

Thematische analyse

Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

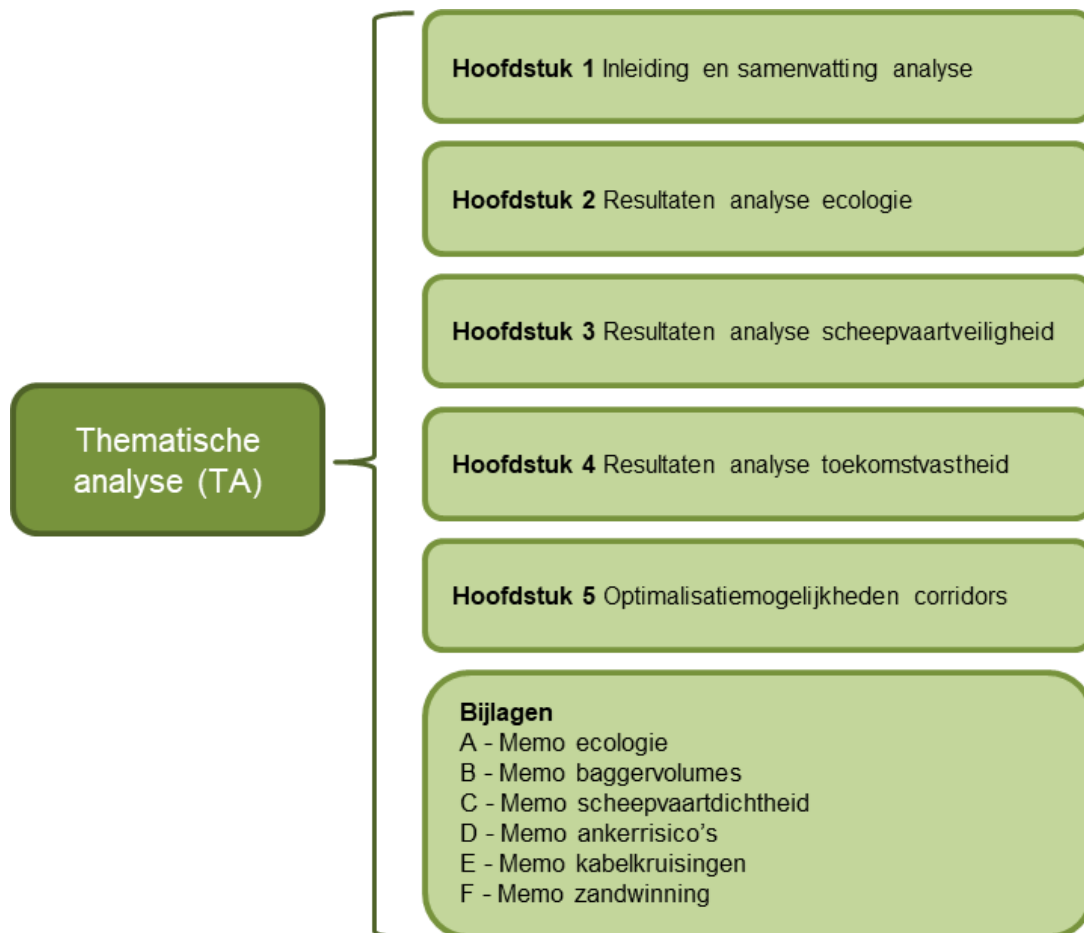
Leeswijzer.....	3
1 Inleiding en samenvatting analyse.....	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Doel thematische analyse	6
1.3 Uitgangssituatie & Methodiek	7
1.4 Corridors en scenario's	8
1.5 Samenvatting en conclusies.....	13
2 Resultaten analyse ecologie.....	21
2.1 Afbakening	21
2.2 Habitataantasting.....	23
2.2.1 Analyse corridors	23
2.2.2 Analyse scenario's.....	25
2.3 Vertroebeling	26
2.3.1 Analyse corridors	26
2.3.2 Analyse scenario's.....	27
2.4 Vermindering doorzicht	28
2.4.1 Analyse corridors	28
2.4.2 Analyse scenario's.....	29
2.5 Verstoring bovenwater	30
2.5.1 Analyse corridors	30
2.5.2 Analyse scenario's.....	31
2.6 Elektromagnetische velden.....	33
2.6.1 Analyse corridors	33
2.6.2 Analyse scenario's.....	33
3 Resultaten analyse scheepvaartveiligheid	35
3.1 Afbakening	35
3.2 Scheepvaarthinder	35
3.2.1 Analyse corridor	35
3.2.2 Analyse scenario's.....	39
3.3 Ankerrisico's en kabelschade	41
3.3.1 Analyse corridor	41
3.3.2 Analyse scenario's.....	43
4 Resultaten analyse toekomstvastheid	44
4.1 Afbakening	44

4.2	Fysieke ruimte.....	44
4.2.1	Analyse corridor	44
4.2.2	Analyse scenario's.....	49
4.3	Toekomstige kruisingen kabels en leidingen	50
4.4	Zandwinning.....	52
4.4.1	Analyse corridor	52
4.4.2	Analyse scenario's.....	53
4.5	Beheer en onderhoud.....	57
4.5.1	Analyse corridor	57
4.5.2	Analyse scenario's.....	58
5	Optimalisatiemogelijkheden corridors	60
5.1.1	West corridor	60
5.1.2	Oost corridor	63
	Colofon.....	67

Leeswijzer

Voor u ligt de thematische analyse voor de toekomstige Net op zee verbindingen uit windenergiegebied 1 en 2. Deze toekomstige netten op zee verbinden windenergiegebied 1 en 2 met het landelijke hoogspanningsnet op land. Deze thematische analyse gaat in op drie (milieu)thema's, namelijk ecologie, scheepvaartveiligheid en toekomstvastheid. Het doel van deze thematische analyse is om voor deze thema's op hoofdlijnen een beeld te krijgen van de voor- en nadelen van verschillende scenario's ten opzichte van elkaar om de verbindingen tussen het windenergiegebied en het hoogspanningsnet op land te realiseren.

De structuur van de thematische analyse is in Figuur 0-1 verbeeld.



Figuur 0-1 Leeswijzer Thematische Analyse

1 Inleiding en samenvatting analyse

1.1 Aanleiding

Samen met de reeds gerealiseerde windparken uit de Routekaart windenergie op zee 2023, is er op grond van eerdere kabinetsbesluiten en het Klimaatakkoord in de huidige Routekaart windenergie op zee 2030¹ in totaal 10,8 Gigawatt (GW) aan operationele windcapaciteit in voorbereiding voor het jaar 2030.

Meerdere recente ontwikkelingen maken de realisatie en aansluiting van extra windenergie op zee voor 2030 noodzakelijk (versnellingsopgave). Dit zijn onder meer:

- In 2020 is gebleken dat de huidige plannen niet genoeg opleveren om de Nederlandse doelstelling uit het Klimaatakkoord voor windenergie op zee in 2030 te halen. Voor het bereiken van 49% CO₂-reductie in 2030 is er nog een tekort van 0,7 GW.
- Industriële clusters laten in hun verduurzamingsopgave een toegenomen behoefte aan elektrificatie zien. De vraag naar duurzame elektriciteit wordt daardoor hoger dan eerder werd verwacht.
- De Europese Unie heeft het CO₂-reductiedoel in april 2021 opgehoogd van 40% naar 55% reductie van CO₂-uitstoot ten opzichte van de uitstoot in 1990.
- In het coalitieakkoord (15 december 2021) wordt ingezet op in elk geval 55% CO₂-emissiereductie voor 2030 (nu 49%). Ondertussen wil het kabinet beleid voeren op 60% emissiereductie in 2030. Het coalitieakkoord zet in op extra wind op zee.

Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave² is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO₂-reductie te kunnen behalen. Aansluitend hierop verzoekt de motie-Boucke³ het kabinet om in 2021 minimaal ruimte voor 10 GW aan te wijzen, bedoeld voor windenergie op zee. Het doel op de lange termijn is dat de Nederlandse energievoorziening in 2050 geheel CO₂-neutraal is. Volgens scenario's van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)⁴ is daarvoor 38 tot 72 GW windenergie op zee nodig.

Er is tot en met 2030 extra ruimte nodig voor 10,7 GW windenergie op zee. Deze bestaat uit het invullen van het tekort van 0,7 GW voor het bereiken van 49% CO₂-reductie in 2030 en 10 GW die nodig is voor het bereiken van 55% CO₂-reductie in 2030. Op 9 november 2021 is het Aanvullend ontwerp Programma Noordzee (PNZ)⁵ gepubliceerd waarin nieuwe windenergiegebieden (waaronder gebied 1 en 2) worden aangewezen en de gebieden IJmuiden Ver (noord) en het zuidelijk deel van Hollandse Kust (west) zijn herbevestigd als aangewezen windenergiegebied (Zie

¹ Voor Routekaart Windenergie op zee 2030, zie:

https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2018Z05409&did=2018D21716

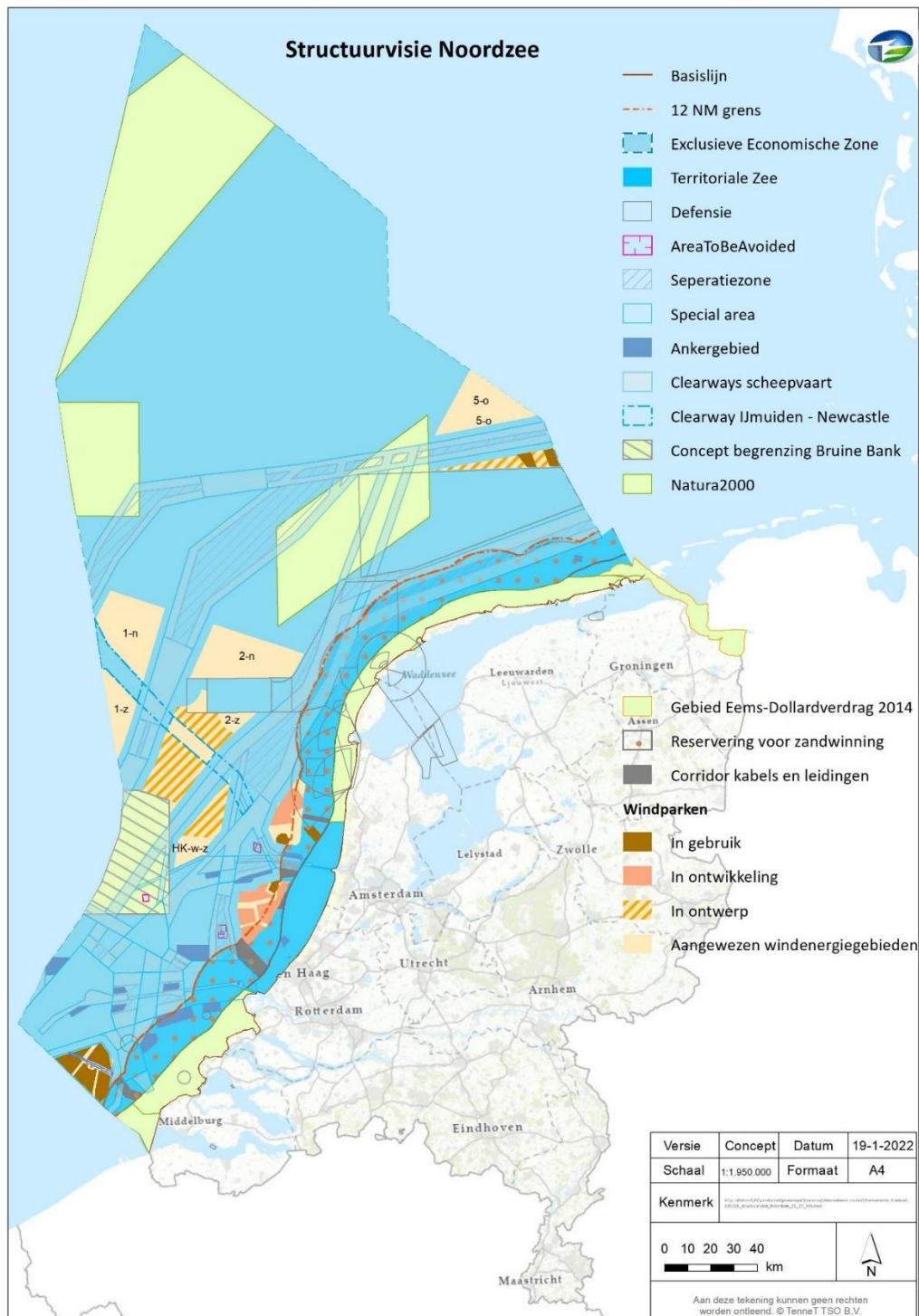
² Advies Stuurgroep Extra Opgave, kamerstukken II 2020-21, 32 813, nr. 683.

³ Kamerstukken II 2020-21, 35 668, nr. 21.

⁴ Klimaatneutrale energienscenario's 2050: Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuurverkenning 2030-2050. Berenschot & Kalavasta, 2020.

⁵ Het Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee 2022-2027 heeft van 9 november tot en met 20 december 2021 ter inzage gelegen, zie: <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/kennisgeving-aanvullend-ontwerp-programma-noordzee/>

Figuur 1-1). Naar verwachting wordt in maart 2022 het Programma Noordzee 2022-2027 als bijlage bij het Nationaal Water Programma 2022-2027 definitief vastgesteld.⁶



Figuur 1-1 Structuurvisiekaart Noordzee (Bron: TenneT, gebaseerd op Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee)

⁶ Het PNZ geeft ook zoekgebieden aan voor de opgave om ná 2030 windenergie op zee verder te ontwikkelen. Uitgangspunt hierbij is het minimumscenario van 38 GW van het PBL. Dit betekent dat na 2030 ruimte nodig is voor 17 GW (bovenop de 10,8 en 10,7 GW). Voor het aanwijzen van deze toekomstige windenergiegebieden wordt het Programma Noordzee 2022-2027 ná de definitieve vaststelling in maart 2022 partiel herzien.

Nieuwe aansluitingen op land: verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ)

Extra windenergie op zee betekent ook extra aansluitingen op land. In de Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) wordt samen met betrokkenen onderzocht wat kansrijke opties voor aansluitingen tussen windgebieden en aansluitlocaties op land zouden kunnen zijn. De VAWOZ heeft betrekking op twee perioden, die aansluitend op elkaar worden uitgevoerd:

- VAWOZ 2030 met de mogelijkheden voor extra aansluitingen in de periode tot en met 2030.
- VAWOZ 2031-2040, met de mogelijkheden voor aansluitingen in de periode van 2031 tot 2040.

Het doel van VAWOZ 2030⁷ is om te bepalen welke locaties kansrijk zijn voor de aanlanding van extra vermogen windenergie uiterlijk in het jaar 2030. Dit kan betekenen dat een tracéoptie niet kansrijk is voor de periode tot en met 2030 (onder andere planning, uitvoerbaarheid huidige technieken), maar dat deze in de periode 2031-2040 wel kansrijk is. De kans op realisatie uiterlijk in 2030 (of voor eind 2030) is voor VAWOZ 2030 een belangrijk aspect. De verkenning brengt de kansen en knelpunten in beeld voor de verschillende tracéopties tussen de windenergiegebieden en aansluitlocaties.

In de kamerbrief van 2 december 2021⁸ is het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedures voor het aan land brengen van windenergie door middel van stroomkabels vanuit de in het aanvullend ontwerp Programma Noordzee aangewezen windenergiegebieden. Twee van deze windenergiegebieden zijn Windenergiegebied 1 (1 zuid en 1 noord) en Windenergiegebied 2 (2 zuid en 2 noord) (zie Figuur 1-1). Voor Net op zee Extra verbinding Sloegebied⁹ en Net op zee Derde 2GW-verbinding Maasvlakte¹⁰ zijn het voornemen en participatievoorstel reeds beschikbaar. In deze thematische analyse wordt ingegaan op verschillende scenario's om de windenergiegebieden te verbinden met het landelijk hoogspanningsnet. De scenario's worden in paragraaf 1.4 geschetst.

1.2 Doel thematische analyse

Het doel van deze thematische analyse is om op hoofdlijnen een beeld te krijgen van de voor- en nadelen van verschillende scenario's ten opzichte van elkaar om de verbindingen tussen het windenergiegebied en het hoogspanningsnetwerk op land te realiseren. Hiervoor wordt op project overstijgend niveau informatie aangeleverd ter aanvulling op VAWOZ 2030. De informatie uit de thematische analyse wordt, waar van toepassing, meegenomen in de procedures van de individuele projecten.

In deze thematische analyse wordt ingegaan op drie (milieu)thema's, namelijk ecologie, scheepvaart en toekomstvastheid. Aan de hand van deze thema's worden drie corridors (west, midden, oost) voor mogelijke verbindingen geanalyseerd. Vervolgens wordt ingegaan op de beoordeling van drie

⁷ Voor VAWOZ 2030, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/verkenning-aanlanding-wind-op-zee-vawoz>

⁸ Voor Kamerbrief over verkenning aanlanding wind op zee 2030, zie: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/12/02/kamerbrief-over-verkenning-aanlanding-wind-op-zee-2030-vawoz>

⁹ Voor Voornemen en participatievoorstel Net op zee Extra verbinding Sloegebied, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-extra-verbinding-sloegebied>

¹⁰ Voor Voornemen en participatievoorstel Net op zee Derde 2GW-verbinding Maasvlakte, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-derde-2-gw-verbinding-maasvlakte>

scenario's, waarbij wordt gevarieerd in het aantal verbindingen per corridor. De resultaten van deze thematische analyse worden gebruikt voor de offshore surveys, aanbestedingen van kabels en platforms en voor de m.e.r.-procedures en integrale afweging voor individuele verbindingen. In Tabel 1-1 worden de gehanteerde begrippen toegelicht.

Tabel 1-1 Begrippenlijst

Begrip	Toelichting
Windenergiegebied	Gebied op zee dat door de Rijksoverheid is aangewezen voor de ontwikkeling van windenergie. Een windenergiegebied bestaat uit kavels.
Windpark	Een windpark is onderdeel van een windenergiegebied. In een kavelbesluit staat waar een windpark binnen het windenergiegebied gebouwd mag worden en onder welke voorwaarden.
Net op zee & verbinding	Aansluiting van windenergiegebieden op zee op het landelijk hoogspanningsnet en transport van de windenergie naar het landelijk hoogspanningsnet. Dit transport gaat via een kabelverbinding die Net op zee of verbinding wordt genoemd.
Corridor	Een zone waarbinnen meerdere kabeltracés gerealiseerd kunnen worden die de windenergiegebieden verbinden met het landelijk hoogspanningsnet. Voor de thematische analyse zijn er drie corridors: west, midden en oost.
Scenario's	Verschillende combinaties van tracéopties door corridors.
Tracéoptie	De mogelijke ligging van het kabeltracé.
Kabeltracé	De route van een kabelconfiguratie binnen een corridor. Een kabelconfiguratie bestaat uit 4 kabels, namelijk een pluspool, minpool, glasvezelkabel en metallic return (MR)

1.3 Uitgangssituatie & Methodiek

Om de scenario's met elkaar te kunnen vergelijken worden bij de analyse van ecologie, scheepvaart en toekomstvastheid de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worden meegenomen als autonome ontwikkeling. De ontwerpbesluiten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha¹¹ en Beta¹² zijn respectievelijk in januari 2022 en december 2021 gepubliceerd. De definitieve NRD en het voorkeustracé voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is in december 2021 vastgesteld.
- Verbindingen worden aangelegd in een (1x4)-kabelconfiguratie of een (2x2)-kabelconfiguratie (zie Figuur 1-2). De (1x4)-kabelconfiguratie wordt als uitgangspunt voor het onderzoek gehanteerd. Indien een (2x2)-kabelconfiguratie voor nadeligere effecten zorgt, wordt dit besproken bij het desbetreffende deelaspect. Voor de deelaspecten waar dit niet beschreven wordt, geldt dat het aanleggen van een (2x2)-kabelconfiguratie mogelijk is, zonder dat er meer nadelige effecten optreden dan bij de aanleg van een (1x4)-kabelconfiguratie.
- De tracés op zee (offshore) worden geanalyseerd. Landtracés en binnenwateren, zoals het Veerse Meer en Haringvliet worden niet meegenomen.

¹¹ Voor ontwerpbesluiten Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha>

¹² Voor ontwerpbesluiten Net op zee IJmuiden Ver Beta, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta>



Figuur 1-2 525kV-gelijkstroomkabels op zee in (1x4)-kabelconfiguratie (links) en (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

De analyse van de thema’s ecologie, scheepvaart en toekomstvastheid vindt plaats op basis van expert judgement, die voornamelijk kwalitatief van aard is. Hiervoor worden de achterliggende bijlagen en bestaande informatie uit de MER’en van Net op zee IJmuiden Ver Alpha¹³, Beta¹⁴ en Gamma¹⁵ gebruikt. Er zijn geen (nieuwe) modelberekeningen uitgevoerd voor de thematische analyse. Scenario’s worden ten opzichte van elkaar beoordeeld en vergeleken door middel van een beoordelingsschaal zoals weergegeven in Tabel 1-2. Wanneer scenario’s gelijkwaardig beoordeeld worden, kunnen deze dezelfde beoordeling krijgen. Bij de beoordeling wordt ook gekeken naar cumulatie wanneer effecten elkaar in de tijd of ruimtelijk versterken.

Tabel 1-2 Beoordelingsschaal

Beoordeling	Oordeel ten opzichte van andere scenario’s
X	Het scenario wordt het best of minst negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario’s.
XX	Het scenario wordt het op een na best of op een na minst negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario’s.
XXX	Het scenario wordt het minst positief of meest negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario’s.

1.4 Corridors en scenario’s

In de thematische analyse wordt gesproken over corridors en scenario’s. In deze paragraaf worden beide toegelicht.

Corridors

In deze thematische analyse wordt voor ieder thema als eerste de corridor geanalyseerd waar de verbindingen in de scenario’s doorheen lopen. Vervolgens wordt ingegaan op de drie scenario’s, waarbij gevarieerd wordt met het aantal verbindingen per corridor. De drie corridors worden west, midden en oost genoemd. De midden corridor, waar ook Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worden aangelegd, is verder gedetailleerd dan de west en oost corridor. Reden hiervoor is dat bij de midden corridor veel onderzoek is uitgevoerd in het kader van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Ook is er veel afstemming geweest met bevoegde gezagen en autoriteiten

¹³ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha-fase-1>

¹⁴ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta-fase-1>

¹⁵ Voor de stand van zaken van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-gamma>

over de ligging van de midden corridor. Deze onderzoeken en afstemming hebben geleid tot meerdere optimalisaties van de midden corridor. Voor de west en oost corridor hebben deze optimalisaties nog niet plaatsgevonden. In hoofdstuk 5 worden enkele optimalisatiemogelijkheden van de west en oost corridor beschreven en eventuele gevolgen voor de effectbeoordeling van deelaspecten.

Scenario's

De begin- en eindpunten van iedere verbinding liggen per scenario vast. Deze begin- en eindpunten zijn weergegeven in Tabel 1-3. De corridor via waar de verbindingen van begin- naar eindpunt gaan variëren per scenario. In Tabel 1-3 is opgenomen voor iedere verbinding door welke corridor ze gaan per scenario en wat per verbinding het worst-case uitgangspunt is voor start aanleg om eventuele cumulerende effecten te bepalen. Een overzicht van de scenario's en de hoeveelheid verbindingen per corridor is weergegeven in Tabel 1-4. Na deze tabellen wordt ieder scenario toegelicht en weergegeven op kaart.

Tabel 1-3 Informatie per verbinding

Begin- en eindpunt per verbinding			Corridor per scenario			Start aanleg ¹⁶
Nummer	Van	Naar	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	
1	IJmuiden Ver Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden	2024
2	IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden	2024
3	IJmuiden Ver Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden	2024
4	Windenergiegebied 1	Sloegebied	Midden	West	West	2025
5	Windenergiegebied 1	Maasvlakte	Midden	West	West	2025
6	Windenergiegebied 1	Geertruidenberg	Midden	West	West	2026
7 ¹⁷	Windenergiegebied 2	Zuid-Holland	Midden	Midden	Oost	2026
8 ¹⁷	Windenergiegebied 2	Zeeland	Midden	Midden	Oost	2026

Tabel 1-4 Aantal verbindingen per scenario

Scenario's ▼ Corridors ►	West	Midden	Oost
Scenario 1 (0-8-0)	0	8 (waarvan 3 IJmuiden Ver)	0
Scenario 2 (3-5-0)	3	5 (waarvan 3 IJmuiden Ver)	0
Scenario 3 (3-3-2)	3	3 (enkel IJmuiden Ver)	2

¹⁶ Het uitgangspunt in deze thematische analyse is dat de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma reeds gerealiseerd zijn bij aanvang van aanleg van de andere verbindingen.

¹⁷ Verbinding 7 en 8 maken geen onderdeel uit van de opgave voor aansluiting van windenergie 2030.

Scenario 1 (0-8-0)

In scenario 1 worden alle acht verbindingen door de midden corridor gelegd. Er gaan geen verbindingen door de west en oost corridor. Dit is weergegeven in Figuur 1-3. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 1 (0-8-0)”.



Figuur 1-3 Scenario 1 (0-8-0)

Scenario 2 (3-5-0)

In scenario 2 gaan drie verbindingen via de west corridor richting het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 4, 5 en 6. Verbinding 5 en 6 volgen voor een groot deel de west corridor, maar steken ten zuiden van het Natura 2000-gebied Bruine Bank over naar de midden corridor. Vervolgens gaat verbinding 5 naar de Maasvlakte en verbinding 6 naar Geertruidenberg. Verbinding 4 gaat via de west corridor zuidwaarts richting Sloegebied. De overige vijf verbindingen (1, 2, 3, 7 en 8) gaan geheel door de midden corridor. Dit is weergegeven in Figuur 1-4. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 2 (3-5-0)”.



Figuur 1-4 Scenario 2 (3-5-0)

Scenario 3 (3-3-2)

In scenario 3 gaan drie verbindingen via de west corridor richting het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 4, 5 en 6. Verbinding 5 en 6 volgen voor een groot deel de west corridor, maar steken ten zuiden van het Natura 2000-gebied Bruine Bank over naar de midden corridor. Vervolgens gaat verbinding 5 naar de Maasvlakte en verbinding 6 naar Geertruidenberg. Ten noorden van deze overstek gaan er drie verbindingen door de midden corridor, namelijk verbinding 1, 2 en 3. Via de oostelijke corridor lopen de overige twee verbindingen van windenergiegebied 2 naar het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 7 en 8. Dit is weergegeven in Figuur 1-5. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 3 (3-3-2)”.



Figuur 1-5 Scenario 3 (3-3-2)

1.5 Samenvatting en conclusies

Een samenvatting van de resultaten van de vergelijking van de scenario's is weergegeven in Tabel 1-5. Hierin is de effectduur aangegeven en een toelichting op het detailniveau en eventuele kennisleemten. Vervolgens wordt in Tabel 1-6 een samenvatting gegeven van de effecten die veranderen als gevolg van een optimalisatie van de west corridor (zie Hoofdstuk 5). Na de tabellen wordt voor ieder (milieu)thema een korte samenvatting gegeven. Een uitgebreidere toelichting van de resultaten van de analyse is te vinden in Hoofdstuk 2 (ecologie), Hoofdstuk 3 (scheepvaartveiligheid) en Hoofdstuk 4 (toekomstvastheid). De mogelijkheden voor optimalisatie van de corridors worden beschreven in Hoofdstuk 5 (optimalisatiemogelijkheden).

Tabel 1-5 Samenvatting beoordeling scenario's

	Effectduur (permanent/ tijdelijk)	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)	Detailniveau en kennisleemte
Ecologie					
Habitataantasting	Tijdelijk (Worst-case 5 jr./verbinding)	X	XX	XXX	Meer detail aan de orde in MER en Pb
Vertroebeling	Tijdelijk (ca. 1 week)	X	X	XXX	Meer detail aan de orde in MER en Pb
Vermindering van doorzicht	Tijdelijk (ca. 1 week)	X	XX	XXX	Meer detail aan de orde in MER en Pb
Verstoring bovenwater	Tijdelijk	X	XX	XXX	Meer detail aan de orde in MER en Pb
Elektromagnetische velden – Bundeling EMV's	Permanent	XXX	XX	X	Kennis ontbreekt voor duidelijke conclusie*
Elektromagnetische velden – Verspreiding EMV's	Permanent	X	XX	XXX	Kennis ontbreekt voor duidelijke conclusie*
Scheepvaartveiligheid					
Scheepvaarthinder	Beide	X	XX	XXX	Meer detail aan de orde in RBBD **
Ankerrisico's en kabelschade	Permanent	X	XX	XXX	Meer detail aan de orde in RBBD
Toekomstvastheid					
Fysieke ruimte	Permanent	X	XX	XXX	N.v.t.
Toekomstige kruisingen kabels en leidingen	Permanent	X	X	X	N.v.t.
Zandwinning	Permanent	X	XXX	XXX	Meer detail aan de orde in MER en Pb
Beheer & onderhoud	Beide	X	XX	XXX	N.v.t.

* Voor elektromagnetische velden wordt aanvullend een expertsessie georganiseerd om te waarborgen dat bij de keuze rekening is gehouden met de meest recente kennis en inzichten.

** Voor scheepvaarthinder wordt aanvullend een expertsessie georganiseerd over het menselijke aspect, zoals hoe nautici omgaan met (nood)ankeren in relatie tot de aanwezigheid van (parallele) verbindingen. Resultaten van deze expertsessie vormen input voor de individuele procedures van toekomstige verbindingen.

Tabel 1-6 Optimalisatie west corridor – vermijden Maas Junction

Scenario's	Effectduur (permanent/ tijdelijk)	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)	Detailniveau en kennisleemte
Scheepvaarthinder – met optimalisatie	Beide	X	X	XX	Meer detail aan de orde in RBBD
Zandwinning – met optimalisatie	Permanent	X	X	XX	Meer detail aan de orde in MER en Pb

Ecologie

Bij het thema ecologie zijn scenario's met elkaar vergeleken voor de deelaspecten habitataantasting, vertroebeling, vermindering van doorzicht, verstoring bovenwater en elektromagnetische velden. De resultaten worden hieronder per deelaspect samengevat. Ook wordt indien relevant voor een deelaspect ingegaan op de gevolgen van een eventuele optimalisatie van de west en oost corridor voor de vergelijking tussen scenario's.

Habitataantasting

Habitataantasting kan als gevolg van de aanleg van de verschillende verbindingen mogelijk een tijdelijk negatieve invloed hebben op de bodem en de daarin levende dieren. Bij de vergelijking tussen scenario's wordt scenario 1 het best beoordeeld voor habitataantasting, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Reden hiervoor is dat in scenario 1 habitataantasting wordt beperkt tot één gebied, namelijk de midden corridor. Wel worden er acht verbindingen in de midden corridor aangelegd, waardoor de bodem in deze corridor herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt waardoor het effect over langere tijd merkbaar is (ca. 8 jaar). Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2. Bij scenario 2 gaan er naast verbindingen door de midden corridor ook verbindingen door de west corridor waardoor extra habitat aangetast wordt dat in scenario 1 onaangetast blijft. De duur van het effect in de midden corridor is in scenario 2 vergelijkbaar met de duur in scenario 1 door de planning van aanleg (ca. 8 jaar). In de west corridor is de duur van het effect worst-case ca. 7 jaar in scenario 2. Tot slot wordt scenario 3 als minst positieve scenario beoordeeld, omdat hier ten opzichte van de andere scenario's ook de oost corridor wordt aangetast. De effectduur in de midden corridor is in scenario 3 twee jaar korter dan in scenario 1 en 2 (ca. 6 jaar), maar aanvullend duurt het ca. 6 jaar voordat de bodemfauna is hersteld in de oost corridor. Daarnaast is er in scenario 3 ook habitataantasting in de west corridor (ca. 7 jaar).

Vertroebeling

Bij de aanleg van de verbindingen wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waarbij sediment in de waterkolom verspreid wordt en dus vertroebeling ontstaat. vertroebeling in de waterkolom kan ertoe leiden dat filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd en dat trekvisen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Voor het deelaspect vertroebeling worden scenario 1 en 2 vergelijkbaar beoordeeld, gevolgd door scenario 3 welke als meest negatief wordt beoordeeld vanwege een mogelijk negatief effect op (trek)visen langs de kust van Zuid-Holland. Het mogelijke negatieve effect in scenario 3 wordt veroorzaakt door het aanleggen van verbindingen in de oost corridor, die geen onderdeel uitmaken van de andere scenario's. De slibwolk die ontstaat in Natura 2000-gebied Bruine Bank in scenario 2 en 3 levert geen onderscheidende effecten op, omdat hier geen natuurwaarden aanwezig zijn die last hebben van vertroebeling, anders dan zichtjagende vogels (zie paragraaf 2.4). Ook is er geen groot onderscheid in baggervolumes tussen de scenario's (< 10% verschil). Dat betekent dat scenario 1 en 2 niet leiden tot grote onderscheidende effecten.

Vermindering van doorzicht

Vermindering van doorzicht is een tijdelijk effect wat ontstaat door de slibwolk als gevolg van de aanleg van verbindingen. Vermindering van doorzicht kan tijdelijke negatieve effecten hebben op zichtjagende vogels die foerageren aan het wateroppervlak of op licht-gelimiteerde primaire productie (de basis van de voedselketen).

Voor het deelaspect vermindering van doorzicht wordt scenario 1 als best beoordeeld, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Vermindering van doorzicht vindt in alle gevallen plaats in Natura 2000-gebied Voordelta en is zodoende niet onderscheidend. Dit betekent dat alleen de slibwolken in Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en langs de Zuid-Hollandse kust van belang zijn bij de vergelijking, omdat ze het vangsucces van vogels beïnvloeden. Aangezien scenario 3 kan leiden tot een slibwolk in zowel Natura 2000-gebied Bruine Bank als Noordzeekustzone, wordt deze negatiever beoordeeld dan scenario 2. Bij scenario 2 is namelijk alleen sprake van een slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank. In scenario 3 is daarnaast langs de kust primaire productie licht-gelimiteerd, waardoor de slibwolk mogelijk een effect heeft op primaire productie. In scenario 1 is de verwachting dat er, aanvullend op de Voordelta, geen slibwolk ontstaat in Natura 2000-gebieden.

Verstoring bovenwater

Bij het deelaspect verstoring bovenwater wordt de tijdelijke verstoring van vogelsoorten als gevolg van het aanleggen van de verbindingen vergeleken bij de scenario's. Als worst-case verstoringscontour om het aanlegschip wordt 1.600 m aangehouden. Bij alle corridors vindt verstoring plaats in Natura 2000-gebied Voordelta, wat betekent dat verstoring in dit specifieke gebied niet onderscheidend is voor de corridors en scenario's.

Voor het deelaspect verstoring bovenwater komt scenario 1 als meest gunstige uit de vergelijking, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Scenario 1 komt het meest gunstig uit de vergelijking doordat de werkzaamheden enkel in de midden corridor voorkomen, waardoor grote delen van het leefgebied van vogels niet worden overlapt. Ook vindt in dit scenario de minste verstoring plaats in de Bruine Bank, een belangrijke ruillocatie voor verschillende vogelsoorten. In scenario 2 en 3 vindt er meer verstoring op de Bruine Bank plaats, doordat in beide scenario's drie verbindingen door de west corridor gaan, welke dwars door de Bruine Bank loopt. Scenario 2 en 3 verschillen van elkaar doordat scenario 3 additioneel gebruik maakt van de oost corridor, waardoor extra leefgebied van enkele soorten overlapt wordt. Er vindt in scenario 3 in totaal wel minder verstoring plaats aan de grenzen van de Bruine Bank, doordat er twee verbindingen minder door de midden corridor gaan. Desalniettemin blijven er in scenario 3, drie verbindingen door de west corridor en drie door de midden corridor aanwezig, waardoor de Bruine Bank al met een flink aandeel van de bovenwaterverstoring te maken krijgt. Aanvullend wordt in scenario 3 dus leefgebied rond de oost corridor belast. Scenario 3 wordt daarom uiteindelijk negatiever beoordeeld dan scenario 2. De verschillen zijn echter klein. Scenario 3 is daarmee het scenario waarbij de meest negatieve effecten van bovenwater verstoring worden verwacht.

Het optimaliseren van de oost corridor kan ertoe leiden dat de negatieve effecten voor het deelaspect verstoring bovenwater minder zijn in scenario 3, maar leidt niet tot een ander resultaat van de vergelijking (zie hoofdstuk 5). Hetzelfde geldt voor gewinning door de aanleg van tracés nabij bestaande scheepsvaartroutes. Op enkele locaties is een lagere mate van gewinning te verwachten door een lokale, relatief lage scheepvaart intensiteit. Dit speelde ook geen doorslaggevende rol in de overkoepelende effectbepaling.

Elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen mogelijk een (permanent) effect hebben op zeezoogdieren, haaien, roggen en ongewervelden. Uit de magneetveldstudies voor netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta blijkt dat het magneetveld van een kabelsysteem van zowel een (1x4)-

kabelconfiguratie als een (2x2)-kabelconfiguratie niet tot aan het wateroppervlak komt. Ook blijkt dat de veldsterkte verticaal iets zwakker wordt op grotere hoogte als er meerdere verbindingen bij elkaar liggen. Dit geeft waarschijnlijk geen significant verschil. Wel zal het uiteindelijke veld bij meerdere verbindingen lokaal in één corridor groter zijn, aangezien er meerdere velden naast elkaar liggen.

Op dit moment is er geen duidelijke onderbouwing of er bij spreiding over meerdere corridors of bundeling in één corridor van elektromagnetische velden de minste effecten optreden. Indien bundeling leidt tot negatievere effecten, dan wordt scenario 3 als best beoordeeld, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 1. Indien verspreiding leidt tot negatievere effecten, dan is dit omgekeerd. Dat betekent dat er op dit moment geen duidelijke conclusie kan worden getrokken in welke scenario's elektromagnetische velden het grootste effect veroorzaken. Om te waarborgen dat de meest recente kennis en inzichten worden betrokken bij de effectbeoordeling wordt een expertsessie georganiseerd. De resultaten van deze expertsessie worden meegenomen in de effectbeoordelingen en procedures van toekomstige verbindingen.

Omdat er op dit moment geen duidelijk onderscheid kan worden gemaakt, kan dit deelaspect niet worden gebruikt als informatie in de afweging tussen scenario's. Dit is weergegeven in Tabel 1-5.

Scheepvaartveiligheid

Bij het thema scheepvaartveiligheid zijn scenario's met elkaar vergeleken voor de deelaspecten scheepvaarthinder, ankerrisico's en kabelschade. De resultaten worden hieronder per deelaspect samengevat. Ook wordt per deelaspect ingegaan op de gevolgen van een eventuele optimalisatie van de west en oost corridor voor de vergelijking tussen scenario's.

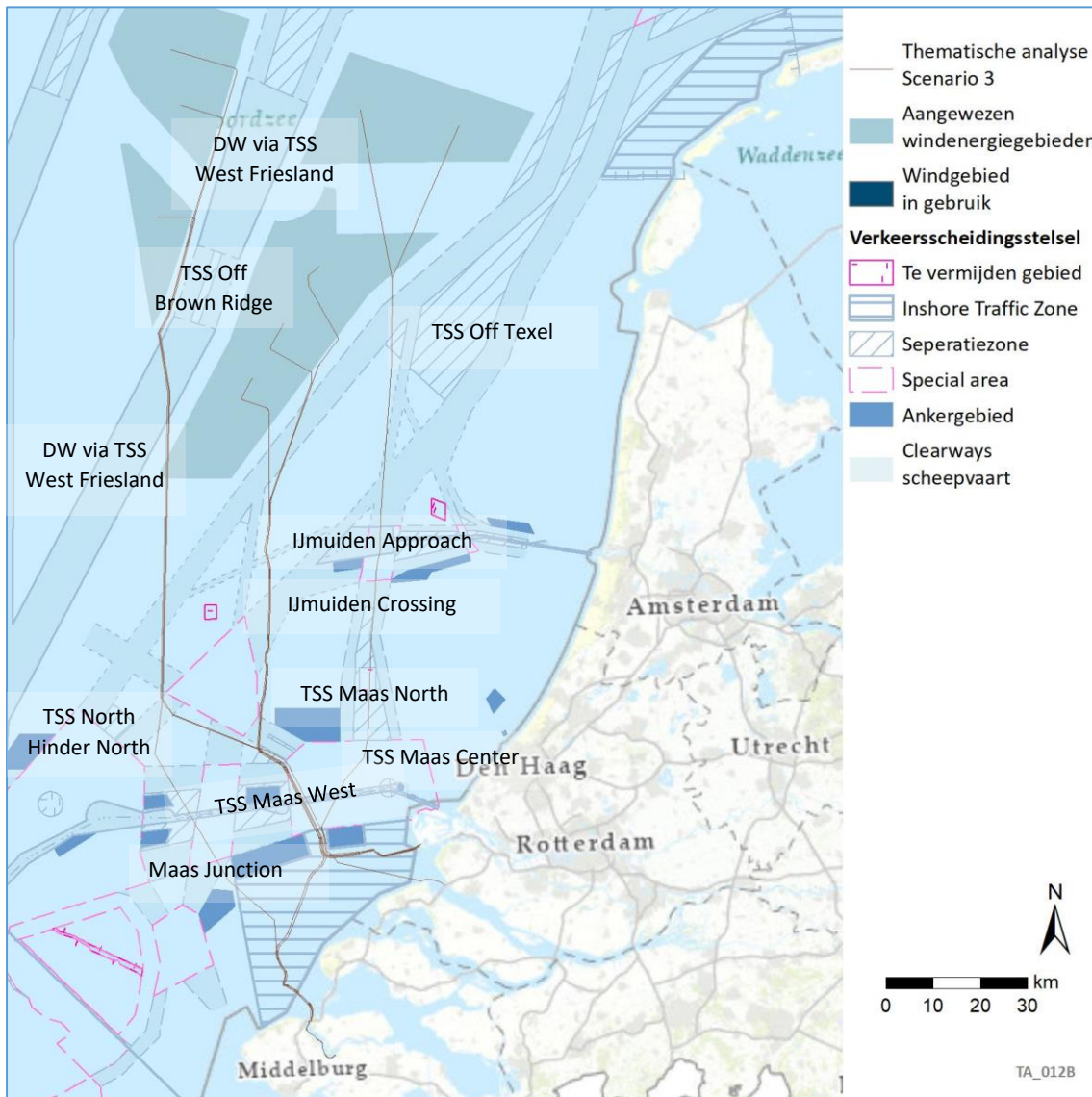
Scheepvaarthinder

Bij scheepvaarthinder gaat het om het effect van de kabels op scheepvaart. Voorbeelden hiervan zijn hinder in de aanlegfase (tijdelijk), bij een onderhoudssituatie (tijdelijk) en permanente effecten zoals gedragsverandering. Het (nood)ankeren nabij kabels is namelijk niet wenselijk vanuit scheepvaart perspectief. Om het effect van de kabels op de scheepvaart te bepalen is gekeken naar de ligging van de verbindingen in relatie tot de scheepvaardichtheid. Aanvullend wordt voor scheepvaarthinder een expertsessie georganiseerd over het menselijke aspect, zoals gedragsverandering als gevolg van de ligging van verbindingen ten opzichte van scheepvaartroutes. Resultaten van deze expertsessie vormen input voor de effectbeoordelingen en procedures van toekomstige verbindingen.

Samenvattend wordt scenario 1 als best beoordeeld voor scheepvaarthinder, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Bij scenario 1 kruisen de verbindingen door de midden corridor scheepvaartroutes waar geen sprake is van kruisend scheepvaartverkeer, zoals wel het geval is bij Maas Junction of Maas Center (zie Figuur 1-6). Gebieden met een hoge scheepvaardichtheid worden hoofdzakelijk vermeden. Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2, omdat hier verbindingen door het Maas Junction gebied liggen. Tot slot eindigt scenario 3 op de laatste plaats, omdat daar Maas Junction, Maas Center en IJmuiden Approach gekruist worden. Dit is samengevat in Tabel 1-5.

Wel zijn er voor de west corridor optimalisatiemogelijkheden om het Maas Junction gebied te vermijden (zie paragraaf 5.1.1 en Tabel 1-6). Verbinding 4 en 6 kunnen namelijk parallel aan verbinding 5 oversteken van de west naar de midden corridor, waarna ze via de midden corridor in zuidelijke richting naar Zeeland gaan. Deze optimalisatie leidt er toe dat scenario 1 en 2 vergelijkbaar worden beoordeeld. Scenario 3 wordt wel nog steeds slechter beoordeeld, door de ligging van de

verbindingen in de oost corridor door Maas Center en IJmuiden Approach. Ook optimalisaties van de oost corridor leiden niet tot wijzigingen in de vergelijking (zie paragraaf 5.1.2). Na optimalisatie van de oost corridor gaan verbindingen nog steeds door de gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid en het aantal kruisingen van scheepvaartroutes neemt nauwelijks af.



Figuur 1-6 Ligging van corridors ten opzichte van scheepvaartroutes

Ankerrisico's en kabelschade

Bij het deelaspect ankerrisico's en kabelschade wordt ingegaan op de kans op kabelschade als gevolg van externe factoren, zoals ankeren en het zinken van een schip.

Voor het deelaspect ankerrisico's en kabelschade geldt dat wanneer meerdere verbindingen parallel in de strook naast de scheepvaartroute liggen (scenario 1), de totale kans op schade aan één van deze verbindingen door externe factoren groter is, dan wanneer er minder verbindingen parallel liggen (scenario 2 en 3). Echter, wanneer de verbindingen verspreid liggen over meerdere corridors (scenario 2 en 3), dan varen er meer verschillende schepen langs de verbindingen. Dat heeft geen effect op de individuele faalkans per verbinding, maar wel op de totale meervoudige faalkans. Vanuit dat oogpunt neemt de meervoudige kans op ongewenst contact tussen scheepvaart en een

verbinding toe. Het aanleggen van meerdere verbindingen in de midden corridor (scenario 1) levert een kleinere meervoudige faalkans op schade aan de kabels door scheepvaart, dan het verspreiden van de verbindingen over twee corridors (scenario 2) of drie corridors (scenario 3). Dat betekent dat scenario 1 het best wordt beoordeeld, vervolgens scenario 2 en tot slot scenario 3. Dit is samengevat in Tabel 1-5.

Het optimaliseren van de west corridor om het Maas Junction gebied te vermijden (zie paragraaf 5.1.1), leidt ertoe dat er meer verbindingen parallel liggen. Dit is positief in het kader van ankerrisico's en kabelschade, omdat de totale meervoudige faalkans afneemt. Echter wijzigt de vergelijking van de scenario's niet, omdat er in scenario 2 ook na optimalisatie nog steeds verbindingen verspreid liggen over meerdere corridors.

Toekomstvastheid

Bij het thema toekomstvastheid zijn scenario's met elkaar vergeleken voor de deelaspecten fysieke ruimte, toekomstige kabels en leidingen, zandwinning en beheer en onderhoud. De resultaten worden hieronder per deelaspect samengevat.

Fysieke ruimte

Bij dit deelaspect wordt bekeken of het fysiek ruimtelijk mogelijk is om meerdere verbindingen parallel aan te leggen door een corridor. De analyse van de fysieke ruimte gebeurt aan de hand van meerdere traceringsuitgangspunten, die zijn opgesomd in paragraaf 4.2.1.

Voor het deelaspect fysieke ruimte wordt scenario 1 als best beoordeeld, omdat het mogelijk is door de midden corridor acht verbindingen aan te leggen die voldoen aan alle traceringsuitgangspunten en omdat er het best voldaan wordt aan het traceringsuitgangspunt van efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee (worst-case corridorbreedte van 2.400 meter). Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2 waarbij niet wordt voldaan aan het traceringsuitgangspunt om buiten de Bruine Bank te blijven en sprake is van een totale worst-case corridorbreedte van 3.600 meter. Tot slot wordt scenario 3 als meest negatief beoordeeld, omdat hier aan twee traceringsuitgangspunten niet wordt voldaan en sprake is van het minst efficiënte ruimtegebruik, doordat de totale worst-case corridorbreedte het grootst is (4.400 meter). De vergelijking tussen scenario's is samengevat in Tabel 1-5.

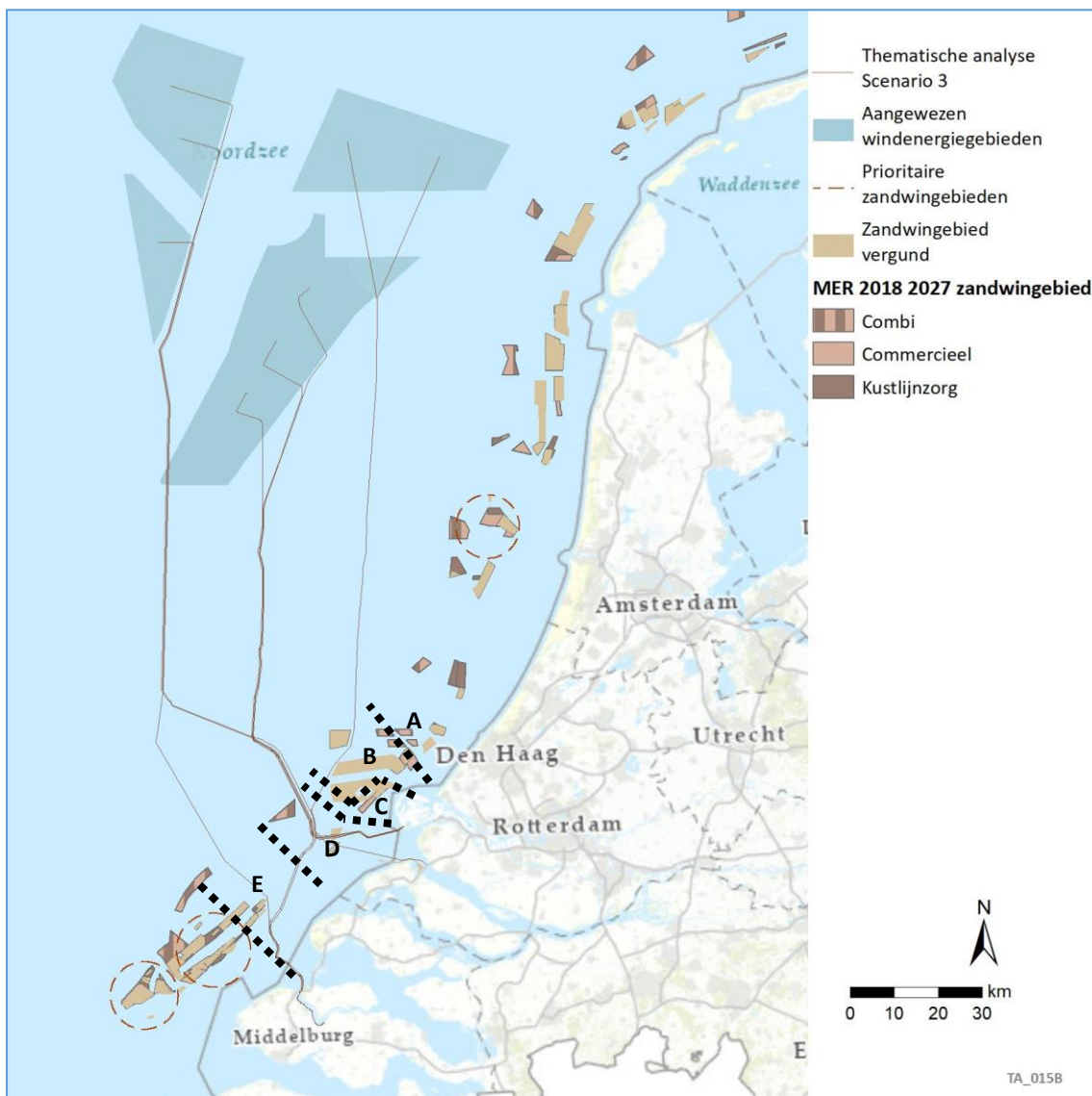
Aanvullend is gekeken in paragraaf 5.1.2 naar een optimalisatie van de oost corridor om het munitiestortgebied te vermijden. Dit leidt echter niet tot een ander resultaat van de vergelijking, omdat scenario 3 ook na optimalisatie nog steeds door de Bruine Bank gaat en het meeste ruimtebeslag heeft.

Toekomstige kruisingen kabels en leidingen

Bij dit deelaspect wordt beoordeeld of er beperkingen ontstaan voor toekomstige kruisingen van kabels en leidingen wanneer meerdere verbindingen parallel liggen. De mogelijkheden en beperkingen voor het kruisen van toekomstige kabels en leidingen is onafhankelijk van de locatie van een verbinding (west, midden of oost corridor). De keuze voor één of meerdere steenberm(en) bij het kruisen van parallelle verbindingen is onder andere afhankelijk van de soort kabel of (pijp)leiding die wordt aangelegd en het in te zetten materieel bij de aanleg. Dit betekent dat ongeacht het aantal parallelle verbindingen er een technische oplossing voor handen is, waardoor er geen onderscheid is tussen de scenario's. Dit is samengevat in Tabel 1-5.

Zandwinning

Bij dit deelaspect wordt gekeken naar de impact van een verbinding op het lokale aanbod van zand in relatie tot de verwachte regionale zandvraag. Daar waar de verbindingen liggen mag in een zone rondom de verbindingen geen zand worden gewonnen, waardoor het lokale zandaanbod afneemt. Daarbij geeft het afwegingskader gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied uit Programma Noordzee 2022-2027¹⁸ specifieke beperkingen voor de gebieden waar zandwinning plaatsvindt voor de kustvakken Schouwen en Walcheren. Om te beoordelen wat de gevolgen zijn van de scenario's is een verdeling gemaakt in gebieden waar zandwinning plaatsvindt voor zandsuppleties in verschillende kustvakken en gebieden waar (ook) commerciële zandwinning plaatsvindt (zie Figuur 1-7).



Figuur 1-7 Zandwingebieden t.o.v. scenario 3

Voor het deelaspect zandwinning geldt dat scenario 1 de minste beperkingen oplevert. Scenario 1 raakt voornamelijk de zandwinning in gebied D, waar de zandwinning voor de kustvakken van

¹⁸ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022. Programma Noordzee 2022-2027; bijlage Nationaal Water Programma 2022-2027.

Voorne en Goeree plaatsvindt. Ook vindt enig beslag plaats van gebied E, waar de zandwinning voor het kustvak Schouwen plaatsvindt. Omdat sprake is van parallelle aanleg met Net op zee IJmuiden Ver Alpha in gebied E past dit binnen het afwegingskader uit het Programma Noordzee 2022-2027 voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied.

Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2 en 3, welke gelijkwaardig beoordeeld zijn. Scenario 2 en 3 zijn in de voorgestelde samenstelling niet wenselijk, omdat bij verbinding 4 (west corridor) niet wordt voldaan aan de criteria voor kustvak Schouwen uit het afwegingskader uit Programma Noordzee 2022-2027 voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied. Scenario 3 kent nog twee aanvullende belemmeringen voor zandwinning. Zo is er in scenario 3 het minste sprake van parallellegging en lopen in scenario 3 twee verbindingen aan de noordoostzijde door de gebieden B en C, waar al sprake is van een relatief beperkt aanbod ten opzichte van een grote vraag. Dit wordt in scenario 3 ten opzichte van scenario 1 slechts beperkt gecompenseerd door het kleinere ruimtebeslag in gebied D. De vergelijking tussen scenario's is samengevat in Tabel 1-5.

Bij een eventuele optimalisatie van de west corridor om het Maas Junction gebied te vermijden (zie paragraaf 5.1.1 en Tabel 1-6) vervalt de belemmering van niet-parallelle aanleg in gebied E (Schouwen), waardoor verbinding 4 uit scenario 2 en 3 in kustvak Schouwen past binnen het afwegingskader uit Programma Noordzee 2022-2027. Voor scenario 3 geldt dat deze nog steeds negatiever wordt beoordeeld dan scenario 1 en 2 vanwege de beperkingen die de oost corridor oplevert voor de zandwinning.

Beheer en onderhoud

Bij dit deelaspect wordt gekeken naar beheer en onderhoud als gevolg van kabelschade door interne oorzaken (gerelateerd aan schade door productie en installatie) en het herbegraven van kabels. Reparaties na kabelschade door externe oorzaken worden beoordeeld onder het deelaspect 'Ankerisico's en kabelschade'.

Voor het deelaspect beheer en onderhoud geldt dat met name de efficiëntie van het herbegraven van de kabels onderscheidend is tussen de scenario's. Voor het herbegraven van kabels geldt dat hoe meer verbindingen bij elkaar liggen, des te groter de efficiëntie van het herbegraven kan zijn. Bij een afstand van 200 meter tussen parallelle verbindingen levert herbegraven geen problemen op tussen verbindingen onderling. Dat betekent dat scenario 1 het best wordt beoordeeld (verbindingen in 1 corridor), vervolgens scenario 2 (verbindingen verspreid over 2 corridors), en tot slot scenario 3 (verbindingen verspreid over 3 corridors). De vergelijking tussen scenario's is samengevat in Tabel 1-5.

2 Resultaten analyse ecologie

2.1 Afbakening

Voor het thema ecologie is gekeken naar de deelaspecten uit Tabel 2-1. Deze deelaspecten zijn gekozen op basis van de mate van onderscheid tussen corridors en scenario's en de omvang van het effect. Sedimentatie, verstoring als gevolg van (continu) onderwatergeluid en verontreiniging op zee zijn niet meegenomen in de beoordeling, omdat deze effecten op het detailniveau van deze thematische analyse niet onderscheidend zijn voor de corridors en scenario's.

Bij elektromagnetische velden wordt de (2x2)-kabelconfiguratie als worst-case uitgangspunt genomen. Bij de overige deelaspecten zijn de effecten van de (1x4)-kabelconfiguratie ten opzichte van de (2x2)-kabelconfiguratie vergelijkbaar en leiden daarmee niet tot verschillen in de vergelijking van scenario's.

Na Tabel 2-1 volgt een gebieds- en soortenbeschrijving ten behoeve van de afbakening. In de paragrafen daarna wordt per deelaspect de analyse van corridors en scenario's toegelicht. Bijlage A Ecologie bevat een verdere toelichting van de resultaten.

Tabel 2-1 Afbakening ecologie

Deelaspecten	Omschrijving	Permanent/ tijdelijk
Habitataantasting	Bij de aanleg van kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen en bodemdieren die daarbij horen verstoord en aangetast worden. Dit is ca. 60 m aantasting voor pre-sweepen en baggeren links en rechts van de kabel.	Tijdelijk
Vertroebeling	Bij de aanleg van de verbindingen wordt getrencht, afhankelijk van de lokale situatie mogelijk voorafgegaan door baggeren of pre-sweepen, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Vertroebeling kan leiden tot het remmen van voedselopname bij filterfeeders en een barrière vormen voor trekvissen. Dit is een tijdelijk effect van ongeveer een week. Na verloop van tijd slaat het sediment weer neer en is de oorspronkelijke situatie hersteld.	Tijdelijk
Vermindering van zicht	Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd en het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed. Zoals bij ' vertroebeling' aangegeven betreft dit een tijdelijk effect van ongeveer een week.	Tijdelijk
Verstoring bovenwater	De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit is een tijdelijk effect.	Tijdelijk
Elektromagnetische velden	Door het stromen van de elektrische lading ontstaat een magnetisch veld dit kan een effect hebben op gedrag van zeedieren. Bij Net op zee IJmuiden Ver Alpha ¹⁹ en Beta ²⁰ is een uitgebreide literatuurstudie over het elektromagnetisch veld onderwater uitgevoerd. Hieruit blijkt dat verschillende soorten vissen, zoals zalmachtigen en platvissen, en zeezoogdieren, waaronder bruinvis, mogelijk gevoelig zijn voor de effecten van (elektro)magnetische velden. De bruinvis is waarschijnlijk één van de meest gevoelige soorten, deze wordt daarom als indicator soort voor de beoordeling gebruikt. Het magneetveld reikt bij een	Permanent

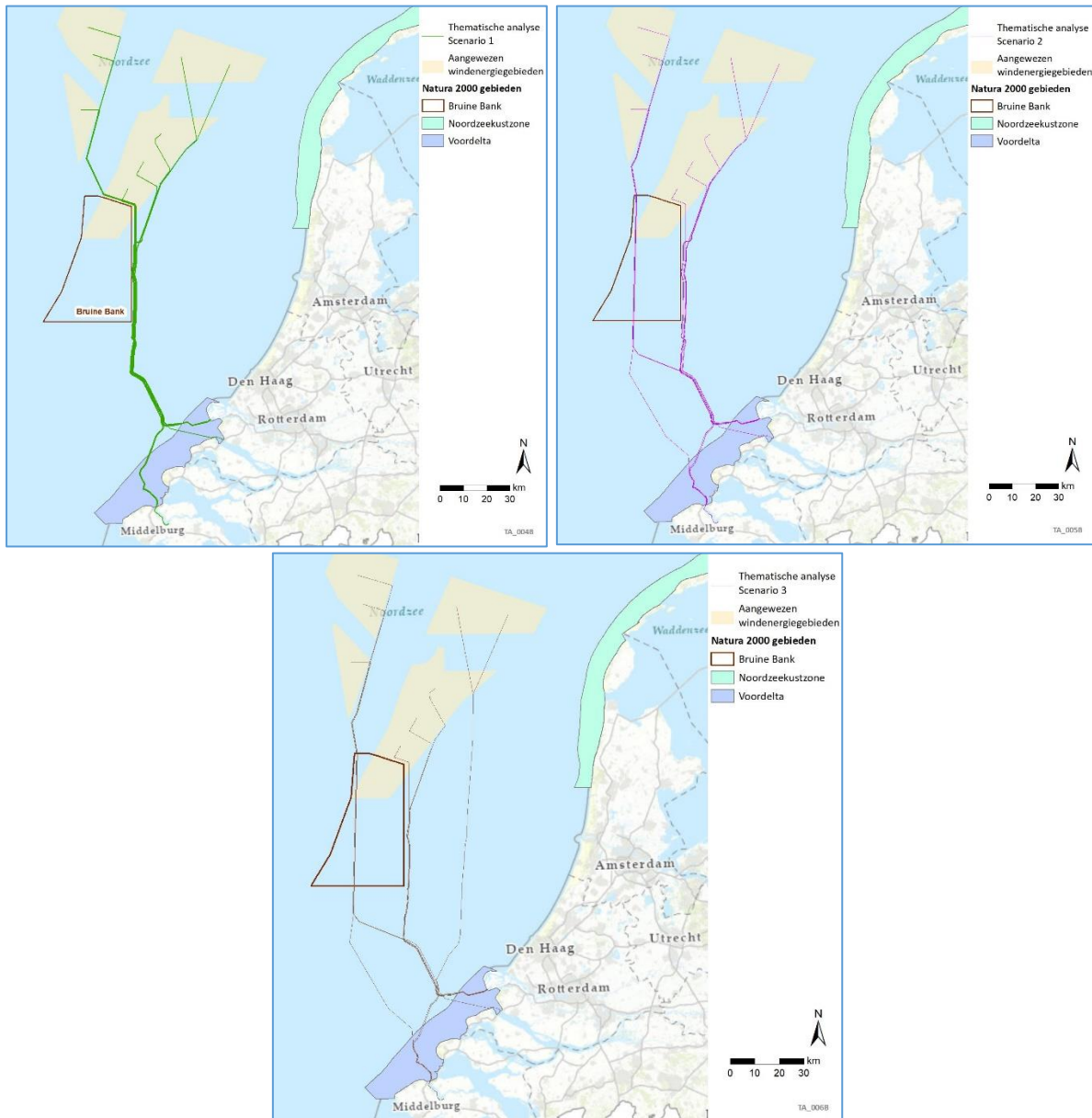
¹⁹ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha-fase-1>

²⁰ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta-fase-1>

	begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter van de kabel en verticaal tot aan het wateroppervlak (dus in de waterkolom).
--	--

Gebiedsbeschrijving

De aanleg van verbindingen in de west, midden of oost corridor kan effecten veroorzaken in Natura 2000-gebieden. In Figuur 2-1 zijn corridors ten opzichte van Natura 2000-gebieden weergegeven. De west en midden corridor gaan respectievelijk door of net langs Natura 2000-gebied Bruine Bank. Richting de kust gaan alle corridors door Natura 2000-gebied Voordelta. Tot slot bestaat de mogelijkheid dat de gevolgen van vertroebeling reiken tot aan Natura 2000-gebied Noordzeekustzone.



Figuur 2-1 Ligging Natura 2000-gebieden ten opzichte van corridors (scenario 1 linksboven, scenario 2 rechtsboven, scenario 3 onder)

Soortbeschrijving

In paragraaf 5.2 van Bijlage A Ecologie worden de belangrijkste soorten beschreven die van belang zijn bij de vergelijking van de scenario's. Hierbij is een onderverdeling gemaakt in vogels en benthos:

- Vogelsoorten zijn geselecteerd voor de analyse wanneer zij zijn opgenomen als niet-broedvogelsoort voor één of meer Natura 2000-gebieden op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en/of door OSPAR zijn opgenomen in de lijst met bedreigde/afnemende vogelsoorten. Voorbeelden zijn de drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw en Jan-van-Gent.
- Benthische soorten zijn geselecteerd voor deze thematische analyse wanneer zij vermeld staan als kenmerkend of karakteristiek in het profieldocument van het habitatype H1110 permanent overstromde zandbanken (subtypes Getijdenzone, Noordzeekustzone of Doggersbank, respectievelijk H1110A, B of C).
- Deze keuze is gemaakt omdat de kabeltracés door zowel de open zee, de kustzone als de getijdenzone lopen. Ondanks dat niet het gehele gebied is aangewezen als H1110B/H1110C, vertonen deze gebieden in praktijk wel grote gelijkenissen met de wel aangewezen regio's.
- Er zijn alleen sessiele benthische soorten geselecteerd. Dit zijn soorten uit de soortgroepen borstelwormen, stekelhuidigen en schelpdieren. Kenmerkende en karakteristieke soorten uit de soortgroepen vissen en kreeftachtigen zijn niet geselecteerd, deze zijn minder gevoelig voor habitataantasting (zij zijn mobiel en kunnen makkelijker vluchten bij nadere aantasting). Ook zandkokerwormen (*Sabellaria aleovata*) en platte oesters (*Ostrea edule*) zijn meegenomen. Deze soorten zijn niet kenmerkend of karakteristiek voor habitatype H1110. Wel bouwen ze biogene structuren op de bodem (riffen) en vervullen ze daarmee een belangrijke functie voor het ecosysteem.

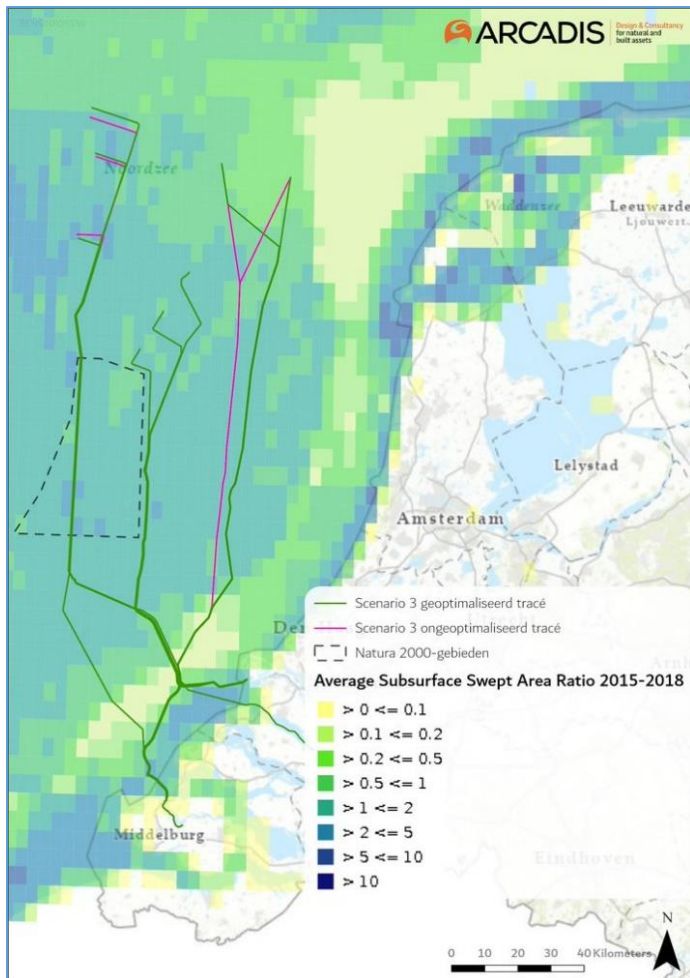
De gehele lijst van vogelsoorten en benthische soorten is te vinden in Bijlage A Ecologie.

2.2 Habitataantasting

2.2.1 Analyse corridors

Habitataantasting kan als gevolg van de aanleg van de verschillende verbindingen mogelijk een tijdelijk negatieve invloed hebben op de bodem en de daarin levende dieren. Er zal gemiddeld gezien ongeveer evenveel habitataantasting optreden per corridor, omdat de lengte van de corridors ongeveer gelijk is. De tijd dat bodemfauna (benthos) nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans één jaar, en 2 tot 5 jaar voor organismen met langere levenscycli.

Bij de beoordeling dient rekening gehouden te worden met tussentijdse aantasting, bijvoorbeeld door bodemroerende visserijmethoden (sleepnetten). Wanneer er in de tussentijd opnieuw aantasting plaatsvindt (bijvoorbeeld door aanleg van een nieuwe verbinding of door bodemroerende visserij), begint het proces weer deels opnieuw. Uit Figuur 2-2 blijkt dat alleen in een strook ten noordoosten van de Voordelta de bodemroerende visserij beperkt is. Het is denkbaar dat hier benthos gemeenschappen aanwezig zijn die relatief onaantast zijn. In de verdere omgeving van de corridors vindt reeds habitataantasting plaats met een relatief hoge frequentie. Daarnaast zijn in Figuur 2-2 voor de oost corridor zowel de corridor uit paragraaf 1.4 als de optimalisatiemogelijkheid (hoofdstuk 5) weergegeven. Het optimaliseren van de oost corridor leidt niet tot een andere beoordeling van corridors of scenario's. De verschillen per corridor worden hierna toegelicht.



Figuur 2-2 De ligging van de drie corridors ten opzichte van de intensiteit van bodemroerende visserij activiteiten. De ‘average subsurface swept area ratio’ geeft het gemiddelde aantal keer weer dat de bodem is omgewoeld per gridcell door visserijactiviteiten over de periode 2015-2018. Bij de oost corridor zijn zowel de corridor uit paragraaf 1.4 als de optimalisatiemogelijkheid uit hoofdstuk 5 weergegeven. De optimalisatiemogelijkheid wordt in hoofdstuk 5 verder beoordeeld

West en midden corridor

Uit Bijlage A Ecologie blijkt dat enkele soorten benthos meer op en rond Natura 2000-gebied Bruine Bank voorkomen. Het gaat dan vooral om zandkokerwormen en zager soorten. Voor Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn op dit moment geen instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen, waardoor een effect op benthos vanuit gebiedsbescherming minder relevant is. Habitataantasting treedt ook op in Natura 2000-gebied Voordelta. Hier gelden wel instandhoudingsdoelen voor habitattypen.

Oost corridor

Waar de west en midden corridor benthossoorten nabij de Bruine Bank aantasten, worden door verbindingen in de oost corridor benthossoorten aangetast die meer in de kustzone voorkomen, zoals strandschelpen en scheermessen. Net als in de west en midden corridor, vindt ook door verbindingen in de oost corridor habitataantasting plaats in Natura 2000-gebied Voordelta.

In de volgende paragraaf wordt de vergelijking tussen scenario’s voor habitataantasting toegelicht.

2.2.2 Analyse scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

Uit Bijlage A blijkt dat scenario 1 het best beoordeeld wordt ten opzichte van de andere scenario's. Reden hiervoor is dat in scenario 1 habitataantasting wordt beperkt tot één gebied, namelijk de midden corridor. Wel worden er acht verbindingen in de midden corridor aangelegd, waardoor de bodem in deze corridor herhaaldelijk beroerd wordt en herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Aangezien de herstelcyclus worst-case 5 jaar is, zal gedurende een periode van 8 jaar (2024 t/m 2026 + 5 jaar herstel) de bodem aangetast zijn. Er is daarmee sprake van een langere tijd waarin het effect van habitataantasting merkbaar is.

Scenario 2 (3-5-0)

Bij scenario 2 gaan er naast verbindingen door de midden corridor, ook verbindingen door de west corridor. In de west corridor wordt daardoor extra habitat aangetast dat in scenario 1 met rust werd gelaten. Met dit scenario wordt hierdoor in de west corridor onder meer extra leefgebied van zandkokerwormen, gestekelde zandkokerwormen en tepelhorens aangetast.

Door het aanleggen van vijf verbindingen door de midden corridor, wordt de bodem herhaaldelijk beroerd waardoor habitataantasting plaatsvindt. Dit zijn wel drie verbindingen minder in de midden corridor dan in scenario 1. Deze drie verbindingen worden in de west corridor aangelegd, waardoor hier ook herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Aangezien de worst-case voor habitatherstel 5 jaar staat, is de bodem voor minimaal 7 jaar aangetast in de west corridor (2 verbindingen in 2025 + 1 verbinding in 2026 + 5 jaar herstel). Voor de midden corridor geldt minimaal acht jaar (drie verbindingen in 2024 + twee verbindingen 2026 + 5 jaar herstel). Door de beoogde planning is er dus geen verschil tussen de duur van aantasting in de midden corridor, ongeacht of er acht verbindingen (scenario 1) of vijf verbindingen (scenario 2) worden aangelegd.

Scenario 3 (3-3-2)

Scenario 3 loopt naast de midden en west corridor ook door de oost corridor. In de oost corridor wordt daardoor extra habitat aangetast dat in scenario 1 en 2 met rust werd gelaten. Met dit scenario wordt hierdoor in de oost corridor onder meer extra leefgebied aangetast van soorten die vooral langs de kust voorkomen.

Door het aanleggen van drie verbindingen door de midden corridor, wordt de bodem herhaaldelijk beroerd waardoor herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Voor de midden corridor geldt minimaal 6 jaar (drie verbindingen in 2024 + 5 jaar herstel). Dit is twee jaar minder dan in scenario 1 en 2. Ook in de westelijke en oostelijke corridor vindt habitataantasting plaats door de aanleg van drie verbindingen. Aangezien de worst-case voor habitatherstel vijf jaar staat, kan de bodem voor minimaal zeven jaar in de westelijke corridor (twee verbindingen in 2025 + één verbinding in 2026 + 5 jaar herstel) aangetast zijn. Daarnaast worden er ook twee verbindingen aangelegd door de oost corridor. Hiervoor geldt minimaal zes jaar voordat de bodemfauna is hersteld (twee verbindingen in 2026 + 5 jaar herstel).

Net als bij de andere scenario's, vindt in scenario 3 met enige frequentie habitataantasting plaats door bodemroerende visserij. Een verschil met de andere scenario's is dat in het zuiden van de oost corridor een gebied ligt, ten noorden van de Voordelta, waar deze bodemroerende activiteiten minder frequent plaatsvinden (zie Figuur 2-2). Benthosgemeenschappen kunnen hier relatief

ongeschonden zijn waardoor negatieve effecten van de aanleg van verbindingen relatief groot kunnen zijn.

Conclusie

Concluderend wordt scenario 1 het best beoordeeld voor habitataantasting, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Reden hiervoor is dat in scenario 1 habitataantasting wordt beperkt tot één gebied, namelijk de midden corridor. Wel worden er acht verbindingen in de midden corridor aangelegd, waardoor de bodem in deze corridor herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt waardoor het effect over langere tijd merkbaar is (ca. 8 jaar). Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2. Bij scenario 2 gaan er naast verbindingen door de midden corridor ook verbindingen door de west corridor waardoor extra habitat aangetast wordt dat in scenario 1 onaangetast blijft. De duur van het effect in de midden corridor is in scenario 2 vergelijkbaar met de duur in scenario 1 door de planning van aanleg. In de west corridor is de duur van het effect worst-case ca. 7 jaar in scenario 2. Tot slot wordt scenario 3 als minst positieve scenario beoordeeld, omdat hier ten opzichte van de andere scenario's ook de oost corridor wordt aangetast. De effectduur in de midden corridor is in scenario 3 twee jaar korter dan in scenario 1 en 2, maar aanvullend duurt het zes jaar voordat de bodemfauna is hersteld in de oost corridor. Daarnaast is er in scenario 3 ook habitataantasting in de west corridor (ca. 7 jaar). De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 2-2.

2.3 Vertroebeling

2.3.1 Analyse corridors

Bij de aanleg van de verbindingen wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waarbij sediment in de waterkolom verspreid wordt en dus vertroebeling ontstaat. Vertroebeling in de waterkolom kan ertoe leiden dat filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd en dat trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert. Het effect van vertroebeling op (zichtjagende) vogels wordt besproken in paragraaf 2.4.

Aanleg van verbindingen in de midden corridor zal leiden tot een soortgelijke verspreiding als bij de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, wat inhoudt dat de slibwolk zich enigszins naar het oosten beweegt ten opzichte van de verbinding.²¹ De waterbeweging in de Noordzee, die zorgt voor de verspreiding van het slib is bij de twee andere corridors vergelijkbaar met die rond de midden corridor. De verwachting is daarom dat de slibwolk zich op vergelijkbare wijze zal verspreiden wanneer deze veroorzaakt wordt in de west of oost corridor. Bij de west corridor zal een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Hier zijn echter geen natuurwaarden, anders dan zichtjagende vogels (zie paragraaf 2.4), die last hebben van vertroebeling waardoor er geen aanvullend effect zal zijn in dit gebied. Voor de oost corridor geldt dat een slibwolk kan ontstaan voor de kust van Zuid-Holland. Wanneer hier sprake is van een langere periode van hoge vertroebelingswaarden door het aanleggen van verbindingen, kan dit leiden tot licht negatieve effecten voor (trek)vissen. Alle corridors komen door Natura 2000-gebied de Voordelta waar ook een slibwolk wordt verwacht. Het slib in de Voordelta is niet alleen afkomstig vanaf de corridor in de

²¹ Voor Bijlage VII-F Slibmodellerstudie op zee Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/MER-fase-2-Bijlage-Deel-B-VII-E-XI-C-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>

nabijheid, want het slib wordt door de stromingen in de Noordzee en Voordelta geconcentreerd in dit gebied. Daarom wordt verwacht dat vertroebeling in de Voordelta niet onderscheidend is tussen de corridors. Voor baggervolumes is Bijlage B gebruikt.

2.3.2 Analyse scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

In scenario 1 zal er ongeveer 31.530.000 m³ sediment worden gebaggerd door de gehele midden corridor, aanvullend op wat er gebaggerd wordt voor de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Indien cumulatie plaatsvindt (door aanleg van verbindingen in hetzelfde jaar) zal de slibwolk ofwel op open zee (buiten Natura 2000 en/of foerageergebied van vogels) of in de Voordelta liggen. vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

Scenario 2 (3-5-0)

In totaal zal er 33.610.000 m³ aan slib gebaggerd worden in scenario 2, aanvullend op wat er gebaggerd wordt voor de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Van deze 33.610.000 m³, wordt ongeveer 22.000.000 m³ gebaggerd in de west corridor. In Natura 2000-gebied Bruine Bank wordt ongeveer 8.100.000 m³ gebaggerd en er zal een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Hier zijn echter geen soorten aangewezen die last hebben van vertroebeling en het is ook geen belangrijke migratieroute voor trekvis. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Ook ontstaat er een slibwolk in de Voordelta. vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

Scenario 3 (3-3-2)

In totaal zal er 33.805.000 m³ aan slib gebaggerd worden in scenario 3, aanvullend op wat er gebaggerd wordt voor de netten op zee IJmuiden ver Alpha, Beta en Gamma. Net als bij scenario 2, wordt ongeveer 22.000.000 m³ gebaggerd voor de aanleg van verbindingen in de west corridor. De rest wordt in dit scenario gebaggerd voor de verbindingen in de oost corridor. In Natura 2000-gebied Bruine Bank wordt ongeveer 8.100.000 m³ gebaggerd. Naast de slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank (zoals beschreven bij scenario 2), kan er door de aanleg van twee verbindingen door de oost corridor een slibwolk ontstaan voor de kust van Zuid-Holland. Deze slibwolk heeft een mogelijk effect op migrerende vissoorten, dat niet aanwezig is in de andere scenario's. Door de aanleg van de verbindingen door de midden corridor zijn er geen duidelijke afwijkende effecten van de andere scenario's. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de west en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank, vergelijkbaar met scenario 2. In het geval van cumulatie met de oost corridor kan er een grotere slibwolk ontstaan langs de kust.

Conclusie

Concluderend wordt scenario 3 vanwege een mogelijk negatief effect op (trek)vissen langs de kust van Zuid-Holland als meest negatief beoordeeld, gevolgd door scenario 1 en 2 waartussen geen groot onderscheid is. Het mogelijke negatieve effect in scenario 3 wordt veroorzaakt door het aanleggen van verbindingen in de oost corridor, die geen onderdeel uitmaakt van de andere scenario's. De slibwolk die ontstaat in Natura 2000-gebied Bruine Bank in scenario 2 en 3 levert geen onderscheidende effecten op, omdat hier geen natuurwaarden aanwezig zijn die last hebben van vertroebeling, anders dan zichtjagende vogels (zie paragraaf 2.4). Ook is er geen groot onderscheid

in baggervolumes tussen de scenario's (< 10% verschil). Dat betekent dat scenario 1 en 2 niet leiden tot grote onderscheidende effecten. De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 2-2.

2.4 Vermindering doorzicht

2.4.1 Analyse corridors

Voor vermindering doorzicht is de verspreiding van de slibwolk relevant, die reeds is toegelicht in paragraaf 2.3.1. Het verschil is dat het hier gaat om een slibwolk aan het wateroppervlak, die anders in omvang kan zijn dan de slibwolk in paragraaf 2.3.1. Wel is het zo dat de slibwolk die ontstaat zich op vergelijkbare wijze zal verspreiden als onderzocht is bij de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De slibwolk beweegt zich dus enigszins naar het oosten ten opzichte van een verbinding. Alle corridors komen door Natura 2000-gebied de Voordelta waar ook een slibwolk wordt verwacht. De slibwolk in de Voordelta zal vergelijkbaar zijn tussen alle corridors. De slibwolk blijft ongeveer een week hangen.

De vermindering van doorzicht als gevolg van een slibwolk heeft mogelijk effect op (broed)vogelpopulaties die in Natura 2000-gebieden op land broeden. Vanuit de soortbescherming geldt ook dat voor alle broedende zichtjagende vogels langs de kust er mogelijk effecten kunnen optreden. Daarnaast kan vermindering van doorzicht een effect hebben op de primaire productie (de basis van de voedselketen). Een van de limiterende factoren voor primaire productie is de aanwezigheid van zonlicht. Als er door vermindering van doorzicht minder zonlicht door het wateroppervlak komt, zal primaire productie dus mogelijk afnemen. Dit heeft mogelijk effect op het NCP, in Natura 2000-gebied Bruine Bank, langs de kust van Zuid-Holland en in Natura 2000-gebied Voordelta. Aangezien primaire productie in Natura 2000-gebied Bruine Bank en op het NCP vooral nutriënt gelimiteerd is zal dit voor de midden en west corridor geen effect opleveren.

In deze paragraaf wordt per corridor beschreven tot welke effecten dat mogelijk leidt.

West corridor

Bij de aanleg van verbindingen in de west corridor ontstaat waarschijnlijk een slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Dit kan een effect hebben op foeragerende zichtjagende vogels, die hier mogelijk verstoring van ondervinden. Zo kan dit foerageerkansen beïnvloeden waardoor de staat van instandhouding van soorten achteruit kan gaan.

Midden corridor

Aanleg van verbindingen in de midden corridor zal leiden tot een soortgelijke verspreiding als bij de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Dit betekent dat er als gevolg van het aanleggen van verbindingen in de midden corridor geen slibwolk ontstaat in Natura 2000-gebieden, behalve in de Voordelta.

Oost corridor

Bij de oost corridor is er een kans dat de slibwolk verspreidt naar de kuststrook tussen Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en Natura 2000-gebied Voordelta, waardoor dit gebied met vermindering van doorzicht te maken krijgt. Dit heeft mogelijk effect op (broed)vogelpopulaties die in Natura 2000-gebieden op land broeden, gezien zij mogelijk in deze wateren op zicht foerageren. In tegenstelling tot de andere corridors, is bij de oost corridor de primaire productie licht-gelimiteerd, waardoor de slibwolk mogelijk een effect heeft op primaire productie. Vanuit de soortbescherming

geldt ook dat voor alle broedende zichtjagende vogels langs de kust er mogelijke effecten kunnen opspelen.

2.4.2 Analyse scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

Voor scenario 1 zijn er geen duidelijke effecten die afwijkend zijn van de andere scenario's door het verspreiden van de slibwolk na het aanleggen van de verbindingen. Indien cumulatie plaatsvindt (door aanleg van verbindingen in hetzelfde jaar) zal de slibwolk ofwel op open zee (buiten Natura 2000) of in de Voordelta liggen. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

Scenario 2 (3-5-0)

Door de aanleg van verbindingen door de west corridor kan er een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine bank. Hierdoor kunnen aangewezen beschermde vogelsoorten die op zicht jagen (zoals zeekoet, alk en grote jager) minder voedsel vangen en daardoor negatieve effecten ondervinden. Door de aanleg van de verbindingen door de midden corridor ontstaan geen duidelijke effecten die afwijkend zijn van de andere scenario's door het verspreiden van de slibwolk. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Ook ontstaat er een slibwolk in de Voordelta. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

Scenario 3 (3-3-2)

Naast de mogelijke slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank (zoals beschreven in scenario 2), kan er door de aanleg van twee verbindingen door de oost corridor ook een slibwolk ontstaan rond Natura 2000-gebied Noordzeekustzone of voor de kust van Zuid-Holland. Dit heeft mogelijk een negatief effect op broedende vogels langs de kust. Daarnaast is langs de kust primaire productie licht-gelimiteerd, waardoor de slibwolk mogelijk een effect heeft op primaire productie. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine bank. In het geval van de oostelijke corridor kan er een grotere slibwolk ontstaan langs de kust. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

Conclusie

Concluderend wordt scenario 1 als best beoordeeld, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Vermindering van doorzicht vindt in alle gevallen plaats in Natura 2000-gebied Voordelta en is zodoende niet onderscheidend. Dit betekent dat alleen de slibwolken in Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en langs de Zuid- Hollandse kust van belang zijn bij de vergelijking, omdat ze het vangsucces van vogels beïnvloeden. Aangezien scenario 3 kan leiden tot een slibwolk in zowel Natura 2000-gebied Bruine Bank als Noordzeekustzone of langs de Zuid-Hollandse kust in de worst-case, wordt deze negatiever beoordeeld dan scenario 2. Bij scenario 2 is namelijk alleen sprake van een slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank. In scenario 3 is daarnaast langs de kust primaire productie licht-gelimiteerd, waardoor de slibwolk mogelijk een effect heeft op primaire productie. In scenario 1 is de verwachting dat er, aanvullend op de Voordelta, geen slibwolk ontstaat in Natura 2000-gebieden. De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 2-2.

2.5 Verstoring bovenwater

2.5.1 Analyse corridors

Verstoring bovenwater als gevolg van de aanleg van de verschillende verbindingen leidt tot een tijdelijk negatief effect op foeragerende of rustende vogels rond de verbindingen. Als worst-case verstoringscontour om het aanlegschip wordt 1.600 m aangehouden. Bij alle corridors vindt verstoring plaats in Natura 2000-gebied Voordelta, wat betekent dat dit niet onderscheidend is voor de corridors en scenario's.

In paragraaf 2.1 en Bijlage A Ecologie is beschreven welke vogelsoorten zijn geselecteerd voor deze analyse. In Bijlage A is ook gekeken hoe het (globale) leefgebied van de vogelsoorten zich verhoudt tot de corridors. Het globale verspreidingsgebied verandert voor de meeste soorten sterk over de seizoenen. Daarom is de verspreiding van de meeste soorten behandeld voor meerdere momenten in het jaar. Niet alle momenten in het jaar zijn voor elke soort behandeld, omdat soorten in die (missende) maanden in (veel) lagere dichtheden aanwezig zijn op het NCP, of zelfs geheel afwezig zijn. Zodoende treedt er in die maanden ook een minder negatief of zelfs geen effect op die soorten op.

Verstoring bovenwater door de aanleg van verbindingen dient ook in verhouding te worden gezien met de verstoring bovenwater die in de huidige situatie aanwezig is. In Figuur 2-3 is daarom de gemiddelde scheepsvaartintensiteit van 2021 weergegeven. Uit het figuur valt op te maken dat rond alle corridors sprake is van een relatief hoge scheepsvaartintensiteit. De vogels die zich hier bevinden, ondervinden dus al verstoring met redelijk hoge frequentie. Alleen op enkele specifieke plekken in de Voordelta en een kilometer of 20 ten noordwesten van Den Haag (onder andere bij het munitiestortgebied) zijn kleine arealen met lage scheepsvaartintensiteit aanwezig. Het is denkbaar dat extra gevoelige individuen zich daar ophouden. Daarnaast zijn in Figuur 2-3 zowel de oost corridor uit paragraaf 1.4 als de optimalisatiemogelijkheid van de oost corridor uit hoofdstuk 5 weergegeven. Of de optimalisatiemogelijkheden een effect hebben op de vergelijking tussen scenario's wordt in hoofdstuk 5 besproken. De verschillen per corridor worden hierna toegelicht.

West corridor

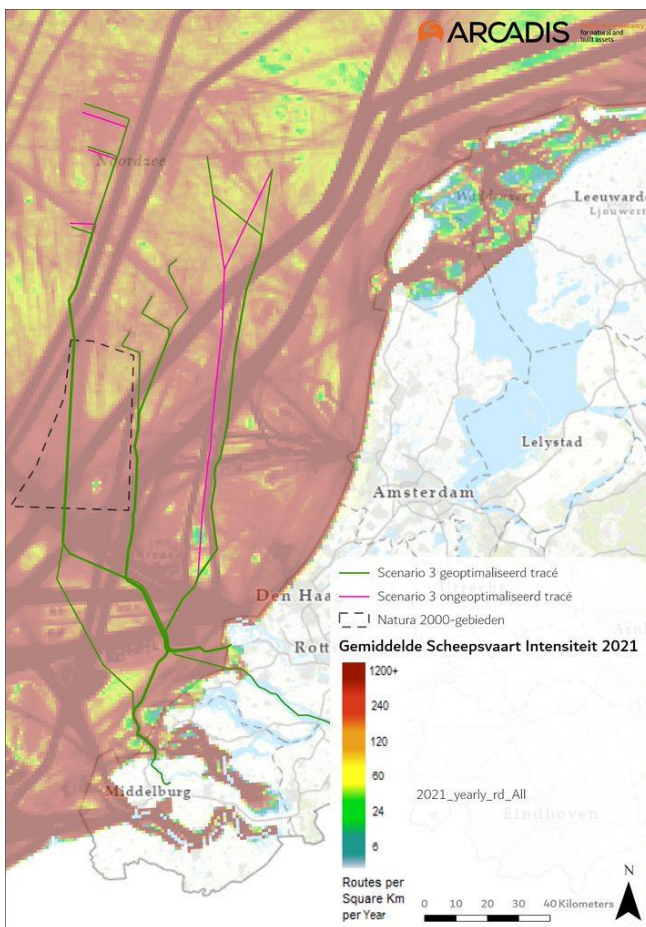
Op basis van een verstoringscontour van 1.600 m, blijkt uit Bijlage A dat de west corridor de meeste overlap heeft met de verspreidingsgebieden van de vogelsoorten. Het verstoringsoppervlak bij de aanleg van verbindingen in de west corridor is 194 km² op de Bruine Bank per verbinding. De verstoring bovenwater zal, naar verwachting, in deze corridor het grootste aantal vogelsoorten negatief beïnvloeden. Wat betreft gewenning kruist de west corridor enkele scheepvaartroutes en is er een relatief hoge scheepvaartintensiteit nabij de west corridor. In tegenstelling tot de andere corridors ligt de west corridor niet parallel aan scheepvaartroutes, waardoor zich enkele relatief rustigere gebieden rond de west corridor bevinden (zie Figuur 2-3).

Midden corridor

De midden corridor heeft minder overlap met leefgebieden van vogels dan de west corridor. Met de aanleg van verbindingen in de midden corridor worden minder soorten negatief beïnvloed dan in de west corridor. Door het aanleggen van verbindingen in de midden corridor wordt per verbinding een gebied van ca. 28 km² in Natura 2000-gebied Bruine Bank verstoord. Wat betreft gewenning ligt de midden corridor grotendeels parallel aan scheepvaartroutes, waardoor gewenning te verwachten is (zie Figuur 2-3).

Oost corridor

Net als de midden corridor, blijkt uit Bijlage A dat ook de oost corridor minder overlap heeft met leefgebieden van vogels dan de west corridor. Dat betekent dat door het aanleggen van verbindingen in de oost corridor minder soorten negatief worden beïnvloed dan bij de west corridor. De oost corridor heeft iets meer overlap met de leefgebieden van vogels dan de midden corridor, de beoordelingen liggen echter dicht bij elkaar. De verstoringcontour van het aanleggen van verbindingen in de oost corridor heeft geen overlap met Natura 2000-gebieden. Wat betreft gewinning ligt de oost corridor grotendeels parallel aan scheepvaartroutes, waardoor gewinning te verwachten is (zie Figuur 2-3). De oost corridor gaat in het zuiden door twee gebieden waar een lage scheepvaartintensiteit heerst (o.a. een munitiestortgebied), hier houden zich mogelijk extra gevoelige individuen op. Het gevolg voor de vergelijking van scenario's door het optimaliseren van de oost corridor en daarmee het vermijden van gebieden met lage scheepvaartintensiteit, wordt besproken in hoofdstuk 5.



Figuur 2-3 De ligging van corridors ten opzichte van de gemiddelde scheepvaartintensiteit van 2021. Bij de oost corridor zijn zowel de corridor uit paragraaf 1.4 als de optimalisatiemogelijkheid uit hoofdstuk 5 weergegeven. De optimalisatiemogelijkheid wordt in hoofdstuk 5 verder beoordeeld

2.5.2 Analyse scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

Uit Bijlage A blijkt dat voor scenario 1 de te verwachten negatieve invloed op vogelsoorten het laagst is. In dit scenario vindt acht keer verstoring bovenwater plaats van maximaal 28 km² per verbinding binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank. Cumulatie met andere verbindingen treedt niet op. De

midden corridor ligt parallel aan een scheepvaartroute, waardoor hier enige mate van gewenning zal zijn. Omdat het in dit scenario alleen om verstoring in de midden corridor gaat, hebben de vogelsoorten voldoende uitwijkmogelijkheden naar rustige gebieden. Bij alle scenario's vindt verstoring bovenwater plaats in de Voordelta, waardoor dit als niet onderscheidend wordt beschouwd.

Scenario 2 (3-5-0)

In scenario 2 worden verbindingen aangelegd in de midden corridor (5) en west corridor (3). Dit scenario vormt een groter negatief effect voor bovenwater verstoring voor de vogelsoorten dan scenario 1. Per verbinding die in de west corridor wordt aangelegd, wordt namelijk 194 km² binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank verstoord. Buiten de ruiseizoenen²² van de ruiende vogels (Alk, Zeekoet, Grote Jager) zal dit een licht negatief effect hebben op foeragerende en rustende vogels. Tijdens de rui zal dit een groter negatief effect zijn.²² Omdat de west corridor niet geheel parallel aan scheepvaartroutes ligt, bestaat de kans dat gewenning bij vogels in de relatief rustigere gebieden minder aanwezig is. Naast de verstoring in de Bruine Bank zal er vijf keer verstoring optreden door de midden corridor aan de rand van de Bruine Bank (28 km² per verbinding). Bij alle scenario's vindt verstoring bovenwater plaats in de Voordelta, waardoor dit als niet onderscheidend wordt beschouwd.

