelig kan zijn voor planten, zorgt buitensporige hitte (bijvoorbeeld een temperatuur boven de 40°C) voor nadelige effecten op planten. Planten ervaren dan hittestress. Hittestress limiteert plantengroei, -metabolisme en -productiviteit. Zo zorgt hittestress onder andere voor een verlaging van de fotosynthese, verhoogt het de kans op oxidatieve schade[10], dehydratatie en moleculaire processen binnen de plant (Zhao, Lu, Wang, & Jin, 2020). Daarnaast kan een warmere bodem tot verhoogd vochtverlies leiden en daarmee een bijdrage leveren aan verdroging (Kroener, Campbell, & Bittelli, 2017). In modelberekeningen voor een onderzoek van (Wessolek & Kersebaum, 2020) gaan zij ervan uit dat het uitdrogen van de bodem begint wanneer de bodemtemperatuur een langere tijd (enkele dagen) boven de 35 graden uit komt.

In het algemeen wordt gesteld dat het optimale bereik van bodemtemperatuur voor plantengroei ligt tussen 20 en 30°C. Plantengroei daalt drastisch bij bodemtemperaturen lager dan 20°C en boven de 35°C (Alli & Omofunmi, 2021). Wat specifiek de ideale bodemtemperatuur van planten is, is sterk afhankelijk van de plantensoort en de ontwikkelingsfase waarin de plant zich bevindt (zaad, kieming,

[10] Oxidatieve stress is een stofwisselingstoestand, waarbij meer dan een normale fysiologische hoeveelheid reactieve zuurstofverbindingen (ROS - reactive oxygen species) in de cel gevormd wordt of aanwezig is. Dit kan voor schade binnen de cel zorgen zoals schade aan het DNA.

zaailing, etc.). Zo ligt bijvoorbeeld de optimale bodemtemperatuur voor kieming tussen de 20 en 30°C. Bovendien hebben verschillende plantensoorten verschillende bodemtemperatuur vereisten voor het planten en tijdens hun ontwikkeling. Zo geldt een minimale bodemtemperatuur voor het planten van graan 3°C, sojabonen 15°C, suikerbiet 10°C en voor verschillende boonsoorten 21°C. Voor het groeien van verschillende groenten ligt het optimum van de bodemtemperatuur bij tomaten en komkommers 16°C, bij mais 18°C en bij meloen en paprika's 21°C.

In paragraaf 1.2 is beschreven dat er rondom een inbedrijf zijnde (DC) hoogspanningskabelverbinding een temperatuur verhoging plaatsvindt van de bodem. Deze warmtetoevoer kan van invloed zijn op planten. Hierbij geldt dat de warmtetoevoer afhankelijk is van de hoeveelheid stroom die door de hoogspanningskabelverbinding loopt en deze niet continu dezelfde stroom transporteren. De warmtetoevoer aan de bodem varieert. Uit het onderzoek van (Marschner, König, & Schröder, 2023) blijkt dat de bodem maximaal 10 tot 15 graden opwarmt bij een installatiediepte van circa 1,2 meter en tot 2°C in de bovengrond van een 380kV-hoogspanningskabel. (Uhlig, Rücknagel, & Macholdt, 2023) hebben onderzoek gedaan naar de invloed van een warmere bodem op de wortelgroei en oogstopbrengst. Uit het onderzoek volgt dat een continue extra toevoer van warmte (3,2 tot 18°C) in verschillende groeifasen tot een afname in gewasopbrengst in bepaalde situaties en dat watertoevoer eveneens bepalend is.

De bovenlaag van akkergrond (ook bouwvoor genoemd) die geregeld bemest en bewerkt wordt, bedraagt een diepte van circa 20 tot 35 cm. In de bouwvoor vindt de meeste wortelgroei (van gewassen) plaats. In Figuur 1-4 is te zien dat de warmteafdracht van de kabel deze bouwvoor niet bereikt.

Aan de universiteit van Göttingen is op een testveld onderzoek uitgevoerd naar drie oogsten van landbouwgewassen (wintertarwe 2x, haver 1x) boven een ondergrondse 380kV-kabel (Ahl, Bremer, Löpmann, & Redweik, 2021). Deze oogsten zijn vervolgens vergeleken met een proefveld waar geen ondergrondse hoogspanningskabel aanwezig was. Uit het onderzoek blijkt dat de oogsten van de gewassen boven de hoogspanningskabelverbinding niet in gewasopbrengst afnemen. Wanneer er enkel naar het oogstjaar voor haver wordt gekeken blijkt dat er hogere haveropbrengsten zijn boven de hoogspanningskabel dan de opbrengsten van het proefveld zonder hoogspanningskabel.

De Duitse overheid heeft een literatuuroverzicht laten opstellen over de invloed van warmteontwikkeling op gewasopbrengst door ondergrondse hoogspanningskabels (Auswirkungen der Erdverkabelung auf den Pflanzenbau, 2017). Hieruit volgt dat een vermindering van de gewasopbrengst door de warmtetoevoer verwaarloosbaar is. De conclusie is gebaseerd op diverse onderzoeken zoals:

- Rassmus, Jörg et al. (2009). Naturschutzfachliche Analyse von küstennahen Stromleitungen[11]
- BMU. (2012). Ökologische Auswirkungen von 380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen[12]
- Bruns, E. (2015). Auswirkungen beim Bau und Betrieb von Erdkabeltrassen (Gleich- und Wechselstrom)[13]

[11] https://www.yumpu.com/de/document/read/6820073/naturschutzfachliche-analyse-von-kustennahen-stromleitungen
[12] https://www.gbv.de/dms/clausthal/E_BOOKS/2012/2012EB137.pdf
[13] https://docplayer.org/46912927-Auswirkungen-beim-bau-und-betrieb-von-erdkabeltrassen-gleich-und-wechselstrom-dr-elke-bruns.html

- Bruns, E. (2016). Erdverkabelung und Netzausbau: Erfahrungen – Auswirkungen - Perspektiven[14]
- Ahmels, P. et al. (2016). Auswirkungen verschiedener Erdkabel-systeme auf Natur und Landschaft[15]
- Trüby, P. (z.d.). Betrieb von Hochspannungserdkabelanlagen. Experimente zur Einschätzung der Auswirkungen auf Boden und Planzen[16]

Conclusie

Ondergrondse hoogspanningskabels die in bedrijf zijn warmen lokaal de bodem op. Bodemtemperatuur is relevant voor gewasopbrengst en verandering van temperatuur kan dan ook invloed hebben op gewasopbrengst. Uit beschikbaar (wetenschappelijk) onderzoek is gebleken dat de opwarming ten gevolge van in bedrijf zijnde kabels beperkt en lokaal is. Uit de literatuur, onder meer vanuit proefopstellingen in het veld, volgt dat er geen relevante invloed op gewasopbrengst is te verwachten. Tot slot is het van belang dat (verhoging van) bodemtemperatuur niet als losstaand effect kan worden gezien als een effect op planten en gewasopbrengst. Er zijn vele andere factoren die zowel een negatief als positief effect kunnen hebben op planten en gewasopbrengst. Denk bijvoorbeeld onder andere aan het zoutgehalte van de bodem, klimaatverandering, de hoeveelheid regen, landbouwactiviteiten (bemesten, ploegen, gewasrotaties), plantenziektes, overstroming, kou, etc.

[14] http://www.bbn-online.de/fileadmin/AK_EE/2016.09.13_Magdeburg/Bruns_13.09.2016_Erdkabel.pdf
[15] https://www.natur-und-erneuerbare.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/02_Abschlussberichte_anderer_Form/BfN-Erdkabelsysteme-Natur-Landschaft-2016.pdf
[16] https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/ws1_tr__by.pdf