Scenario 3 (3-3-2)

In scenario 3 worden alle drie de corridors benut voor de aanleg van kabels. Er zullen dus tracés worden aangelegd door en langs de Bruine Bank (west en midden corridor), maar ook door leefgebieden rond de oostelijke corridor meer richting de kust. Er wordt daarmee in totaal meer leefgebied overlapt. Ook hebben vogelsoorten in potentie de minste uitwijkmogelijkheden naar rustigere gebieden door het gebruik van alle drie de corridors. Dit scenario vormt naar verwachting het grootste negatieve effect, echter, het verschil met scenario 2 is klein. Er is namelijk in scenario 3 in enige mate minder verstoring langs de Bruine Bank door de aanleg van twee verbindingen minder in de midden corridor dan in scenario 2. Langs de oost corridor kan in redelijke mate sprake zijn van gewenning aan verstoring, aangezien dit grotendeels parallel loopt met bestaande vaarwegen. Uitzondering zijn twee gebieden (waaronder een munitiestortgebied) ca. 20 km uit de kust van Den Haag, waar een lage scheepvaartintensiteit geldt. Hier bevinden zich mogelijk extra gevoelige individuen, die worden verstoord door de aanleg van twee verbindingen door de oost corridor. Het gevolg voor de vergelijking van scenario's door het optimaliseren van de oost corridor en daarmee het vermijden van gebieden met lage scheepvaartintensiteit, wordt besproken in hoofdstuk 5. Bij alle scenario's vindt verstoring bovenwater plaats in de Voordelta, waardoor dit als niet onderscheidend wordt beschouwd.

Conclusie

Concluderend komt scenario 1 als meest gunstige uit de vergelijking, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. Reden hiervoor is dat in scenario 1 de werkzaamheden alleen in de midden corridor voorkomen, waardoor soorten voldoende mogelijkheid hebben om tijdelijk uit te wijken naar rustiger gebied. Tevens vindt in scenario 1 de minste verstoring plaats in de Bruine Bank. In scenario 2 en 3 vindt meer verstoring in de Bruine Bank plaats dan in scenario 1 doordat in beide scenario's

²² Het ruiseizoen van de Alk vindt plaats van januari tot maart. De Zeekoet heeft een zomerrui (juli t/m eerste helft september) en een winterrui (december t/m februari). Het ruiseizoen van de Grote Jager begint eind juli/begin augustus, waarna ze in september het NCP verlaten. De rui van de Grote Jager wordt pas voltooid in januari/februari, nadat ze het NCP al verlaten hebben.

drie verbindingen door de west corridor gaan. In scenario 3 vindt iets minder verstoring plaats aan de grenzen van de Bruine Bank, doordat er twee verbindingen minder door de midden corridor gaan. Maar er wordt in scenario 3 wel gebruikt gemaakt van de oost corridor, waardoor extra leefgebied wordt overlapt van meerdere soorten en er tevens de minste uitwijkmogelijkheden overblijven voor verstoorde individuen naar rustigere gebieden. Hierdoor wordt scenario 2 minder negatief beoordeeld dan scenario 3, De verschillen zijn echter klein. Scenario 3 is daarmee het scenario waarbij de meest negatieve effecten van bovenwater verstoring worden verwacht. De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 2-2. Het gevolg van een eventuele optimalisatie van de oost corridor wordt in hoofdstuk 5 toegelicht.

2.6 Elektromagnetische velden

2.6.1 Analyse corridors

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen mogelijk een (permanent) effect hebben op zeezoogdieren, haaien, roggen en ongewervelden. Uit de magneetveldstudies van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta blijkt dat het magneetveld van een kabelsysteem van zowel een (1x4)-kabelconfiguratie als een (2x2)-kabelconfiguratie niet tot aan het wateroppervlak komt. Ook blijkt dat de veldsterkte verticaal iets zwakker wordt op grotere hoogte als er meerdere verbindingen bij elkaar liggen. Dit geeft waarschijnlijk geen significant verschil. Wel zal het uiteindelijke veld bij meerdere verbindingen in één corridor groter zijn, aangezien er meerdere velden naast elkaar liggen. Daarnaast is er nog veel onbekend over de effecten van EMV op vissen, zeezoogdieren, en ongewervelden, waardoor sprake is van enkele leemten in kennis (zie ook paragraaf 2.6.2).

Effecten als gevolg van elektromagnetische velden vinden plaats in alle corridors waar verbindingen worden aangelegd. Het effect van elektromagnetische velden is afhankelijk van de hoeveelheid verbindingen in de corridor. Voor elektromagnetische velden wordt het uitgangspunt gehanteerd dat verbindingen in een (2x2)-kabelconfiguratie worden aangelegd omdat dit worst-case is voor dit deelaspect (zie paragraaf 1.3).

2.6.2 Analyse scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

Door het aanleggen van acht verbindingen in één corridor, ontstaat een groter elektromagnetisch veld in horizontale richting. Dat betekent dat soorten die gevoelig zijn voor elektromagnetische velden langer door het achtereen geschakelde elektromagnetische veld zwemmen, dan wanneer de verbindingen meer verspreid liggen. In verticale richting zal het veld niet significant sterker zijn dan bij een enkele verbinding. Het elektromagnetische veld ter plaatse van de midden corridor kan mogelijk een barrière vormen voor trekvissen en zeezoogdieren. Op dit moment is er echter geen duidelijke onderbouwing wat wenselijker is: spreiding of bundeling. Dit is een leemte in kennis en moet verder onderzocht worden.

Scenario 2 (3-5-0)

Naast een elektromagnetisch veld ter plaatse van de midden corridor, ontstaat in scenario 2 een elektromagnetisch veld van soortgelijke sterkte in de west corridor. Dit heeft mogelijk extra effecten op (trek)vissen en ongewervelden in deze omgeving. Daarentegen betekent de spreiding over twee corridors dat soorten die gevoelig zijn voor elektromagnetische velden minder lang door een achtereen geschakeld elektromagnetisch veld zwemmen, dan in scenario 1. Op dit moment is er

echter geen duidelijke onderbouwing wat wenselijker is: spreiding of bundeling. Dit is een leemte in kennis en moet verder onderzocht worden.

Scenario 3 (3-3-2)

Naast een elektromagnetisch veld in de west en midden corridor, ontstaat in scenario 3 ook een magneetveld van soortgelijke sterkte in de oost corridor. Dit heeft mogelijk extra effecten op ongewervelden in deze omgeving. Dit scenario leidt tot de meeste verspreiding van magneetvelden op de bodem, wat mogelijke gevolgen kan hebben voor navigatie van zeezoogdieren en vissen. Op dit moment is er echter geen duidelijke onderbouwing wat wenselijker is: spreiding of concentratie. Dit is een leemte in kennis en moet verder onderzocht worden.

Conclusie

Op dit moment is er geen duidelijke onderbouwing of er bij spreiding over meerdere corridors of bundeling in één corridor van elektromagnetische velden de minste effecten optreden. Dat betekent dat er op dit moment geen duidelijke conclusie kan worden getrokken in welke scenario's elektromagnetische velden het grootste effect veroorzaken. Op dit moment kan geen duidelijk onderscheid worden gemaakt voor het deelaspect elektromagnetische velden en dat betekent dat het deelaspect niet als informatie gebruikt wordt in de afweging tussen scenario's. Dit is weergegeven in Tabel 1-5. Indien bundeling leidt tot negatievere effecten, dan wordt scenario 3 als best beoordeeld, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 1. Indien verspreiding leidt tot negatievere effecten, dan is dit omgekeerd. De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 2-2. Vanwege de kennisleemte wordt een expertsessie georganiseerd over elektromagnetische velden. Hierin wordt verkend of de meest recente inzichten en kennis zijn benut en of dit aanleiding geeft dit te betrekken bij de effectbeoordeling in de procedures van individuele projecten. Resultaten van deze expertsessie vormen input voor de individuele procedures van toekomstige verbindingen.

Tabel 2-2 Samenvatting analyse scenario's - ecologie

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Habitataantasting	X	XX	XXX
Vertroebeling	X	X	XXX
Vermindering van doorzicht	X	XX	XXX
Verstoring bovenwater	X	XX	XXX
Elektromagnetische velden – Bundeling EMV	XXX	XX	X
Elektromagnetische velden – Verspreiding EMV	X	XX	XXX

3 Resultaten analyse scheepvaartveiligheid

3.1 Afbakening

Voor het thema scheepvaartveiligheid is gekeken naar de deelaspecten uit Tabel 3-1. Deze deelaspecten zijn gekozen op de mate van onderscheid tussen corridors en scenario's en de omvang van het effect. In de tabel is ook aangegeven of het een tijdelijk of permanent effect betreft. De afstand tussen verbindingen en ankergebieden wordt meegenomen in de beoordeling van fysieke ruimte (zie paragraaf 4.2.2).

Tabel 3-1 Afbakening scheepvaartveiligheid

Deelaspecten	Omschrijving	Tijdelijk/ permanent
Scheepvaarthinder	Bij dit deelaspect gaat het om de hinder en beperkingen voor scheepvaart als gevolg van de kabel, oftewel: het effect van de kabels op scheepvaart. Dit betreft hinder in de aanleg (tijdelijk), hinder bij een onderhoudssituatie (tijdelijk) of permanente effecten zoals gedragsverandering. Om het effect van de kabel op scheepvaart in kaart te brengen wordt gekeken naar de scheepvaartdichtheid.	Beide
Ankerrisico's en kabelschade	Bij dit deelaspect gaat het om de kans op schade aan de kabel veroorzaakt door scheepvaart, oftewel: het effect van scheepvaart op de kabels. Scheepvaart kan een risico vormen voor de kabels door zinkende schepen en/of door vallende, slepende of hakende ankers.	Permanent

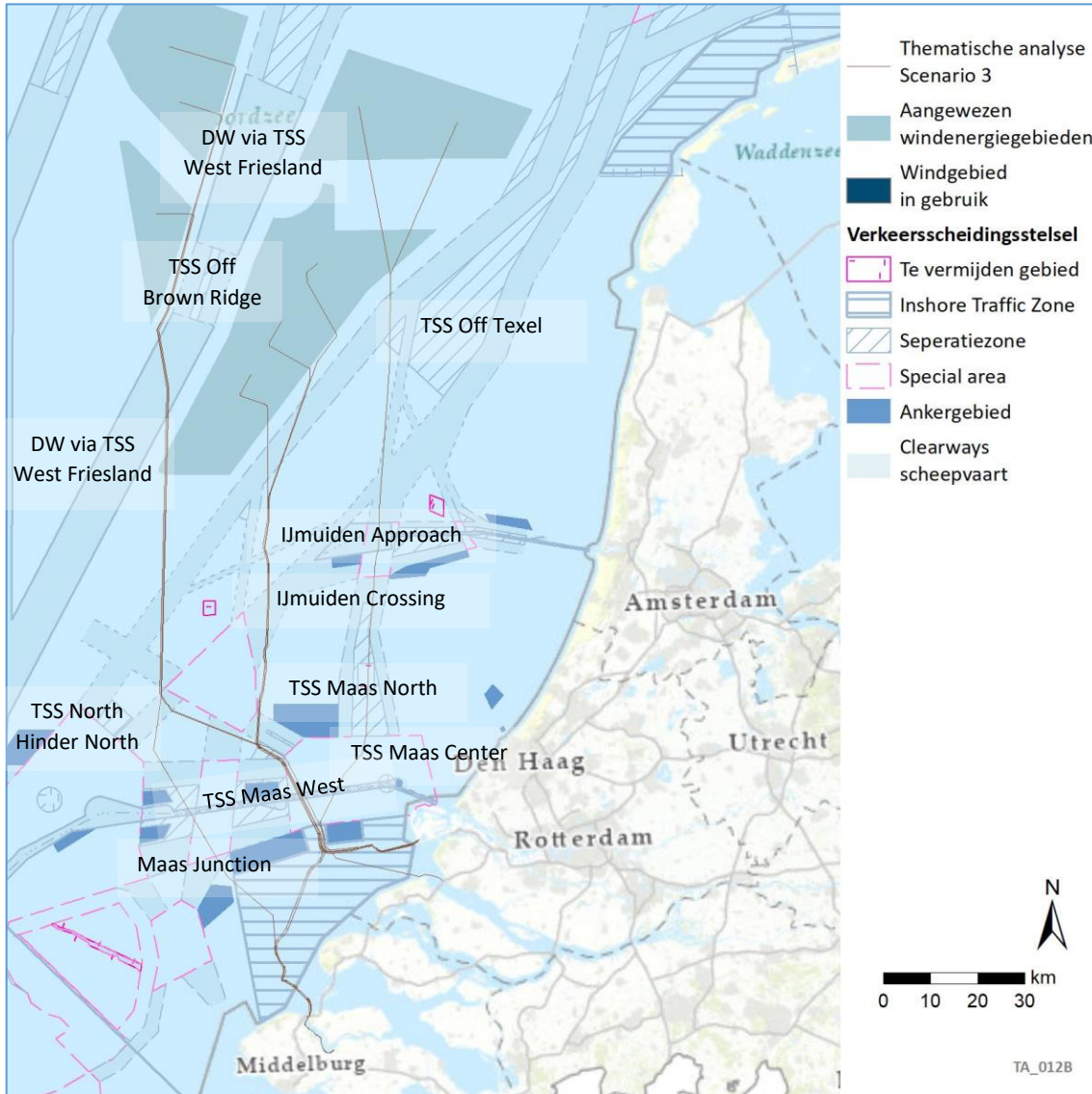
3.2 Scheepvaarthinder

3.2.1 Analyse corridor

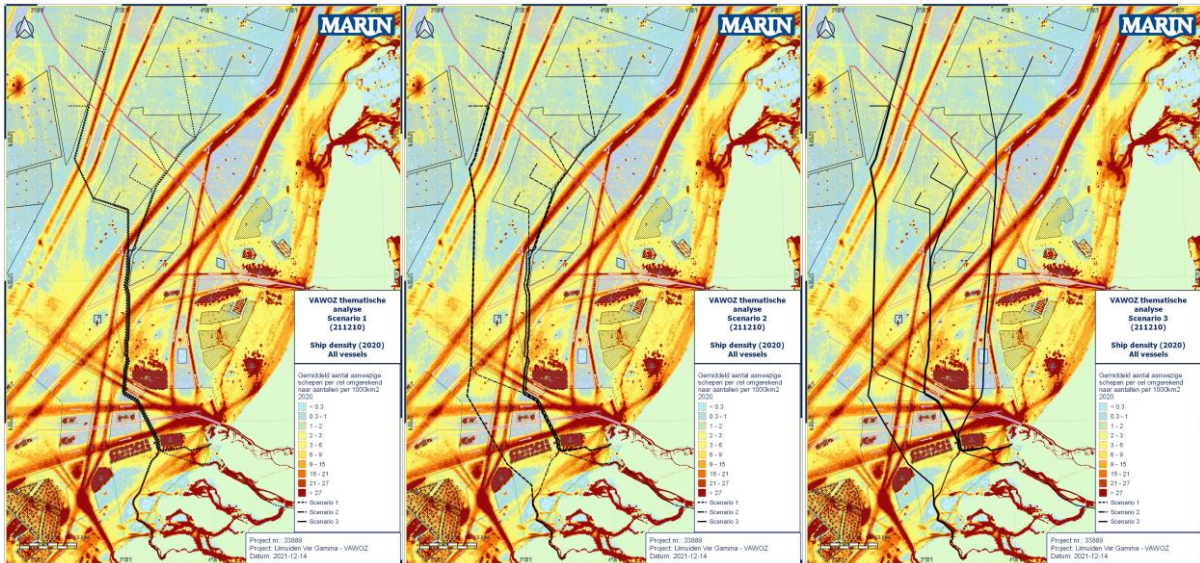
Bij scheepvaarthinder gaat het om het effect van de aanleg en aanwezigheid van kabels op scheepvaart. Voorbeelden hiervan zijn hinder in de aanlegfase (tijdelijk), bij een onderhoudssituatie (tijdelijk) en permanente effecten zoals gedragsverandering. De scheepvaart wil in principe (nood)ankeren nabij kabels voorkomen. Doordat de scheepvaartroutes met name van oost naar west georiënteerd zijn en de verbindingen van noord naar zuid is het onvermijdelijk scheepvaartroutes te kruisen. De risico's voor de scheepvaart en daarmee voor de kabels zijn in de een RBBD-studie onderzocht. Aanvullend wordt een expertsessie georganiseerd over het menselijke aspect van de wijze waarop nautici omgaan met ankeren in relatie tot de aanwezigheid van (parallele) verbindingen. Resultaten van deze expertsessie vormen input voor de individuele procedures en effectbeoordelingen van toekomstige verbindingen en zijn niet opgenomen in deze thematische analyse.

Om het effect van de kabels op de scheepvaart te bepalen is in Bijlage C Scheepvaartdichtheid gekeken naar de ligging van de verbindingen in relatie tot de scheepvaartdichtheid. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de route gebonden en de niet-route gebonden scheepvaart. De route gebonden scheepvaart betreft grotere schepen die van haven naar haven varen. Deze schepen kunnen als minder manoeuvreerbaar worden beschouwd en hebben grotere ankers. De niet-route gebonden scheepvaart zijn schepen als vissers, baggerschepen, offshore support schepen die werken voor de olie- en gasindustrie of voor de windparken op zee. Die schepen zijn beter manoeuvreerbaar en hebben kleinere ankers dan het route gebonden scheepvaartverkeer. Daarom wordt in deze thematische analyse met name gekeken naar de route gebonden scheepvaart.

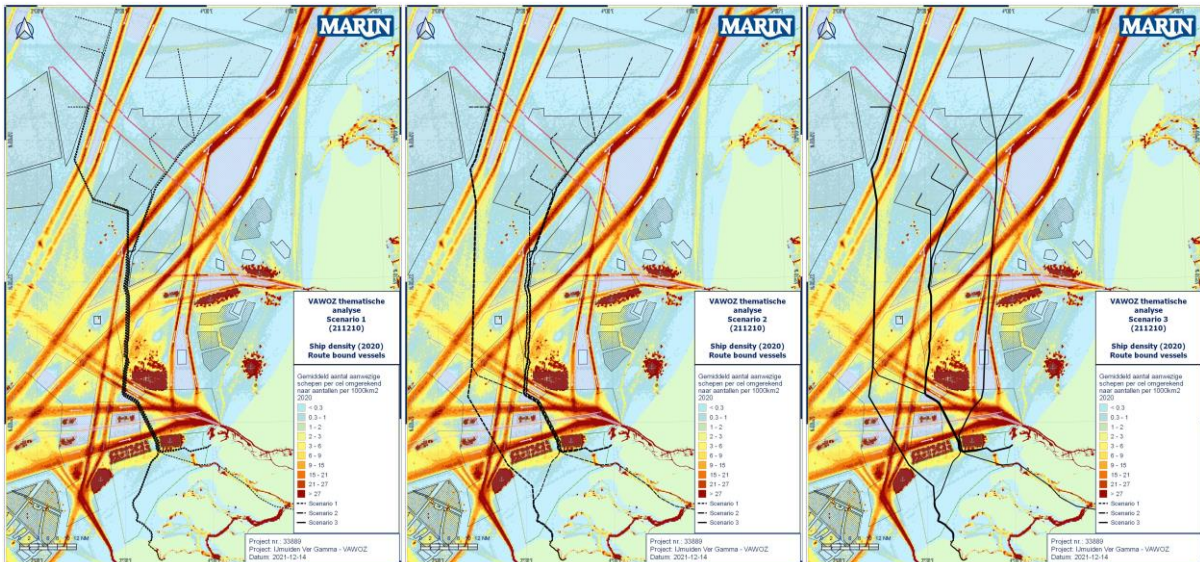
In Figuur 3-1 is de ligging van de corridors ten opzichte van de scheepvaartroutes weergegeven. In Figuur 3-2 is de scheepvaartdichtheid van zowel route gebonden scheepvaart als niet-route gebonden scheepvaart weergegeven per scenario. In Figuur 3-3 is enkel de scheepvaartdichtheid van route gebonden scheepvaart weergegeven.



Figuur 3-1 Ligging van corridors ten opzichte van scheepvaartroutes



Figuur 3-2 Scheepvaartdichtheid van route gebonden scheepvaart en niet route gebonden scheepvaart per scenario



Figuur 3-3 Scheepvaartdichtheid van route gebonden scheepvaart per scenario

West corridor

Uit Figuur 3-1 blijken de volgende raakvlakken met scheepvaartroutes voor de west corridor:

- Ten noorden van de Bruine Bank ligt de west corridor aan de westzijde van de TSS Off Brown Ridge.
- In zuidelijke richting kruist de west corridor diepwater scheepvaartroute TSS West Friesland.
- Verbinding 5 steekt ter hoogte van TSS North Hinder North over naar de midden corridor.
- De west corridor loopt langs de oostzijde door het TSS North Hinder North.
- De west corridor doorkruist het Maas Junction gebied.

De west corridor kruist het Maas Junction gebied met een hoge scheepvaartdichtheid en waar sprake is van kruisend scheepvaartverkeer. Voor een aanlegschip duurt het kruisen van het Maas Junction gebied ca. 30 uur voor het leggen van de kabel en ca. 60 uur voor het begraven van de kabel. Het introduceren van een (praktisch stilliggend) aanlegschip in een gebied met kruisend

scheepvaart verhoogt het aanvaringsrisico en gaat ten koste van de scheepvaartveiligheid. Wanneer sprake is van een onderhoudssituatie in het Maas Junction gebied, zoals bij reparatie, duurt dit ca. 10 dagen. Ook dit levert hinder op voor scheepvaart en leidt tot een verhoogd aanvaringsrisico voor het kruisende scheepvaartverkeer. Indien reparatie niet mogelijk is door het verhoogde aanvaringsrisico, is er een optie om de kabel te vervangen. Dit kost vele miljoenen euro's en wordt daarom niet als wenselijk gezien.

De mogelijkheden tot optimalisatie van verbindingen in de west corridor om het Maas Junction gebied te vermijden, zijn beperkt omdat er meerdere ankergebieden liggen in dit gebied. Wel is er de mogelijkheid om alle verbindingen in de west corridor over te laten steken van de west corridor naar de midden corridor, parallel aan de 5^e verbinding. Deze optimalisatie wordt verder toegelicht in paragraaf 5.1.1.

Midden corridor

Uit Figuur 3-1 blijken de volgende raakvlakken met scheepvaartroutes voor de midden corridor:

- De midden corridor doorkruist twee diepwaterroutes, die aan weerszijden liggen van windenergiegebied Hollandse Kust (west).
- De midden corridor doorkruist de noordoostelijke hoek van het Maas Junction gebied.

De midden corridor loopt, in tegenstelling tot de west en oost corridor, niet door gebieden met kruisend scheepvaartverkeer. De midden corridor ligt op enkele locaties wel nabij gebieden met kruisend scheepvaartverkeer en doorkruist scheepvaartroutes. De midden corridor is daarmee zeker niet vrij van aanvaringsrisico's, maar is van de drie corridors wel degene met het kleinste aanvaringsrisico vanuit het perspectief van scheepvaartdichtheid en de nabijheid van kruisend scheepvaartverkeer.

Oost corridor

Uit Figuur 3-1 blijken de volgende raakvlakken met scheepvaartroutes voor de oost corridor:

- De oost corridor doorkruist de scheepvaartroute ten westen van TSS Off Texel.
- De oost corridor ligt vervolgens in zuidelijke richting in de scheepvaartroute ter hoogte van IJmuiden Approach.
- De oost corridor loopt door TSS Maas North.
- De oost corridor loopt door kruisende scheepvaartroutes bij Maas Center.

De oost corridor doorkruist de scheepvaartroutes van en naar Rotterdam bij het gebied Maas Center, waar meerdere scheepvaartroutes samenkomen en kruisen. Noordwaarts vervolgt de oost corridor tussen twee scheepvaartroutes door, waar het een munitiestortgebied kruist. Wanneer de oost corridor geoptimaliseerd wordt, dan moet dat munitiedumpgebied vermeden worden (zie ook traceringsuitgangspunten in paragraaf 4.2.1). Het effect van optimalisatie van de oost corridor op de beoordeling van scheepvaartdichtheid wordt in paragraaf 5.1.2 besproken.

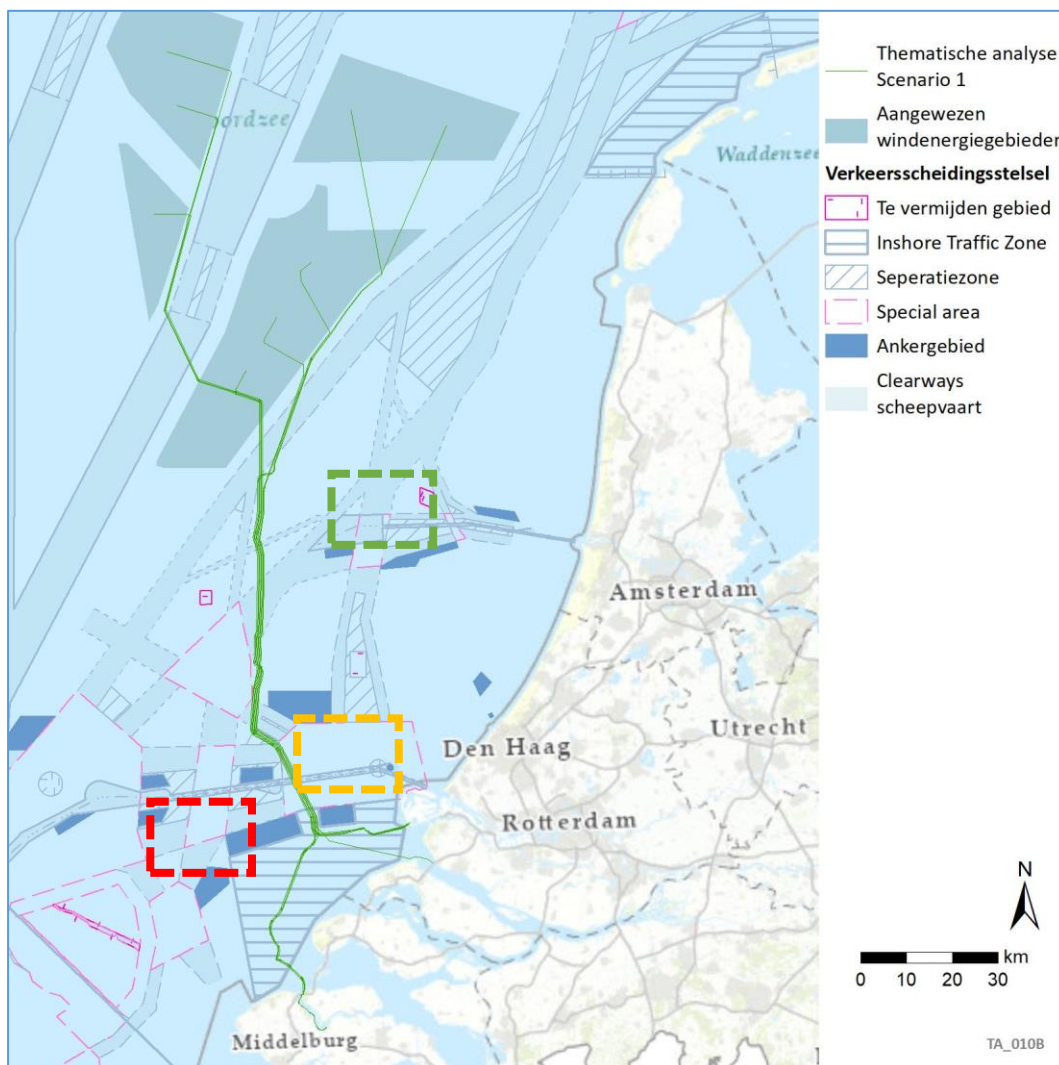
Ten westen van IJmuiden kruist de oost corridor een gebied met kruisend scheepvaartverkeer, namelijk het gebied IJmuiden Approach. Op deze locatie kruist noord-zuid verkeer met oost-west verkeer dat van of naar IJmuiden/Amsterdam gaat. De scheepvaartdichtheid op deze locatie is minder groot dan Maas Junction of Maas Center.

3.2.2 Analyse scenario's

Voor het deelaspect scheepvaarthinder wordt gekeken naar de ligging van de scenario's ten opzichte van de gebieden met een hoge scheepvaardichtheid. Uit paragraaf 3.2.1 blijkt dat dit de gebieden Maas Junction, Maas Center en IJmuiden Approach zijn.

Scenario 1 (0-8-0)

Bij scenario 1 kruisen de verbindingen door de midden corridor scheepvaartroutes waar geen sprake is van kruisend scheepvaartverkeer, zoals wel het geval is bij Maas Junction of Maas Center. Gebieden met een hoge scheepvaardichtheid worden hoofdzakelijk vermeden. Daarmee is het risico op aanvaring bij dit scenario relatief laag ten opzichte van de andere scenario's. De ligging van scheepvaartroutes en ankergebieden ten opzichte van scenario 1 is weergegeven in Figuur 3-4.

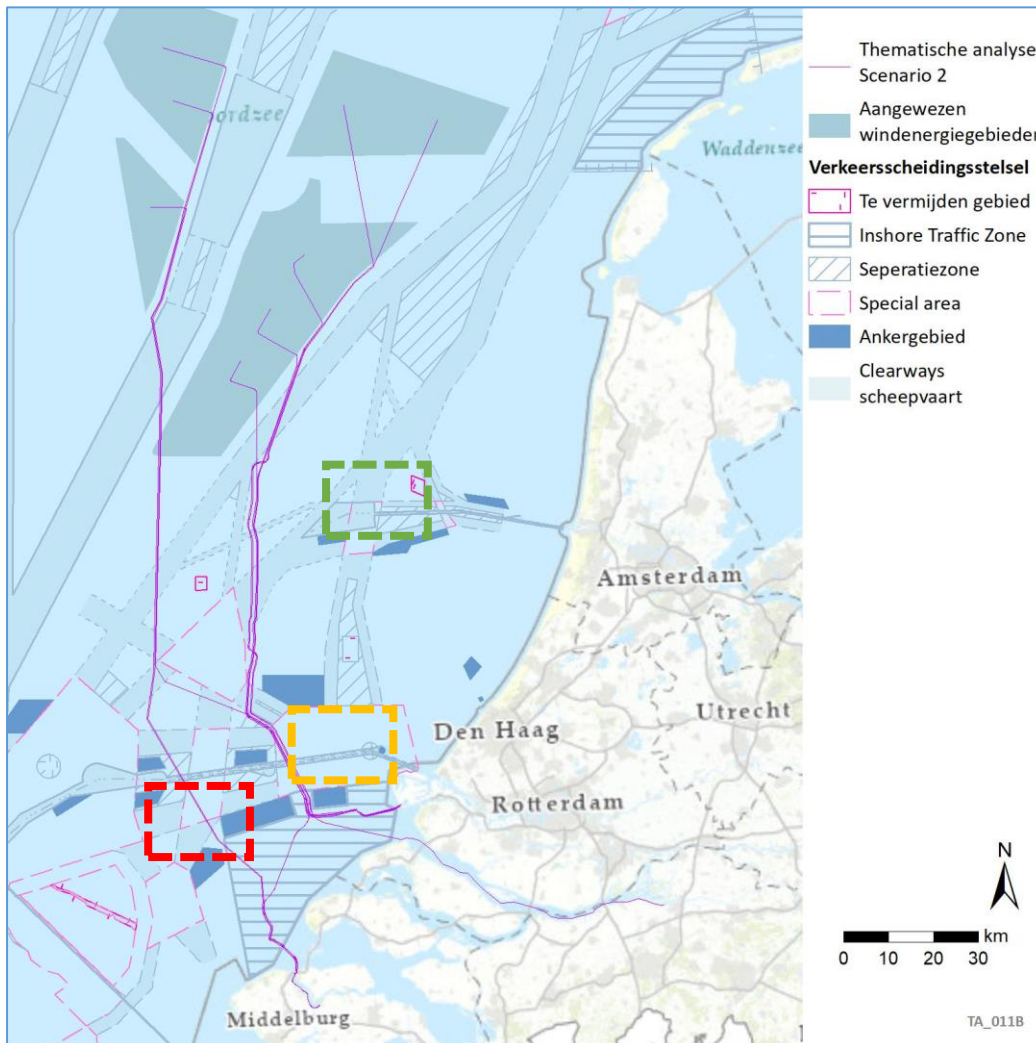


Figuur 3-4 Scheepvaartroutes scenario 1 met Maas Junction (rood omkaderd), Maas Center (geel omkaderd) en IJmuiden Approach (groen omkaderd)

Scenario 2 (3-5-0)

Ten opzichte van scenario 1 wordt scenario 2 minder goed beoordeeld, omdat verbinding 4 via de west corridor het Maas Junction gebied met grote scheepvaardichtheid doorkruist (zie Figuur 3-5). Een optimalisatie van deze verbinding door het Maas Junction gebied is nauwelijks mogelijk door de

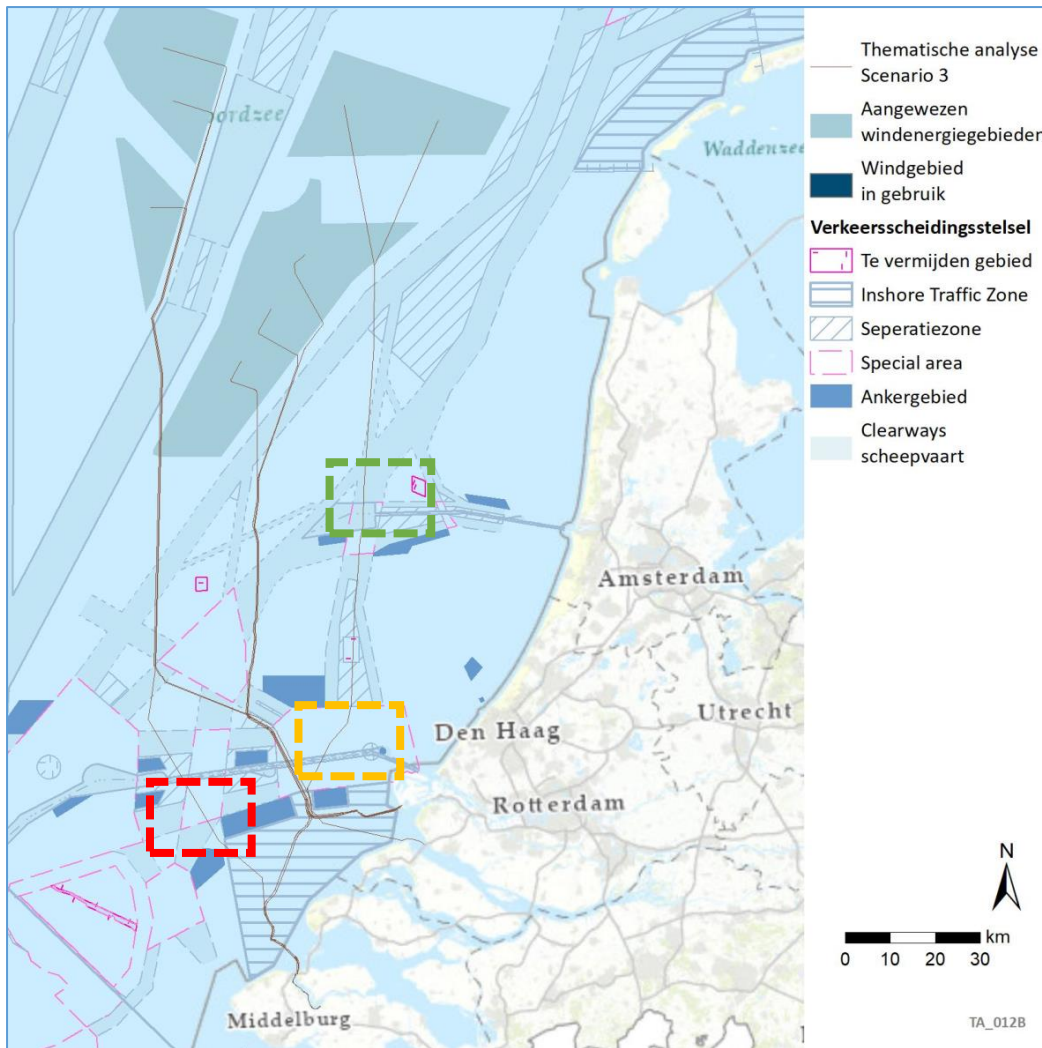
ligging van de corridor tussen twee ankergebieden. Wel bestaat de mogelijkheid om verbinding 4 parallel aan verbinding 5 en 6 over te laten steken richting de midden corridor en vervolgens parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha richting het Sloegebied te gaan. Op die manier wordt de Maas Junction gemeden. Deze optimalisatie wordt besproken in paragraaf 5.1.1.



Figuur 3-5 Scheepvaartroutes scenario 2 met Maas Junction (rood omkaderd), Maas Center (geel omkaderd) en IJmuiden Approach (groen omkaderd)

Scenario 3 (3-3-2)

Bij scenario 3 worden zowel door de west corridor (Maas Junction) als door de oost corridor (Maas Center en ter hoogte van IJmuiden Approach) gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid gekruist. Dit is weergegeven in Figuur 3-6. Dit betekent dat het aanvaarrisico tussen kabelschepen en de overige scheepvaart groter is dan bij scenario 1 of 2. Het gevolg voor de effectbeoordeling door het optimaliseren van de oost corridor, om het munitiestortgebied te mijden, wordt toegelicht in paragraaf 5.1.2.



Figuur 3-6 Scheepvaartroutes scenario 3 met Maas Junction (rood omkaderd), Maas Center (geel omkaderd) en IJmuiden Approach (groen omkaderd)

Conclusie

Voor het deelaspect scheepvaarthinder wordt geconcludeerd dat scenario 1 als best wordt beoordeeld. Bij scenario 1 kruisen de verbindingen door de midden corridor scheepvaartroutes waar geen sprake is van kruisend scheepvaartverkeer is, zoals wel het geval is bij Maas Junction, Maas Center of IJmuiden Approach. Gebieden met een hoge scheepvaardichtheid worden in scenario 1 hoofdzakelijk vermeden. Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2, omdat hier verbinding 4 door het Maas Junction gebied ligt. Scenario 3 eindigt op de laatste plaats, omdat daar Maas Junction, Maas Center en IJmuiden Approach gekruist worden. De vergelijking tussen scenario's is weergegeven in Tabel 3-2.

3.3 Ankerrisico's en kabelschade

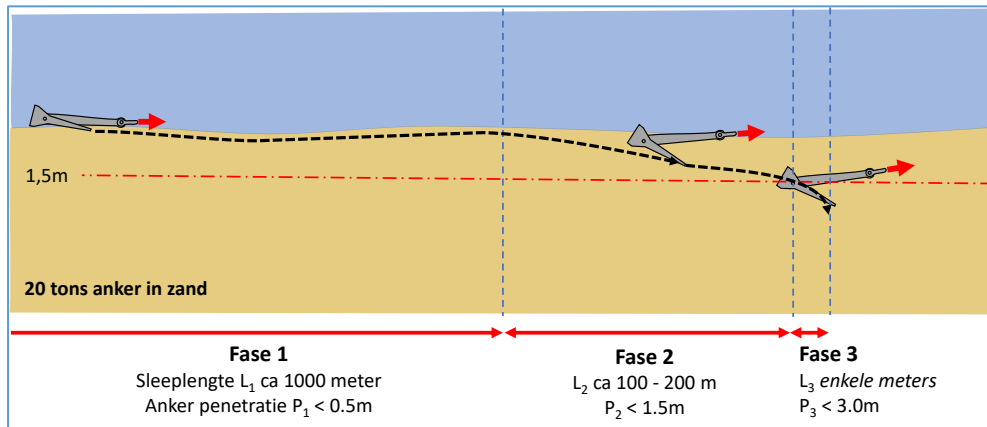
3.3.1 Analyse corridor

Om het deelaspect ankerrisico's en kabelschade te beoordelen is Bijlage D Ankerrisico's toegevoegd. In deze bijlage wordt ingegaan op de kans op kabelschade als gevolg van externe factoren, zoals ankeren en het zinken van een schip. Beide risico's worden hieronder toegelicht.

Ankerrisico's

Bij het bepalen van de ankerrisico's wordt gebruik gemaakt van het ankerpenetratiemodel (Figuur 3-7), waar onderscheid wordt gemaakt tussen drie fases van het ankeren:

1. In fase 1 wordt het anker over het zeebed geslept maar dringt niet de bodem in.
2. In fase 2 dringen de vloeien van het anker (de bladen van het onderste deel van het anker) de bodem in, maar de schacht van het anker blijft over de bodem bewegen.
3. In fase 3 dringt het gehele anker de bodem in waarna het tot stilstand komt.



Figuur 3-7 Ankerpenetratie van een 20 tons anker in zand

Voor het begraven van kabels wordt bij Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma een gronddekking gehanteerd van 3 meter in het kustgebied (binnen 3 km vanuit land) en minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem in een verkeersscheidingsstelsel (VSS), in de nabijheid van verkeersscheidingsstelsels en tussen scheepvaartroutes en windenergiegebieden in.

Uit Bijlage D blijkt dat wanneer de kabel een gronddekking heeft van minstens 1,5 meter, de kabel beschermd is tegen anker-indringing door grotere ankers (20 ton) tijdens fase 1 en het eerste deel van fase 2. Alleen tijdens het laatste gedeelte van fase 2 en tijdens fase 3 kan een anker van 20 ton in aanraking komen met de kabel. Bij een begraafdiepte van 1,5 m liggen de kabels beschermd tegen veelvuldiger voorkomende minder grote ankers (<20 ton). De sleeplengte van het anker in het laatste stuk van fase 2 en in fase 3 is niet meer dan enkele meters. De kans dat precies dat korte stuk van enkele meters in fase 3, samenvalt met de plek waar de kabel ligt, is in de RBBD-studie²³ van Net op zee IJmuiden Ver kabels berekend. De uitkomst is dat vóór het eind van fase 2 en fase 3 geldt dat bij 1,5 meter gronddekking de kans dat een kabel geraakt wordt door ankers kleiner is dan de door TenneT acceptabel geachte kans. TenneT hanteert op dit moment een acceptabele faalkans van 1×10^{-5} /km/jaar (= gemiddeld eens in de 100.000 jaar per km, = gemiddeld eens in de 500 jaar voor een verbinding van 200 km lang). Bij een tussenafstand van 200 meter bij parallelle verbindingen en een gronddekking van 1,5 meter is het niet mogelijk dat een anker in eind fase 2 of fase 3 meerdere verbindingen raakt, oftewel: voor het ankerrisico per verbinding maakt het niet uit of er één of meerdere verbindingen parallel liggen.

²³ Risk Based Burial Depth study IJmuiden Ver, IV12345-G-DES.06.209-2GW-MA-Risk_Based_Burial_Depth_Study, ACRB Romke Bijker en MARIN Yvonne Koldenhof, December 2020.

Zinkende schepen

Naast het risico op ankeren is in de RBBB-studie ook gekeken naar de kans dat bij het zinken van een schip meerdere parallelle kabels beschadigd raken. De verbindingen op zee liggen ca. 200 meter uit elkaar. Wanneer een schip zinkt en op de bodem terecht komt, dan zal een kabel in het zeebed op die locatie dat naar alle waarschijnlijkheid niet overleven (tenzij de kabel op die plek net onder een zandgolf ligt en dus in feite dieper begraven ligt). Pas wanneer een schip langer dan 200 meter is en haaks op de kabels zinkt, raken meerdere parallelle kabels beschadigd. Deze kans is kleiner dan de door TenneT acceptabel geachte kans op kabelschade. TenneT hanteert op dit moment een acceptabele faalkans van 1×10^{-5} /km/jaar (= gemiddeld eens in de 100.000 jaar per km, = gemiddeld eens in de 500 jaar voor een verbinding van 200 km lang).

Ondanks dat voor beide externe oorzaken van kabelschade de kans kleiner is dan de door TenneT acceptabel geachte kans, heeft het aantal verbindingen dat parallel ligt aan elkaar wel invloed op de kans op kabelschade. In paragraaf 3.3.2 wordt dit beoordeeld voor de scenario's.

3.3.2 Analyse scenario's

Wanneer de kabels van de te realiseren verbindingen een gronddekking hebben van minimaal 1,5 meter, dan is de kans op schade aan de kabels door externe factoren als (nood)ankeren en het zinken van schepen kleiner dan de door TenneT gestelde eis. Ondanks dat heeft het aantal verbindingen dat parallel ligt aan elkaar, wel invloed op de kans op kabelschade.

Wanneer meerdere verbindingen parallel in de strook naast de scheepvaartroute liggen (scenario 1), dan is de totale kans op schade aan één van deze verbindingen door externe factoren groter dan wanneer er minder verbindingen parallel liggen (scenario 2 en 3). Echter, wanneer de verbindingen verspreid liggen over meerdere corridors (scenario 2 en 3), dan varen er meer verschillende schepen langs de verbindingen. Dat heeft geen effect op de individuele faalkans per verbinding, maar wel op de totale meervoudige faalkans. Vanuit dat oogpunt neemt de meervoudige kans op ongewenst contact tussen scheepvaart en een verbinding toe. Het aanleggen van meerdere verbindingen in de midden corridor (scenario 1) levert een kleinere meervoudige faalkans op schade aan de kabels door scheepvaart, dan het verspreiden van de verbindingen over twee corridors (scenario 2) of drie corridors (scenario 3). Dat betekent dat scenario 1 het best wordt beoordeeld, vervolgens scenario 2 en tot slot scenario 3.

Tabel 3-2 Samenvatting analyse scenario's - scheepvaartveiligheid

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Scheepvaarthinder	X	XX	XXX
Ankerrisico's en kabelschade	X	XX	XXX

4 Resultaten analyse toekomstvastheid

4.1 Afbakening

Voor het thema toekomstvastheid is gekeken naar de deelaspecten uit Tabel 4-1. Deze deelaspecten zijn gekozen op basis van de mate van onderscheid tussen corridors en scenario's en de omvang van het effect. In de tabel is ook aangegeven of het een tijdelijk of permanent effect betreft.

Tabel 4-1 Afbakening toekomstvastheid

Deelaspecten	Omschrijving	Tijdelijk/ permanent
Fysieke ruimte	Bij dit deelaspect wordt bekeken of het fysiek, oftewel ruimtelijk, mogelijk is om meerdere kabels naast elkaar te leggen in één corridor.	Permanent
Toekomstige kruisingen kabels en leidingen	Bij dit deelaspect wordt de complexiteit van toekomstige kabelkruisingen beoordeeld en of er in de toekomst nog meer oost-west en/of noord-zuid kabels voorzien zijn.	Permanent
Zandwinning	Bij dit deelaspect wordt gekeken naar de impact van een verbinding op het lokale aanbod van zand in relatie tot de verwachte regionale zandvraag. Het betreft hier suppletiezand en commercieel zand.	Permanent
Beheer & onderhoud	De beperkingen, mogelijkheden en risico's voor beheer en onderhoud.	Beide

4.2 Fysieke ruimte

4.2.1 Analyse corridor

Bij dit deelaspect wordt bekeken of het fysiek ruimtelijk mogelijk is om meerdere verbindingen parallel aan te leggen door een corridor. Daarbij wordt bij de analyse van de corridors gekeken naar het maximaal aantal verbindingen per corridor, oftewel bij de west corridor drie verbindingen, bij de midden corridor acht verbindingen en bij de oost corridor twee verbindingen. De analyse van de fysieke ruimte gebeurt aan de hand van de traceringsuitgangspunten. Deze uitgangspunten volgen uit beleid en eisen van bevoegde gezagen en TenneT en zijn eerder ook gehanteerd bij de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Om de vergelijking tussen de midden corridor en andere corridors te maken, worden dezelfde traceringsuitgangspunten gehanteerd. Dit zijn:

1. Efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee.
2. Onderlinge afstand van verbindingen 200 meter binnen een corridor en een onderhoudszone van 500 meter vanaf de buitenste verbindingen binnen een corridor.
3. Streven naar een afstand tot windenergiegebieden van minimaal 500 meter.
4. Afstand tot ankergebieden van minimaal 500 meter.
5. Afstand tot zandwingebieden van minimaal 500 meter.
6. Afstand tot lichtplatform Goeree van 400 meter is vanuit TenneT acceptabel, vanuit RWS/Kustwacht zijn hier geen veiligheidsnormen voor.
7. Buiten begrenzing van munitiestortgebieden blijven.
8. Buiten begrenzing van Natura 2000-gebied Bruine Bank blijven.

West corridor

Over de gehele westelijke corridor wordt voldaan aan alle traceringsuitgangspunten, behalve traceringsuitgangspunt 8. De westelijke corridor gaat namelijk door Natura 2000-gebied Bruine Bank. Er zijn geen realistische optimalisaties van de corridor mogelijk om de Bruine Bank te mijden, zonder de grens van Exclusieve Economische Zone (EEZ) met het Verenigd Koninkrijk te passeren.

Midden corridor

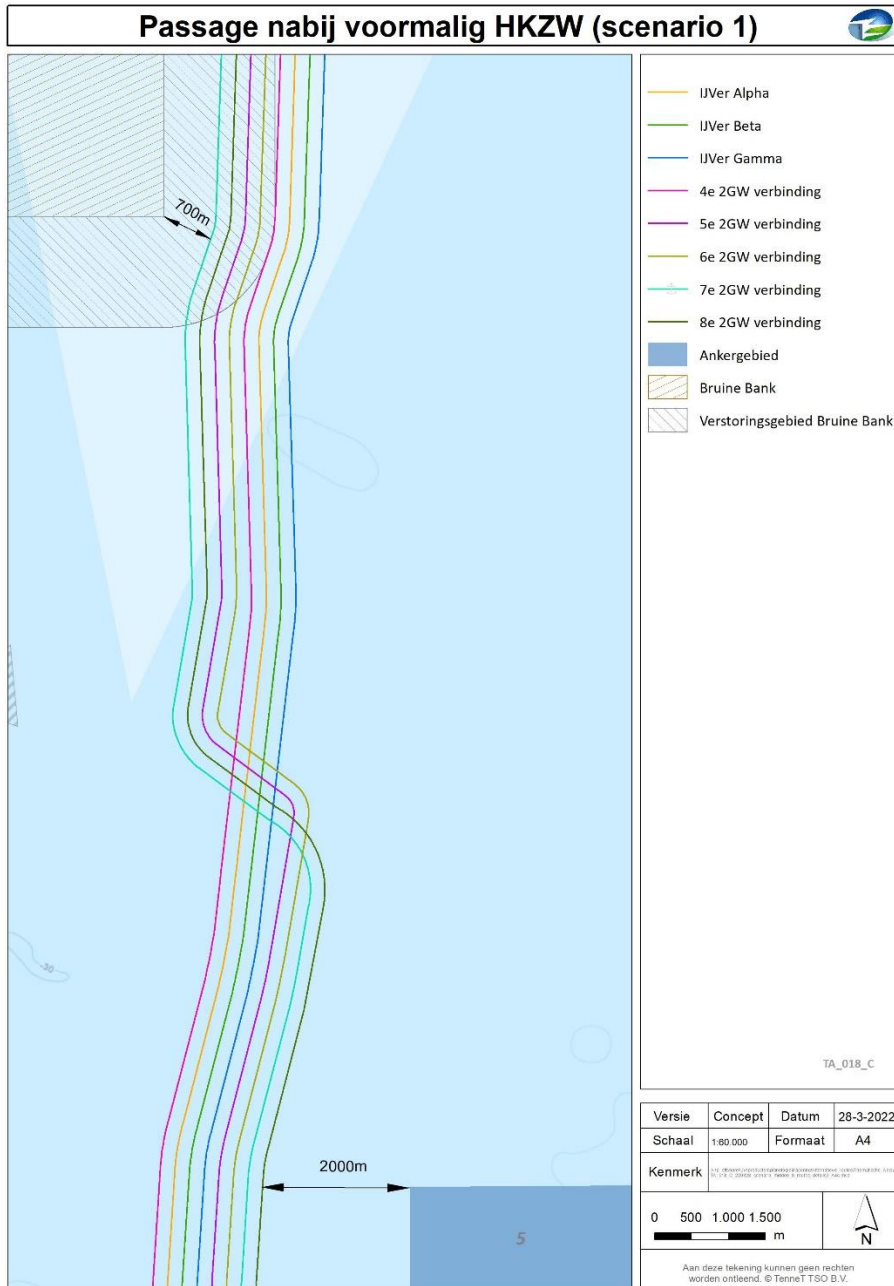
Nadat de verbindingen de windenergiegebieden 1, 2 en IJmuiden Ver verlaten, komen ze bijeen ten oosten van de Bruine Bank in de midden corridor. Ter hoogte van lichtplatform Goeree vervolgen de verbindingen weer ieder hun eigen route richting aanlanding. Tussen deze twee punten lopen acht verbindingen parallel door de midden corridor. Figuur 4-1 t/m Figuur 4-4 geven een detailweergave van de gehanteerde traceringsuitgangspunten in de midden corridor. In ieder figuur is sprake van een onderlinge afstand van 200 meter tussen de verbindingen en een onderhoudszone van 500 meter aan weerszijden.

Figuur 4-1 geeft een detailweergave weer van de midden corridor ter hoogte van windenergiegebied IJmuiden Ver, waar de netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma samenkomen met de andere verbindingen.



Figuur 4-1 Detailweergave midden corridor ter hoogte van windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 4-3 geeft weer dat ook hier buiten de begrenzing van de Bruine Bank wordt gebleven en voldoende afstand is tot het ankergebied.



Figuur 4-3 Detailweergave midden corridor ter hoogte van windenergiegebied Hollandse Kust (zuidwest)

In deze paragraaf wordt de analyse van de drie scenario's beschreven aan de hand van de in paragraaf 4.1 beschreven deelaspecten. Een overzicht van de vergelijking van scenario's is weergegeven in Tabel 4-3.

4.2.2 Analyse scenario's

Op basis van de analyse van corridors aan de hand van traceringsuitgangspunten (paragraaf 4.2.1), worden in deze paragraaf de scenario's vergeleken voor het deelaspect fysieke ruimte. De lengte tussen scenario's verschilt niet significant (zie Tabel 4-2). Voor traceringsuitgangspunt 1 is daarmee enkel de corridorbreedte onderscheidend en niet de lengte van de verbindingen per scenario.

Tabel 4-2 Kabellengte per scenario

Verbinding	Van	Naar	Corridor per scenario					
			Sc. 1	Lengte	Sc. 2	Lengte	Sc. 3	Lengte
1	IJmuiden Ver Alpha	Borssele	Midden	163.8	Midden	163.8	Midden	163.8
2	IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	Midden	146.7	Midden	146.7	Midden	146.7
3	IJmuiden Ver Gamma	Maasvlakte	Midden	156.7	Midden	156.7	Midden	156.7
4	Windenergiegebied 1	Sloegebied	Midden	212.8	West	203.0	West	203.0
5	Windenergiegebied 1	Maasvlakte	Midden	203.9	West	205.9	West	205.9
6	Windenergiegebied 1	Geertruidenberg	Midden	289.0	West	291.7	West	291.7
7	Windenergiegebied 2	Zuid-Holland	Midden	193.2	Midden	193.2	Oost	181.2
8	Windenergiegebied 2	Zeeland	Midden	213.3	Midden	213.3	Oost	201.8
Totaal				1579.4		1574.3		1550.7
% verschil				102%		102%		100%

Scenario 1 (0-8-0)

Het is mogelijk om acht verbindingen door de midden corridor aan te leggen, waarbij wordt voldaan aan alle traceringsuitgangspunten. Aanvullend voldoet scenario 1 het meest aan het traceringsuitgangspunt van efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee. Dit komt doordat de corridor in totaal de minste ruimte inneemt, namelijk 2.400 meter (1.400 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone in de midden corridor). Dat betekent dat scenario 1 vanuit het deelaspect fysieke ruimte het best wordt beoordeeld.

Scenario 2 (3-5-0)

In scenario 2 wordt niet voldaan aan het traceringsuitgangspunt om buiten de begrenzing van de Bruine Bank te blijven. In dit scenario gaan hier namelijk drie verbindingen doorheen. Daarnaast voldoet scenario 2 minder aan het traceringsuitgangspunt van efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee dan scenario 1. Worst-case bevinden zich in het noorden drie parallelle verbindingen in de west corridor. Dit leidt tot een worst-case breedte in de west corridor van 1.400 meter (400 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone). In de midden corridor liggen worst-case zeven verbindingen (alle verbindingen, behalve verbinding 4). Op de locatie waar in de midden corridor zeven verbindingen parallel liggen (ten zuiden van de Bruine Bank tot lichtplatform Goeree) is het ruimtebeslag in de midden corridor 2.200 meter (1.200 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone). De worst-case breedte van de corridors is daarmee in totaal 3.600 meter.

Scenario 3 (3-3-2)

Net als bij scenario 2 wordt bij scenario 3 niet voldaan aan het traceringsuitgangspunt om buiten de begrenzing van de Bruine Bank te blijven. Daarnaast voldoet dit scenario ook niet aan het traceringsuitgangspunt om buiten begrenzing van munitiestortgebieden te blijven. Een optimalisatie

van de oost corridor om het munitiestortgebied te vermijden wordt toegelicht in paragraaf 5.1.2. Tot slot voldoet scenario 3 het minst aan het traceringsuitgangspunt van efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee. In de west corridor is namelijk worst-case sprake van drie verbindingen met een corridor van 1.400 meter breed (400 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone), de midden corridor bestaat met worst-case vijf parallelle verbindingen 1.800 meter (800 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone) en de oost corridor 1.200 meter (200 meter onderlinge afstand en 1.000 meter onderhoudszone). Dit is in totaal 4.400 meter.

Conclusie

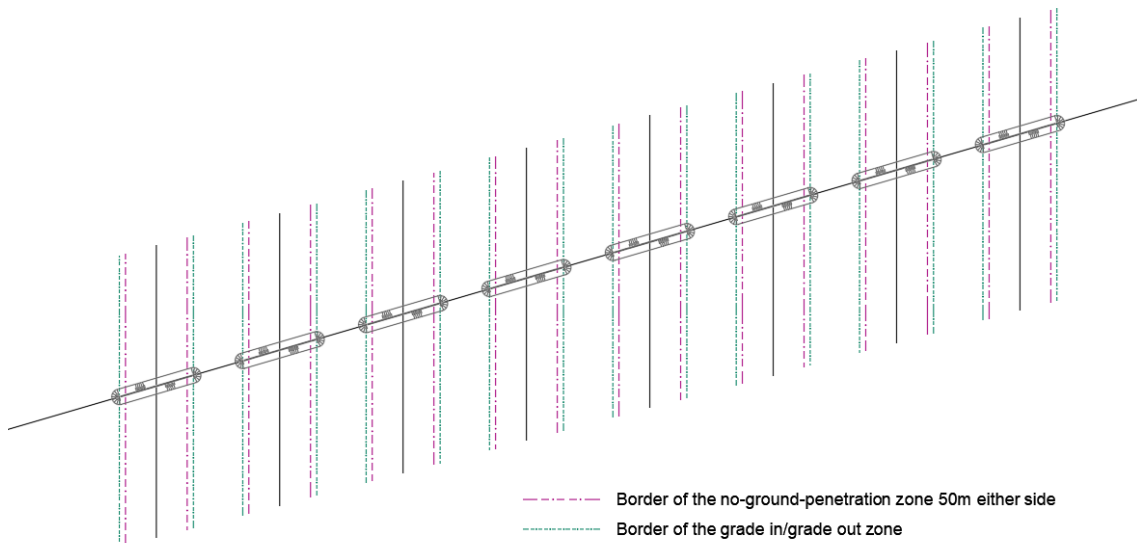
Concluderend, wordt voor het deelaspect fysieke ruimte scenario 1 als best beoordeeld. Dit komt omdat het mogelijk is door de midden corridor acht verbindingen aan te leggen die voldoen aan alle traceringsuitgangspunten en omdat er het best voldaan wordt aan het traceringsuitgangspunt van efficiënt ruimtegebruik en het bundelen van kabels en leidingen op zee met een worst-case corridorbreedte van 2.400 meter. Scenario 1 wordt gevolgd door scenario 2 waarbij niet wordt voldaan aan het traceringsuitgangspunt om buiten de Bruine Bank te blijven en sprake is van een totale worst-case corridorbreedte van 3.600 meter. Tot slot wordt scenario 3 als meest negatief beoordeeld, omdat hier aan twee traceringsuitgangspunten niet wordt voldaan en sprake is van het minst efficiënte ruimtegebruik, doordat de totale worst-case corridorbreedte het grootst is (4.400 meter).

4.3 Toekomstige kruisingen kabels en leidingen

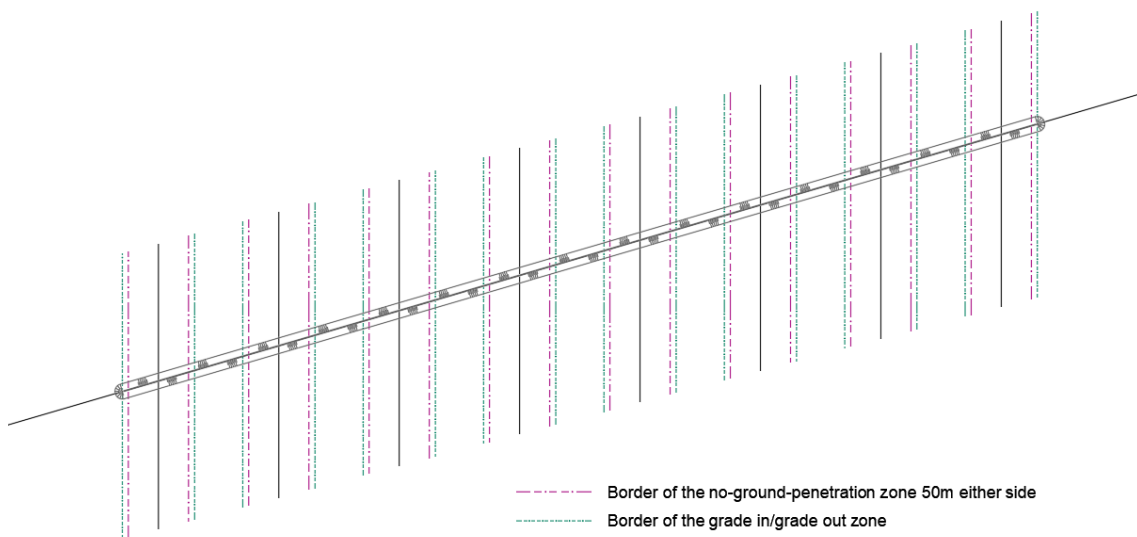
Toekomstige kabels en leidingen moeten de parallelle verbindingen uit de windenergiegebieden kunnen kruisen. Voorbeelden van toekomstige kabels en leidingen zijn telecomkabels of de recent aangelegde kruisingen tussen Net op zee Hollandse Kust (zuid) en een gas- en een oliepijpleiding. Bij het deelaspect toekomstige kruisingen kabels en leidingen wordt beoordeeld of er beperkingen ontstaan voor toekomstige kruisingen van kabels en leidingen wanneer meerdere verbindingen parallel liggen. Om dit deelaspect te beoordelen is in Bijlage E Kabelkruisingen een beoordeling opgenomen. De hoofdpunten uit deze bijlage worden hier toegelicht.

Wanneer kabels of leidingen elkaar kruisen op zee, dan wordt daarvoor een kruisingsbouwwerk aangelegd. Het kruisingsbouwwerk dient een duurzame verticale scheiding van 0,3 meter tussen de kruisende kabels en leidingen te verzorgen, ook als het zeebed beweegt over de levensduur. Aan de buitenzijde bestaan de kruisingsbouwwerken uit een steenbestorting tegen externe invloeden. Kruisingsbouwwerken kunnen het best aangelegd worden in de dalen tussen de zandgolven, omdat kruisingsbouwwerken daar stabielere liggen dan op de kruin van een zandgolf.

Wanneer meerdere parallelle verbindingen gekruist dienen te worden door nieuw aan te leggen kabels en leidingen, dan wordt per te kruisen verbinding één kruisingsbouwwerk aangelegd (Figuur 4-5) of één lang kruisingsbouwwerk (Figuur 4-6). De keuze voor één of meerdere steenberm(en) is onder andere afhankelijk van de soort kabel of (pijp)leiding die wordt aangelegd en het in te zetten materieel bij de aanleg. De keuze voor een kruisingsbouwwerk en de wijze van aanleg worden vastgelegd in een kruisingsovereenkomst tussen de eigenaren van de kruisende kabels en leidingen.



Figuur 4-5 Kruisingsbouwwerken voor acht kruisingen door middel van acht steenbermen



Figuur 4-6 Kruisingsbouwwerk voor acht kruisingen door middel van één continue steenberm

De mogelijkheden en beperkingen voor het kruisen van toekomstige kabels en leidingen zijn onafhankelijk van de locatie van een verbinding (west, midden of oost corridor). Wel dient rekening gehouden te worden met de aanwezige zandgolven, omdat kruisingsbouwwerken het best aangelegd kunnen worden in de dalen tussen zandgolven. De mogelijkheden voor het optimaliseren van de ligging van de kruisingsbouwwerken ten opzichte van de zandgolven wordt beperkt door de breedte van de corridor, door parallelle verbindingen en door de ligging en afmetingen van de zandgolven. Het aantal kruisingen in gebieden met zandgolven verschilt niet significant tussen de scenario's. Ook de mogelijkheden om de ligging van de kruisingsbouwwerken te optimaliseren verschillen niet significant tussen de scenario's. De verschillen tussen de scenario's zijn daarmee niet onderscheidend met betrekking tot de mogelijkheden om de ligging van de kruisingsbouwwerken te optimaliseren tussen de zandgolven. De keuze voor één of meerdere steenberm(en) bij het kruisen

van parallelle verbindingen is onder andere afhankelijk van de soort kabel of (pijp)leiding die wordt aangelegd en het in te zetten materieel bij de aanleg. Dit betekent dat ongeacht het aantal parallelle verbindingen er een technische oplossing voor handen is, waardoor er geen onderscheid is tussen de scenario's.

4.4 Zandwinning

4.4.1 Analyse corridor

Bij dit deelaspect wordt gekeken naar de impact van een verbinding op het lokale aanbod van zand in relatie tot de verwachte regionale zandvraag. In Bijlage F wordt ingegaan op het zandaanbod en de zandvraag. Deze worden daarna met elkaar gecombineerd, zodat inzichtelijk wordt in welke gebieden het aanbod ruim dan wel krap is. Hiervoor is een verdeling gemaakt in gebieden waar zandwinning voor de verschillende kustvakken plaatsvindt (zie Figuur 4-7). De west corridor gaat door gebied E, de midden corridor gaat door gebieden D en E en de oost corridor gaat door gebieden B, C en D.



Figuur 4-7 Gebieden A-E waar zandwinning plaats kan vinden i.r.t. bestaande zandwingebieden en andere functies.

West corridor

Het zandaanbod in het noordoostelijke deel van gebied E is het grootst ten opzichte van de andere gebieden, in combinatie met een relatief beperkte zandvraag. Echter, voor het zuidwestelijke deel van gebied E (Schouwen) is de verwachte zandvraag dermate groot dat kustvak Schouwen is opgenomen in het afwegingskader van het Programma Noordzee 2022-2027 als gebied met schaarse zandvoorraad. In het afwegingskader is opgenomen dat de kabels bij voorkeur door voor zandwinning uitgeputte gebieden dienen te worden gelegd. Wanneer dat niet mogelijk is dienen

kabels te worden aangelegd door een in Programma Noordzee 2022-2027 aangewezen voorkeurstracé. Indien dat ook niet mogelijk is dan dienen kabels parallel aangelegd te worden aan bestaande kabels of leidingen. Om in gebied E aan het afwegingskader van Programma Noordzee 2022-2027 te kunnen voldoen, is het alleen mogelijk om verbindingen door gebied E aan te leggen die parallel liggen aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Dat betekent dat het aanleggen van verbindingen door de west corridor vanwege zandwinning alleen is toegestaan wanneer de verbinding parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha ligt.

Midden corridor

Voor gebied D geldt dat het zandaanbod relatief groot is, in combinatie met een relatief beperkte zandvraag. Hierbij past wel de opmerking dat gebied D in beeld komt als alternatief wingebied voor de kustlijn van de Tweede Maasvlakte en voor commerciële zandwinning, wanneer het zandaanbod binnen de gebieden B en C te beperkt wordt. Dat betekent dat het aanleggen van verbindingen door de midden corridor nauwelijks directe belemmeringen oplevert voor zandwinning, maar wel de uitwijkmogelijkheden in de toekomst beperkt wanneer het zandaanbod binnen gebieden B en C beperkt wordt. Hoe meer verbindingen hier worden aangelegd (3, 5 of 8 verbindingen), hoe groter de belemmeringen voor zandwinning in de toekomst.

Oost corridor

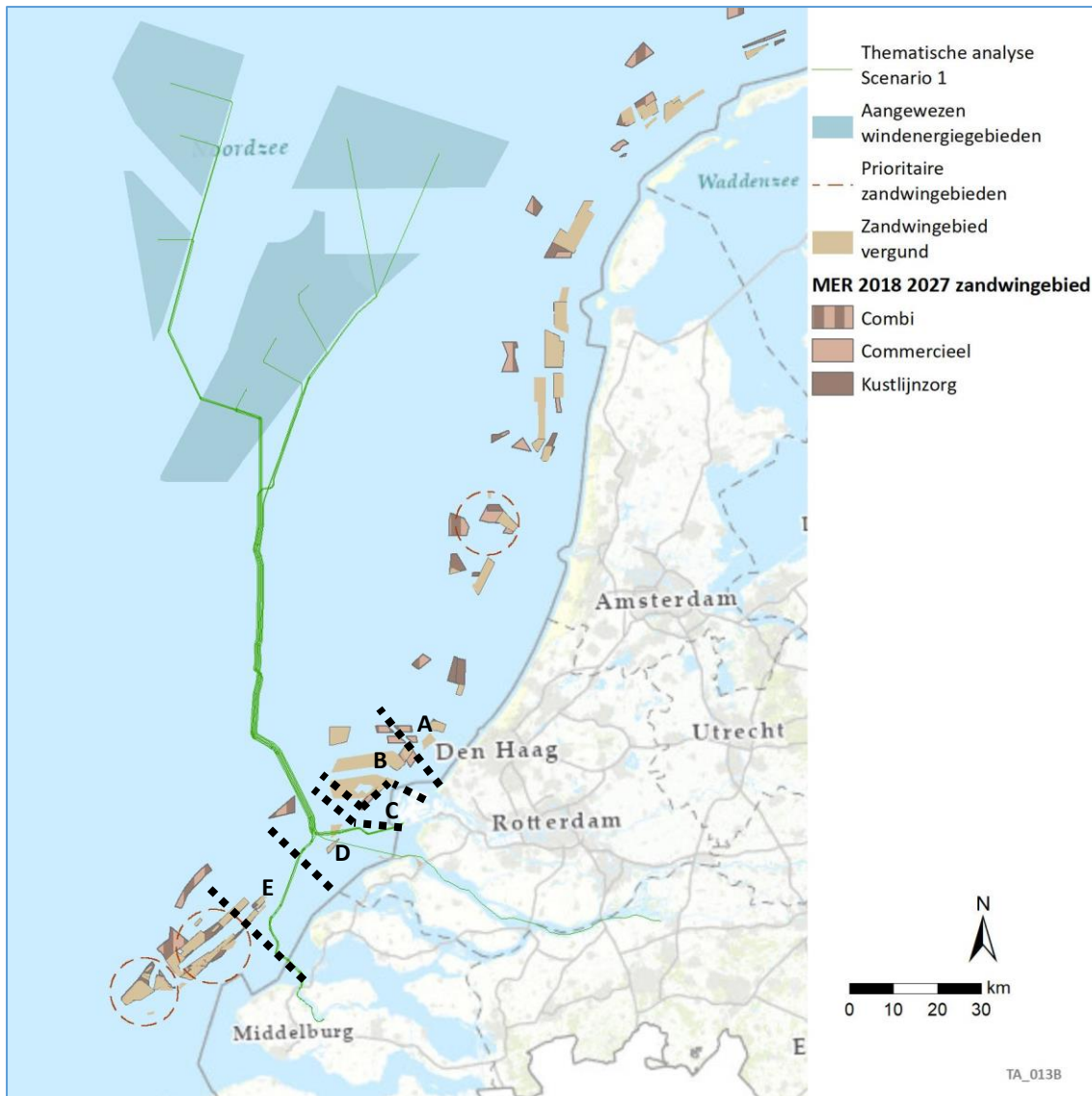
Voor de oost corridor geldt dat het zandaanbod in de gebieden B en C beperkt is, doordat hier al veel zandwinning heeft plaatsgevonden en veel andere functies zandwinning beperken. De zandvraag uit de gebieden B en C is groot, omdat hier de zandwinning plaatsvindt voor het zuidelijke deel van het kustvak Delfland, de commerciële zandwinning en de kustlijn van de Tweede Maasvlakte. Een verdere reductie van het zandaanbod door het aanleggen van verbindingen in de oost corridor levert daarmee de meeste belemmeringen op voor zandwinning ten opzichte van de andere corridors.

4.4.2 Analyse scenario's

Op basis van de verdeling in gebieden voor zandwinning in paragraaf 4.4.1 zijn de scenario's beoordeeld.

Scenario 1 (0-8-0)

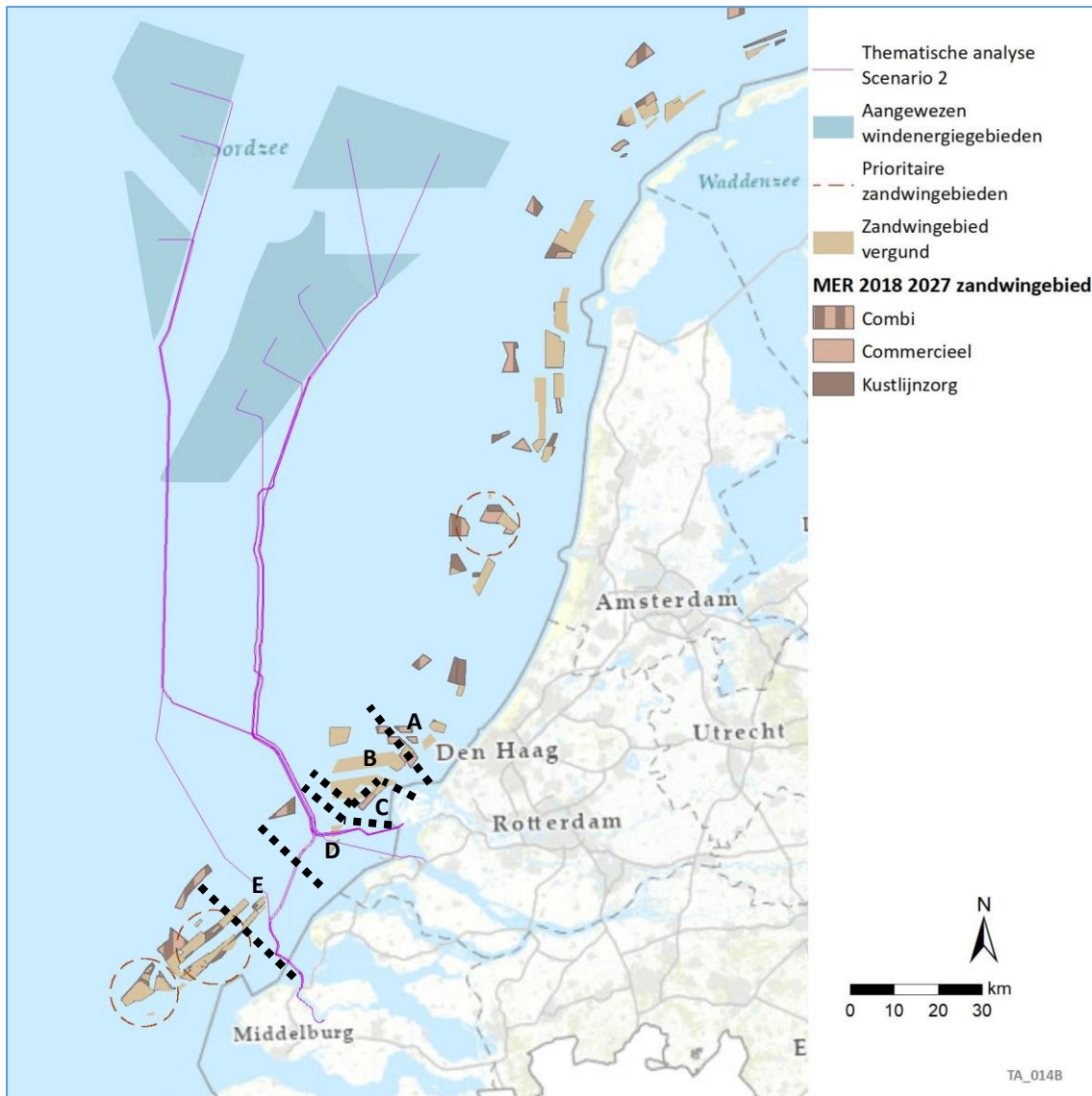
Scenario 1 raakt voornamelijk de zandwinning in gebied D en het noordoostelijke gedeelte van gebied E (zie Figuur 4-8). In gebied E vindt aanleg parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha plaats, wat betekent dat dit past binnen het afwegingskader uit Programma Noordzee 2022-2027. De zandvraag voor kustvakken E en D is relatief beperkt. Wel betekent het ruimtebeslag in gebied D, waar alle kabels parallel komen te liggen, dat de uitwijkmogelijkheden vanuit de gebied B en C in de toekomst worden beperkt.



Figuur 4-8 Zandwingebieden scenario 1

Scenario 2 (3-5-0)

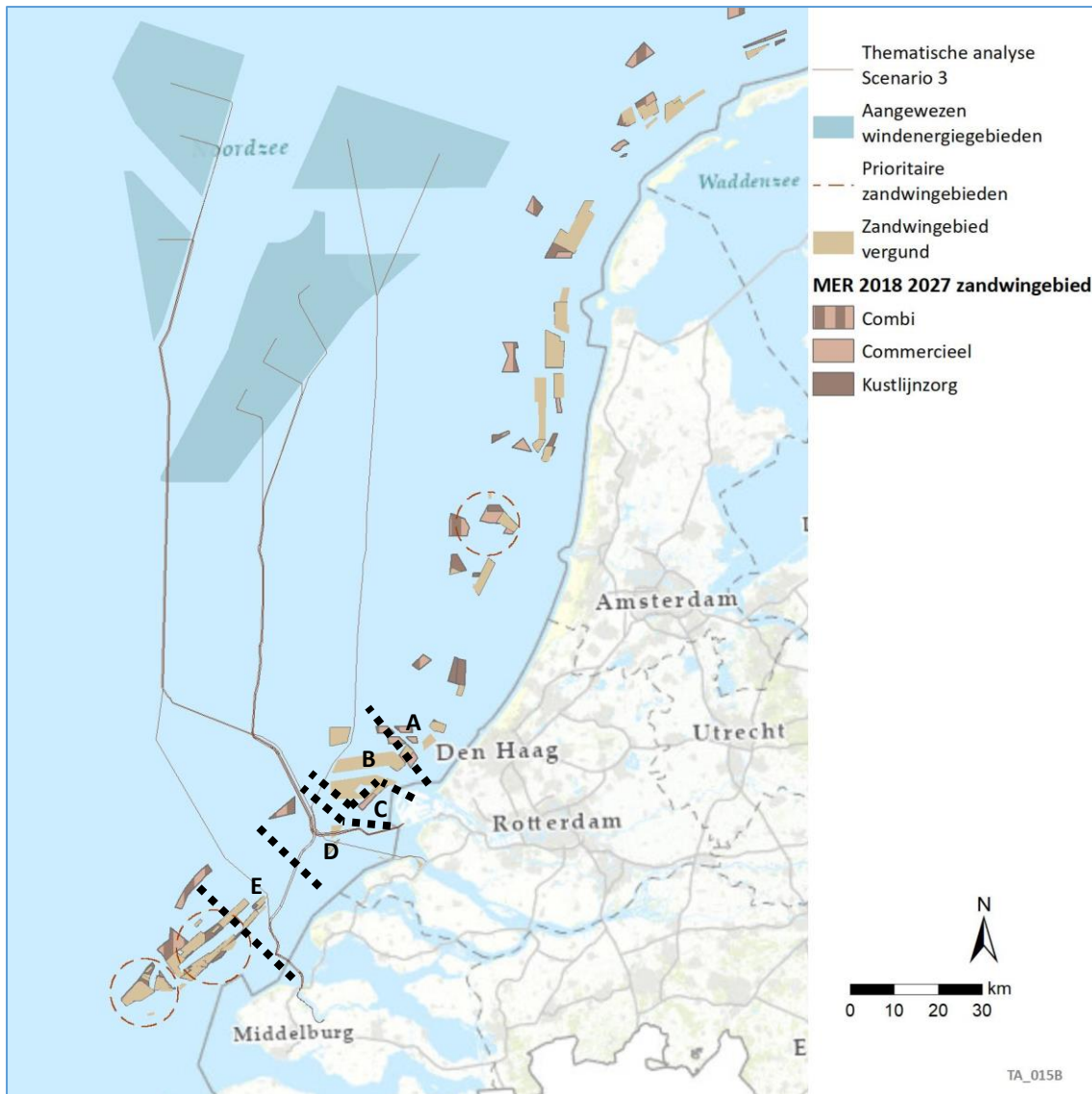
Scenario 2 heeft drie verbindingen die door gebied E lopen, waarvan één verbinding (verbinding 4) niet parallel wordt aangelegd met andere kabels of leidingen (zie Figuur 4-9). De parallelle aanleg van de andere verbindingen past binnen het afwegingskader van Programma Noordzee 2022-2027 voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied, maar de niet-parallelle aanleg van verbinding 4 past dat niet. Daarmee is dit scenario in deze vorm niet wenselijk vanwege de impact op de voor zandwinning gereserveerde gebieden. Het ruimtebeslag in gebied D is iets kleiner dan bij scenario 1, omdat verbinding 4 in dit scenario niet door gebied D ligt.



Figuur 4-9 Zandwingebieden scenario 2

Scenario 3 (3-3-2)

Scenario 3 heeft dezelfde drie verbindingen door gebied E lopen als scenario 2 (zie Figuur 4-10), waarvan één verbinding (verbinding 4) niet parallel wordt aangelegd met andere kabels of leidingen. Het niet parallel aanleggen van verbinding 4 betekent voor scenario 3 hetzelfde als voor scenario 2, namelijk dat de niet-parallele aanleg niet binnen het afwegingskader van Programma Noordzee 2022-2027 past. Daarmee is dit scenario in deze vorm niet wenselijk vanwege de impact op de voor zandwinning gereserveerde gebieden. Verder lopen in scenario 3 twee verbindingen via de oost corridor door de gebieden B en C. Deze verbindingen beperken de mogelijkheden voor zandwinning in deze gebieden waar al sprake is van een relatief beperkt aanbod ten opzichte van een grote vraag. Dit wordt slechts beperkt gecompenseerd door het kleinere ruimtebeslag in gebied D ten opzichte van de andere scenario's. Concluderend geeft scenario 3, naast de belemmeringen vanuit het afwegingskader Programma Noordzee 2022-2027 als gevolg van niet-parallele aanleg in gebied E, de meeste beperkingen voor zandwinning.



Figuur 4-10 Zandwingebieden scenario 3

Conclusie

Concluderend heeft scenario 1 de minste beperkingen voor zandwinning. Scenario 2 en 3 zijn in de voorgestelde samenstelling niet wenselijk, omdat niet wordt voldaan aan de criteria uit het afwegingskader voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied uit Programma Noordzee 2022-2027. Scenario 2 en 3 worden daarom als slechtst en vergelijkbaar beoordeeld. Scenario 3 kent nog als aanvullend negatief effect dat er sprake is van de minste parallelligging van verbindingen, waardoor dit scenario de meeste belemmeringen oplevert voor zandwinning. In paragraaf 5.1.1 wordt een optimalisatie van de west corridor toegelicht, waardoor de scenario's 2 en 3 wel mogelijk worden vanuit het afwegingskader van Programma Noordzee 2022-2027.

4.5 Beheer en onderhoud

4.5.1 Analyse corridor

Voor beheer en onderhoud wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten beheer en onderhoud, namelijk:

1. Reparaties na kabelschade veroorzaakt door interne oorzaken (gerelateerd aan schade door productie en installatie) of externe oorzaken (gerelateerd aan schade veroorzaakt van buitenaf, zoals vistuig en ankers).
2. Herbegraven van kabels, wanneer het begraven in aanleg niet is gelukt zoals beoogd.

Beide typen van beheer en onderhoud worden hieronder besproken. Ecologische effecten als gevolg van vertroebeling veroorzaakt door het herbegraven van kabels worden beoordeeld in 2.3.2. Hinder voor scheepvaart als gevolg van een onderhoudssituatie wordt beoordeeld in paragraaf 3.2.2.

Reparaties na kabelschade

Reparaties aan de kabels zijn noodzakelijk na het optreden van kabelschade. Reparaties na kabelschade veroorzaakt door interne oorzaken zijn niet locatieafhankelijk en niet afhankelijk van het aantal parallelle verbindingen. Wel is de kans op schade als gevolg van interne oorzaken groter bij langere verbindingen. In paragraaf 4.5.2 wordt daarom verder ingegaan op de lengte van verbindingen per scenario.

De kans op kabelschade veroorzaakt door externe oorzaken neemt toe naarmate het aantal scheepsbewegingen nabij de verbinding toeneemt en naarmate het formaat van de schepen in de nabijheid van kabels toeneemt. De kans op schade door scheepvaart wordt vooral bepaald door de kans op schade door (nood)ankeren. Voor het deelaspect ankerisico's en kabelschade zijn scenario's met elkaar vergeleken in paragraaf 3.3.2, wat betekent dat dit niet verder wordt beoordeeld onder het deelaspect beheer en onderhoud.

Herbegraven van kabels

TenneT begraaft de kabels bij de installatie volgens het *“bury and would like to forget”* beleid. Het doel hiervan is om de maatschappelijk levenscycluskosten (bestaande uit geld, impact op het milieu, veroorzaakte overlast) tot een minimum te beperken. De financiële levenscycluskosten betreffen de kosten van de aanleg, het onderhouden en repareren en het weer verwijderen van de kabels. De impact op het milieu betreft onder andere de uitstoot (CO₂, NO_x, maar ook (onderwater)geluid) van de werkzaamheden aan de kabels en de vertroebeling van het zeewater die veroorzaakt wordt bij het aanleggen, onderhouden, repareren en verwijderen van de kabels. De overlast bestaat voornamelijk uit hinder voor de scheepvaart, waaronder de visserij, bij de aanleg, het onderhouden en repareren en het verwijderen van de kabels. Vooral de maatschappelijke kosten die samenhangen met schade aan de kabels zijn fors, zowel wat betreft het verlies aan elektrisch vermogen als de kosten van de reparatie zelf. Daarom wordt door TenneT gestreefd naar het op rationele gronden minimaliseren van de kans dat de kabels gedurende de levensduur niet over de benodigde bescherming door gronddekking beschikken en het minimaliseren van de kans dat de kabels bij herbegraafoperaties beschadigd worden. De kabels worden zodanig diep begraven dat de kans op benodigd onderhoud aan de gronddekking acceptabel klein is. Tegelijkertijd begraaft TenneT de kabels niet dieper dan op basis van de vergunningen en op basis van het eigen *“bury and would like to forget”* beleid rationeel te onderbouwen is. Dieper begraven wordt door TenneT als niet doelmatig gezien, omdat het tot hogere maatschappelijk levenscycluskosten leidt. Onderhoud aan

de gronddekking van de kabels is nodig wanneer de gronddekking niet meer voldoende is om de kabels afdoende te beschermen tegen externe bedreigingen of wanneer de gronddekking niet meer aan de vergunningseisen dreigt te gaan voldoen (beschreven in Bijlage D Ankerrisico's).

De kans op het moeten herbegraven van de kabels over de levensduur wordt bepaald door:

1. De mate waarin de zeebodem mobiliteitsmodellen overeenkomen met de werkelijkheid.
2. De mate waarin het begraven (de aanleg) van de kabels in het zeebed succesvol is verlopen.
3. Wanneer de eisen aan de begraafdiepten of gronddekking veranderen, bijvoorbeeld wanneer een scheepvaartroute moet worden verdiept en de kabels daarom alsnog dieper moeten worden begraven.

Deze drie aanleidingen voor beheer en onderhoud door herbegraven, zijn vergelijkbaar voor de drie corridors. Aangezien de bodem van de Noordzee bij alle corridors vergelijkbaar is, zijn er vergelijkbare kansen op het aantreffen van onverwachte klei- en veenpakketten. Bij de oost corridor liggen mogelijk iets minder zandgolven dan bij de west en midden corridor waardoor de kans op herbegraven bij de oost corridor iets kleiner is. Dit verschil wordt echter niet als significant gezien.

Wat wel onderscheidend is voor herbegraven als gevolg van een niet-succesvolle aanleg is de mate van efficiëntie waarmee dat onderhoud kan worden uitgevoerd. Wanneer meerdere verbindingen parallel aan elkaar liggen en tegelijkertijd herbegraven kunnen worden, is dat efficiënter en kan dat zonder veel extra scheepsbewegingen worden uitgevoerd. Ook kan de opgedane ervaring over de mobiliteit van de zeebodem bij de volgende onderhoudssituatie opnieuw ingezet worden. Bij een afstand van 200 meter tussen parallelle verbindingen levert herbegraven in ieder geval geen problemen op tussen verbindingen onderling.

Concluderend, worden de scenario's voor het deelaspect beheer en onderhoud vergeleken in paragraaf 4.5.2 voor de lengte per verbinding en de efficiëntie van het herbegraven van verbindingen.

4.5.2 Analyse scenario's

Bij beheer en onderhoud wordt gekeken naar reparaties na kabelschade en het herbegraven van kabels. Bij reparatie na kabelschade wordt voor de scenario's gekeken naar de reparaties als gevolg van interne oorzaken. Bij een grote lengte van de verbindingen is de kans op kabelschade als gevolg van interne oorzaken groter. De kabelschade als gevolg van externe oorzaken, zoals ankeren, zijn beoordeeld in paragraaf 3.3.2. Bij het herbegraven van kabels wordt gekeken naar de mate van efficiëntie. Hinder voor scheepvaart als gevolg van een onderhoudssituatie is beoordeeld in paragraaf 3.2.2.

Reparatie na kabelschade

Bij langere kabels is een grotere kans op interne schade aanwezig dan bij kortere kabels. De totale lengte van de verbindingen in de scenario's verschilt echter niet significant (Tabel 4-2). Scenario 1 en scenario 2 zijn 2% langer dan scenario 3. Dat betekent dat reparaties als gevolg van kabelschade door interne oorzaken niet onderscheidend zijn tussen de scenario's.

Herbegraven van kabels

Voor het herbegraven van kabels geldt dat hoe meer verbindingen bij elkaar liggen, des te groter de efficiëntie van het herbegraven kan zijn. Dat betekent dat de efficiëntie in scenario 1, waar acht

verbindingen in de midden corridor parallel liggen, het grootst is. Vervolgens is deze efficiëntie het meest aanwezig bij scenario 2, omdat de verbindingen daar verspreid liggen over twee corridors. Tot slot is de efficiëntie het minst groot bij scenario 3, waar de verbindingen verspreid liggen over drie corridors.

Conclusie

Concluderend betekent dit voor het deelaspect beheer en onderhoud dat met name de efficiëntie van het herbegraven van de kabels onderscheidend is tussen de scenario's, waarbij scenario 1 het best wordt beoordeeld, vervolgens scenario 2, en tot slot scenario 3.

Tabel 4-3 Samenvatting analyse scenario's - toekomstvastheid

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Fysieke ruimte	X	XX	XXX
Toekomstige kabels en leidingen	X	X	X
Zandwinning	X	XXX	XXX
Beheer & onderhoud	X	XX	XXX

5 Optimalisatiemogelijkheden corridors

In paragraaf 1.4 is beschreven dat de midden corridor, waar ook Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worden aangelegd, verder is gedetailleerd en geoptimaliseerd dan de west corridor en oost corridor. Reden hiervoor is dat bij de midden corridor veel onderzoek is uitgevoerd in het kader van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Ook is er veel afstemming geweest met bevoegde gezagen en autoriteiten over de ligging van de midden corridor. Deze onderzoeken en afstemming hebben geleid tot optimalisaties van de midden corridor. Voor de west corridor en oost corridor heeft dit proces nog niet plaatsgevonden.

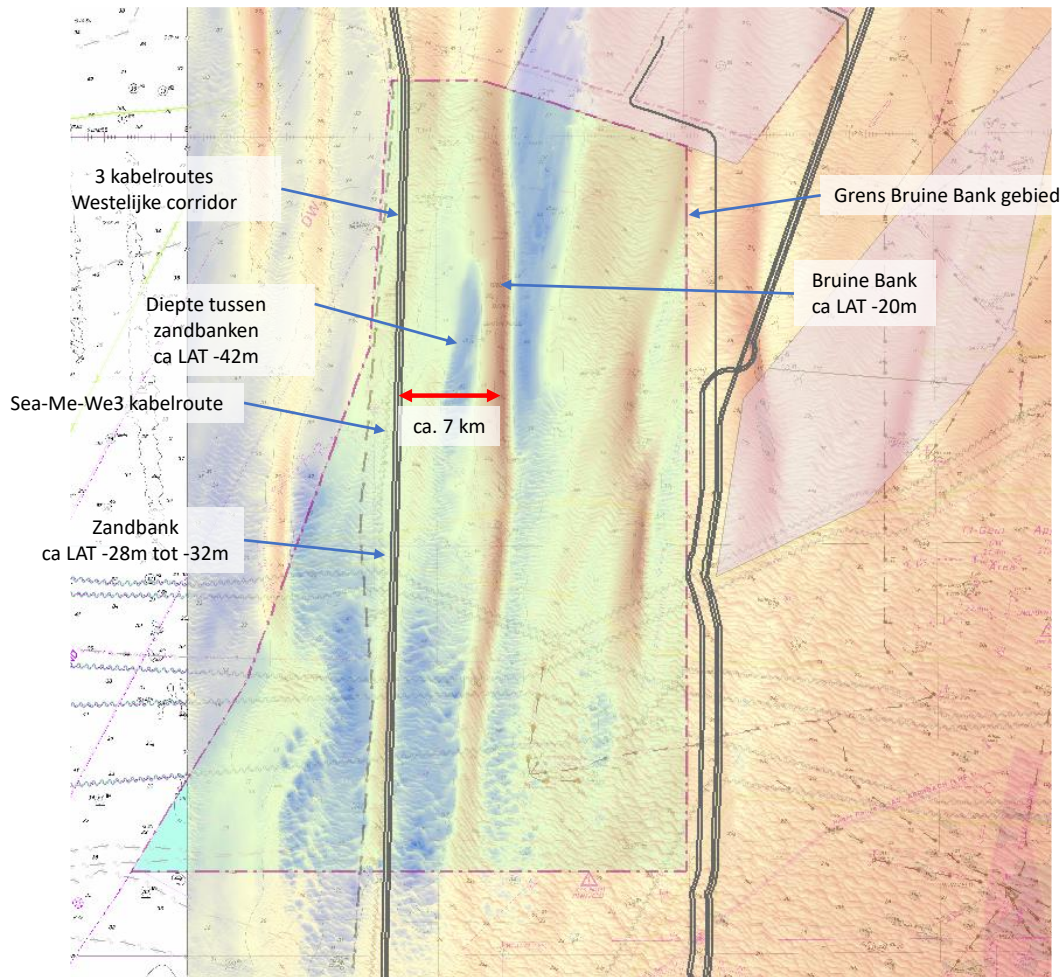
In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de optimalisatiemogelijkheden van de west corridor en oost corridor en of dit gevolgen heeft voor de beoordeling van de scenario's bij relevante deelaspecten.

5.1.1 West corridor

Voor de west corridor zijn twee optimalisaties mogelijk, namelijk (1) in de Bruine Bank en (2) om het Maas Junction gebied heen. Beide optimalisaties van de west corridor en eventuele gevolgen voor de vergelijking van scenario's worden hieronder toegelicht.