2.2 Vee

Magnetisch veld

Het effect van een magnetisch veld op vee zoals koeien, varkens en schapen is relatief wat minder onderzocht ten opzichte van andere taxa van dieren zoals insecten en vissen. Dit komt doordat nog weinig bekend is over hoe vee magnetische velden zou kunnen waarnemen. Het blijkt dat koeien de voorkeur hebben de as van hun lichaam in lijn te hebben met de richting van het aardmagnetisch veld (Pophof, et al., 2023). Uit een onderzoek uit 1996 bleek dat het vetpercentage in de melk van koeien die waren blootgesteld aan een magnetisch veld toegenomen was (toename was <0.5%). Het onderzoek concludeert dat er geen indicaties waren gevonden dat de gezondheid van de koeien in gevaar was bij blootstelling aan een magnetisch veld van 30 µT (PM). Verschillende veeartsen concluderen dat uit de wetenschappelijk literatuur niet blijkt dat de biologische effecten van blootstelling aan (elektro)magnetische velden op vee een gezondheidsrisico is[17]. In de review van (Saunders, 2005) wordt geconcludeerd dat er geen negatieve effecten op bijvoorbeeld reproductie of ontwikkelingen van vee zijn door magnetische velden tot 1 T. Ook volgens Zhang, et al., 2023 bleek blootstelling aan statische magnetische velden over het algemeen veilig te zijn voor de organen en het een organisme in het geheel.

Conclusie

Er is geen overtuigend bewijs dat er nadelige effecten te verwachten zijn op vee dat blootgesteld wordt aan een statisch magnetisch veld, gegenereerd door een ondergrondse DC hoogspanningskabelverbinding.

Warmteontwikkeling

Zoals in paragraaf 1.2 beschreven rijkt de warmteontwikkeling van een DC hoogspanningskabel verbinding nauwelijks het grondoppervlak (maaiveld) daar waar vee zich bevindt. In het onderzoek van Marschner, König, & Schröder, 2023 bleek de bovenlaag van de bodem op te kunnen warmen tot 2°C. Door zonnestraling en de temperatuur van de buitenlucht warmt het aardoppervlak op.

Conclusie

Het is niet de verwachting dat de al dan niet kleine hoeveelheid van warmtetoevoer van een DC hoogspanningskabel dat het aardoppervlak bereikt, een effect heeft op vee gezien de grotere fluctuaties aan temperatuur van het aardoppervlak gedurende de dag.

17 https://pubs.nmsu.edu/_b/B129/index.html#:~:text=To%20date%2C%20the%20body%20of,associated%20with%20power%20transmission%20and

2.3 Bodemleven

Magnetisch veld

Het bodemleven bestaat uit micro-organismen en een verscheidenheid aan dieren zoals insecten en wormen (ook wel macro-organismen genoemd). In deze literatuurstudie wordt een algemeen beeld geschetst van het effect van statisch magnetische velden op bodemleven. Het gaat om het bodemleven dat ook van belang is voor een "gezonde" bodem voor de landbouw[18]. De literatuur rondom effecten van statische magnetische velden op micro-organismen beschrijft zowel negatieve als positieve effecten. Een analyse van de relatie tussen blootstelling aan een magnetisch veld en fysische, biochemische en fysiologische verklaringen ontbreken in het merendeel van de uitgevoerde onderzoeken (Beretta, Mastorgio, Pedrali, Saponaro, & Sezenna, 2019). Zo lieten onderzoeken zien dat micro-organismen sneller vermenigvuldigden en hun metabolisme verhoogd was onder blootstelling van een hoog statisch magnetisch veld (500 mT – 6,5 T). Aan de andere kant zijn er onderzoeken die een remming van de groei van micro-organismen lieten zien bij wat lagere magnetische velden 30-60 mT. Voor macro-organisme zoals insecten zijn binnen de wetenschappelijke literatuur vooral de negatieve effecten beschreven van een statisch magnetisch veld. Zo liet blootstelling aan een magnetisch veld van 4,5 mT zien dat insecten wel nog eitjes konden leggen maar deze sneller door gingen, dat de larve van sommige insecten in biomassa afnam bij een veld van 98 mT en dat de groei van de populatie van sommige insecten vertraagde onder blootstelling van een magnetisch veld van 2,4 T (Zhang, Yarema, & Xu, 2017). Andere onderzoeken laten zien dat insecten een magnetisch veld kunnen waarnemen en zich anders voortbewegen wanneer zij zich bij een wisselend magnetisch veld bevinden. Ook het circadiaans ritme[19] van sommige insecten wordt beïnvloed bij blootstelling aan een magnetisch veld (Pophof, et al., 2023). Van diersoorten die niet onder de insecten vallen, liet onderzoek zien dat ringwormen (zoals de regenworm) zich anders oriënteerden – meer naar het oosten toe – onder blootstelling van een (extern) magnetisch veld van 190–520 µT, dan wormen die niet waren blootgesteld aan een (extern) magnetisch veld (Yalcin, ÖZDİLEK, & ALTAŞ, 2020). Een afwijking in oriëntatie is sterker zichtbaar wanneer wormen andere omgevingsfactoren niet meer kunnen waarnemen voor oriëntatie.