Optimalisatie Bruine Bank

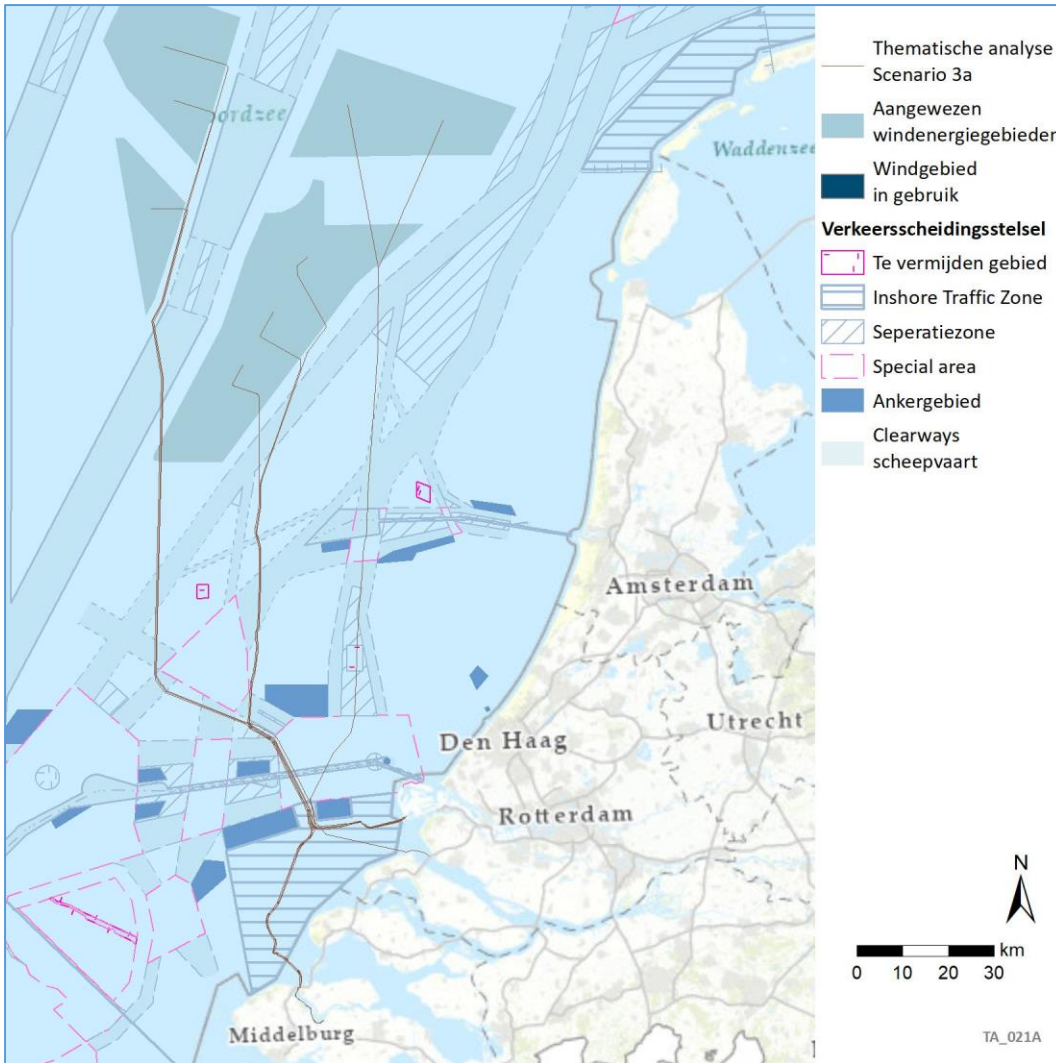
Bij het optimaliseren van de verbindingen door de west corridor moet rekening gehouden worden met de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) internetkabel, omdat de huidige west corridor hiermee samenvalt. Daarnaast lopen de verbindingen in de lengterichting over een zandbank (zie Figuur 5-1). Wanneer die verbindingen worden verlegd, dan lopen de verbindingen door dieper water (gunstiger voor de aanleg) en kruisen ze ook iets minder zandgolven. Het baggervolume in de Bruine Bank neemt daardoor iets af, maar niet veel (zie Bijlage B Baggervolumes). Het optimaliseren van de verbindingen door de west corridor in de Bruine Bank levert op het detailniveau van deze thematische analyse geen verandering op in de vergelijking van scenario's.



Figuur 5-1 Bathymetrie (waterdiepte) van het Bruine Bank gebied met de west en midden corridor en de Sea-Me-We3 kabelroute

Optimalisatie Maas Junction

De mogelijkheden voor het optimaliseren van verbinding 4 in de west corridor om het Maas Junction gebied te vermijden zijn beperkt, omdat er meerdere ankergebieden liggen. Wel is er de mogelijkheid om verbinding 4 ten zuiden van de Bruine Bank over te laten steken van de west corridor naar de midden corridor, parallel aan de 5^e en 6^e verbinding, en vervolgens via de midden corridor in zuidelijke richting naar Zeeland te gaan (parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Dit is weergegeven in Figuur 5-2. Deze optimalisatie heeft gevolgen voor de deelaspecten scheepvaarthinder, ankerrisico's en kabelschade en zandwinning.



Figuur 5-2 Optimalisatie west corridor nabij Maas Junction gebied

Scheepvaarthinder

Door het doorvoeren van deze optimalisatie aan de west corridor wordt het drukke scheepvaartgebied Maas Junction vermeden. Dit leidt ertoe dat scenario 1 en 2 vergelijkbaar worden beoordeeld. Scenario 3 wordt wel nog steeds slechter beoordeeld dan scenario 1 en 2, door de ligging van de verbindingen door Maas Center en IJmuiden Approach. Dit is weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Scheepvaarthinder

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Scheepvaarthinder – zonder optimalisatie	X	XX	XXX
Scheepvaarthinder – met optimalisatie	X	X	XX

Ankerrisico's en kabelschade

Door het doorvoeren van deze optimalisatie aan de west corridor komen er meer verbindingen parallel te liggen. In Bijlage D wordt beschreven dat dit positief is in het kader van ankerrisico's en kabelschade, omdat de totale meervoudige faalkans afneemt. Echter verandert dit niets aan de

vergelijking van de scenario's, omdat er in scenario 2 ook na optimalisatie nog steeds meer verbindingen verspreid liggen over meerdere corridors dan in scenario 1.

Zandwinning

Bij de optimalisatie van de west corridor vervalt de belemmering van niet-parallelle aanleg in het gebied waar zandwinning plaatsvindt voor de kustvakken Schouwen en Walcheren. Dat betekent dat met deze optimalisatie scenario 2 een vergelijkbare beoordeling krijgt als scenario 1. Vanwege de beperkingen die de oost corridor oplevert voor de zandwinning, wordt het geoptimaliseerde scenario 3 negatiever beoordeeld dan de scenario's 1 en 2. Dit is weergegeven in Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Zandwinning

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Zandwinning – zonder optimalisatie	X	XXX	XXX
Zandwinning – met optimalisatie	X	X	XX

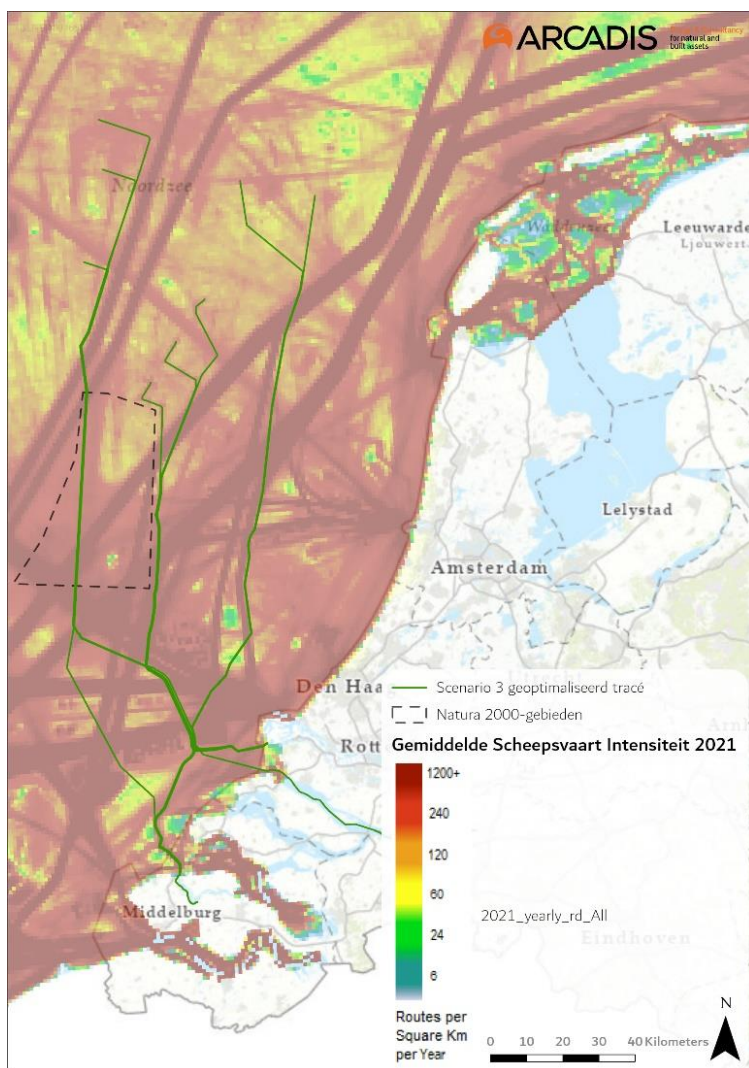
5.1.2 Oost corridor

De oost corridor gaat door een munitiestortgebied. De verwachting is dat het aanleggen van verbindingen door een munitiestortgebied, leidt tot disproportionele kosten en risico's (zie Bijlage C Scheepvaartdichtheid). Om dit te voorkomen kan de oost corridor geoptimaliseerd worden door de verbindingen oostwaarts te verplaatsen waardoor ze tussen de TSS Maas North en het winenergiegebied Hollandse Kust (zuid) komen te liggen (zie Figuur 5-3). Een tweede mogelijkheid zou zijn door de verbindingen westwaarts te verplaatsen, waarbij de verbindingen tussen de scheepvaartroute en het windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen te liggen. Deze mogelijkheden voor optimalisatie van de oost corridor hebben mogelijk gevolgen voor de beoordeling van de deelaspecten verstoring bovenwater, scheepvaarthinder en fysieke ruimte. Deze worden hieronder besproken.

Verstoring bovenwater

Voor verstoring bovenwater wordt scenario 1 als best beoordeeld, gevolgd door scenario 2 en tot slot scenario 3. De reden dat scenario 3 als minst wordt beoordeeld is dat in de oost corridor extra leefgebied wordt overlapt van meerdere soorten en er tevens de minste uitwijkmogelijkheden overblijven voor verstoorde individuen naar rustigere gebieden.

Door een optimalisatie van de oost corridor kan één gebied met een lage scheepvaartintensiteit (het munitiestortgebied) worden vermeden (zie Figuur 5-4). Omdat in het munitiestortgebied minder verstoring plaatsvindt van scheepvaart, is het mogelijk dat zich hier extra gevoelige individuen bevinden. Het optimaliseren van de oost corridor in westelijke of oostelijke richting leidt dus tot een minder negatieve beoordeling van scenario 3 voor het deelaspect verstoring bovenwater. Echter leidt een optimalisatie van de oost corridor in westelijke of oostelijke richting langs het munitiestortgebied niet tot veranderingen in de vergelijking tussen de scenario's.



Figuur 5-4 De ligging van de drie corridors ten opzichte van de scheepvaartintensiteit. De oost corridor is geoptimaliseerd in oostelijke richting, zodat het munitiestortgebied wordt vermeden.

Scheepvaarthinder

Door de verbindingen in de oost corridor in oostelijke richting te verplaatsen worden de gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid (Maas Center en IJmuiden Approach) niet vermeden. Ook het

aantal kruisingen van de scheepvaartroutes neemt niet aanzienlijk af. Hetzelfde geldt voor een optimalisatie waarbij de verbindingen door de oost corridor westwaarts verplaatst worden. Ook in dat geval gaan de verbindingen door de gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid en neemt het aantal kruisingen van scheepvaartroutes niet tot nauwelijks af. Tot slot worden beide mogelijkheden tot optimalisatie beperkt door de ankergebieden aan zowel de oost- als westzijde, waardoor mogelijk extra scheepvaartroutes gekruist dienen te worden. De conclusie is dat het optimaliseren van de oost corridor niet tot een verandering leidt in de vergelijking tussen scenario's voor het deelaspect scheepvaarthinder.

Fysieke ruimte

Door de verbindingen in de oost corridor in oostelijke of westelijke richting te verplaatsen kan voldaan worden aan het traceringsuitgangspunt om buiten de begrenzing te blijven van munitiestortgebieden. Dit leidt echter niet tot een verandering in de vergelijking tussen scenario's, omdat scenario 3 nog steeds als slechtste beoordeeld wordt. Reden hiervoor is dat scenario 3 niet voldoet aan het traceringsuitgangspunt om buiten de begrenzing van de Bruine Bank te blijven en omdat er sprake is van het minst efficiënte ruimtegebruik van de drie scenario's. Tot slot kan het optimaliseren van de verbindingen in de oost corridor problemen opleveren met het traceringsuitgangspunt om 500 meter afstand te houden tot ankergebieden, doordat er meerdere ankergebieden aan de west- en oostkant van de corridor liggen. Concluderend leidt het optimaliseren van de oost corridor niet tot een verandering in de vergelijking tussen scenario's voor het deelaspect fysieke ruimte.

COLOFON

Thematische analyse - Extra verbindingen Wind op zee

Auteurs

-

Projectnummer

-

Datum

8 april 2022

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

Thematische analyse ecologie

Extra verbindingen Net op zee Tennet

8 april 2022

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Uitgangssituatie & Methodiek	5
3 Corridors en scenario's	6
3.1 Corridors	6
3.2 Scenario's	6
3.2.1 Scenario 1 (0-8-0)	7
3.2.2 Scenario 2 (3-5-0)	8
3.2.3 Scenario 3 (3-3-2)	9
4 Afbakening	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Habitataantasting	11
4.3 Vertroebeling	11
4.4 Vermindering doorzicht	13
4.5 Sedimentatie	13
4.6 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	14
4.7 Bovenwaterverstoring op zee	15
4.8 Elektromagnetische velden	16
4.9 Verontreiniging op zee	19
4.10 Samenvatting reikwijdte gevolgen	19
5 Gebieds- en soortbeschrijvingen	20
5.1 Mogelijk betrokken Natura 2000-gebieden	20
5.2 Beschrijving relevante soortgroepen	21
5.2.1 Vogels	21
5.2.2 Benthos	21
6 Effectbepaling corridors en scenario's	23
6.1 Habitataantasting	23
6.1.1 Overkoepelend beeld en autonome situatie	23
6.1.2 Corridors	24
6.1.3 Scenario 1	25
6.1.4 Scenario 2	25
6.1.5 Scenario 3	26
6.2 Vertroebeling	26
6.2.1 Corridors	26
6.2.2 Scenario 1	27
6.2.3 Scenario 2	27
6.2.4 Scenario 3	27
6.3 Vermindering van doorzicht	27

6.3.1 Corridors	27
6.3.2 Scenario 1	28
6.3.3 Scenario 2	28
6.3.4 Scenario 3	28
6.4 Verstoring bovenwater	29
6.4.1 Overkoepelend beeld en autonome situatie	29
6.4.2 Corridors	31
6.4.3 Scenario 1	32
6.4.4 Scenario 2	32
6.4.5 Scenario 3	32
6.5 Elektromagnetische velden	33
6.5.1 Corridors	33
6.5.2 Scenario 1	33
6.5.3 Scenario 2	33
6.5.4 Scenario 3	33
7 Conclusie en aanbeveling ecologie	34
7.1 Habitataantasting	34
7.2 Vertroebeling	34
7.3 Vermindering van doorzicht	34
7.4 Verstoring bovenwater	34
7.5 Elektromagnetische velden	35
7.6 Conclusie	35
8 Referenties	36
9 Bijlage A - Verspreidingsgegevens benthosoorten	38
9.1 Schelpkokerwormen (<i>Lanice sp.</i>)	40
9.2 (Noordelijke) zandkokerworm (<i>Sphiophanes bombyx</i>)	41
9.3 Zandkokerworm (<i>Sabellaria aleovata</i>)	42
9.4 Gestekelde zandkokerworm (<i>Sabellaria spinulosa</i>)	43
9.5 Zagers (<i>Nephtys sp.</i>)	44
9.6 Hartegel/Zeeklit (<i>Echinocardium cordatum</i>)	45
9.7 Gewone slangster (<i>Ophiura ophiura</i>)	46
9.8 Witte dunschaal (<i>Abra alba</i>)	47
9.9 Mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	48
9.10 Kokkel (<i>Cerastoderma edule</i>)	49
9.11 Platte oester (<i>Ostrea edulis</i>)	50
9.12 Gapers (<i>Mya sp.</i>)	51
9.13 Tepelhorens (<i>Euspira sp.</i>)	52
9.14 Strandschelpen (<i>Spisula sp.</i>)	53
9.15 Zaagje (<i>Donax vittatus</i>)	54

9.16 Scheermessen en Zwaardschedes (<i>Ensis sp.</i>)	55
9.17 Tweetandschelp (<i>Kurtiella bidentata</i>)	56
10 Bijlage B – Verspreidingsgegevens vogelsoorten	57
10.1 Drieteenmeeuw	59
10.2 Kleine mantelmeeuw	64
10.3 Jan-van-gent	68
10.4 Grote jager	73
10.5 Dwergmeeuw	74
10.6 Grote mantelmeeuw	75
10.7 Zeekoet	78
10.8 Alk	82
10.9 Roodkeelduiker	84
10.10 Aalscholver	85
10.11 Zwarte zee-eend	86
10.12 Grote stern	90
10.13 Visdief	92
10.15 Fuut	95

1 Inleiding

Voorliggend document bevat het ecologische onderdeel (Bijlage A) van de thematische analyse voor acht verbindingen Net op zee. Het doel van deze thematische analyse is om op hoofdlijnen een eerste beeld te krijgen van de voor- en nadelen van verschillende scenario's om de verbindingen tussen het windenergiegebied en het hoogspanningsnetwerk op land te realiseren. Hiervoor wordt op project overstijgend niveau informatie aangeleverd ter aanvulling op VAWOZ 2030. De informatie uit de thematische analyse wordt waar mogelijk meegenomen in de Notities Reikwijdte en Detailniveau (NRD's) van de individuele projecten.

Leeswijzer

Allereerst wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de gehanteerde Ausgangssituatie en methodiek. Vervolgens worden de verschillende corridors en scenario's toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de reikwijdte en omvang van potentiële gevolgen voor de ecologie afgebakend, afgesloten met een samenvatting van welke gevolgen verder worden beoordeeld in de thematische analyse. In hoofdstuk 5 volgt een gebieds- en soortbeschrijving. Vervolgens worden in hoofdstuk 6 de effecten van de gevolgen geanalyseerd voor de verschillende corridors en worden de scenario's met elkaar vergeleken. Tot slot worden de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd in hoofdstuk 7. Referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 8. In Tabel 1-1 staan begrippen toegelicht die gebruikt worden in deze bijlage.

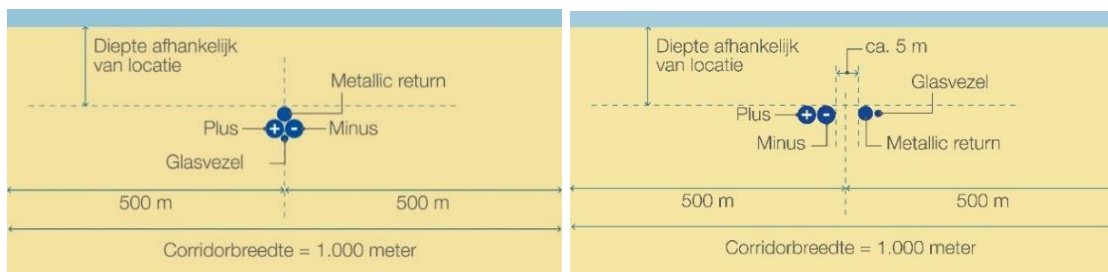
Tabel 1-1 Begrippenlijst

Begrip	Toelichting
Windenergiegebied	Gebied op zee dat door de Rijksoverheid is aangewezen voor de ontwikkeling van windenergie. Een windenergiegebied bestaat uit kavels.
Windpark	Een windpark is onderdeel van een windenergiegebied. In een kavelbesluit staat waar een windpark binnen het windenergiegebied gebouwd mag worden en onder welke voorwaarden.
Net op zee & verbinding	Aansluiting van windenergiegebieden op zee op het landelijk hoogspanningsnet en transport van de windenergie naar het landelijk hoogspanningsnet. Dit transport gaat via een kabelverbinding die Net op zee wordt genoemd.
Corridor	Een zone waarbinnen meerdere kabeltracés gerealiseerd kunnen worden die de windenergiegebieden verbinden met het landelijk hoogspanningsnet. Voor de thematische analyse zijn er drie corridors: west, midden en oost.
Scenario's	Verschillende combinaties van tracéopties door corridors.
Tracéoptie	De mogelijke ligging van het kabeltracé.
Kabeltracé	De route van een kabelconfiguratie van begin- tot eindpunt. Een kabelconfiguratie bestaat uit 4 kabels, namelijk een pluspool, minpool, glasvezelkabel en metallic return (MR)
NCP	Nederlands Continentaal Plat, het Nederlandse deel van de Noordzee
OSPAR	Verdrag, ondertekend door 15 West-Europese landen (incl. NL) en de Europese Unie, inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan

2 Uitgangssituatie & Methodiek

Om de scenario's met elkaar te kunnen vergelijken worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worden meegenomen als autonome ontwikkeling. De ontwerpbesluiten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha¹ en Beta² zijn respectievelijk in januari 2022 en december 2021 gepubliceerd. De definitieve NRD voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma is in december 2021 vastgesteld.
- Verbindingen worden aangelegd in een (1x4)-kabelconfiguratie of een (2x2)-kabelconfiguratie (zie Figuur 2-1). De (1x4)-kabelconfiguratie wordt als uitgangspunt gehanteerd. Indien een (2x2)-kabelconfiguratie voor nadeligere effecten zorgt, wordt dit besproken bij het desbetreffende deelaspect. Voor de deelaspecten waar dit niet beschreven wordt geldt dat het aanleggen van een (2x2)-kabelconfiguratie mogelijk is, zonder dat er nadeligere effecten optreden dan bij de aanleg van een (1x4)-kabelconfiguratie.
- Enkel offshore verbindingen worden geanalyseerd. Landtracés en binnenwateren, zoals het Veerse Meer en Haringvliet worden niet meegenomen.



Figuur 2-1 525kV-gelijkstroomkabels op zee in (1x4)-kabelconfiguratie (links) en (2x2)-kabelconfiguratie (rechts)

De analyse van het thema ecologie vindt voornamelijk plaats op basis van uit de literatuur bekende effect-reikwijdtes, leefgebieden maar ook expert judgement, dat voornamelijk kwalitatief van aard is. Hiervoor worden uitkomsten van de achterliggende bijlagen en bestaande informatie uit de MER'en van Net op zee IJmuiden Ver Alpha³, Beta⁴ en Gamma⁵ gebruikt. Er zijn geen (nieuwe) modelberekeningen uitgevoerd voor de thematische analyse. Scenario's worden uiteindelijk ten opzichte van elkaar beoordeeld en vergeleken door middel van een beoordelingsschaal zoals weergegeven in Tabel 2-1. Wanneer scenario's gelijkwaardig beoordeeld worden, kunnen deze dezelfde beoordeling krijgen. Bij de beoordeling wordt ook gekeken naar cumulatie wanneer effecten elkaar in de tijd of ruimtelijk versterken.

Tabel 2-1 Beoordelingsschaal

Beoordeling	Oordeel ten opzichte van andere scenario's
X	Het scenario wordt het best of minst negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario's.
XX	Het scenario wordt het op één na best of op één na minst negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario's.
XXX	Het scenario wordt het minst positief of meest negatief beoordeeld ten opzichte van de andere scenario's.

¹ Voor ontwerpbesluiten Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha>

² Voor ontwerpbesluiten Net op zee IJmuiden Ver Beta, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta>

³ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha-fase-1>

⁴ Voor MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta-fase-1>

⁵ Voor de stand van zaken van Net op zee IJmuiden Ver Gamma, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-gamma>

3 Corridors en scenario's

In de thematische analyse wordt gesproken over corridors en scenario's. In deze paragraaf worden beide toegelicht.

3.1 Corridors

In deze thematische analyse wordt voor ieder thema als eerste de corridor geanalyseerd waar de verbindingen in de scenario's doorheen lopen. Vervolgens wordt ingegaan op de drie scenario's, waarbij gevarieerd wordt met het aantal verbindingen per corridor. De drie corridors worden west, midden en oost genoemd. De midden corridor, waar ook Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worden aangelegd, is verder gedetailleerd dan de west en oost corridor. Reden hiervoor is dat bij de midden corridor veel onderzoek is uitgevoerd in het kader van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Ook is er veel afstemming geweest met bevoegde gezagen en autoriteiten over de ligging van de midden corridor. Deze onderzoeken en afstemming hebben geleid tot meerdere optimalisaties van de midden corridor. Voor de west en oost corridor hebben deze optimalisaties nog niet plaatsgevonden. In de thematische analyse worden enkele optimalisatiemogelijkheden van de west en oost corridor beschreven en eventuele gevolgen voor de effectbeoordeling van deelaspecten. Ook in de beschrijving van de scenario's in de volgende paragraaf wordt ingegaan op deze optimalisatiemogelijkheden.

3.2 Scenario's

De begin- en eindpunten van iedere verbinding liggen per scenario vast. Deze begin- en eindpunten zijn weergegeven in Tabel 3-1. De corridor via waar de verbindingen van begin- naar eindpunt gaan variëren per scenario. In Tabel 3-1 is opgenomen voor iedere verbinding door welke corridor ze gaan per scenario en wat per verbinding het worst-case uitgangspunt is voor start aanleg om eventuele cumulerende effecten te bepalen. Een overzicht van de scenario's en de hoeveelheid verbindingen per corridor is weergegeven in Tabel 3-2. Na deze tabellen wordt ieder scenario toegelicht en weergegeven op kaart.

Tabel 3-1 Informatie per verbinding

Nummer	Begin- en eindpunt per verbinding		Corridor per scenario			Start aanleg ⁶
	Van	Naar	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	
1	IJmuiden Ver Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden	2024
2	IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden	2024
3	IJmuiden Ver Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden	2024
4	Windenergiegebied 1	Sloegebied	Midden	West	West	2025
5	Windenergiegebied 1	Maasvlakte	Midden	West	West	2025
6	Windenergiegebied 1	Geertruidenberg	Midden	West	West	2026
7 ⁷	Windenergiegebied 2	Zuid-Holland	Midden	Midden	Oost	2026
8 ⁷	Windenergiegebied 2	Zeeland	Midden	Midden	Oost	2026

Tabel 3-2 Aantal verbindingen per scenario

Scenario's ▼ Corridors ►	West	Midden	Oost
Scenario 1 (0-8-0)	0	8 (waarvan 3 IJmuiden Ver)	0
Scenario 2 (3-5-0)	3	5 (waarvan 3 IJmuiden Ver)	0
Scenario 3 (3-3-2)	3	3 (enkel IJmuiden Ver)	2

⁶ Het uitgangspunt in deze thematische analyse is dat Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma reeds gerealiseerd zijn bij aanvang van aanleg van de andere verbindingen.

⁷ Verbinding 7 en 8 maken geen onderdeel uit van de opgave voor aansluiting van windenergie 2030.

3.2.1 Scenario 1 (0-8-0)

In scenario 1 worden alle acht verbindingen door de midden corridor gelegd. Er gaan geen verbindingen door de west en oost corridor. Dit is weergegeven in Figuur 3-1. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 1 (0-8-0)”.

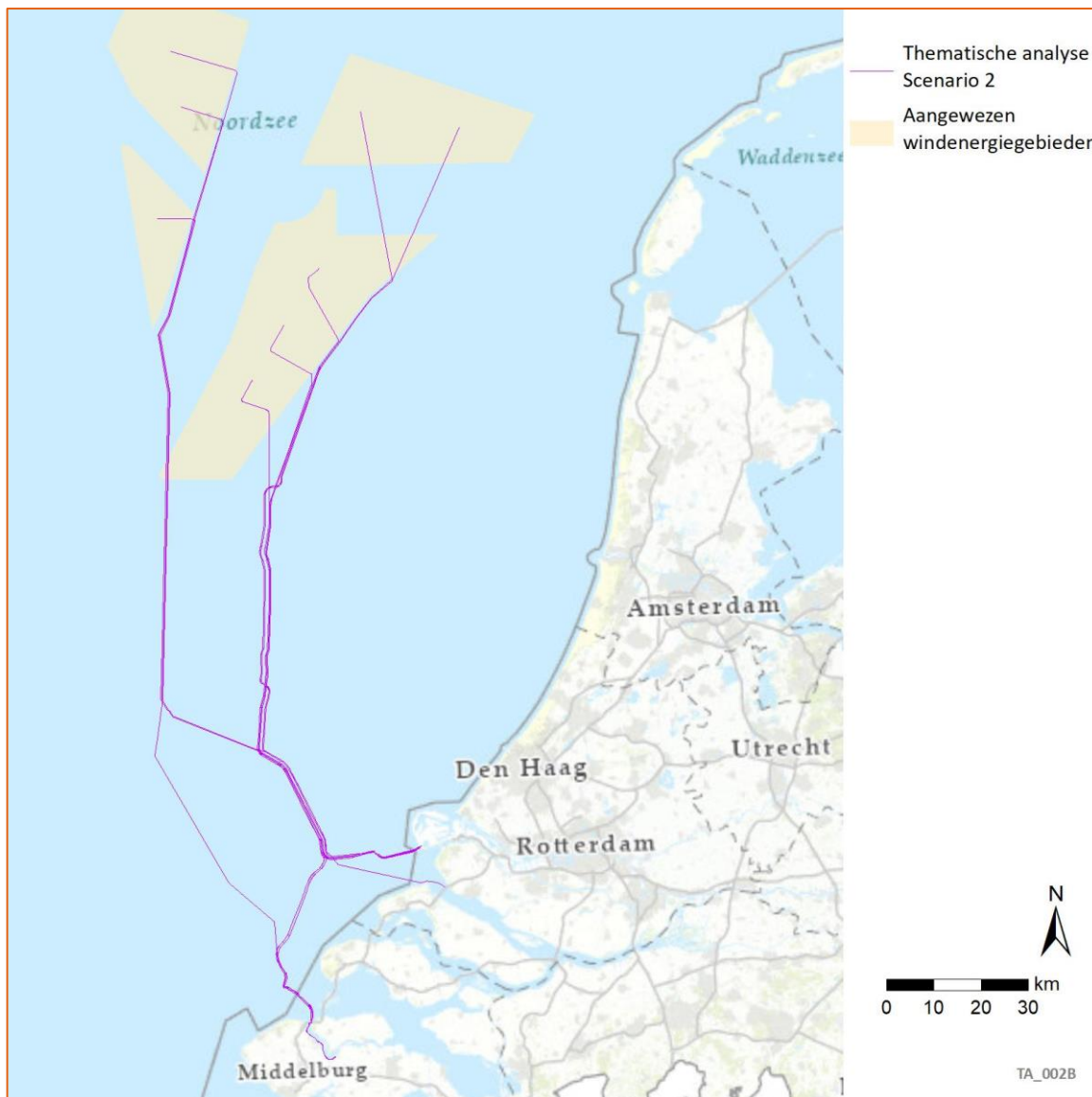


Figuur 3-1 Scenario 1 (0-8-0)

3.2.2 Scenario 2 (3-5-0)

In scenario 2 gaan drie verbindingen via de west corridor richting het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 4, 5 en 6. Verbinding 5 en 6 volgen voor een groot deel de west corridor, maar steken ten zuiden van het Natura 2000-gebied Bruine Bank over naar de midden corridor. Vervolgens gaat verbinding 5 naar de Maasvlakte en verbinding 6 naar Geertruidenberg. Verbinding 4 gaat via de west corridor zuidwaarts richting Sloegebied. De overige vijf verbindingen (1, 2, 3, 7 en 8) gaan geheel door de midden corridor. Dit is weergegeven in Figuur 3-2. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 2 (3-5-0)”.

In de thematische analyse wordt in hoofdstuk 5 ingegaan op een tweetal optimalisatiemogelijkheden voor de verbindingen door de west corridor, namelijk (1) in de Bruine Bank en (2) om het Maas Junction gebied heen. Beide optimalisaties leveren op het detailniveau van deze thematische analyse geen verandering op in de vergelijking tussen scenario's (zie Hoofdstuk 5 Thematische Analyse). Daarom wordt in deze memo de ligging van de west corridor gehanteerd, zoals weergegeven in Figuur 3-2.



Figuur 3-2 Scenario 2 (3-5-0)

3.2.3 Scenario 3 (3-3-2)

In scenario 3 gaan drie verbindingen via de west corridor richting het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 4, 5 en 6. Verbinding 5 en 6 volgen voor een groot deel de west corridor, maar steken ten zuiden van het Natura 2000-gebied Bruine Bank over naar de midden corridor. Vervolgens gaat verbinding 5 naar de Maasvlakte en verbinding 6 naar Geertruidenberg. Ten noorden van deze oversteek gaan er drie verbindingen door de midden corridor, namelijk verbinding 1, 2 en 3. Via de oostelijke corridor lopen de overige twee verbindingen van windenergiegebied 2 naar het landelijk hoogspanningsnet, namelijk verbinding 7 en 8. Dit is weergegeven in Figuur 3-3. In deze thematische analyse wordt dat genoteerd als “scenario 3 (3-3-2)”.

Naast de optimalisatie van de mogelijke optimalisatie van de west corridor (zie paragraaf 3.2.3), die geen gevolgen heeft voor de beoordeling van het thema ecologie, zijn er ook optimalisatiemogelijkheden van de oost corridor. De oost corridor gaat namelijk door een munitiestortgebied. De verwachting is dat het aanleggen van verbindingen door een munitiestortgebied, leidt tot disproportionele kosten en risico's. Omdat het zeer onwaarschijnlijk is dat de verbindingen door de oost corridor in een munitiestortgebied worden aangelegd, is op kaarten in deze memo de optimalisatie weergegeven (zie Figuur 3-4). Wanneer er een verschil is in effecten tussen de geoptimaliseerde corridor en niet-geoptimaliseerde corridor dan is dit aangegeven bij het desbetreffend deelaspect.



Figuur 3-3 Scenario 3 (3-3-2)

4 Afbakening

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een afbakening van de mogelijke gevolgen van de aanleg van de verbindingen tussen windenergiegebieden en het landelijk hoogspanningsnet. De activiteiten voor de aanleg en het gebruik van de verbindingen kunnen een aantal effecten hebben op Natura 2000-instandhoudingsdoelen, beschermde soorten onder de Wet natuurbescherming en andere natuurwaarden. Uit eerdere onderzoeken blijkt dat de aanleg van de kabels veruit de grootste effecten veroorzaakt. Voor thema's als verstoring bovenwater is dus de aanleg meegenomen in de vergelijking en niet de gebruiksfase. De uitzondering hierop is het gevolg elektromagnetische velden, dit is per definitie een gebruiksfase effect. De meegenomen gevolgen zijn:

- Habitataantasting als gevolg van baggeren en trenchen op zee.
- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terecht komt.
- Verandering doorzicht, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat aan het wateroppervlak terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van gebaggerd en getrencht sediment op de bodem.
- Verstoring onderwater, als gevolg van continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, visuele verstoring en licht door de werkzaamheden op zee.
- Verzuring en vermisting als gevolg van de uitstoot (emissie) en depositie van vervuilende gassen door het werkverkeer.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het onder stroom zetten van de kabel tijdens de gebruiksfase.
- Verontreiniging door het in suspensie raken van chemicaliën in het sediment.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken naar de reikwijdte van het gevolg. Dit gebeurt aan de hand van eerdere modelstudies zoals gedaan in Net op zee IJmuiden Ver Alpha of Beta, bekende verstoringscontouren en expert judgement.

4.2 Habitataantasting

Bij de aanleg van kabels wordt de zeebodem ter plaatse omgewoeld. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen en bodemdieren die daarbij horen verstoord en aangetast worden. Deze aantasting is tijdelijk, op termijn herstelt de bodem zich weer en wordt deze geheerkoloniseerd door bodemleven.

Rondom de verbindingen vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie⁸ van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en paragraaf 4.3 & 4.5). Voor de aanlegmethode pre-sweepen en baggeren wordt een worst-case aantastingsreikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de verbinding, met een totale breedte van 60 meter. Habitataantasting wordt verder meegenomen in deze analyse.

4.3 Vertroebeling

Bij de aanleg van de verbindingen wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waarbij sediment in de waterkolom verspreid kan worden en dus vertroebeling ontstaat. Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom. De mate van vertroebeling is dus afhankelijk van het lokale slibgehalte van de bodem. Het neerslaan en ophopen van het door de werkzaamheden omgewoelde sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Vertroebeling aan het wateroppervlak, oftewel vermindering van doorzicht, wordt behandeld in paragraaf 4.4. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 4.5.

⁸ Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/MER-fase-2-Bijlage-Deel-B-VII-E-XI-C-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>

Vertroebeling in de waterkolom kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvisseren een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert. Dit effect kan optreden in kustzones met een zoet/zout overgang.

Door TenneT is een memo gemaakt naar de verwachte baggerhoeveelheden per scenario, zie Bijlage B Memo Baggervolumes (Tennet, 2022). Deze worden in verdere paragrafen meegenomen. In deze memo is echter geen weergave gemaakt van de verspreiding van het slib. Daarvoor wordt er gekeken naar eerder gemaakte studies. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma is onderzocht in modelstudies (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie van Net op zee IJmuiden Ver Alpha⁹ en Beta¹⁰). Deze slibstudies zijn uitgevoerd vanaf het platform tot aan de respectievelijke aanlanding. De waarden van vertroebeling zijn uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig zijn. De vertroebeling die aan de hand van deze modellen wordt voorspeld, is indicatief voor de slibverspreiding die plaatsvindt als gevolg van het plaatsen van een kabel voor de nieuwe verbindingen.

Als voorbeeld worden hier de modellen van Net op zee IJmuiden Ver Beta gebruikt. Dit tracé ligt geheel parallel aan de midden corridor. Figuur 4-1 laat het gebied zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een >2 mg/L verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem wordt voorspeld. De ondergrens van 2 mg/L is de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

In het figuur is te zien dat vertroebeling op open zee bij de verbinding met name aan de oostzijde van het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) waarbij de slibconcentraties met meer dan 2 mg/L is verhoogd. De gehele slibwolk vindt overigens niet tegelijkertijd plaats maar beweegt mee met de werkzaamheden. Binnen (<10km van) de kustzone reikt de slibwolk (op de bodem en in het midden van de waterkolom) van de Maasvlakte II tot aan het strand van Ouddorp, waarbij een deel uitwaaiert naar het zuidwesten tot ongeveer halverwege de Brouwersdam. In de Slikken van Voorne zijn een aantal kleine slibwolkjes te vinden. De verspreiding zoals weergegeven in Figuur 4-1 is naar verwachting soortgelijk voor de overige verbindingen. De meeste vertroebeling ten oosten van de kabel is ook de verwachting voor de overige verbindingen. Vertroebeling is een tijdelijk gevolg. Vertroebeling wordt meegenomen in deze analyse.



Figuur 4-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) maximaal reikt nabij de bodem ten gevolge van de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Beta

⁹ Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/MER-fase-2-Bijlage-Deel-B-VII-E-XI-C-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>

¹⁰ Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Bijlagen-deel-B-MER-fase-2-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Beta.pdf>

4.4 Vermindering doorzicht

Vertroebeling aan het wateroppervlak leidt tot minder doorzicht waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

Als voorbeeld worden hier de modellen van Net op zee IJmuiden Ver Beta gebruikt. Zoals in de voorgaande paragraaf beschreven ligt dit tracé parallel aan de midden corridor, hierdoor zijn deze modeluitkomsten ook zeer indicatief voor de verwachte vermindering in doorzicht voor de voorgenomen activiteiten van dit rapport. Figuur 4-2 laat het gebied zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een >2 mg/L verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie aan het wateroppervlak wordt voorspeld. Een soortgelijk ruimtelijk patroon van vertroebeling aan het wateroppervlak wordt verwacht bij de aanleg van de kabels zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Vermindering van doorzicht is een tijdelijk effect dat zich meebeweegt met de werkzaamheden. De slibwolk blijft ongeveer een week hangen. De gehele slibwolk uit Figuur 4-2 treedt dus niet tegelijkertijd op. Vermindering van doorzicht wordt meegenomen in deze analyse.



Figuur 4-2 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden

4.5 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van verbindingen bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie kan een effect hebben op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en daarmee ook op de voedselvoorraad voor vissen en vogels die bodemdieren eten. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de snelheid van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998).

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. De meest kritieke waarden voor tolerantie die echter gevonden zijn door Bijkerk (1988) waren tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigt de resultaten uit 1988. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

Voor de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn de maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie modelmatig berekend (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie van Net op zee IJmuiden Ver Alpha¹¹ en Beta¹²). Er worden verder dezelfde uitgangspunten langs de verbindingen gehanteerd als bij vertroebeling (zie paragraaf 4.3.)

Figuur 4-3 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreedt na de werkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Beta. Dit is dus de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988b). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte buiten (>10km van) de kustzone worden bereikt rondom het tracé. Binnen (<10km van) de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé dus onder de 0,33 mm/dag. Alleen bij de aanlandingslocatie is er een klein areaal waar de sedimentatiesnelheid ten minste één dag boven de 0,33 mm/dag ligt (Figuur). Langs het gehele VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Beta komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Het is aannemelijk dat modelgegevens ook vergelijkbaar zijn voor de nieuwe verbindingen. Voor de nieuwe verbindingen betekent dit dat naar alle waarschijnlijkheid sedimentatie alleen rondom de verbindingen plaatsvindt, en dat deze sedimentatie niet boven de 1,0 mm/dag komt. Daarnaast is sedimentatie een zeer tijdelijk effect, en zolang de kabels niet in dezelfde maand aangelegd worden zal er hier geen cumulatie van plaatsvinden. Dit zal een minimaal verschil opleveren tussen scenario's. Omdat er geen wezenlijke verschillen tussen de scenario's worden verwacht, wordt sedimentatie niet meegenomen in deze verdere analyse.



Figuur 4-3 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 1cm per maand (0,33 mm/dag) uitkomt.

4.6 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

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

¹¹ Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/MER-fase-2-Bijlage-Deel-B-VII-E-XI-C-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>

¹² Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie, zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Bijlagen-deel-B-MER-fase-2-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Beta.pdf>

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwatervorstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling en voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringafstand van 5 kilometer is worst-case. Aangezien de verstoring gelijk zal zijn voor de verschillende scenario's, en soorten als zeehonden, bruinvissen en trekvissen verspreid over de Noordzee voorkomen, zal er geen wezenlijk verschil zijn tussen de scenario's. Onderwatervorstoring is daarom niet verder meegenomen in deze analyse.

4.7 Bovenwatervorstoring op zee

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Dieren kunnen gewenning gaan vertonen na herhaaldelijke blootstelling aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

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

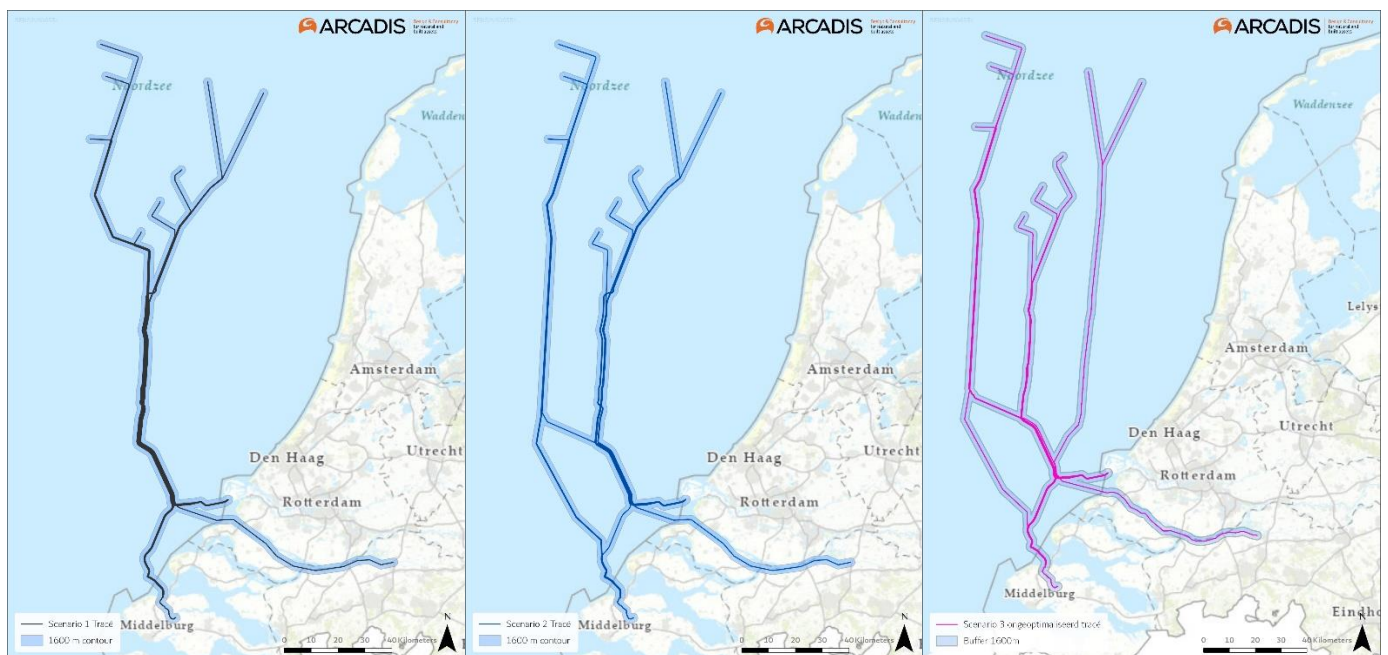
In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. De veroorzaakte verstoring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring,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

Voor vogels is de verstoringgevoeligheid soortspecifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Dit kan zelfs minder worden door gewenning. Nabij veelgebruikte scheepsvaartroutes laten studies zien dat verstoringafstand minder groot wordt (Krijgsveld et al., 2008). Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals zeeoeten en alken) zijn echter verstoringgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit permanent verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes kunnen bovendien vogels ondervoed raken. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fliessbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort al vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd voor zowel geluid bovenwater als optische verstoring.

De maximale verstoringafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, omdat de reactie vergelijkbaar is. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve

motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken (Bouma et al., 2012; Didderen & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs de verschillende scenario's (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 4-4. Tijdens de surveyfase kunnen enkele onderzoeksschepen langs de kabeltracés varen. De verstoring die plaatsvindt tijdens de aanlegfase wordt als maatgevend en worst-case gehanteerd, surveys worden niet los behandeld. Bovenwaterverstoring kan verschillende effecten hebben voor de verschillende scenario's en wordt zodoende meegenomen in deze analyse.



Figuur 4-4: Het 1.600 m bovenwater verstoringscontour per scenario. Van links naar rechts scenario 1, 2 en 3 (scenario 3 in de on-geoptimaliseerde versie, bij de geoptimaliseerde versie is de oostelijke corridor iets oostelijker gelegen, zie paragraaf 3.3.2).

4.8 Elektromagnetische velden

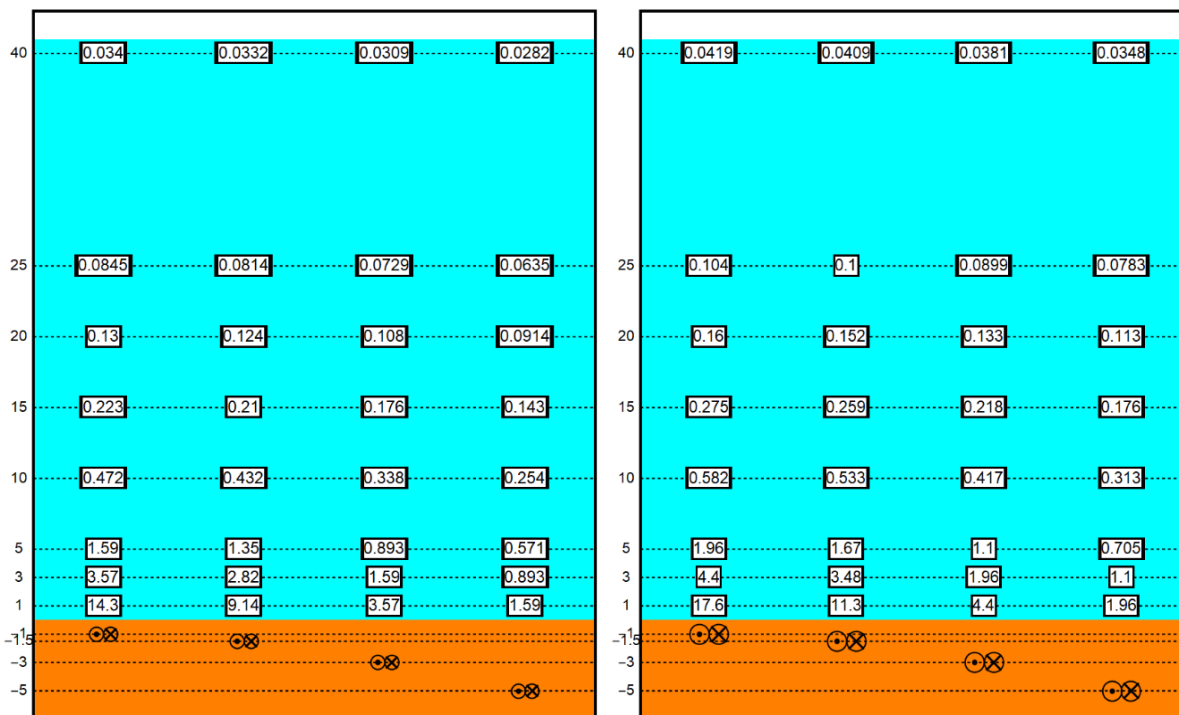
In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill et al., 2012; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verschillende soorten kunnen mogelijk een effect ondervinden van EMV, waaronder zeezoogdieren, (trek)vissen en bodemdieren. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

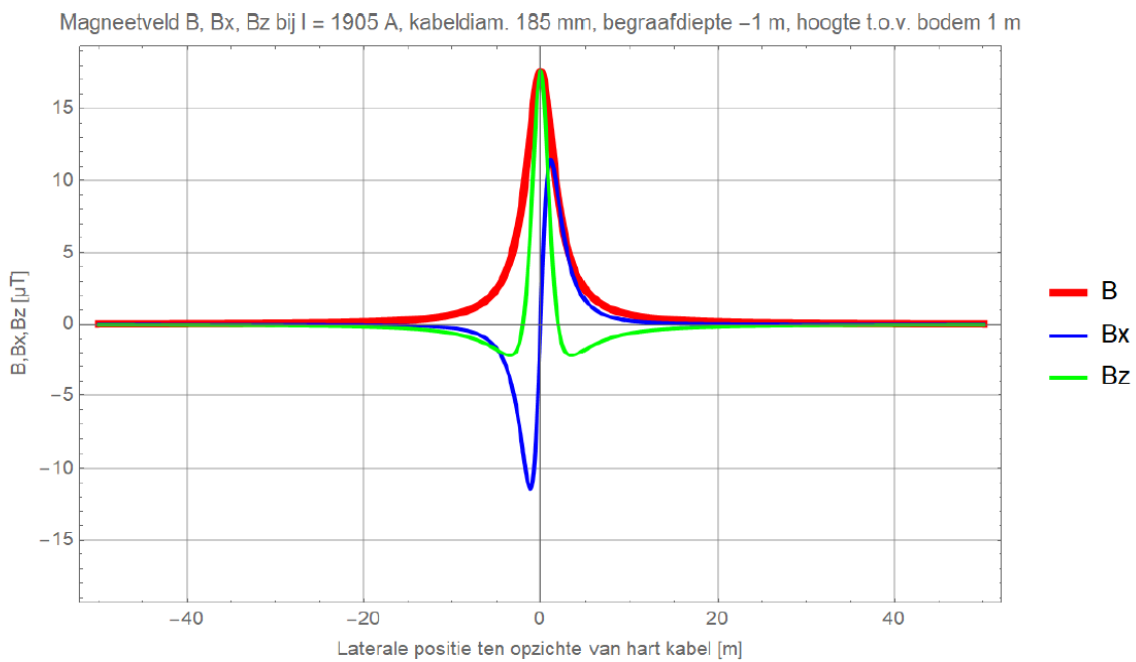
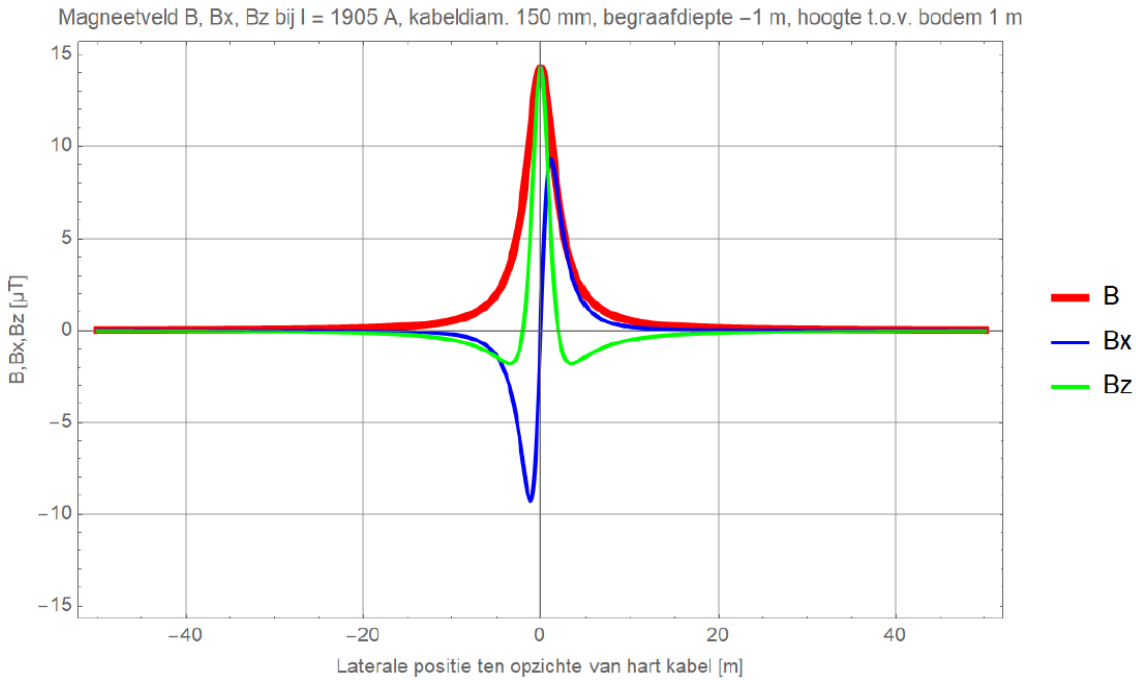
In Figuur is de magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven voor de kabelconfiguratie zoals deze gebruikt is voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De toekomstige kabelsystemen zullen soortgelijke elektromagnetische velden afgeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels maar neemt naar boven toe snel af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op soortgelijke manier snel af, zie Figuur . Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter tot ca. 20 meter in horizontale richting aan weerszijde (Figuur 4-6) en in verticale richting tot het wateroppervlak (Figuur 4-5).

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

In het geval dat er gekozen wordt voor een (2x2) -kabelconfiguratie in plaats van een (1x4) -kabelconfiguratie, dan zullen de initiële waarden van het magneetveld lichtelijk hoger liggen. Ten tijde van storing kan er bij de (2x2) -kabelconfiguratie echter een 10 tot 40 keer hoger magneetveld ontstaan. De kans op storingen is echter gelijk per verbinding, dit levert daarom geen extra verschillen op voor de verschillende scenario's. Daarom wordt er in deze analyse voor elektromagnetische velden gekeken naar de standaard effecten van de (2x2) -kabelconfiguratie, aangezien dit de worst-case is.



Figuur 4-5 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels ((1x4) -kabelconfiguratie) op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm voor de gebruiksfase. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2020).



Figuur 4-6 Berekende magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) voor (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele magneetveld (B) zal van toepassing zijn. De (2x2)-kabelconfiguratie is vergelijkbaar met deze berekeningen. Afkomstig van van Essen (van Essen, 2020).

4.9 Verontreiniging op zee

Bij de aanleg van de verbindingen kunnen in het sediment aanwezige verontreinigingen weer in suspensie raken en daarmee verder door het milieu verspreid worden en in organismen terecht komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodemkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronverontreinigingen voor de stoffen met vigerende wettelijke normen (o.a. verschillende metalen, PCB's, bestrijdingsmiddelen etc.). Verontreinigingen wordt daarom niet verder meegenomen in deze analyse.

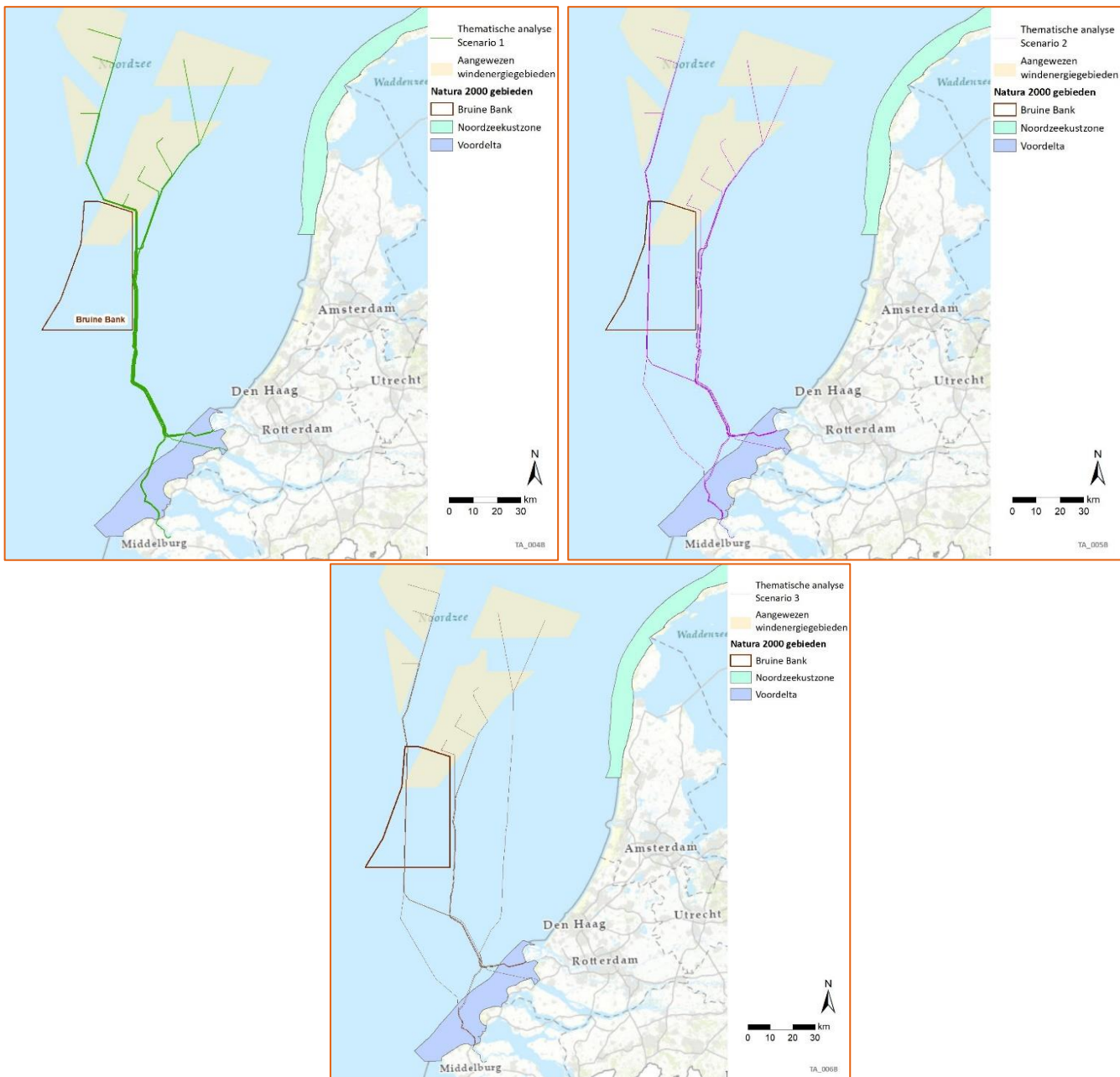
4.10 Samenvatting reikwijdte gevolgen

Effect		Maximale reikwijdte	Tijdelijk/permanent effect	Relevant voor effectbeoordeling
Habitataantasting		60 meter voor pre-sweepen en baggeren rondom de kabel	Tijdelijk	Relevant
Vertroebeling		Op open zee bevindt de slibwolk in de water kolom zich rondom verbindingen ten oosten (op basis van voortgaande onderzoeken). In de kustzone kan de slibwolk plaatsvinden rondom ecologisch rijke gebieden.	Tijdelijk	Relevant
Vermindering doorzicht		Op open zee bevindt de slibwolk aan het oppervlak zich rondom verbindingen ten oosten (op basis van voortgaande onderzoeken). In de kustzone kan de slibwolk plaatsvinden rondom ecologisch rijke gebieden.	Tijdelijk	Relevant
Sedimentatie		Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust optreden rondom de verbindingen (in een zone van maximaal 4 km breed).	Tijdelijk	Effecten zijn zeer tijdelijk en zullen niet cumuleren. Effecten voor enkele kabels zijn kort durend en vergelijkbaar voor de verschillende scenario's; daarom niet relevant
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zeezoogdieren en trekvis: 5 kilometer rondom de aanlegschepen	Tijdelijk	Soorten bewegen over de gehele Noordzee en kunnen overal even veel effect ondervinden. Daarom gelijk voor alle scenario's; daarom niet relevant
Bovenwater verstoring	Geluid en visueel	500 meter voor vogels 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend Rondom de aanlegschepen	Tijdelijk	Relevant
Elektromagnetische velden		Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het oppervlak in de waterkolom.	Permanent	Relevant
Verontreiniging		Geen effect	Tijdelijk	Niet relevant

5 Gebieds- en soortbeschrijvingen

5.1 Mogelijk betrokken Natura 2000-gebieden

In de drie verschillende scenario's gaan de kabels door verschillende corridors, namelijk West, Midden en Oost. Deze corridors gaan door of kunnen effect hebben op verschillende Natura 2000-gebieden. De west en midden corridor komen respectievelijk door en net langs Natura 2000-gebied Bruine Bank. De corridors en scenario's komen bij elkaar in Natura 2000-gebied Voordelta. Hiernaast kan het gevolg van vertroebeling van de oost corridor mogelijk reiken tot aan Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. In Figuur zijn de verschillende scenario's (en corridors) weergegeven ten opzichte van de verschillende Natura 2000-gebieden.



Figuur 5-1 De tracéopties ten opzichte van Natura 2000-gebieden. Scenario 1 (linksboven), scenario 2 (rechtsboven), scenario 3 (onder).

5.2 Beschrijving relevante soortgroepen

In de effectbepaling wordt in het bijzonder ingegaan op verschillende soorten vogels en benthos. De wijze waarop specifieke soorten die worden behandeld geselecteerd zijn, is hieronder weergegeven.

5.2.1 Vogels

Om effecten van bovenwaterverstoring te beoordelen in deze thematische analyse is een selectie gemaakt van representatieve vogelsoorten. Vogelsoorten zijn geselecteerd voor de analyse wanneer zij zijn opgenomen als niet-broedvogelsoort voor één of meer Natura 2000-gebieden op het Nederlands Continentaal Plat (NCP, het Nederlandse deel van de Noordzee) en/of door OSPAR zijn opgenomen in de lijst met bedreigde/afnemende vogelsoorten (OSPAR, 2008). In Tabel 10-1 in Bijlage B is de volledige lijst met vogelsoorten weergegeven die deze selectie oplevert. Onderstaand zijn de soorten hiervan weergegeven die ook daadwerkelijk voorkomen op het NCP (incl. kustzone) en waarvan verspreidingsgegevens bekend zijn in Fijn et al. (2020). Deze soorten zijn gebruikt voor de verdere analyse van vogelsoorten. Dit geeft een goede representatie van de mogelijk beïnvloede vogelsoorten, meestal omdat soorten die niet binnen de selectie vallen in lagere dichtheden voorkomen. Zodoende is een effect op (één van) onderstaande soorten representatief voor andere (niet behandelde) soorten die eventueel beïnvloed zouden worden.

- Drieteenmeeuw
- Kleine mantelmeeuw
- Jan-van-gent
- Grote jager
- Dwergmeeuw
- Grote mantelmeeuw
- Zeekoet
- Alk
- Roodkeelduiker
- Aalscholver
- Zwarte zee-eend
- Grote stern
- Visdief
- Fuut

5.2.2 Benthos

De groep benthos omvat diersoorten die zich in en op de bodem begeven, zoals borstelwormen (bv. zagers), stekelhuidigen (bv. zeesterren) en schelpdieren (bv. mosselen). Dergelijke soorten zijn gevoelig voor habitataantasting, dit gezien zij niet kunnen vluchten. Ook vissen en kreeftachtigen kunnen voornamelijk op de bodem voorkomen. Zij hebben echter de mogelijkheid om weg te zwemmen wanneer er sprake is van habitataantasting, zodoende zijn soorten binnen deze groepen minder gevoelig voor habitataantasting. Veruit de meeste benthossoorten hebben op zichzelf geen bijzondere bescherming vanuit de Wnb. De algemene zorgplicht geldt echter wel, wat hoofdzakelijk inhoudt dat handelingen met schadelijke gevolgen voor deze soorten voorkomen dient te worden of zo goed mogelijk moet worden beperkt. Om effecten van habitataantasting te beoordelen in deze thematische analyse is daarom een selectie gemaakt van representatieve benthossoorten.

Benthische soorten zijn geselecteerd voor de analyse wanneer zij vermeld staan als kenmerkend of karakteristiek in het profieldocument van het habitatype H1110 permanent overstroomde zandbanken (subtypes Getijdenzone, Noordzeekustzone of Doggersbank, respectievelijk H1110A, B of C). Deze keuze is gemaakt omdat de kabeltracés door zowel de open zee, de kustzone als de getijdenzone lopen. Ondanks dat niet het gehele gebied is aangewezen als habitatype H1110, vertonen deze gebieden in praktijk wel grote gelijkenissen met de wel aangewezen regio's. In Tabel 9-1 in Bijlage A staan alle kenmerkende en karakteristieke soorten, hierbij is vermeld van welke soorten relevante data beschikbaar is om de analyse mee te verrichten. Zoals eerder aangegeven zijn alleen sessiele benthische soorten geselecteerd, dit zijn soorten uit de soortgroepen borstelwormen, stekelhuidigen en schelpdieren.

Om een betere dekking van data te krijgen is voor enkele soorten gefilterd op de geslachtsnaam (bv. *Mya* i.p.v. *Mya arenaria*).

Ook zandkokerwormen (*Sabellaria aleovata*), Gestekelde zandkokerwormen (*Sabellaria spinulosa*) en platte oesters (*Ostrea edule*) zijn meegenomen in de selectie. Deze soorten zijn niet aangeduid als kenmerkend of karakteristiek voor habitatype H1110. Wel bouwen ze biogene structuren op de bodem (riffen) en vervullen ze daarmee een belangrijke functie voor het ecosysteem. Zandkokerwormen zijn nog niet aangewezen als beschermd soort, maar kunnen dat in de toekomst mogelijk wel worden (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020). Hetzelfde geldt voor de platte oester, deze rif bouwende soort is grotendeels verdwenen op het NCP maar er worden tegenwoordig weer herintroductie pogingen gedaan. De lijst met geselecteerde soorten is hieronder weergegeven, zowel de Nederlandse als wetenschappelijke naamgeving is gegeven.

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| • Schelpkokerwormen | <i>Lanice sp.</i> |
| • (Noordelijke) Zandkokerworm | <i>Spiophanes bombyx</i> |
| • Zandkokerworm* | <i>Sabellaria aleovata</i> |
| • Gestekelde zandkokerworm* | <i>Sabellaria spinulosa</i> |
| • Zagers | <i>Nephtys sp.</i> |
| • Hartegel/Zeeklit | <i>Echinocardium cordatum</i> |
| • Gewone slangster | <i>Ophiura ophiura</i> |
| • Witte dunschaal | <i>Abra alba</i> |
| • Mossel | <i>Mytilus edulis</i> |
| • Kokkel | <i>Cerastoderma edule</i> |
| • Platte oester* | <i>Ostrea edule</i> |
| • Gapers | <i>Mya sp.</i> |
| • Glanzende tepelhoren | <i>Euspira pulchella</i> |
| • Strandschelpen | <i>Spisula sp.</i> |
| • Zaagje | <i>Donax vittatus</i> |
| • Scheermessen en zwaardschedes | <i>Ensis sp.</i> |
| • Tweetandschelp | <i>Kurtiella bidentata</i> |

*Geen kenmerkende soort voor habitatype permanent overstromde zandbanken. Wel meegenomen in de analyse omdat het rif- of schelpenbankvormende soorten betreft en daarmee een belangrijke functie in het ecosysteem kunnen vervullen.

6 Effectbepaling corridors en scenario's

In dit hoofdstuk zijn de eventuele effecten bepaald die ontstaan als gevolg van de aanleg van de acht verbindingen tussen windenergiegebieden en het landelijk hoogspanningsnet. Alleen gevolgen waarin een wezenlijk verschil kan optreden tussen de scenario's zijn meegenomen. In de effectbepalingen zijn de corridors en elk scenario apart belicht.

6.1 Habitataantasting

Habitataantasting kan als gevolg van de aanleg van de verschillende verbindingen mogelijk voor een relatief lange termijn een negatieve invloed hebben op de bodem en de daarin levende dieren. De meeste bodemdieren hebben op zichzelf geen bijzondere bescherming vanuit de Wnb. De algemene zorgplicht geldt echter wel, wat inhoudt dat handelingen met schadelijke gevolgen voor deze soorten voorkomen dienen te worden of zo goed mogelijk moeten worden beperkt. De effectbepaling voor het gevolg habitataantasting is eerst overkoepelend weergegeven voor elke corridor en scenario samen. Ook is het gevolg in verhouding geplaatst tot autonome habitataantasting door visserij. Vervolgens is in de hiernavolgende subparagrafen ingegaan op de specifieke effecten per corridor en scenario.

6.1.1 Overkoepelend beeld en autonome situatie

Eerder is in paragraaf 5.2.2 beschreven welke benthos-soorten met welke redenen zijn geselecteerd. In Bijlage A is voor alle soorten weergegeven hoe het (globale) leefgebied van elke soort zich verhoudt tot de situering van elk scenario, uit deze figuren is ook het effect voor elke corridor op te maken. Met behulp van de figuren uit Bijlage A en de beoordelingscriteria uit Tabel 6-1 is het algemene effect van habitataantasting op elke soort beoordeeld voor elke corridor en elk scenario. De bevindingen zijn weergegeven in Tabel 6-2.

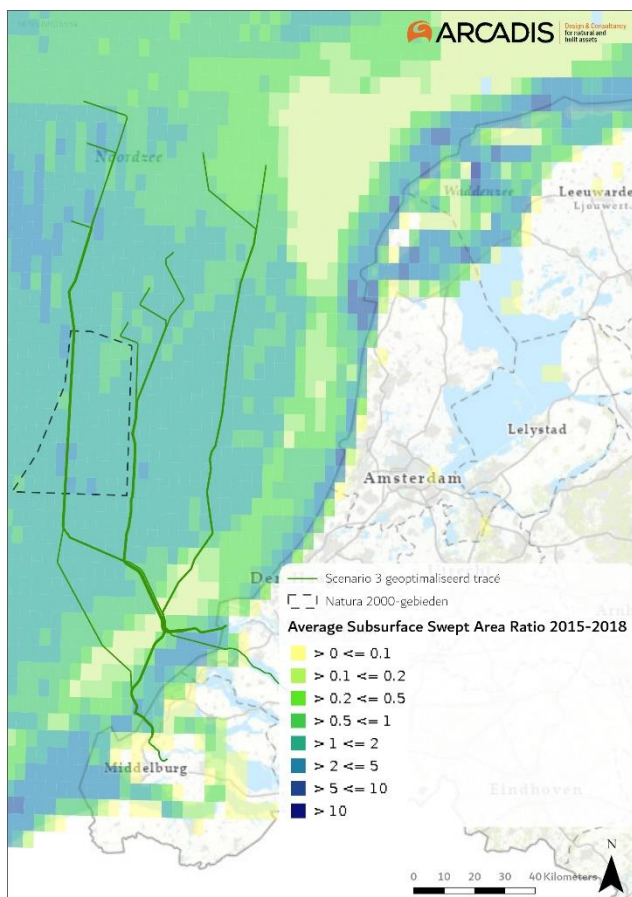
Tabel 6-1 Beoordelingscriteria voor de beoordeling op een schaal van 1-5.

Beoordeling	Criteria
1	Er is geen overlap met het (globale) leefgebied van de soort
2	Er is enige overlap mogelijk (puntwaarneming of aangegeven leefgebied net naast een tracé) of er is weinig overlap met het (globale) leefgebied van de soort
3	Er is een redelijk mate van overlap met het (globale) leefgebied van de soort
4	Er is aanzienlijke overlap met het (globale) leefgebied van de soort, maar er zijn ook delen zonder overlap
5	Er is overlap met vrijwel het gehele (globale) leefgebied van de soort

Tabel 6-2 Beoordeling voor de mate van overlap van elke corridor en scenario met het globale verspreidingsgebied van elke benthossoort. In Bijlage A zijn de figuren weergegeven waarmee de scores zijn bepaald.

Soort		Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Schelpkokerwormen	<i>Lanice sp.</i>	3	2	3	2	3	3
Noordelijke zandkokerworm	<i>Spiophanes bombyx</i>	2	4	3	3	3	3
Zandkokerworm	<i>Sabellaria aleovata</i>	3	1	1	2	2	2
Gestekelde zandkokerworm	<i>Sabellaria spinulosa</i>	2	2	1	2	2	2
Zagers	<i>Nephtys sp.</i>	3	4	2	4	4	4
Hartegel / Zeeklit	<i>Echinocard. cordatum</i>	2	4	2	3	3	3
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	2	2	1	2	2	2
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	1	1	1	2	2	2
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	2	3	4	3	3	4
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	1	1	1	1	1	1
Platte oester	<i>Ostrea edule</i>	1	1	1	2	2	2
Gapers	<i>Mya sp.</i>	1	1	1	2	2	2
Tepelhorens	<i>Euspira sp.</i>	2	2	2	3	3	3
Strandschelpen	<i>Spisula sp.</i>	2	2	3	2	2	3
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	2	2	2	2	2	2
Scheermessen	<i>Ensis sp.</i>	2	2	2	3	3	3
Tweetandschelp	<i>Kurtiella bidentata</i>	1	1	1	2	2	2
Totaalbeoordeling		32	35	31	40	41	43

Habitataantasting als gevolg van een specifieke activiteit dient ook in verhouding te worden gezien met habitataantasting dat in de algemene, autonome situatie aanwezig is. In Figuur 6-1 is daarom de gemiddelde intensiteit van bodemroerende visserijmethoden (zoals sleepnetten) weergegeven voor het NCP voor de periode 2015-2018. Uit het figuur valt op te maken dat er rond elke corridor habitataantasting door visserij plaatsvindt met een relatief hoge frequentie. De benthosgemeenschappen die zich hier bevinden ondervinden dus in de autonome situatie met redelijk hoge frequentie aantasting van bodemroerende visserij. Alleen in een strook ten noordoosten van de Voordelta ligt een gebied waar nauwelijks bodemroerende visserij plaatsvindt maar waar wel verbindingen doorheen lopen. Het is denkbaar dat hier benthos gemeenschappen aanwezig zijn die relatief onaangetast zijn door bodemroerende activiteiten.



Figuur 6-1 De ligging van de drie corridors in scenario 3 (geoptimaliseerde versie oost corridor) en daarmee ook de andere scenario's ten opzichte van de intensiteit van bodemroerende visserij activiteiten. De 'average subsurface swept area ratio' geeft het gemiddelde aantal keer weer dat de bodem is omgewoeld door visserijactiviteiten over de periode 2015-2018.

6.1.2 Corridors

Tabel 6-2 geeft weer dat de midden corridor het hoogst scoort op de mate van overlapping met de verspreidingsgebieden van de benthossoorten. Het gebruik van deze corridor brengt daarmee naar verwachting de grootste negatieve invloed met zich mee op de benthosgemeenschap. De westelijke en oostelijke corridor scoren beide lager (32 en 31), voor habitataantasting wordt daarom een iets minder groot effect verwacht. Op basis van de data lijken verschillende soorten benthos meer op open zee voor te komen dan in het kustgebied en visa versa. Het gaat dan vooral om (gestekelde) zandkokerwormen en zager soorten die veel voorkomen verder op zee (west en midden corridor), in het bijzonder op en rond de Bruine Bank. In de kustzone (oost corridor) worden juist meer strandschelpen en scheermessen waargenomen. Op soortniveau zijn er duidelijke verschillen tussen de corridors te zien.

Wat betreft Natura 2000-gebieden zijn er weinig verschillen tussen de drie corridors. Habitataantasting treedt op in Natura 2000-gebied Bruine Bank in de west corridor, echter is er hier geen instandhoudingsdoel voor deze habitattypen, waardoor een effect op eventueel karakteristieke benthossoorten (gelinkt aan het kwaliteit-instandhoudingsdoel) vanuit gebiedsbescherming minder relevant te noemen is. Habitataantasting treedt daarnaast op in Natura 2000-gebied Voordelta, hier gelden wel instandhoudingsdoelen voor habitattypen. Er zal echter voor elke corridor overall ongeveer even veel habitataantasting optreden in de Voordelta, hier zijn weinig verschillen in de tracés. De aantasting van de habitat van de benthossoorten kan de voedselketen beïnvloeden en kan leiden tot voedseltekorten voor benthosetende vissen, vogels en zeezoogdieren.

Verder moet er ook rekening worden gehouden met de hersteltijd van de zeebodem. De tijd die bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans één jaar, of 2 tot 5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een periode van vijf jaar waarin de biodiversiteit lager is dan in de uitgangssituatie zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat er ook habitataantasting met enige frequentie plaatsvindt door bodemroerende visserij, zoals weergegeven in Figuur 6-1. Wanneer er in de tussentijd opnieuw aantasting plaatsvindt (bijvoorbeeld door aanleg van een nieuwe verbinding, maar dus ook door visserij), begint het proces weer grotendeels opnieuw. In de corridors waar meerdere verbindingen worden neergelegd, zal naar verwachting sprake zijn van een langer durend effect van habitataantasting. Dit wordt verder besproken in de verschillende scenario's.

6.1.3 Scenario 1

Scenario 1 heeft de laagste totaalscore van de drie scenario's (zie Tabel 6-2). Het toepassen van dit scenario brengt daarmee naar verwachting de minst negatieve invloed met zich mee gezien de aanwezige benthosgemeenschap. Reden hiervoor is dat in scenario 1 habitataantasting wordt beperkt tot één gebied (de midden corridor), terwijl de andere scenario's hiernaast nog één of twee andere gebieden aantasten. Wel worden er 8 verbindingen in de midden corridor aangelegd, waardoor de bodem herhaaldelijk beroerd wordt en herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Aangezien de herstelcyclus minimaal 1 jaar is en in worst-case 5 jaar, zal gedurende een periode van 8 jaar (2024 t/m 2026 + 5 jaar herstel) de bodem aangetast zijn. Er is daarmee sprake van een langere tijd waarin het effect van habitataantasting merkbaar is. De daadwerkelijke hersteltijd van de bodemdiergemeenschap is overigens in praktijk niet met zekerheid vast te stellen. Er zal namelijk naderhand ook geregeld habitataantasting plaatsvinden door bodemroerende visserij op en rond de verbindingen, zoals weergegeven in Figuur 6-1. Bodemdiergemeenschappen zijn dus in de veel gebieden voortdurend aan het herstellen van aantasting. Hierdoor zijn de relatieve effecten van de kabelaanleg minder groot (t.o.v. wanneer er door een onaangetast gebied wordt aangelegd).

6.1.4 Scenario 2

Scenario 2 loopt naast de midden corridor ook door de west corridor. In de west corridor wordt daardoor extra habitat aangetast dat in scenario 1 niet wordt aangetast. Met dit scenario wordt hierdoor in de westelijke corridor onder meer extra leefgebied van zandkokerwormen, gestekelde zandkokerwormen en tepelhorens aangetast (zie ook de figuren in Bijlage A). Dit leidt tot een hogere totaalscore (meer negatief) dan scenario 1 (zie Tabel 6-2).

Door het aanleggen van vijf verbindingen door de midden corridor, wordt de bodem herhaaldelijk beroerd waardoor herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Dit zijn wel drie verbindingen minder in de midden corridor dan in scenario 1. Deze drie verbindingen worden in dit scenario in de west corridor aangelegd, waardoor hier ook habitataantasting plaatsvindt. Aangezien de worst-case voor habitat herstel 5 jaar staat, is de bodem voor minimaal zeven jaar aangetast in de west corridor (2 kabels in 2025+ 1 in 2026 + 5 jaar herstel). Voor de midden corridor geldt minimaal acht jaar (3 verbindingen in 2024+ 2 verbindingen 2026+ 5 jaar herstel). Door de beoogde planning is er dus geen verschil tussen de duur van aantasting in de midden corridor, ongeacht of er 5 of 8 verbindingen worden aangelegd. Zoals eerder beschreven vindt er geregeld habitataantasting plaats in de autonome situatie door bodemroerende visserij. Voor de west corridor wordt er in het bijzonder in het zuiden van de Bruine Bank veel gevist (Figuur 6-1). Bodemdiergemeenschappen zijn in dergelijke gebieden met frequente visserij voortdurend aan het herstellen van aantasting. Hierdoor zijn de relatieve effecten van de kabelaanleg minder groot (t.o.v. wanneer er door een onaangetast gebied wordt aangelegd).

6.1.5 Scenario 3

Scenario 3 loopt naast de midden en west corridor ook door de oost corridor. In de oost corridor wordt daardoor extra habitat aangetast dat in scenario 1 en 2 met rust werd gelaten. Met dit scenario wordt hierdoor in de oost corridor onder meer extra leefgebied van soorten die vooral langs de kust voorkomen aangetast. Dit zijn soorten zoals de witte dunschaaal, strandschelpen en scheermessen/zwaardschedes (zie ook de figuren in Bijlage A). Dit leidt ertoe dat scenario 3 de hoogste totaalscore (meest negatief) heeft van alle drie de scenario's (zie Tabel 6-2).

Door het aanleggen van drie verbindingen door de midden corridor, wordt de bodem herhaaldelijk beroerd waardoor herhaaldelijk habitataantasting plaatsvindt. Voor de midden corridor geldt minimaal 6 jaar (3 verbindingen in 2024 + 5 jaar herstel). Dit is twee jaar minder dan in scenario 1 en 2. Ook in de westelijke en oostelijke corridor vindt habitataantasting plaats door de aanleg van drie verbindingen. Aangezien de worst-case voor habitat herstel 5 jaar staat, kan de bodem voor minimaal 7 jaar in de westelijke corridor (2 verbindingen in 2025 + 1 verbinding in 2026 + 5 jaar herstel) aangetast zijn. Daarnaast worden er ook twee verbindingen aangelegd door de oostelijke corridor. Hiervoor geldt minimaal 6 jaar voordat de bodemfauna is hersteld (2 verbindingen in 2026 + 5 jaar herstel). Zoals eerder beschreven vindt er geregeld habitataantasting plaats in de autonome situatie door bodemroerende visserij. Voor de west corridor wordt er in het bijzonder in het zuiden van de Bruine Bank veel gevestigd (Figuur 6-1). In het zuiden van verbindingen in de oost corridor (waar alleen dit scenario gebruik van maakt) vindt er nauwelijks autonome habitataantasting door bodemroerende visserij plaats (Figuur 6-1). Benthosgemeenschappen kunnen hier relatief ongeschonden zijn waardoor negatieve effecten van de kabelaanleg in verhouding relatief groot kunnen zijn.

6.2 Vertroebeling

6.2.1 Corridors

Aangezien de drie corridors geografisch anders liggen zal in suspensie gebracht slib per corridor andere gebieden op het NCP bereiken door de aanleg van de verbindingen. Aanleg van verbindingen in de midden corridor zal leiden tot een soortgelijke verspreiding als bij Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, wat inhoudt dat de slibwolk zich enigszins naar het oosten van de verbinding beweegt (zoals eerder toegelicht in paragraaf 4.3). De waterbeweging in de Noordzee, die zorgt voor de verspreiding van het slib, is bij de twee andere corridors vergelijkbaar met die rond de midden corridor. De verwachting is daarom dat de slibwolk zich op vergelijkbare wijze zal verspreiden, maar dat het zwaartepunt ervan iets verder naar het westen, of naar het oosten zal liggen. Bij de west corridor zal een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Hier zijn echter geen natuurwaarden die last hebben van vertroebeling en zal zodoende geen effect van zijn. Voor de kust van Zuid-Holland kan een slibwolk ontstaan door de oost corridor. Wanneer de kabelaanleg voor een lange periode hoge vertroebelingswaarden met zich meebrengt kan dit mogelijke licht negatieve effecten op (trek)vissen hebben.

Alle corridors komen door Natura 2000-gebied Voordelta waar ook een slibwolk wordt verwacht. Het slib in de Voordelta is niet alleen afkomstig vanaf de corridor in de nabijheid, want het slib wordt door de stromingen in de Noordzee en Voordelta geconcentreerd in dit gebied. Daarom wordt uitgegaan van vergelijkbare vertroebeling in de Voordelta bij alle scenario's.

Tabel 6-3: Gevolgen per corridor. Indien een effect geldt voor alle corridors is dit samengevat in de laatste kolom.

Corridors ► Gevolg ▼	Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Alle corridors
Vertroebeling	-	-	Vertroebeling kan optreden langs de kust van Zuid-Holland	Vertroebeling treedt op in Natura 2000-gebied Voordelta.

6.2.2 Scenario 1

In Scenario 1 zal er ongeveer 31.530.000 m³ slib worden gebaggerd door de gehele midden corridor, aanvullend op wat er gebaggerd wordt voor de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Indien cumulatie plaatsvindt (door aanleg van verbindingen in hetzelfde jaar) zal de slibwolk ofwel op open zee (buiten Natura 2000 en/of foerageergebied van vogels) zijn of in de Voordelta. vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en wordt dus niet meegerekend voor de scenario's.

6.2.3 Scenario 2

In totaal zal er 33.610.000 m³ aan slib gebaggerd worden in scenario 2, aanvullend op wat er gebaggerd wordt voor de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Van deze 33.610.000 m³, wordt ongeveer 22.000.000 m³ gebaggerd in de west corridor. In Natura 2000-gebied Bruine Bank zal ongeveer 8.100.000 m³ gebaggerd worden en er zal een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Hier zijn echter geen soorten aangewezen die last hebben van vertroebeling en het is ook geen belangrijke migratieroute voor trekvis. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Ook ontstaat er een slibwolk in de Voordelta. vertroebeling in de Voordelta is vergelijkbaar voor alle scenario's, en wordt dus niet meegerekend voor de scenario's.

6.2.4 Scenario 3

In totaal zal er 33.805.000 m³ aan slib gebaggerd worden in Scenario 3, aanvullend op wat er gebaggerd wordt door de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Van deze 33.805.000 m³ wordt ongeveer 22.000.000 m³ gebaggerd voor de aanleg van verbindingen in de west corridor. De rest wordt gebaggerd voor de verbindingen in de oost corridor. In Natura 2000-gebied Bruine Bank zal ongeveer 8.100.000 m³ gebaggerd worden. Naast de slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank (zoals beschreven in paragraaf 6.2.3), kan er door de aanleg van 2 verbindingen door de oost corridor mogelijk ook een slibwolk ontstaan voor de kust van Zuid-Holland. De slibwolk heeft mogelijk een effect op migrerende vissoorten. Door de aanleg van de verbindingen door de midden corridor zullen er geen duidelijke afwijkende effecten zijn ten opzichte van de andere scenario's. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de west en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank, zoals beschreven in paragraaf 6.2.3. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de oost corridor kan er een grotere slibwolk ontstaan langs de kust.

6.3 Vermindering van doorzicht

6.3.1 Corridors

Aangezien de drie corridors geografisch anders liggen, zal gebaggerd slib per corridor andere gebieden op het NCP bereiken door de aanleg van de verbindingen. Aanleg van verbindingen in de midden corridor zal leiden tot een soortgelijke verspreiding als bij Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, wat inhoudt dat de slibwolk zich enigszins naar het oosten van de verbinding beweegt. De waterbeweging in de Noordzee, die zorgt voor de verspreiding van het slib is bij de twee andere corridors vergelijkbaar met die rond de midden corridor. De verwachting is daarom dat de slibwolk zich op vergelijkbare wijze zal verspreiden, maar dat het zwaartepunt ervan iets verder naar het westen, of naar het oosten zal liggen. Dat betekent dat bij de westelijke corridor een slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank zal ontstaan. Dit kan een effect hebben op zichtjagende vogels die foerageren aan het wateroppervlak. Bij de oost corridor is er een kans dat de slibwolk zich verspreidt naar de kuststrook nabij Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en Natura 2000-gebied Voordelta, waardoor dit gebied met vermindering van doorzicht te maken. Dit heeft mogelijk effect op (broed)vogelpopulaties die in Natura 2000-gebieden op land broeden, gezien zij mogelijk in deze wateren op zicht foerageren. Vanuit de soortbescherming geldt ook dat voor alle broedende zichtjagende vogels langs de kust er mogelijke effecten kunnen optreden.

Daarnaast kan vermindering van doorzicht een effect hebben op de primaire productie (de basis van de voedselketen). Een van de limiterende factoren voor primaire productie is de aanwezigheid van zonlicht. Als er door vermindering van doorzicht minder zonlicht door het wateroppervlak komt, zal primaire productie dus mogelijk gelimiteerd worden en afnemen. Dit heeft mogelijk effect op het NCP, in Natura 2000-gebied Bruine Bank, langs de

kust van Zuid-Holland en in Natura 2000-gebied Voordelta. Aangezien primaire productie in Natura 2000-gebied Bruine Bank en op het NCP vooral nutriënt gelimiteerd is zal dit voor de midden en west corridor geen effect opleveren.

Alle corridors komen door Natura 2000-gebied de Voordelta waar ook een slibwolk wordt verwacht. Deze zal vergelijkbaar zijn tussen alle corridors.

Tabel 6-4: Gevolgen per corridor. Indien een effect geldt voor alle corridors is dit samengevat in de laatste kolom.

Corridors ► Gevolg ▼	Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Alle corridors
Vermindering van doorzicht	Vermindering van doorzicht kan mogelijk plaatsvinden in Natura 2000-gebied Bruine Bank	-	Vermindering van doorzicht kan mogelijk plaatsvinden langs de kust van Zuid-Holland	Vermindering van doorzicht treedt op in Natura 2000-gebied Voordelta.

6.3.2 Scenario 1

Voor scenario 1 zijn er geen duidelijke effecten die afwijkend zijn van de andere scenario's door het verspreiden van de slibwolk na het aanleggen van de verbindingen. Primaire productie op de open zee is niet gelimiteerd door zonlicht en is er zodoende geen effect van doorzichtvermindering. Indien cumulatie plaatsvindt (door aanleg van verbindingen in hetzelfde jaar) zal de slibwolk ofwel op open zee (buiten Natura 2000) liggen of in de Voordelta. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

6.3.3 Scenario 2

Door de aanleg van verbindingen door de west corridor kan er een slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Hierdoor kunnen aangewezen beschermde vogelsoorten die op zicht jagen (zoals zeekoet, alk en grote jager) minder voedsel vangen en daardoor negatieve effecten ondervinden. Door de aanleg van de verbindingen door de midden corridor ontstaan geen duidelijke effecten die afwijkend zijn van de andere scenario's door het verspreiden van de slibwolk. Daarnaast is primaire productie op open zee niet gelimiteerd door licht, maar nutriënten, waardoor vertroebeling geen effect heeft op primaire productie in Natura 2000-gebied Bruine Bank of de open zee. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

6.3.4 Scenario 3

Naast de mogelijke slibwolk in Natura 2000-gebied Bruine Bank (zoals beschreven in paragraaf 6.3.2), kan er door de aanleg van twee verbindingen door de oost corridor ook een slibwolk ontstaan rond Natura 2000-gebied Noordzeekustzone of voor de kust van Zuid-Holland. Dit heeft mogelijk een negatief effect op broedende vogels langs de kust. Daarnaast is langs de kust primaire productie licht-gelimiteerd, waardoor de slibwolk mogelijk een effect heeft op primaire productie. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de westelijke en/of midden corridor kan er mogelijk een grotere slibwolk ontstaan in Natura 2000-gebied Bruine Bank. In het geval van cumulatie tussen verbindingen in de oost corridor kan er een grotere slibwolk ontstaan langs de kust. Vertroebeling in de Voordelta is hetzelfde voor alle scenario's, en dus niet onderscheidend in de vergelijking tussen de scenario's.

6.4 Verstoring bovenwater

Tijdelijke verstoring bovenwater tijdens de aanleg van de verschillende verbindingen, zoals beschreven in Hoofdstuk 4, leidt mogelijk tot een negatief effect op foeragerende of rustende vogels rond de verbindingen. De effectbepaling voor het gevolg verstoring bovenwater is eerst overkoepelend weergegeven voor elke corridor en scenario samen. Vervolgens is in de hiernavolgende sub paragrafen ingegaan op de specifieke effecten per corridor en scenario.

6.4.1 Overkoepelend beeld en autonome situatie

In paragraaf 5.2.1 is beschreven welke vogelsoorten met welke reden zijn geselecteerd. In Bijlage B is voor alle soorten weergegeven hoe het (globale) leefgebied van elke soort zich verhoudt tot elk scenario, in deze figuren is ook het effect voor elke corridor op te maken. Het globale verspreidingsgebied verandert voor de meeste soorten sterk over de seizoenen. Om deze reden is de verspreiding van de meeste soorten behandeld voor meerdere momenten in het jaar. Niet alle momenten in het jaar zijn voor elke soort behandeld, dit heeft als reden dat soorten in die (missende) maanden in (veel) lagere dichtheden aanwezig zijn op het NCP, of dat ze zelfs geheel afwezig zijn. Zodoende treedt er in die maanden ook een minder negatief of zelfs geen effect op die soorten op. Met behulp van alle figuren uit Bijlage B en de criteria uit Tabel 6-5 is het algemene effect van verstoring bovenwater op elke soort beoordeeld voor elke corridor en elk scenario. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 6-6.

Tabel 6-5 Beoordelingscriteria voor de beoordeling op een schaal van 1-5.

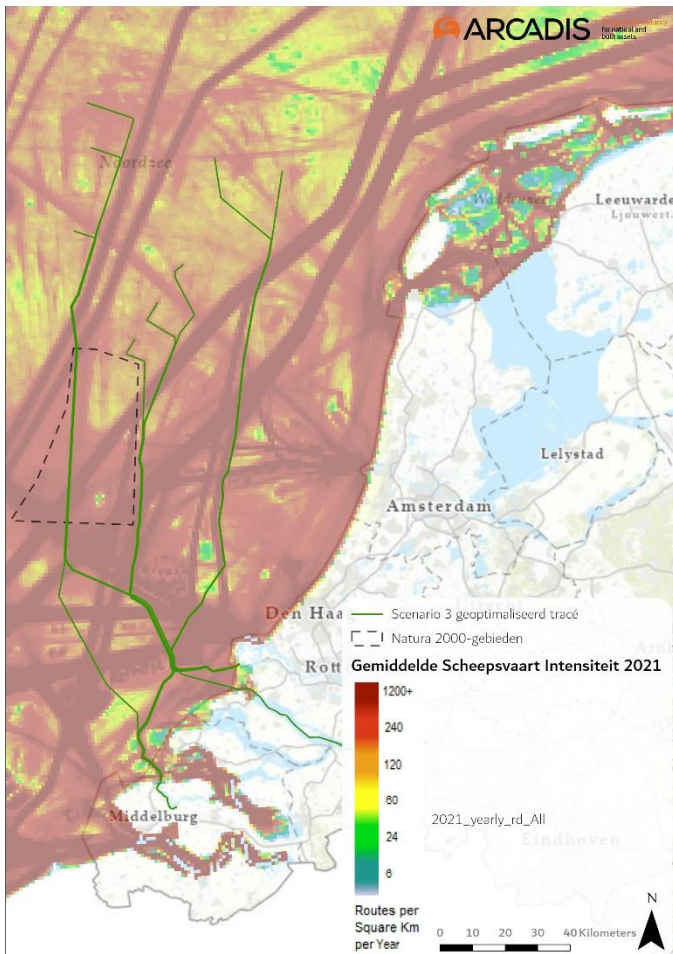
Beoordeling	Criteria
1	Er is geen overlap met het (globale) leefgebied van de soort
2	Er is enige overlap mogelijk (puntwaarneming of aangegeven leefgebied net naast een tracé) of er is weinig overlap met het (globale) leefgebied van de soort
3	Er is een redelijke mate van overlap met het (globale) leefgebied van de soort
4	Er is aanzienlijke overlap met het (globale) leefgebied van de soort, maar er zijn ook delen die niet worden overlapt
5	Er is overlap met vrijwel het gehele (globale) leefgebied van de soort

Tabel 6-6 Beoordelingen van elke corridor en scenario voor de mate van overlap met de verspreiding van de vogelsoorten per relevant moment in het jaar. In Bijlage B zijn alle figuren van de verspreidingsgebieden weergegeven waarmee de scores zijn bepaald. De totaalscore van de corridors/scenario's zijn bepaald op basis van de gemiddelde score van elke soort (geïndiceerd door de blauwe rijen).

Soorten	Moment in het jaar	Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Drieteenmeeuw	08/2019	1	1	2	2	2	2
	11/2019	3	3	3	3	3	3
	02/2020	4	4	3	4	4	4
	04/2020	3	2	1	3	3	3
	06/2020	2	1	1	2	2	2
	Avg.	2,6	2,2	2,0	2,8	2,8	2,8
Kleine mantelmeeuw	08/2019	2	2	3	2	2	3
	02/2020	2	2	3	2	2	3
	04/2020	3	2	3	2	3	3
	06/2020	3	2	2	2	3	3
	Avg.	2,5	2,0	2,8	2,0	2,5	3,0
Jan-van-gent	08/2019	3	2	2	2	3	3
	11/2019	2	2	2	2	2	2
	02/2020	2	2	2	2	2	2
	04/2020	4	2	1	2	3	3
	06/2020	3	1	2	2	3	3
Avg.	2,8	1,8	1,8	2,0	2,6	2,6	
Grote jager	08/2019	1	1	1	1	1	1
Dwergmeeuw	02/2020	2	2	2	2	2	2

Grote mantelmeeuw	08/2019	1	1	1	2	2	2
	11/2019	2	1	2	2	2	2
	02/2020	2	2	2	3	3	3
	Avg.	1,7	1,3	1,7	2,3	2,3	2,3
Zeekoet	08/2019	1	1	2	1	1	2
	11/2019	3	4	4	4	4	4
	02/2020	4	3	3	3	4	4
	04/2020	2	1	1	2	2	2
	Avg.	2,5	2,3	2,5	2,5	2,8	3,0
Alk	11/2019	2	2	2	2	2	2
	02/2020	5	5	4	5	5	5
	Avg.	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5
Roodkeelduiker	02/2020	2	1	1	2	2	2
Aalscholver	04/2020	1	1	1	3	3	3
Zwarte zee-eend	08/2019	1	1	1	1	1	1
	11/2019-02/2020	1	1	1	1	1	1
	04/2020	2	1	1	2	2	2
	06/2020	1	1	1	1	1	1
	Avg.	1,3	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3
Grote stern	08/2019	2	2	2	2	2	2
	04/2020	2	2	2	2	2	2
	Avg.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Visdief	08/2019	2	1	2	2	2	2
	04/2020	1	2	2	2	2	2
	06/2020	1	2	2	2	2	2
	Avg.	1,3	1,7	2,0	2,0	2,0	2,0
Fuut	02/2020	1	1	1	3	3	3
Totaalbeoordeling		27,2	23,8	24,7	31,4	32,7	33,5

Verstoring bovenwater als gevolg van een specifieke activiteit dient ook in verhouding te worden gezien met verstoring bovenwater die in de autonome situatie aanwezig is. In Figuur 6-2 is daarom de gemiddelde scheepsvaart intensiteit op het NCP over het gehele jaar 2021 weergegeven. Uit het figuur valt op te maken dat er op vrijwel de gehele onderste helft van het NCP (waar alle scenario's zich afspelen), sprake is van een relatief hoge scheepsvaart intensiteit. De vogels die zich hier bevinden ondervinden dus al verstoring met redelijk hoge frequentie. Alleen op enkele specifieke plekken zijn kleine arealen met lage scheepsvaart intensiteit aanwezig, deze zijn vooral gelegen in de Voordelta en een kilometer of 20 ten noordwesten van Den Haag. Het is denkbaar dat er zich in deze rustigere gebieden mogelijk extra gevoelige individuen ophouden. Sommige verbindingen lopen dicht langs of door dergelijke gebieden (Figuur 6-2). Zoals eerder aangegeven in paragraaf 3.2.3 is er sprake van verschillende versies/optimalisaties van de oost corridor. In Figuur 6-2 is de geoptimaliseerde oost corridor weergegeven, deze gaat niet door beide gebieden met lage scheepsvaartintensiteit (munitiestortgebied). De niet-geoptimaliseerde oost corridor loopt wel midden door deze gebieden met lage scheepsvaartintensiteit.



Figuur 6-2 De ligging van scenario 3 (geoptimaliseerde oost corridor) en daarmee ook de andere scenario's ten opzichte van de gemiddelde scheepsvaart intensiteit van 2021. Hierin zijn ook grofweg de standaard vaarroutes uit op te maken, gekenmerkt door de stroken van hoge scheepsvaartintensiteit. De niet geoptimaliseerde oost corridor is iets westelijker gelegen en zou daarmee door beide gebieden met lage scheepsvaart intensiteit lopen (munitiestortgebieden).

6.4.2 Corridors

Verstoring bovenwater vindt plaats rondom het aanlegschip. Zoals beschreven in hoofdstuk 4.7 wordt 1.600 m aangehouden als worst-case contour, zijnde de verstoringafstand van de gevoeligste soort. Uit Tabel 6-6 blijkt dat de west corridor het hoogst scoort op de mate van overlapping met de verspreidingsgebieden van de vogelsoorten (grootste effect, meest negatief). Dit wordt vooral veroorzaakt doordat de west-corridor een groot verstoringsoppervlak heeft binnen de Bruine Bank (194 km²). Dit is een belangrijk foerageer- en rustgebied voor verschillende vogelsoorten. De verstoring bovenwater zal in deze corridor, naar verwachting, het grootste negatieve effect hebben op vogels. De oostelijke corridor scoort enkele punten lager dan de west-corridor, bij het gebruik van deze corridor is in totaal een enigszins minder negatief effect te verwachten. Deze oostelijke corridor heeft lagere scores voor soorten die foerageren op open zee, maar juist hogere scores voor de meer kust-geboden soorten (Tabel 6-6). De midden corridor loopt niet dwars door de Bruine Bank en komt ook minder dicht bij de leefgebieden van kust gebonden soorten. Vooral door deze reden scoort de midden corridor het laagst (Tabel 6-6), wat inhoudt dat deze corridor in totaal het minste overlap heeft met de leefgebieden van de vogelsoorten en daarmee naar verwachting het minst negatieve effect heeft. Er vindt nog wel over een areaal van ca. 28 km² verstoring plaats binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank. In Tabel 6-7 zijn de totale oppervlaktes dat bovenwaterverstoring beslaat binnen natura 2000-gebied per corridor samengevat.

Gewenning van vogels aan verstoring kan een verzachtende rol spelen voor bovenwaterverstoring (i.e. kortere verstoringsafstanden, minder intense vluchtreacties). Hoofdzakelijk de midden en oost corridor lopen veelal gelijk met de standaard scheepsvaartroutes, dit is in mindere mate het geval voor de west corridor (Figuur 6-2). Desondanks is de gemiddelde scheepsvaart intensiteit in en rond deze west corridor ook zeker niet laag te noemen. De oost corridor komt in het zuiden wel dicht langs en gedeeltelijk door twee gebieden waar een lage scheepsvaart intensiteit heerst (o.a. een munitiestortgebied), hier houden extra gevoelige individuen zich mogelijk op. Zoals eerder beschreven (paragraaf 3.2.3) geldt voor de oostelijke corridor dat de geoptimaliseerde versie wordt toegepast. De niet-geoptimaliseerde oostelijke corridor loopt midden door beide gebieden met een lage scheepsvaart intensiteit.

Tabel 6-7: Gevolgen per corridor voor Natura 2000-gebieden. Indien een effect geldt voor alle corridors is dit samengevat in de laatste kolom.

Corridors ► Gevolg ▼	Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Alle corridors
Verstoring bovenwater	194 km ² verstoringsoppervlak binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank (53 km door het gebied)	28 km ² verstoringsoppervlak binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank (64 km langs de oostzijde van het gebied)	-	Bovenwaterverstoring door Natura 2000-gebied Voordelta; mogelijk effect op ruiende en foeragerende vogels

6.4.3 Scenario 1

In Tabel 6-6 is te zien dat scenario 1 het laagst gescoord heeft van alle scenario's (minst grote effect, minst negatief). Dit scenario maakt volledig gebruik van de midden corridor. De tracés lopen dus niet dwars door de Bruine Bank en komen ook minder dicht bij de leefgebieden van kust gebonden soorten. De te verwachten negatieve invloed op vogelsoorten voor dit scenario is daarmee het laagst. Door de aanleg van acht verbindingen in de midden corridor zal er relatief veel scheepvaart plaatsvinden langs deze midden corridor. Figuur 6-2 liet eerder zien dat de midden corridor hoofdzakelijk parallel ligt met bestaande vaartroutes. Een redelijke mate van gewenning voor verstoring bij aanwezige vogels is daarom denkbaar. Omdat het in dit scenario enkel om verstoring gaat in de midden corridor, hebben de vogelsoorten tevens voldoende de mogelijkheid om zich te verplaatsen naar rustige gebieden. Er zal verstoring bovenwater plaatsvinden van maximaal 28 km² per verbinding (dus 8 keer verstoring) binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank doordat er dicht langs wordt aangelegd. Cumulatie met andere verbindingen treedt niet op. Voor de rest zijn er geen unieke effecten (afwijkend van de andere scenario's) door verstoring bovenwater in scenario 1.

6.4.4 Scenario 2

In scenario 2 worden verbindingen aangelegd in de midden corridor en west corridor. Er zullen dus tracés worden aangelegd door de Bruine Bank, leefgebieden van kust gebonden soorten worden met dit scenario nog wel enigszins ontzien. Met het grotere verstoringsoppervlak (dat ook door de Bruine Bank loopt) vormt dit scenario een groter negatief effect voor de vogelsoorten dan scenario 1 (Tabel 6-6), al is het verschil in de puntentelling relatief gering. Er zal per verbinding in de west corridor die wordt aangelegd 194 km² binnen Natura 2000-gebied Bruine Bank worden verstoord. Buiten de ruiseizoenen van de ruiende vogels (alk, zeekoet, grote jager) zal dit een licht negatief effect hebben op foeragerende en rustende vogels. Tijdens de rui zal dit een groter negatief effect zijn. Het ruiseizoen vindt voor de zeekoet en grote jager in de zomermaanden in Nederland plaats. Figuur 6-2 liet eerder zien dat de west corridor (waar scenario 2 onder meer gebruik van maakt) maar gedeeltelijk parallel ligt met bestaande vaartroutes. Het is daarom denkbaar dat gewenning voor verstoring bij aanwezige vogels op de relatief rustigere delen rondom de west corridor minder aanwezig is. Ook zal er vijf keer verstoring optreden door de midden corridor langs de Bruine Bank van 28 km² per verbinding. Cumulatie treedt niet op tussen de twee corridors.

6.4.5 Scenario 3

In scenario 3 worden alle drie de corridors benut voor de aanleg van kabels. Er zullen dus tracés worden aangelegd door en langs de Bruine Bank, maar ook door leefgebieden rond de oostelijke corridor, meer richting de kust. Er wordt daarmee in totaal meer leefgebied overlapt. Ook hebben vogelsoorten in potentie de minste uitwijkmogelijkheden naar rustigere gebieden door het gebruik van alle drie de corridors. Dit scenario scoort daarmee het hoogst (meest negatief,

grootste effect), Tabel 6-6. Wel is er in enige mate minder verstoring langs de Bruine Bank door de aanleg van twee minder verbindingen in de midden corridor dan in scenario 1 en 2. De oost corridor loopt grotendeels parallel met bestaande vaarwegen, het is zodoende aannemelijk dat er sprake is van enige mate van gewenning (Figuur 6-2). Uitzondering zijn twee gebieden (waaronder een munitiestortgebied) ca. 20 km uit de kust van Den Haag, hier geldt een lage scheepsvaartintensiteit. Rustende individuen kunnen hier juist verstoring ondervinden wanneer de aanleg door of langs deze gebieden loopt. Met de optimalisatie van de oostelijke corridor (zoals gebruikt in dit rapport) wordt er minder van dit relatief rustige gebied overlapt. Cumulatie van verstoring tussen de tracés in de verschillende corridors treedt niet op.

6.5 Elektromagnetische velden

6.5.1 Corridors

Elektromagnetische velden kunnen mogelijk een effect hebben op zeezoogdieren, vissen, haaien, roggen en ongewervelden. Uit de magneetveldstudies van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta voor de (2x2)-kabelconfiguratie (waaraan hier getoetst wordt, zie ook paragraaf 4.9) blijkt dat het magneetveld van een kabelsysteem niet of nauwelijks tot aan het wateroppervlak komt. Daarnaast blijkt uit de data van de elektromagnetische veldstudie van van Essen (2021) dat de veldsterkte verticaal iets zwakker wordt op grotere hoogte als er meerdere kabels bij elkaar liggen. Dit geeft waarschijnlijk geen significant verschil. Wel zal het uiteindelijke veld groter zijn, aangezien er meerdere velden naast elkaar liggen. Horizontaal blijkt dat het veld tot ongeveer 20 meter langs de kabel meetbaar is. Daarnaast is er nog veel onbekend over de effecten van EMV op vissen, zeezoogdieren, en ongewervelden. Hier moet dus meer onderzoek naar worden gedaan en/of weer getoetst worden in tijd van uitvoering. Geconcludeerd wordt dat het effect van elektromagnetische velden afhankelijk is van de hoeveelheid verbindingen in één corridor.

Tabel 6-8: Gevolgen per corridor. Indien een effect geldt voor alle corridors is dit samengevat in de laatste kolom.

Corridors ► Gevolg ▼	Corridor West	Corridor Midden	Corridor Oost	Alle corridors
EMV	-	-	-	Elektromagnetische velden treden op langs alle kabels.

6.5.2 Scenario 1

Door het aanleggen van acht verbindingen in één corridor, ontstaat mogelijk een groter magnetisch veld (horizontaal, en verticaal niet sterker dan een enkele verbinding). Dit kan mogelijk een barrière vormen voor trekvissen en zeezoogdieren. Tot nu toe is hier echter geen duidelijke onderbouwing voor. Dit is een leemte in kennis en moet verder onderzocht worden.

6.5.3 Scenario 2

Naast een EMV door de midden corridor, zal er in scenario 2 ook een magneetveld van soortgelijke sterkte ontstaan in de west corridor. Dit heeft mogelijk extra effecten op (trek)vissen en ongewervelden in deze omgeving. Tot nu toe is hier echter geen duidelijke onderbouwing voor. Dit is een leemte in kennis en moet verder onderzocht worden.

6.5.4 Scenario 3

Naast een EMV door de west en midden corridor, ontstaat in scenario 3 ook een magneetveld van soortgelijke sterkte in de oost corridor. Dit kan mogelijk extra effecten hebben op ongewervelden in deze omgeving. Dit scenario zorgt voor de meeste verspreiding van magneetvelden op de bodem, wat mogelijke gevolgen kan hebben voor navigatie van zeezoogdieren en vissen. Tot nu toe is hier echter geen duidelijke onderbouwing voor.

7 Conclusie en aanbeveling ecologie

In Hoofdstuk 6 is de effectbepaling voor de verschillende corridors en scenario's uitgevoerd. In de volgende paragrafen worden de gevonden resultaten samengevat en wordt er een oordeel geveld over welk scenario ecologisch gezien het beste is.

7.1 Habitataantasting

In scenario 1 wordt de minste negatieve invloed op de benthosgemeenschap als geheel verwacht. Echter, door de aanleg van acht verbindingen in de midden corridor, is de habitataantasting geconcentreerd op één locatie en zal de bodem herhaaldelijk aangetast worden. Het effect van habitataantasting zal daardoor een lange tijd aanwezig blijven voordat het volledig hersteld is. De frequentie van habitataantasting in de midden corridor neemt af met scenario 2, waarin gebruik gemaakt wordt van twee corridors (de west en midden corridor). Hierdoor wordt echter ook een grote hoeveelheid extra oppervlak aangetast. Het grootste negatieve effect op de benthosgemeenschap wordt verwacht in scenario 3 doordat hierbij alle drie de corridors worden gebruikt. Door het gebruik van de oostelijke corridor wordt hierdoor meer extra leefgebied aangetast van soorten die langs de kust voorkomen, zoals de witte dunschaal en scheermessen.

In het geval van aantasting van verschillende soorten door habitataantasting is scenario 1 dus het minst nadelig, gevolgd door scenario 2, en ten slotte scenario 3. Daarbij dient opgemerkt te worden dat in de autonome situatie op het NCP de bodem (en daarmee de benthos) op de meeste plekken zeer regelmatig wordt aangetast door bodemroerende visserij. De aantastingsduur van de voorgenomen activiteit is in het licht van de autonome situatie daardoor minder relevant.

Aangezien de geselecteerde soorten met scenario 1 in totaal de minste aantasting ondervinden en gezien de aantastingsduur door autonome invloeden minder relevant is, wordt scenario 1 gezien als het scenario waarbij het minst negatieve effect van habitataantasting optreedt.

7.2 Vertroebeling

Vertroebeling vindt in alle gevallen plaats in de Voordelta en is zodoende niet onderscheidend. Dit betekent dat alleen de slibwolken in Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk langs de Zuid-Hollandse kust worden meegenomen. Aangezien bij de Bruine Bank geen negatieve effecten door vertroebeling zullen optreden, zal alleen de mogelijke verstoring van vissen langs de kust van belang zijn. Dit is echter een licht negatief effect. Baggerhoeveelheden liggen zeer dicht bij elkaar (het gaat om minder dan 10% verschil per scenario). Baggervolumes kunnen dus niet gebruikt worden om onderscheid te maken. Scenario 3 wordt vanwege mogelijke effecten op (trek)vissen als meest negatief gezien. Scenario 1 & 2 hebben het minst effect.

7.3 Vermindering van doorzicht

Vermindering van doorzicht vindt in alle gevallen plaats in Natura 2000-gebied Voordelta en is zodoende niet onderscheidend. Dit betekent dat alleen de slibwolken in Natura 2000-gebied Bruine Bank en de slibwolk in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en langs de Zuid-Hollandse kust van belang zijn bij de vergelijking. Voor beide Natura 2000-gebieden geldt dat de slibwolk vangsucces van vogels kan beïnvloeden. Daarom zullen bij scenario 2 en 3 de meeste negatieve effecten zijn. Aangezien er bij scenario 3 mogelijk ook een effect is op broedvogels langs de Zuid-Hollandse kust en een effect op primaire productie, wordt scenario 3 als meest negatief gezien. Scenario 1 heeft het minst effect.

7.4 Verstoring bovenwater

Scenario 1 komt het meest gunstig uit de vergelijking van tracés met de verspreidingsgebieden van de uitgelichte OSPAR en Wnb-Gebiedsbescherming vogelsoorten. Doordat de werkzaamheden enkel in de midden corridor voorkomen, zullen de soorten voldoende mogelijkheid hebben om tijdelijk uit te wijken naar rustiger gebied. In scenario 1 vindt tevens de minste verstoring plaats in de Bruine Bank, een belangrijke ruillocatie voor verschillende

vogelsoorten. In scenario 2 en 3 vindt er meer verstoring op de Bruine Bank plaats, dit doordat in beide scenario's drie verbindingen door de west corridor gaan, welke dwars door de Bruine Bank loopt. Scenario 2 en 3 verschillen van elkaar doordat scenario 3 additioneel gebruik maakt van de oost corridor, waardoor er vooral extra leefgebied wordt verstoord van de kleine en grote mantelmeeuw en visdief. Er vindt in scenario 3 in totaal wel minder verstoring plaats aan de grenzen van de Bruine Bank, doordat er twee minder verbindingen door de midden corridor gaan. Desalniettemin blijven er in scenario 3 drie verbindingen aanwezig door de west corridor en drie door de midden corridor, waardoor de Bruine Bank al met een flink aandeel van de bovenwaterverstoring te maken krijgt. Aanvullend wordt in scenario 3 leefgebied rond de oost corridor belast. Hierdoor hebben vogelsoorten in potentie de minste uitwijkmogelijkheden naar rustigere gebieden door het gebruik van alle drie de corridors. Scenario 3 wordt daarom uiteindelijk negatiever beoordeeld dan scenario 2. De verschillen zijn echter klein (Tabel 6-6). Scenario 3 is daarmee het scenario waarbij de meest negatieve effecten van bovenwater verstoring worden verwacht. Ten slotte is er bij alle drie de scenario's enige sprake van gewinning ten aanzien van verstoring te verwachten, dit door de parallelle ligging met bestaande scheepsvaartroutes. Op enkele locaties is wel een lagere mate van gewinning te verwachten door een lokale, relatief lage scheepvaart intensiteit. Dit speelde echter geen doorslaggevende rol in de overkoepelende effectbepaling.

7.5 Elektromagnetische velden

In het geval van scenario 1 zijn elektromagnetische velden het meest geconcentreerd op één locatie (de midden corridor). Deze hoeveelheid parallelle kabels neemt af in scenario 2, waar elektromagnetische velden verspreid zijn over twee corridors (west en midden). Bij scenario 3 is het meest sprake van spreiding van effecten, waarin elektromagnetische velden verspreid zijn over drie corridors. In het geval van gebundeld oppervlakte van het elektromagnetische veld is scenario 1 het meest nadelig, vervolgens scenario 2 en tot slot scenario 3 het minst nadelig.

Leemtes in kennis

Elektromagnetische velden zijn het enige permanente effect en is daarom van groot belang. Van cumulatie is bekend dat het de veldsterkte niet versterkt, en dit zal dus geen verdere invloed hebben op de beoordeling. Er zijn echter nog veel leemtes in kennis rondom elektromagnetische velden, en er is weinig bekend over langdurige blootstelling op deze schaal. Er kan hierdoor geen duidelijke conclusie worden getrokken waar de verbindingen het meest effect zullen veroorzaken. Dit betekent dat in dit geval er geen onderscheid wordt gemaakt voor EMV en EMV kan in dit geval niet als doorslaggevend argument worden gebruikt in de afweging tussen scenario's.

7.6 Conclusie

Gebaseerd op habitataantasting, verstoring bovenwater en vertroebeling en vermindering van doorzicht, gaat ecologisch gezien de voorkeur naar scenario 1. Voor elektromagnetische velden is de beoordeling niet in staat om een voorkeursscenario aan te wijzen. Dit is weergegeven in Tabel 7-1.

Tabel 7-1 Samenvatting analyse scenario's - ecologie

Scenario's	Scenario 1 (0-8-0)	Scenario 2 (3-5-0)	Scenario 3 (3-3-2)
Habitataantasting	X	XX	XXX
Vertroebeling	X	X	XXX
Vermindering van doorzicht	X	XX	XXX
Verstoring bovenwater	X	XX	XXX
Elektromagnetische velden	XXX (bundeling EMV)	XX (bundeling EMV)	X (bundeling EMV)
	X (verspreiding EMV)	XX (verspreiding EMV)	XXX (verspreiding EMV)

8 Referenties

- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. (1998). *Risico Analyse Mariene Systemen (RAM) verstoring door menselijk gebruik* (No. T1660). Rijkwaterstaat.
- Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. V. D. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50, January*, 69.
- Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. <https://doi.org/10.18174/494566>
- Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbescheringswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*. (p. 60).
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren* (p. 51).
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra* (p. 36).
- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020* (p. 135). <http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018>
- Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, 6(APR), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192>

- Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 664–695. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x>
- Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufile, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 36(1), 41–55.
- Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C* (pp. 1–19).
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. V. D. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie*.
- Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving. (2020). *Het Akkoord voor de Noordzee*.
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie*.
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
- Snoek, R., de Swart, R., Didden, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.
- Tennet. (2022). *Memo IJmuiden Ver parallelle aanleg, baggervolumes routealternatieven*.
- van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
- Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable. Measurement report*. (p. 30).

9 Bijlage A - Verspreidingsgegevens benthosoorten

Benthosoorten zijn geselecteerd voor de analyse wanneer zij vermeld staan als kenmerkend of karakteristiek voor het habitatype permanent overstroomde zandbanken (Getijdenzone, Noordzeekustzone of Doggersbank) (H1110A, B of C). Deze keuze is gemaakt omdat de tracés door zowel de open zee, de kustzone als de getijdenzone lopen. Ondanks dat niet alles is aangewezen als H1110A/B/C, vertonen deze gebieden in praktijk wel grote gelijkenissen met de wel aangewezen regio's. Alleen sessiele soorten zijn geselecteerd, dit zijn soorten uit de soortgroepen borstelwormen, stekelhuidigen en schelpdieren. Kenmerkende en karakteristieke soorten uit de soortgroepen vissen en kreeftachtigen zijn niet meegenomen, deze zijn niet sessiel en zodoende minder gevoelig voor habitataantasting. Deze selectie levert onderstaande lijst aan kenmerkende en karakteristieke soorten op (Tabel 9-1).

Data van WMR (kustgebied benthos monitoring 2021), RWS (monitoring NCP >2010) en Bos et al. (2019) is geraadpleegd, hierin kwam relevante data naar voren voor ongeveer de helft van de kenmerkende en karakteristieke benthosoorten (Tabel 9-1). Data was niet relevant wanneer de specifieke soort niet is waargenomen in de omgeving van de tracés. De soort kwam dan doorgaans uitsluitend in het noorden van het NCP voor (met name de Klaver- en/of Doggersbank) of er waren überhaupt niet tot nauwelijks datapunten van beschikbaar. In een dergelijk geval is er daarmee ook direct geen verschil tussen het potentiële effect van de verschillende scenario's voor die specifieke soort. In de volgende bladzijden zijn de beschikbare data van de kenmerkende en karakteristieke sessiele soorten weergegeven relatief aan de ligging van de tracés. Links bovenin elk figuur is telkens aangegeven welk scenario het betreft en welke soort is weergegeven.

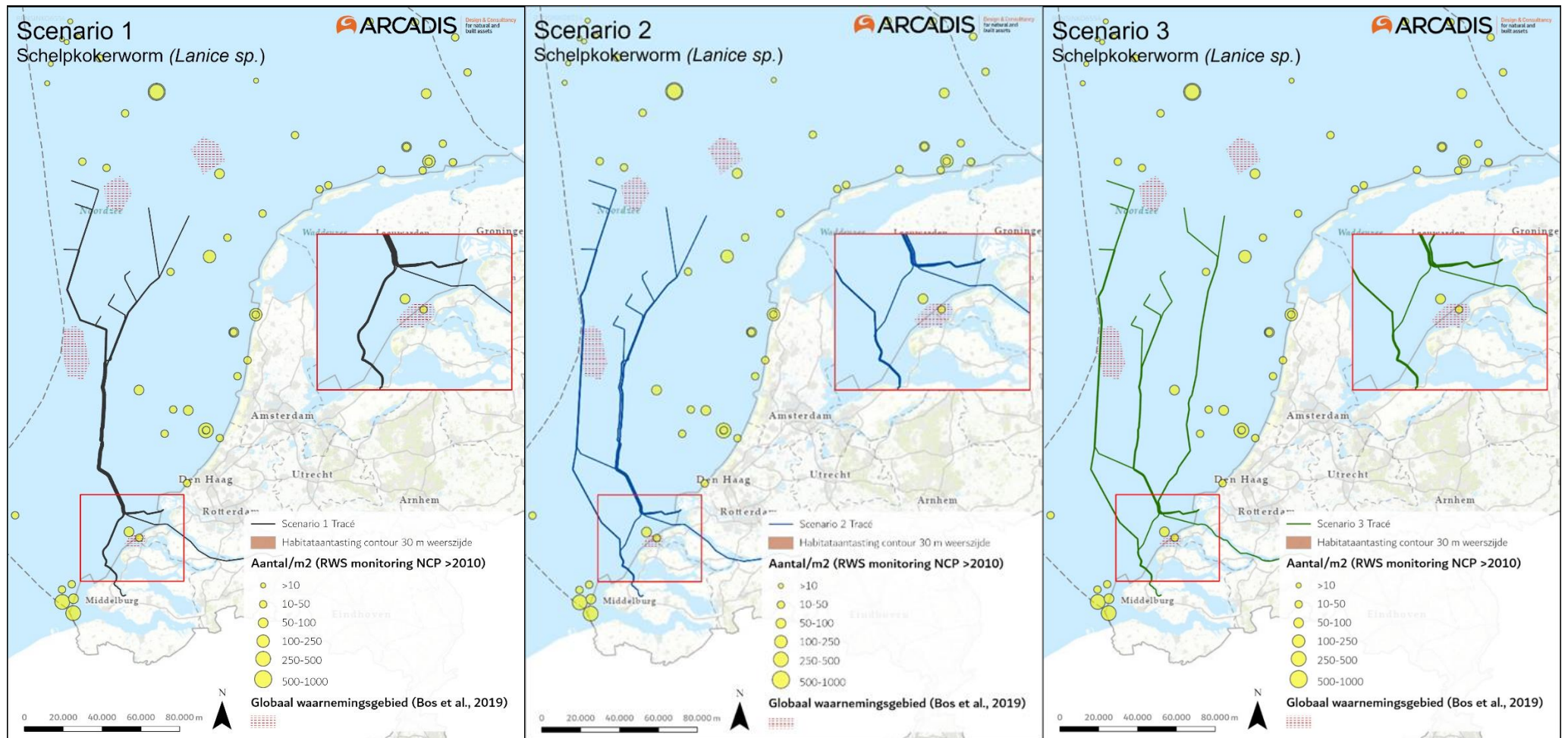
Tabel 9-1 Kenmerkende sessiele soorten voor habitatype H1110A, B en C. Soorten waarvan relevante data beschikbaar is zijn meegenomen in de analyse.

Soort		Soortgroep	Relevante data beschikbaar?
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	Borstelworm	Ja
(Noordelijke) Zandkokerworm	<i>Spiophanes bombyx</i>	Borstelworm	Ja
Zandkokerworm*	<i>Sabellaria aleovata</i>	Borstelworm	Ja
Gestekelde zandkokerworm*	<i>Sabellaria spinulosa</i>	Borstelworm	Ja
Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelworm	Ja
-	<i>Nephtys cirrosa</i>	Borstelworm	Ja
Groene zeeduizendpoot	<i>Alitta virens</i>	Borstelworm	Nee
-	<i>Spio martinensis</i>	Borstelworm	Nee
-	<i>Magelona papillicornis</i>	Borstelworm	Nee
-	<i>Sigalion mathildae</i>	Borstelworm	Nee
-	<i>Aphrodita aculeata</i>	Borstelworm	Nee
-	<i>Goniada maculata</i>	Borstelworm	Nee
Dodemansduim	<i>Alcyonium digitatum</i>	Bloemdier	Nee
Hartegel/Zeeklit	<i>Echinocardium cordatum</i>	Stekelhuidige	Ja
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Stekelhuidige	Ja
Ingegraven slangster	<i>Acrocnida brachiata</i>	Stekelhuidige	Nee
Kamster	<i>Astropecten irregularis</i>	Stekelhuidige	Nee
Zeeboontje	<i>Echinocyamus pusillus</i>	Stekelhuidige	Nee
-	<i>Luidia sarsii</i>	Stekelhuidige	Nee
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee
Platte oester*	<i>Ostrea edule</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Wulk	<i>Buccinum undatum</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Glanzende tepelhoren	<i>Euspira pulchella</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Geplooid zonnenschelp	<i>Gari fervensis</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Rechtsgestreepte plaatschelp	<i>Angulus fabula</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Grote strandschelp	<i>Mactra stultorum</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee
Noordkromp	<i>Arctica islandica</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee

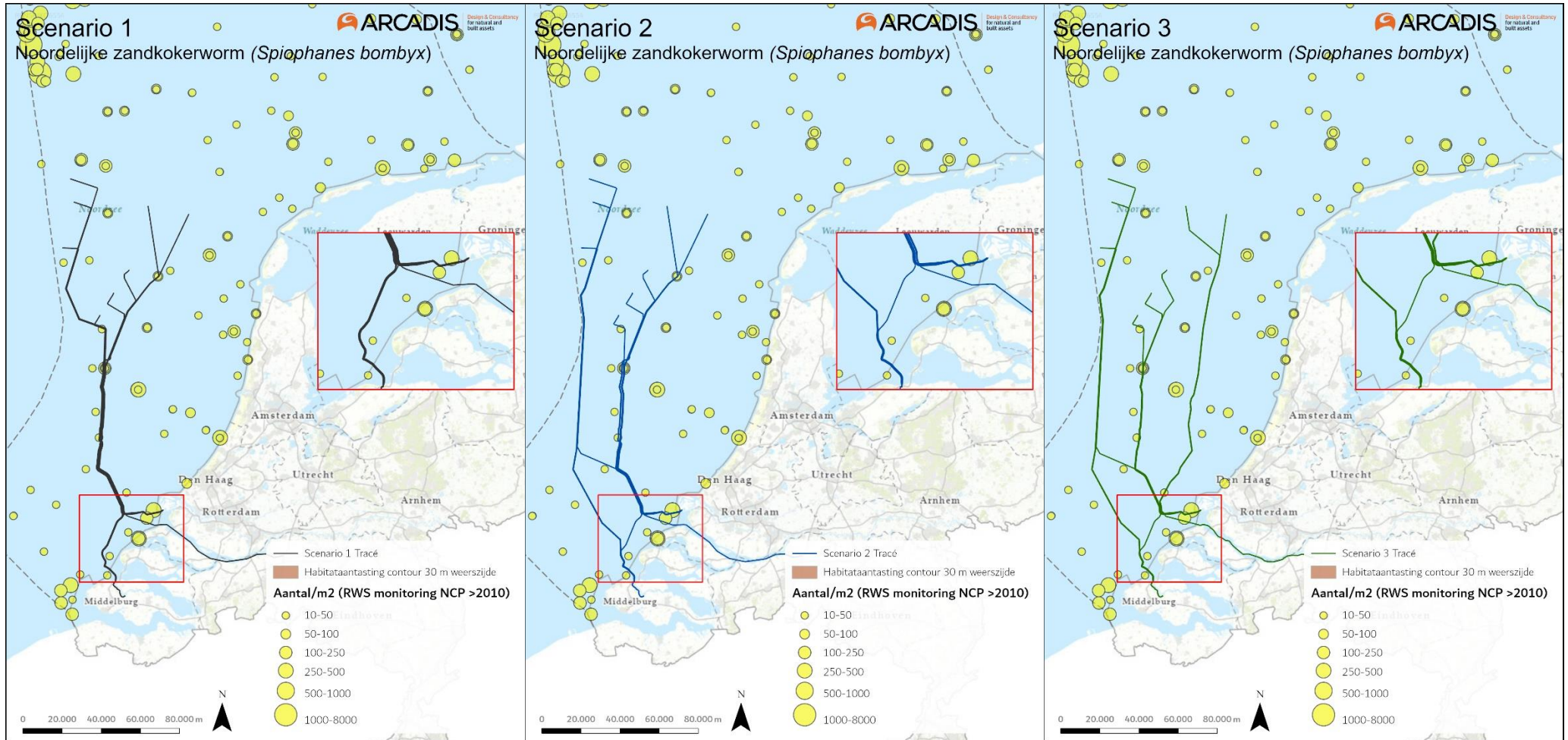
Kleine zwaardschede	<i>Ensis ensis</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Tweetandschelp	<i>Kurtiella bidentata</i>	Weekdier/Schelpdier	Ja
Noordhoren	<i>Neptunea antiqua</i>	Weekdier/Schelpdier	Nee

*Geen kenmerkende soort voor habitatype permanent overstroomde zandbanken, wel meegenomen in de analyse omdat het een soort betreft die zorgt voor rif- of schelpenbankvorming en daarmee een belangrijke functie in het ecosysteem vervult.

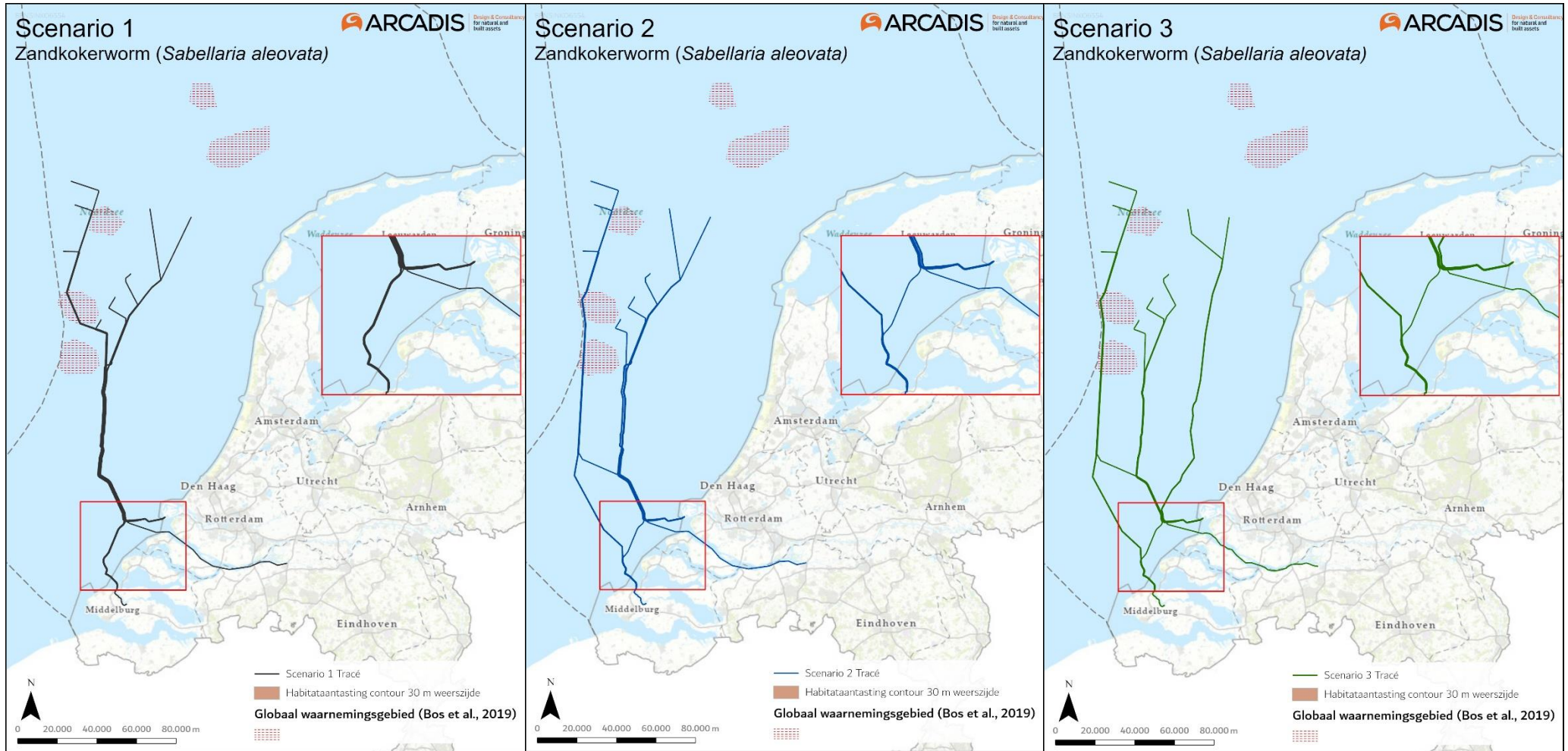
9.1 Schelpkokerwormen (*Lanice sp.*)



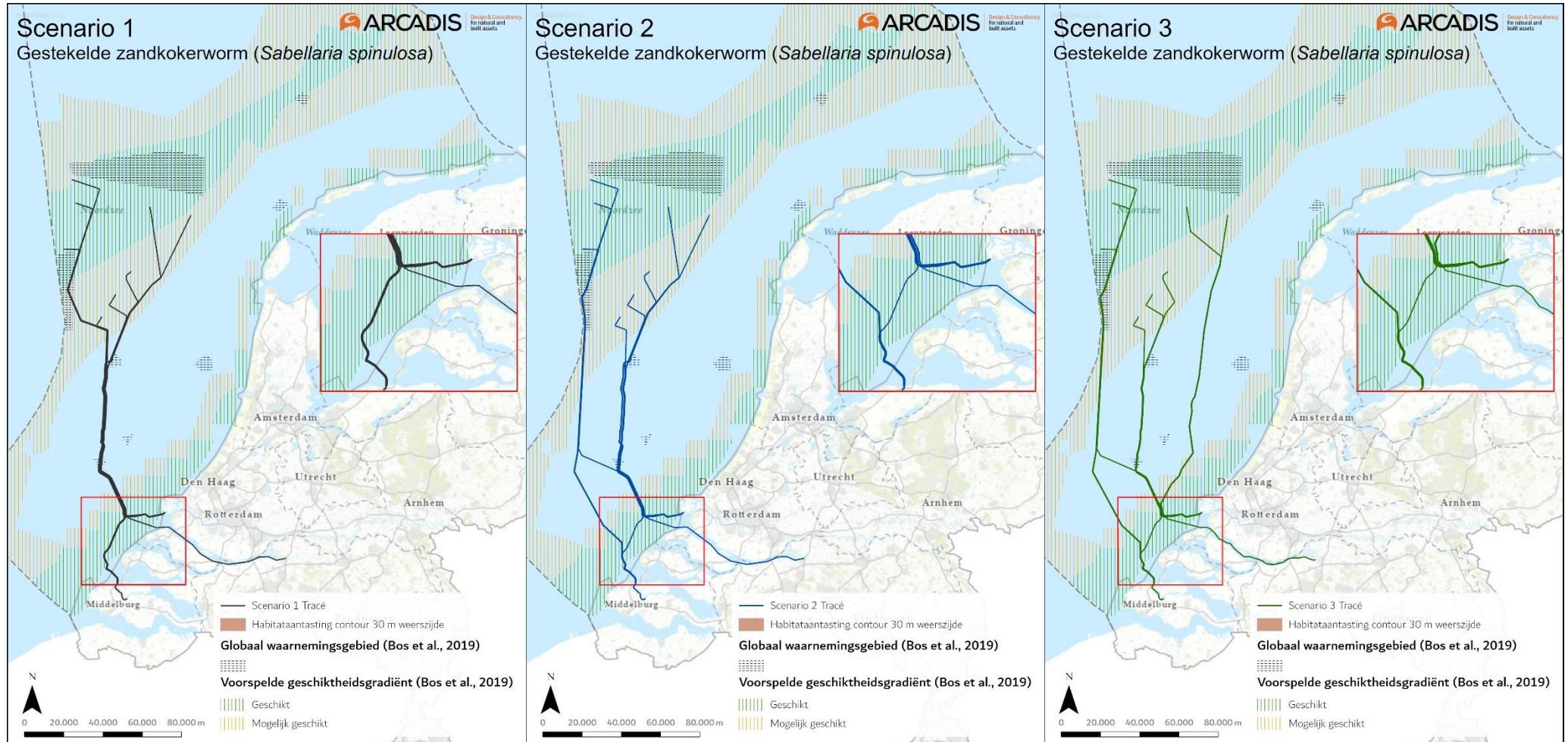
9.2 (Noordelijke) zandkokerworm (*Spiophanes bombyx*)



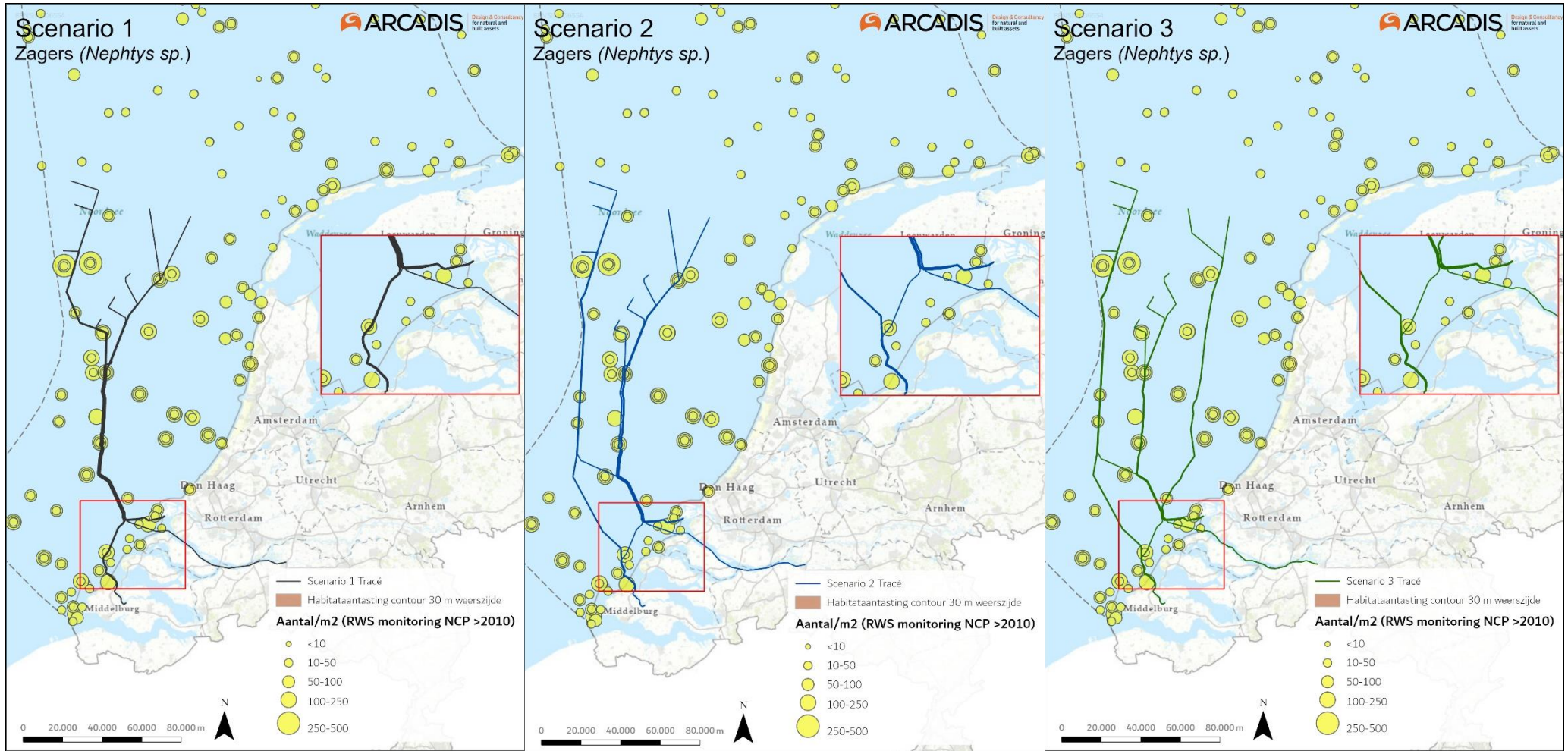
9.3 Zandkokerworm (*Sabellaria aleovata*)



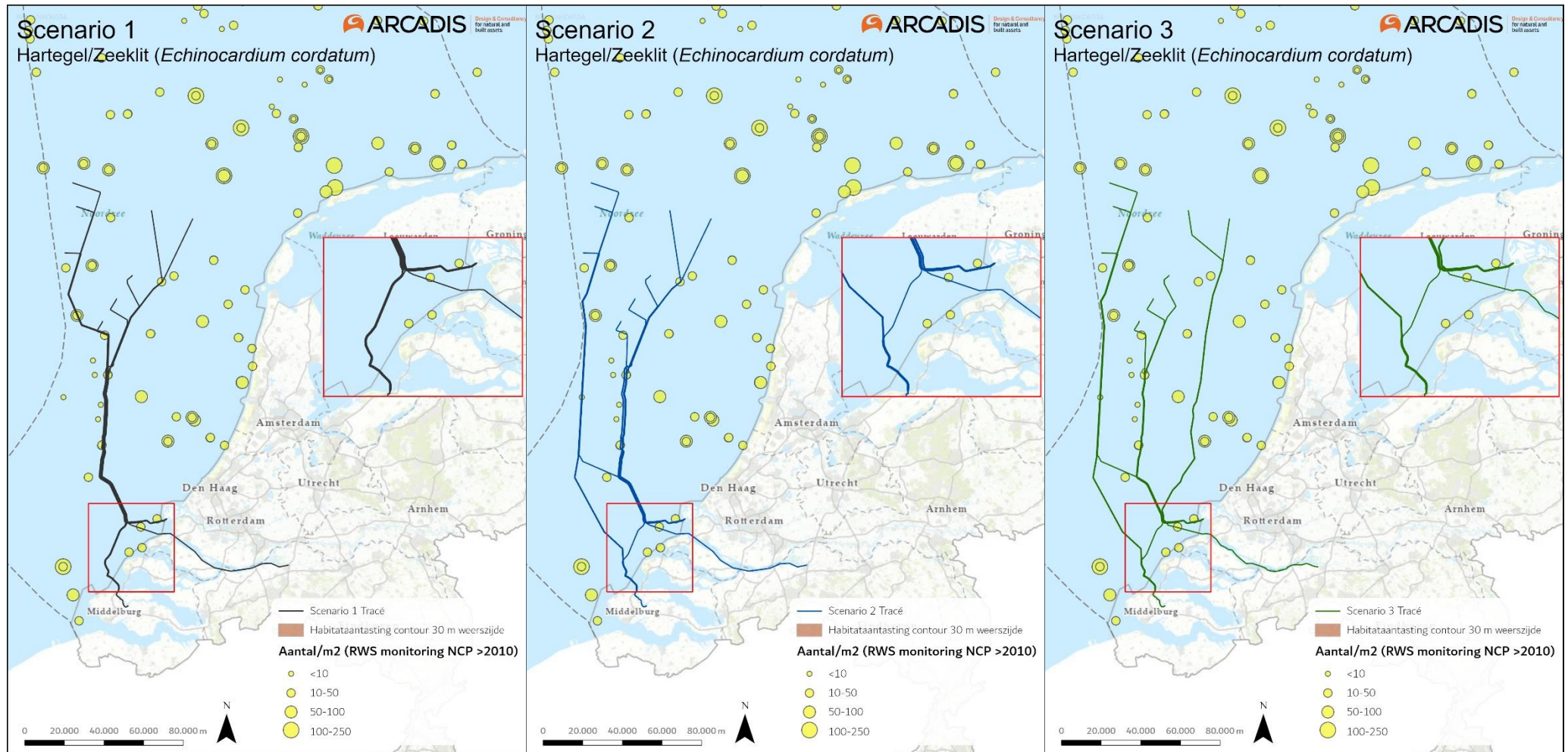
9.4 Gestekelde zandkokerworm (*Sabellaria spinulosa*)



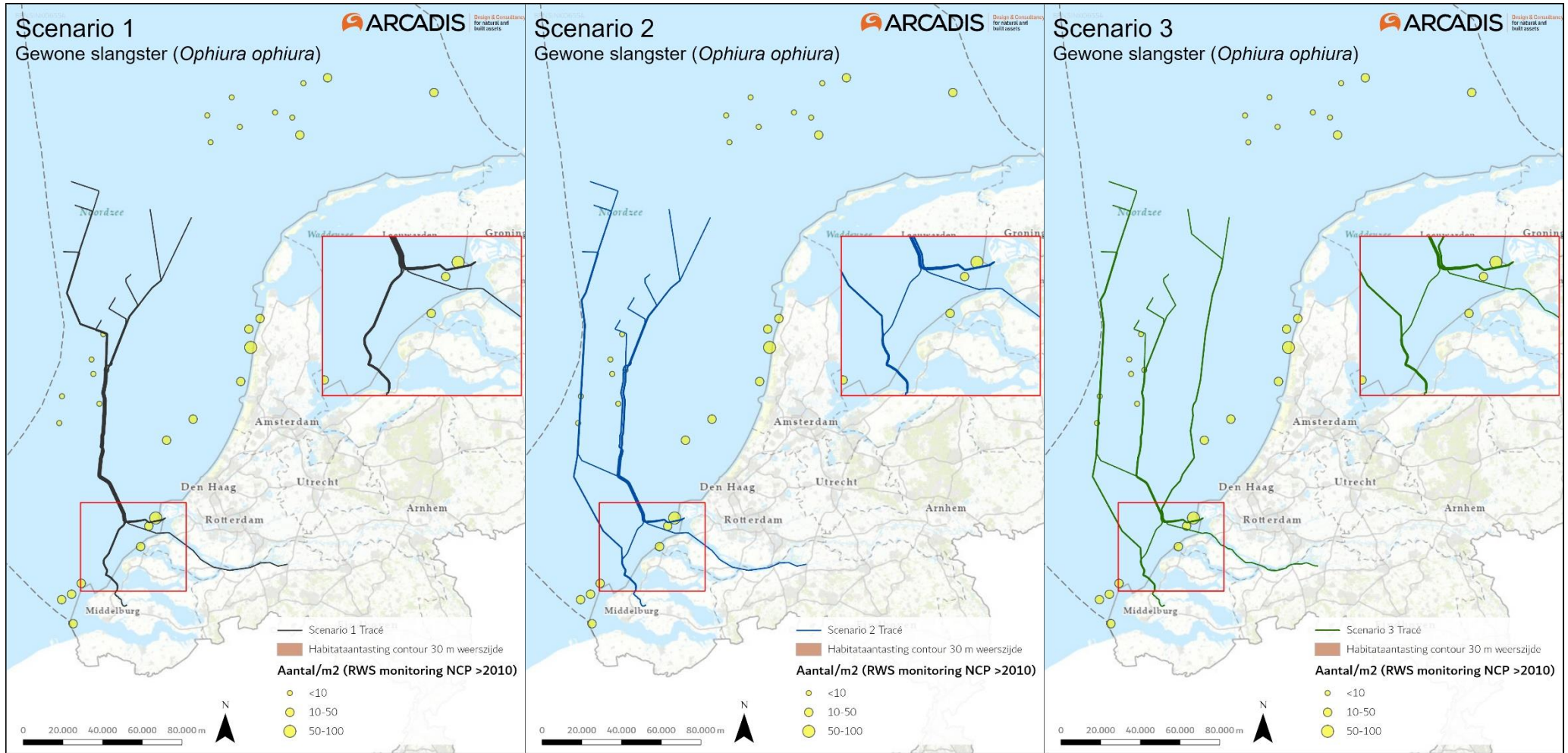
9.5 Zagers (*Nephtys* sp.)



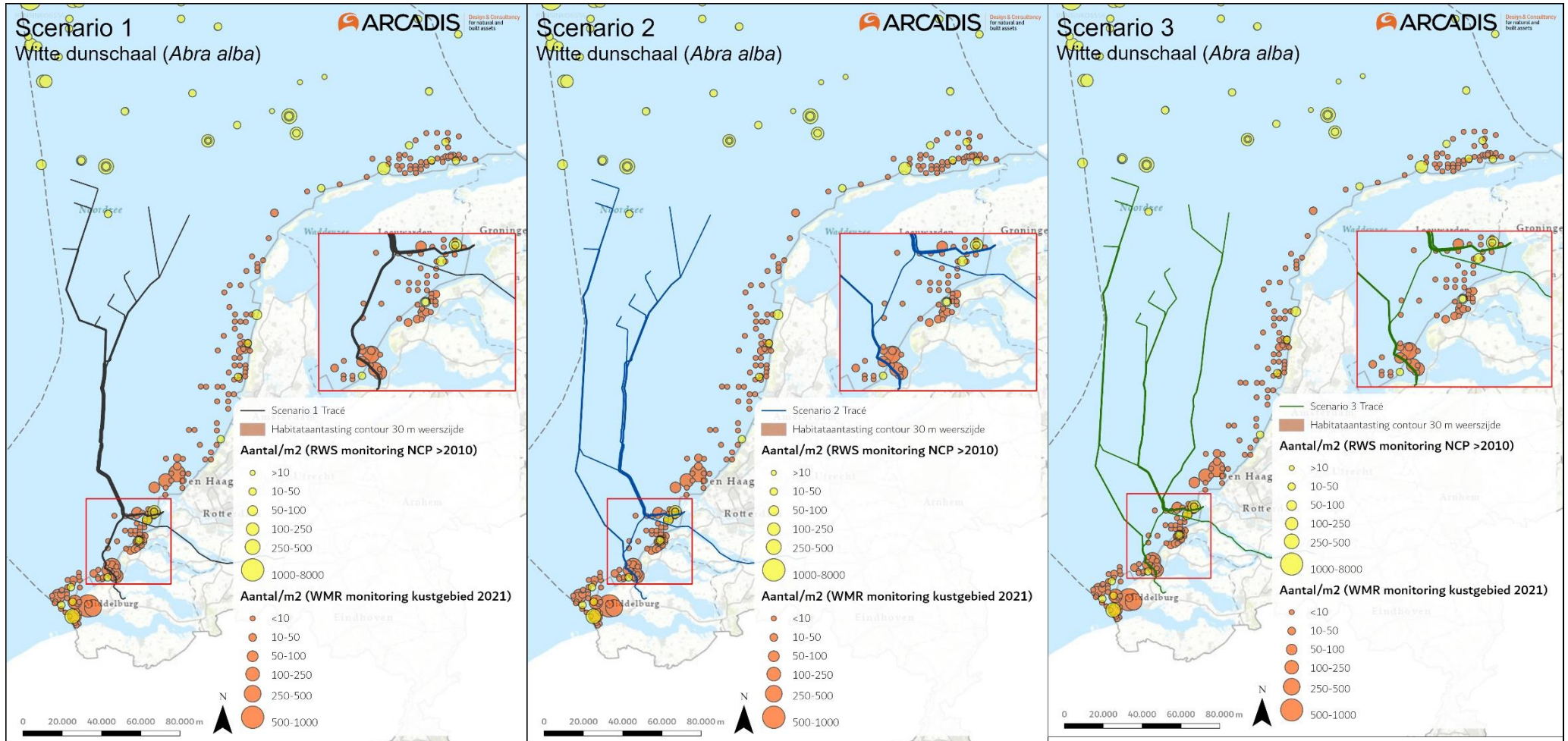
9.6 Hartegel/Zeeklit (*Echinocardium cordatum*)



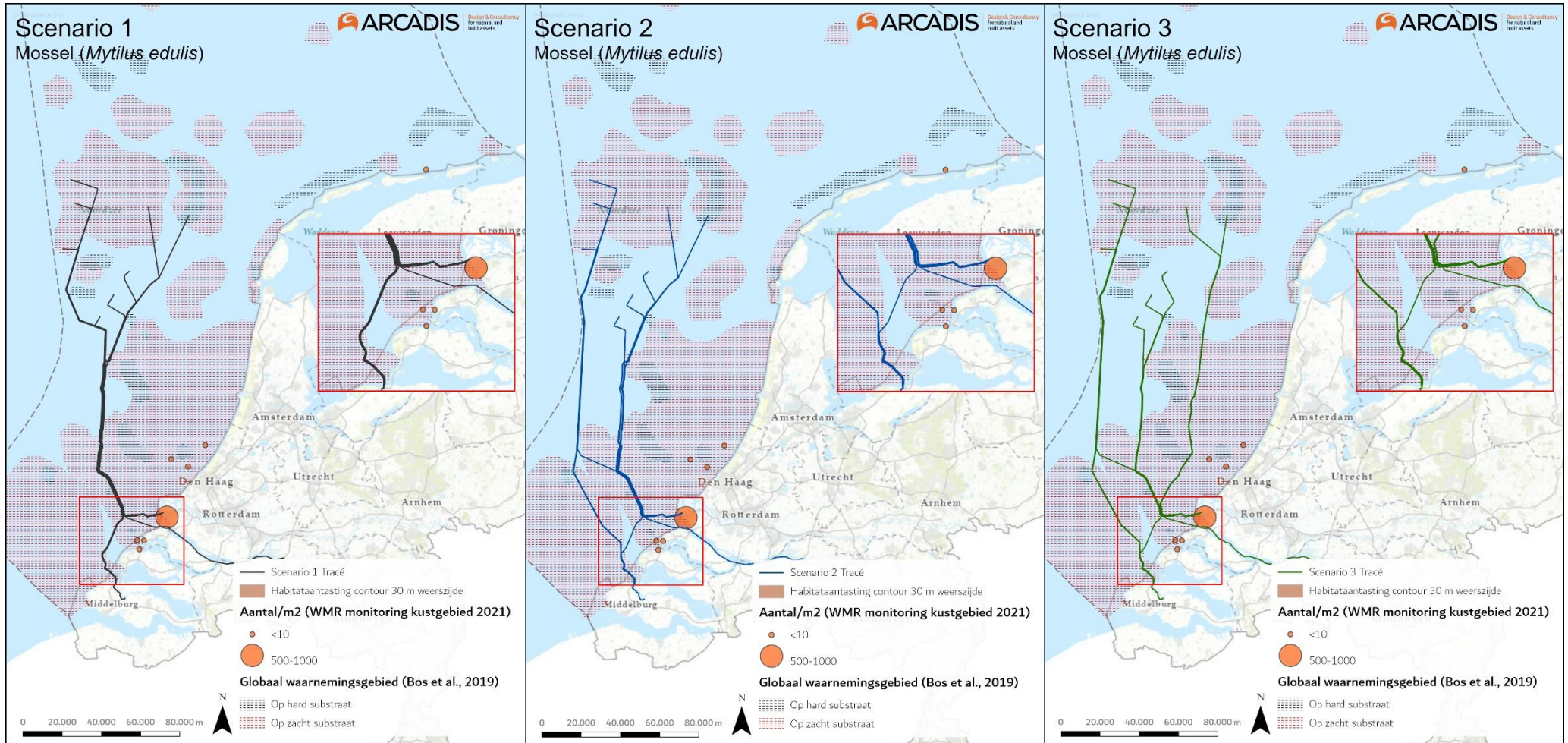
9.7 Gewone slangster (*Ophiura ophiura*)



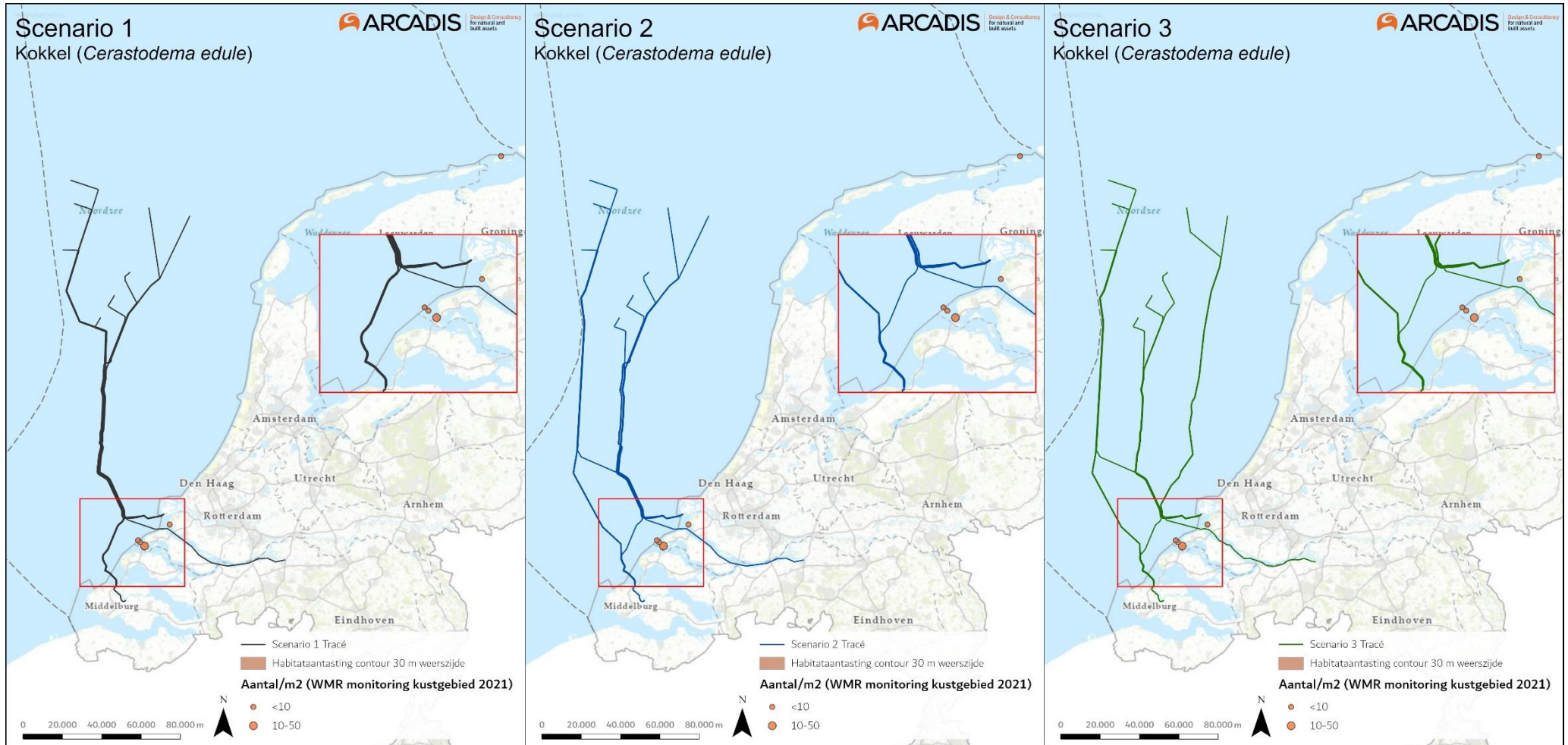
9.8 Witte dunschaal (*Abra alba*)



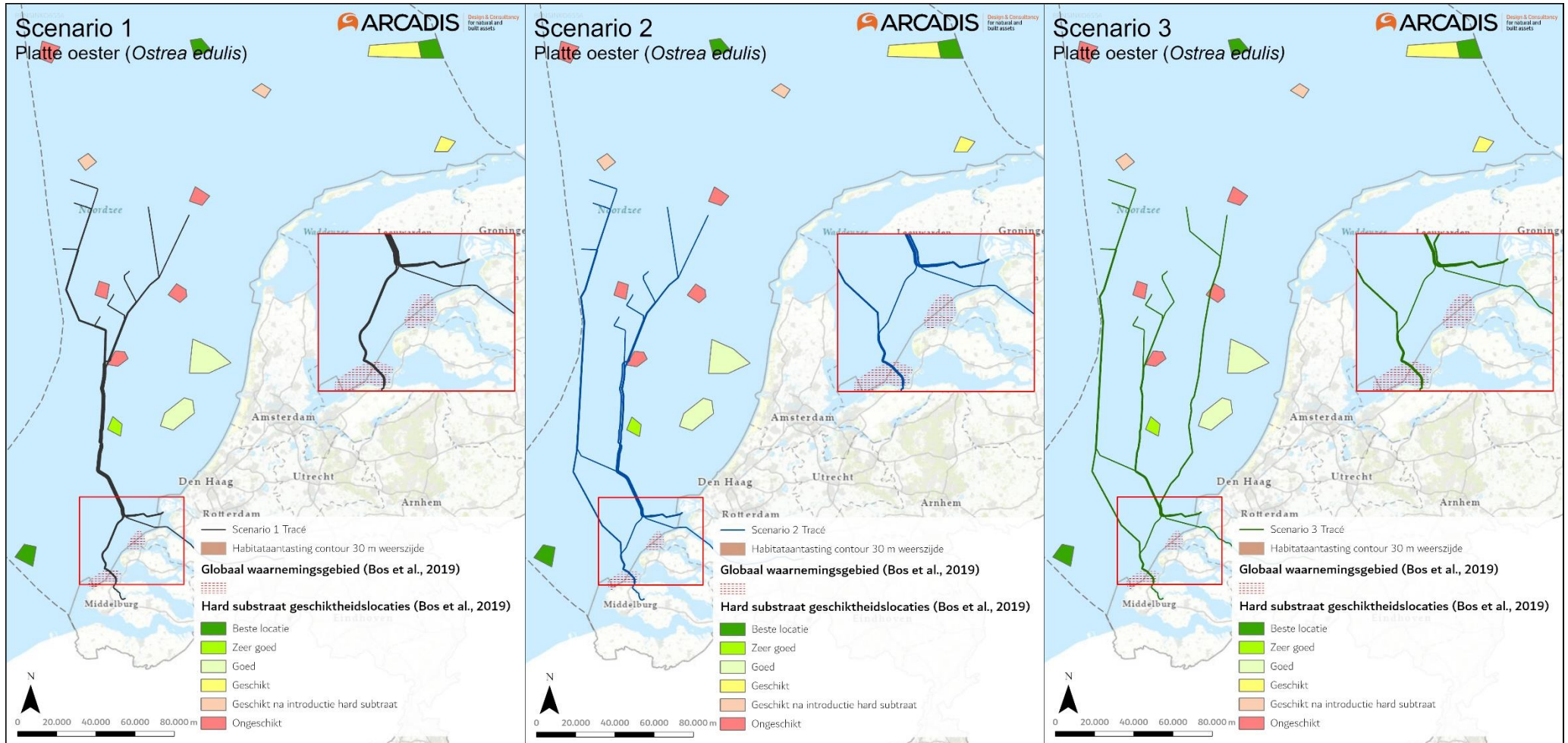
9.9 Mossel (*Mytilus edulis*)



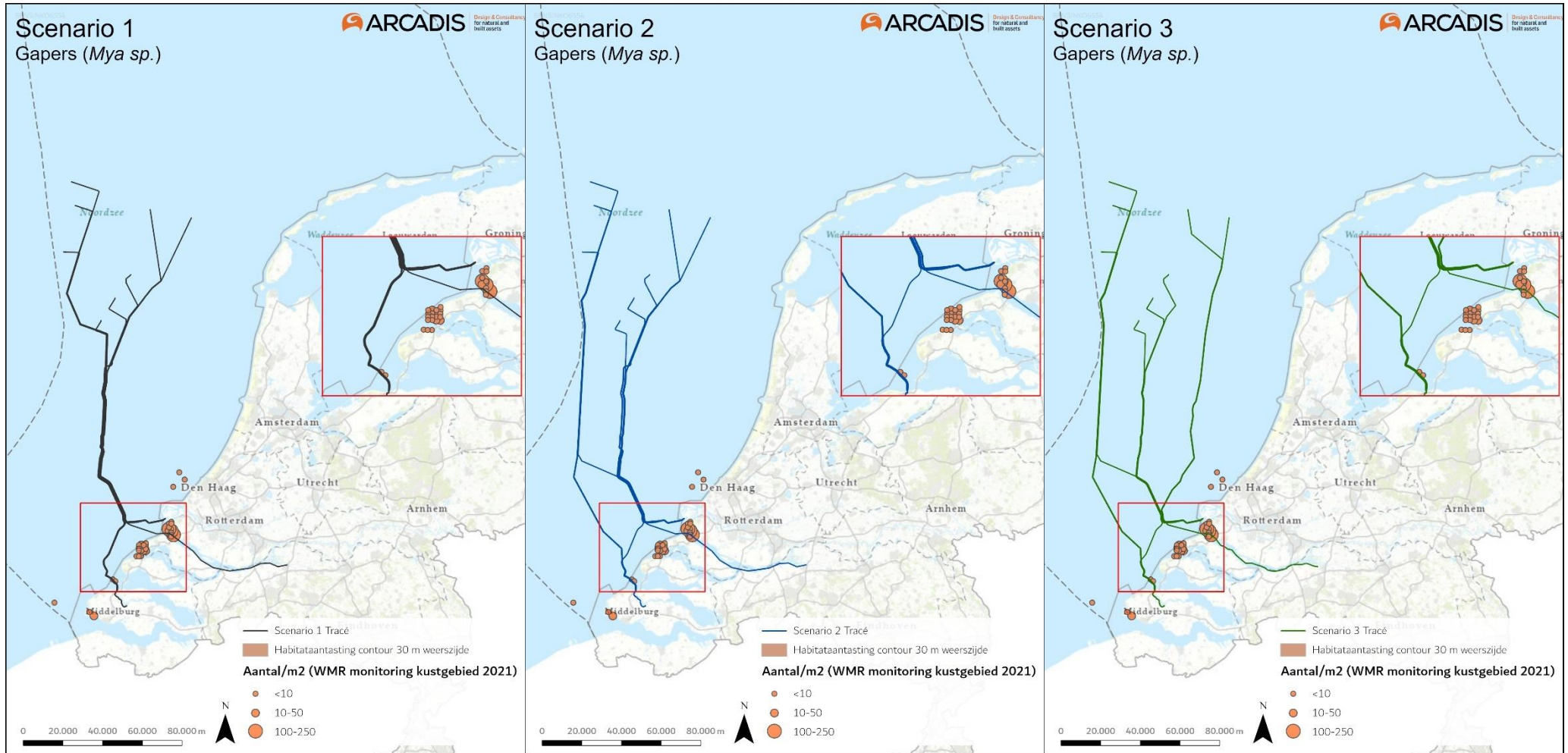
9.10 Kokkel (*Cerastoderma edule*)



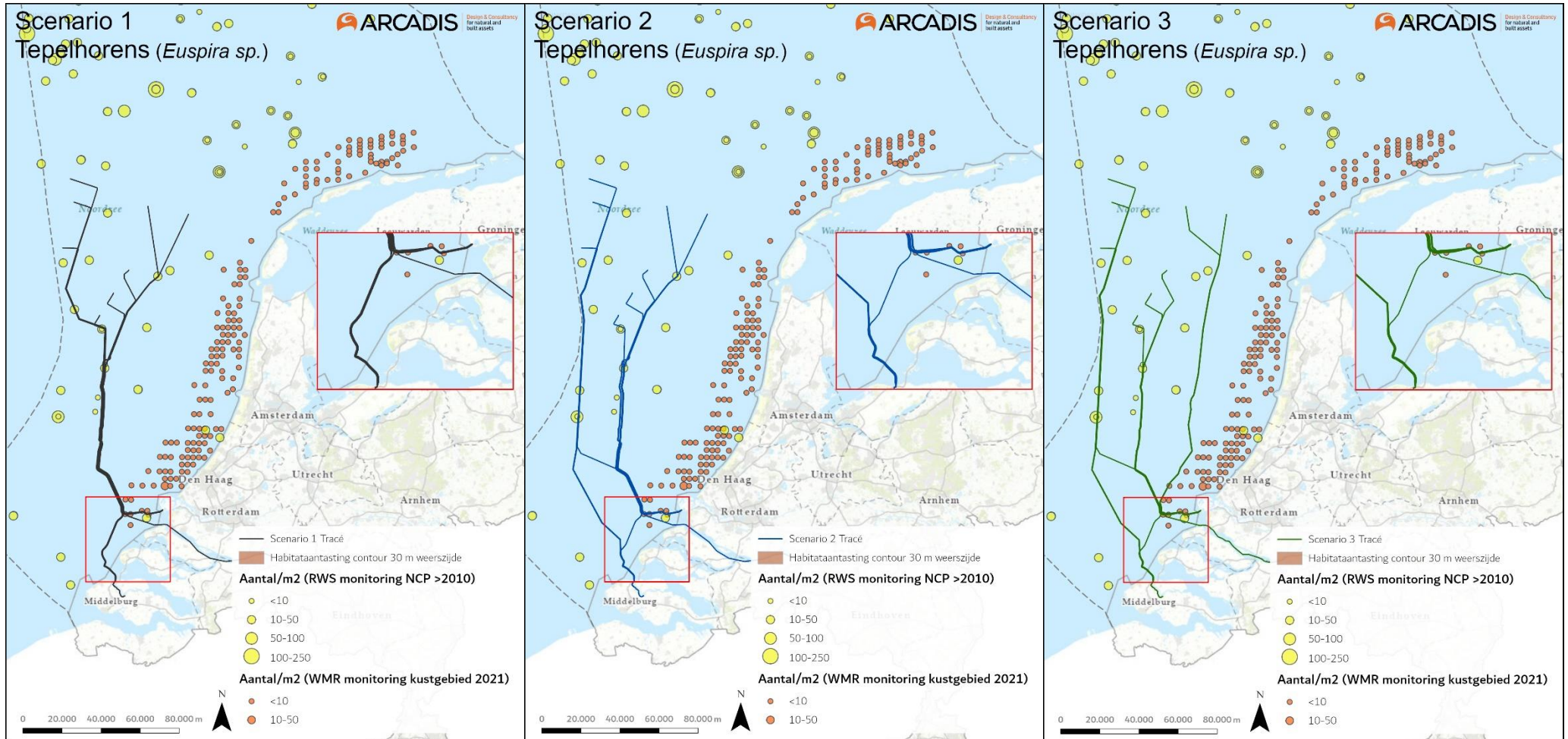
9.11 Platte oester (*Ostrea edulis*)



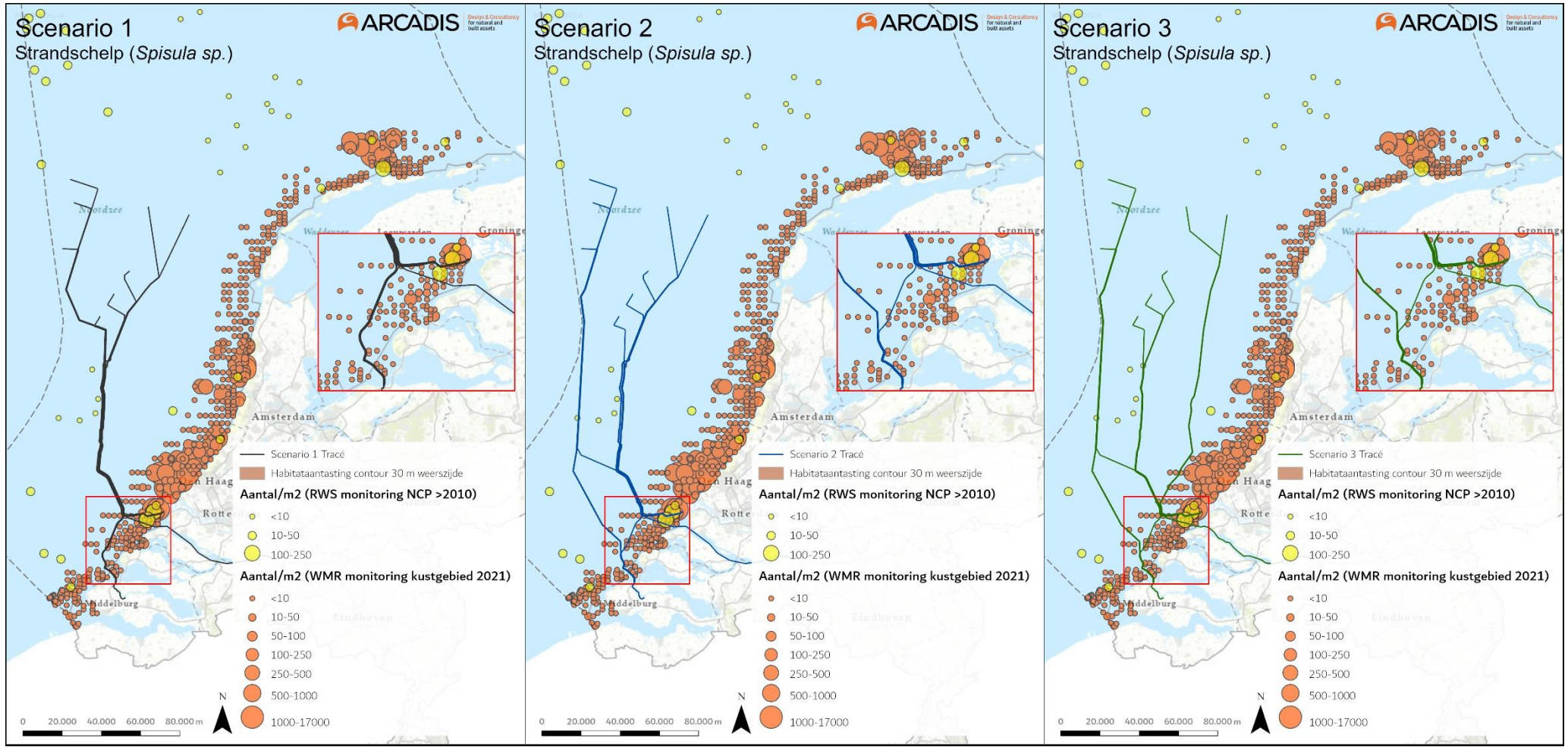
9.12 Gapers (*Mya sp.*)



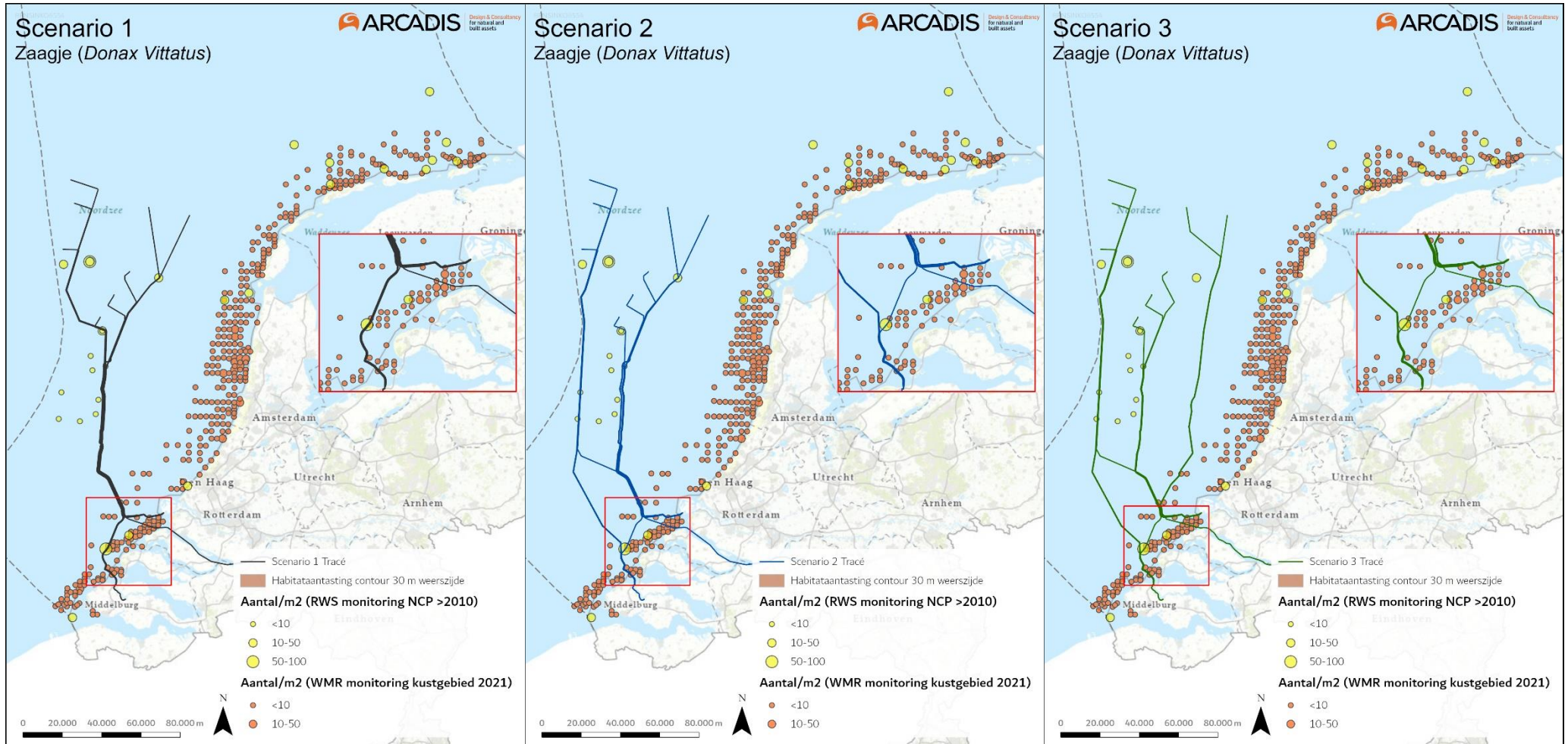
9.13 Tepelhorens (*Euspira* sp.)



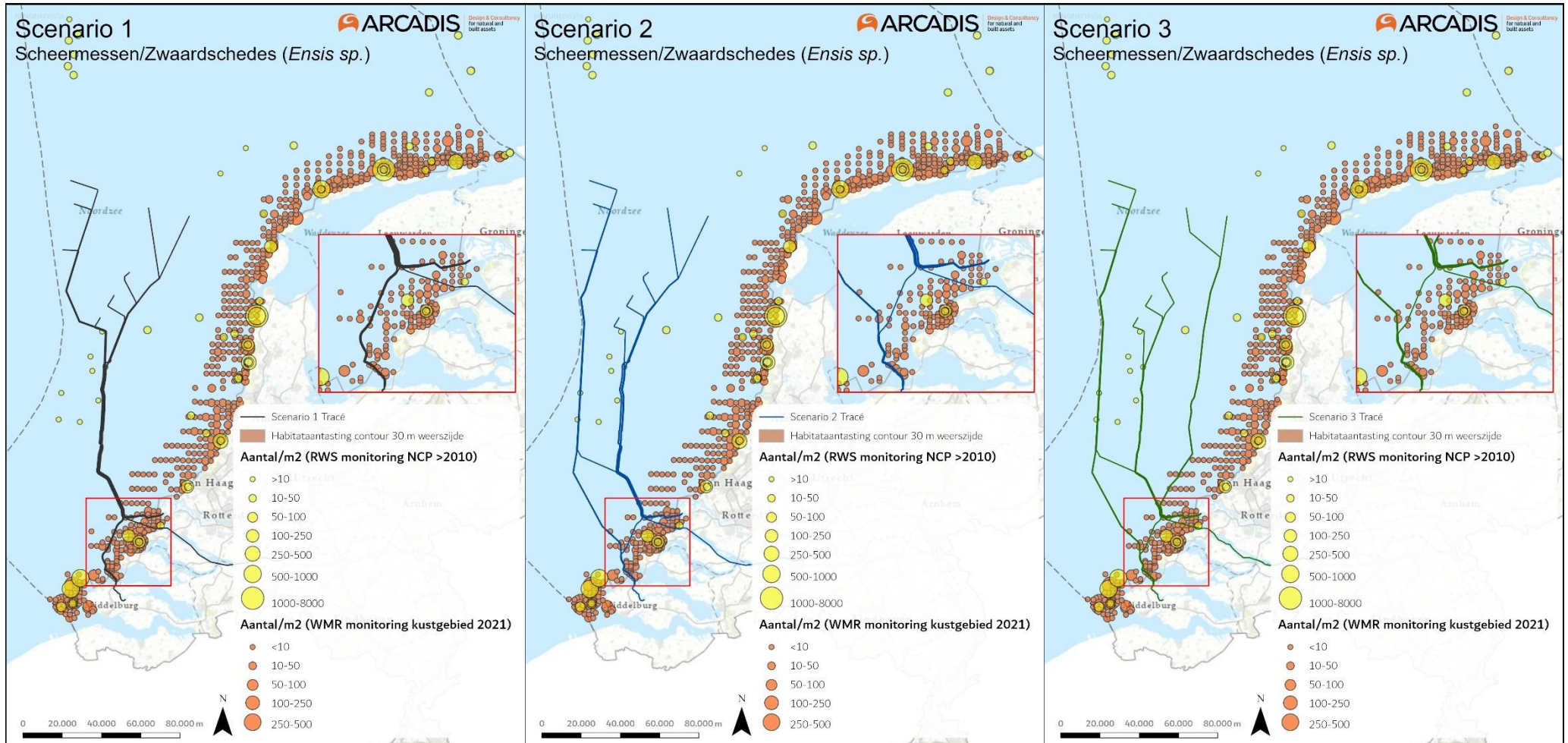
9.14 Strandschelpen (*Spisula sp.*)



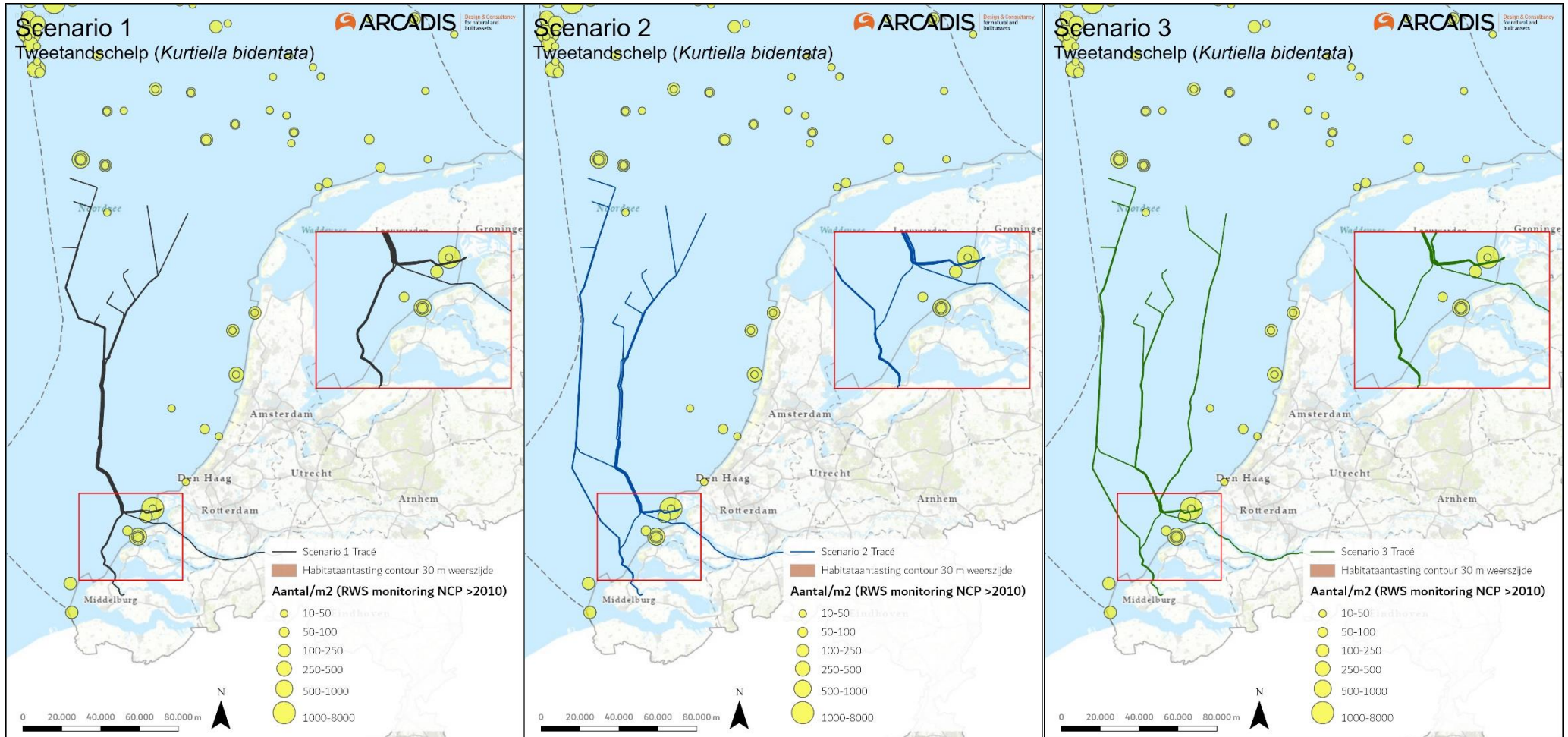
9.15 Zaagje (*Donax vittatus*)



9.16 Scheermessen en Zwaardschedes (*Ensis sp.*)



9.17 Tweetandschelp (*Kurtiella bidentata*)



10 Bijlage B – Verspreidingsgegevens vogelsoorten

Vogelsoorten zijn geselecteerd voor de analyse wanneer zij zijn opgenomen als niet-broedvogelsoort voor één of meer Natura 2000-gebieden op het NCP en/of door OSPAR zijn opgenomen in de lijst met bedreigde/afnemende vogelsoorten. Deze selectie levert onderstaande lijst aan soorten op (Tabel 10-1).

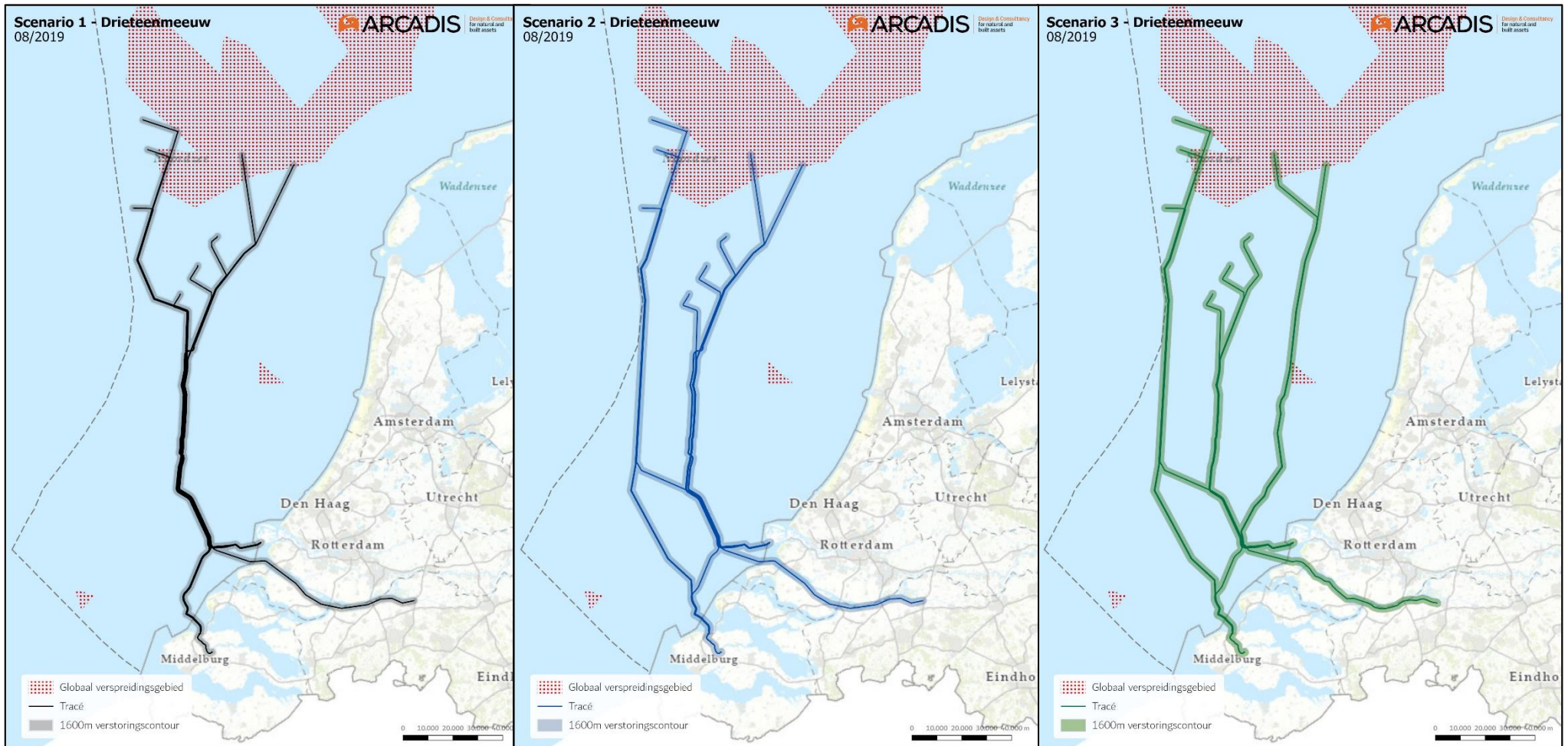
Data van (Fijn et al., 2020) is geraadpleegd, hierin kwam monitoringsdata naar voren voor ongeveer de helft van de aangewezen vogelsoorten (Tabel 10-1). De verspreiding van zeevogels is gemonitord aan de hand van vliegtuigtellingen, waarbij het telseizoen plaatsvond van 07/2019 t/m 06/2020. In de volgende bladzijden zijn de beschikbare data van de kenmerkende en karakteristieke sessiele soorten weergegeven relatief aan de ligging van de tracés. Links bovenin elk figuur is telkens het aangegeven welk scenario het betreft, welke soort is weergegeven en wat de monitoringsmaand was. Omdat de aanwezige monitoringsdata verschilden per soort, zijn enkel de maanden in kaart gebracht waarin de verspreiding van een soort is waargenomen.