Conclusie

Veel onderzoeken onderzochten blootstellingen aan magnetische velden die velen malen hoger zijn dan het magnetisch veld van een ondergrondse hoogspanningskabelverbinding. Ook zijn er veel onderzoeken die niet een statisch magnetisch veld onderzochten maar een wisselend veld zoals dat bij een bovengrondse hoogspanningslijn het geval is. Gezien het feit dat de ondergrondse hoogspanningskabelverbinding van Net op zee Nederwiek 3 veel lagere magnetische veldsterktes heeft en het effect zeer lokaal is, is niet de verwachting dat deze wezenlijke negatieve effecten heeft op het bodemleven. Het bodemleven dat voor een gezonde bodem voor de landbouw zorgt, bevindt zich voornamelijk in de bovenste laag van de bodem. De hoogspanningskabelverbinding van Net op zee Nederwiek 3 ligt op circa 1,8 meter diepte waardoor de magnetische veldsterkte in sterkte afneemt in de bovenste lagen van de bodem.

[18] Het bodemleven bestaat uit vele taxa aan organismen niet allemaal relevant voor deze literatuurstudie. Zo komen er spinachtigen en insecten zoals mieren in de bodem voor maar zijn deze niet relevant voor deze literatuurstudie met het thema landbouw.

[19] Een circadiaans ritme is een biologisch ritme waarvan de cyclus ongeveer één dag duurt. Men spreekt ook wel van een 24-uursritme of bij dieren van een slaap-waakritme.

Warmteontwikkeling

Ook voor effecten van warmteontwikkeling op bodemleven wordt hoogover gekeken naar organismen die van belang zijn in het kader van de landbouw. Voor een gezonde bodem is het bodemleven van belang voor de bio-activiteit van de bodem. Het bodemleven breekt het organische materiaal in de bodem af zodat er weer organische nutriënten beschikbaar komen voor ander bodemleven of planten. Bodemtemperaturen van 10 – 36°C zijn optimaal voor micro-organismen zoals bacteriën en schimmels. Macro-organismen zoals wormen en insecten hebben een verhoogd metabolisme bij bodemtemperaturen tussen de 10 – 24°C waarbij deze meer moeten eten en organisch materiaal in de bodem afbreken (Maffei, 2014). Veel micro- en macro-organismen gaan dood of kunnen hun biologische functies niet goed uitvoeren bij extreme temperaturen van bijvoorbeeld boven de 58°C. Veel micro- en macro-organismen kunnen zich voortbewegen in de bodem en kunnen zich naar een gunstige klimaat in de bodem voortbewegen. Meeste micro- en macro-organismen bevinden zich in de bovenste laag van de bodem (30 – 60 cm) waar ook het meeste organisch materiaal is (Rchiad, et al., 2022).

Conclusie

In Figuur 1-4 is te zien dat hoogste (extreme) stijging van de bodemtemperatuur door de warmteontwikkeling van een hoogspanningskabelverbinding direct rondom het kabelsystem. Gezien het feit dat extreme bodemtemperaturen nadelige effecten op het bodemleven hebben en dat het meeste bodemleven in de bovenlaag van de bodem bevinden is het niet de verwachting dat nadelige effecten op het bodemleven optreden bij een ondergrondse hoogspanningskabelverbinding begraven op 1,8 meter diepte.

3 Referentielijst

Ahl, C., Bremer, J., Löpmann, V., & Redweik, R. (2021). Erdkabel-Trassen: Erste Versuchsfeldergebnisse Reinshof. doi:https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2021.03.05

Alli, A., & Omofunmi, O. (2021). A REVIEW OF SOIL TEMPERATURE UNDER A CONTROLLED IRRIGATION. *Journal of Research in Forestry Wildlife and Environment*, pp. 50-59.

Auswirkungen der Erdverkabelung auf den Pflanzenbau, WD 5 - 3000 - 125/16 (2017). Opgehaald van https://www.bundestag.de/analysen

Barman, P., & Bhattacharya, R. (2015). Survey on the potential impact of high voltage transmission lines on the growth characteristics of plants. *International journal of environmental sciences*, pp. 219-224.

Beretta, G., Mastorgio, A., Pedrali, L., Saponaro, S., & Sezenna, E. (2019). The effects of electric, magnetic and electromagnetic fields on microorganisms in the perspective of bioremediation. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*(18), pp. 29-75.

Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., & Grill, D. (2004). Effects of weak 162\over3 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association*, pp. 638-641.

Kroener, E., Campbell, G., & Bittelli, M. (2017). Estimation of thermal instabilities in soils around underground electrical power cables. *Vadose Zone Journal*, pp. 1-13.

Maffei, M. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in plant science*.

Marschner, B., König, C., & Schröder, S. (2023). Abschätzung der Bodenerwärmungen durch Erdkabel und deren Auswirkungen auf den Humusumsatz. doi:https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2023.02.04

Maziah, M., Ooi, B., Tengku, M., & Sreeremanan, S. (2012). Effects of electromagnetic field of 33 and 275 kV influences on physiological, biochemical and antioxidant system changes of leaf mustard (Brassica chinensis). *African Journal of Biotechnology*, pp. 13016-13029.

Onwuka, B., & Mang, B. (2018). Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Adv. Plants Agric. Res*, pp. 34-37.

Pophof, B., Henschenmacher, B., Kattnig, D., Kuhne, J., Vian, A., & Ziegelberger, G. (2023). Biological Effects of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields from 0 to 100 MHz on Fauna and Flora: Workshop Report. *Health Physics, 124*, pp. 39-52.

Quan, L. F. (2019). Numerical study of heat transfer in underground power cable system. *Energy Procedia*, pp. 5317-5322.

Radhakrishnan, R. (2019). Magnetic field regulates plant functions, growth and enhances tolerance against environmental stresses. *Physiology and Molecular Biology of Plants, 25*(5), pp. 1107-1119.

Rchiad, Z., Dai, M., Hamel, C., Bainard, L., Cade-Menun, B., Terrat, J., & Hijri, M. (2022). Soil depth significantly shifted microbial community structures and functions in a semiarid prairie agroecosystem. *Frontiers in Microbiology*.

Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L., Menegatti, R., Jain, M., & Lui, S. (2020). Magnetic field (MF) applications in plants: An overview. *Plants, 9*(9), p. 1139.

Saunders, R. (2005). Static magnetic fields: animal studies. *Progress in biophysics and molecular biology, 87*(2-3), pp. 225-239.

Uhlig, K., Rücknagel, J., & Macholdt, J. (2023). Heat emission from high voltage direct current (HVDC) underground cables affects crop plants–results from 4 growth phases (GP). *Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, pp. 351-352.

Wessolek, G., & Kersebaum, C. (2020). Bodenkundliche Bewertung der Bodenerwärmung im Bereich der 380-kV Zwischenverkabelung „Henstedt-Ulzburg“ und „Kisdorferwohld“.

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*, pp. 437-442.

Yalcin, F., ÖZDİLEK, Ş., & ALTAŞ, R. (2020). The orientation of earthworms is influenced by magnetic fields. *Turkish Journal of Zoology, 2*(44), pp. 199-208.

Zdyrska, M., Kornarzynski, K., Pietruszewski, S., & Gagos, M. (2016). Stimulation with a 130-mT magnetic field improves growth and biochemical parameters in lupin (Lupinus angustifolius L.). *Turkish Journal of Biology, 40*(3), pp. 699-705.

Zhang, B., Xichen, Y., Huanhuan, L., Jingmin, C., Wang, S., & Shang, P. (2023). Biophysical mechanisms underlying the effects of static magnetic fields on biological systems. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*(177), pp. 14-23.

Zhang, X., Yarema, K., & Xu, A. (2017). Impact of static magnetic field (SMF) on microorganisms, plants and animals. *Biological effects of static magnetic fields*, pp. 133-172.

Zhao, J., Lu, Z., Wang, L., & Jin, B. (2020). Plant responses to heat stress: physiology, transcription, noncoding RNAs, and epigenetics. *International journal of molecular sciences, 22*(1).

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 3

Datum
03-09-2024

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