Tabel 10-1 Vogelsoorten aangewezen door OSPAR of als niet-broedvogel voor Natura 2000-gebieden op het NCP.

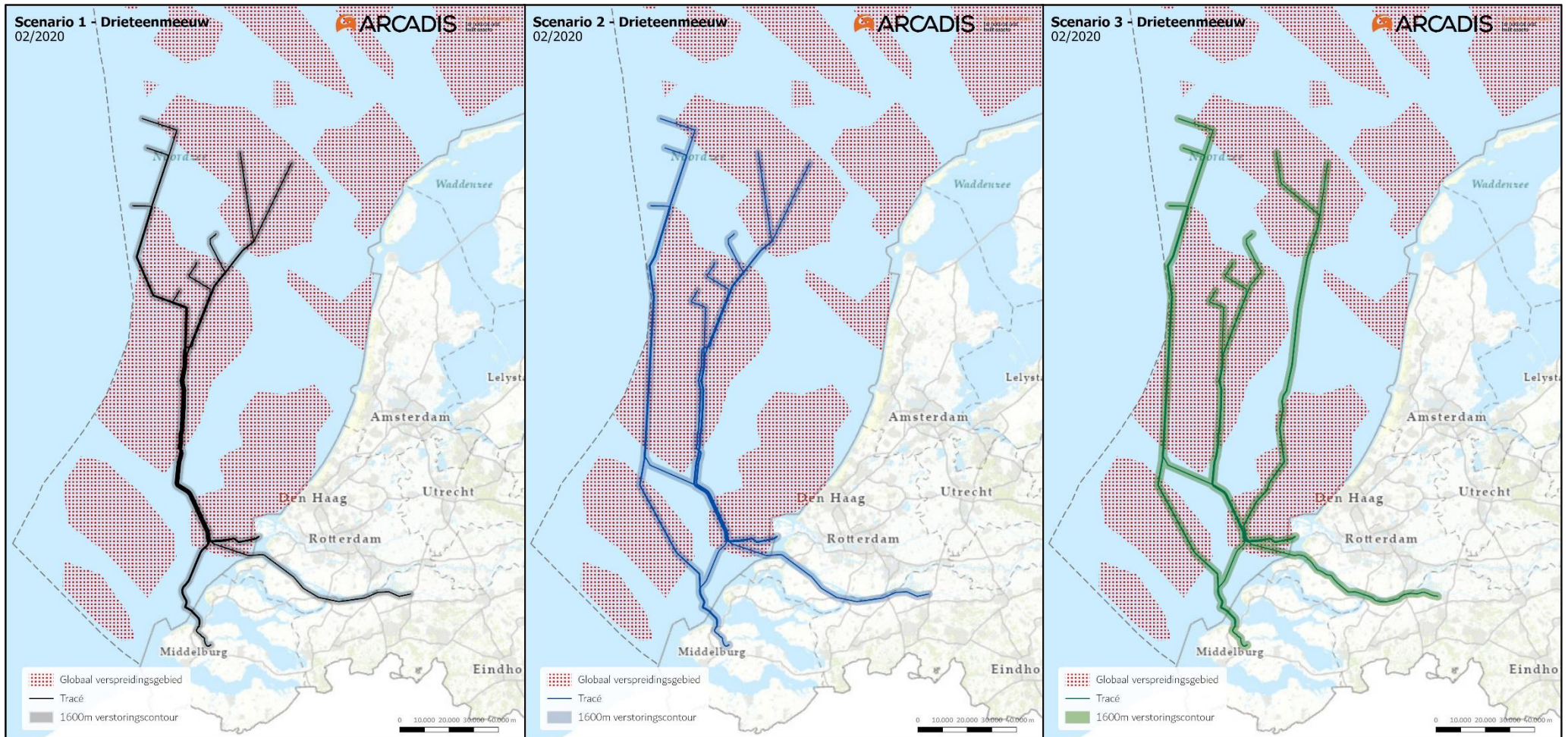
Soort	Aangewezen voor	Komt voor op het NCP of in de kustzone?	Beschikbaar in Fijn et al. (2020)? En dus meegenomen in analyse
Vale Pijlstormvogel	OSPAR	Ja, maar slechts sporadisch	Nee
Drieteenmeeuw	OSPAR	Ja	Ja
<i>Iberian guillemot</i>	OSPAR		Nee
<i>Ivory gull</i>	OSPAR		Nee
Kleine mantelmeeuw	OSPAR	Ja	Ja
<i>Macaronesian shearwater</i>	OSPAR		Nee
Dougalls Stern	OSPAR	Nee (wel 1x als dwaalgast)	Nee
<i>Steller's eider</i>	OSPAR		Nee
<i>Thick billed murre</i>	OSPAR		Nee
Jan-van-gent	BB	Ja	Ja
Grote jager	BB	Ja	Ja
Dwergmeeuw	BB, NZKZ, VD	Ja	Ja
Grote mantelmeeuw	BB	Ja	Ja
Zeekoet	BB, FF	Ja	Ja
Alk	BB	Ja	Ja
Roodkeelduiker	NZKZ, VD	Ja	Ja
Parelduiker	NZKZ	Ja	Nee
Aalscholver	NZKZ, VD	Ja	Ja
Bergeend	NZKZ, VD	Ja	Nee
Toppereend	NZKZ, VD	Ja	Nee
Eider	NZKZ, VD	Ja	Nee
Zwarte zee-eend	NZKZ, VD	Ja	Ja
Scholekster	NZKZ, VD		Nee
Kluut	NZKZ, VD		Nee
Bontbekplevier	NZKZ, VD		Nee
Zilverplevier	NZKZ, VD		Nee
Kanoetstrandloper	NZKZ		Nee
Drieteenstrandloper	NZKZ, VD		Nee
Bonte strandloper	NZKZ, VD		Nee
Rosse grutto	NZKZ, VD		Nee
Wulp	NZKZ, VD		Nee
Steenloper	NZKZ, VD		Nee
Tureluur	VD		Nee
Lepelaar	VD		Nee
Grote stern	VD	Ja	Ja
Visdief	VD	Ja	Ja
Fuut	VD	Ja	Ja

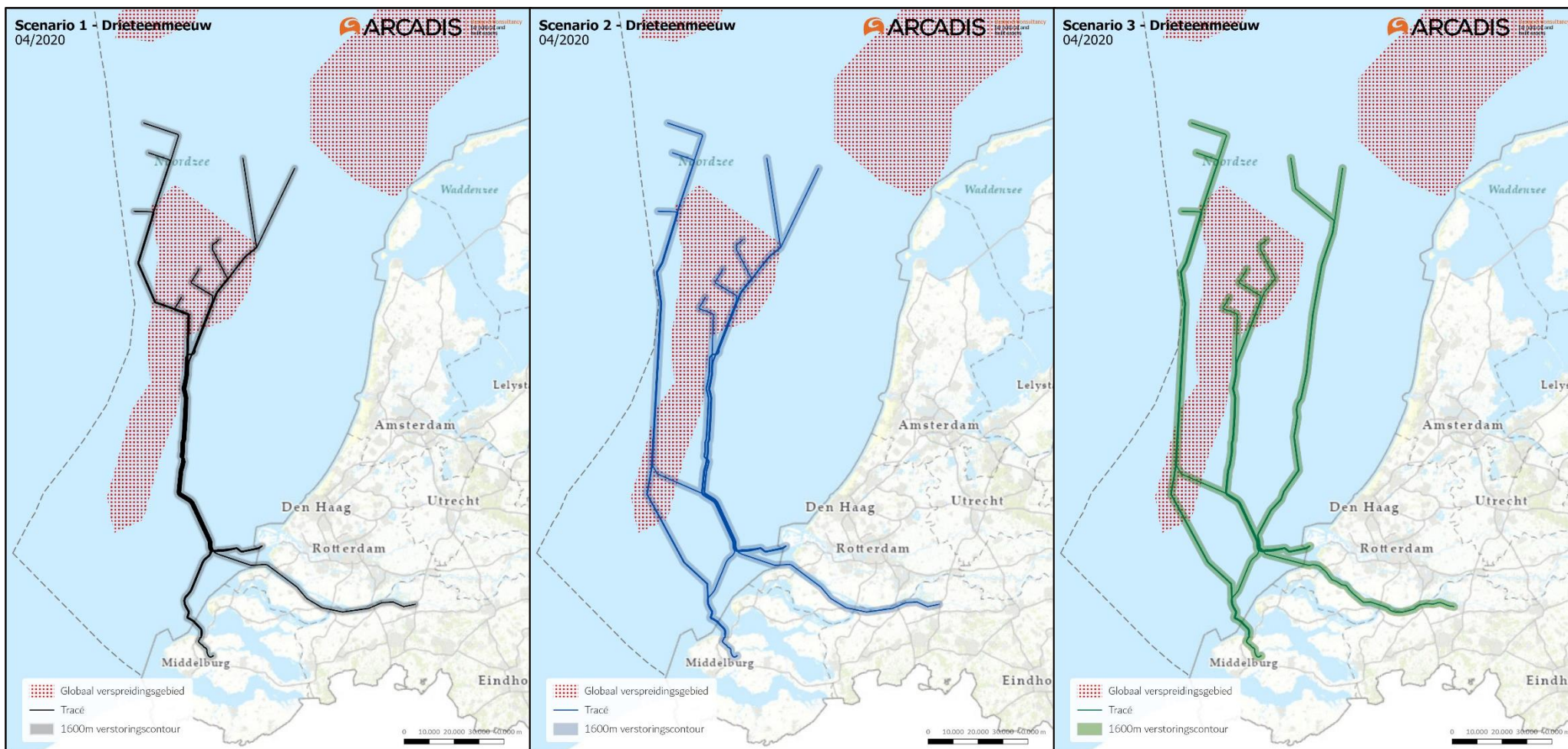
Kuifduiker	VD	Ja		Nee
Grauwe gans	VD		Nee	Nee
Smient	VD	Ja		Nee
Krakeend	VD	Ja		Nee
Wintertaling	VD	Ja		Nee
Pijlstaart	VD	Ja		Nee
Slobeend	VD	Ja		Nee
Brilduiker	VD	Ja		Nee
Middelste zaagbek	VD	Ja		Nee

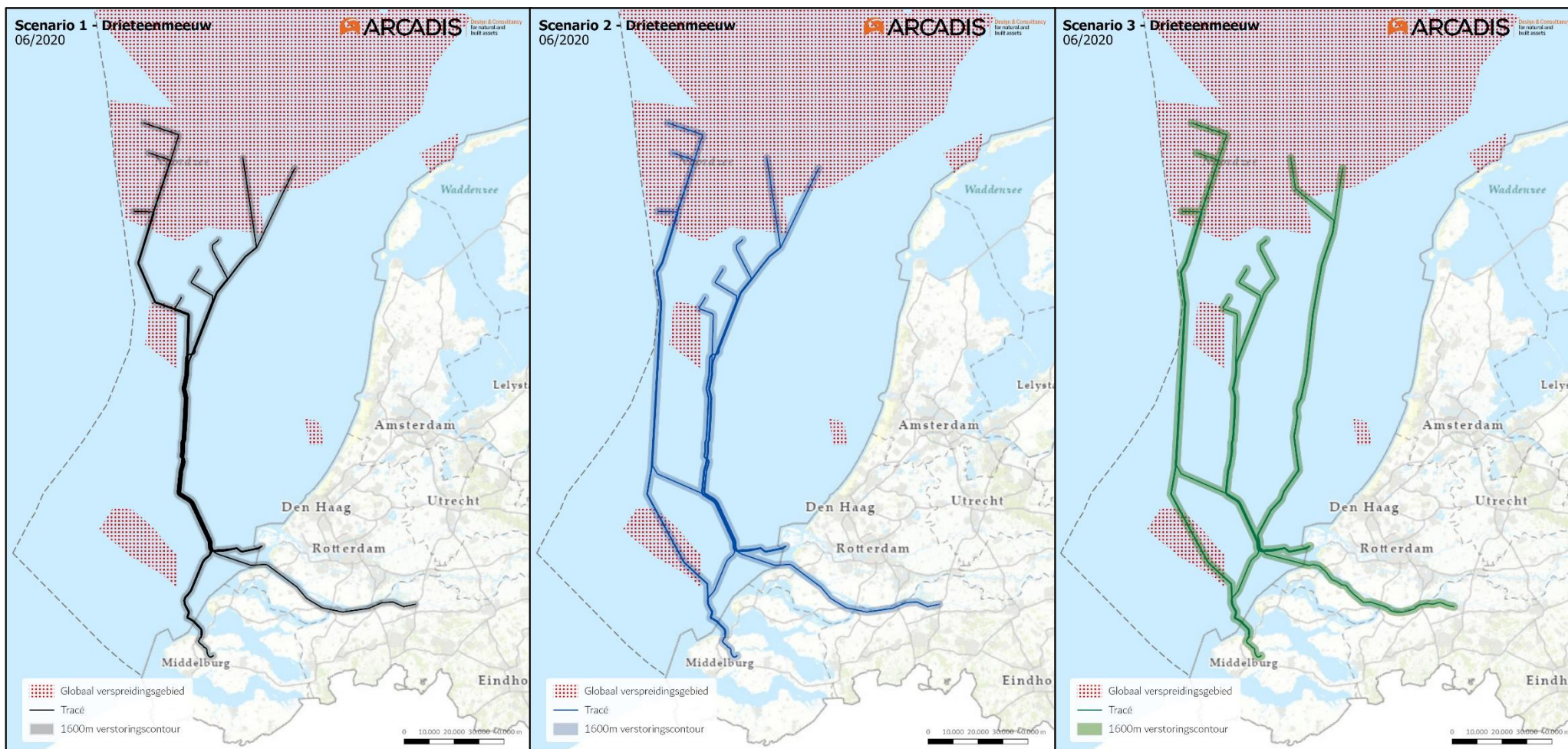
10.1 Drieteenmeeuw



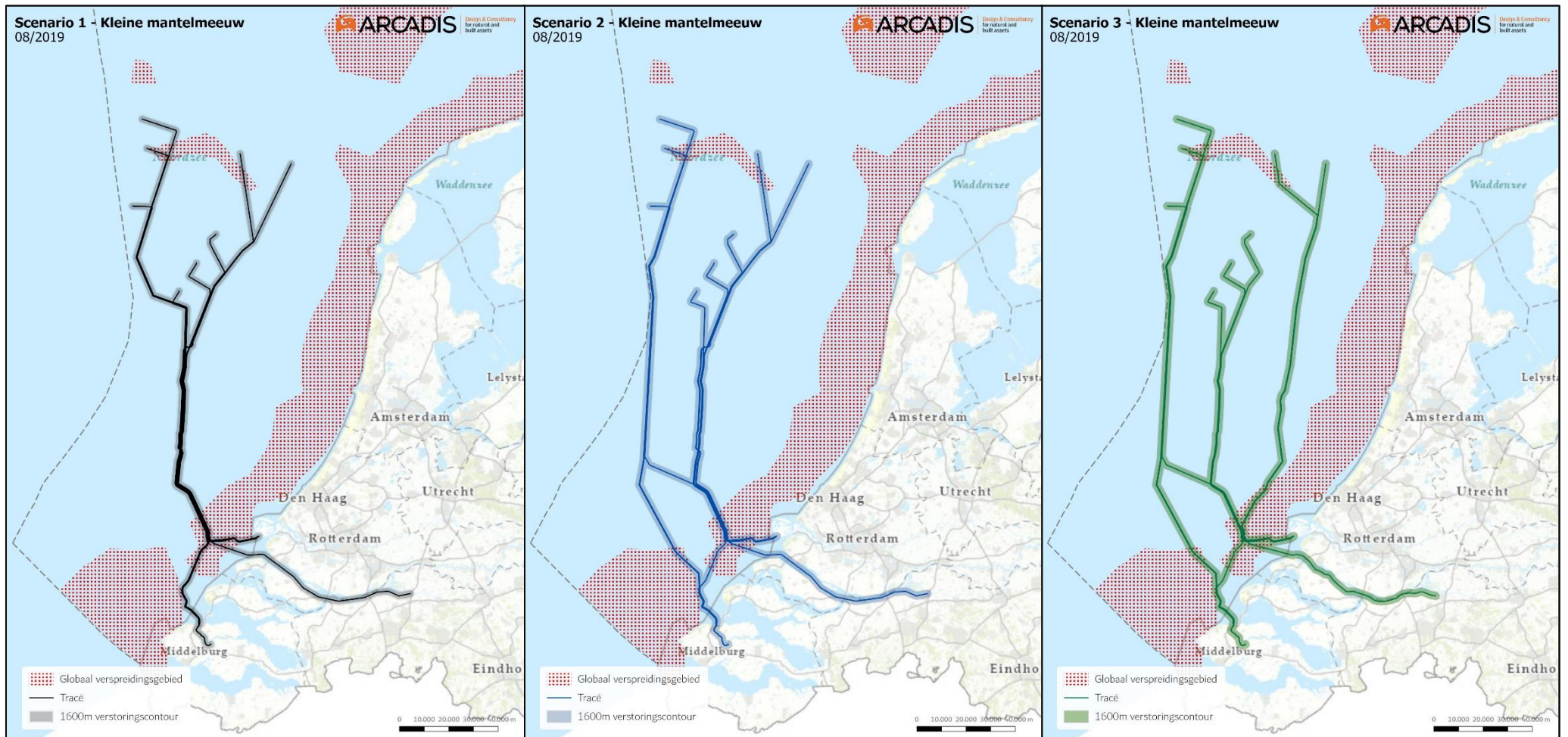


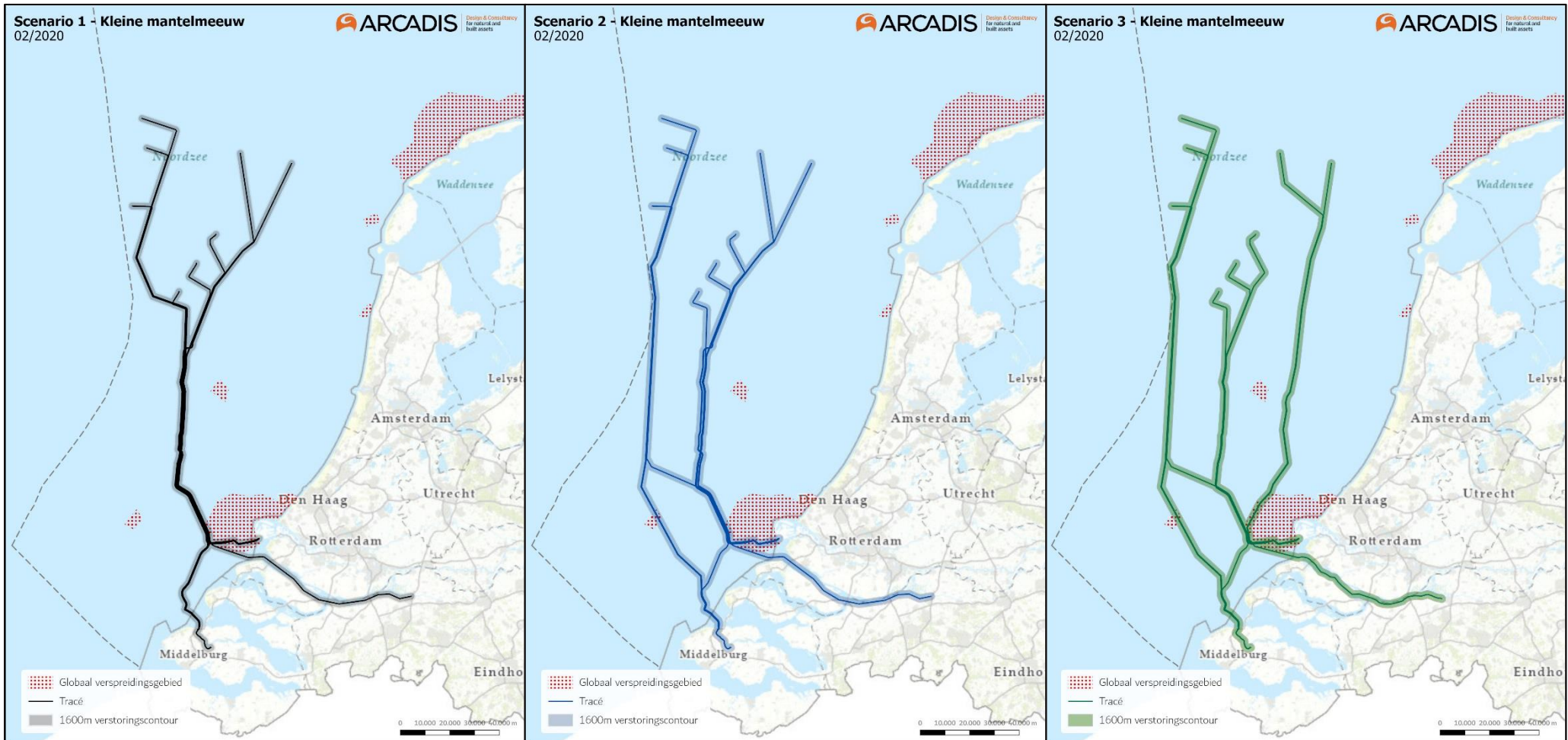


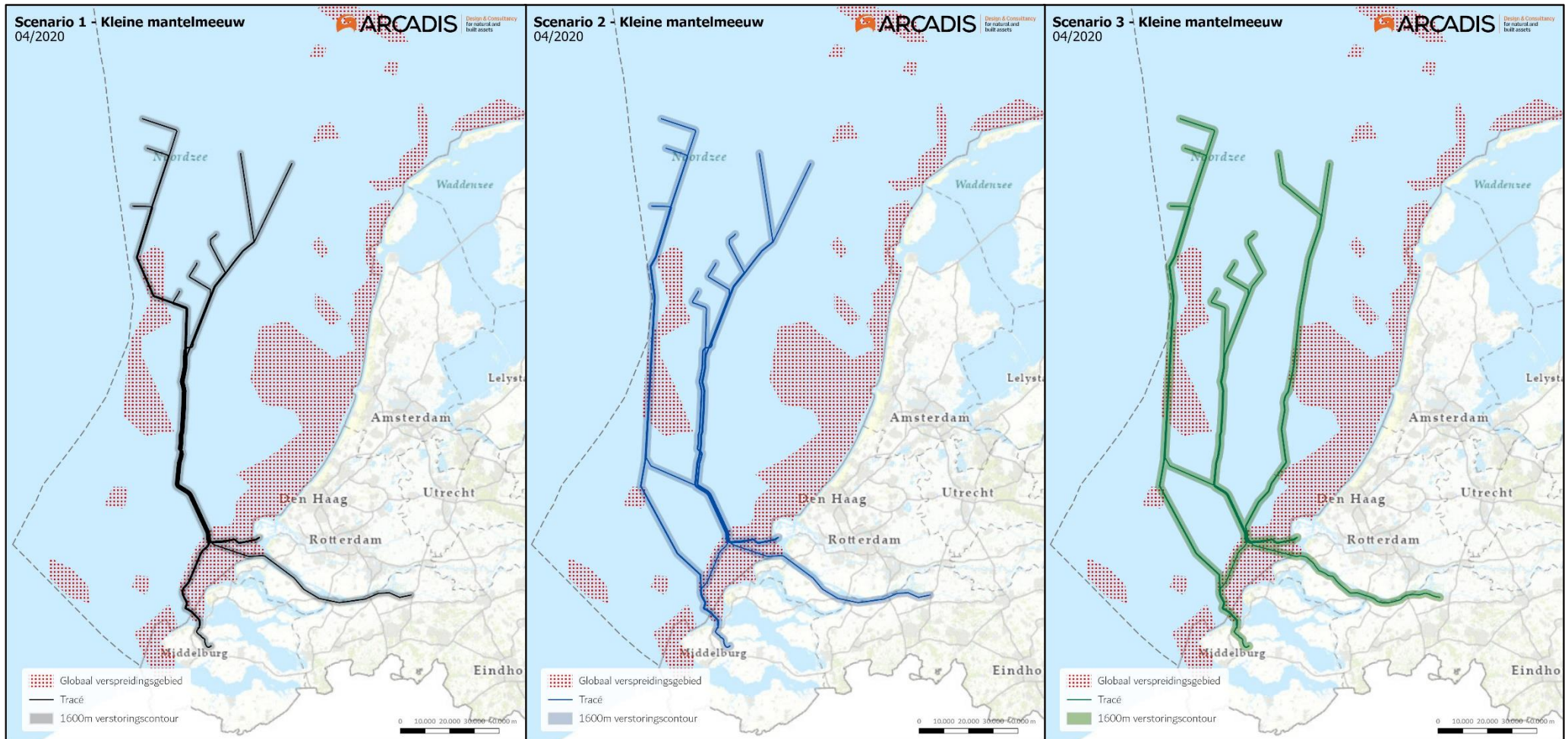


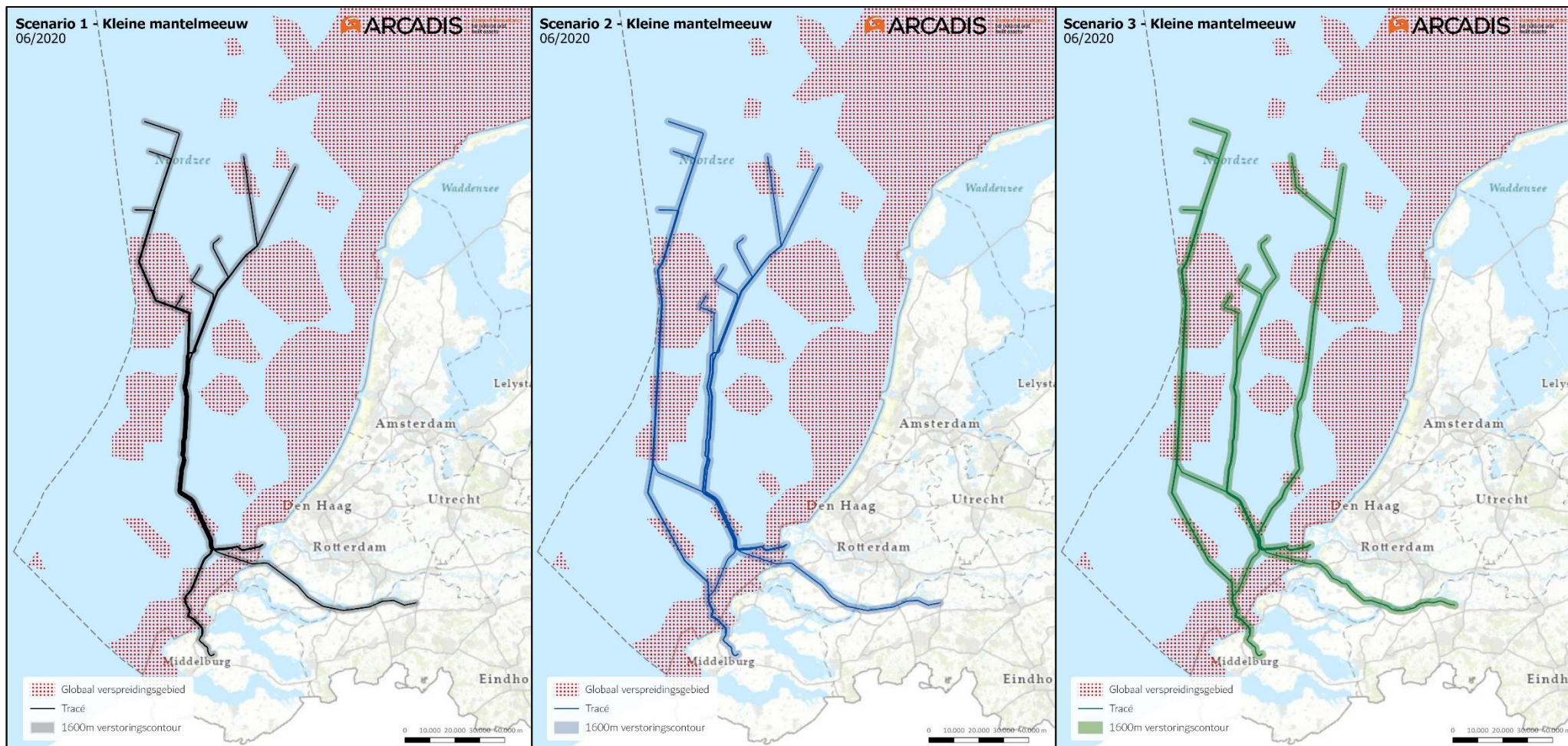


10.2 Kleine mantelmeeuw

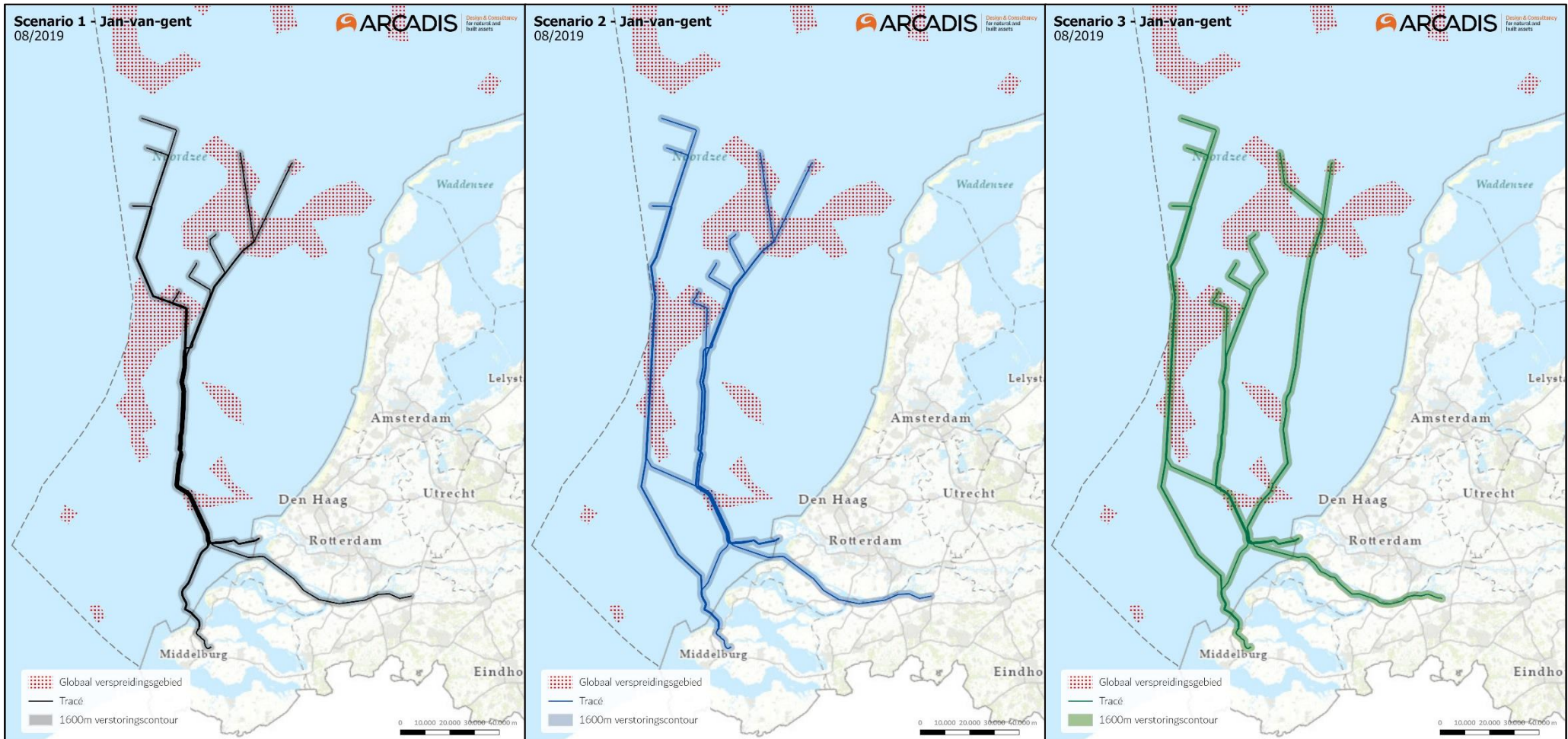


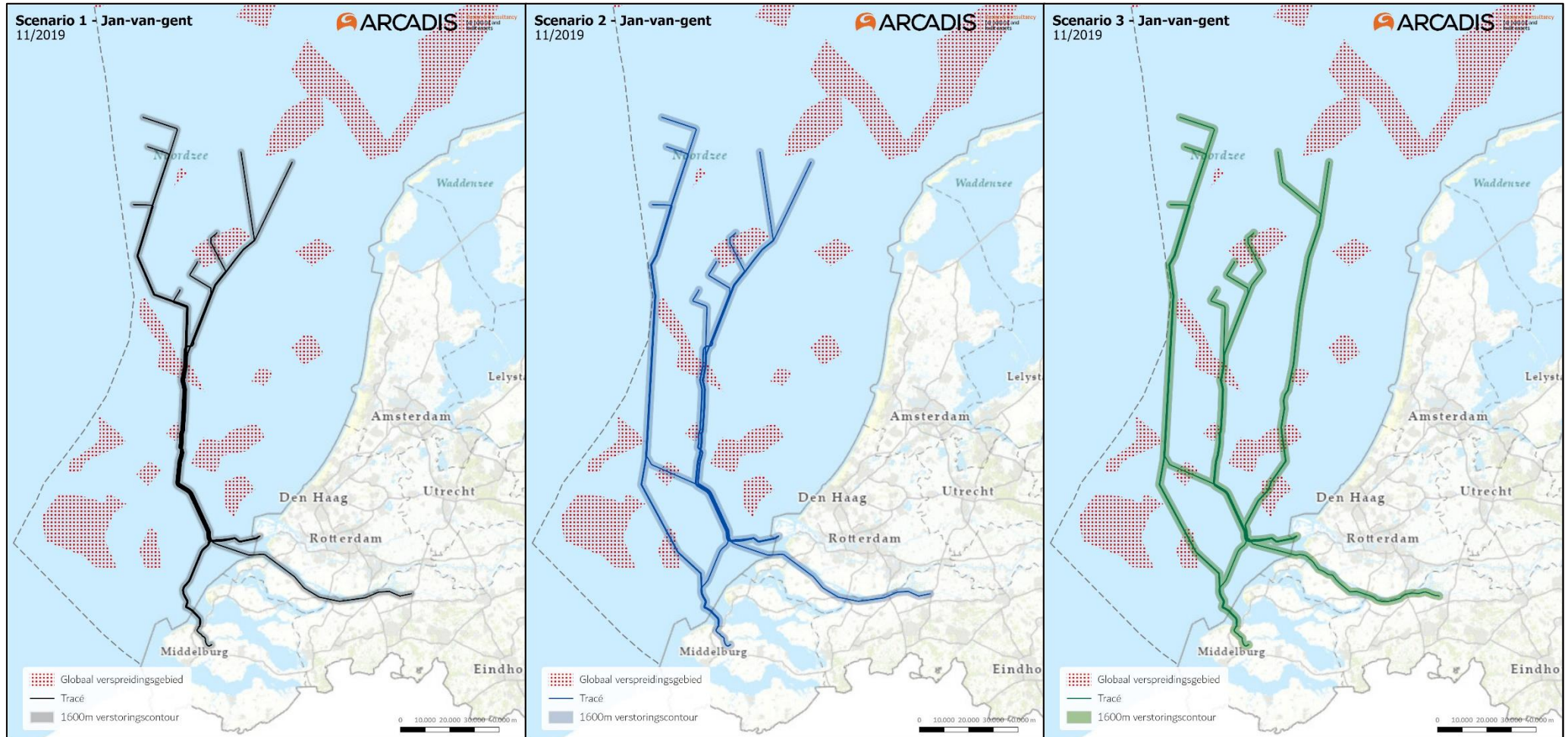


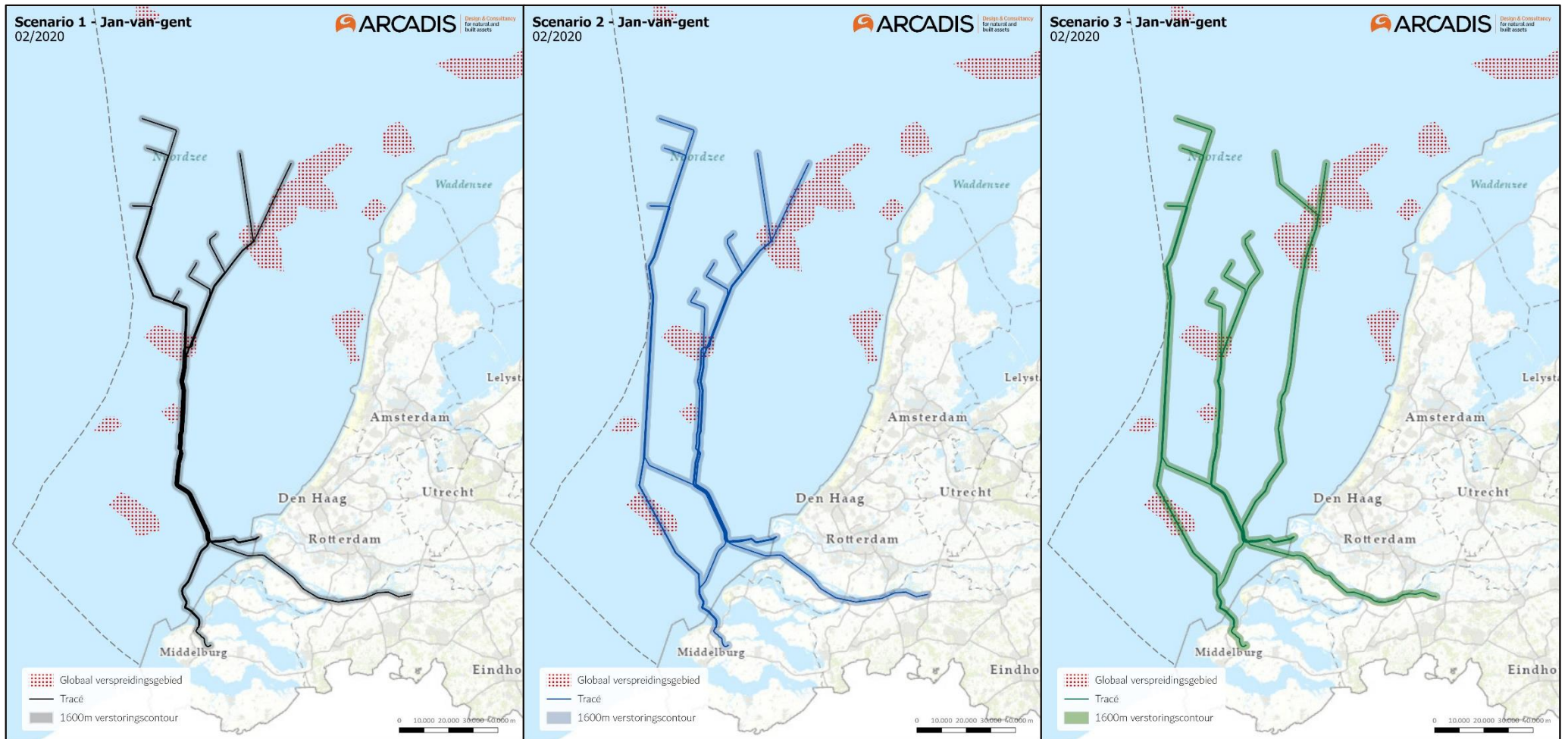


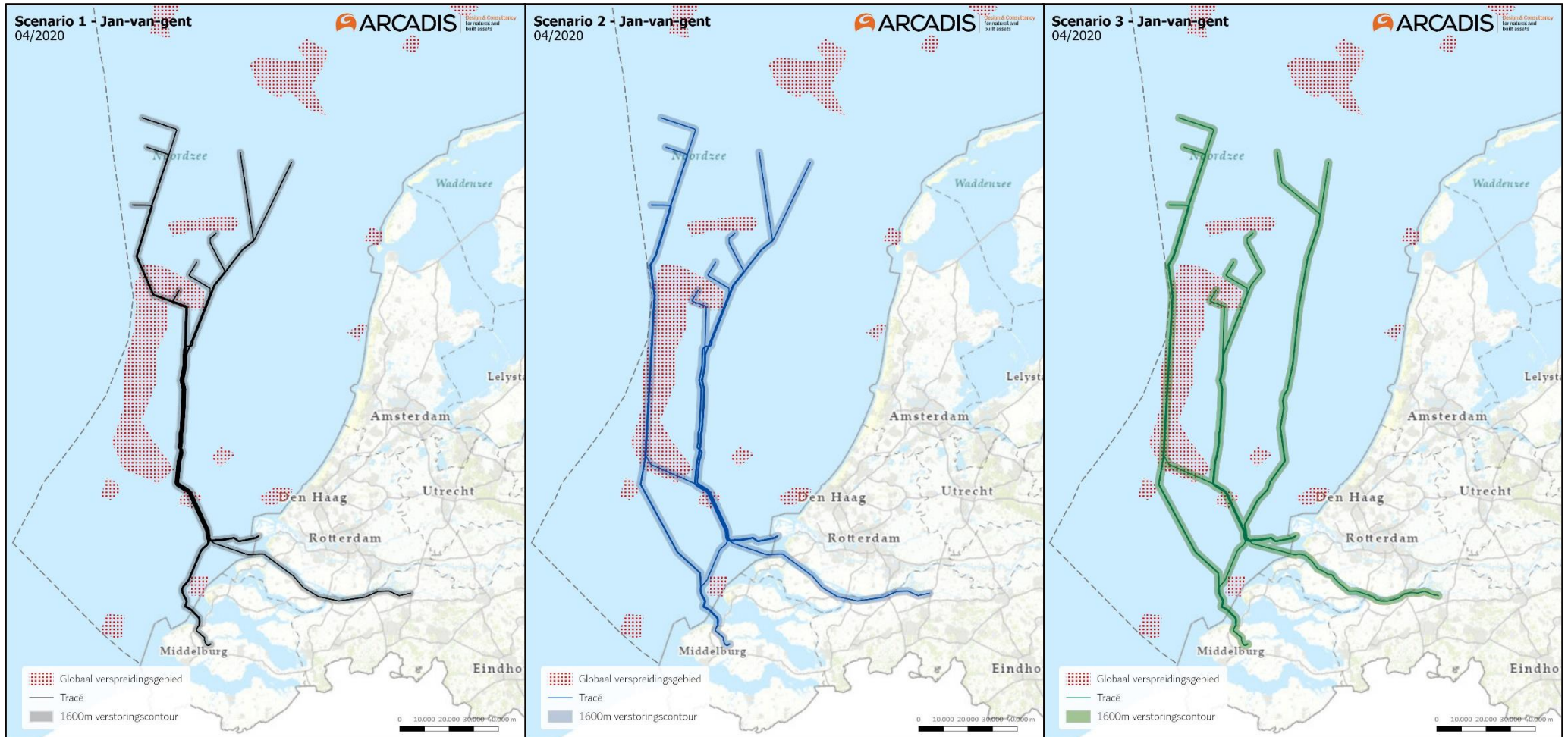


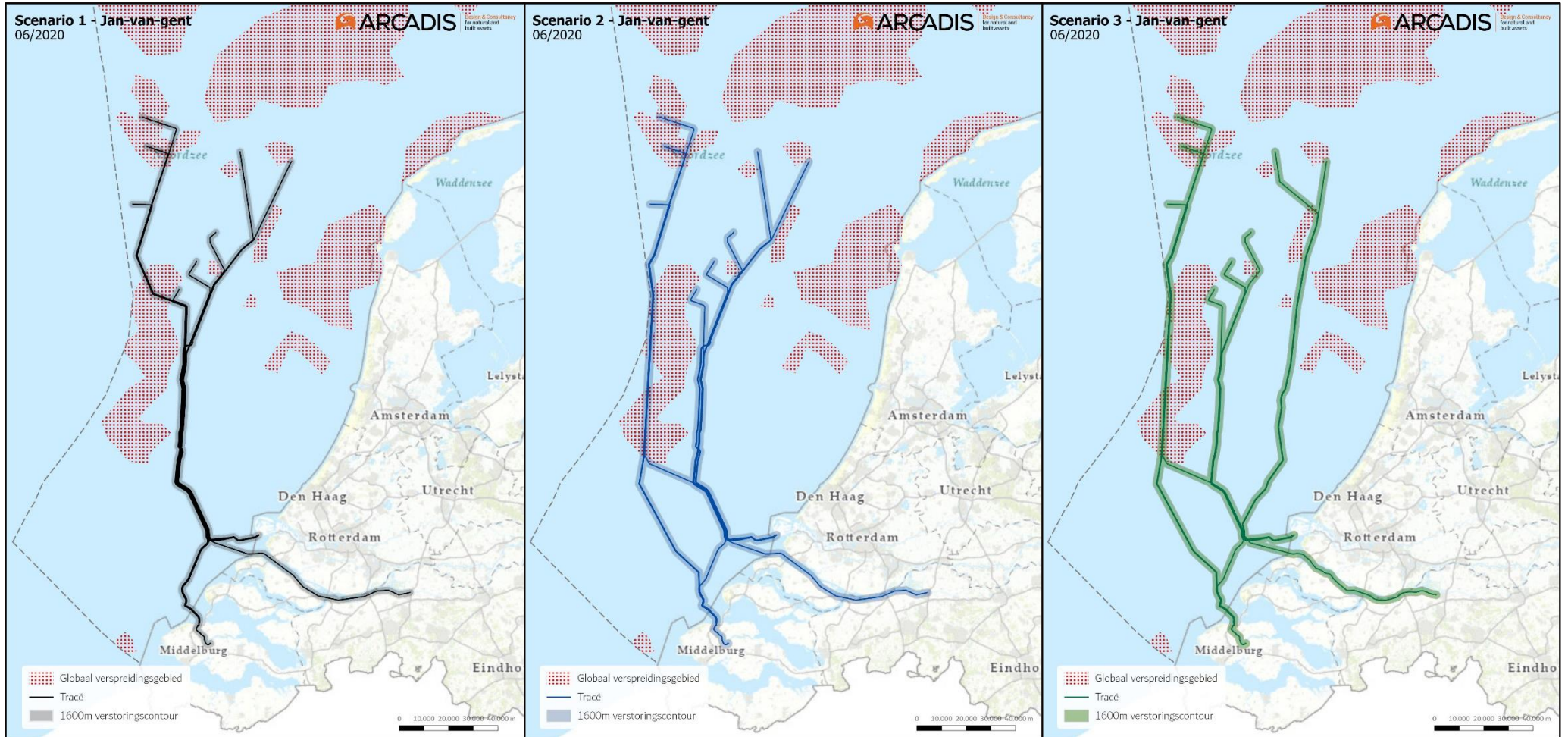
10.3 Jan-van-gent



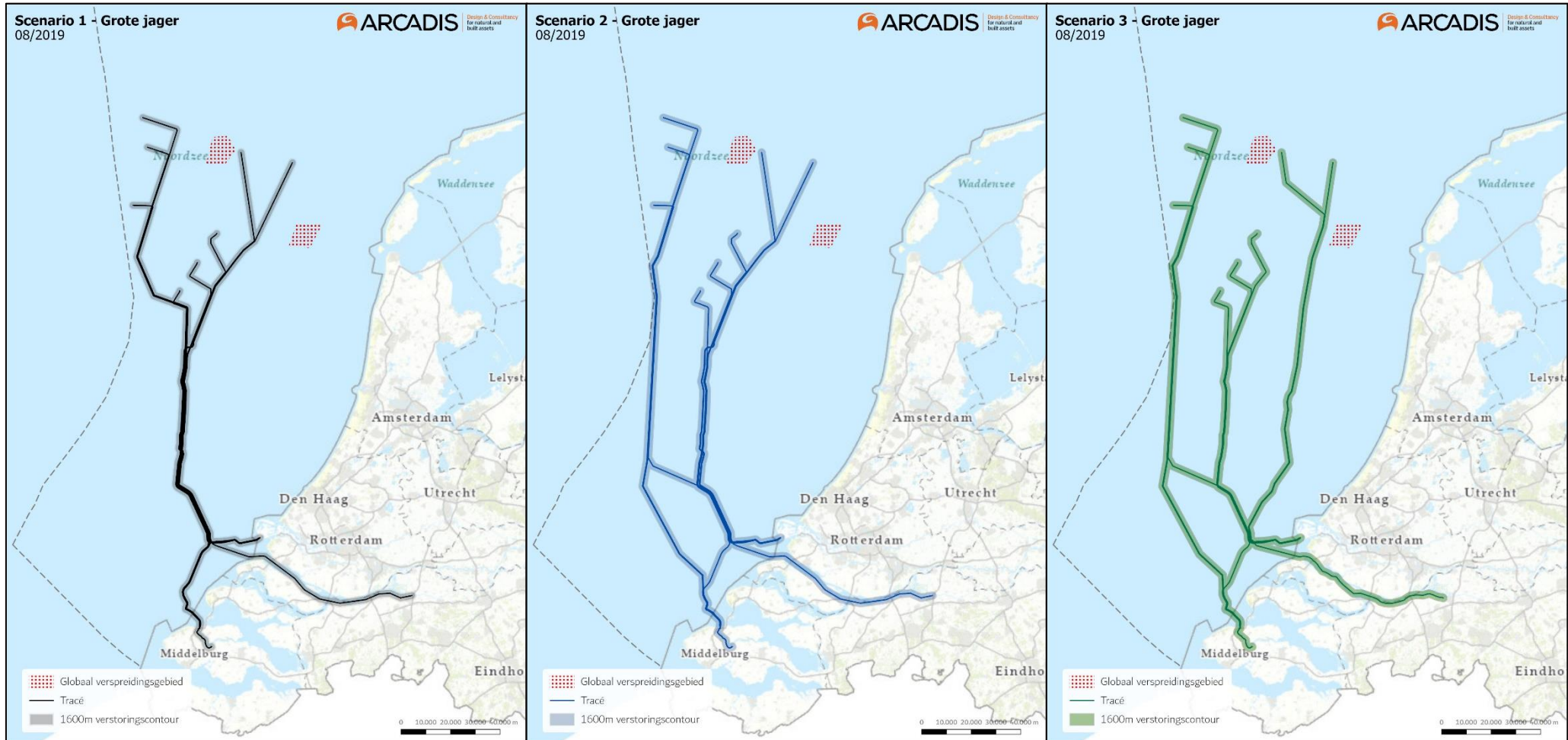




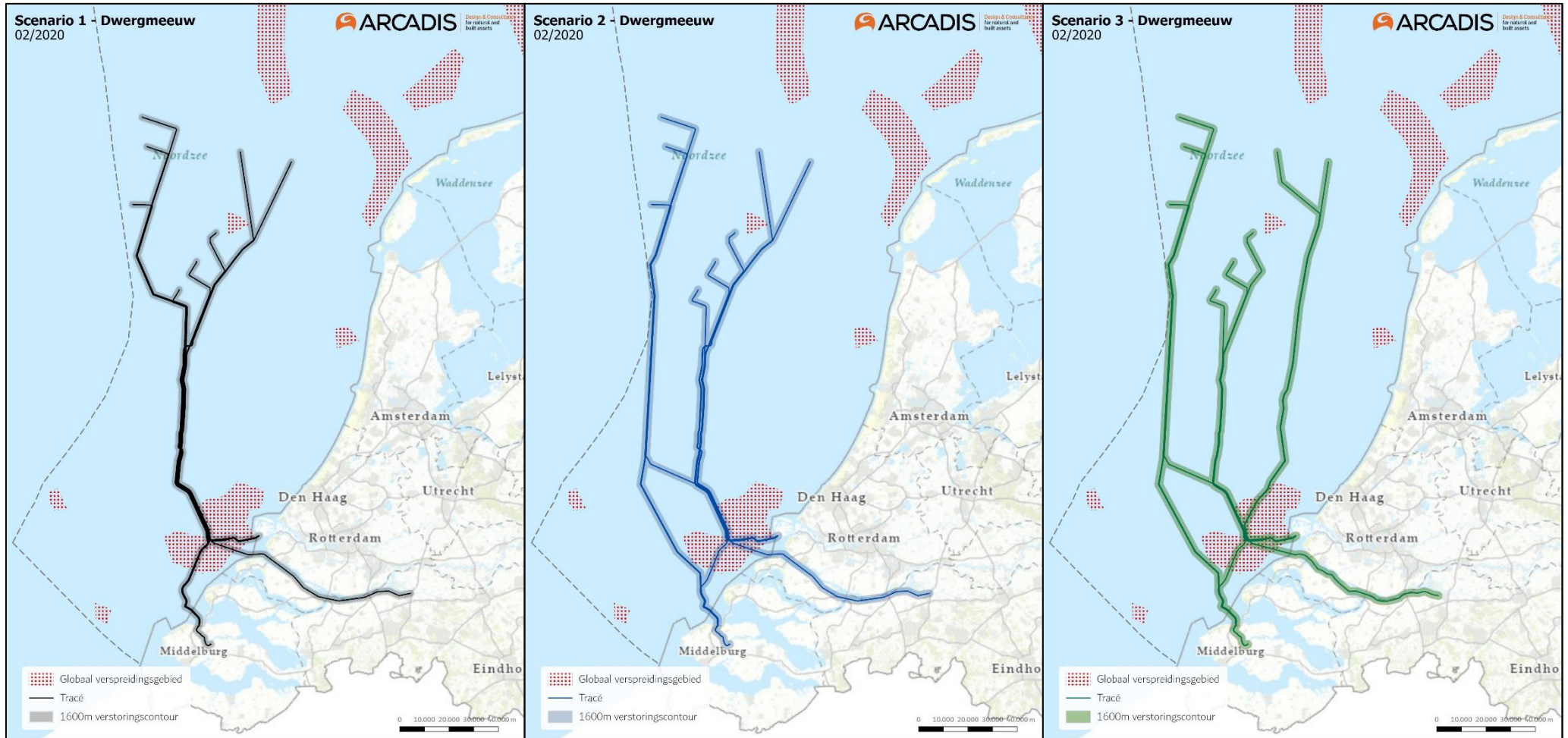




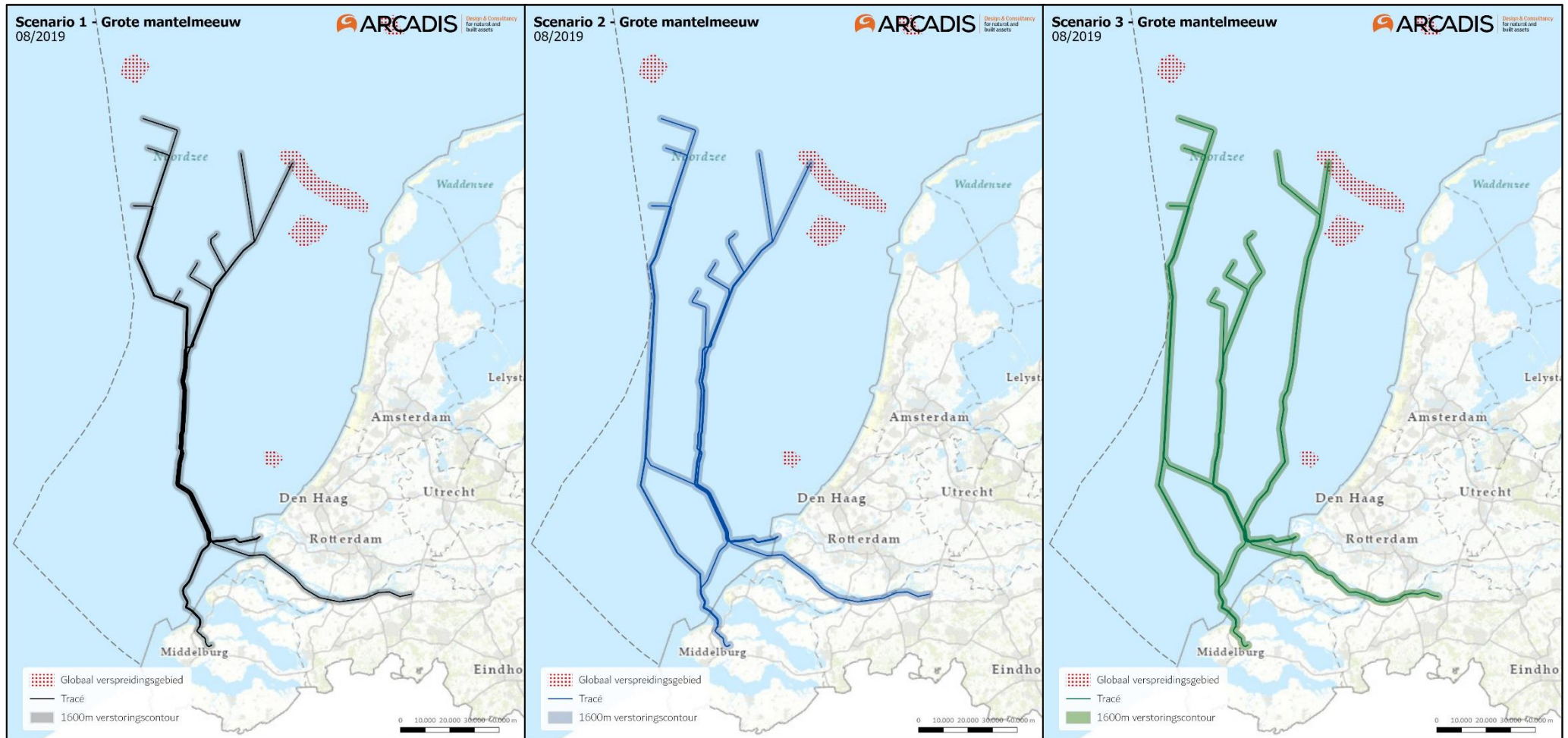
10.4 Grote jager

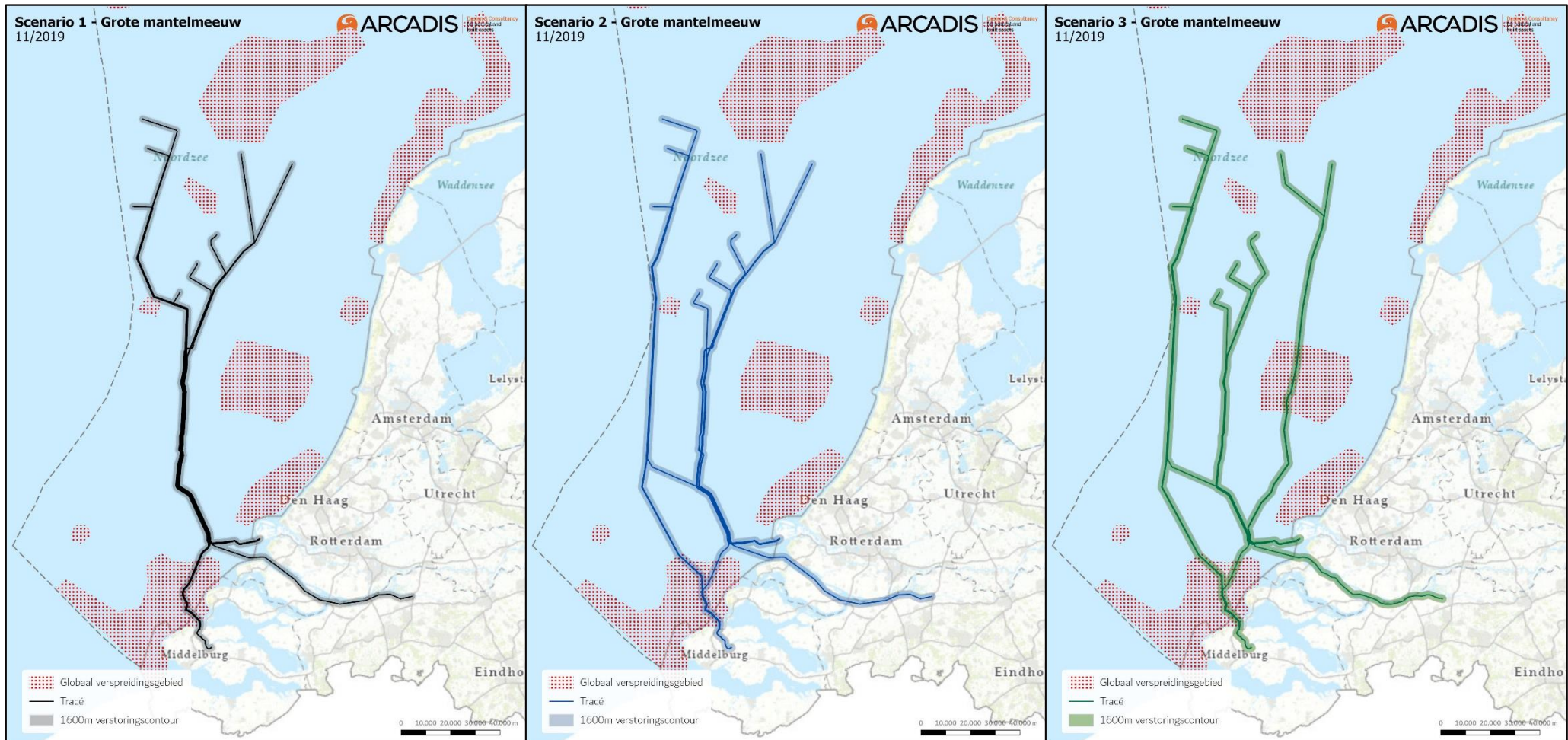


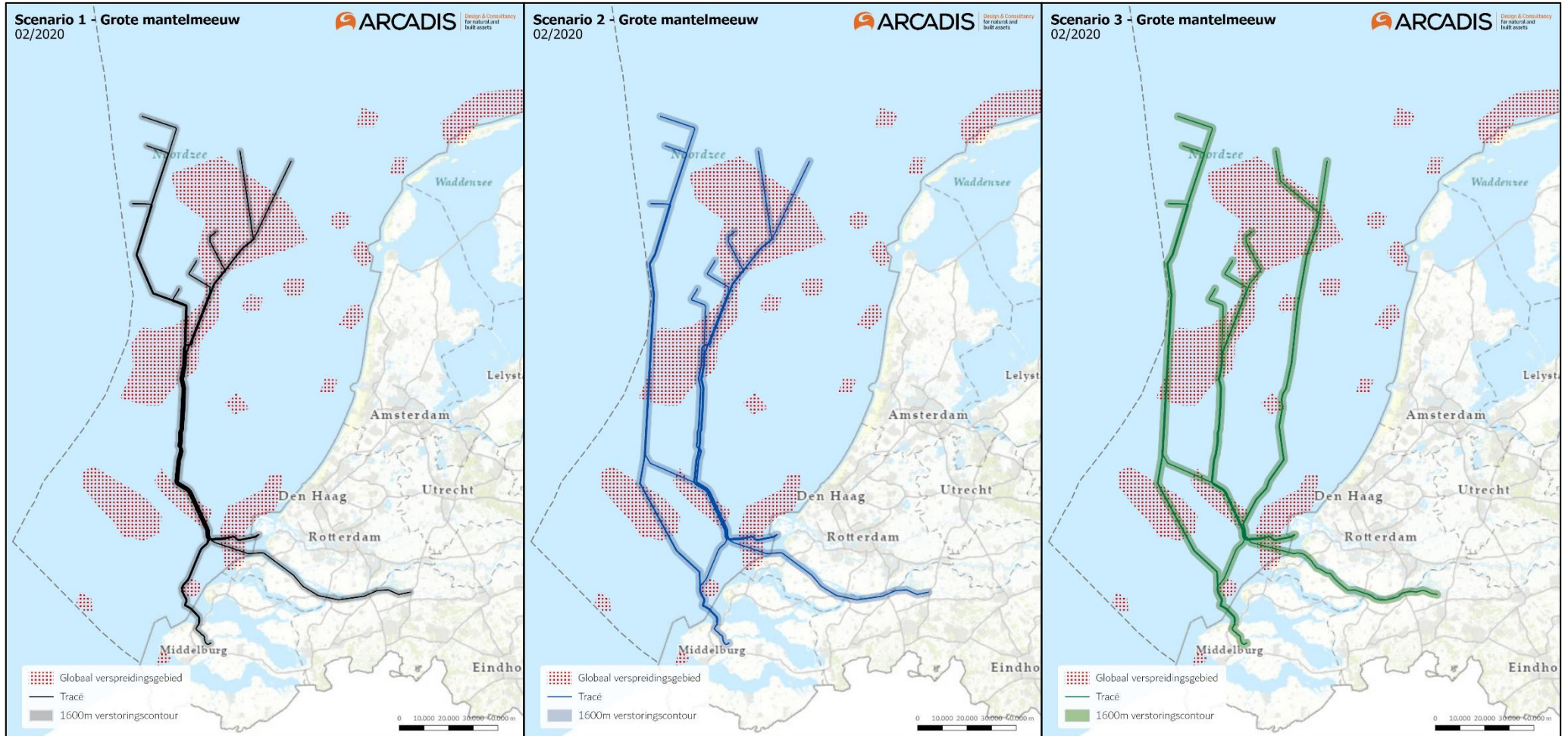
10.5 Dwergmeeuw



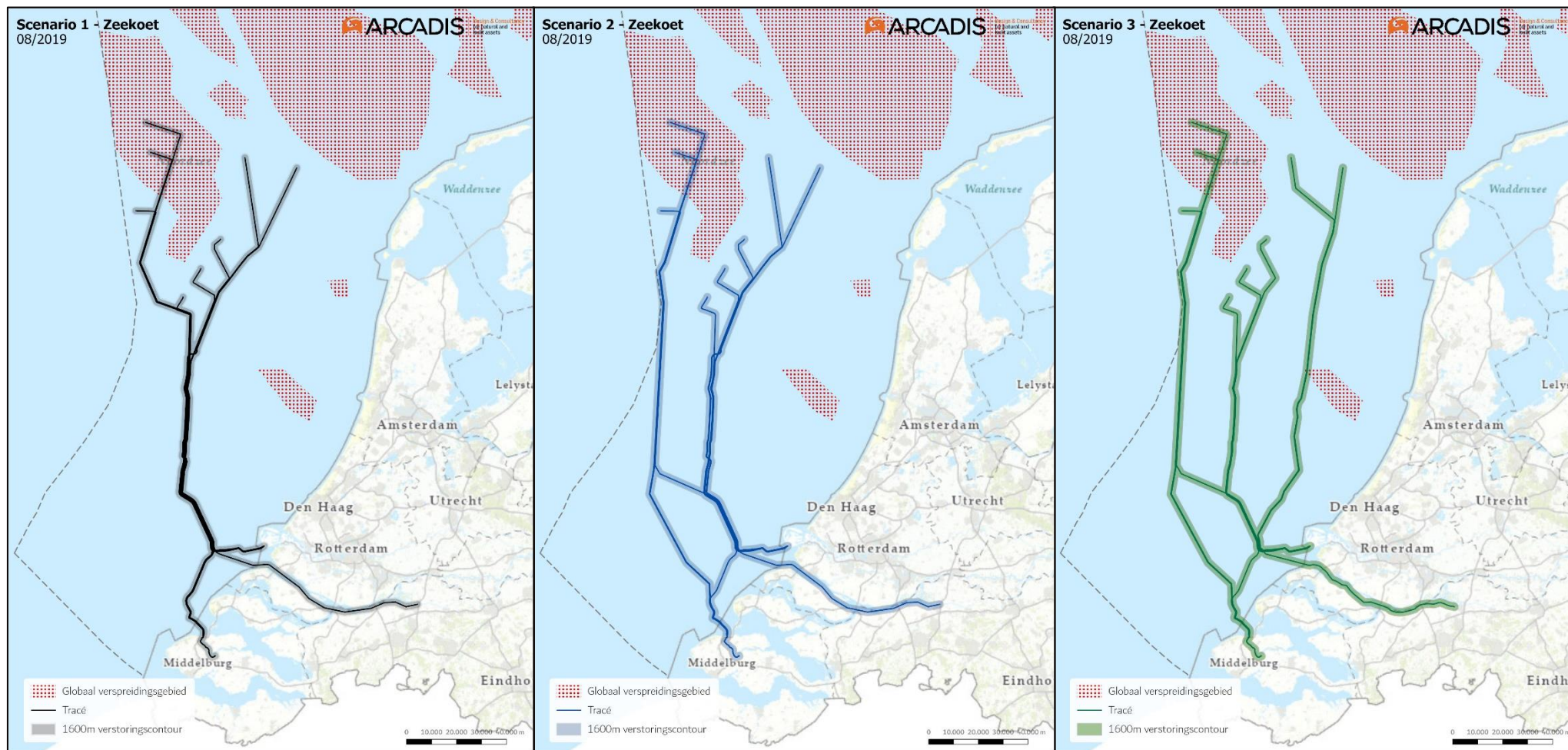
10.6 Grote mantelmeeuw

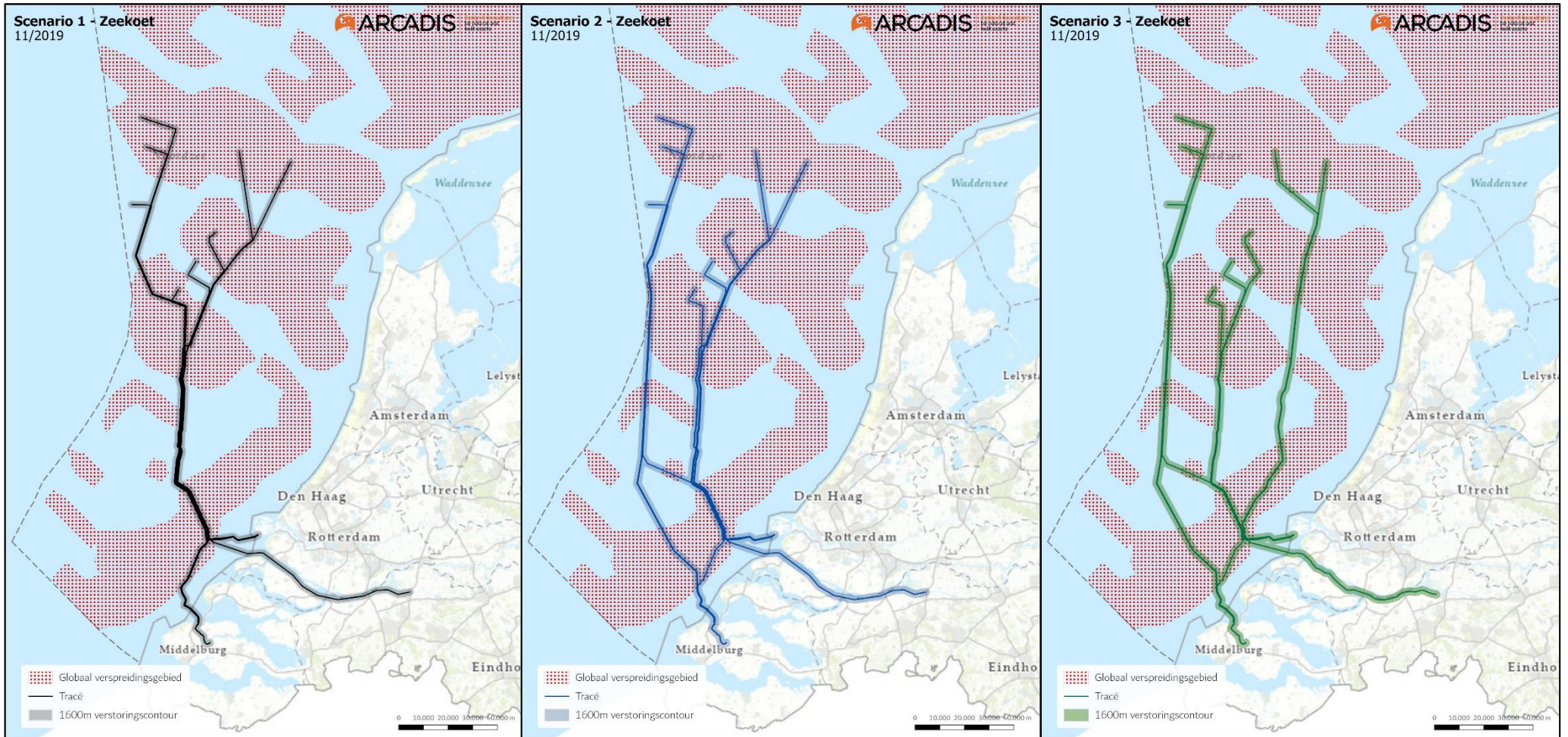


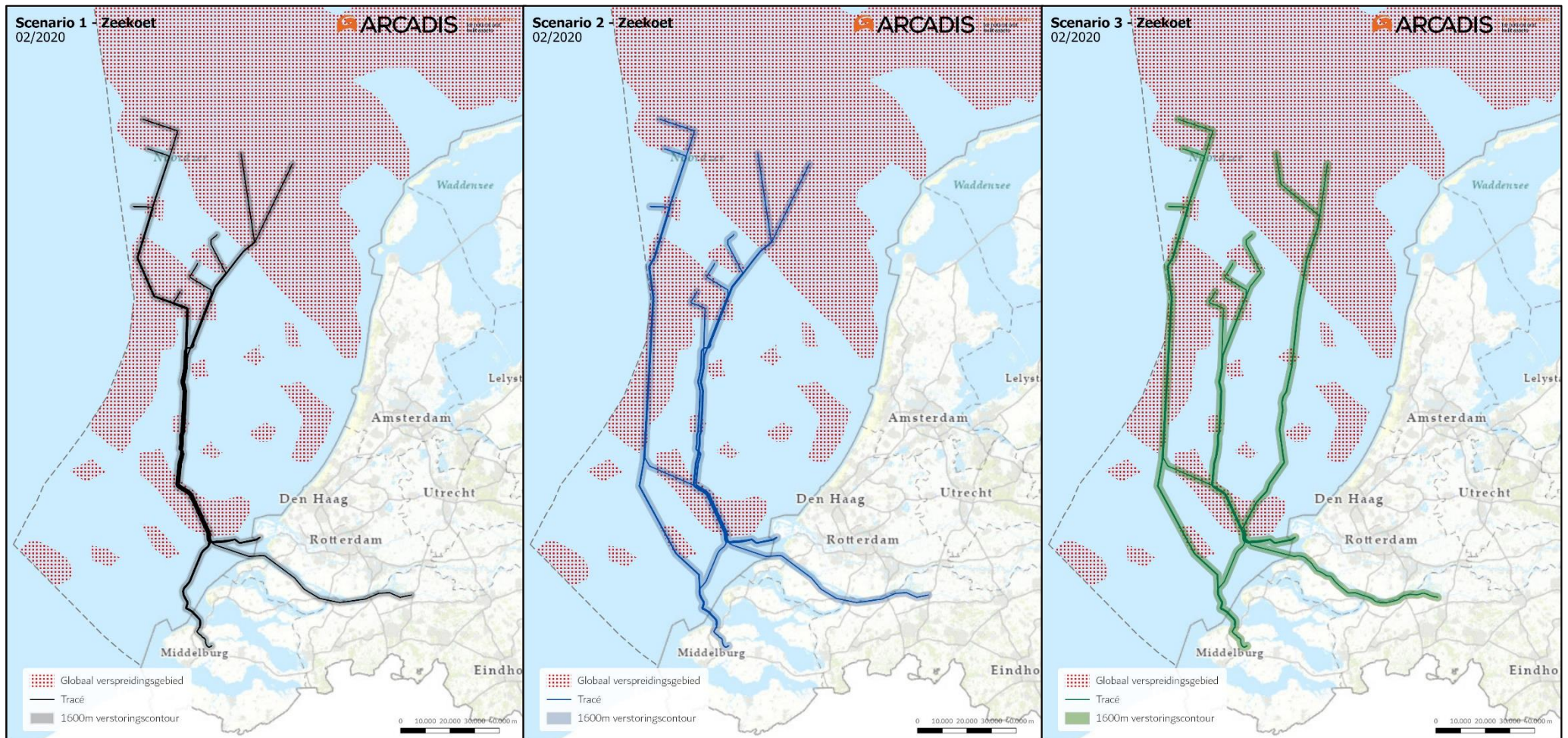


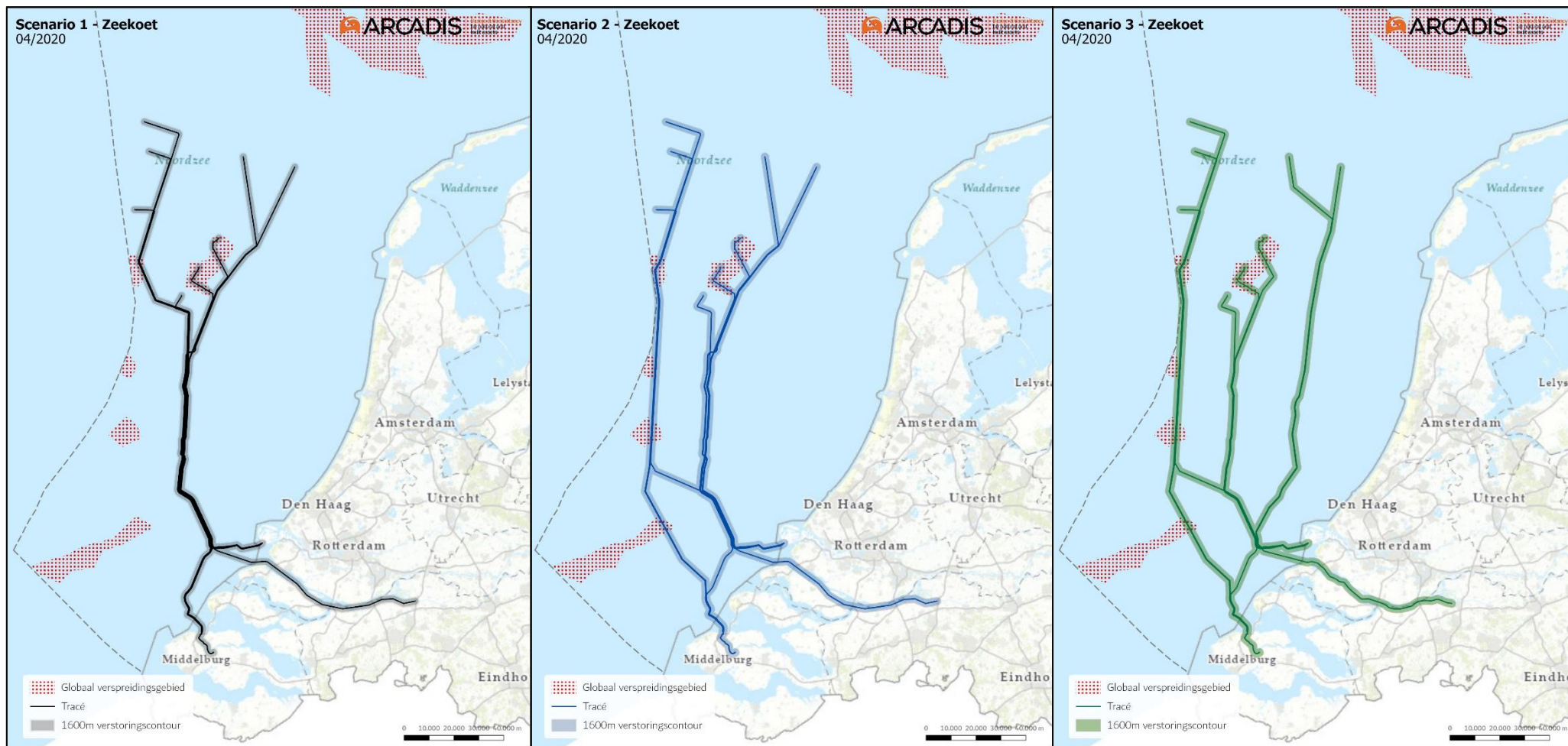


10.7 Zeekoet

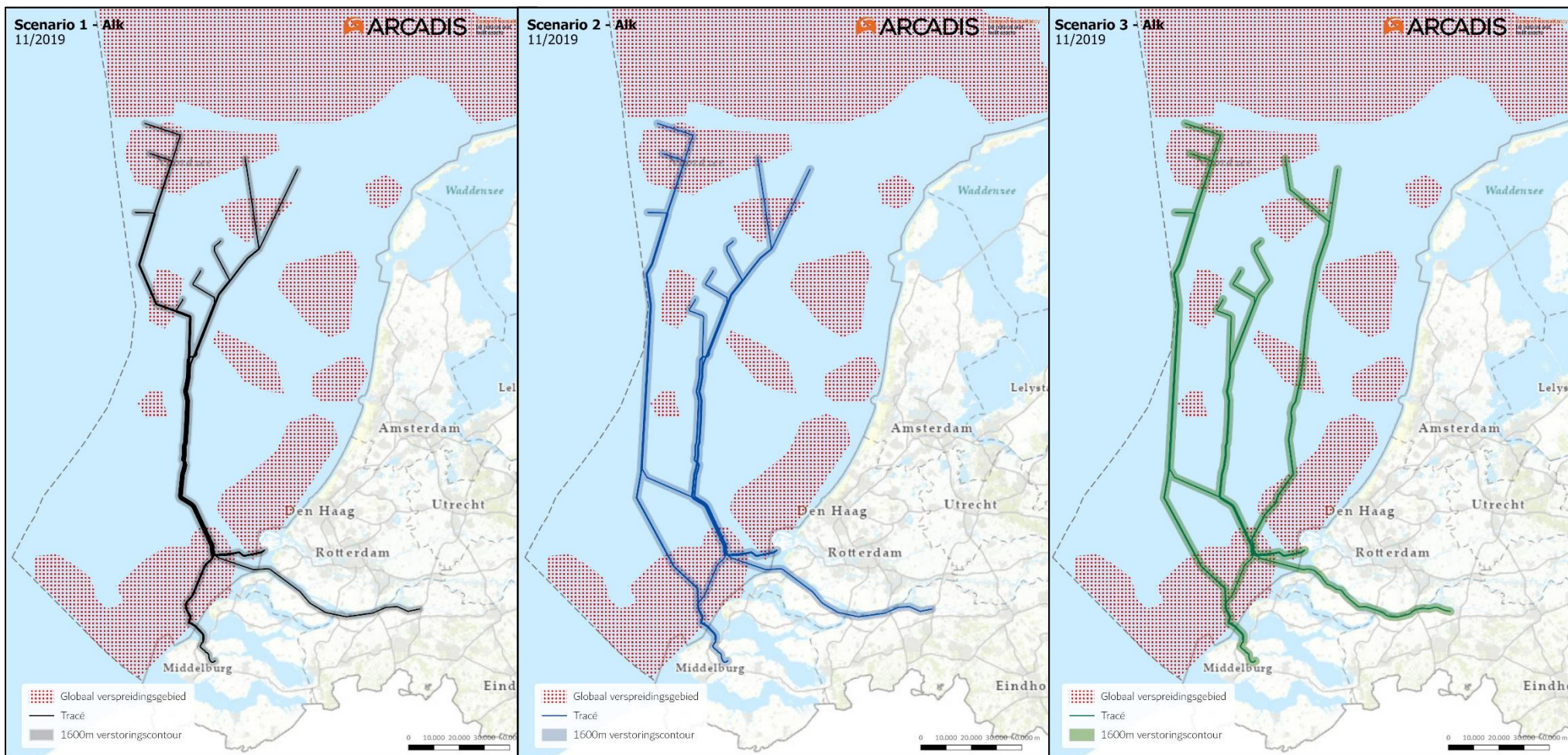


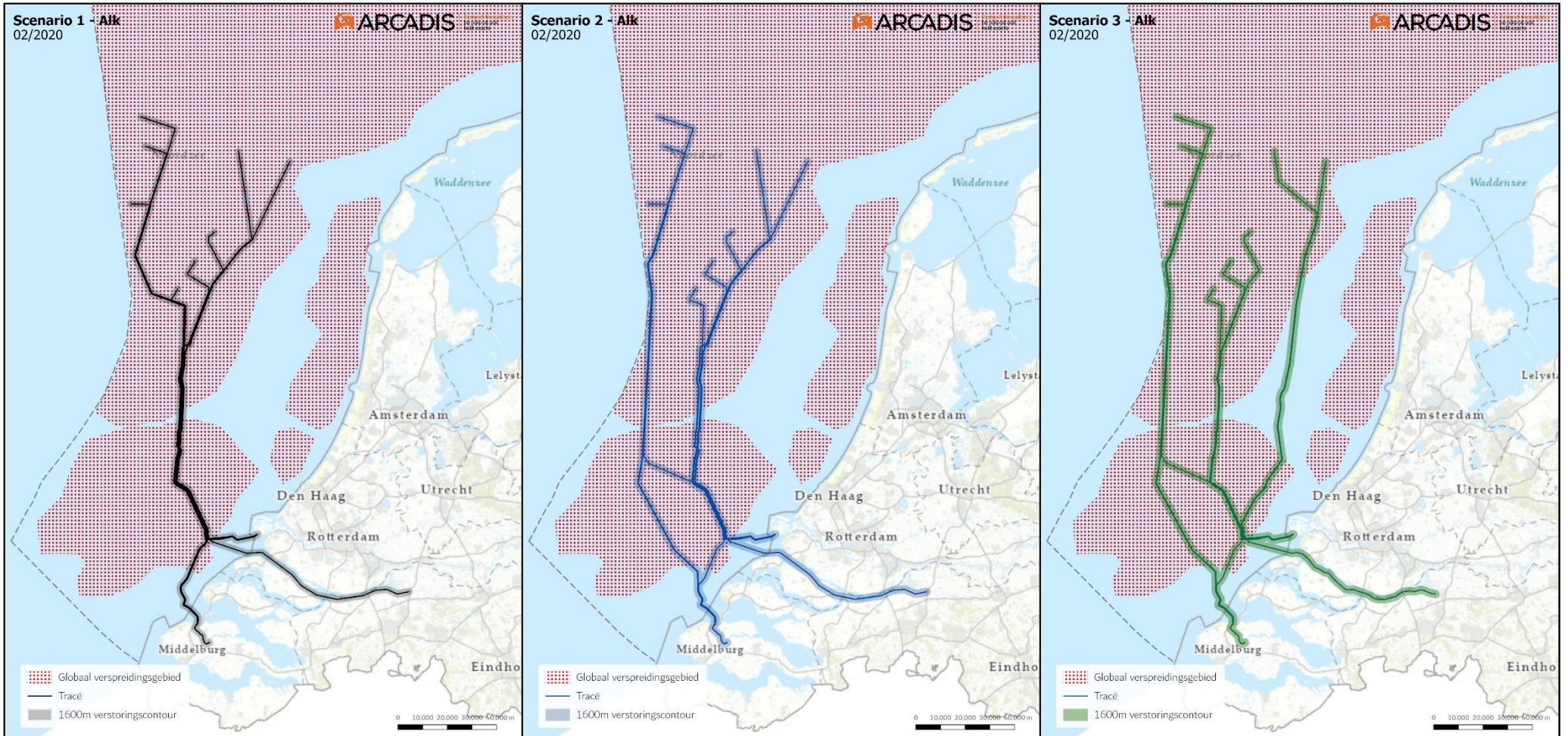




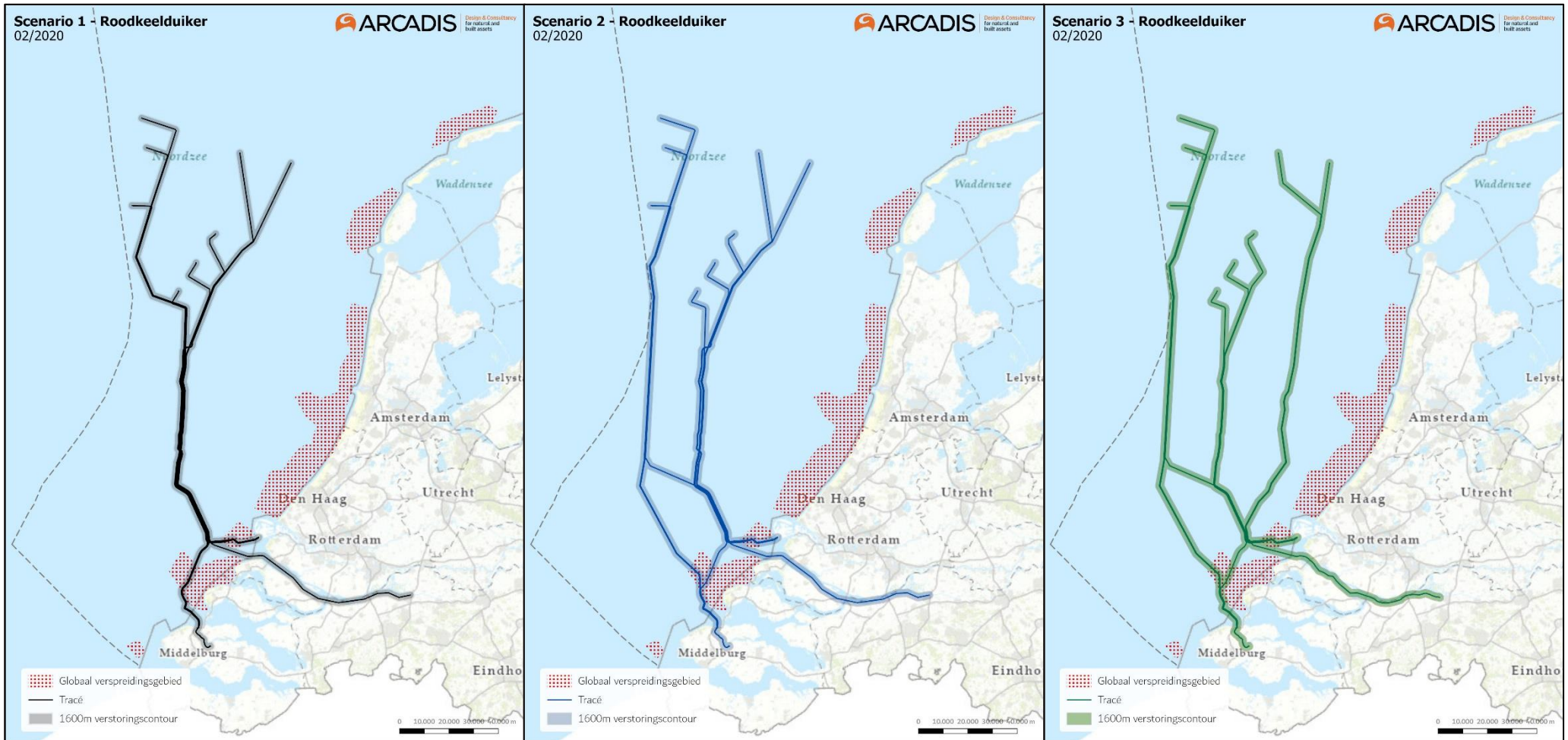


10.8 Aik

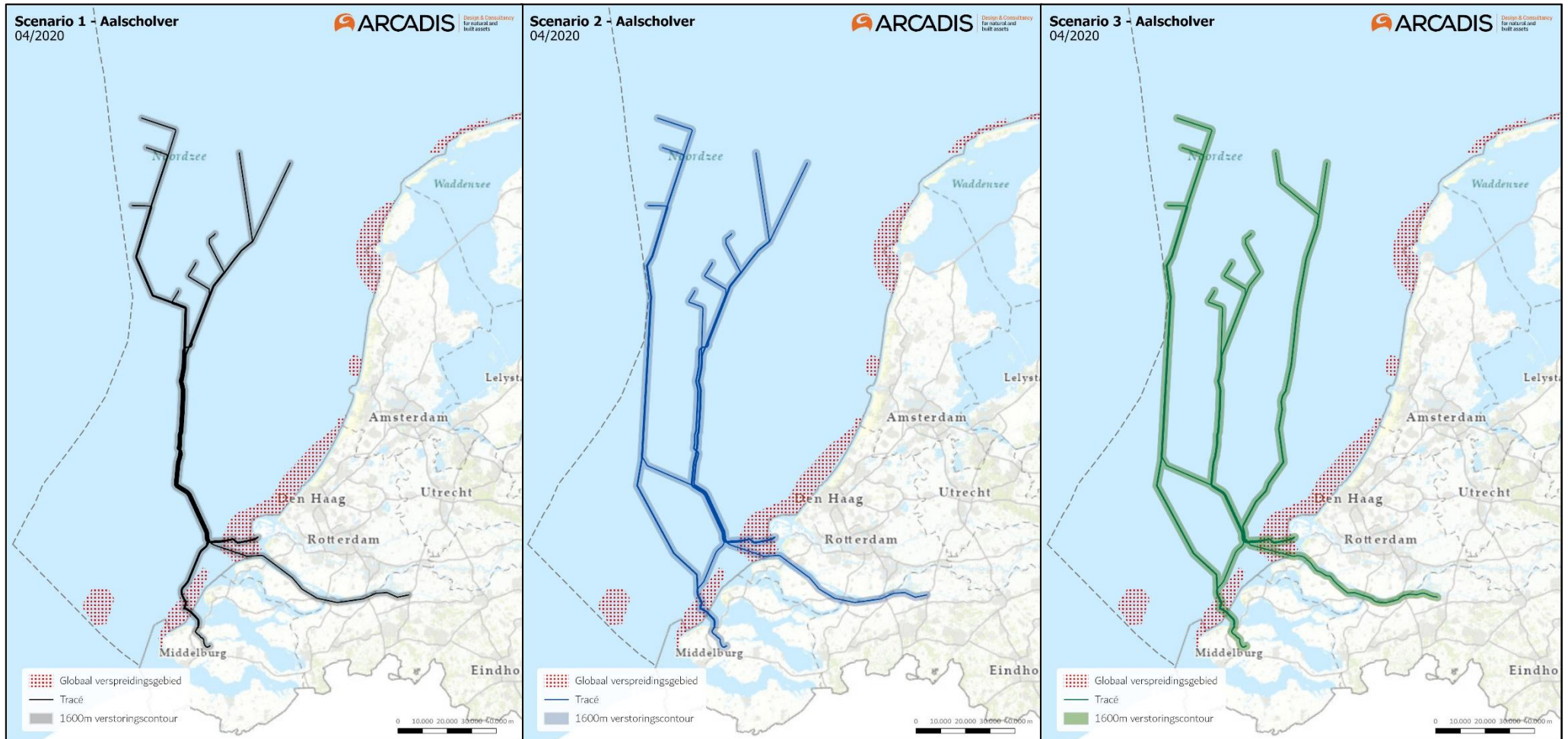




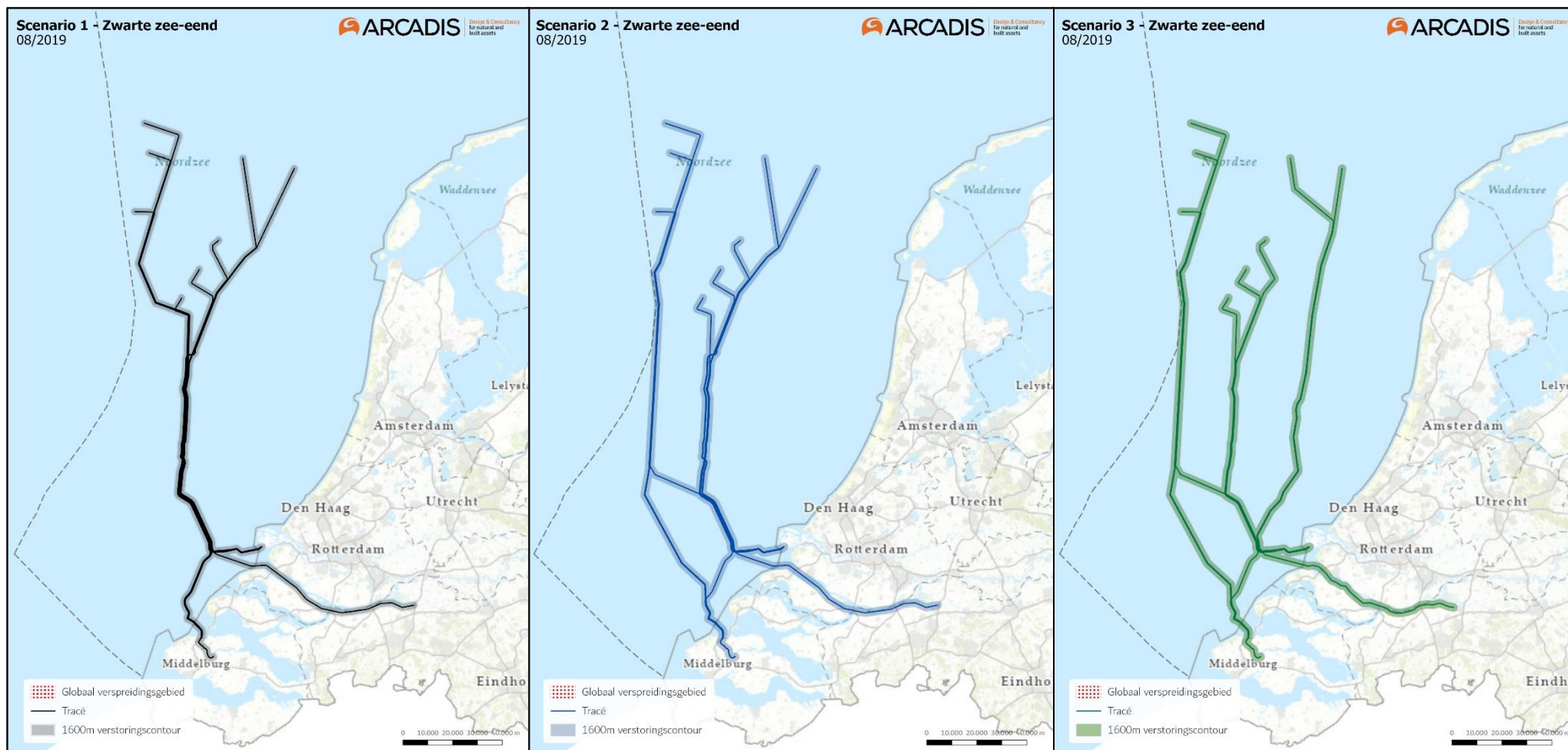
10.9 Roodkeelduiker



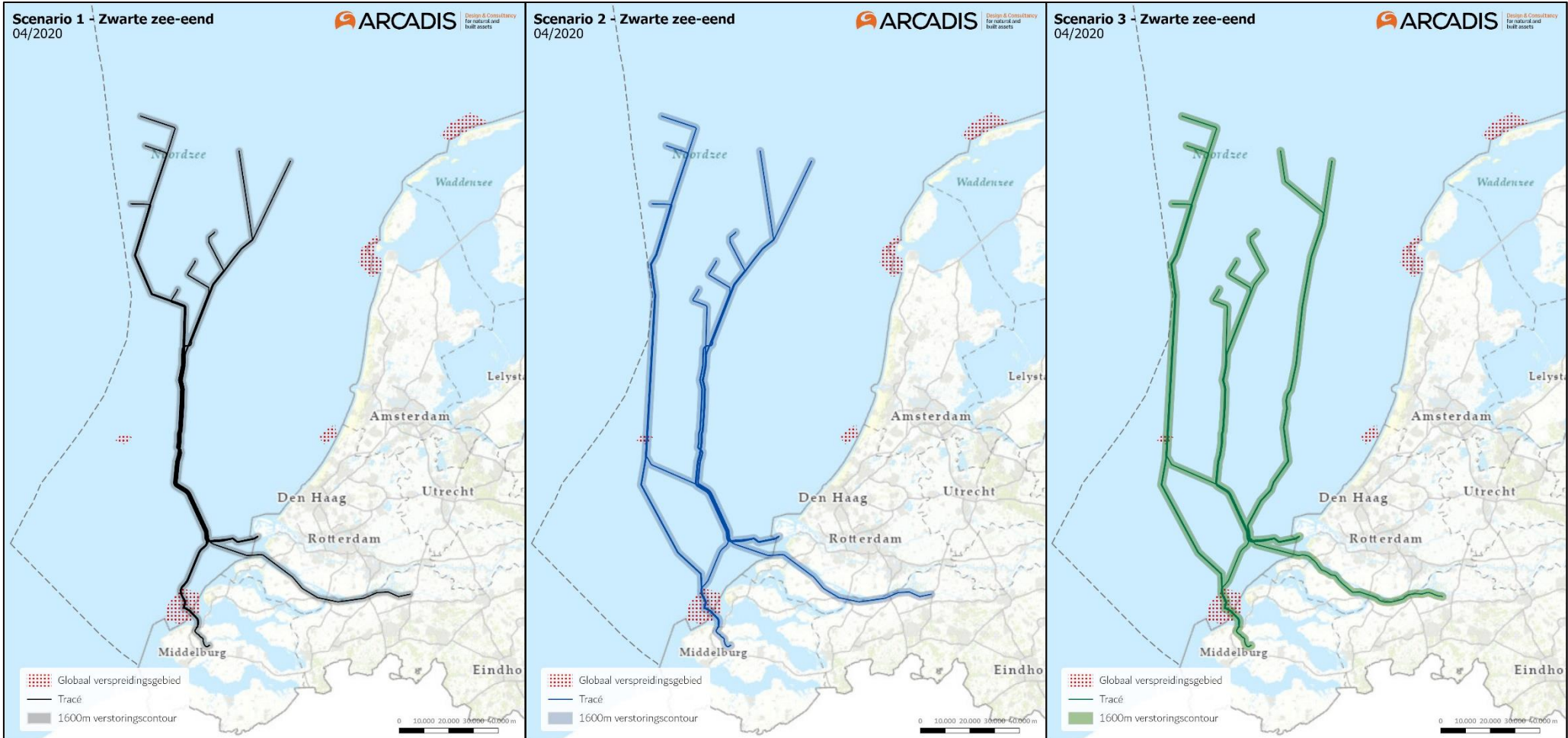
10.10 Aalscholver

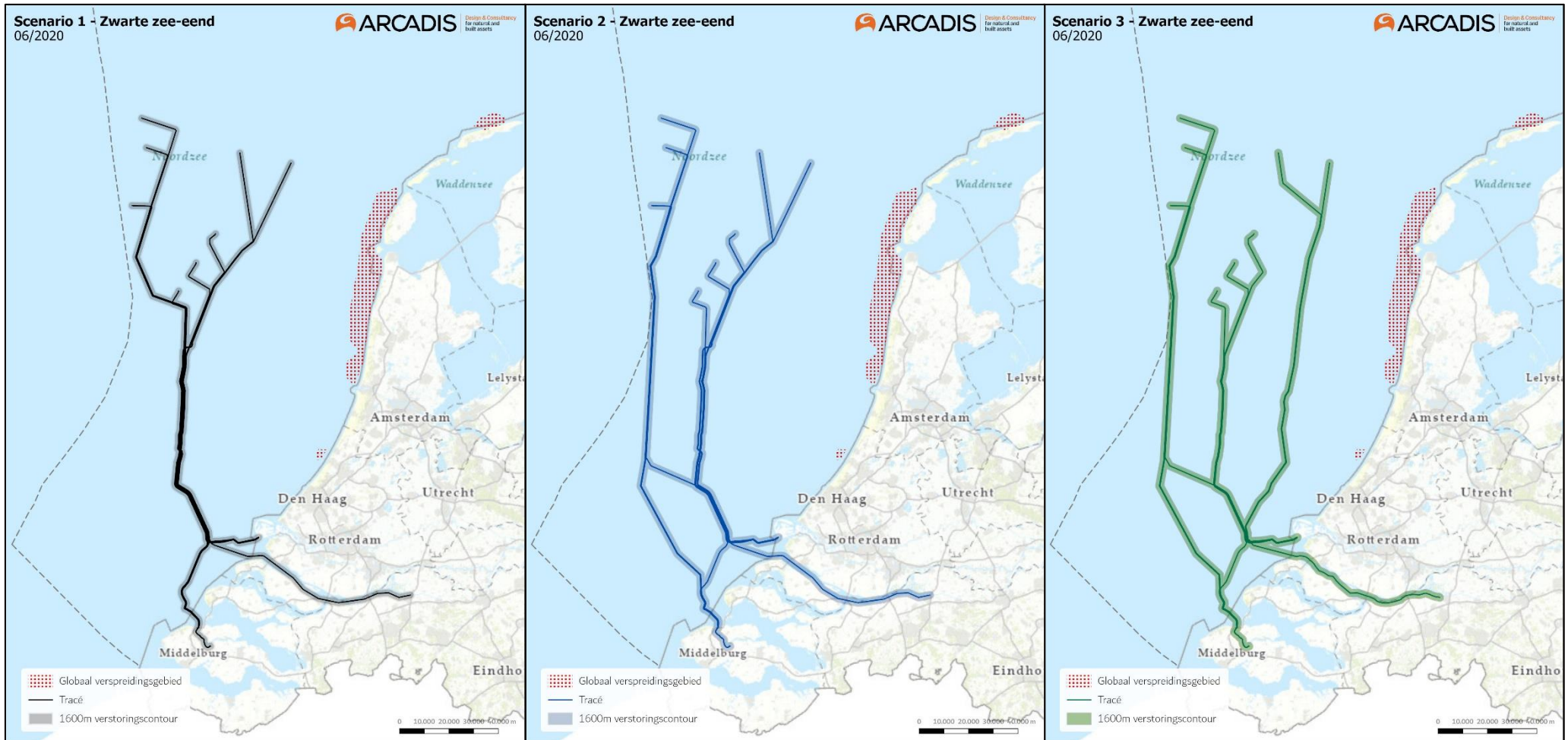


10.11 Zwarte zee-eend

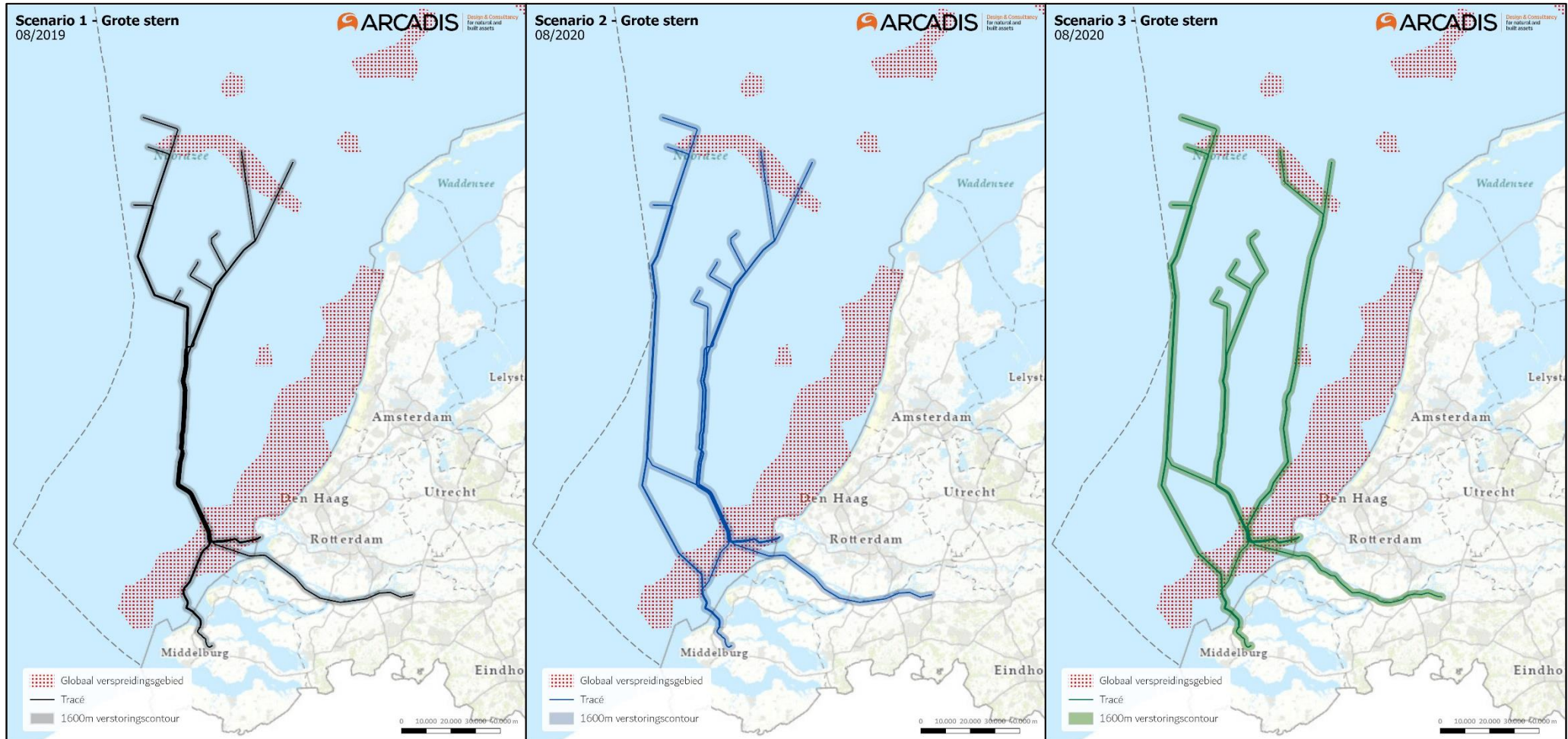


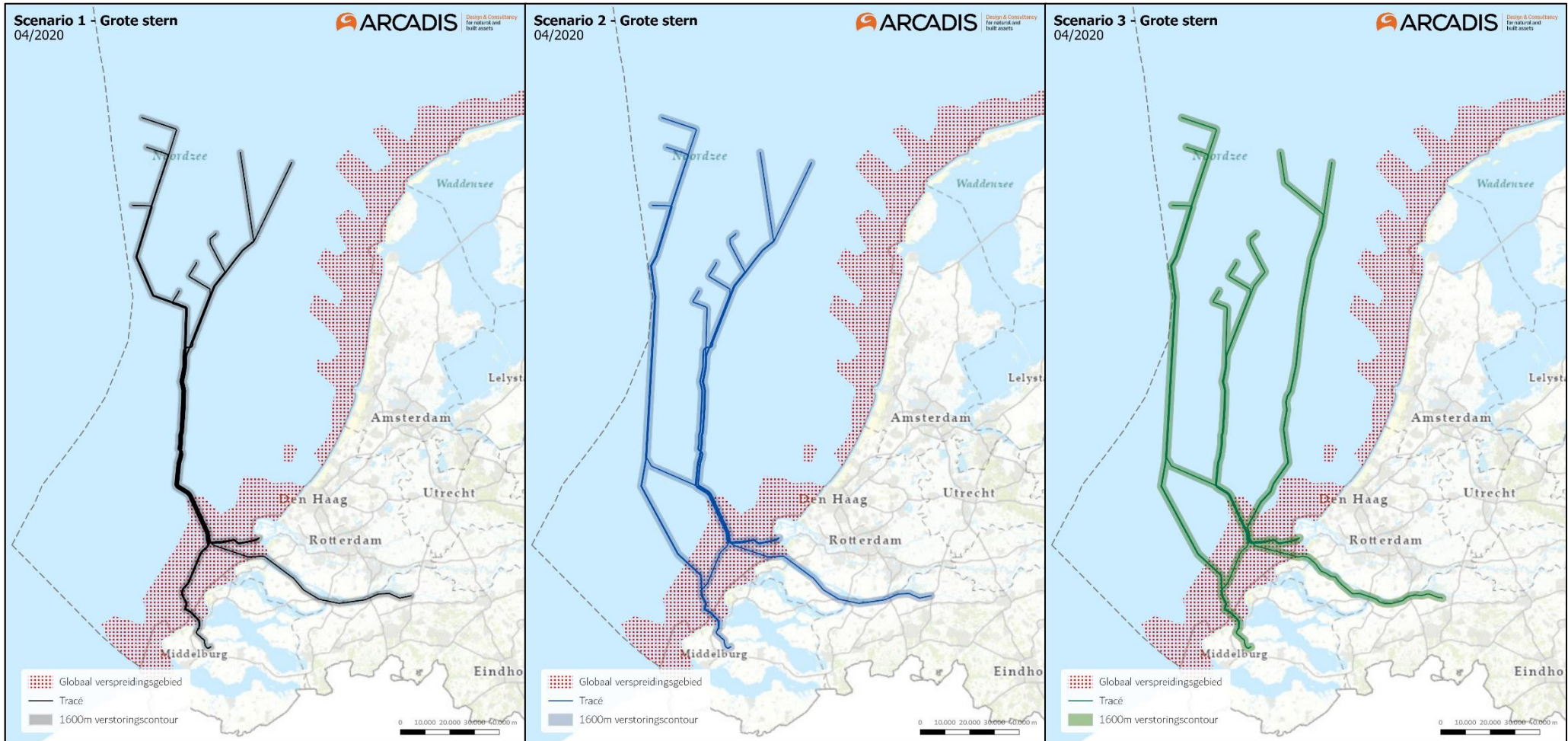




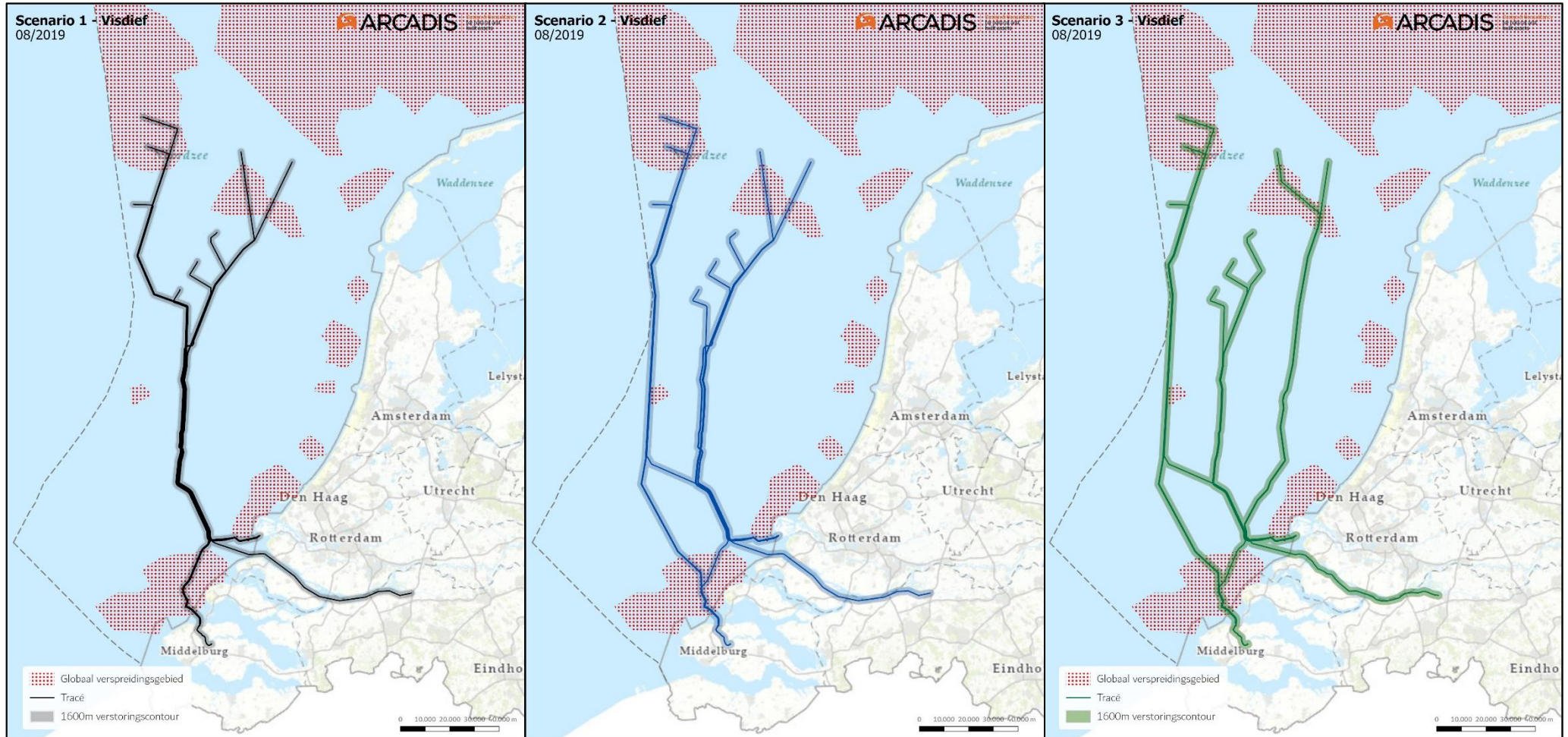


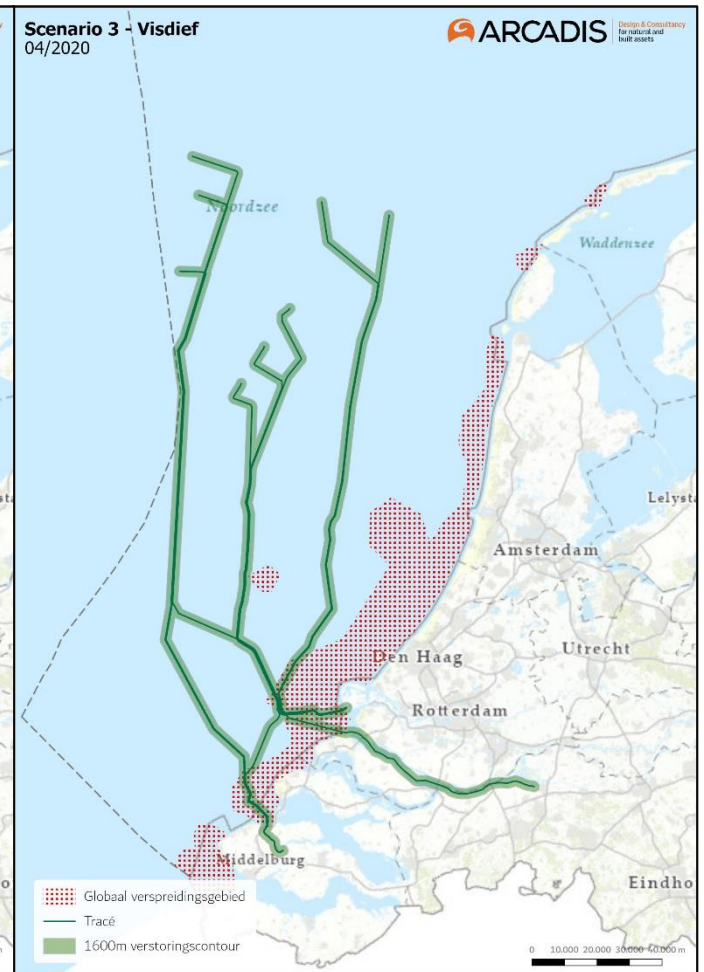
10.12 Grote stern

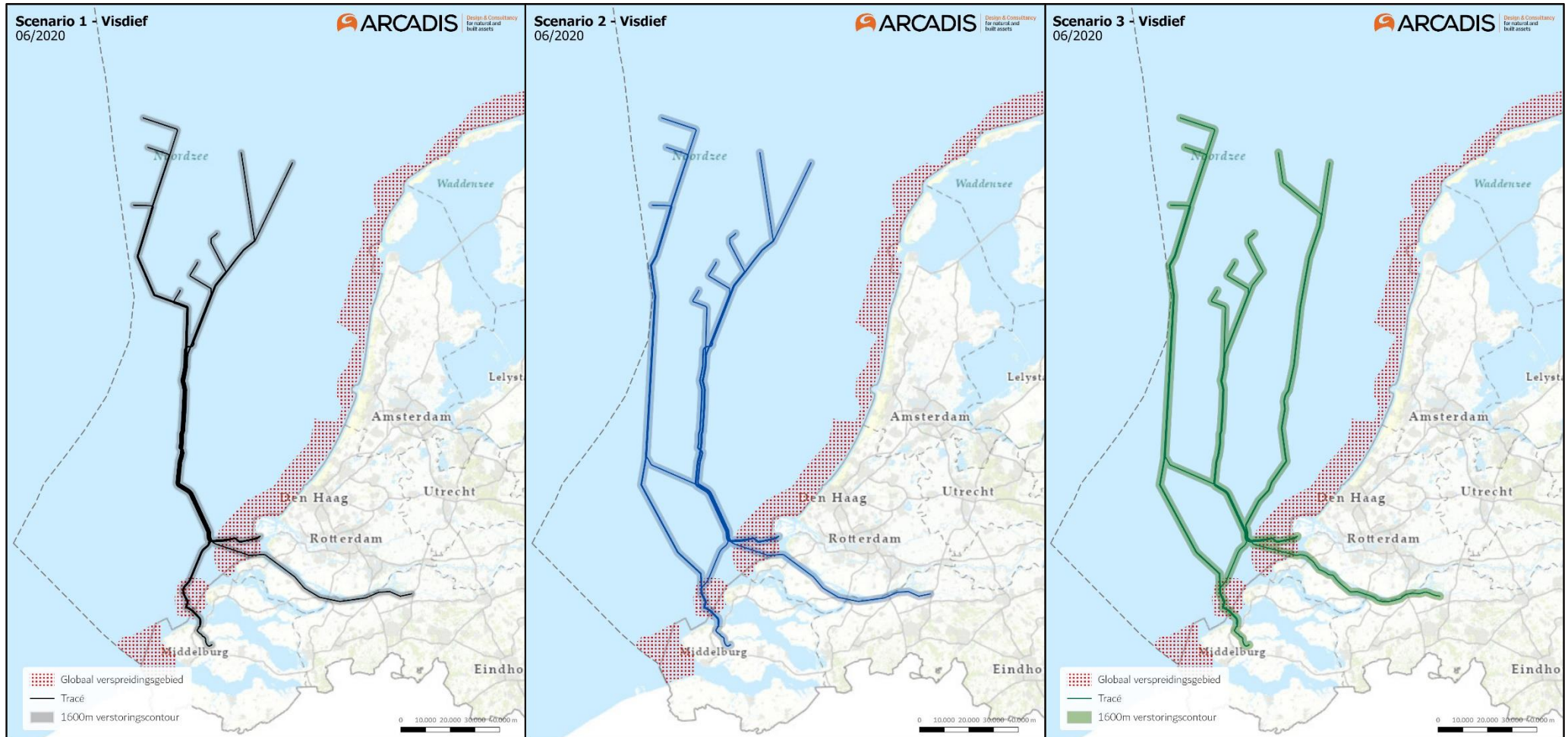




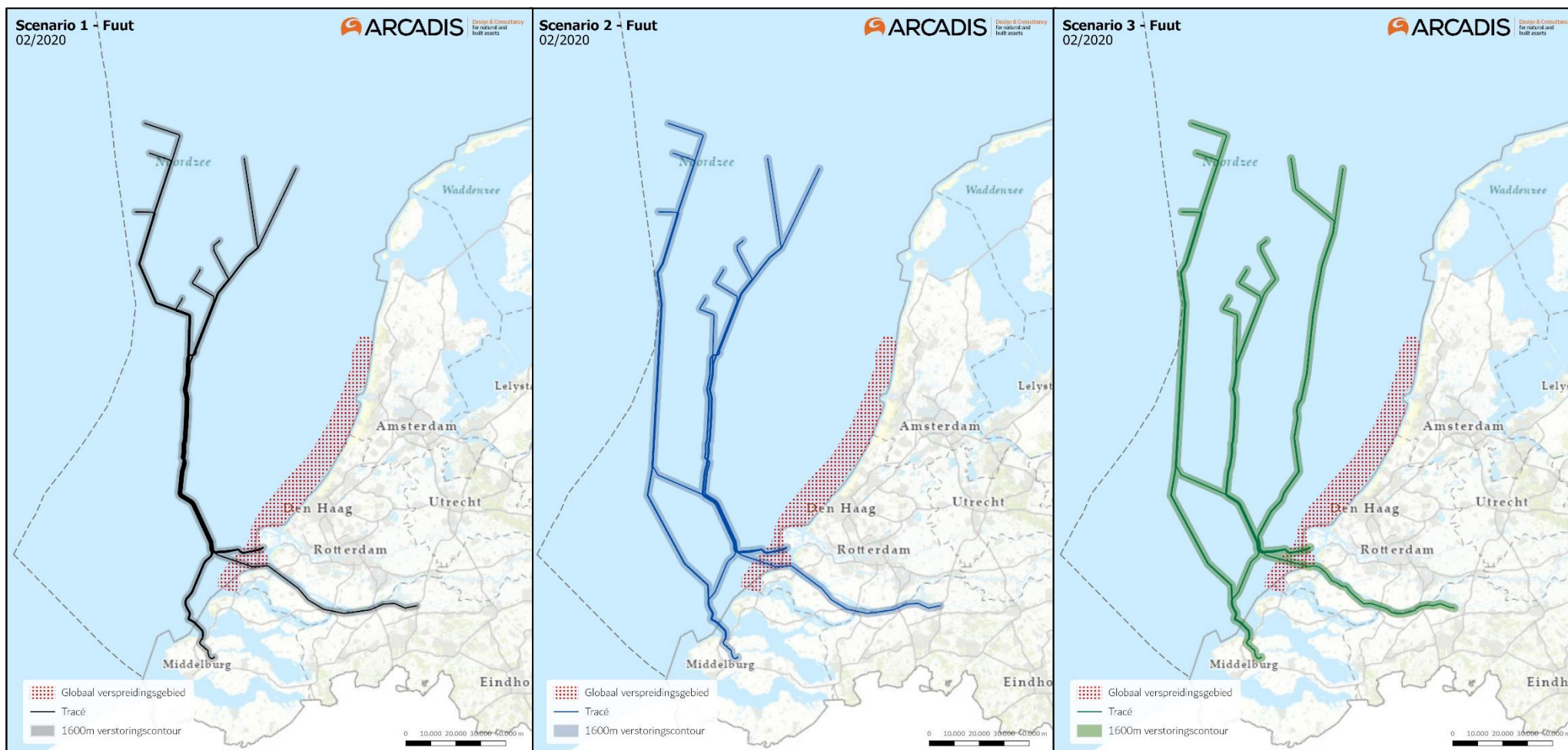
10.13 Visdief





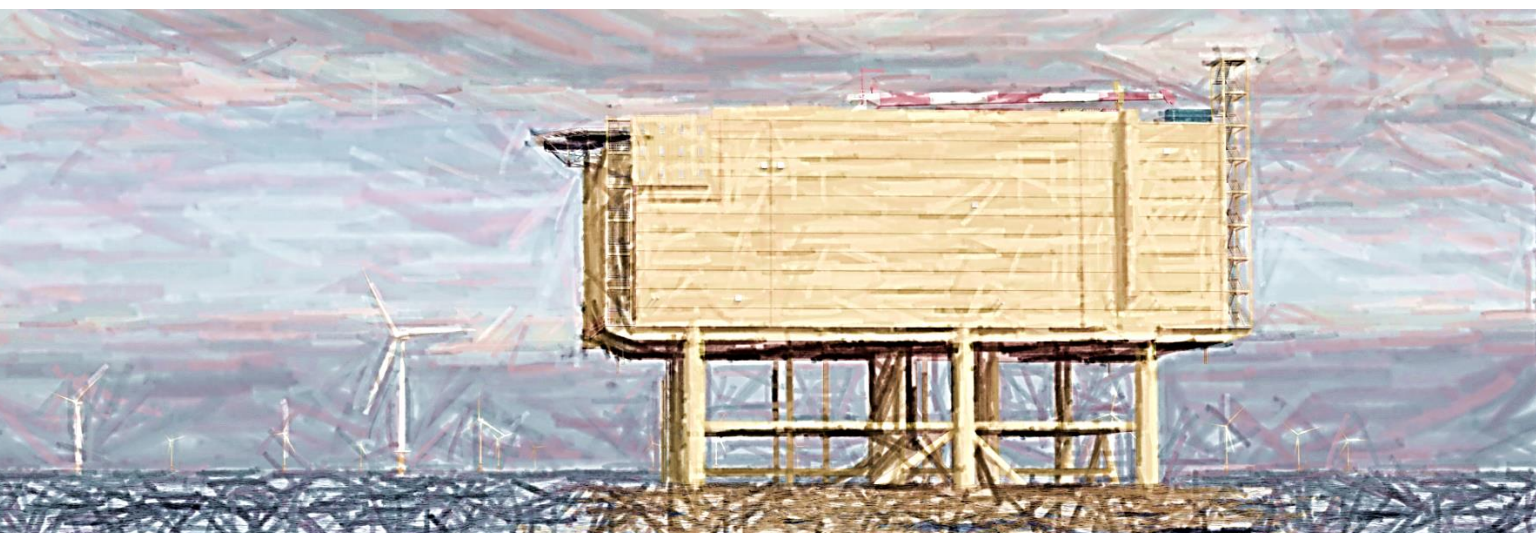


10.15 Fuut





Bijlage B Memo baggervolumes Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



AAN Rijkswaterstaat Zee en Delta

DATUM 17 maart 2022

REFERENTIE

VAN

Wino Snip TenneT E&S

ONDERWERP IJmuiden Ver parallelle aanleg, baggervolumes routealternatieven

VOOR INFORMATIE

BESLUITVORMING

1 Inleiding

Gebundelde (in de zin van parallelle) aanleg van de Net op zee hoogspanningskabels, die de aan te leggen windenergiegebied IJmuiden Ver, zoekgebied 1, “Nederwiek”, en zoekgebied 2, “Lagelander”, op zee zullen verbinden met het elektriciteitsnetwerk op land, heeft tot gevolg dat in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee meerdere stroomkabels parallel aan elkaar in de bodem van de zee begraven zullen liggen. Voor het aansluiten van de windenergiegebied Borssele, Hollandse Kust (zuid), - (noord) en (west) liggen de exportkabels over grote lengte van de routes al parallel aan elkaar. Voor die parken gaat het om 4 DC kabels maximaal die parallel aan elkaar liggen. Voor het aansluiten van de parken IJmuiden Ver, Nederwiek en Lagelander en eventueel voor Hollandse Kust (zuidwest), zullen tot 8 kabels parallel mogelijk aangelegd kunnen gaan worden in het gebied dat zich globaal uitstrekt van het lichteiland Goeree, net ten zuiden van de Eurogeul tussen de ankergebieden 4 West en 4 Oost in, tot aan de westzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). De afstand tussen die parallelle stroomkabels zal in de orde van grootte 200 meter zijn. In overleg hebben EZK, TenneT en Rijkswaterstaat besloten om eind van 2021, begin 2022 een thematische analyse uit te voeren op een aantal aspecten van de parallelle aanleg. Deze memo is een bijdrage voor die thematische analyse op het thema van de anker risico's.

2 Afbakening van de technische memo's

Voordeel van parallelle aanleg zit met name in het efficiëntere ruimtegebruik op de Noordzee en in het feit dat door parallelle aanleg meerdere kabels een zo kort mogelijke route kunnen volgen. Een zo kort mogelijke route beperkt de kosten voor de aanleg, het beheer en onderhoud. Een zo kort mogelijke route beperkt ook de elektrische verliezen over de verbinding tussen het offshore windpark en land. Daardoor worden de maatschappelijke kosten lager.

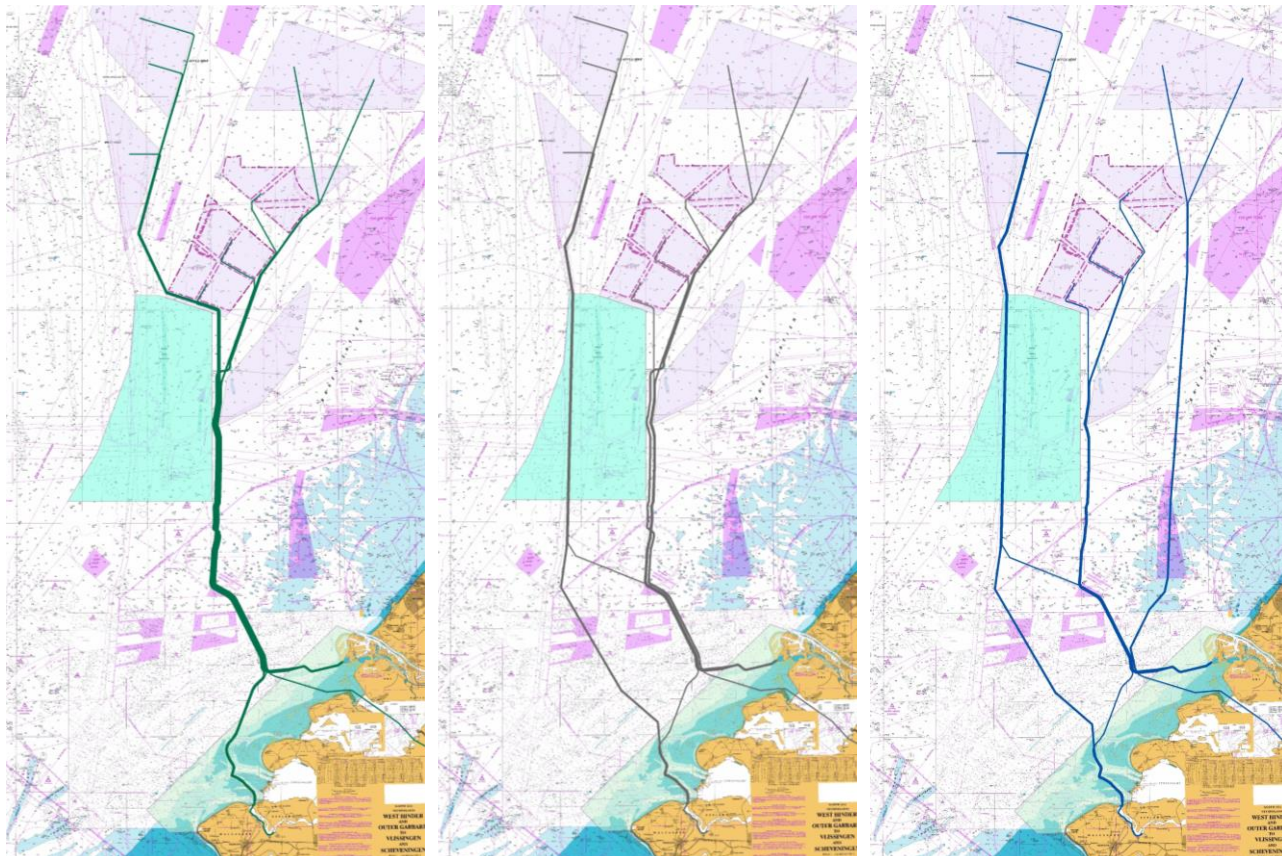
Er zijn ook (mogelijke) nadelen van gebundelde ligging van de elektriciteitskabels. Om een weloverwogen keuze te kunnen maken voor het doorvoeren van de (mate van) parallel aanleggen van kabels/bundeling moeten de nadelen afgewogen worden tegen de voordelen. In overleg met Rijkswaterstaat zijn (onder meer) de volgende nadelen naar voren gekomen als onderwerpen om in de thematische analyse te adresseren:

1. De strook tussen een scheepvaartroute op zee en een windenergiegebied, zoals bijvoorbeeld ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (west), dient (ook) als een soort vluchtstrook voor schepen met problemen. Daar kunnen ze in nood ankeren zonder de scheepvaart in de

- scheepvaartroute te hinderen en zonder het windenergiegebied in te gaan. Verreweg de meeste schepen mogen de windenergiegebieden niet in. Als in die strook meerdere parallelle elektriciteitskabels liggen, is de vraag wat dat betekent voor de veiligheid van die kabels en is het de vraag wat gedaan kan worden om de kans op schade aan die kabels te verkleinen. Dit komt aan de orde in de technische memo over de scheepvaartdichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].
2. In een eerdere fase zijn meerdere routealternatieven verkend voor de kabels op zee naar het toekomstige windenergiegebied in het gebied IJmuiden Ver. Wanneer besloten zou worden om het bundelen van kabels in omvang te beperken, om bijvoorbeeld de hinder voor de scheepvaart te verminderen of om welke reden dan ook, dan zouden enkele kabels in plaats van de parallelle gebundelde routes andere route moeten volgen. (Uit de RBBD-studie blijkt dat verspreiden van de kabels over meerdere corridors niet leidt tot een kleinere kans op een scheepvaart gerelateerd incident aan een van de kabels maar eerder tot een toename van de kans op een dergelijk incident, omdat bij het gebruik van meerdere corridors tegelijkertijd meerdere schepen in de nabijheid van kabels zijn in vergelijking met de aanleg van de kabels in een enkele corridor). Die routes zijn in de regel langer. Omdat die routes ook door uitgestrekte gebieden met mobiele zandgolven op de bodem van de zee lopen, zullen die routes ook meer baggerwerk nodig hebben, voorafgaande aan de aanleg van de kabels. De vraag is hoeveel meer baggerwerk daarvoor nodig is. Hierover is voorliggende memo opgesteld [3]. Positief zou het wel kunnen zijn vanuit het perspectief van de kans op schade aan de kabels, wanneer kabels in corridors gelegd worden waar veel minder scheepvaart bij in de buurt komt, bijvoorbeeld in het Bruine Bank gebied.
 3. Toekomstige kabels en pijpleidingen moeten de parallelle stroomkabels kunnen kruisen. De vraag is hoe dat er uit zal kunnen zien en wat voor gevolgen dat kan hebben. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [1].
 4. De Nederlandse Noordzee is een zeer drukbevaren zeegebied. De kabels van het Net op zee zullen meerdere scheepvaartroutes moeten kruisen. Daar waar de kabels in, of in de nabijheid van, drukbevaren scheepvaartroutes liggen, moet gerekend worden met een hogere kans op schade aan de kabels door scheepvaart gerelateerde incidenten, zoals het zinken van schepen, nood-ankeren en het verliezen van lading. Dat is onderwerp van de Risk Based Burial Depth studies die worden uitgevoerd voor het IJmuiden Ver project door ACRB en MARIN en van de memo over de ankerrisico's die bij 1 hierboven is genoemd. Daar waar kabels in de bodem van de zee liggen moet ook rekening gehouden worden met mogelijk aangepast gedrag van de scheepvaart, die in principe zal willen voorkomen om op of direct nabij kabels te ankeren. Daarom is in het kader van de thematische analyse gekeken naar de ligging van de kabels voor Net op zee in relatie tot de scheepvaartdichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].

3 De drie scenario's van de thematische analyse

3.1 Overzicht van de 3 scenario's



Figuur 1 De scenario's 1 (links), 2 (midden) en 3 (rechts) van de thematische analyse

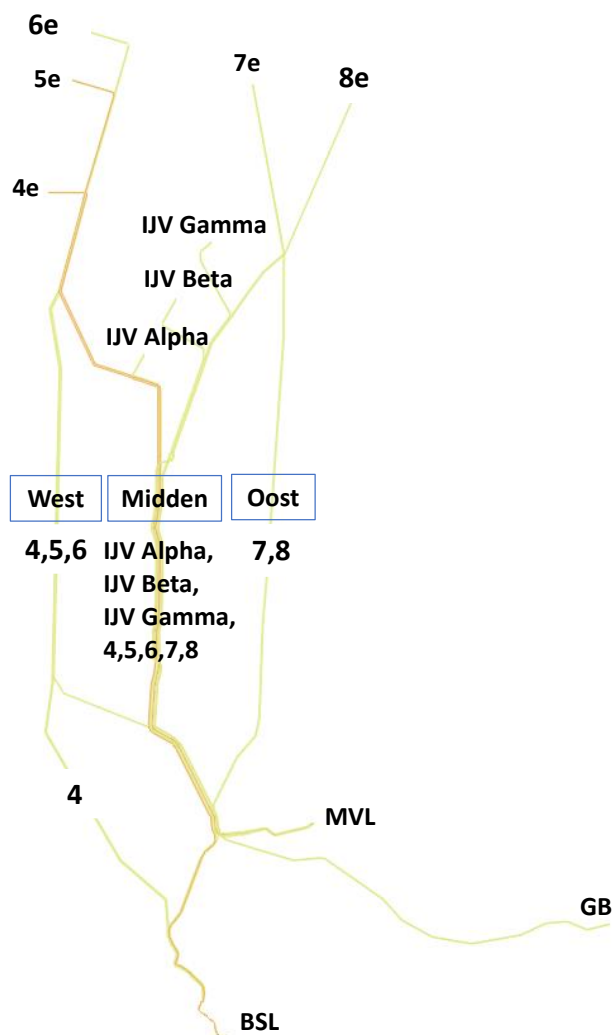
Voor deze thematische analyse zijn 3 scenario's met elkaar vergeleken voor het aansluiten van de toekomstige windenergiegebied IJmuiden Ver, Nederwiek (ten noordwesten van IJmuiden Ver) en Lagelander (ten noorden van IJmuiden Ver). Voor het aansluiten van deze windenergiegebied zijn 8 DC kabelverbindingen van elk 2 GW nodig. De kabels worden, daar waar ze parallel aan elkaar lopen, op 200 meter uit elkaar in de bodem van de zee begraven. Aan weerszijde van de buitenste kabels wordt een vrije zone van 500 meter aangehouden voor veiligheid en onderhoud. De 500 meter brede onderhoudszone aan de buitenzijde van een corridor met één of meerdere kabels kan overlappen met de 500 meter zone rondom een offshore windenergiegebied of van een andere kabel of pijpleiding.

1. Bij scenario 1 lopen alle 8 de kabelroutes gebundeld door een midden-corridor. De corridor in het middengebied wordt daarmee $7 \times 200 + 2 \times 500 = 2.400$ meter breed.
2. Bij scenario 2 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 5 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steekt ten zuiden van de Bruine Bank 2 kabels over naar de midden-corridor en lopen er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt $2 \times 500 = 1.000$ m breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in dat geval $5 \times 200 + 2 \times 500 = 2.000$ m breed kunnen worden, daar waar

de kabels parallel aan elkaar op 200m tussenruimte gelegd kunnen worden. (Het voorbehoud betreft hier de locaties waar andere onderling kruisende kabels en leidingen gekruist moeten worden, daar moet afstand gehouden worden tot die kruisingen, waardoor de corridor daar breder moet zijn).

3. Bij scenario 3 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 3 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steken ten zuiden van de Bruine Bank twee kabels over naar de midden corridor en loopt er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Door een oostelijke corridor lopen 2 kabels uit Lagelander parallel naar het zuiden toe. Ter hoogte van de Eurogeul en net ten noorden van ankergebieden 4 West en 4 Oost voegen deze 2 kabels uit de oostelijke corridor zich bij de 3 kabels uit de midden corridor en 2 kabels uit de westelijke corridor. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt 1.000 meter breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in het worst case geval van vijf paralelle verbindingen $4 \times 200 + 2 \times 500 = 1.800$ m breed kunnen worden. De oostelijke corridor is dan $200 + 2 \times 500 = 1.200$ meter breed.

3.2 De beschouwde routeopties voor Nederwiek en Lagelander



Figuur 2 De beschouwde route opties voor de 3 scenario's om de zoekgebieden 1 en 2 aan te sluiten op land

De 2 GW DC verbindingen zijn als volgt in de 3 scenario's opgenomen:

Tabel 1 De gebruikte corridors per scenario voor de 8 stuks 2 GW DC verbindingen

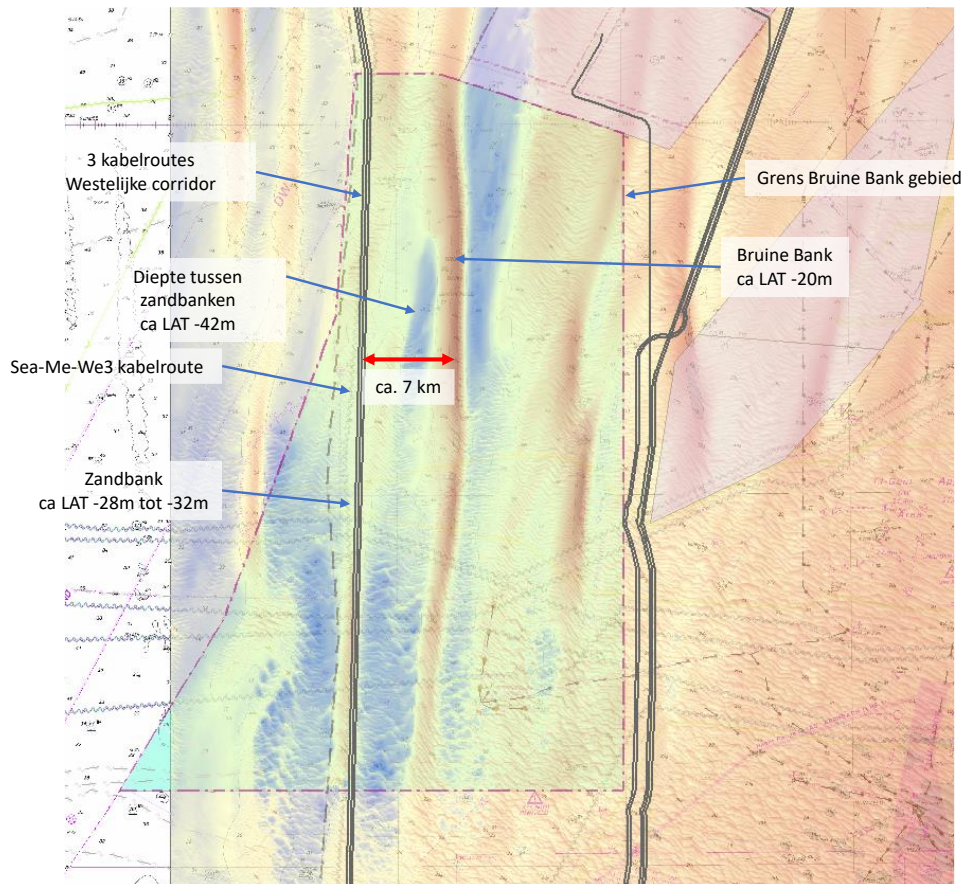
Verb.	Van		Naar	Corridor per scenario		
				1	2	3
1e	IJmuiden Ver	Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden
2e	IJmuiden Ver	Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
3e	IJmuiden Ver	Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
4e	Nederwiek	Alpha	Borssele	Midden	West	West
5e	Nederwiek	Beta	Maasvlakte	Midden	West	West
6e	Nederwiek	Gamma	Geertruidenberg	Midden	West	West
7e	Lagelander		Zuid Holland	Midden	Midden	Oost
8e	Lagelander		Zeeland	Midden	Midden	Oost

Opmerking bij tabel: de 5^e en de 6^e routes volgen in scenario 2 en 3 voor een groot deel de westelijke corridor, maar steekt ten zuiden van het Bruine Bank gebied over naar de midden-corridor. Zie Figuur 1 en Figuur 2. Alleen de 4^e route volgt de hele westelijke corridor.

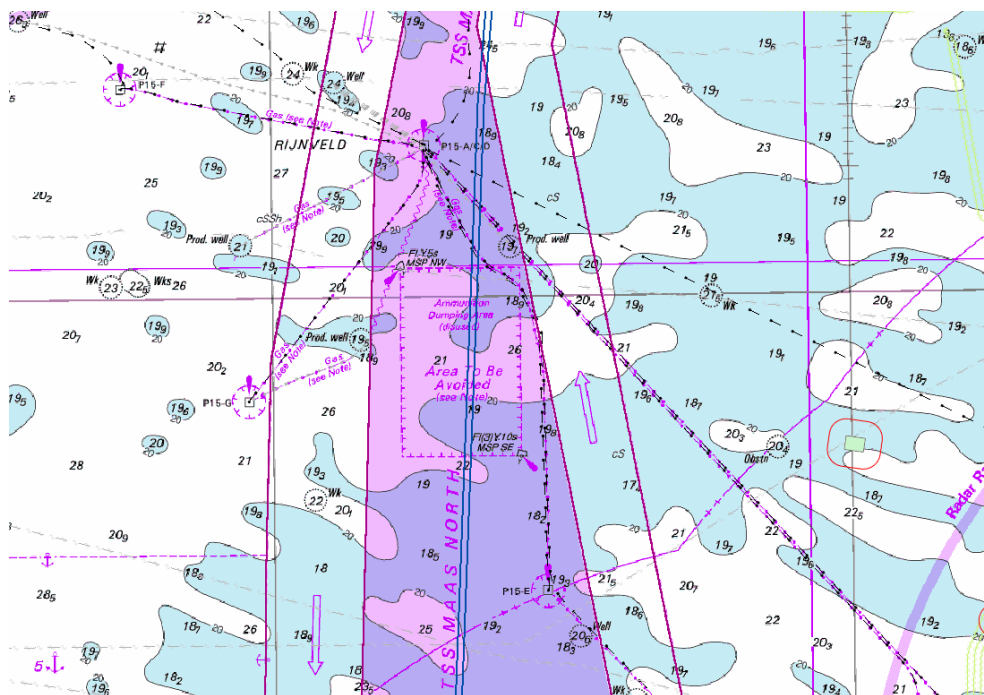
3.3 Opmerkingen bij de 3 scenario's

Bij deze scenario's moet het volgende worden opgemerkt:

- Voor wat betreft de westelijke en de oostelijke corridor zijn de kabelroutes vrij eenvoudig getrokken rechte lijnen. Het zijn nog niet nader uitgewerkte routes met betrekking tot specifiek te ontwijken gebieden of obstakels op zee. Deze routes zijn ook nog niet geoptimaliseerd met betrekking tot hun ligging ten opzichte van de bathymetrie.
- De westelijke corridor loopt in het Natura 2000 gebied van de Bruine Bank in de lengte richting over een zandbank in plaats van door een dal tussen de zandbanken. De kabels in deze corridor vallen op die plek samen met de route van de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) datakabelroute. Zie Figuur 3. De uiteindelijke routes voor kabels in dit gebied zullen iets meer naar het oosten gelegd moeten worden, in de richting van de Bruine Bank. Bovendien zou het beter zijn de rug van de zandbank, indien en waar mogelijk, te vermijden omdat de zeebodem daar meer beïnvloed zal worden tijdens stormen dan de zeebodem in het dal tussen de zandbanken in. Daarmee zullen de routes ca. 3 – 4 km meer naar het oosten moeten komen te liggen, op ca. 3 km ten westen van de Bruine Bank zelf. Zie Figuur 3.
- De oostelijke corridor ligt in het Rijnveld gebied midden tussen twee scheepvaart routes van het scheidingsstelsel van de TSS Maas Noord. In dat gebied ligt een munitie dumpgebied waar deze routes nu dwars doorheen lopen. De uiteindelijke routes zullen verlegt moeten worden naar het westen of naar het oosten van de TSS Maas Noord, omdat de kosten en risico's die samenhangen met het aanleggen van kabels door een munitie dumpgebied naar alle waarschijnlijkheid disproportioneel zullen uitvallen. Ter indicatie: het onderzoeken en identificeren van een enkel munitie object op de bodem van de zee kost in de orde van grootte EUR 10.000 tot 20.000. In dit gebied zullen naar verwachting enkele honderden van dergelijke objecten op de kabelroutes liggen. Zie Figuur 4. Voor de thematische analyse is uitgegaan van de drie corridors zoals die eerder zijn vastgelegd en niet van aangepaste en geoptimaliseerde varianten van de corridors.



Figuur 3 De waterdieptes in de westelijke corridor in het Bruine Bank gebied met de Sea-Me-We3 kabelroute



Figuur 4 De kabelroutes in de oostelijke corridor lopen in het TSS Maas Noord door een munitie-dumpgebied

3.4 Optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors

Uitgangspunt van de Thematische Analyse zijn de westelijke, midden en oostelijke corridors zoals die in een eerdere fase zijn vastgelegd. Het in detail optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors voert verder dan het kader van deze Thematische Analyse, maar hoog over zou er al wel het volgende over gezegd kunnen worden.

Optimaliseren van de westelijke corridor zou kunnen door alle kabels die in deze corridor zouden moeten komen te liggen niet door de Maas Junction te leggen, maar ze alle 3 TSS Maas West over te laten steken samen met andere kabels. Pas ten noorden van TSS Maas West zouden die drie kabels dan naar het westen naar de Bruine Bank kunnen lopen, zoals dat nu al het geval is met 2 van de 3 kabels die bij scenario 2 en 3 via de westelijke corridor lopen. Op die manier wordt het drukke scheepvaartgebied van de Maas Junction vermeden.

Optimaliseren van de oostelijke corridor zou kunnen door de kabels die deze corridor volgen meer naar het oosten te leiden en ze in de strook tussen de TSS Maas Noord en het windturbinepark Hollandse Kust (zuid) te leggen, tot het punt waar het munitiedumpgebied is gepasseerd. Daarna zouden de kabels in deze corridor weer tussen de scheepvaartzones in moeten komen te liggen, om de voldoende afstand tot de ankergebieden voor IJmuiden te kunnen houden.

4 Baggeren voorafgaande aan de aanleg van de kabels

4.1 Mobiel zeebed

Eén van de doelen van TenneT is om een Net op zee aan te leggen, te beheren en te onderhouden tegen zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten. Die kosten omvatten de financiële kosten, de beïnvloeding van het milieu en de overlast voor andere gebruikers van de zee.

De kabels voor de netten op zee moeten op een groot deel van de routes begraven worden in een mobiel zeebed. Langs de kabelroutes komen bijvoorbeeld zandgolven voor van meerdere meters hoog, die zich met enkele tot meerdere meters per jaar met het getij voortbewegen. Dichter bij de kustlijn lopen de kabelroutes door gebieden met zandbanken die zich op sommige plekken langzaam bewegen. De zeebodemmobilititeit kan de gronddekking op de kabels verkleinen gedurende de levensduur van de kabels. De kabels kunnen door zeebodemmobilititeit ook bloot komen te liggen, wanneer er bij aanleg geen maatregelen worden getroffen om dat te voorkomen. Kabels moeten dieper worden herbegraven wanneer de gronddekking te weinig dreigt te worden om de kabels afdoende te beschermen tegen externe bedreigingen als geslept vistuig en ankers of wanneer de gronddekking mogelijk op kortere termijn niet meer aan de minimale eisen uit de vergunning zou voldoen. De kosten voor dieper herbegraven (financieel, milieu, overlast) zijn in omvang vergelijkbaar met die kosten bij het initieel begraven van de kabels, met uitzondering van het weg baggeren van de mobiele zandgolven. Bij onderhoud aan de begraafdiepte hoeven de zandgolven niet opnieuw te worden weggebaggerd. Elke herbegraafoperatie introduceert daarbij een risico voor de kabels, omdat de kabels beschadigd kunnen raken wanneer er iets niet helemaal als gepland gaat bij het herbegraven.

Onderhoud aan de gronddekking en begraafdiepte van de kabels over de levensduur kan worden voorkomen door de kabels initieel dieper te begraven daar waar het zeebed over de levensduur van de kabels lager komt te liggen. Om de kabels dieper te kunnen begraven, worden in de zone nabij de kust apparaten ingezet die de kabels (in één keer) veel dieper de grond in kunnen werken. Verder op zee kunnen dergelijke apparaten niet altijd ingezet worden, omdat veel van die apparaten erg weersgevoelig zijn. Het werken met die apparaten verder op zee introduceert niet acceptabele risico's voor de kabel en alle betrokkenen. Apparaten waarmee de kabels op zee veilig meerdere meters diep in het zeebed kunnen worden begraven, zijn wel in ontwikkeling, maar op dit moment nog niet voldoende beschikbaar. Om de kabels verder op zee dieper te kunnen begraven, wordt daarom voorafgaande aan het installeren van de kabels gebaggerd. De koppen van de zandgolven op de kabelroute worden daarbij weggebaggerd, waarna de kabels in de bodem van de gebaggerde geul worden ingegraven. Door eerst de koppen van de zandgolven weg te baggeren kan bij het begraven van de kabels wel de benodigde installatiediepte worden bereikt.

4.2 Te steile taluds

De tweede reden om te baggeren, voorafgaande aan het leggen en begraven van de kabels, is het vlakker baggeren van taluds die te steil zijn voor de installatie van de kabels. Een kabel begraafapparaat kan, afhankelijk van het type, taluds op en af werken die maximaal 10° – 12° steil zijn. De zandgolven hebben

aan de zijde waar de zandgolven naar toe bewegen taluds die tot ca 25° steil kunnen zijn. Om de kabel daar wel te kunnen begraven moeten die taluds vlakker worden gebaggerd voorafgaande aan het begraven van de kabels.

4.3 Toegang tot ondiepe delen van de route

De derde reden om te baggeren hangt samen met het krijgen van toegang tot alle delen van de route. Soms loopt een kabelroute over een ondiepte heen waar de kabelinstallatieschepen niet kunnen komen, omdat het daar te ondiep is. Ondieptes worden vooraf zo veel mogelijk vermeden, maar dat is niet altijd mogelijk. Bovendien kunnen er ook ondieptes ontstaan tussen het moment waarop een route is gekozen en is vastgelegd in een ruimtelijk plan en vergunningen en het moment waarop een kabel moet worden geïnstalleerd; daar zitten meerdere jaren tussen. Het op dat moment verleggen van de kabelroute is dan vaak niet meer mogelijk, omdat die dan buiten de vergunde corridor zou komen te liggen. Ook in die situatie wordt gebaggerd om de kabels te installeren.

4.4 Baggeren op de aanlanding

Bij de aanlanding van de kabels op het strand gaat de kabel door een zone met hoge zeebodem mobiliteit. Op die plek vereist de vergunning een permanente gronddekking van minimaal 3 meter over de hele levensduur. Om de kabel voldoende diep te begraven bij de aanlanding moet vaak een deel van de zandbanken die direct voor het strand liggen weggebaggerd worden. Dit is nodig om überhaupt de benodigde diepte te kunnen bereiken met de kabels maar ook om over die zandbank heen te kunnen komen met het begraafapparaat en het ondersteunende materieel.

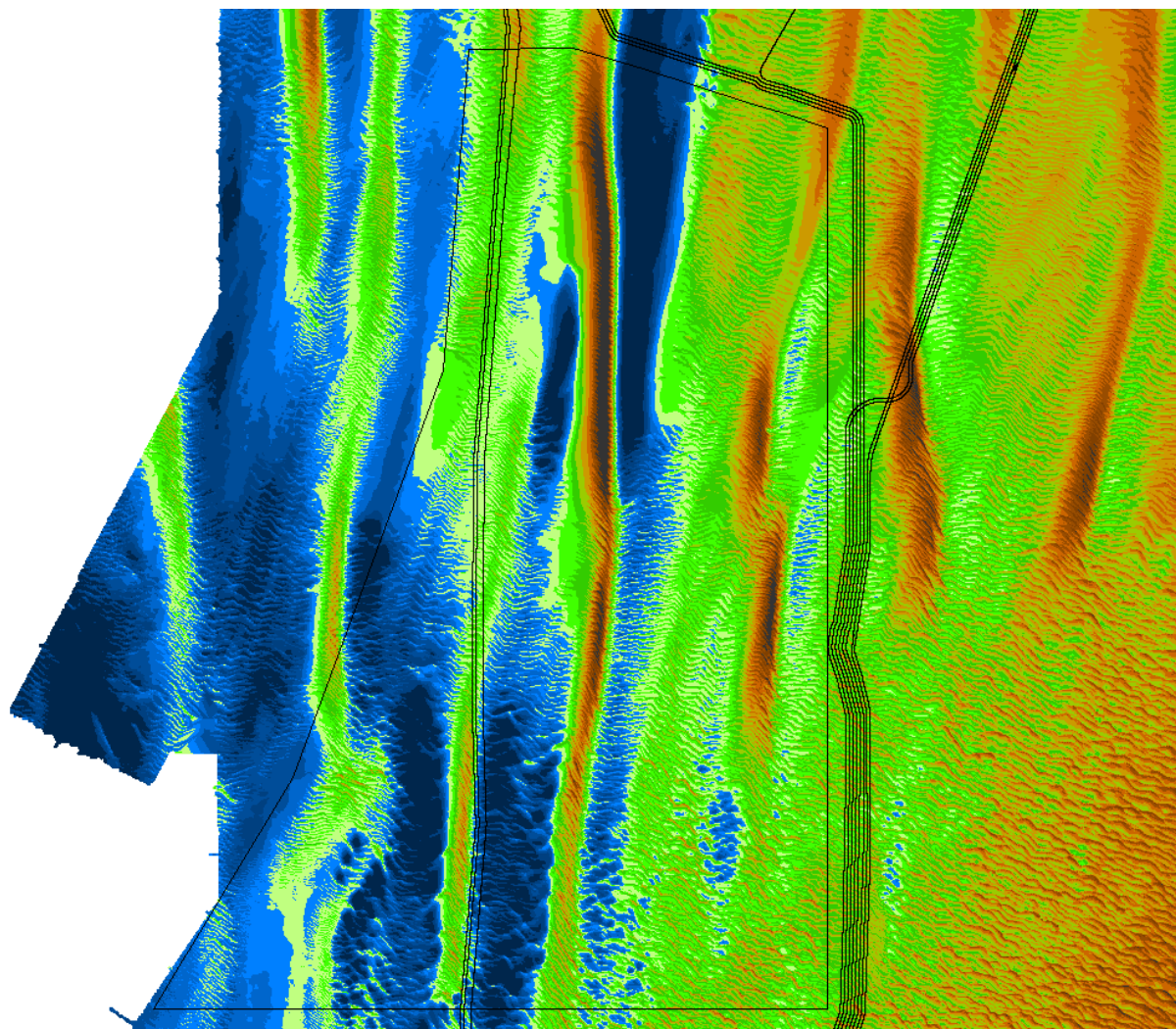
4.5 Non Mobile Reference Level (NMRL)

TenneT laat voor alle kabelroutes een zeebodem mobiliteitsstudie uitvoeren, voorafgaande aan de aanbesteding van de installatie. Die studie bepaalt voor de kabelroute een “non mobile reference level” (NMRL), wat een voorspelling is voor het laagste zeebed-niveau langs de kabelroute voor de levensduur van de kabel. Het NMRL wordt aangehouden als het referentieniveau voor het installeren van de kabels. Op die manier wordt de kans acceptabel klein gemaakt dat de gronddekking op de kabel gedurende de levensduur niet meer voldoet aan de eisen.

Voorafgaande aan de installatie van de kabels worden de mobiele zandgolven gebaggerd tot iets boven het NMRL. De precieze afstand van het baggeren tot het NMRL wordt door de aannemer bepaald, op basis van de uitvoeringsmethode en planning van de aannemer. Voor de milieueffectrapportage (MER) die door TenneT wordt opgesteld voor een Net op zee wordt uitgegaan van baggeren tot 0,5 meter boven het NMRL. Voor het MER wordt ook rekening gehouden met onderhoud aan de te baggeren profielen, voorafgaande aan het leggen en begraven van de kabels en met een baggertolerantie. De praktijk heeft laten zien dat de inschattingen die TenneT voor de baggerhoeveelheden in de zandgolven heeft gemaakt voor het MER realistisch conservatief zijn in vergelijking met de hoeveelheden die bij de uitvoering daadwerkelijk door de aannemers worden gebaggerd.

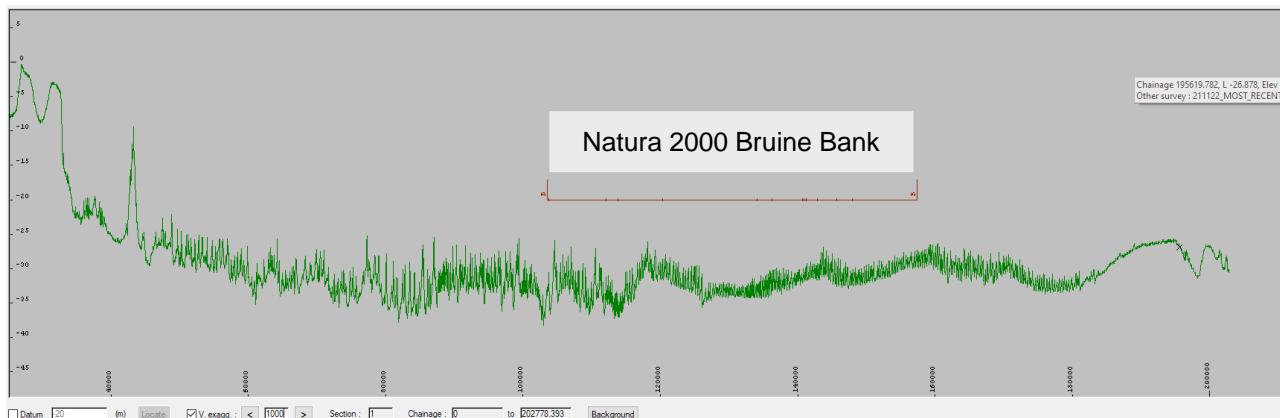
5 Bruine Bank

De route van scenario 1 lopen door het Natura 2000 natuurbeschermingsgebied Bruine Bank heen. Deze routeopties lopen over een zandbank die ten westen van de Bruine Bank ligt, die duidelijk zichtbaar is in Figuur 5 als de bruin gekleurde ondiepte die in noord-zuid richting ligt, ten oosten van de verbindingen.



Figuur 5 Bathymetrie (waterdiepte) van het Bruine Bank gebied, met de kabelroute-opties door en nabij dat gebied

In Figuur 5 zijn ook de zandgolven zichtbaar. Vrijwel overal in het gebied de Bruine Bank komen zandgolven voor.



Figuur 6 Langsdoorsnede van route 4^e 2 GW DC West, met een indicatie van het Bruine Bank gebied (horizontale lijn)

In Figuur 6 is een langsdoorsnede weergegeven langs de 4^e 2 GW DC West routeoptie van scenario 2 en 3. De verticale schaal is 1.000 keer vergroot ten opzichte van de horizontale schaal, om de zandgolven zichtbaar te laten zijn. Het gebied Bruine Bank is aangegeven met een horizontale lijn boven het (groene) zeebed. Het is duidelijk dat deze route-optie binnen de Bruine Bank heel veel zandgolven kruist. Ook de 5^e 2 GW DC West en de 8^e 2 GW DC West route kruisen zandgolven, nagenoeg evenveel.

6 Baggervolumes

6.1 Berekenwijze indicatieve bagger volumes voor de zandgolven

Om de corridors en scenario's' onderling op het punt van baggeren te kunnen vergelijken met elkaar, voor de thematische analyse, zijn voor de routeopties de baggerhoeveelheden ingeschat. Voor de inschattingen is vastgesteld langs hoeveel kilometer van de routeopties zandgolven voorkomen. Daarvoor is een 3D-model gemaakt van bathymetriedata die bij Rijkswaterstaat is opgevraagd.

Voor de afschatting van de baggerhoeveelheden is 50.000 m³/km gebruikt als baggervolume voor de secties met zandgolven. Dat blijkt een realistisch-conservatieve aanname, die op basis van eerdere projecten is vastgesteld.

Voor het MER is voor de extra verbinding Sloegebied gerekend met baggervolumes voor de zandgolven die iets lager liggen van de volumes die in deze memo voor deze extra verbinding Sloegebied is opgenomen. Voor die kabelroute is een meer gedetailleerd ontwerp gemaakt voor het baggeren van de zandgolven. Een meer gedetailleerd ontwerp resulteert in iets lagere volumes dan de realistisch-conservatieve inschatting van 50.000 m³/km die in deze memo wordt gebruikt. Er is niet met zekerheid te zeggen dat die lagere hoeveelheden per km ook van toepassing kunnen zijn op de andere verbindingen. Daarom is in het kader van de thematische analyse voor alle routeopties dezelfde 50.000 m³/km toegepast, om het onderling vergelijken mogelijk te maken.

Voor de thematische analyse is enkel gerekend aan de baggerhoeveelheden voor het baggeren van de zandgolven, omdat die hoeveelheden sterk kunnen variëren met de lengtes van de routes. De

baggerhoeveelheden voor de aanlandingen en voor het passeren van ondieptes zijn niet meegenomen in deze vergelijking, omdat die hoeveelheden niet tot significante verschillen leiden tussen de routeopties op zee. De verschillen in (gedetailleerde) baggervolumes op en nabij de aanlandingen vallen voor de baggerhoeveelheden daarom buiten het kader van de thematische analyse.

6.2 Baggervolumes voor de route-alternatieven

Tabel 2 Route lengtes en baggervolumes voor de zandgolven

3 scenarios for Nederwiek and Lagelander route options; estimated dredging volumes for sand wave pre-sweeping								
Scenario	Route	Landfall / To	Corridor	Total route length [km]	Sand Wave areas [#]	Sand wave areas length [km]	Bruine Bank Sand Waves dredging volume [m3]	Total dredging volume for sand waves, including Bruine Bank [m3]
1	4th 2GW DC BSL Midden	Borssele	Midden	213	4	135	-	6,800,000
	5th 2GW DC MVL Midden	Maasvlakte	Midden	204	2	132	-	6,600,000
	6th 2GW DC GB Midden	Geertruidenberg	Midden	289	3	128	-	6,420,000
	7th 2GW DC MVL Midden	Zuid Holland	Midden	193	1	114	-	5,700,000
	8th 2GW DC ZL Midden	Zeeland	Midden	213	2	120	-	6,010,000
Total for scenario 1				1112	12	629	-	31,530,000
2	4th 2GW DC BSL West	Borssele	West	203	3	148	2,700,000	7,400,000
	5th 2GW DC MVL West	Maasvlakte	West	206	1	142	2,700,000	7,200,000
	6th 2GW DC GB West	Geertruidenberg	West	292	2	146	2,700,000	7,300,000
	7th 2GW DC ZH Oost	Zuid Holland	Midden	193	1	114	-	5,700,000
	8th 2GW DC ZL Midden	Zeeland	Midden	213	2	120	-	6,010,000
Total for scenario 2				1107	9	670	8,100,000	33,610,000
3	4th 2GW DC BSL West	Borssele	West	203	3	148	2,700,000	7,400,000
	5th 2GW DC MVL West	Maasvlakte	West	206	1	142	2,700,000	7,200,000
	6th 2GW DC GB Midden	Geertruidenberg	West	292	2	146	2,700,000	7,300,000
	7th 2GW DC ZH Oost	Zuid Holland	Oost	181	2	115	-	5,800,000
	8th 2GW DC ZL Oost	Zeeland	Oost	202	3	122	-	6,105,000
Total for scenario 3				1084	11	673	8,100,000	33,805,000

In de bovenstaande Tabel 2 staat voor de verschillende route opties het volgende:

- De bestemming van de routes op land
- De corridor die gevolgd wordt
- De totale lengte van de routes op zee en door de binnenwateren. De lengte van de landroutes (bijvoorbeeld over land naar Borssele en over de Maasvlakte) is hier niet bij opgenomen.
- Voor de 7^e en de 8^e routes zijn geen landroutes of routes door binnenwateren meegenomen in de totale lengte, omdat van deze routes niet verder zijn getekend dan tot aan de aanlanding vanuit zee.
- Het aantal gebieden met zandgolven dat wordt doorkruist
- De lengte van de gebieden met zandgolven langs de routes
- Het volume dat binnen het Bruine Bank gebied gebaggerd moeten worden voor de zandgolven
- Het totale volume dat voor het baggeren van de zandgolven waar voor de aanvraag van de vergunning mee gerekend zal moeten worden.

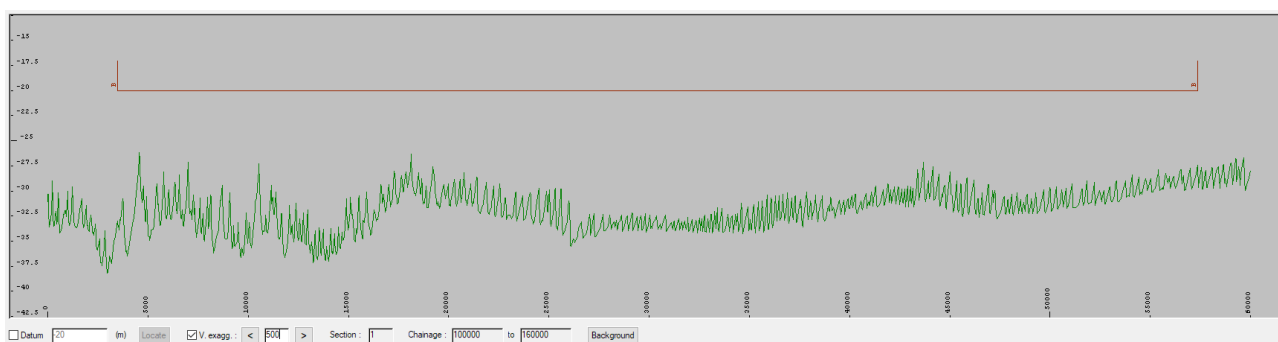
Uit de Tabel 2 kan het volgende worden opgemaakt:

1. Wanneer de kabels door de midden corridor worden aangelegd, zoals in scenario 1, dan is het totale baggervolume voor de routes het kleinst, hoewel het verschil met ca 7% tussen de scenario's niet groot is.
2. Het baggervolume voor de westelijke routes binnen het Bruine Bank gebied is net iets minder dan 25% van het totale baggervolume voor scenario 2 en 3.
3. Scenario 1 leidt tot ca 3% langere kabelroutes (29 km langer) en scenario 2 tot ca 2% langere kabelroutes (24 km langer), vergeleken met scenario 3. Dat zijn zeer kleine verschillen.

6.3 Baggervolumes in het Bruine Bank gebied

De routeopties die door het Natura 2000-gebied Bruine Bank lopen hebben binnen de Bruine Bank een lengte van 53,9 km. Langs de volledige lengte van de tracés door dat gebied worden zandgolven doorsneden. Voor het baggeren van de zandgolven binnen de Bruine Bank komt de inschatting uit op ca. 2.700.000 m³, met andere woorden een substantiële hoeveelheid.

In Figuur 5 is overigens te zien dat de ligging van de 4^e, 5^e en 6^e westelijke route opties precies in de lengterichting over een zandbank loopt. Dat is suboptimaal voor de installatie. In ondieper water werken de golven meer in op de bodem dan in dieper water, wat de gronddekking op de kabel beïnvloedt. Wanneer die routes iets naar het westen zouden worden verlegd, dan lopen de routes door dieper water en kruisen ze ook iets minder zandgolven. Het baggervolume in de Bruine Bank kan daardoor niet veel, maar iets afnemen.



Figuur 7 Langsdoorsnede van route 4e west, binnen het Bruine Bank gebied

Figuur 7 heeft een horizontale schaal die 500 keer groter is dan de verticale schaal. Daardoor zijn de zandgolven goed zichtbaar: de zandgolven zijn de zichtbare piekjes op de langsdoorsnede. De zandgolven zijn in dit gebied tussen de ca 1 en 3 meter hoog.

7 Conclusies

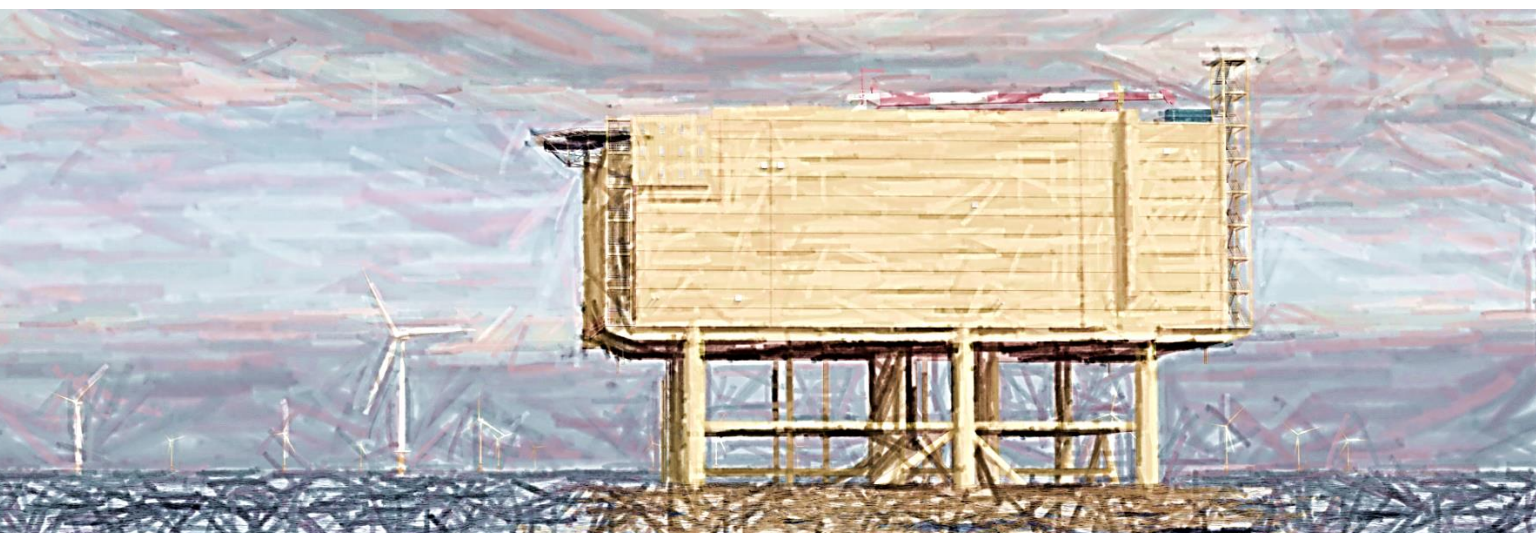
1. Van de drie beschouwde scenario's voor het aansluiten van de zoekgebieden 1, Nederwiek, en 2, Lagelander, op het elektriciteitsnet op land, moet voor scenario 2 7% meer gebaggerd worden voor het vlakken van zandgolven en voor scenario 3 ook 7% meer, in vergelijking met scenario 1. Dat hangt direct samen met de groter lengte van de routes van scenario's 2 en 3 door gebieden met zand golven.
2. De westelijke routeopties 4^e west, 5^e west en 6^e west lopen door het Natura 2000-gebied Bruine Bank. Voor het gedeeltelijk wegbaggeren van de zandgolven op deze routes in het Bruine Bank gebied, met als doel om onderhoud aan de begraafdiepte over de levensduur te voorkomen, moet per route ca 2,7 miljoen kubieke meter zand worden gebaggerd en naast de route binnen de corridor verspreid. Voor de drie westelijke routeopties samen komt dat neer op 8,1 miljoen kubieke meter. Dat komt neer op ca 25% van het totale baggervolume voor het vlakken van zandgolven van de beschouwde routes.
3. De routes in de westelijke corridor zullen binnen de Bruine Bank in een latere fase iets verlegd moeten worden naar het oosten, omdat de huidig beschouwde routes samenvallen met de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) internetkabelroute. Daardoor zullen de kabels iets dichterbij de Bruine Bank zandbank komen te liggen, die in het midden van het Natura 2000 gebied "Bruine Bank" ligt. Het baggervolume zal daardoor niet wezenlijk veranderen.

Referenties

- [1] Memo ankerrisico voor TA Extra Wind op zee, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [2] Memo Kruisingen voor TA Extra Wind op Zee R02, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [3] Memo Baggervolumes voor TA extra Wind op Zee R03, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [4] Memo Scheepvaartdichtheid voor TA extra Wind op Zee R01, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [5] Improved anchor risk analysis - V0.2, LG-011-01, Dirk Luger, 02-11-2021
- [6] Risk Based Burial Depth study IJmuiden Ver, IV12345-G-DES.06.209-2GW-MA-Risk_Based_Burial_Depth_Study, ACRB Romke Bijker en MARIN Yvonne Koldenhof, December 2020
- [7] Assessment of seaside loads on landfall support structure Wijk aan Zee, Deltares, 11206427-000-HYE-0001, november 2021



Bijlage C Memo scheepvaartdichtheidsanalyse Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



AAN Rijkswaterstaat Zee en Delta

DATUM 17 maart 2022

REFERENTIE

VAN

Wino Snip TenneT E&S

ONDERWERP Thematische analyse extra Wind op Zee, scheepvaartdichtheidsanalyse

VOOR INFORMATIE

BESLUITVORMING

1 Inleiding

Gebundelde (in de zin van parallelle) aanleg van de Net op zee hoogspanningskabels, die de aan te leggen windenergiegebied IJmuiden Ver, zoekgebied 1, “Nederwiek”, en zoekgebied 2, “Lagelander”, op zee zullen verbinden met het elektriciteitsnetwerk op land, heeft tot gevolg dat in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee meerdere stroomkabels parallel aan elkaar in de bodem van de zee begraven zullen liggen. Voor het aansluiten van de windenergiegebied Borssele, Hollandse Kust (zuid), - (noord) en (west) liggen de exportkabels over grote lengte van de routes al parallel aan elkaar. Voor die parken gaat het om 4 DC kabels maximaal die parallel aan elkaar liggen. Voor het aansluiten van de parken IJmuiden Ver, Nederwiek en Lagelander en eventueel voor Hollandse Kust (zuidwest), zullen tot 8 kabels parallel mogelijk aangelegd kunnen gaan worden in het gebied dat zich globaal uitstrekt van het lichteiland Goeree, net ten zuiden van de Eurogeul tussen de ankergebieden 4 West en 4 Oost in, tot aan de westzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). De afstand tussen die parallelle stroomkabels zal in de orde van grootte 200 meter zijn. In overleg hebben EZK, TenneT en Rijkswaterstaat besloten om eind van 2021, begin 2022 een thematische analyse uit te voeren op een aantal aspecten van de parallelle aanleg. Deze memo is een bijdrage voor die thematische analyse op het thema van de ankerrisico's.

2 Afbakening van de technische memo's

Voordeel van parallelle aanleg zit met name in het efficiëntere ruimtegebruik op de Noordzee en in het feit dat door parallelle aanleg meerdere kabels een zo kort mogelijke route kunnen volgen. Een zo kort mogelijke route beperkt de kosten voor de aanleg, het beheer en onderhoud. Een zo kort mogelijke route beperkt ook de elektrische verliezen over de verbinding tussen het offshore windpark en land. Daardoor worden de maatschappelijke kosten lager.

Er zijn ook (mogelijke) nadelen van gebundelde ligging van de elektriciteitskabels. Om een weloverwogen keuze te kunnen maken voor het doorvoeren van de (mate van) parallel aanleggen van kabels/bundeling moeten de nadelen afgewogen worden tegen de voordelen. In overleg met Rijkswaterstaat zijn (onder meer) de volgende nadelen naar voren gekomen als onderwerpen om in de thematische analyse te adresseren:

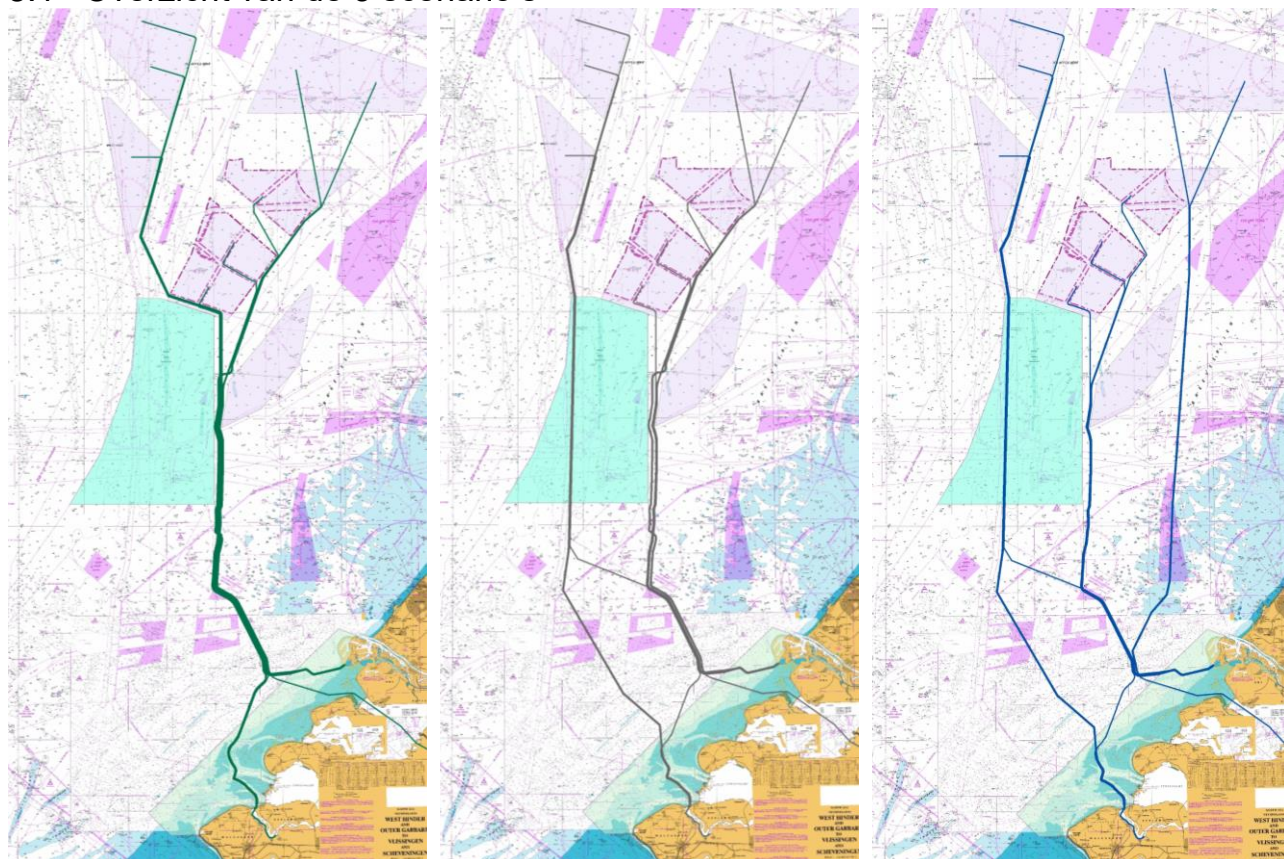
1. De strook tussen een scheepvaartroute op zee en een windenergiegebied, zoals bijvoorbeeld ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (west), dient (ook) als een soort vluchtstrook voor

scheepen met problemen. Daar kunnen ze in nood ankeren zonder de scheepvaart in de scheepvaartroute te hinderen en zonder het windenergiegebied in te gaan. Verreweg de meeste schepen mogen de windenergiegebieden niet in. Als in die strook meerdere parallelle elektriciteitskabels liggen, is de vraag wat dat betekent voor de veiligheid van die kabels en is het de vraag wat gedaan kan worden om de kans op schade aan die kabels te verkleinen. Dit komt aan de orde in voorliggende technische memo over de scheepvaardichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].

2. In een eerdere fase zijn meerdere routealternatieven verkend voor de kabels op zee naar het toekomstige windenergiegebied in het gebied IJmuiden Ver. Wanneer besloten zou worden om het bundelen van kabels in omvang te beperken, om bijvoorbeeld de hinder voor de scheepvaart te verminderen of om welke reden dan ook, dan zouden enkele kabels in plaats van de parallelle gebundelde routes andere route moeten volgen. (Uit de RBBB studie blijkt dat verspreiden van de kabels over meerdere corridors niet leidt tot een kleinere kans op een scheepvaart gerelateerd incident aan een van de kabels maar eerder tot een toename van de kans op een dergelijk incident, omdat bij het gebruik van meerdere corridors tegelijkertijd meerdere schepen in de nabijheid van kabels zijn in vergelijking met de aanleg van de kabels in een enkele corridor). Die routes zijn in de regel langer. Omdat die routes ook door uitgestrekte gebieden met mobiele zandgolven op de bodem van de zee lopen, zullen die routes ook meer baggerwerk nodig hebben, voorafgaande aan de aanleg van de kabels. De vraag is hoeveel meer baggerwerk daarvoor nodig is. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [3]. Positief zou het wel kunnen zijn vanuit het perspectief van de kans op schade aan de kabels, wanneer kabels in corridors gelegd worden waar veel minder scheepvaart bij in de buurt komt, bijvoorbeeld in het Bruine Bank gebied.
3. Toekomstige kabels en pijpleidingen moeten de parallelle stroomkabels kunnen kruisen. De vraag is hoe dat er uit zal kunnen zien en wat voor gevolgen dat kan hebben. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [1].
4. De Nederlandse Noordzee is een zeer druk bevaren zeegebied. De kabels van het Net op zee zullen meerdere scheepvaartroutes moeten kruisen. Daar waar de kabels in, of in de nabijheid van, drukbevaren scheepvaartroutes liggen, moet gerekend worden met een hogere kans op schade aan de kabels door scheepvaart gerelateerde incidenten, zoals het zinken van schepen, nood-ankeren en het verliezen van lading. Dat is onderwerp van de Risk Based Burial Depth studies die worden uitgevoerd voor het IJmuiden Ver project door ACRB en MARIN en van de memo over de ankerrisico's die bij 1. hierboven is genoemd. Daar waar kabels in de bodem van de zee liggen moet ook rekening gehouden worden met mogelijk aangepast gedrag van de scheepvaart, die in principe zal willen voorkomen om op of direct nabij kabels te ankeren. Daarom is in het kader van de thematische analyse gekeken naar de ligging van de kabels voor Net op zee in relatie tot de scheepvaardichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].

3 De drie scenario's van de thematische analyse

3.1 Overzicht van de 3 scenario's



Figuur 1 De scenario's 1 (links), 2 (midden) en 3 (rechts) van de thematische analyse

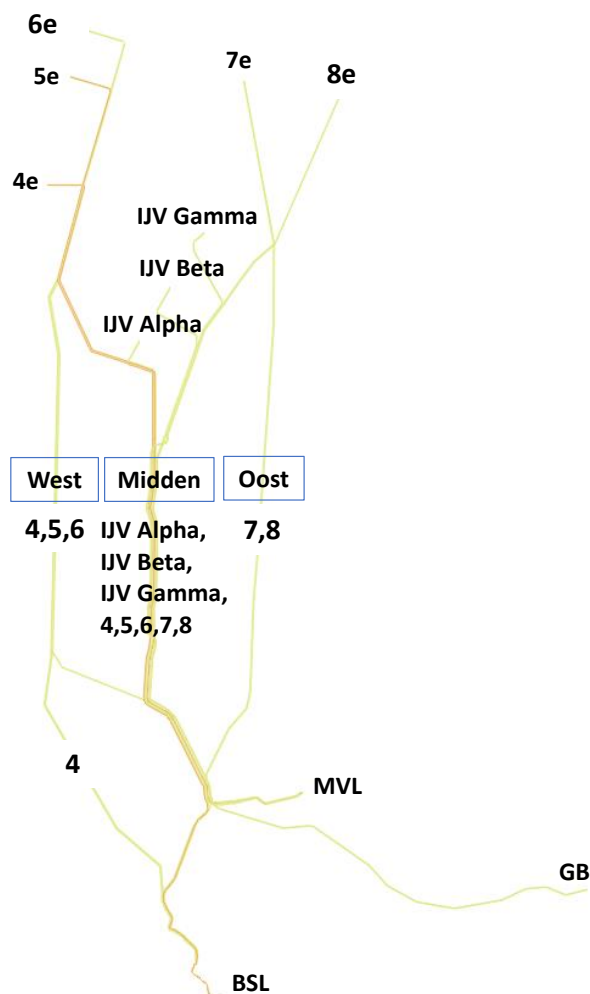
Voor deze thematische analyse zijn 3 scenario's met elkaar vergeleken voor het aansluiten van de toekomstige windenergiegebied IJmuiden Ver, Nederwiek (ten noordwesten van IJmuiden Ver) en Lagelander (ten noorden van IJmuiden Ver). Voor het aansluiten van deze windenergiegebied zijn 8 DC kabelverbindingen van elk 2 GW nodig. De kabels worden, daar waar ze parallel aan elkaar lopen, op 200 meter uit elkaar in de bodem van de zee begraven. Aan weerszijde van de buitenste kabels wordt een vrije zone van 500 meter aangehouden voor veiligheid en onderhoud. De 500 meter brede onderhoudszone aan de buitenzijde van een corridor met één of meerdere kabels kan overlappen met de 500 meter zone rondom een offshore windenergiegebied of van een andere kabel of pijpleiding.

1. Bij scenario 1 lopen alle 8 de kabelroutes gebundeld door een midden-corridor. De corridor in het middengebied wordt daarmee $7 \times 200 + 2 \times 500 = 2.400$ meter breed.
2. Bij scenario 2 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 5 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steekt ten zuiden van de Bruine Bank 2 kabels over naar de midden-corridor en lopen er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt $2 \times 500 = 1.000$ m breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed.

De midden corridor zou in dat geval $5 \times 200 + 2 \times 500 = 2.000$ m breed kunnen worden, daar waar de kabels parallel aan elkaar op 200m tussenruimte gelegd kunnen worden. (Het voorbehoud betreft hier de locaties waar andere onderling kruisende kabels en leidingen gekruist moeten worden, daar moet afstand gehouden worden tot die kruisingen, waardoor de corridor daar breder moet zijn).

3. Bij scenario 3 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 3 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steken ten zuiden van de Bruine Bank twee kabels over naar de midden corridor en loopt er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Door een oostelijke corridor lopen 2 kabels uit Lageland parallel naar het zuiden toe. Ter hoogte van de Eurogeul en net ten noorden van ankergebieden 4 West en 4 Oost voegen deze 2 kabels uit de oostelijke corridor zich bij de 3 kabels uit de midden corridor en 2 kabels uit de westelijke corridor. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt 1.000 meter breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in het worst case geval van vijf parallele verbindingen $4 \times 200 + 2 \times 500 = 1.800$ m breed kunnen worden. De oostelijke corridor is dan $200 + 2 \times 500 = 1.200$ meter breed.

3.2 De beschouwde routeopties voor Nederwiek en Lagelander



Figuur 2 De beschouwde route opties voor de 3 scenario's om de zoekgebieden 1 en 2 aan te sluiten op land

De 2 GW DC verbindingen zijn als volgt in de 3 scenario's opgenomen:

Tabel 1 De gebruikte corridors per scenario voor de 8 stuks 2 GW DC verbindingen

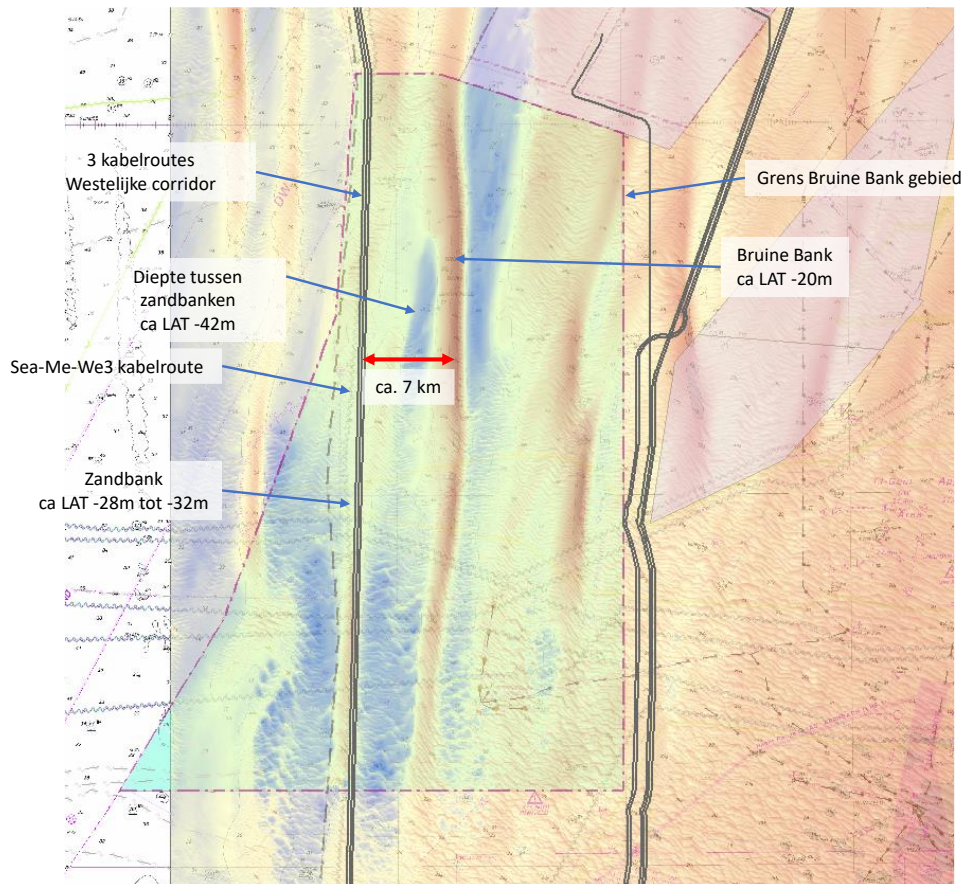
Verb.	Van		Naar	Corridor per scenario		
				1	2	3
1e	IJmuiden Ver	Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden
2e	IJmuiden Ver	Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
3e	IJmuiden Ver	Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
4e	Nederwiek	Alpha	Borssele	Midden	West	West
5e	Nederwiek	Beta	Maasvlakte	Midden	West	West
6e	Nederwiek	Gamma	Geertruidenberg	Midden	West	West
7e	Lagelander		Zuid Holland	Midden	Midden	Oost
8e	Lagelander		Zeeland	Midden	Midden	Oost

Opmerking bij de tabel: de 5^e en de 6^e routes volgen in scenario 2 en 3 voor een groot deel de westelijke corridor, maar steekt ten zuiden van het Bruine Bank gebied over naar de midden-corridor. Zie Figuur 1 en Figuur 2. Alleen de 4^e route volgt de hele westelijke corridor.

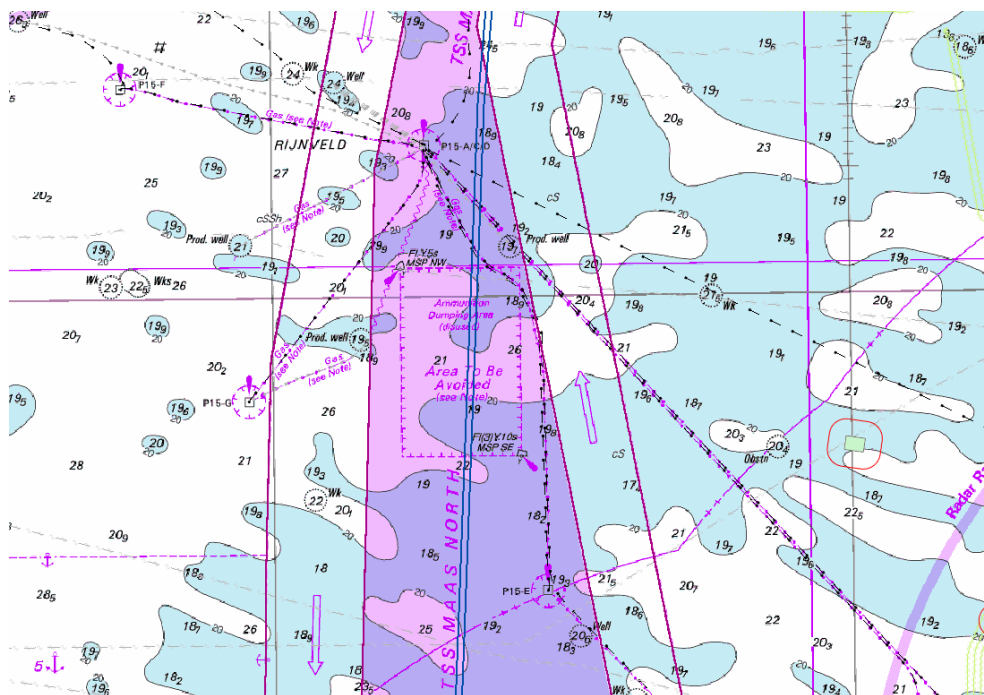
3.3 Opmerkingen bij de 3 scenario's

Bij deze scenario's moet het volgende worden opgemerkt:

- Voor wat betreft de westelijke en de oostelijke corridor zijn de kabelroutes vrij eenvoudig getrokken rechte lijnen. Het zijn nog niet nader uitgewerkte routes met betrekking tot specifiek te ontwijken gebieden of obstakels op zee. Deze routes zijn ook nog niet geoptimaliseerd met betrekking tot hun ligging ten opzichte van de bathymetrie.
- De westelijke corridor loopt in het Natura 2000 gebied van de Bruine Bank in de lengte richting over een zandbank in plaats van door een dal tussen de zandbanken. De kabels in deze corridor vallen op die plek samen met de route van de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) datakabelroute. Zie Figuur 3. De uiteindelijke routes voor kabels in dit gebied zullen iets meer naar het oosten gelegd moeten worden, in de richting van de Bruine Bank. Bovendien zou het beter zijn de rug van de zandbank, indien en waar mogelijk, te vermijden omdat de zeebodem daar meer beïnvloed zal worden tijdens stormen dan de zeebodem in het dal tussen de zandbanken in. Daarmee zullen de routes ca. 3 – 4 km meer naar het oosten moeten komen te liggen, op ca. 3 km ten westen van de Bruine Bank zelf. Zie Figuur 3.
- De oostelijke corridor ligt in het Rijnveld gebied midden tussen twee scheepvaart routes van het scheidingsstelsel van de TSS Maas Noord. In dat gebied ligt een munitie dumpgebied waar deze routes nu dwars doorheen lopen. De uiteindelijke routes zullen verlegt moeten worden naar het westen of naar het oosten van de TSS Maas Noord, omdat de kosten en risico's die samenhangen met het aanleggen van kabels door een munitie dumpgebied naar alle waarschijnlijkheid disproportioneel zullen uitvallen. Ter indicatie: het onderzoeken en identificeren van een enkel munitie object op de bodem van de zee kost in de orde van grootte EUR 10.000 tot 20.000. In dit gebied zullen naar verwachting enkele honderden van dergelijke objecten op de kabelroutes liggen. Zie Figuur 4. Voor de thematische analyse is uitgegaan van de drie corridors zoals die eerder zijn vastgelegd en niet van aangepaste en geoptimaliseerde varianten van de corridors.



Figuur 3 De waterdieptes in de westelijke corridor in het Bruine Bank gebied met de Sea-Me-We3 kabelroute



Figuur 4 De kabelroutes in de oostelijke corridor lopen in het TSS Maas Noord door een munitie-dumpgebied

3.4 Optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors

Uitgangspunt van de Thematische Analyse zijn de westelijke, midden en oostelijke corridors zoals die in een eerdere fase zijn vastgelegd. Het in detail optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors voert verder dan het kader van deze Thematische Analyse, maar hoog over zou er al wel het volgende over gezegd kunnen worden.

Optimaliseren van de westelijke corridor zou kunnen door alle kabels die in deze corridor zouden moeten komen te liggen niet door de Maas Junction te leggen, maar ze alle 3 TSS Maas West over te laten steken samen met andere kabels. Pas ten noorden van TSS Maas West zouden die drie kabels dan naar het westen naar de Bruine Bank kunnen lopen, zoals dat nu al het geval is met 2 van de 3 kabels die bij scenario 2 en 3 via de westelijke corridor lopen. Op die manier wordt Maas Junction vermeden.

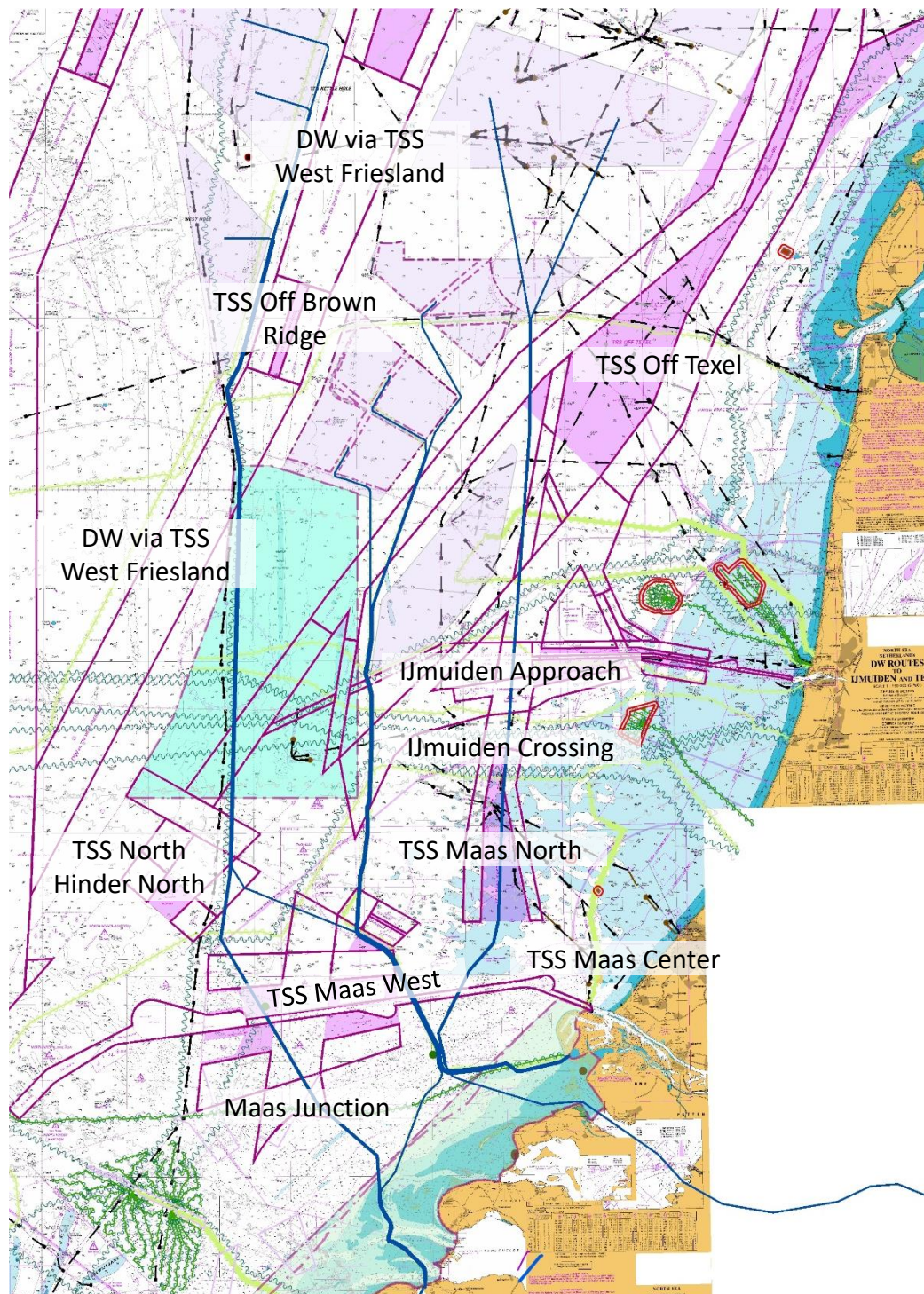
Optimaliseren van de oostelijke corridor zou kunnen door de kabels die deze corridor volgen meer naar het oosten te leiden en ze in de strook tussen de TSS Maas Noord en het windturbinepark Hollandse Kust (zuid) te leggen, tot het punt waar het munitiedumpgebied is gepasseerd. Daarna zouden de kabels in deze corridor weer tussen de scheepvaartzones in moeten komen te liggen, om de voldoende afstand tot de ankergebieden voor IJmuiden te kunnen houden.

4 Scheepvaardichtheid

4.1 Ligging ten opzichte van de scheepvaartroutes

Uit Figuur 5 kan het volgende worden afgeleid:

1. De westelijke corridor:
 - a. doorkruist het Maas Junction gebied in het midden en westen daarvan.
 - b. daarna loopt langs de oostzijde door het TSS North Hinder North
 - c. één van de kabels die bij scenario 2 en 3 in de westelijke corridor komt te liggen, voegt zich ter hoogte van TSS North Hinder North bij de twee andere kabels die door de Maas Junction lopen. Deze 3^e kabel loopt niet door de Maas Junction maar door de midden corridor tot onder ankergebied 5 Ankergebied 5 ligt ten noorden van TSS Maas West). Vanaf daar steekt deze kabel naar het westen door, richting de Bruine Bank.
 - d. De drie kabels kruisen daarna de diep water route van TSS West Friesland
 - e. na het doorkruisen van het Bruine Bank gebied ligt de westelijke corridor aan de westzijde van de TSS Off Brown Ridge.
2. De midden corridor:
 - a. doorkruist de noordoostelijke hoek van het Maas Junction gebied
 - b. daarna worden twee diepwaterroutes gekruist, die aan weerszijde van het toekomstige windturbinepark Hollandse Kust (west) liggen.
3. De oostelijke corridor:
 - a. loopt door de TSS Maas North, waarin het eerder genoemde munitiedumpgebied ligt
 - b. daarna liggende routes in de scheepvaartroute tot de TSS Off Texel
 - c. en tenslotte wordt de scheepvaartroute ten westen van TSS Off Texel gekruist.



Figuur 5 Ligging van de 3 scenario's ten opzichte van de scheepvaartroutes en kabels en leidingen

4.2 Relevantie van de scheepvaardichtheid voor de kabelroutes

Wanneer kabels worden aangelegd, dan gaat dat met een snelheid die zeer laag is ten opzichte van het scheepvaartverkeer. Leggen van een kabel zonder begraven gaat met ca 500 meter per uur = 0,14 kn en het begraven van een kabel gaat met ca 250 meter per uur = 0,27 kn, ter indicatie. Dat is orde honderd keer zo langzaam als de schepen die op zee varen. Het komt er dus op neer dat bij de aanleg van kabels de schepen die daarbij betrokken zijn praktisch stilliggen ten opzichte van het scheepvaartverkeer. Een oversteek van een scheepvaartroute die 4 km breed is, kost voor het leggen ca 8 uur en voor het begraven ca 16 uur. De oversteek van Maas Junction is ca 15 km lang. Dat duurt voor het leggen van een kabel ca 30 uur en voor het begraven ca 60 uur. In een gebied met kruisend scheepvaartverkeer introduceren praktisch stilliggende schepen een ongewenst aanvaringsrisico, dat zo veel mogelijk vermeden moet worden vanuit het oogpunt van de scheepvaartveiligheid. Daarom is ook bij het nader uitwerken van de midden corridor samen met de nautische autoriteiten veel aandacht uitgegaan naar het vermijden van gebieden met kruisend scheepvaartverkeer, vanuit het perspectief van het risico op aanvaringen.

Ook waar kabels in een gebied liggen met kruisend scheepvaartverkeer, kan schade aan de kabels door interne of externe oorzaken niet uitgesloten worden. Het repareren van een kabel kost, indicatief, tien dagen werk. Gedurende die tien dagen ligt het schip dat de reparatie uitvoert stil op de plek waar de reparatie uitgevoerd moet worden. Het is vanuit het perspectief van het aanvaringsrisico ongewenst dat een schip stilligt in een gebied met kruisend scheepvaartverkeer.

Om stilliggen in een druk gebied te voorkomen, zou de kabel in zijn geheel kunnen worden vervangen in het gebied met druk scheepvaartverkeer, wanneer een reparatie nodig is. Wanneer de Hollandse Kust (zuid) kabels bijvoorbeeld kapot zouden gaan in de Maasgeul, dan wordt er in de Maasgeul een nieuw stuk kabel geïnstalleerd en vindt het maken van de moffen plaats buiten de Maasgeul. De Maasgeul is 800 meter breed. Een kabel kost meerdere honderdduizenden Euro per kilometer. Wanneer voor een reparatie een hele kabel vervangen zou moeten worden in het gebied van de Maas junction, dan zou dat ettelijke miljoenen kosten voor enkel de kabel. Ook dat is een rede om het kruisen van een gebied als de Maas junction zo veel mogelijk te voorkomen.

De mogelijkheden van scheepvaart om schepen te vermijden die nagenoeg stilliggen in een scheepvaartroute, zijn groter wanneer dat gebeurt op plekken waar de scheepvaart in een enkele scheepvaartroute vaart. Daar is het risico op een aanvaring kleiner. Als scheepvaartwegen moeten worden overgestoken, gaat de voorkeur daarom uit naar het oversteken op plekken waar geen kruisende scheepvaart is. Dat geldt voor de aanleg van de kabels en nog meer voor het uitvoeren van reparaties.

Samenvattend komt het erop neer, dat het voor de veiligheid van de scheepvaart zaak is om de kabelroutes zo min mogelijk door gebieden met kruisend scheepvaartverkeer te leiden. De oversteeken van scheepvaartroutes dienen in nauwe afstemming met de nautische deskundigen gekozen te worden op plekken waar de mogelijkheden van de scheepvaart om de nagenoeg stilliggende kabelschepen te vermijden zo groot mogelijk zijn. Daarmee is in essentie niet de dichtheid van de scheepvaart het aspect dat de veiligheid van de scheepvaart beïnvloed wanneer het om activiteiten gaat die met de kabels samenhangen, maar meer aandacht die van de zeevarenden wordt gevraagd voor het overige

scheepvaartverkeer. Op plekken waar scheepvaartverkeer kruist, wordt veel aandacht gevraagd van de zeevarenden voor de overige scheepvaart. Ook zijn de mogelijkheden om uit te wijken dan vaak beperkter. Daardoor risico op een aanvaring met een kabelschip in een gebied met kruisend scheepvaartverkeer groter dan in een gebied met een enkele scheepvaartroute.

4.3 Ligging van de corridors ten opzichte van de scheepvaartdichtheid

Wanneer gekeken wordt naar de scheepvaartdichtheid, dan is het gebruikelijk om een onderscheid te maken tussen de route gebonden scheepvaart en de niet-route gebonden scheepvaart. De route gebonden schepen zijn de grotere schepen die van haven naar haven varen. Deze schepen kunnen als minder makkelijk manoeuvreerbaar worden beschouwd. Dit zijn ook de schepen met de grotere ankers. De niet route gebonden scheepvaart zijn schepen als vissers, baggerschepen, offshore support schepen die werken voor de olie en gas industrie of voor de windturbineparken op zee. Die schepen zijn in de regel beter manoeuvreerbaar en hebben kleinere ankers van het route gebonden scheepvaartverkeer.

In Figuur 6 zijn de scenario's 1, 2 en 3 weergegeven ten opzichte van de dichtheid van alle scheepvaart en in Figuur 7 ten opzichte van de dichtheid van de route gebonden scheepvaart. Eerst wordt ingegaan op de corridors in relatie tot de scheepvaartdichtheid. Vervolgens wordt ingegaan op de scenario's.

4.3.1 Corridors

West corridor

De westelijke corridor doorkruist de Maas Junction (zie Figuur 5), waar de dichtheid van kruisend scheepvaartverkeer hoog is. De mogelijkheden om de routes in de westelijke corridor te verleggen zodanig dat de Maas Junction wordt vermeden zijn zeer beperkt tot afwezig in verband met de ankergebieden nabij de Maas Junction. Elk verleggen van de routes brengt de routes dichterbij een ankergebied. Door de kabels eerst de midden corridor te laten volgen tot onder ankergebied 5 en de kabels dan naar het westen naar de westelijke corridor te leiden, kan Maas Junction worden vermeden. Dat is het geval voor 1 van de 3 kabels die bij scenario's 2 en 3 in de westelijke corridor liggen, namelijk voor de kabel die niet naar Zeeland maar naar de Maasvlakte loopt. Voor kruisingen met de scheepvaartroutes dienen in een later stadium afspraken gemaakt te worden met de nautische autoriteiten om het kabeltracé van verbindingen door de west corridor te optimaliseren.

Midden corridor

De midden corridor is doorgenomen met de nautische autoriteiten in het kader van Net op zee IJmuiden Ver en is geoptimaliseerd naar aanleiding van dat overleg. De kabelroutes van de midden corridor kruisen de scheepvaartroutes op plekken waar geen kruisend verkeer is. De ligging ten opzichte van de scheepvaartroutes en de kruisingen tussen scheepvaartroutes van deze corridor is daarop acceptabel bevonden.

Oost corridor

De oostelijke corridor doorkruist de scheepvaartroutes van en naar Rotterdam oostelijker dan de midden

corridor. De oostelijke corridor loopt daardoor door het gebied binnen Maas Center waar scheepvaartroutes samenkomen en kruisen.

De oostelijke corridor loopt ten noorden van de Maas Center door een gebied met een lage scheepvaartdichtheid. Hier loopt de corridor echter door een munitiedumpgebied. Dat is ongewenst in verband met risico's en kosten. De oostelijke corridor zal daarop moeten worden aangepast. Daardoor zal deze corridor tussen of het windturbinegebied Hollandse Kust (zuid) en een scheepvaartroute komen te liggen, of tussen het windturbinegebied Hollandse Kust (west) en een scheepvaartroute. Ook moet dan rekening gehouden worden met de ankergebieden 5 (ten noorden van TSS Maas West) en het ankergebied ten noorden van Hollandse Kust (zuid). Dit betekent dat de oostelijke corridor dan meerdere malen de scheepvaartroutes over zal moeten steken. Ten westen van IJmuiden moet de oostelijke corridor een gebied oversteken met kruisend scheepvaartverkeer, waar zuid-noord verkeer kruist met het oost-west verkeer dat naar IJmuiden/Amsterdam gaat of daar vandaan komt. Dat is een minder druk gebied dan Maas Junction of Maas Center, maar desalniettemin een gebied met kruisend scheepvaartverkeer. Voor kruisingen met de scheepvaartroutes dienen in een later stadium afspraken gemaakt te worden met de nautische autoriteiten om het kabeltracé van verbindingen door de oost corridor te optimaliseren.

4.3.2 Scenario's

Scenario 1 (0-8-0)

Bij scenario 1 worden de scheepvaartroutes overgestoken op plekken waar geen kruisend scheepvaartverkeer is. Daarmee is het risico op aanvaring dat samenhangt met de scheepvaartintensiteit bij dit scenario relatief laag ten opzichte van de andere scenario's.

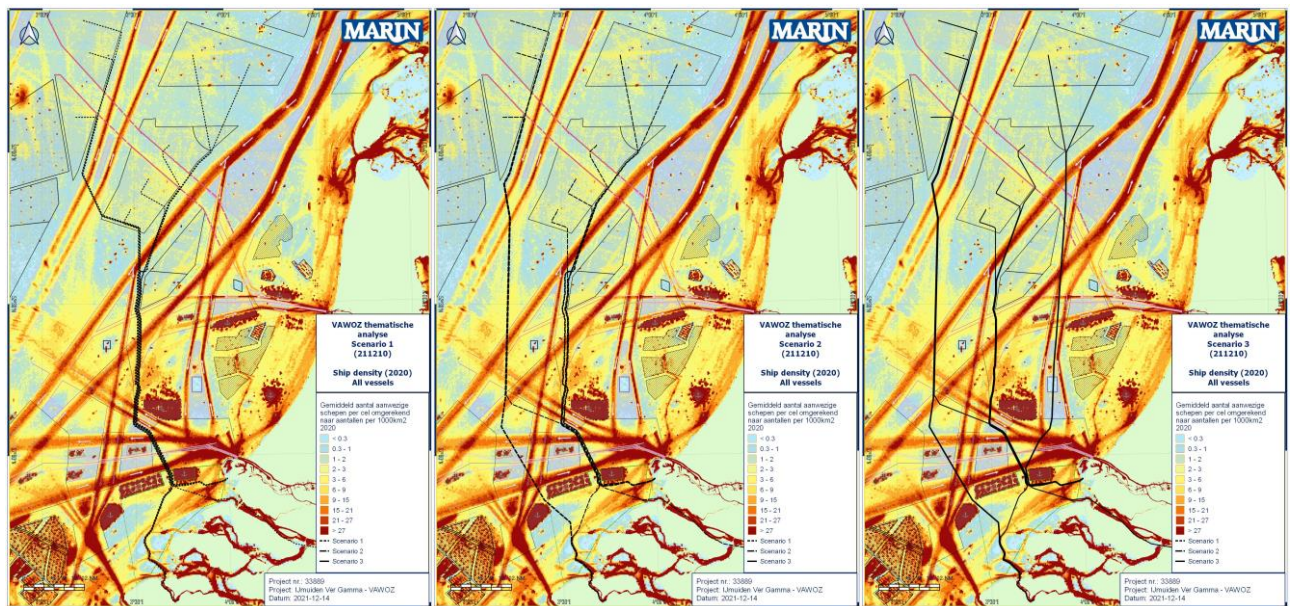
Scenario 2 (3-5-0)

Ten opzichte van scenario 1 wordt scenario 2 minder goed beoordeeld, doordat twee van de verbindingen via de west corridor het Maas Junction gebied doorkruisen waar een grote scheepvaartdichtheid is. De mogelijkheden om de Maas Junction te vermijden met het zuidelijke deel van de westelijke corridor zijn zeer beperkt, met name door de ligging tussen twee ankergebieden 4 West en Schouwenbank, waar dat zuidelijke deel van de westelijke corridor doorheen moet lopen. Een mogelijkheid om Maas Junction te vermijden bij de huidige ligging van de corridors, zou wel gevonden kunnen worden door de twee kabels die door de Maas Junction gaan, in plaats daarvan parallel te laten lopen aan de derde kabel de westelijke corridor volgt, maar die niet door het zuidelijke deel van de westelijke corridor loopt. Dat wil zeggen door alle drie die kabels parallel te laten lopen met de kabels in de midden corridor vanaf land tot voorbij TSS Maas West, en ze van daar af naar het westen naar de Bruine Bank te leiden. Wanneer een reparatie uitgevoerd moet worden, dan betekent dit dat er ca. 10 dagen lang een schip in de Maas Junction stil zal liggen. Bij eventueel herbegraven van een kabel zal ook meerdere uren tot een paar dagen een schip in de Maas Junction praktisch stilliggen. De spreiding van de verbindingen over twee corridors heeft het aanvaringsrisico van de scheepvaart vanuit dit perspectief een negatief effect. Dit effect is bij scenario 2 groter dan bij scenario 1.

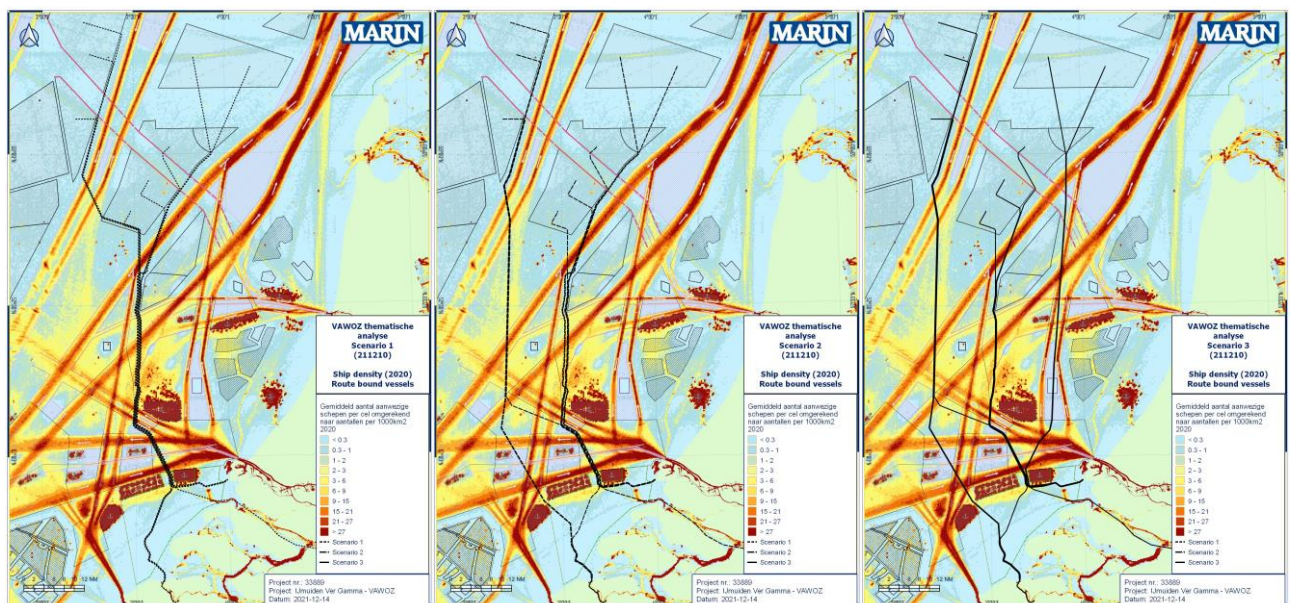
Scenario 3 (3-3-2)

Bij scenario 3 worden zowel door de verbindingen in de west corridor locaties met een hoge dichtheid aan

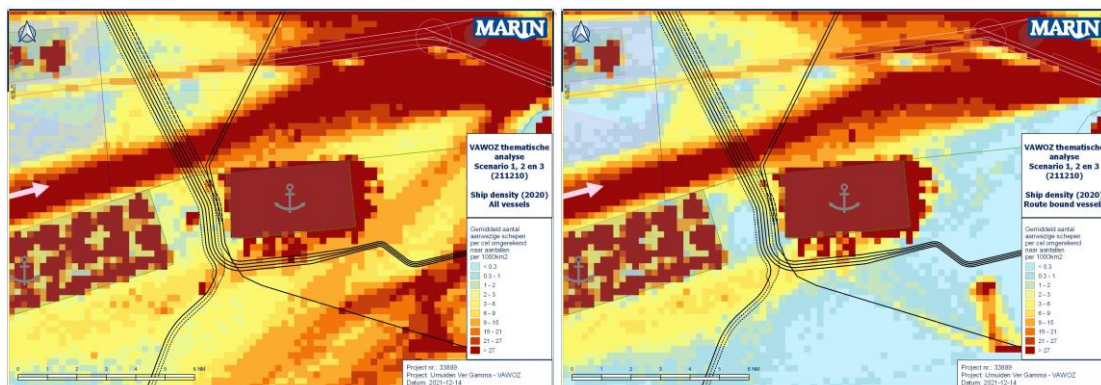
kruisend scheepvaartverkeer gekruist (Maas Junction) als door de verbindingen in de oost corridor (Maas Center en ter hoogte van IJmuiden). Dit betekent dat het aanvaarrisico tussen kabelschepen en de overige schaarvaart groter is dan bij scenario 1 of 2. Optimaliseren van de oostelijke route, om het munitie dumpgebied te vermijden, introduceert extra kruisingen met scheepvaartroutes. Optimaliseren om Maas Center te vermijden brengt de kabel routes waarschijnlijk dichterbij ankergebied 5, dat ten noorden van TSS Maas West ligt. Ook dat heeft een negatief effect op de kans op aanvaringen. Hiermee scoort scenario 3 slechter dan 2 en 1.



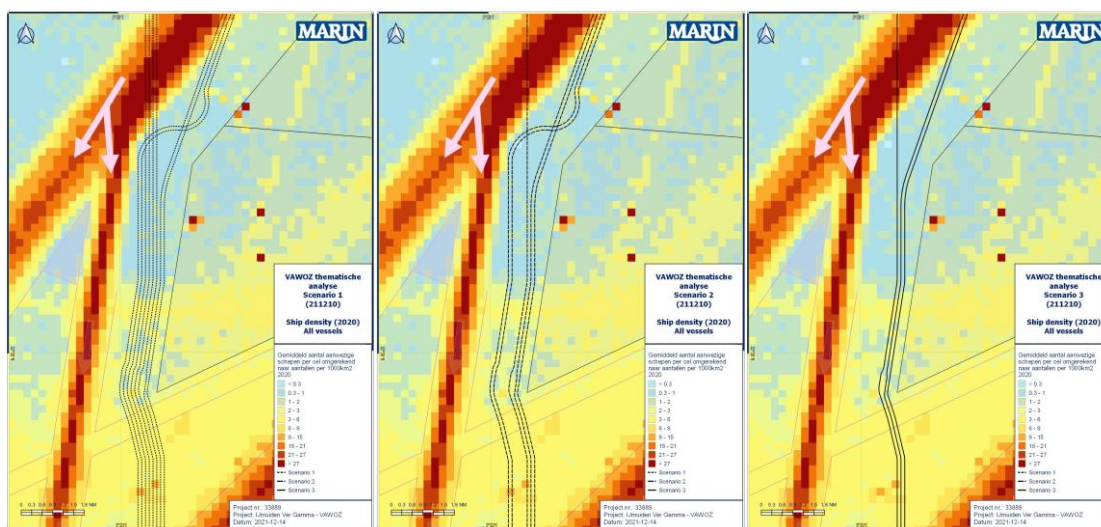
Figuur 6 Scenario's 1, 2 en 3 met de scheepvaardichtheid van alle schepen



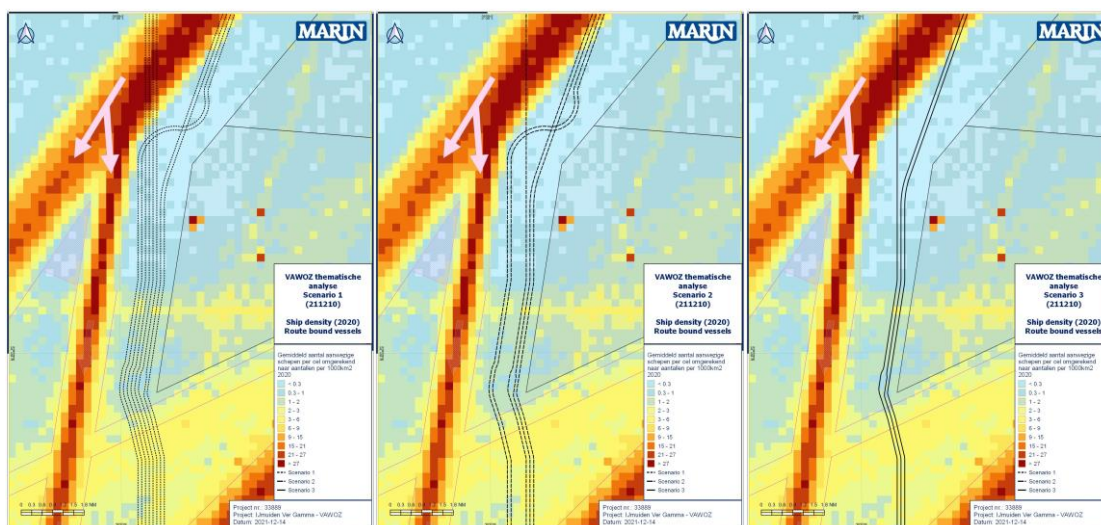
Figuur 7 Scenario's 1, 2 en 3 met de scheepvaardichtheid van de route gebonden schepen



Figuur 8 Gebied tussen ankergebieden 4 West en 4 Oost voor alle scheepvaart (l) en route gebonden scheepvaart (r)



Figuur 9 Gebied tussen de scheepvaartroute en het windturbinegebied Hollandse Kust (west) voor alle scheepvaart



Figuur 10 Gebied tussen de scheepvaartroute en het windturbinegebied Hollandse Kust (west) voor de route gebonden scheepvaart

5 Conclusies

1. De verbindingen van Net op zee IJmuiden Ver en de verbindingen naar windenergiegebied 1 en 2 lopen globaal van zuid naar noord. De scheepvaart in de Nederlandse Noordzee loopt voor een groot deel van west naar oost en andersom. Het is onvermijdelijk dat de kabels scheepvaartroutes zullen moeten kruisen.
2. De westelijke corridor loopt door het drukke Maas Junction gebied. De routes kunnen ter hoogte van de Maas Junction niet verlegd worden, omdat de routes dan tussen scheepvaartroutes en ankergebieden komen te liggen. Wel zouden verbindingen de midden corridor kunnen volgen tot onder ankergebied 5 (ten noorden van TSS Maas West) en vandaar doorsteken naar het westen, naar de westelijke corridor, zoals al het geval is voor één van de 3 verbindingen die bij scenario's 2 en 3 in de westelijke corridor liggen. Vanuit het oogpunt van scheepvaartdichtheid en het vermijden van gebieden met kruisend scheepvaartverkeer zou het noordelijke deel van de westelijke corridor goed geschikt kunnen zijn voor het aanleggen van kabels, vooropgesteld dat de kabels eerst (vanaf landzijde, van zuid naar noord) de midden corridor kunnen volgen, om zo het drukke Maas Junction gebied en de nauwe passage tussen de ankergebieden 4 West en Schouwenbank te vermijden. Daarmee kunnen de bezwaren van het doorkruisen van Maas Junction en de passage tussen de ankergebieden voor de westelijke corridor weggenomen worden.
3. De midden corridor is verder uitgewerkt dan de westelijke en de oostelijke corridor. Over deze corridor is ook meer in detail overleg geweest met de nautische autoriteiten, wat heeft geleid tot gedetailleerde aanpassingen van de plekken waar de scheepvaartroutes worden gekruist. De midden corridor loopt, anders dan de westelijke en oostelijke corridor, niet door gebieden met kruisend scheepvaartverkeer en vermijdt ook scheidingsstelsels (waar eenrichtingsverkeer geldt). Ook de midden corridor doorkruist scheepvaartroutes en de midden corridor ligt op plekken ook nabij gebieden met kruisend scheepvaartverkeer. De midden corridor is daarmee zeker geen corridor die vrij is van risico's op aanvaringen bij de aanleg en bij het beheer en onderhoud van de kabels, maar het is van de drie corridors wel de corridor met relatief het kleinste risico op aanvaringen, gezien vanuit het perspectief van de scheepvaartdichtheid en de nabijheid van kruisend scheepvaartverkeer. De midden corridor is hiermee vanuit het oogpunt van de scheepvaartdichtheid en het risico op aanvaringen de minst ongeschikte corridor voor het aanleggen van kabels naar IJmuiden Ver, zoekgebied 1 en zoekgebied 2.
4. De oostelijke corridor steekt de scheepvaartroute naar Rotterdam verder naar het oosten over dan de midden corridor. Daardoor doorkruist de oostelijke corridor een drukker scheepvaartgebied dan de midden corridor, namelijk een gebied Maas Center waar twee scheepvaartroutes bij elkaar komen. Ten noorden van dat drukke gebied ligt de oostelijke corridor tussen twee scheepvaartroutes in. Daar doorkruist deze corridor een munitiedumpgebied. Wanneer deze oostelijke corridor verder uitgewerkt zou worden, dan moet dat munitiedumpgebied vermeden worden in verband met de samenhangende risico's en de kosten van het veilig maken van deze corridor voor het installeren van kabels in de bodem van de zee. Dat introduceert extra kruisingen met scheepvaartverkeer. Ook verder naar het noorden, ten westen van IJmuiden, doorkruist de oostelijke corridor een plek waar twee scheepvaartroutes elkaar kruisen. Dat gebied zou ook vermeden moeten worden.

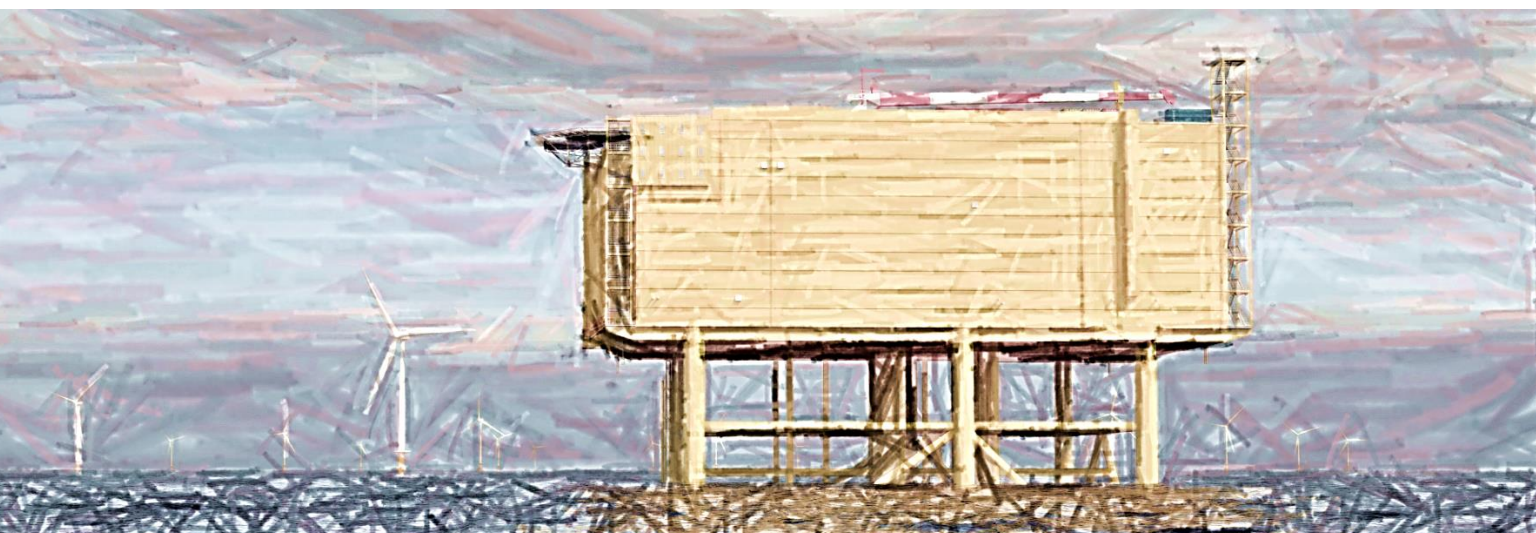
5. Het doorkruisen door de kabelroutes van gebieden met kruisend scheepvaartverkeer en van gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid, introduceert risico's op aanvaringen bij de aanleg van de kabels. Dat is een tijdelijk effect. De ligging van kabels in een gebied met een hoge scheepvaartdichtheid en met kruisend scheepvaartverkeer introduceert ook risico's op aanvaringen wanneer kabels gerepareerd moeten worden of wanneer onderhoud gepleegd moet worden aan de gronddekking op de kabels. Zolang de kabels heel blijven en wanneer de gronddekking nog afdoende is, speelt dat niet. Maar wanneer wel een reparatie uitgevoerd moet worden, dan betekent dat dat in een druk scheepvaartgebied ca 10 dagen lang een kabelschip stilligt. Dat is een ongewenst veiligheidsrisico.
6. Wanneer de beschreven optimalisaties van de westelijke en de oostelijke corridors worden doorgevoerd, en de kabels niet meer door Maas Junction zouden lopen, dan zouden met betrekking tot het risico op aanvaringen en het doorkruisen van gebieden met een hoge scheepvaartdichtheid scenario's 1 en 2 niet wezenlijk verschillend scoren. Scenario 3 daarentegen blijft slechter scoren in verband met de oversteek van Maas Center, de nabijheid van ankergebied 5 (ten noorden van Maas West) en het oversteken van het scheepvaartkruispunt ten westen van IJmuiden.

Referenties

- [1] Memo ankerrisico voor TA Extra Wind op zee, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [2] Memo Kruisingen voor TA Extra Wind op Zee R02, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [3] Memo Baggervolumes voor TA extra Wind op Zee R03, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [4] Memo Scheepvaartdichtheid voor TA extra Wind op Zee R01, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [5] Improved anchor risk analysis - V0.2, LG-011-01, Dirk Luger, 02-11-2021
- [6] Risk Based Burial Depth study IJmuiden Ver, IV12345-G-DES.06.209-2GW-MA-Risk_Based_Burial_Depth_Study, ACRB Romke Bijker en MARIN Yvonne Koldenhof, December 2020
- [7] Assessment of seaside loads on landfall support structure Wijk aan Zee, Deltares, 11206427-000-HYE-0001, november 2021



Bijlage D Memo ankerrisico's Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



AAN Rijkswaterstaat Zee en Delta

DATUM 17 maart 2022

REFERENTIE

VAN

Wino Snip TenneT E&S

ONDERWERP IJmuiden Ver parallelle aanleg, ankerrisico's

VOOR INFORMATIE

BESLUITVORMING

1 Inleiding

Gebundelde (in de zin van parallelle) aanleg van de Net op zee hoogspanningskabels, die de aan te leggen windenergiegebied IJmuiden Ver, zoekgebied 1, "Nederwiek", en zoekgebied 2, "Lagelander", op zee zullen verbinden met het elektriciteitsnetwerk op land, heeft tot gevolg dat in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee meerdere stroomkabels parallel aan elkaar in de bodem van de zee begraven zullen liggen. Voor het aansluiten van de windenergiegebied Borssele, Hollandse Kust (zuid), - (noord) en (west) liggen de exportkabels over grote lengte van de routes al parallel aan elkaar. Voor die parken gaat het om 4 DC kabels maximaal die parallel aan elkaar liggen. Voor het aansluiten van de parken IJmuiden Ver, Nederwiek en Lagelander en eventueel voor Hollandse Kust (zuidwest), zullen tot 8 kabels parallel mogelijk aangelegd kunnen gaan worden in het gebied dat zich globaal uitstrekt van het lichteiland Goeree, net ten zuiden van de Eurogeul tussen de ankergebieden 4 West en 4 Oost in, tot aan de westzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). De afstand tussen die parallelle stroomkabels zal in de orde van grootte 200 meter zijn. In overleg hebben EZK, TenneT en Rijkswaterstaat besloten om eind van 2021, begin 2022 een thematische analyse uit te voeren op een aantal aspecten van de parallelle aanleg. Deze memo is een bijdrage voor die thematische analyse op het thema van de ankerrisico's.

2 Afbakening van de technische memo's

Voordeel van parallelle aanleg zit met name in het efficiëntere ruimtegebruik op de Noordzee en in het feit dat door parallelle aanleg meerdere kabels een zo kort mogelijke route kunnen volgen. Een zo kort mogelijke route beperkt de kosten voor de aanleg, het beheer en onderhoud. Een zo kort mogelijke route beperkt ook de elektrische verliezen over de verbinding tussen het offshore windpark en land. Daardoor worden de maatschappelijke kosten lager.

Er zijn ook (mogelijke) nadelen van gebundelde ligging van de elektriciteitskabels. Om een weloverwogen keuze te kunnen maken voor het doorvoeren van de (mate van) parallel aanleggen van kabels/bundeling moeten de nadelen afgewogen worden tegen de voordelen. In overleg met Rijkswaterstaat zijn (onder meer) de volgende nadelen naar voren gekomen als onderwerpen om in de thematische analyse te adresseren:

1. De strook tussen een scheepvaartroute op zee en een windenergiegebied, zoals bijvoorbeeld ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (west), dient (ook) als een soort vluchtstrook voor

scheepen met problemen. Daar kunnen ze in nood ankeren zonder de scheepvaart in de scheepvaartroute te hinderen en zonder het windenergiegebied in te gaan. Verreweg de meeste schepen mogen de windenergiegebieden niet in. Als in die strook meerdere parallelle elektriciteitskabels liggen, is de vraag wat dat betekent voor de veiligheid van die kabels en is het de vraag wat gedaan kan worden om de kans op schade aan die kabels te verkleinen. Dit komt aan de orde in de technische memo over de scheepvaardichtheid [4] en in deze memo over de ankerrisico's [1].

2. In een eerdere fase zijn meerdere routealternatieven verkend voor de kabels op zee naar het toekomstige windenergiegebied in het gebied IJmuiden Ver. Wanneer besloten zou worden om het bundelen van kabels in omvang te beperken, om bijvoorbeeld de hinder voor de scheepvaart te verminderen of om welke reden dan ook, dan zouden enkele kabels in plaats van de parallelle gebundelde routes andere route moeten volgen. (Uit de RBBB studie blijkt dat verspreiden van de kabels over meerdere corridors niet leidt tot een kleinere kans op een scheepvaart gerelateerd incident aan een van de kabels maar eerder tot een toename van de kans op een dergelijk incident, omdat bij het gebruik van meerdere corridors tegelijkertijd meerdere schepen in de nabijheid van kabels zijn in vergelijking met de aanleg van de kabels in een enkele corridor). Die routes zijn in de regel langer. Omdat die routes ook door uitgestrekte gebieden met mobiele zandgolven op de bodem van de zee lopen, zullen die routes ook meer baggerwerk nodig hebben, voorafgaande aan de aanleg van de kabels. De vraag is hoeveel meer baggerwerk daarvoor nodig is. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [3]. Positief zou het wel kunnen zijn vanuit het perspectief van de kans op schade aan de kabels, wanneer kabels in corridors gelegd worden waar veel minder scheepvaart bij in de buurt komt, bijvoorbeeld in het Bruine Bank gebied.
3. Toekomstige kabels en pijpleidingen moeten de parallelle stroomkabels kunnen kruisen. De vraag is hoe dat er uit zal kunnen zien en wat voor gevolgen dat kan hebben. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [1].
4. De Nederlandse Noordzee is een zeer druk bevaren zeegebied. De kabels van het Net op zee zullen meerdere scheepvaartroutes moeten kruisen. Daar waar de kabels in, of in de nabijheid van, drukbevaren scheepvaartroutes liggen, moet gerekend worden met een hogere kans op schade aan de kabels door scheepvaart gerelateerde incidenten, zoals het zinken van schepen, nood-ankeren en het verliezen van lading. Dat is onderwerp van de Risk Based Burial Depth studies die worden uitgevoerd voor het IJmuiden Ver project door ACRB en MARIN en van de memo over de ankerrisico's die bij 1. hierboven is genoemd. Daar waar kabels in de bodem van de zee liggen moet ook rekening gehouden worden met mogelijk aangepast gedrag van de scheepvaart, die in principe zal willen voorkomen om op of direct nabij kabels te ankeren. Daarom is in het kader van de thematische analyse gekeken naar de ligging van de kabels voor Net op zee in relatie tot de scheepvaardichtheid [4] en in deze memo over de ankerrisico's [1].

Deze memo geeft inzicht in de uitkomsten van de Risk Based Burial Depth studie [6] die voor Net op zee IJmuiden Ver is uitgevoerd. Aan de rapportage van die die studie wordt op dit moment (eind maart 2022) de laatste hand gelegd. Vragen die zijn gerezen naar aanleiding van een eerdere revisie van deze memo over de ankerrisico's worden in de RBBB studie beantwoord:

- De RBBB studie beschouwt meerdere parallelle kabels in een corridor en niet slechts een enkele kabel.
- De RBBB studie gaat uit van de toekomstige situatie, waarbij de verkeersstromen op zee veranderd zullen zijn als het gevolg van de aanleg van de windturbineparken op zee.
- Wanneer een schip een noodankermanoeuvre zal moeten maken, dan zal het gedrag van de betrokken zeevarenden en hun keuzes beïnvloed worden door de nabijheid van windturbines en door de aanwezigheid van kabels in het zeebad. Hoe die beïnvloeding zal kunnen zijn, dat zal onderwerp zijn van nog uit te voeren gesprekken en een workshop die door TenneT zal worden georganiseerd. Voor de RBBB studie zijn hierover aannames gedaan die in die studie beschreven zullen zijn.
- Het gedrag van de zeevarenden in een dergelijke noodsituatie zal een bewuste keuze zijn voor een plek om te ankeren. "Erroneous anchoring", zoals in het kader van de RBBB studies onverklaarbaar ankergedrag wordt genoemd, is een ander risico dan het risico op weloverwogen kiezen voor een locatie om een anker uit te werpen in een noodsituatie, met windturbines in zicht.
- In de RBBB studie komt aan bod welke schepen zijn beschouwd en hoe die zich verhouden tot de risico's op schade aan de kabels.
- De RBBB studie heeft een state-of-the-art ankerpenetratiemodel als basis voor de beschouwingen met betrekking tot ankerrisico's. Dat model is apart beschreven in [5].
- In de RBBB studie zijn de kabelroutes in secties van honderd meter tot enkele honderden meters opgedeeld en voor al die secties is de kans op schade aan de kabels berekend, op basis van onder meer analyses van de scheepvaardichtheid in die sectie.
- Voor wat betreft het risico op schade aan de kabels door ankeren, is in de RBBB studie de kans uitgerekend dat bij het opreden van een (nood)ankermanoeuvre nabij de kabels, het korte deel van het pad waarover het anker wordt gesleept met de punten van de bladen van het anker dieper dan de begraafdiepte van de kabels precies samenvalt met een van de parallelle kabels. Een maal op die diepte verplaatst een anker zich nauwelijks meer, Er kan daardoor niet meer dan 1 enkele begraven kabel getaakt worden bij een ankerincident.
- In de RBBB studie wordt in detail toegelicht hoe de faalkansen zijn berekend. Ook wordt toegelicht hoe de verdeling van scheepsgrootten is vastgesteld en meegenomen in de berekeningen.

De modellen die gebruikt zijn voor de RBBB werken met AIS datasets en radardata die verkeersintensiteiten uit het verleden presenteren zonder de nog aan te leggen windparken. De ongevalsdatabase geen ongevallen die in de toekomst kunnen gaan plaatsvinden als gevolg van de aangepaste scheepvaartbewegingen. Verwachting is dat schepen zich anders gaan gedragen en het drift- en ankergedrag kan gaan veranderen na de aanleg van windparken cq minder vrije ruimte. De RBBB studie anticipeert op het aangepaste gedrag van de scheepvaart op basis van inschattingen door die door de betrokken experts zijn gemaakt. TenneT is voornemens om een bijeenkomst te organiseren met zeevarenden om in gesprek na te gaan in hoeverre die inschattingen overeenkomen met de praktijk. Die bijeenkomst moet nog plaatsvinden.

3 De drie scenario's van de thematische analyse

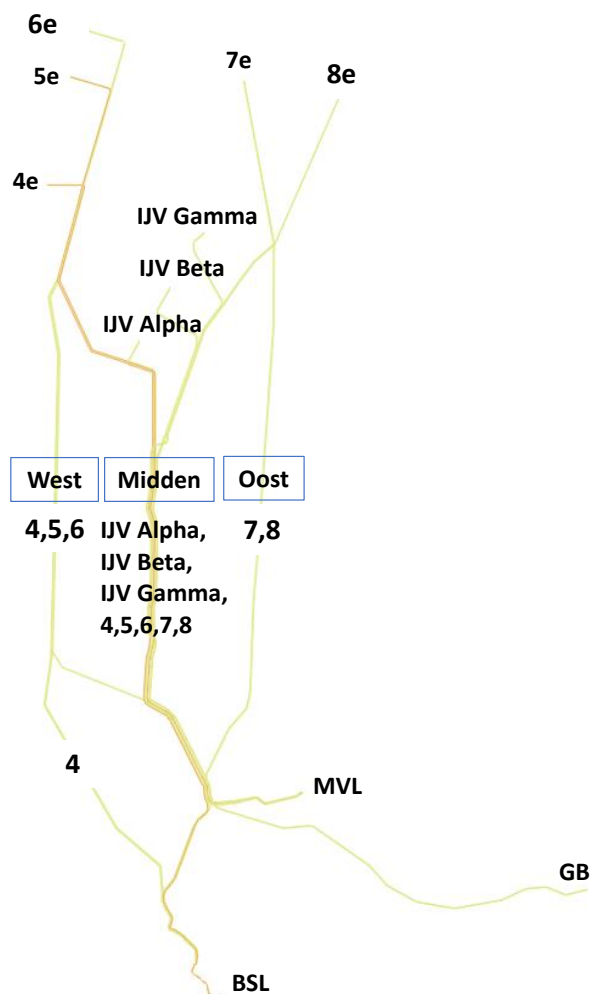
3.1 Overzicht van de 3 scenario's



= 1.000m breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in dat geval $5 \times 200 + 2 \times 500 = 2.000$ m breed kunnen worden, daar waar de kabels parallel aan elkaar op 200m tussenruimte gelegd kunnen worden. (Het voorbehoud betreft hier de locaties waar andere onderling kruisende kabels en leidingen gekruist moeten worden, daar moet afstand gehouden worden tot die kruisingen, waardoor de corridor daar breder moet zijn).

3. Bij scenario 3 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 3 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steken ten zuiden van de Bruine Bank twee kabels over naar de midden corridor en loopt er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Door een oostelijke corridor lopen 2 kabels uit Lagelander parallel naar het zuiden toe. Ter hoogte van de Eurogeul en net ten noorden van ankergebieden 4 West en 4 Oost voegen deze 2 kabels uit de oostelijke corridor zich bij de 3 kabels uit de midden corridor en 2 kabels uit de westelijke corridor. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt 1.000 meter breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in het worst case geval van vijf parallele verbindingen $4 \times 200 + 2 \times 500 = 1.800$ m breed kunnen worden. De oostelijke corridor is dan $200 + 2 \times 500 = 1.200$ meter breed.

3.2 De beschouwde routeopties voor Nederwiek en Lagelander



Figuur 2 De beschouwde route opties voor de 3 scenario's om de zoekgebieden 1 en 2 aan te sluiten op land

De 2 GW DC verbindingen zijn als volgt in de 3 scenario's opgenomen:

Tabel 1 De gebruikte corridors per scenario voor de 8 stuks 2 GW DC verbindingen

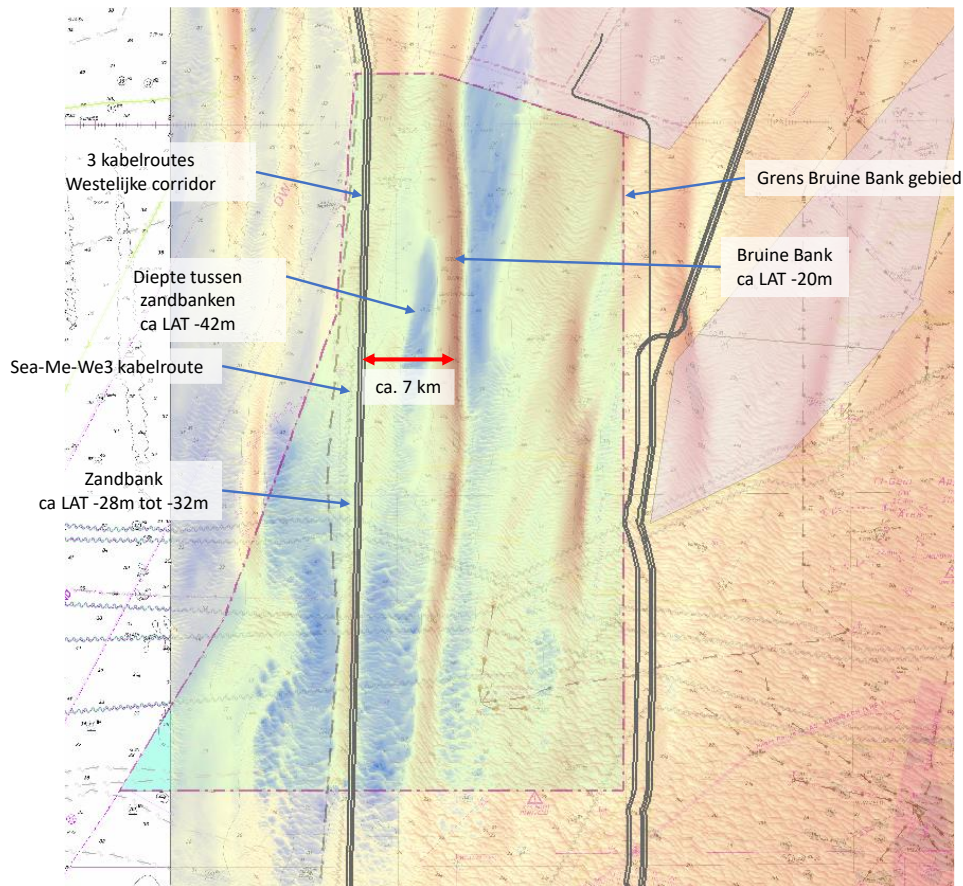
Verb.	Van		Naar	Corridor per scenario		
				1	2	3
1e	IJmuiden Ver	Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden
2e	IJmuiden Ver	Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
3e	IJmuiden Ver	Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
4e	Nederwiek	Alpha	Borssele	Midden	West	West
5e	Nederwiek	Beta	Maasvlakte	Midden	West	West
6e	Nederwiek	Gamma	Geertruidenberg	Midden	West	West
7e	Lagelander		Zuid Holland	Midden	Midden	Oost
8e	Lagelander		Zeeland	Midden	Midden	Oost

Opmerking bij de tabel: de 5^e en de 6^e routes volgen in scenario 2 en 3 voor een groot deel de westelijke corridor, maar steekt ten zuiden van het Bruine Bank gebied over naar de midden-corridor. Zie Figuur 1 en Figuur 2. Alleen de 4^e route volgt de hele westelijke corridor.

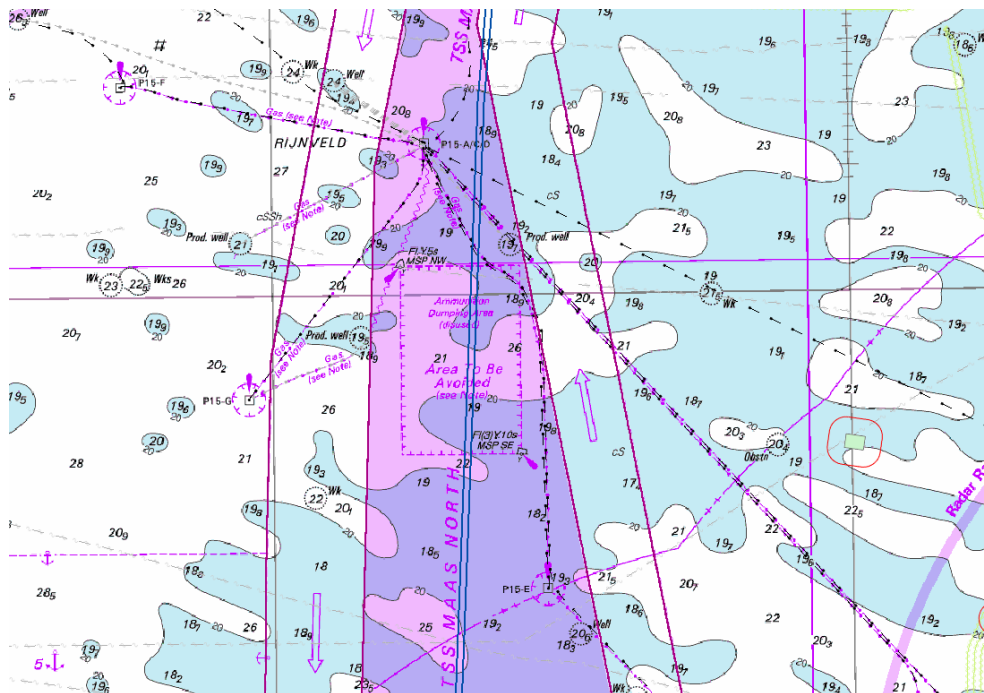
3.3 Opmerkingen bij de 3 scenario's

Bij deze scenario's moet het volgende worden opgemerkt:

- Voor wat betreft de westelijke en de oostelijke corridor zijn de kabelroutes vrij eenvoudig getrokken rechte lijnen. Het zijn nog niet nader uitgewerkte routes met betrekking tot specifiek te ontwijken gebieden of obstakels op zee. Deze routes zijn ook nog niet geoptimaliseerd met betrekking tot hun ligging ten opzichte van de bathymetrie.
- De westelijke corridor loopt in het Natura 2000 gebied van de Bruine Bank in de lengte richting over een zandbank in plaats van door een dal tussen de zandbanken. De kabels in deze corridor vallen op die plek samen met de route van de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) datakabelroute. Zie Figuur 3. De uiteindelijke routes voor kabels in dit gebied zullen iets meer naar het oosten gelegd moeten worden, in de richting van de Bruine Bank. Bovendien zou het beter zijn de rug van de zandbank, indien en waar mogelijk, te vermijden omdat de zeebodem daar meer beïnvloed zal worden tijdens stormen dan de zeebodem in het dal tussen de zandbanken in. Daarmee zullen de routes ca. 3 – 4 km meer naar het oosten moeten komen te liggen, op ca. 3 km ten westen van de Bruine Bank zelf. Zie Figuur 3.
- De oostelijke corridor ligt in het Rijnveld gebied midden tussen twee scheepvaart routes van het scheidingsstelsel van de TSS Maas Noord. In dat gebied ligt een munitie dumpgebied waar deze routes nu dwars doorheen lopen. De uiteindelijke routes zullen verlegt moeten worden naar het westen of naar het oosten van de TSS Maas Noord, omdat de kosten en risico's die samenhangen met het aanleggen van kabels door een munitie dumpgebied naar alle waarschijnlijkheid disproportioneel zullen uitvallen. Ter indicatie: het onderzoeken en identificeren van een enkel munitie object op de bodem van de zee kost in de orde van grootte EUR 10.000 tot 20.000. In dit gebied zullen naar verwachting enkele honderden van dergelijke objecten op de kabelroutes liggen. Zie Figuur 4. Voor de thematische analyse is uitgegaan van de drie corridors zoals die eerder zijn vastgelegd en niet van aangepaste en geoptimaliseerde varianten van de corridors.



Figuur 3 De waterdieptes in de westelijke corridor in het Bruine Bank gebied met de Sea-Me-We3 kabelroute



Figuur 4 De kabelroutes in de oostelijke corridor lopen in het TSS Maas Noord door een munitie-dumpgebied

3.4 Optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors

Uitgangspunt van de Thematische Analyse zijn de westelijke, midden en oostelijke corridors zoals die in een eerdere fase zijn vastgelegd. Het in detail optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors voert verder dan het kader van deze Thematische Analyse, maar hoog over zou er al wel het volgende over gezegd kunnen worden.

Optimaliseren van de westelijke corridor zou kunnen door alle kabels die in deze corridor zouden moeten komen te liggen niet door de Maas Junction te leggen, maar ze alle 3 TSS Maas West over te laten steken samen met andere kabels. Pas ten noorden van TSS Maas West zouden die drie kabels dan naar het westen naar de Bruine Bank kunnen lopen, zoals dat nu al het geval is met 2 van de 3 kabels die bij scenario 2 en 3 via de westelijke corridor lopen. Op die manier wordt het drukke scheepvaartgebied van de Maas Junction vermeden.

Optimaliseren van de oostelijke corridor zou kunnen door de kabels die deze corridor volgen meer naar het oosten te leiden en ze in de strook tussen de TSS Maas Noord en het windturbinepark Hollandse Kust (zuid) te leggen, tot het punt waar het munitiedumpgebied is gepasseerd. Daarna zouden de kabels in deze corridor weer tussen de scheepvaartzones in moeten komen te liggen, om de voldoende afstand tot de ankergebieden voor IJmuiden te kunnen houden.

4 Begraafdiepte van de Net op zee kabels

4.1 Doelstelling

Eén van de doelstellingen voor het aanleggen, beheren en onderhouden van het Net op zee is dat tegen zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten te doen. Daarbij moeten proportionele keuzes gemaakt worden op de vlakken van veiligheid en doelmatigheid. De maatschappelijke levenscycluskosten omvatten zowel de financiële kosten, de beïnvloeding van het milieu als de verstoring van andere activiteiten op zee. TenneT heeft gerekend aan verschillende methoden om de kabels op zee te installeren en onderhouden. Bij onderhoud gaat het om reparaties, met name ten gevolge van schade veroorzaakt door externe partijen en om herbegraafoperaties. Op basis van die berekeningen en op basis van geleerde lessen hanteert TenneT een *“bury and would like to forget”* beleid. Dit betekent dat de kabels zodanig diep geïnstalleerd worden, dat de kabels veilig genoeg begraven zijn om ze duurzaam te beschermen tegen externe bedreigingen en ook zodanig dat de kans op het moeten plegen van onderhoud acceptabel klein is. Er wordt op basis van modellen en ervaring getracht om de kabels niet dieper te begraven dan nodig is om aan de hierboven beschreven maatschappelijke doelstellingen te voldoen. Dieper installeren betekent een grotere impact op het milieu bij de aanleg, bijvoorbeeld omdat dan meer baggeren nodig is en omdat er meer uitstoot zal zijn van de installatiewerkzaamheden. Dieper installeren dan noodzakelijk voor de veiligheid en voor het beperken van de beïnvloeding van het milieu wordt niet doelmatig geacht.

4.2 Vergunningseisen

De begraafdiepte van de kabels moet voldoen aan de eisen die in de vergunningen worden gesteld. Die eisen komen op dit moment neer (ontwerp watervergunning netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

december 2021) op het hebben van een gronddekking van:

- Minimaal 3,0 meter in de 3 km zone voor de kust;
- Minimaal 1,5 meter in de scheepvaartroutes en in de nabijheid van scheepvaartroutes, waaronder ook de zones tussen scheepvaartroutes en windenergiegebied op zee en tussen scheepvaartroutes in;
- Minimaal 1,0 meter tussen de aanlandingen van de IJmuiden Ver kabels op de Maasvlakte en de Veerse gat dam en de eerste scheepvaartroute die voor de kust gekruist wordt (de aanvaarroute vanuit zee naar de haven van Rotterdam);
- Minimaal 1,0 m elders.

Op het strand gelden tot nu toe project specifieke eisen, die niet voor elk project hetzelfde zijn. Het is de verwachting dat die eisen aangepast worden naar een minimale gronddekking van 1,0 meter te allen tijde op het strand en aan de duinvoet, waarbij rekening moet worden gehouden met de historische veranderingen van het strandprofiel en met duinafslag tijdens stormen. Als de eisen voor het begraven op het strand inderdaad 1,0 meter onder een laagste strandprofiel zal worden, dan zullen naar verwachting de eigen eisen van TenneT op het strand en aan de duinvoet strenger zijn. Een studie door Deltares [7] naar de begraafdiepte op het strand en aan de duinvoet, uitgevoerd voor Net op zee Hollandse Kust (west) Beta heeft laten zien dat met een gronddekking van 3,0 meter op het strand en aan de duinvoet voldaan kan worden aan de eigen eisen van TenneT. Dat komt neer op een installatiediepte van 3,0 meter onder verwachte laagste strand- en duinvoetprofiel over de levensduur van de kabels.

4.3 Zeebodemmobilititeit

De bodem van de Noordzee waar de netten op zee in wordt aangelegd is voortdurend in beweging. Over de bodem van de zee verplaatsen zich met meerdere meters per jaar zandgolven van meerdere meters hoog en honderden meters lang. Nabij de kust liggen bewegende zandbanken met muien die langs de kust trekken en in de Voordelta liggen geulen die zich met de tijd verplaatsen. Deze bewegingen van het zeebed hebben over de levensduur van de kabels een omvang van meerdere meters en daarmee is de mobiliteit van het zeebed van zeer significante invloed op de gronddekking op de kabels.

TenneT houdt bij de aanleg van de kabels terdege rekening met de mobiliteit van het zeebed. Met behulp van *state-of-the-art* modelstudies wordt voor elke kabelroute een “non-mobile-reference-level” (NMRL) vastgesteld, die een voorspelling is voor de laagste ligging van het zeebed over de levensduur van de kabels met een acceptabel geachte kans op overschrijding. In die modelstudies worden analyses van historische zeebed profielen, berekeningen aan kustafslag tijdens stormen, huidig en verwacht menselijk ingrijpen in de kustlijn en gevolgen van dat alles op de ligging van het zeebed betrokken. Bij het installeren van de kabels geldt dat NMRL als het referentievlak voor het begraven.

Essentieel gegeven hierbij is dat bij de huidige stand van zaken een kabelbreuk ordegrrootte € 20 miljoen kost om te repareren en dat de kabels ca. 30 tot 60 dagen buiten gebruik zijn voor ze gerepareerd zijn. Dat is exclusief de gedeelde inkomsten van de exploitant van het offshore windenergiegebied. Gedurende die periode kan er geen elektriciteit van het windpark door de kapotte kabel naar land worden getransporteerd.

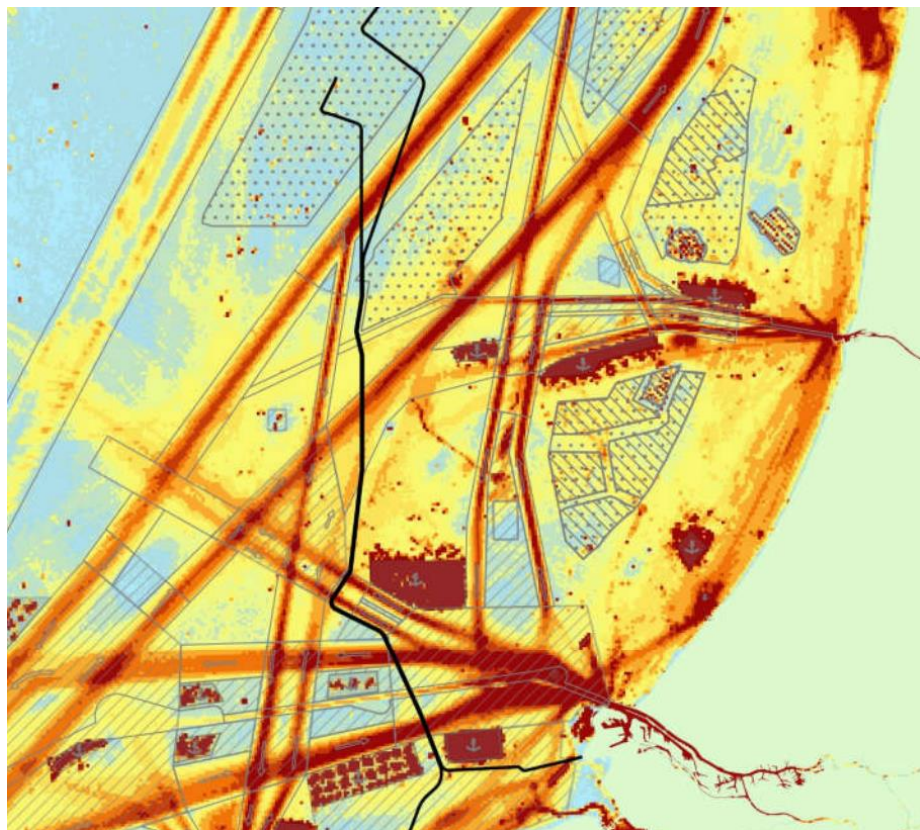
De schade daarvan (gederfde inkomsten) loopt in de orde van tientallen miljoenen. Herbegraven van kabels is bovendien niet zonder risico voor die kabels. De kosten van herbegraven liggen in de dezelfde orde van grootte per kilometer als de kosten voor het initieel begraven. De maatschappelijke kosten van het initieel dieper begraven, in verband met zeebodemmobilititeit, zitten in het baggeren voorafgaande aan het leggen en begraven van de kabels. Die initiële kosten worden afgewogen tegen de kosten en risico's die daardoor over de levensduur kunnen worden vermeden.

4.4 Risk Based Burial Depth

De externe bedreigingen voor kabels op zee (zinkende schepen, aan de grond lopende schepen, ankers, gesleept vistuig en verloren lading) en de weerstand die de grond tegen die bedreigingen kan bieden (de sterkte van de grond) worden beschouwd in de Risk Based Burial Depth (RBBB) studies. TenneT laat voor alle Net op zee projecten een RBBB studie uitvoeren door ACRB en MARIN. Die studies leiden tot een onderbouwde inschatting van de faalkans door externe factoren van de kabels op zee. Op basis daarvan komen de RBBB-studies tot een advies voor TenneT voor begraafdiepten langs de kabelroutes, afhankelijk van de feitelijke bedreigingen en de sterkte van de grond waar de kabels in worden begraven tegen die bedreigingen.

De RBBB-studies hebben laten zien dat de gronddekking die de vergunningen voorschrijven in een aantal gevallen groter zijn dan past bij de geaccepteerde faalkans voor de kabels van Net op zee, ook wanneer parallelle ligging van de kabels in de beschouwingen wordt meegenomen.

Van de kabels van een Net op zee gaat slechts een zeer kleine bedreiging uit voor andere menselijke gebruikers van de zee. Blijven haken achter een kabel leidt tot schade aan de kabels en slechts tot een zeer klein gevaar voor degenen die erachter blijven haken, een gevaar dat op basis van de analyses acceptabel klein wordt geacht.



Figuur 5 Scheepvaartintensiteit, zoals in beeld gebracht voor de RBBB-studie voor Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta (bron: ACRB, 2021)

Opmerking bij Figuur 5: dit plaatje laat scheepvaart zien door de toekomstige offshore windparken heen (de gestippelde gebieden), omdat dit nu nog vrije doorvaart gebieden zijn. Wanneer die gebieden gesloten worden voor (grotere) scheepvaart, zal het (grotere) scheepvaarverkeer om de windparken heen varen.

4.5 Afstand tussen scheepvaartroutes en windparken op zee

In het afwegingskader veilige afstanden van 2013 is vastgelegd, dat er tussen het scheepvaartverkeersstelsel en windenergiegebieden een zone wordt vastgesteld, waarin schepen de ruimte hebben om te:

- Manoeuvreren om uit te wijken, zodoende een aanvaring te voorkomen en ruimte om te kunnen (nood)ankeren
- Noodacties uit te voeren om in geval van "stuurloos schip", een incident (aanvaring, bijna-aanvaring) te voorkomen.

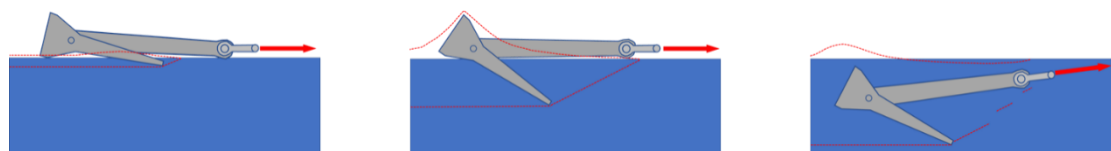
Deze zone, een buffer, is een zone waar een route gebonden schip normaal niet komt. Met deze zone wordt rekening gehouden bij het proces van aanwijzing van windenergiegebieden. Deze buffer is een veiligheidsmarge die bedoeld is als extra manoeuvreerruimte, zoals bijv. een rondtorn, (nood)ankeren en om te kunnen drijven in het geval van technische problemen. Het installeren van kabels in deze buffer betekent dat (nood)ankeren in deze zone niet meer kan zonder dat er kans op schade aan de kabels is. Schepen zullen niet door willen drijven het windmolenpark in, omdat het schip dan in botsing kan komen met een

windturbinemast. Dat zullen de zeevarenden willen voorkomen. Ankeren in de bufferzone is de manier waarop dat voorkomen kan worden. In de RBBB studie wordt onderzocht wat de kans op beschadiging van kabel(s) is in het geval dat een kapitein in geval van nood moet ankeren in deze bufferzone.

4.6 Anker-penetratiemodel

Op verzoek van TenneT is in het kader van de RBBB-studies verder gewerkt aan het anker-penetratie model, dat eerder al door Dirk Luger van Deltares was ontwikkeld. Dirk Luger geldt als een internationaal erkend expert op het gebied van anker-penetratie. Dit ankermodel is onderdeel van de RBBB studies voor IJmuiden Ver. Het anker-penetratiemodel staat centraal in de analyses van ACRB en MARIN voor TenneT voor het risico op ongewenste interactie tussen ankers en de kabels in de zone tussen de scheepvaartroutes en de windmolenparken.

In het ankerpenetratiemodel van Dirk Luger worden drie fases onderscheiden bij het ankeren:



Figuur 6 De drie fases bij het indringen van een anker in de bodem (Dirk Luger, Deltares, 2013, 2022)

- Fase 1 Het anker wordt over het zeebed geslept maar dringt nog niet in de bodem in. De snelheid van het anker over de bodem is groter dan v_1 , de lengte waarover het anker wordt geslept in deze fase is L_1 .
- Fase 2 In de tweede fase dringen de vloeien van het anker (de bladen van het onderste deel van het anker) in de bodem maar de schacht van het anker blijft over de bodem bewegen. De snelheid van het anker over de bodem is kleiner van v_1 en groter van v_2 , de lengte waarover het anker wordt geslept in deze fase is L_2 .
- Fase 3 Pas in de 3^e fase dringt het hele anker de bodem binnen. Het anker beweegt nog maar erg langzaam vooruit, omdat de grond door de snelle vervorming een grote weerstand biedt tegen vervorming (dilatatie: er ontstaat een onderdruk in het korrelpakket omdat het water de grond niet snel genoeg toe kan stromen om de groter wordende gaten te vullen. Door die onderdruk biedt de grond een grote weerstand tegen het verplaatsen van het anker). De snelheid van het anker neemt van v_2 af naar 0 en het anker wordt over een relatief erg kleine afstand L_3 door het zeebed getrokken, voor het tot stilstand komt.

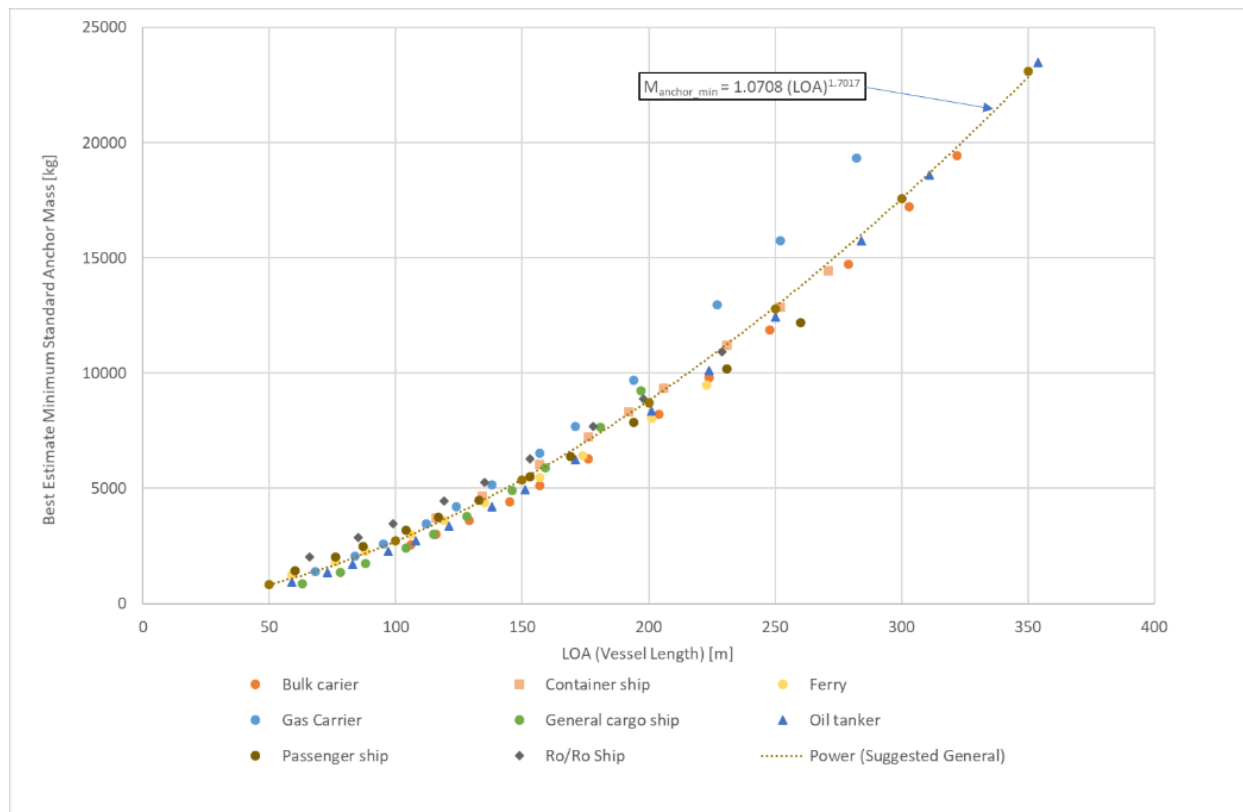
Dit model is in detail uitgewerkt in het ankerpenetratiemodel dat onderdeel uitmaakt van de RBBB studie voor IJmuiden Ver. Het model voorziet ook in formules om de verschillende sleeplengtes L te berekenen. Het model voorziet ook in een relatie tussen scheepstype en grootte enerzijds en anker grootte anderzijds.

Het ankerpenetratiemodel laat zien dat de indringing van ankers in de 1^e en het eerste deel van de 2^e fase kleiner is dan de lokale begraafdiepte van de kabels. Alleen in het laatste deel van de 2^e fase en in de 3^e fase kunnen ankers dieper in de grond indringen dan de diepte waarop de kabels begraven zijn, afhankelijk

van de grootte van het beschouwde anker. De lengte het laatste deel van de lengte L_2 en de gehele lengte L_3 , waarover het anker door de grond wordt getrokken met een penetratiediepte die groter is dan de diepteligging van de kabels, is echter kort. Gedacht moet worden aan minder dan 10 meter. ACRB en MARIN hebben het ankerpenetratiemodel opgenomen in de kwantitatieve risicoanalyses voor de kabels op zee. Op basis van analyses van de scheepvaartdichtheid langs de IJmuiden Ver routes is de kans berekend dat het laatste deel van de 2^e fase en de gehele 3^e fase van de ankerindringing dieper is dan de begraafdiepte van één van de kabels. Die kans blijkt bij de gestelde eis van minimaal 1,5 meter gronddekking kleiner te zijn dan de door TenneT acceptabel geachte faalkans.

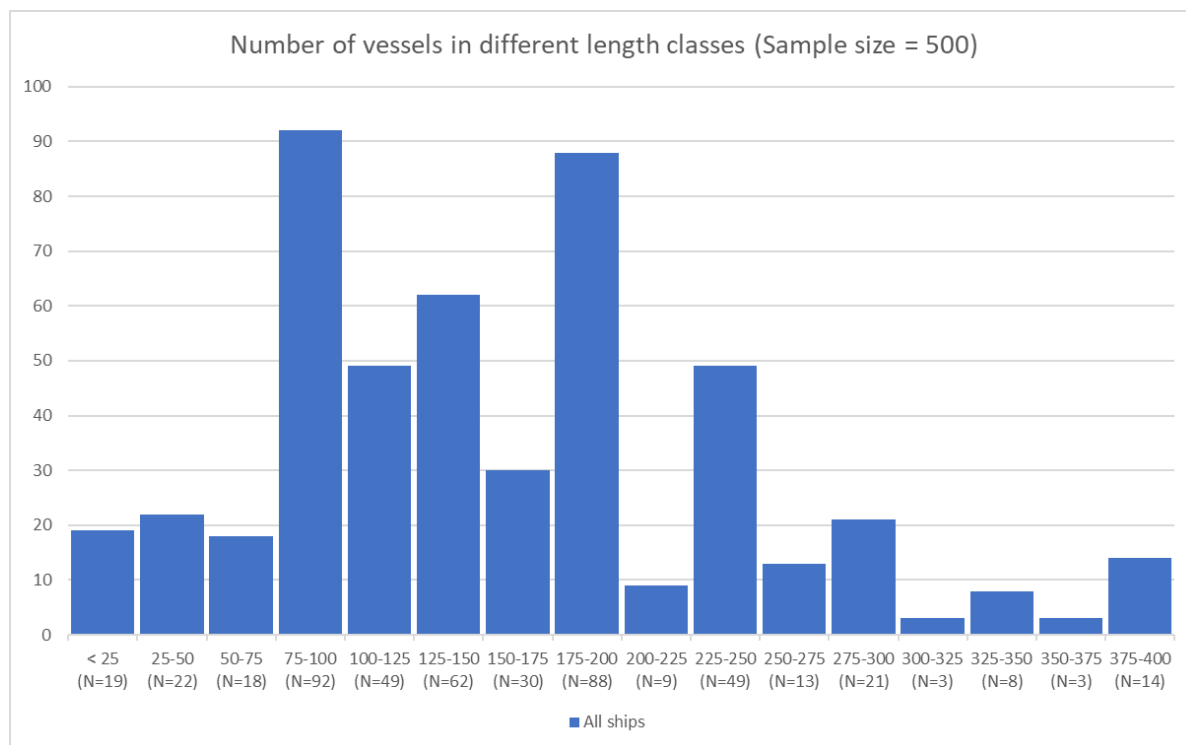
4.7 Anker grootte

In de memo over ankerpenetratie (zie paragraaf 4.5) presenteert Dirk Luger de onderstaande grafiek waarin een relatie wordt getoond tussen de lengte van schepen en een minimale massa (gewicht) van het anker van die schepen.



Figuur 7 Relatie tussen lengte van schepen en de minimum massa van het anker van het schip

Uit de bovenstaande grafiek (Figuur 7) kan afgeleid worden dat een anker van 20.000 kg (20 ton) slechts bij langere schepen voorkomt. De memo over ankerpenetratie wordt de volgende verdeling van scheepslengtes gepresenteerd:

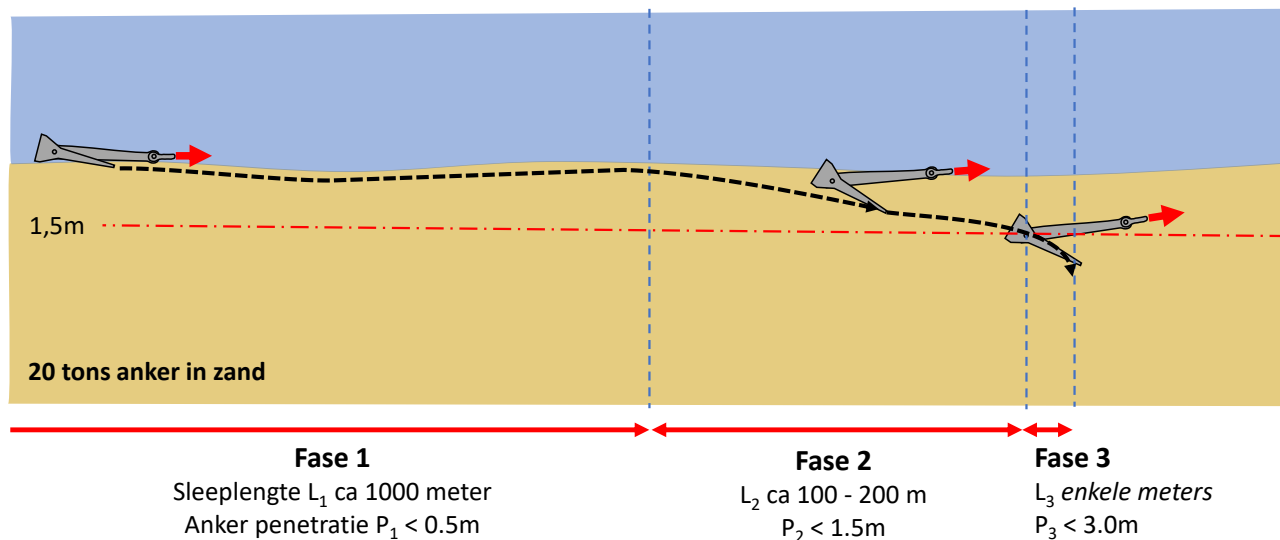


Figuur 8 Histogram met de verdeling van scheepslengtes die volgt uit een steekproef van 500 schepen

Uit Figuur 8 kan worden opgemaakt dat schepen langer dan 300 meter niet veel voorkomen. Samen met Figuur 7 kan daarmee worden vastgesteld dat een 20 ton anker een anker is dat niet veel voorkomt op zee. Grotere ankers komen wel voor, maar de kans dat precies met zo een groot anker op of nabij de kabels wordt geankerd is klein. Die grotere ankers zijn wel meegenomen in de analyses door ACRB en MARIN. Voor het voorbeeld dat in Figuur 9 is weergegeven is voor een 20 ton anker gekozen, als voorbeeld.

4.8 Ankerpenetratiediepte

In de ankerpenetratiestudie worden formules gepresenteerd voor de lengte waarover een anker wordt gesleept en de penetratie in het zeebed die daarbij wordt bereikt, tijdens de drie fases die in het ankerpenetratiemodel worden onderscheiden. De zeebodem langs de IJmuiden Ver routes bestaat uit zand, met slechts zeer sporadisch een klein stukje met een klei of veen lens (een dunne laag klei of veen). Voor een 20 ton anker in zand leidt het ankerpenetratiemodel tot een indringing van ca. 0,5 meter voor fase 1, tot 1,5 meter voor fase 2 en tot ca. 3 meter voor fase 3. Ter indicatie: de lengte waarover een dergelijk anker zich in horizontale richting verder verplaatst is voor fase 1 orde 1000 meter, voor fase 2 orde 100 tot 200 meter en voor fase 3 slechts enkele meters. Zie Figuur 9.



Figuur 9 Ankerpenetratie van een 20 tons anker in zand

Uit Figuur 9 kan worden opgemaakt, zoals ook beschreven in de tekst van paragraaf 4.5, dat wanneer de kabel een gronddekking heeft van minstens 1,5 meter, de kabel beschermd is tegen anker-indringing tijdens fases 1 en het eerste deel van fase 2. Alleen tijdens het laatste stuk van de 2^e fase en tijdens de 3^e fase kan het anker in aanraking komen met de kabel. De sleeplengte van het anker in het laatste stuk van de 2^e fase en in de 3^e fase is echter niet meer dan enkele meters. De kans dat precies dat korte stuk van enkele meters van fase 3 samenvalt met de plek waar de kabel ligt, is in de RBBB studie [6] berekend voor de IJmuiden Ver kabels voor alle schepen die in beschouwing zijn genomen. De uitkomst is dat de kans dat de kabel bij 1,5 meter gronddekking door een anker geraakt wordt kleiner is dan de door TenneT acceptabel geachte kans op falen.

Een groter anker dan een 20 ton anker zal uiteindelijk dieper indringen in de grond, maar ook slechts aan het einde van de 2^e fase en in de 3^e fase. De sleeplengte waarover een zwaarder anker dan een 20 ton anker dieper dan 1,5 meter de grond in dringt zal ook tot enkele meters lengte beperkt blijven.

4.9 Invloed van parallelle ligging van kabels op de kans op ankerschade

De kans dat een schip ergens in nood moet ankeren is onafhankelijk van de aanwezigheid van kabels, maar volgt uit de incident frequentie voor motorstoring of storing aan de stuurinrichting.

Wanneer in het gebied waar een schip een noodankermanoeuvre uit moet voeren meerdere kabels parallel aan elkaar in het zeebed liggen, dan is de kans dat daarbij een kabel geraakt wordt groter dan wanneer er maar een enkele kabel ligt.

Het is niet uit te sluiten dat een schip besluit om te noodankeren aan de rand van de scheepvaartroute, nog voor de eerste kabel. De kans dat dit gebeurt is lastig te kwantificeren, daarvoor is niet voldoende feitenmateriaal voorhanden, maar in de RBBB studie worden daar wel aannames voor gedaan.

Op de zeekaarten staat de diepte van de kabels in het zeebed niet aangegeven. Schepen zullen het ankeren op kabels zo veel mogelijk voorkomen. Slechts onder heel bepaalde omstandigheden ankeren schepen zonder rekenschap te geven van objecten op en in het zeebed. Dat wordt "erroneous anchoring" genoemd. In het kader van eerdere RBBB studies voor een pijpleiding zijn door ACRB en MARIN scheepvaartgegevens geanalyseerd die hebben geleid tot een gekwantificeerde inschatting van het ankeren zonder dat acht geslagen wordt op de aanwezigheid van kabels. Die inschatting maakt onderdeel uit van uitgevoerde de RBBB studies voor IJmuiden Ver.

Wanneer in de bufferzone naast een scheepvaartroute minder kabels liggen, wordt de totale kans dat een kabel geraakt wordt bij een noodankermanoeuvre kleiner. De aanwezigheid van meerdere kabels in de zone naast een scheepvaartroute zal naar alle waarschijnlijkheid invloed hebben op het noodanker gedrag van schepen. Onbekend is echter wat die invloed precies zal zijn. De kabels liggen op 200 meter afstand van elkaar. De sleeplengte van een anker voor het schip tot stilstand is gekomen kan meerdere malen de lengte van het schip zijn. De plek waar het anker zich dieper ingraaft is daarmee voor de schepen lastig te voorspellen.

4.10 De kans op schade door zinkende schepen

De kabels op zee liggen ca. 200 meter uit elkaar. Wanneer een schip zinkt en op de bodem terecht komt, dan zal een kabel die daar in het zeebed ligt dat naar alle waarschijnlijkheid niet overleven (tenzij de kabel op die plek net onder een zandgolf ligt en dus in feite dieper begraven ligt). Pas wanneer een schip langer dan 200 meter is zouden meerdere parallelle kabels beschadigd kunnen raken. Het schip moet dan wel vrijwel haaks op de kabelroutes zinken.

Door ACRB en MARIN is in het kader van de RBBB studies gerekend aan de kans dat bij het zinken van een schip meerdere parallelle kabels beschadigd raken. Die kans blijkt beduidend kleiner te zijn dan de door TenneT acceptabel geachte kans op kabelschade.

5 Acceptabele faalkans van 2 GW gelijkstroom verbindingen op zee

Een 2 GW gelijkstroomverbinding voor het transporteren van de windenergie naar land bestaat uit vier kabels: een pluspoolkabel, een minpoolkabel, een zogeheten "metallic return" kabel en een glasvezelkabel. Het falen van een exportkabel van een 2 GW offshore windpark door een externe bedreiging als ankeren of het zinken van een schip leidt met grote waarschijnlijkheid tot het wegvallen van dat windpark als energiebron. De kans dat maar een van de kabels daarbij kapot gaat, en dat er door de kabels die heel blijven toch nog ongeveer half vermogen getransporteerd kan worden, is bij een externe oorzaak als falen door ankeren of het zinken van een schip erg klein. Schade door visserij kan wel met enige aannemelijkheid leiden tot het falen van maar één van de drie stroomkabels, omdat bij impact door visserij de kabel die het minst diep in de grond ligt door bijvoorbeeld een otterbord geraakt wordt, en niet alle kabels. Dat is bijvoorbeeld twee keer opgetreden bij de BritNed interconnector tussen Nederland en Engeland. Schade veroorzaakt door ankeren leidt eerder tot een falen van meerdere kabels, aangezien de vervormingen van de bundel van kabels door ankeren veel groter is. Daar zijn ook voorbeelden van, bijvoorbeeld bij de IFA2000-kabels tussen Engeland en Frankrijk, die een aantal jaren geleden door een 10 ton anker kapot zijn

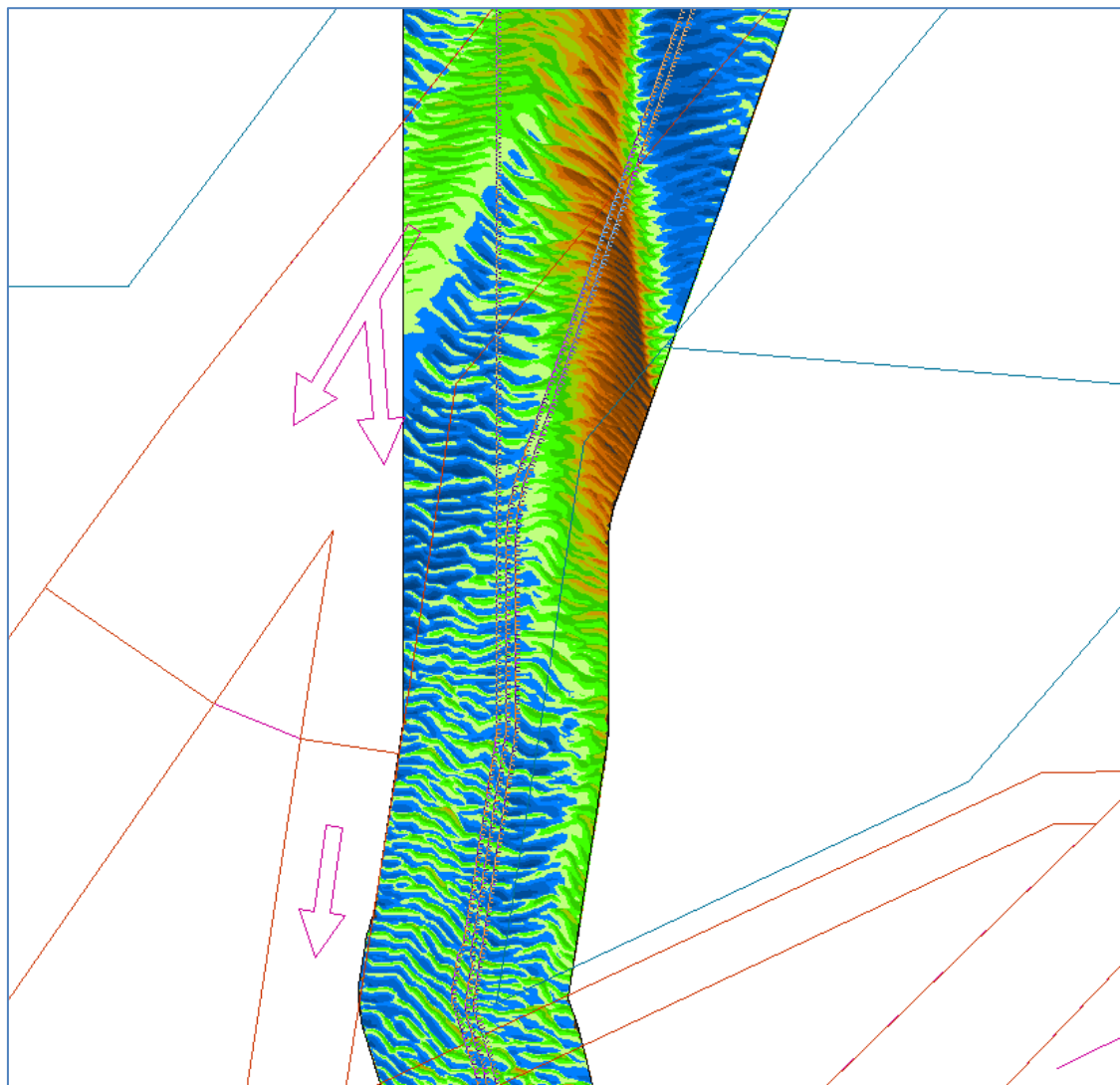
getrokken. Wanneer alle vezels van de glasvezelkabel kapot gaan, dan valt de communicatie met het windpark weg. Daardoor zal waarschijnlijk het hele windpark stilvallen. Het is aannemelijk dat bij impact van vstuig of van een anker de hele glasvezelkabel kapot gaat en niet slechts een paar glasvezels.

Het wegvallen van een 2 GW verbinding geldt als maatgevend scenario voor schade door (nood)ankeren of het zinken van een schip op kabels in parallelligging. Voor het wegvallen van een 2 GW-verbinding op zee ten gevolge van externe bedreigingen hanteert TenneT op dit moment een acceptabele faalkans van 1×10^{-5} /km/jaar (= gemiddeld eens in de 100.000 jaar per km, = gemiddeld eens in de 500 jaar voor een verbinding van 200 km lang). De RBBD studie voor IJmuiden Ver laat zien dat de kans op schade aan de kabels bij de vereiste begraafdiepten en bij de geanalyseerde scheepvaartdichtheid kleiner is dan de door TenneT als acceptabel gehanteerde faalkans.

6 Dieper installeren om de kans op ankerschade verder te verkleinen

6.1 Huidige situatie

Bij de huidige ligging van de geplande routes zullen in de toekomst mogelijk acht kabelroutes parallel aan elkaar lopen tussen de scheepvaartroutes en het Hollandse Kust (west) windenergiegebied. Bij de huidige eisen worden de kabels op deze plek bij de installatie iets meer dan 1,5 meter onder het Non-Mobile-Reference-Level begraven (zie paragraaf 4.3). Daarmee hebben deze kabels over de levensduur met een acceptabel geachte zekerheid een gronddekking van minimaal 1,5 meter in de dalen tussen de zandgolven en 1,5 meter plus de hoogte van de zandgolven buiten die dalen. De kabelroutes liggen in dit gebied vrijwel haaks op de kruinen van de zandgolven, zoals te zien is in Figuur 10.



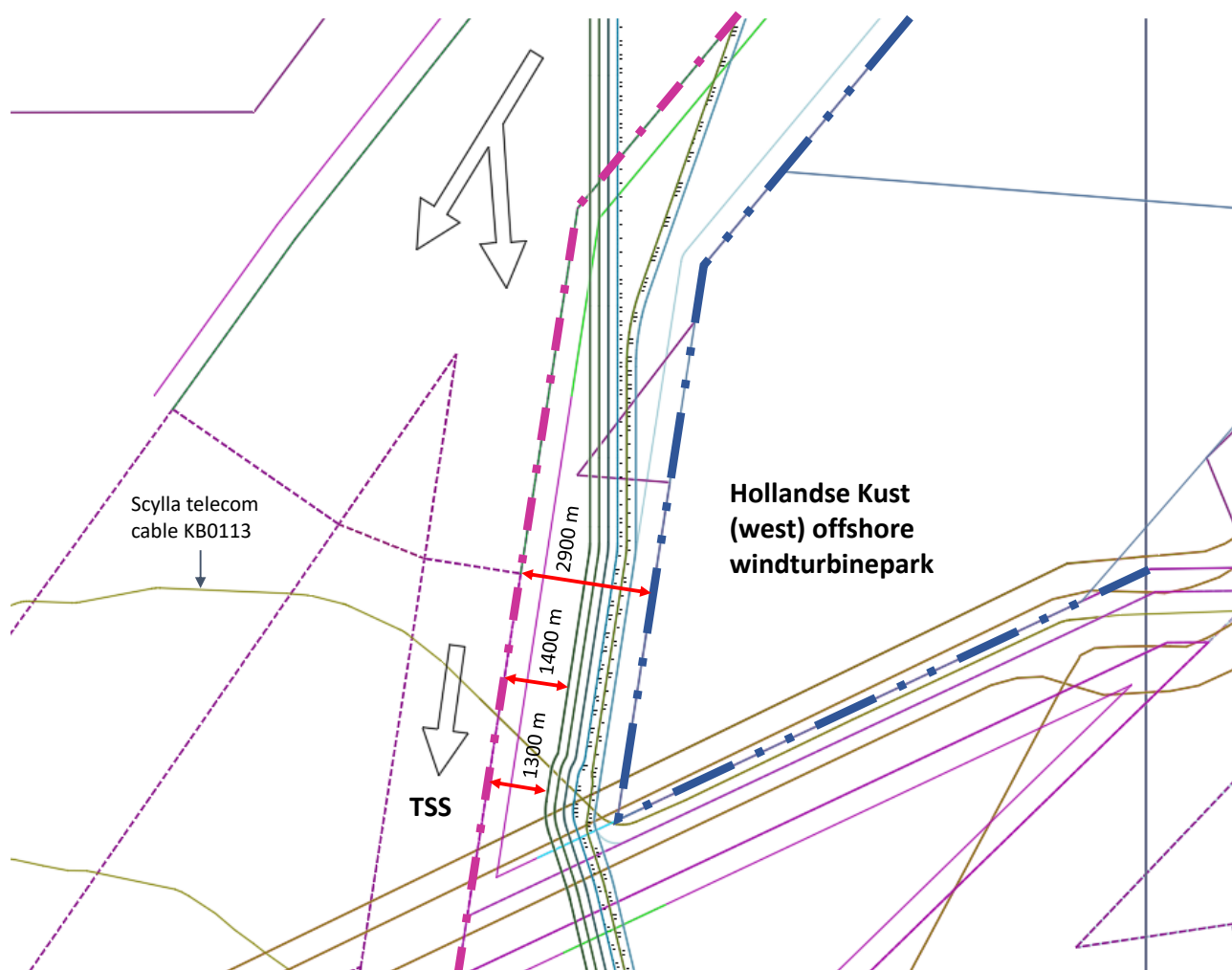
Figuur 10 De ligging van de zandgolven in de corridor voor de Net op zee kabels tussen de scheepvaartroutes en het Hollandse Kust (west) offshore windgebied (blauw = diep, bruin = ondiep). Met de IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma routes. (bron: TenneT)

Op basis van de resultaten van de RBBD studie acht TenneT deze gronddekking van 1,5 meter in dit deel van het tracé voldoende om te voldoen aan zowel de vergunningseisen van het bevoegde gezag als aan de eisen van TenneT voor veiligheid en doelmatigheid.

Zoals in Figuur 11 te zien is, is de ruimte tussen het scheidingsstelsel en het offshore windenergiegebied Hollandse Kust (west) 2.900 meter breed. Het is gebruikelijk (maar geen harde regel) dat kabels 500 meter buiten het offshore windenergiegebied moeten liggen. Wanneer hier 6 kabels liggen, dan ligt de meest westelijke kabel op ca 1.400 meter van het scheidingsstelsel. Wanneer hier 8 kabels liggen, dan ligt de meest westelijke kabel op 1.000 meter van het scheidingsstelsel.

Aan de zuidzijde van Hollandse Kust (west) liggen een aantal telecommunicatiekabels: Scylla KB0113,

Pangea 2 KB0029, Rembrandt 1 (buiten gebruik), KB 0015 en Atlantic Crossing Segment B1 KB0074. De Scylla kabel kruist aan de zuid west hoek van Hollandse Kust (west) over de Rembrandt 1 en de Pangea 2 kabel heen. De elektriciteitskabels van TenneT zullen op enige afstand (ca. 200m) van de kruising tussen Scylla en Pangea 2 deze kabels moeten kruisen. Daardoor moeten de TenneT kabels op die plek ca 100 meter meer naar het westen liggen. Op die plek liggen de 6 kabels op 1.300 meter van het scheidingsstelsel en de 8 kabels 900 meter.



Figuur 11 Ligging van 6 parallelle kabels tussen het scheidingsstelsel en het offshore windenergiegebied Hollandse Kust (west) en de afstanden tot het scheidingsstelsel (bron: TenneT). Bij 8 kabels gaat daar 400 meter vanaf.

Hieruit kan worden afgeleid dat op deze zuid west hoek van het Hollandse Kust (west) offshore windenergiegebied de bundel van 8 kabels de bufferzone naast het scheidingsstelsel over een lengte van iets meer dan een kilometer reduceert van 2.900 meter naar 900 tot 1.000 meter breed.

6.2 Dieper ingraven van de kabels

Technisch gezien is het mogelijk om kabels dieper dan 1,5 meter onder het Non Mobile Reference Level te begraven. Voor dieper begraven dan 1,5 meter zijn mogelijk wel andere apparaten of methoden nodig, gegeven dat aan het baggeren voorafgaande aan de installatie grenzen zijn gesteld in de vergunning. Een halve meter dieper baggeren vergroot het totale baggervolume significant, mogelijk voorbij de grenzen die daaraan zou zo vermeden kunnen worden voor noodankermanoeuvres zou zo vermeden kunnen worden voor noodankermanoeuvres gesteld zijn. Ook zijn mogelijk dikkere kabels nodig om te voorkomen dat de kabels oververhit raken onder de dikkere gronddekking. De RBBB studie voor IJmuiden Ver biedt inzicht in de mate waarin de faalkans van de kabels afneemt wanneer de kabels meer dan 1,5 meter gronddekking krijgen. *(Opmerking: dit deel van de RBBB studie is naar verwachting eind februari 2022 in concept klaar).* Dieper begraven zal leiden tot hogere kosten en tot grotere inspanningen voor de installatie en daarmee tot een grotere beïnvloeding van het milieu. Vanuit dat perspectief bezien levert de installatie van kabels in een gebied zonder grote scheepvaart, zoals het Bruine Bank gebied, een voordeel op omdat de kabels daar niet 1,5 m maar 1,0 m gronddekking zouden moeten krijgen, wat 0,5m minder diep ingraven en/of minder diep baggeren betekent. De indringing van ankers in het zeebed in het laatste stuk van de 2^e fase en in de 3^e fase (zie paragraaf 4.5) kan tot meerdere meters zijn, afhankelijk van het type anker. Kabels zodanig diep begraven dat ze ook in het laatste deel van de 2^e fase en in de 3^e fase van de ankerindringing niet geraakt kunnen worden, zou betekenen dat de kabels in de betreffende gebieden meerdere meters diep begraven zouden moeten worden. Aangezien grote ankers zeer diep de grond in kunnen dringen, zou het tot 0 reduceren van de kans op ankerschade resulteren in een zeer grote begraafdiepte eis. De extra inspanning die daarvoor nodig zou zijn worden door TenneT als disproportioneel gezien ten opzichte van de al acceptabel geachte faalkans bij een gronddekking van minimaal 1,5 meter onder NMRL.

6.3 Aanlegmethodes om de kabels dieper te installeren

Wanneer kabels op zee dieper dan 1,5 meter begraven moeten worden, dan moeten daarvoor ofwel geschikte begraafapparaten ingezet worden of moet voorafgaande aan het begraven van de kabels eerst (dieper) gebaggerd worden. Het baggerwerk is begrensd door maximale baggervolumes die uit het MER volgen. Dieper baggeren is daardoor niet zonder meer mogelijk. Begraaf apparaten die de kabels in plaats daarvan (nog) dieper begraven zijn niet ruimschoots voorhanden op de installatie markt. Dieper laten begraven van de kabels kan daarmee directe gevolgen hebben voor de aanbesteding van de aanleg van de kabels en daarmee mogelijk ook voor de planning van de aanleg. Mogelijk moeten voor dieper installeren nieuwe begraafapparaten gebouwd en getest worden. Dat kan, maar introduceert risico's voor het halen van de planning.

Voor het dieper begraven met andere apparaten is noodzakelijk om de trekkracht in de kabel tijdens het begraven actief te kunnen beheersen. Zonder actieve beheersing van de trekkracht in de kabel is de kans groot dat bij grotere begraafdiepten ofwel het dieper begraven wordt gehinderd door een te grote trekkracht in de kabel (de kabel wil dan niet op diepte komen) of dat er een 'running bight' ontstaat (het begraafapparaat duwt de kabel dan naar voren bij het begraven) voor het begraafapparaat. Dit kan tot schade in de kabel leiden. Een actieve controle over de trekkracht in de kabel is mogelijk tijdens zogeheten "simultaneous lay and burial" (SLB). Daarbij wordt de kabel tegelijk gelegd en begraven. Dat is een techniek

die door bepaalde aannemers vaak wordt toegepast. Bij het toepassen van SLB gaat het leggen en begraven ca. half zo langzaam als leggen zonder begraven, waarna het begraven in een aparte operatie gebeurt (pre-lay burial). Voor SLB is het kabellegschip een langere tijd nodig, wat kostenverhogend kan werken.

Vooropgesteld dat de vergunning daartoe de ruimte biedt, en wanneer de aannemer kiest om eerst dieper te baggeren, vervolgens de kabel met de tegenwoordig gebruikte begraafapparaten te begraven en daarna af te dekken met zand dan zijn de volgende kentallen aan de orde:

- per kilometer kabellengte moet ca. 20.000 m³ worden gebaggerd om een sleuf van een meter diep te baggeren en;
- omdat bij ingebruikname direct al de grotere gronddekking aanwezig zal moeten zijn, zal na het leggen nogmaals orde 20.000 m³ moeten worden gebaggerd om die sleuf weer grotendeels op te vullen;
- voor het baggeren van de zandgolven voorafgaande aan het installeren van de kabels wordt ca. 40.000 m³/km route gebaggerd.

De kabels een meter dieper begraven om daarmee de kans op ankerschade verder te verkleinen leidt daarmee tot een significante toename van het benodigde baggerwerk – voor die bepaalde sectie van de route.

6.4 Kosten en baten van dieper begraven

Voor de maatschappelijke kosten en baten voor dieper begraven kan onderscheid gemaakt worden tussen de financiële kosten, de impact op het milieu en de overlast voor de andere gebruikers van de zee.

6.4.1 Financiële kosten en baten

De kosten voor het inzetten van andere begraafapparaten hangt af van welk apparaat een aannemer in bezit heeft en van de manier waarop investeringen in aanpassingen of in een nieuw apparaat worden afgeschreven. Een kabel-begraafapparaat kost in orde van grootte € 10 – 30 miljoen, afhankelijk van het type en van bijbehorende hulpmiddelen als een A-frame om het begraafapparaat overboord te zetten.

De financiële kosten voor extra baggeren komen in orde van grootte uit op € 0,2 – 0,4 miljoen per meter extra diepte per kilometer kabelroute, afhankelijk van het ingezette baggermateriaal.

De financiële baten van het dieper begraven kunnen zitten in het reduceren van het risico op kabelschade door ankeren. De kans op ankerschade bij een ingraafdiepte van 1,0 meter is in de RBBB-studie echter al naar voren gekomen als kleiner dan de faalkans die door TenneT voor een dergelijke verbinding acceptabel wordt geacht. Vanuit dat perspectief wegen de baten niet op tegen de kosten.

6.4.2 Milieu-impact

Wanneer de kabels dieper worden begraven, door een ander apparaat waarmee de kabel naar een grotere diepte kan worden begraven, dan zal dat wel tot iets meer uitstoot van onder ander CO₂ en NO_x leiden, maar op het grote geheel is dat naar alle waarschijnlijkheid niet onderscheidend.

De milieu-impact van meer baggeren kan naar verwachting wel groter zijn. Bij dieper baggeren voorafgaande aan het installeren van de kabels neemt het baggervolume per kilometer toe (zie paragraaf 6.3), en daarmee neemt de vertroebeling van het zeewater ook toe.

Dieper begraven heeft geen voordeel in milieu-perspectief, omdat de kans op ankerschade bij 1,5 meter begraafdiepte al acceptabel klein is. Om kabelschade tijdens het laatste stuk van fase 2 en de fase 3 van de ankerindringing (zie paragraaf 4.5) te voorkomen, zou de kabel dieper begraven moeten worden dan een anker in dat laatste stuk van fase 2 en in fase 3 in de bodem in kan dringen. Dat zou dan om meerdere meters moeten gaan. Dat levert alles overziend geen voordeel op vanuit milieuperspectief.

6.4.3 Hinder voor andere gebruikers van de zee

Dieper begraven zal om extra inspanningen vragen. Maar omdat het gaat om werkzaamheden buiten de scheepvaartroutes, kan worden gesteld dat deze extra inspanningen niet tot significante extra overlast voor de scheepvaart zal leiden. Ook de overlast voor de gebruikers van de Noordzee buiten de scheepvaartroutes wordt als niet significant gezien, omdat de oppervlakte van de werkzaamheden van het kabellegschip en van het kabelbegravenschip verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de beschikbare ruimte naast buiten de scheepvaartroutes.

Dieper begraven heeft geen voordeel vanuit overlast perspectief. De kans dat door dieper begraven een reparatie en daarmee overlast wordt voorkomen is naar alle waarschijnlijkheid te klein om als mede bepalend meegenomen te worden in de afwegingen.

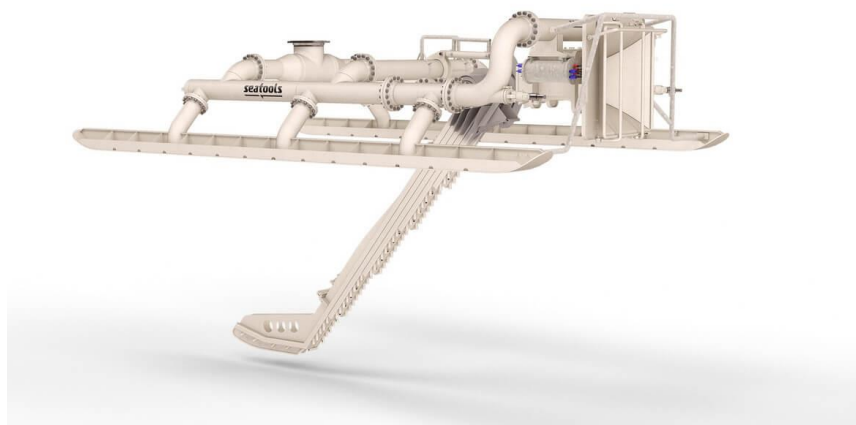
6.5 Mogelijke gevolgen voor de aanbesteding

Wanneer grotere begraafdiepten nodig zijn langs bepaalde delen van de routes van de kabels om het risico op ongewenst contact tussen kabels en ankers verder te reduceren, moeten de eisen die opgenomen zijn in de aanbestedingsdocumenten voor Net op zee IJmuiden Ver worden aangepast. Concreet komt dat neer op het aanpassen van de Depth of Burial tabellen.

Wanneer eisen voor begraafdiepten in het offshore deel van de routes groter worden dan de gebruikelijke 1,0 tot 1,5 meter, dan zullen de aanbieders grotere baggervolumes of andere begraafapparaten in hun aanbiedingen mee moeten nemen. Dat zal, als eerste inschatting, leiden tot een voordeel voor de partijen die vaker met Simultaneous Lay and Burial (SLB) inschrijven (zie paragraaf 6.3). Mogelijk leidt dit tot het kansrijker worden van aanbiedingen die grotere jet-sledes aanbieden (zie Figuur 12). Met dergelijke apparaten zijn in Duitsland erg goede ervaringen opgedaan, zolang de bodem van de zee uit zand bestaat. Omdat er slechts sporadisch klei en veen voorkomt binnen de kabelcorridors van de Netten op zee IJmuiden Ver, heeft dit mogelijk een (licht) positief effect op de technische aspecten van het kabel installatie deel van

de aanbesteding. Secties met klei en veen kunnen, waar en wanneer die vooraf worden aangetroffen, voorafgaande aan het installeren van de kabels weggebaggerd worden en opgevuld worden met zand, wat ook de thermische weerstand van de grond en daarmee de ontwerpcondities voor de kabels ten goede komt.

Investerings van de markt in grotere jet sledes waarmee grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt, voor het installeren van kabels vergelijkbaar met de Netten op zee IJmuiden Ver, kunnen leiden tot een verdere beperking van het baggerwerk dat nodig is om de kabels op de beoogde dieptes te krijgen. Vanuit dat perspectief gezien werken eisen voor grotere begraafdiepten in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee, waar vooral zand zit, dus mogelijk positief uit op het resultaat van de aanbesteding voor wat betreft het installeren van de kabels.



Figuur 12 Jet slede voor het begraven van kabels (bron: Seatools)

7 Mogelijke mitigerende maatregelen

Om het risico op ongewenste interactie tussen de scheepvaart en de kabels te verkleinen, zijn een aantal mitigerende maatregelen denkbaar. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan de volgende maatregelen:

1. Vergroten van de afstand tussen het scheidingsstelsel en de kabels
Wanneer de afstand tussen een scheidingsstelsel en een bundel kabels vergroot zou moeten worden, dan zou ook gedacht kunnen worden aan het verkleinen van de afstand tussen de kabels en de grens van het windenergiegebied. Aangezien de windturbines op een afstand van de buitengrens van het windenergiegebied staan, kunnen de kabels technisch gezien ook langs de rand van het windenergiegebied gelegd worden. Daarmee kan de ruimte tussen een scheidingsstelsel en de kabels met 500 meter worden vergroot.
2. Dichter bij elkaar leggen van de kabels
De kabels liggen in de huidige plannen 200 meter uiteen. Die afstand is gekozen in verband met het installeren en het onderhouden en repareren van de kabels. Door deze afstand is de kans dat een

zinkend schip meer dan één kabel raakt relatief klein. Wanneer de afstand tussen de kabels kleiner gemaakt zou worden, dan kan de afstand tot het scheepvaartverkeer vergroot worden. als dat wordt overwogen, dan moet nagegaan worden hoe de totale kans op kabelschade met gevolgen voor meer dan 3 GW aan vermogen zich dan verhoudt tot de Europese regelgeving met betrekking tot het wegvallen van 3 GW of meer aan vermogen – wat een verstorend effect heeft voor het hele Europese elektriciteitsnetwerk.

3. Verspreiden van de kabels over meerdere corridors

Met minder kabels in een corridor kan de afstand tussen de kabels en de scheepvaart vergroot worden.

4. Aanleggen van de kabels door de windmolenparken

Dat is ongewenst omdat het beschikbare oppervlakte voor de opwekking van windenergie significant wordt verminderd wanneer de kabels dan een eigen corridor krijgen met een buffer aan weerszijden. Er zou ook gedacht kunnen worden aan gedeeld gebruik van de ruimte, waarbij de kabel tussen de windturbines door lopen zonder dat daarvoor een aparte corridor wordt vrijgehouden. Technisch gezien is dat een reële optie, maar in de praktijk wordt altijd gewerkt met vrij te houden corridors voor andere kabels dan die van het windmolenpark zelf. Er zouden dan ook een groot aantal kruisingsbouwwerken moeten worden gebouwd – wat overigens te voorkomen is door de kabels die eerst geïnstalleerd worden dieper te begraven op de plek van de kruisingen.

5. Aanleggen van de kabels in de scheepvaartwegen

Net als het aanleggen van de kabels in de windmolenparken wordt ook het aanleggen van de kabels in de scheepvaartwegen als onmogelijk dan wel uiterst ongewenst gezien, hoewel het op puur technische gronden als een valide oplossing zou moeten worden gezien. Nood-ankeren doen schepen in de regel niet in de vaarwegen naar er direct naast, in de bufferzone, op de “vluchtstrook”. Dus het aanleggen van kabels in de scheepvaartroute zelf leidt tot kleinere kansen op schade door ankeren.

8 Conclusies

Voor een nadere onderbouwing van de onderstaande conclusies wordt verwezen naar de RBBD studie [6] en naar het ankerpenetratiemodel [5].

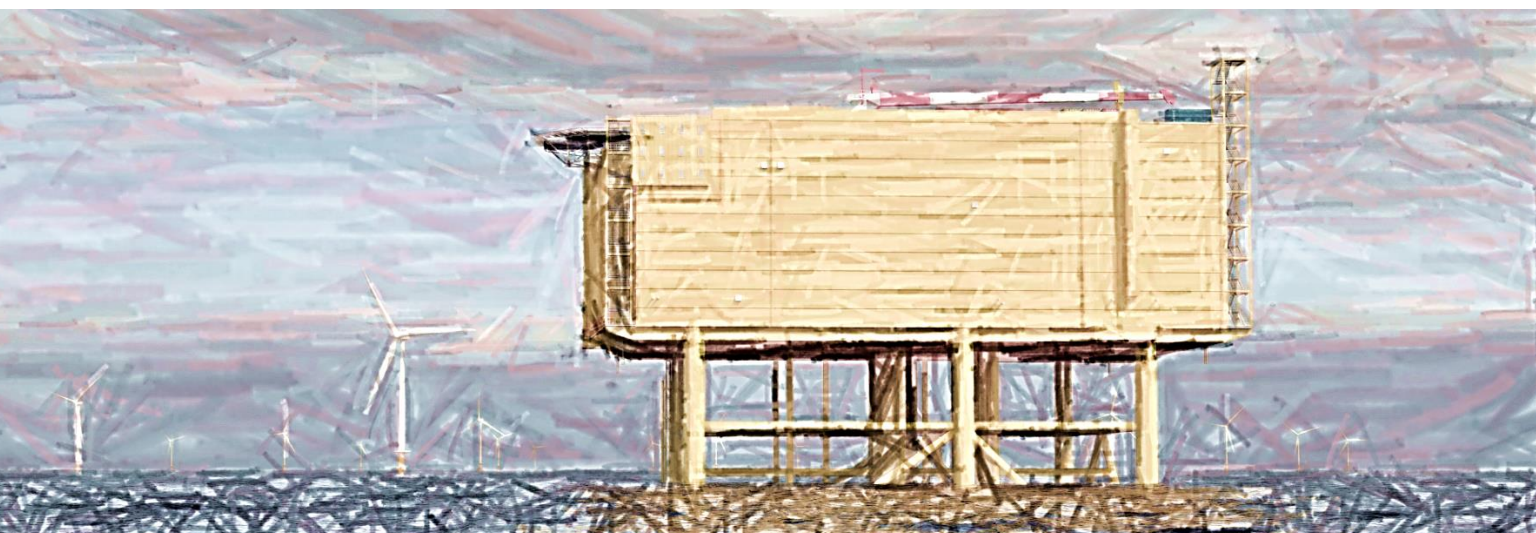
1. Wanneer de kabels een gronddekking hebben van minimaal 1,5 meter, dan is de kans op schade aan de kabels door externe factoren als (nood)ankeren, zinken van schepen en verloren lading kleiner dan de door TenneT gestelde eis van 1×10^{-5} per kilometer per jaar. Dit wordt onderbouwd in de Risk Based Burial Depth studie door ACRB, MARIN en Dirk Luger voor IJmuiden Ver.
2. Wanneer minder kabels in de bufferzone naast de scheepvaartroute liggen, is de totale kans dat schade optreedt aan één van deze kabels door noodankeren of zinken van een schip kleiner is dan wanneer er meer kabels liggen. Daar staat tegenover dat wanneer er in die bufferzone minder kabels liggen, op andere plekken op de Noordzee meer kabels aangelegd zullen moeten worden. Er liggen dan op meerdere plekken in de Noordzee kabels, met als gevolg dat er meer verschillende schepen langs de kabels varen. Dat heeft geen effect op de individuele faalkans per kabel, maar wel op totale meervoudige faalkans. Vanuit dat oogpunt neemt de meervoudige kans op ongewenst contact tussen scheepvaart en een kabel toe, wanneer de kabels over meerdere corridors worden verspreid. De kabels bundelen in een enkele corridor met meerdere kabels levert een kleinere meervoudige faalkans op schade aan de kabels door scheepvaart. Dit wordt onderbouwd in de RBBD studie [6].
3. Wanneer de beschouwde 8 kabels over meerdere corridors worden verdeeld, dan kan de afstand tussen de scheidingsstelsels en de kabels groter gehouden worden. Dat reduceert de kans op kabelschade door nood-ankeren. Deze afname van de kans op ankerschade zou vergeleken moeten worden met de toename van de kans op ankerschade bij het verdelen van de kabels over meerdere corridors om hier een kwantitatieve conclusie aan te kunnen verbinden.
4. Wanneer in de bufferzone naast een scheepvaartroute ('vluchtstrook') één of meerdere kabels liggen, dan zou dat mogelijk van invloed kunnen zijn op het gedrag van schepen wanneer een noodankermanoeuvre uitgevoerd moet worden. Het zou kunnen zijn dat de schepen dan aan de rand van de scheepvaartroute ankeren in plaats van op of tussen de kabels. Dit aspect kan nog niet worden gekwantificeerd bij gebrek aan feitenmateriaal maar is wel meegenomen in de analyses. Wanneer in de zone naast een scheidingsstelsel minder kabels liggen, en die kabels liggen verder weg van het scheidingsstelsel, dan is de kans dat een kabel geraakt wordt door een anker navenant kleiner. De manier waarop dit aspect meegenomen is in de risicoanalyses is beschreven in de RBBD studie [6].
5. Op basis van een gevoeligheidsanalyse blijkt dat dieper begraven van de kabels dan de huidige 1,0 - 1,5 meter onder een Niet Mobiel Referentievlak slechts een marginale verkleining geeft van de kans op ankerschade of schade door zinken van schepen op meerder kabels tegelijkertijd.
6. Het aanleggen van 8 kabels parallel aan elkaar in een midden corridor, zoals in scenario 1, is voor TenneT acceptabel vanuit het perspectief van het risico op schade aan de kabels door externe oorzaken.

Referenties

- [1] Memo ankerrisico voor TA Extra Wind op zee, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [2] Memo Kruisingen voor TA Extra Wind op Zee R02, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [3] Memo Baggervolumes voor TA extra Wind op Zee R03, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [4] Memo Scheepvaardichtheid voor TA extra Wind op Zee R01, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [5] Improved anchor risk analysis - V0.2, LG-011-01, Dirk Luger, 02-11-2021
- [6] Risk Based Burial Depth study IJmuiden Ver, IV12345-G-DES.06.209-2GW-MA-Risk_Based_Burial_Depth_Study, ACRB Romke Bijker en MARIN Yvonne Koldenhof, December 2020
- [7] Assessment of seaside loads on landfall support structure Wijk aan Zee, Deltares, 11206427-000-HYE-0001, november 2021



Bijlage E Memo kabelkruisingen Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



AAN Rijkswaterstaat Zee en Delta

DATUM 17 maart 2022

REFERENTIE

VAN

Wino Snip TenneT E&S

ONDERWERP IJmuiden Ver parallelle aanleg, memo: impact op toekomstige kruisingen

VOOR INFORMATIE

BESLUITVORMING

1. Inleiding

Gebundelde (in de zin van parallelle) aanleg van de Net op zee hoogspanningskabels, die de aan te leggen windenergiegebied IJmuiden Ver, zoekgebied 1, "Nederwiek", en zoekgebied 2, "Lagelander", op zee zullen verbinden met het elektriciteitsnetwerk op land, heeft tot gevolg dat in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee meerdere stroomkabels parallel aan elkaar in de bodem van de zee begraven zullen liggen. Voor het aansluiten van de windenergiegebied Borssele, Hollandse Kust (zuid), - (noord) en (west) liggen de exportkabels over grote lengte van de routes al parallel aan elkaar. Voor die parken gaat het om 4 DC kabels maximaal die parallel aan elkaar liggen. Voor het aansluiten van de parken IJmuiden Ver, Nederwiek en Lagelander en eventueel voor Hollandse Kust (zuidwest), zullen tot 8 kabels parallel mogelijk aangelegd kunnen gaan worden in het gebied dat zich globaal uitstrekt van het lichteiland Goeree, net ten zuiden van de Eurogeul tussen de ankergebieden 4 West en 4 Oost in, tot aan de westzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). De afstand tussen die parallelle stroomkabels zal in de orde van grootte 200 meter zijn. In overleg hebben EZK, TenneT en Rijkswaterstaat besloten om eind van 2021, begin 2022 een thematische analyse uit te voeren op een aantal aspecten van de parallelle aanleg. Deze memo is een bijdrage voor die thematische analyse op het thema van de ankerrisico's.

2. Afbakening van de technische memo's

Voordeel van parallelle aanleg zit met name in het efficiëntere ruimtegebruik op de Noordzee en in het feit dat door parallelle aanleg meerdere kabels een zo kort mogelijke route kunnen volgen. Een zo kort mogelijke route beperkt de kosten voor de aanleg, het beheer en onderhoud. Een zo kort mogelijke route beperkt ook de elektrische verliezen over de verbinding tussen het offshore windpark en land. Daardoor worden de maatschappelijke kosten lager.

Er zijn ook (mogelijke) nadelen van gebundelde ligging van de elektriciteitskabels. Om een weloverwogen keuze te kunnen maken voor het doorvoeren van de (mate van) parallel aanleggen van kabels/bundeling moeten de nadelen afgewogen worden tegen de voordelen. In overleg met Rijkswaterstaat zijn (onder meer) de volgende nadelen naar voren gekomen als onderwerpen om in de thematische analyse te adresseren:

1. De strook tussen een scheepvaartroute op zee en een windenergiegebied, zoals bijvoorbeeld ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (west), dient (ook) als een soort vluchtstrook voor

- scheepen met problemen. Daar kunnen ze in nood ankeren zonder de scheepvaart in de scheepvaartroute te hinderen en zonder het windenergiegebied in te gaan. Verreweg de meeste schepen mogen de windenergiegebieden niet in. Als in die strook meerdere parallelle elektriciteitskabels liggen, is de vraag wat dat betekent voor de veiligheid van die kabels en is het de vraag wat gedaan kan worden om de kans op schade aan die kabels te verkleinen. Dit komt aan de orde in de technische memo over de scheepvaartdichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].
2. In een eerdere fase zijn meerdere routealternatieven verkend voor de kabels op zee naar het toekomstige windenergiegebied in het gebied IJmuiden Ver. Wanneer besloten zou worden om het bundelen van kabels in omvang te beperken, om bijvoorbeeld de hinder voor de scheepvaart te verminderen of om welke reden dan ook, dan zouden enkele kabels in plaats van de parallelle gebundelde routes andere route moeten volgen. (Uit de RBBD studie blijkt dat verspreiden van de kabels over meerdere corridors niet leidt tot een kleinere kans op een scheepvaart gerelateerd incident aan een van de kabels maar eerder tot een toename van de kans op een dergelijk incident, omdat bij het gebruik van meerdere corridors tegelijkertijd meerdere schepen in de nabijheid van kabels zijn in vergelijking met de aanleg van de kabels in een enkele corridor). Die routes zijn in de regel langer. Omdat die routes ook door uitgestrekte gebieden met mobiele zandgolven op de bodem van de zee lopen, zullen die routes ook meer baggerwerk nodig hebben, voorafgaande aan de aanleg van de kabels. De vraag is hoeveel meer baggerwerk daarvoor nodig is. Hierover is een aparte technische memo opgesteld [3]. Positief zou het wel kunnen zijn vanuit het perspectief van de kans op schade aan de kabels, wanneer kabels in corridors gelegd worden waar veel minder scheepvaart bij in de buurt komt, bijvoorbeeld in het Bruine Bank gebied.
 3. Toekomstige kabels en pijpleidingen moeten de parallelle stroomkabels kunnen kruisen. De vraag is hoe dat er uit zal kunnen zien en wat voor gevolgen dat kan hebben. Hierover is voorliggende technische memo opgesteld [1].
 4. De Nederlandse Noordzee is een zeer druk bevaren zeegebied. De kabels van het Net op zee zullen meerdere scheepvaartroutes moeten kruisen. Daar waar de kabels in, of in de nabijheid van, drukbevaren scheepvaartroutes liggen, moet gerekend worden met een hogere kans op schade aan de kabels door scheepvaart gerelateerde incidenten, zoals het zinken van schepen, nood-ankeren en het verliezen van lading. Dat is onderwerp van de Risk Based Burial Depth studies die worden uitgevoerd voor het IJmuiden Ver project door ACRB en MARIN en van de memo over de ankerrisico's die bij 1. hierboven is genoemd. Daar waar kabels in de bodem van de zee liggen moet ook rekening gehouden worden met mogelijk aangepast gedrag van de scheepvaart, die in principe zal willen voorkomen om op of direct nabij kabels te ankeren. Daarom is in het kader van de thematische analyse gekeken naar de ligging van de kabels voor Net op zee in relatie tot de scheepvaartdichtheid [4] en in de memo over de ankerrisico's [1].

3. De drie scenario's van de thematische analyse

3.1 Overzicht van de 3 scenario's



Figuur 1 De scenario's 1 (links), 2 (midden) en 3 (rechts) van de thematische analyse

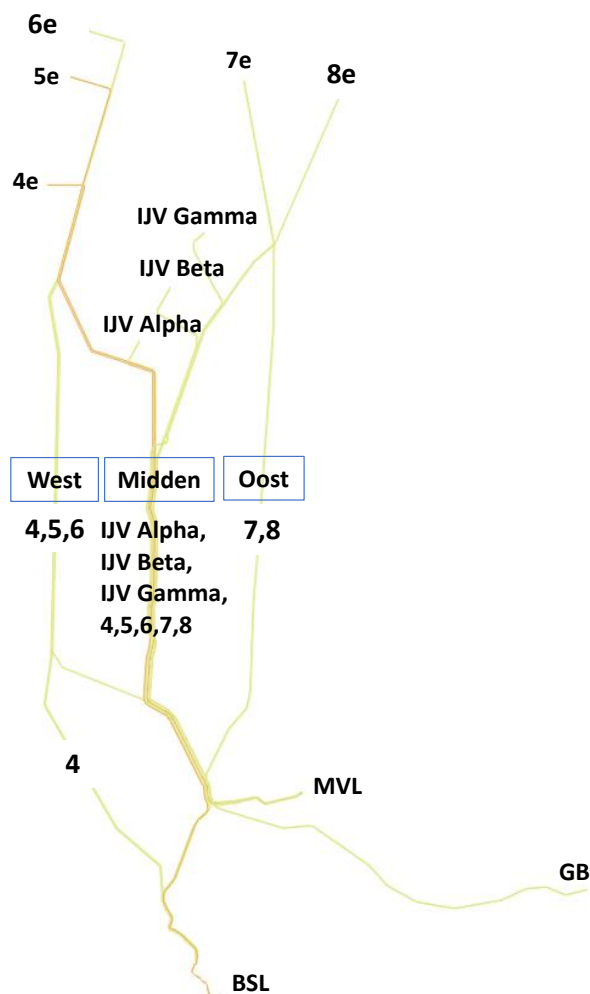
Voor deze thematische analyse zijn 3 scenario's met elkaar vergeleken voor het aansluiten van de toekomstige windenergiegebied IJmuiden Ver, Nederwiek (ten noordwesten van IJmuiden Ver) en Lagelander (ten noorden van IJmuiden Ver). Voor het aansluiten van deze windenergiegebied zijn 8 DC kabelverbindingen van elk 2 GW nodig. De kabels worden, daar waar ze parallel aan elkaar lopen, op 200 meter uit elkaar in de bodem van de zee begraven. Aan weerszijde van de buitenste kabels wordt een vrije zone van 500 meter aangehouden voor veiligheid en onderhoud. De 500 meter brede onderhoudszone aan de buitenzijde van een corridor met één of meerdere kabels kan overlappen met de 500 meter zone rondom een offshore windenergiegebied of van een andere kabel of pijpleiding.

1. Bij scenario 1 lopen alle 8 de kabelroutes gebundeld door een midden-corridor. De corridor in het middengebied wordt daarmee $7 \times 200 + 2 \times 500 = 2.400$ meter breed.
2. Bij scenario 2 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 5 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steekt ten zuiden van de Bruine Bank 2 kabels over naar de midden-corridor en lopen er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt 2×500

= 1.000m breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in dat geval $5 \times 200 + 2 \times 500 = 2.000$ m breed kunnen worden, daar waar de kabels parallel aan elkaar op 200m tussenruimte gelegd kunnen worden. (Het voorbehoud betreft hier de locaties waar andere onderling kruisende kabels en leidingen gekruist moeten worden, daar moet afstand gehouden worden tot die kruisingen, waardoor de corridor daar breder moet zijn).

3. Bij scenario 3 lopen ter hoogte van de Bruine Bank 3 kabelroutes door de midden-corridor en 3 kabels door het Bruine Bank gebied door een westelijke corridor. Van die 3 kabels steken ten zuiden van de Bruine Bank twee kabels over naar de midden corridor en loopt er 1 parallel verder in de richting van de Veerse Dam. Door een oostelijke corridor lopen 2 kabels uit Lagelander parallel naar het zuiden toe. Ter hoogte van de Eurogeul en net ten noorden van ankergebieden 4 West en 4 Oost voegen deze 2 kabels uit de oostelijke corridor zich bij de 3 kabels uit de midden corridor en 2 kabels uit de westelijke corridor. Hierbij is de westelijke corridor voor het deel waar 1 kabel ligt 1.000 meter breed, voor het deel waar 3 kabels parallel lopen $2 \times 200 + 2 \times 500 = 1.400$ meter breed. De midden corridor zou in het worst case geval van vijf parallele verbindingen $4 \times 200 + 2 \times 500 = 1.800$ m breed kunnen worden. De oostelijke corridor is dan $200 + 2 \times 500 = 1.200$ meter breed.

3.2 De beschouwde routeopties voor Nederwiek en Lagelanden



Figuur 2 De beschouwde route opties voor de 3 scenario's om de zoekgebieden 1 en 2 aan te sluiten op land

De 2 GW DC verbindingen zijn als volgt in de 3 scenario's opgenomen:

Tabel 1 De gebruikte corridors per scenario voor de 8 stuks 2 GW DC verbindingen

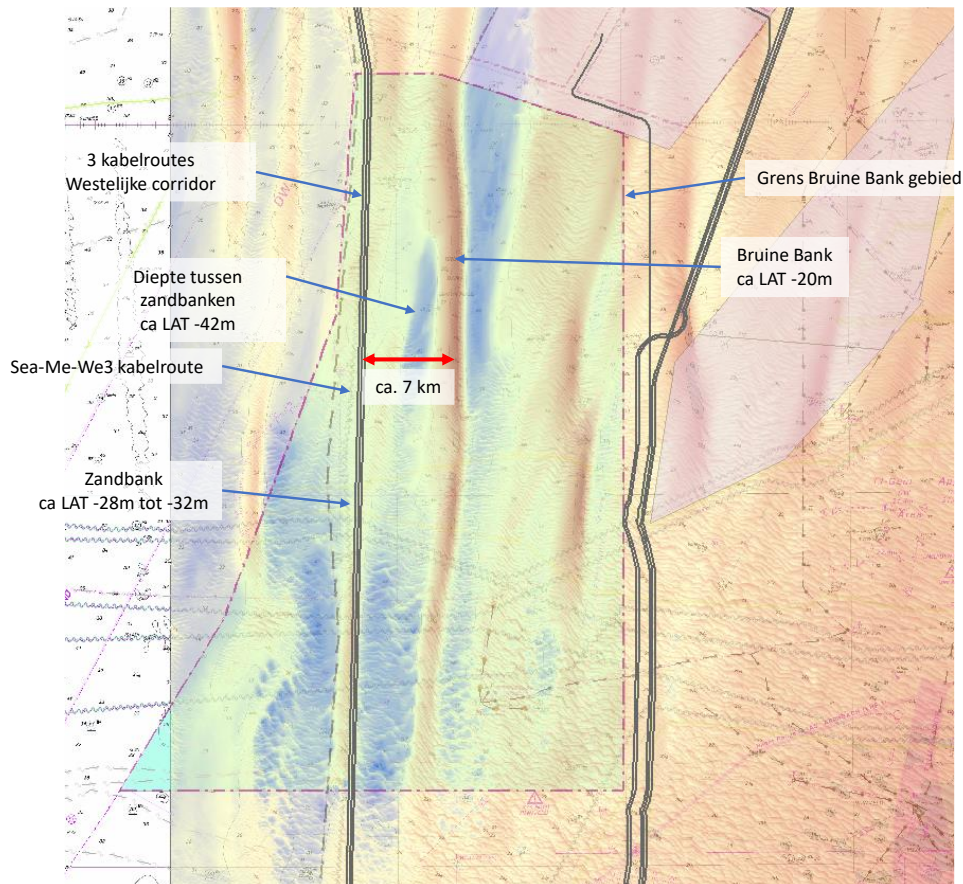
Verb.	Van		Naar	Corridor per scenario		
				1	2	3
1e	IJmuiden Ver	Alpha	Borssele	Midden	Midden	Midden
2e	IJmuiden Ver	Beta	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
3e	IJmuiden Ver	Gamma	Maasvlakte	Midden	Midden	Midden
4e	Nederwiek	Alpha	Borssele	Midden	West	West
5e	Nederwiek	Beta	Maasvlakte	Midden	West	West
6e	Nederwiek	Gamma	Geertruidenberg	Midden	West	West
7e	Lagelanden		Zuid Holland	Midden	Midden	Oost
8e	Lagelanden		Zeeland	Midden	Midden	Oost

Opmerking bij de tabel: de 5^e en de 6^e routes volgen in scenario 2 en 3 voor een groot deel de westelijke corridor, maar steekt ten zuiden van het Bruine Bank gebied over naar de midden-corridor. Zie Figuur 1 en Figuur 2. Alleen de 4^e route volgt de hele westelijke corridor.

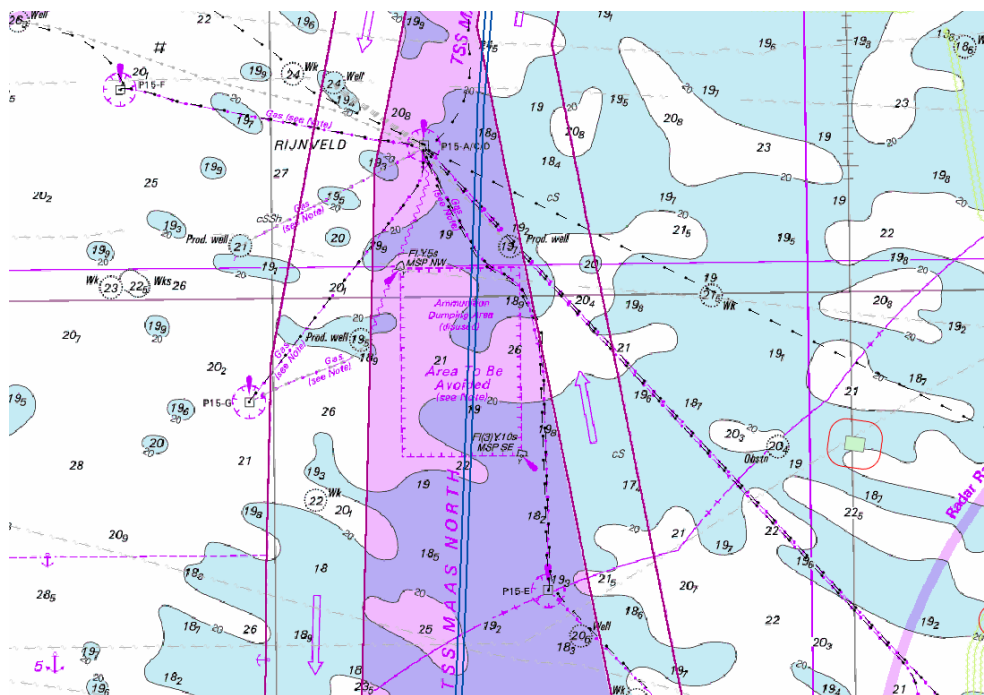
3.3 Opmerkingen bij de 3 scenario's

Bij deze scenario's moet het volgende worden opgemerkt:

- Voor wat betreft de westelijke en de oostelijke corridor zijn de kabelroutes vrij eenvoudig getrokken rechte lijnen. Het zijn nog niet nader uitgewerkte routes met betrekking tot specifiek te ontwijken gebieden of obstakels op zee. Deze routes zijn ook nog niet geoptimaliseerd met betrekking tot hun ligging ten opzichte van de bathymetrie.
- De westelijke corridor loopt in het Natura 2000 gebied van de Bruine Bank in de lengte richting over een zandbank in plaats van door een dal tussen de zandbanken. De kabels in deze corridor vallen op die plek samen met de route van de Sea-Me-We-3 (RWS KB0061) datakabelroute. Zie Figuur 3. De uiteindelijke routes voor kabels in dit gebied zullen iets meer naar het oosten gelegd moeten worden, in de richting van de Bruine Bank. Bovendien zou het beter zijn de rug van de zandbank, indien en waar mogelijk, te vermijden omdat de zeebodem daar meer beïnvloed zal worden tijdens stormen dan de zeebodem in het dal tussen de zandbanken in. Daarmee zullen de routes ca. 3 – 4 km meer naar het oosten moeten komen te liggen, op ca. 3 km ten westen van de Bruine Bank zelf. Zie Figuur 3.
- De oostelijke corridor ligt in het Rijnveld gebied midden tussen twee scheepvaart routes van het scheidingsstelsel van de TSS Maas Noord. In dat gebied ligt een munitie dumpgebied waar deze routes nu dwars doorheen lopen. De uiteindelijke routes zullen verlegt moeten worden naar het westen of naar het oosten van de TSS Maas Noord, omdat de kosten en risico's die samenhangen met het aanleggen van kabels door een munitie dumpgebied naar alle waarschijnlijkheid disproportioneel zullen uitvallen. Ter indicatie: het onderzoeken en identificeren van een enkel munitie object op de bodem van de zee kost in de orde van grootte EUR 10.000 tot 20.000. In dit gebied zullen naar verwachting enkele honderden van dergelijke objecten op de kabelroutes liggen. Zie Figuur 4. Voor de thematische analyse is uitgegaan van de drie corridors zoals die eerder zijn vastgelegd en niet van aangepaste en geoptimaliseerde varianten van de corridors.



Figuur 3 De waterdieptes in de westelijke corridor in het Bruine Bank gebied met de Sea-Me-We3 kabelroute



Figuur 4 De kabelroutes in de oostelijke corridor lopen in het TSS Maas Noord door een munitie-dumpgebied

3.4 Optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors

Uitgangspunt van de Thematische Analyse zijn de westelijke, midden en oostelijke corridors zoals die in een eerdere fase zijn vastgelegd. Het in detail optimaliseren van de westelijke en de oostelijke corridors voert verder dan het kader van deze Thematische Analyse, maar hoog over zou er al wel het volgende over gezegd kunnen worden.

Optimaliseren van de westelijke corridor zou kunnen door alle kabels die in deze corridor zouden moeten komen te liggen niet door de Maas Junction te leggen, maar ze alle 3 TSS Maas West over te laten steken samen met andere kabels. Pas ten noorden van TSS Maas West zouden die drie kabels dan naar het westen naar de Bruine Bank kunnen lopen, zoals dat nu al het geval is met 2 van de 3 kabels die bij scenario 2 en 3 via de westelijke corridor lopen. Op die manier wordt het drukke scheepvaartgebied van de Maas Junction vermeden.

Optimaliseren van de oostelijke corridor zou kunnen door de kabels die deze corridor volgen meer naar het oosten te leiden en ze in de strook tussen de TSS Maas Noord en het windturbinepark Hollandse Kust (zuid) te leggen, tot het punt waar het munitiedumpgebied is gepasseerd. Daarna zouden de kabels in deze corridor weer tussen de scheepvaartzones in moeten komen te liggen, om de voldoende afstand tot de ankergebieden voor IJmuiden te kunnen houden.

4. Technische uitvoering van kruisingen van kabels en leidingen op zee

Kabels en leidingen worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleept vistuig en ankers, en om de andere gebruikers van de zee te behoeden voor een niet bedoeld contact met die kabel of leiding. Op de plek waar kabels en leidingen elkaar kruisen, kan de kabel of leiding die het laatst wordt gelegd niet begraven worden, omdat grondindringende werkzaamheden in de directe nabijheid (25 - 50 meter) van kabels en leidingen op zee, in verband met risico's en aansprakelijkheden, niet mogelijk is. Die nieuwe kabel of leiding zal op de plek van de kruising op een andere manier beschermd moeten worden. Bovendien dient een minimale verticale afstand tussen de kruisende kabels en leidingen van 0,3 meter te worden geborgd, voor de hele gebruiksduur.

Wanneer kabels of leidingen elkaar kruisen op zee, dan wordt daarvoor een kruisingsbouwwerk aangelegd. Dat bouwwerk bestaat uit een constructie die de verticale scheiding verzorgt en uit een bescherming tegen externe beïnvloeding. Het kruisingsbouwwerk dient een duurzame verticale scheiding van 0,3 meter tussen de kruisende kabels en leidingen te verzorgen, ook als het zeebed beweegt over de levensduur. Aan de buitenzijde bestaan de kruisingsbouwwerken altijd uit een steenbestorting. De grootte van de stenen wordt locatie-specifiek bepaald. De stenen moeten stabiel blijven liggen wanneer de golven tijdens een storm op het zeebed en op het kruisingsbouwwerk inwerken. Hoe ondieper het water, hoe groter en zwaarder de stenen moeten zijn om stabiel te blijven liggen.

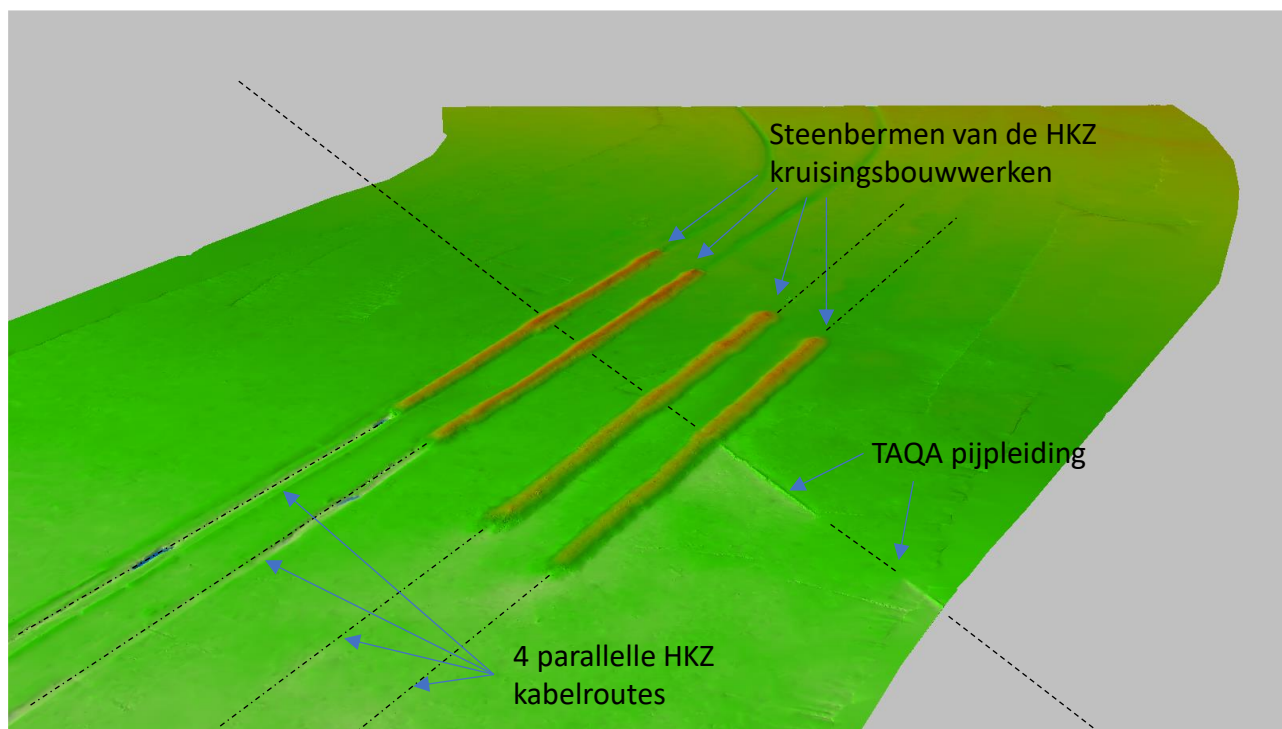
De hoogte van het kruisingsbouwwerk (steenberm) hangt af van de ligging en grootte van de kabel of leiding die gekruist wordt. Soms moet bijvoorbeeld een grote pijpleiding gekruist worden die grotendeels boven het

zeebed ligt en in andere gevallen een telecomkabel die in het zeebed begraven ligt. Dat beïnvloedt de hoogte van het kruisingsbouwwerk als eerste. Als volgende wordt de hoogte van het kruisingsbouwwerk beïnvloed door de opbouw van de steenberm. Die opbouw is, als gezegd, afhankelijk van de plek van de kruising maar ook van de gekozen samenstelling van de steenberm, die onder andere afhangt van de samenstelling van de ondergrond. De steenberm mag niet langzaam wegzakken in de bodem. Ook daar moet het ontwerp van de opbouw van de steenberm aan voldoen. Gedacht moet worden aan een totale hoogte van ordegrootte 1,5 tot 3,0 meter.

De lengte van de steenberm wordt allereerst bepaald door de afstand die aangehouden moet worden tot de gekruiste kabel of leiding bij het begraven van de nieuwe kabel of leiding. Hoe groot die afstand moet zijn, dat hangt af van wat de eigenaren overeenkomen in de kruising-overeenkomst. In de kruising-overeenkomst worden afspraken gemaakt over wederzijdse aansprakelijkheden tijdens de aanleg, het beheer en onderhoud en over het verwijderen aan het einde van de levensduur. Ook worden daar afspraken in vastgelegd over de aan te houden afstand voor grond-indringende werkzaamheden. Wat afdoende veilig wordt geacht, dat hangt af van de veiligheidsperceptie van de betrokken partijen met betrekking tot de verschillende activiteiten die moeten worden ondernomen op en rond het kruispunt en van de eisen die gesteld worden door de betrokken partijen. Voor kruisingen met pijpleidingen zijn eisen van toepassing op de pijpleidingen, die in NEN normen zijn vastgelegd. Voor kruisingen tussen kabels zijn geen normen opgesteld voor de Nederlandse wateren. De eisen die door de betrokken partijen aan kruisingsbouwwerken worden gesteld kunnen ook voortkomen vanuit de eigen onderhoudsstrategieën en kunnen gebaseerd zijn op door de betrokken partijen acceptabel geachte faalkansen. In de praktijk komt dit erop neer dat in een zone naast de gekruiste kabel of leiding geen grondindringende werkzaamheden mogen worden uitgevoerd. Die zone is, afhankelijk van de eisen van eigenaar van de gekruiste kabel of leiding, tussen de 25 en 50 meter aan weerszijden. Dat betekent daarmee dat een kruisingsbouwwerk sowieso een minimum lengte heeft van tussen de $(2 \times 25 =)$ 50 en de $(2 \times 50 =)$ 100 meter. De lengte van het kruisingsbouwwerk wordt groter naarmate de kruisingshoek meer afwijkt van 90 graden (haaks). De lengte van het kruisingsbouwwerk hangt daarnaast ook af van de lengte van overgangszones waarin de nieuwe kabel of leiding vanuit het zeebed omhoog moeten komen naar de oppervlakte en de lengte die aan de andere kant nodig is om het zeebed weer in te komen. De overgangszones worden ook wel aangeduid als de 'grade-in' en de 'grade out' zones.

5. Voorbeeld: Net op zee Hollandse Kust (zuid) (HKZ)

- De recent aangelegde kruisingen tussen de Net op zee HKZ exportkabels en de TAQA 26 inch gaspijpleiding, op ca. 15 meter waterdiepte (dat is relatief ondiep), is ca. 2 meter hoog, 220 meter lang en ca. 15 meter breed, zie Figuur 5 hieronder.
- De recent aangelegde kruising tussen de Net op zee HKZ export kabels en de Neptune 8 inch oliepijpleiding, op ca. 22 meter waterdiepte (dat is al minder ondiep), is ca. 2 meter hoog, 140 meter lang en ca. 12 meter breed.



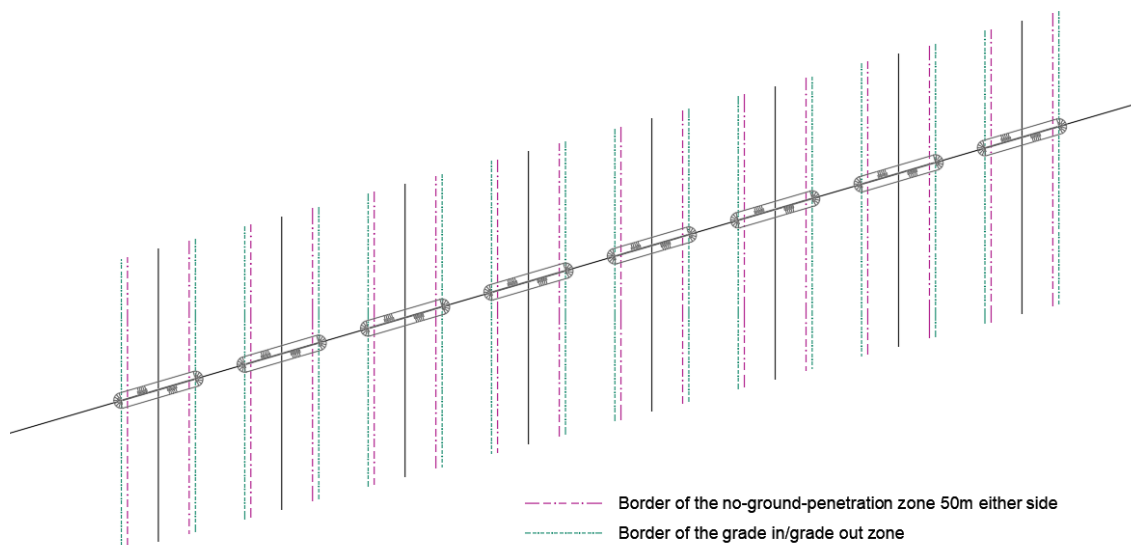
Figuur 5 3D beeld van de kruisingsbouwwerken HKZ - TAQA 26" gas net ten noorden van de Maasmond

Opmerking bij Figuur 5: in deze figuur is de situatie weergegeven kort na het begraven van de Net op zee HKZ Beta kabels, de twee linker 'sporen' in het plaatje. De sporen van de begrafwerkzaamheden zijn nog zichtbaar in het zeebed. De sporen van het begraven van de Net op zee HKZ Alpha kabels, een jaar eerder, zijn niet meer zichtbaar. De TAQA 26" gas pijpleiding is ook zichtbaar in het plaatje aan de rechterzijde van de kruisingsbouwwerken. De bovenzijde van de pijpleiding ligt hier enkele decimeters boven het zeebed.

6. Mogelijke ontwerpen voor het kruisen van meerdere parallelle stroomkabels

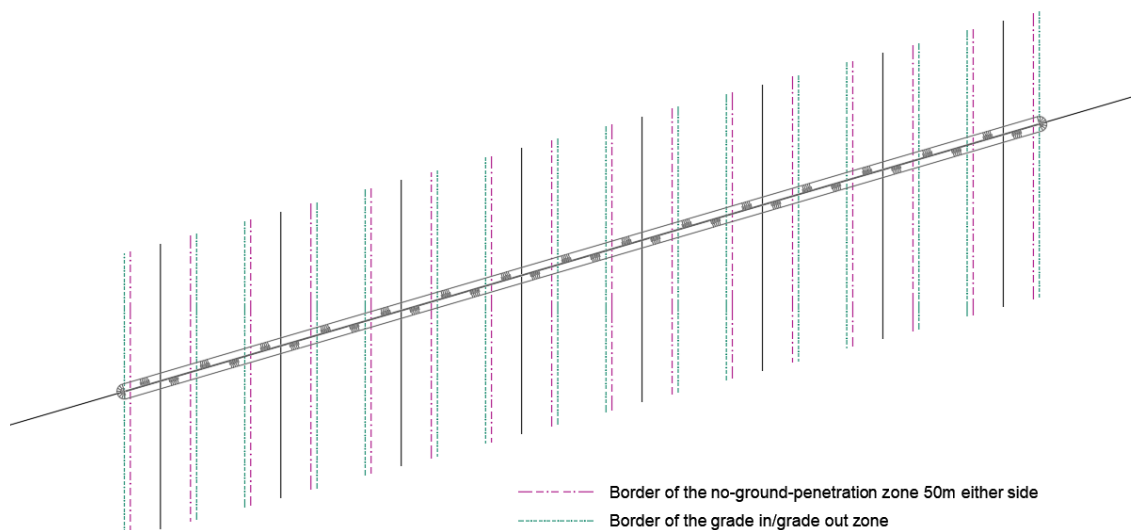
In de inleiding is aangegeven dat voor het aansluiten van de windturbineparken IJmuiden Ver, Zoekgebied 1, Zoekgebied 2 en Hollandse Kust (zuidwest) mogelijk acht kabels parallel aan elkaar aangelegd zouden kunnen gaan worden. Wanneer een kabel van een andere partij acht parallelle stroomkabels van Net op zee moet kruisen, dan zullen daarvoor acht kruisingsbouwwerken moeten worden aangelegd, of één lange.

Er zijn meerdere technische mogelijkheden om kabels en leidingen te kruisen en er zijn, zoals hierboven in 1 staat beschreven, ook uiteenlopende eisen die gesteld kunnen worden aan kruisingsbouwwerken. Op basis van de ervaring die is opgegaan met het kruisen van kabels en leidingen op zee kan een basisoplossing worden opgesteld. Die basis oplossing gaat uit van een zone van 50 meter aan weerszijde van de stroomkabels waarbinnen door de andere partij geen grond-penetrerende activiteiten mogen worden uitgevoerd. Zoals in 1 beschreven staat worden de steenbermen daarmee elk in ieder geval $2 \times 50 = 100$ meter lang plus nog een stuk aan weerszijden voor de overgangszones / 'grade-in' en de 'grade-out' van de kabel uit/in de grond. Ook dat deel zal een steenoverdekking moeten krijgen. Zie Figuur 6



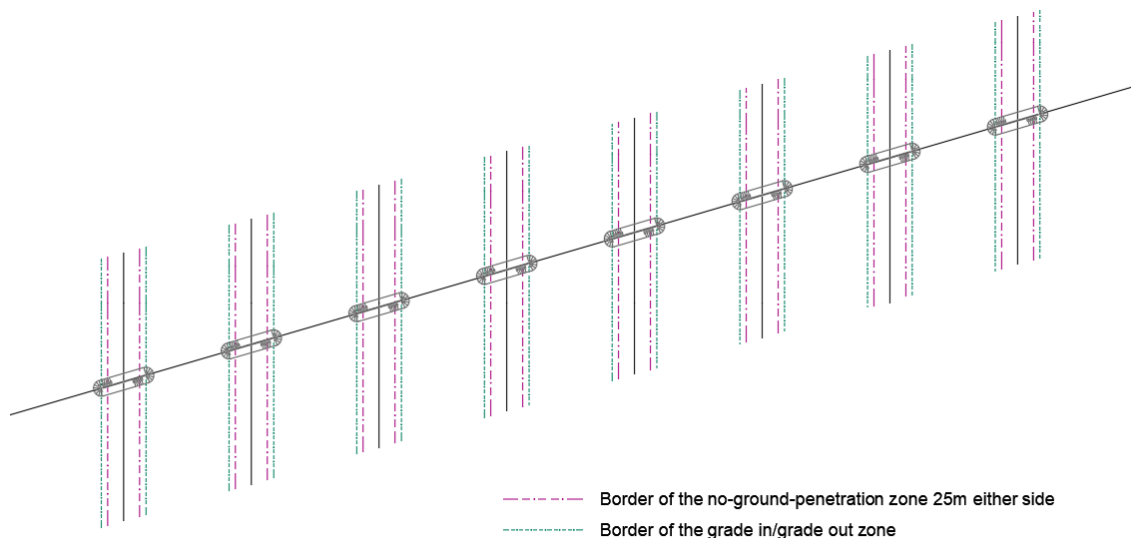
Figuur 6 Kruisingsbouwwerken voor 8 kruisingen, bij een geen-grond-penetratie zone van 50 meter aan weerszijden

Wanneer een pijpleiding de parallelle kabels moet kruisen, dan zal het naar alle waarschijnlijkheid niet mogelijk zijn om de pijpleiding tussen de stroomkabels de grond in te werken. Voor een pijpleiding zal dan een steenberm moeten worden aangelegd die alle kruisingspunten en de tussenliggende delen omspant. Zie Figuur 7. Dat leidt tot een langere steenberm, wat betekent dat er een groter kruisingsbouwwerk op de bodem van de zee ligt dat een groter oppervlakte van de zeebodem bedekt. Dat kan gezien worden als een grotere verstoring van het zeebed en als een groter obstakel voor andere gebruikers van de zee. Wanneer er besloten wordt dat het begraven van een kabel tussen de kruisingspunten in, om welke reden dan ook, niet wenselijk is, dan zal ook voor een kruisende kabel een dergelijke lange steenberm aangelegd kunnen worden als kruisingsbouwwerk.



Figuur 7 Kruisingsbouwwerk voor 8 kruisingen door middel van 1 continue steenberm

Wanneer door de partij, die een nieuwe kruisende kabel aanlegt, besloten wordt om een zeer goed controleerbaar begraafapparaat in te zetten, waarmee het risico op het onbedoeld in aanraking komen met de begraven stroomkabels acceptabel klein wordt, dan zou in overleg de zone waarbinnen geen grondpenetrerende werkzaamheden mogen worden uitgevoerd, teruggebracht kunnen worden naar 25 meter aan weerszijden van de stroomkabels. Daarmee kunnen de steenbermen van de kruisingsbouwwerken elk minimaal 50 meter korter worden. Zie Figuur 8. (Voor alle helderheid, dit kan niet wanneer een pijpleiding over de parallel lopende kabels wordt aangelegd, zoals in de tekst onder Figuur 6 staat beschreven. Een pijpleiding is in de regel niet flexibel genoeg om tussen de kabels in, in de bodem te worden begraven. Wanneer een pijpleiding meerdere parallelle kabels kruist, dan zal in de meeste gevallen een langer doorlopend kruisingsbouwwerk worden aangelegd, zoals in Figuur 7 getoond)

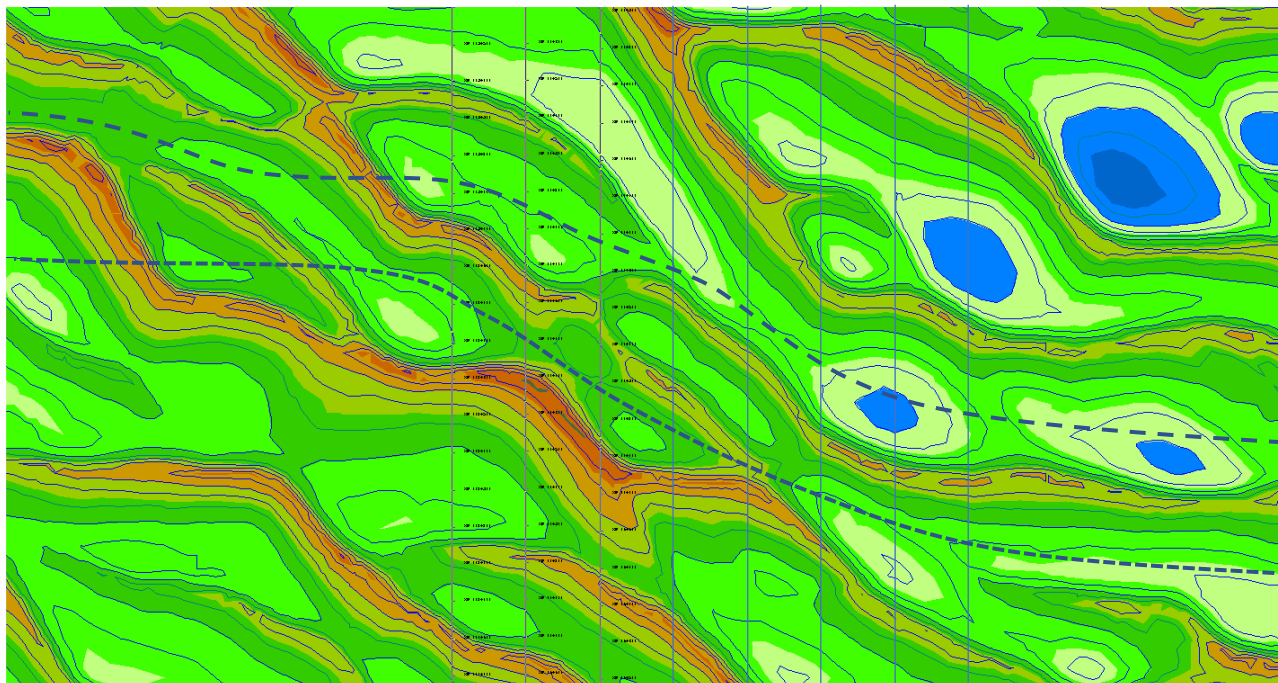


Figuur 8 Kruisingsbouwwerken voor 8 kruisingen, bij een geen-grond-penetratie zone van 25 meter aan weerszijden

In principe wordt door TenneT altijd gezocht naar een ontwerp van een kruisingsbouwwerk waarvan de maatschappelijke levenscycluskosten zo laag mogelijk zijn. Die maatschappelijke kosten omvatten de financiële kosten voor aanleg, beheer en onderhoud en voor het verwijderen, de gevolgen voor het milieu en de overlast voor andere gebruikers van de zee. Vanuit dat perspectief zal steeds gezocht worden naar zo kort en zo laag mogelijke kruisingsbouwwerken. Daarom zal een oplossing als getoond in Figuur 8 met korte steenbermen de voorkeur hebben boven de oplossing met langere steenbermen als getoond in Figuur 6. En alleen wanneer het echt niet anders kan, zal voor een oplossing gekozen worden met een doorlopende lange steenberm, als getoond in Figuur 7. Uiteindelijk zal gekozen moeten worden voor een type kruisingsbouwwerk dat voldoende acceptabel is voor alle betrokkenen. Omdat de verschillende betrokken partijen vaak verschillende visies hebben op technische aspecten, op veiligheid en op doelmatigheid, en omdat de verschillende betrokken partijen verschillende doelstellingen hebben, komen op zee meerdere soorten kruisingsbouwwerken voor. Omdat het tijdschema voor de aanleg van het Net op zee krap is, moet TenneT soms pragmatische keuzes maken bij het overeenkomen van kruisings-overeenkomsten met de eigenaren van de kabel of leiding die wordt gekruist. Daarbij moet soms worden gekozen voor oplossingen die vanuit het perspectief van de maatschappelijke levenscycluskosten niet optimaal zijn, omdat de partij waarmee gekruist wordt andere belangen kan hebben. Een zo kort en zo laag mogelijk kruisingsbouwwerk heeft de voorkeur vanuit het perspectief van de maatschappelijke levenscycluskosten, maar wanneer het voor de voortgang van de aanleg van het Net van zee nodig blijkt, dan kan een ander type kruisingsbouwwerk, ondanks hogere maatschappelijke levenscycluskosten, toch beter zijn, wanneer daarmee de aanleg van Net op zee zonder oponthoud door kan gaan. Vanuit dat perspectief gezien is het ideale kruisingsbouwwerk het kruisingsbouwwerk dat én zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten heeft én waarvoor op tijd een kruisings-overeenkomst kan worden gesloten met de eigenaar van de kabel of leiding die moet worden gekruist.

7. Zeebodemmobiliteit

Daar waar de stroomkabels van het Net op zee parallel aan elkaar lopen, liggen op de bodem van de zee mobiele zandgolven. Die zandgolven hebben een hoogte van enkele meters en een golflengte van enkele honderden meters. De parallelle kabels kruisen de kruinen en de dalen van de zandgolven.



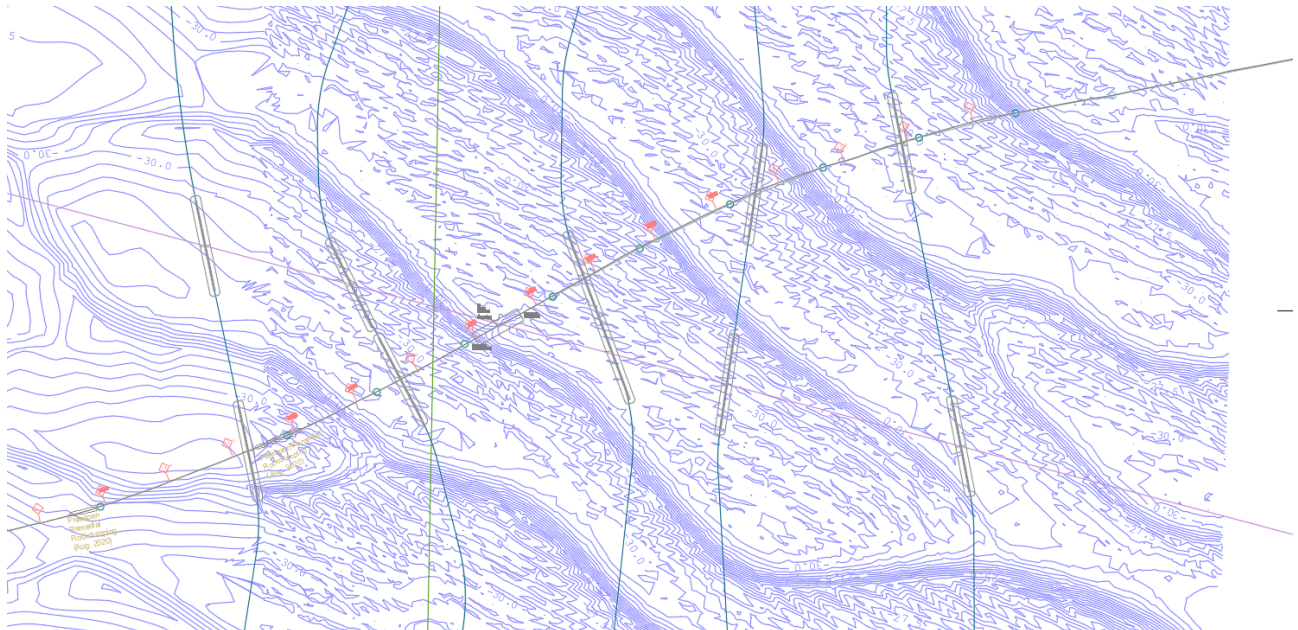
Figuur 9 Acht parallelle routes in een gebied met zandgolven (blauw = diep, bruin = ondiep, contourlijnen per meter hoogteverschil), met twee opties voor een kruisende route voor een nieuwe kabel of pijpleiding

Wanneer in dit gebied een kabel of pijpleiding de parallelle stroomkabels moet kruisen, dan zal gezocht worden naar locaties voor de kruisingsbouwwerken die in de dalen tussen de zandgolven liggen. Baggeren is ook een grond penetrerende activiteit. In de directe nabijheid van de stroomkabels kunnen de zandgolven niet gebaggerd worden. Wanneer een kruisingsbouwwerk in een dal tussen de zandgolven in aangelegd wordt, dan zal de mobiliteit van de zandgolven de stabiliteit van het kruisingsbouwwerk niet negatief beïnvloeden.

Voor meerdere kruisingsbouwwerken naast elkaar zal een locatie gezocht moeten worden in dalen tussen zandgolven. Dat is in veel gevallen mogelijk, zoals bijvoorbeeld in Figuur 9 te zien is. Dit zal mogelijk mede bepalend worden voor de keuze van het verloop, in detail, van de routes van die kabels en leidingen. Net zo goed als de ligging van de zandgolven ook de ligging van een kabel of pijpleiding zal beïnvloeden wanneer die ongeveer parallel aan de kruinen van de zandgolven zal worden aangelegd. Daarmee heeft het bundelen van de stroomkabels, via de locaties voor de kruisingsbouwwerken in gebieden met mobiele zandgolven, dus een invloed op het precieze verloop van de later aan te leggen kabels en leidingen. Daarmee voegt de aanwezigheid van parallelle kabels een extra aspect toe aan de lijst met aspecten waarmee al rekening moet worden gehouden bij het plannen van routes voor kabels en leidingen op zee. Dat maakt het iets

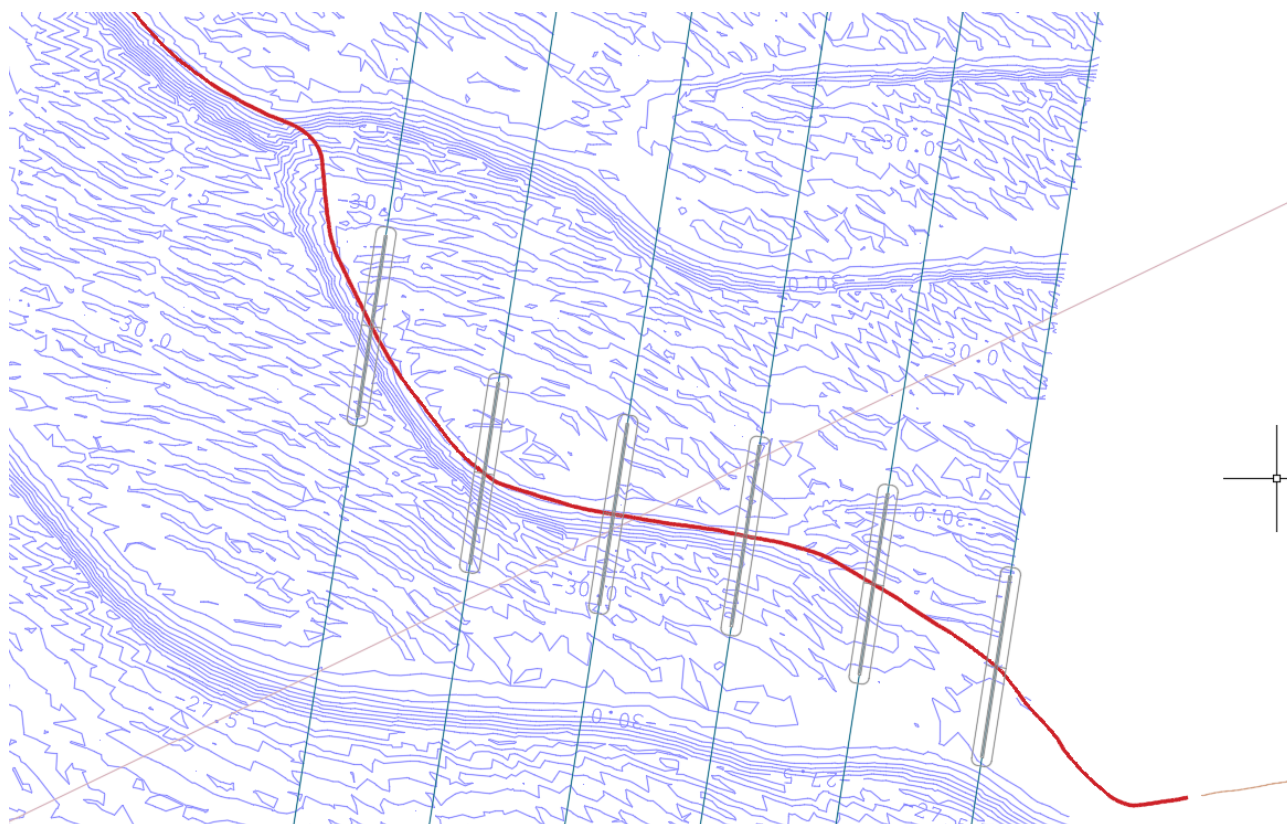
lastiger maar zeker niet onoverkomelijk om een geschikte route voor een nieuwe kabel of leiding te plannen.

Wanneer het niet mogelijk is om de kabelroutes binnen de vergunde corridor zodanig aan te passen dat de kruisingsbouwwerken geheel in de dalen van de zandgolven kunnen worden uitgevoerd, dan wordt allereerst getracht om de kruispunten in de dalen te positioneren, omdat de verticale separatie tussen de kruisende kabels en leidingen een hogere prioriteit heeft dan de integriteit van de steenberm naast het kruispunt.



Figuur 10 Voorbeeld van kruisingen tussen de 5 IJmuiden Ver kabels en een onderling ook kruisende pijpleiding en een kabel. De blauwe lijnen zijn contourlijnen van de zandgolven (om de 0,5m)

In Figuur 10 zijn 10 kruisingsbouwwerken weergegeven die gebouwd moeten worden om met 5 IJmuiden Ver kabels een pijpleiding en een telecommunicatiekabel te leggen, die onderling kruisen in de corridor voor de IJmuiden Ver kabels. Het grijze rechthoekige figuur geeft de omtrek weer van de steenbermen die daarvoor nodig zijn. Twee van deze steenbermen liggen deels op de steile flank en kruin van een zandgolf (waar de blauw contourlijnen dicht op elkaar liggen). Aangezien dat een zeer mobiel deel van de zandgolven is, zal dat deel van de steenbestorting over de levensduur onderhoud nodig hebben, wat neerkomt op het bijstorten van steen.



Figuur 11 Kruisingen tussen 5 IJmuiden Ver kabels en een 6^e 2 GW DC kabel en een telecom kabel die in het dal van zandgolven is gelegd De blauwe lijnen zijn contourlijnen van de zandgolven (om de 0,5m)

In Figuur 11 zijn zes kruisingsbouwwerken weergegeven die gebouwd moeten worden waar de IJmuiden Ver kabels en de 6^e 2GW Dc kabel een telecommunicatiekabel kruisen, die recent in een dal van zandgolven is aangelegd. Voor vier van deze zes locaties (de meest linkse vier) is het niet mogelijk om het kruisingsbouwwerk op een andere plek dan over een zandgolf heen aan te leggen. Dat heeft tot gevolg dat over de levensduur van deze kruisingsbouwwerken onderhoud nodig zal zijn aan de steenbestortingen, omdat die door de mobiliteit van de zandgolven langzaam uiteen zullen vallen.

Wegbaggeren van de zandgolven voorafgaande aan het aanleggen van de kruisingsbouwwerken is niet mogelijk in deze gevallen, omdat de kruisingsovereenkomsten het niet toestaan om in de directe nabijheid van de kabel of leiding die gekruist wordt te baggeren. Daarmee zou de te kruisen kabel of leiding namelijk in gevaar kunnen komen. Met het onderhouden van steenbestortingen die deels op een zandgolf liggen is geruime ervaring aanwezig op de Noordzee, ook binnen TenneT, omdat de BritNed interconnector ook steenbermen heeft die deels over zandgolven liggen.

8. Conclusies

1. Voor het kruisen van 8 parallelle stroomkabels, met een tussenruimte van ca. 200 meter, zullen ofwel 8 kortere kruisingsbouwwerken nodig zijn of één enkele lange. Technisch gezien is dat goed mogelijk. Er gaan geen nadere beperkingen vanuit voor het aanleggen van nieuwe kabels en leidingen.
2. De lengte van de individuele kruisingsbouwwerken hangt af van het risico op ongewenst contact tussen de apparaten die zullen worden ingezet om de nieuwe kabel of pijpleiding te installeren, en de stroomkabels. Uitgangspunt voor de breedte van de zone waarbinnen geen grond-penetrerende werkzaamheden mogen worden uitgevoerd, is 50 meter aan weerszijden van de stroomkabel. Wanneer zeer goed controleerbare apparaten worden ingezet kan dat, onder voorwaarden, tot 25 meter aan weerszijden van de stroomkabel worden teruggebracht. Daarmee kunnen de kosten van de aanleg en het beheer en onderhoud van het kruisingsbouwwerk worden beperkt. Een en ander wordt in de kruisingsovereenkomst vastgelegd tussen de eigenaren van de kruisende kabels en leidingen.
3. Wanneer een pijpleiding de kabels zal moeten kruisen, dan ligt het in de lijn der verwachtingen dat een lange steenberm nodig zal zijn, die alle kruisingen afdekt, omdat de pijpleiding tussen de stroomkabels in, niet in het zeebed begraven zal kunnen worden in verband met de stijfheid van die pijpleiding.
4. De ligging van meerdere gebundelde stroomkabels in gebieden met mobiele zandgolven zal van invloed zijn op de keuze voor de locaties van de te bouwen kruisingsbouwwerken voor later aan te leggen kabels en leidingen. Kruisingsbouwwerken kunnen het best aangelegd worden in de dalen tussen de zandgolven. Daar liggen ze stabielere dan op de kruin van een zandgolf. Daarmee wordt het bundelen van stroomkabels in gebieden met zandgolven één van de parameters die van invloed zal zijn op het gedetailleerde verloop van de routes van de later nog aan te leggen kabels en leidingen.
5. Het parallel aanleggen van meerdere stroomkabels heeft hiermee geen noemenswaardige nadelige invloed op het aanleggen van toekomstige kabels en leidingen die deze stroomkabels zouden gaan kruisen.
6. Het ideale kruisingsbouwwerk heeft én zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) én is zodanig acceptabel voor de kruisende partijen dat er een kruisingsovereenkomst voor kan worden gesloten. Omdat het Net op zee een strak tijdschema kent, moeten de kruisingsovereenkomsten op tijd overeenkomen en getekend worden. Dat resulteert niet altijd in de oplossing met de laagste maatschappelijke kosten voor het kruisingsbouwwerk. Doorgang kunnen laten vinden van de aanleg van Net op zee weegt dan zwaarder. Ook daarom is er niet zoiets als hét ideale kruisingsbouwwerk anders dan dat het in algemeenheid gesteld zou gaan om het kruisingsbouwwerk met zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten waarvoor op tijd een kruisingsovereenkomst kan worden getekend.

Referenties

- [1] Memo ankerrisico voor TA Extra Wind op zee, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [2] Memo Kruisingen voor TA Extra Wind op Zee R02, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [3] Memo Baggervolumes voor TA extra Wind op Zee R03, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [4] Memo Scheepvaardichtheid voor TA extra Wind op Zee R01, TenneT LPO/E&S Wino Snip, 17-03-2022
- [5] Improved anchor risk analysis - V0.2, LG-011-01, Dirk Luger, 02-11-2021
- [6] Risk Based Burial Depth study IJmuiden Ver, IV12345-G-DES.06.209-2GW-MA-Risk_Based_Burial_Depth_Study, ACRB Romke Bijker en MARIN Yvonne Koldenhof, December 2020
- [7] Assessment of seaside loads on landfall support structure Wijk aan Zee, Deltares, 11206427-000-HYE-0001, november 2021

Bijlage F Memo zandwinning Verbindingen extra Wind op zee



Datum: 08-04-2022
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



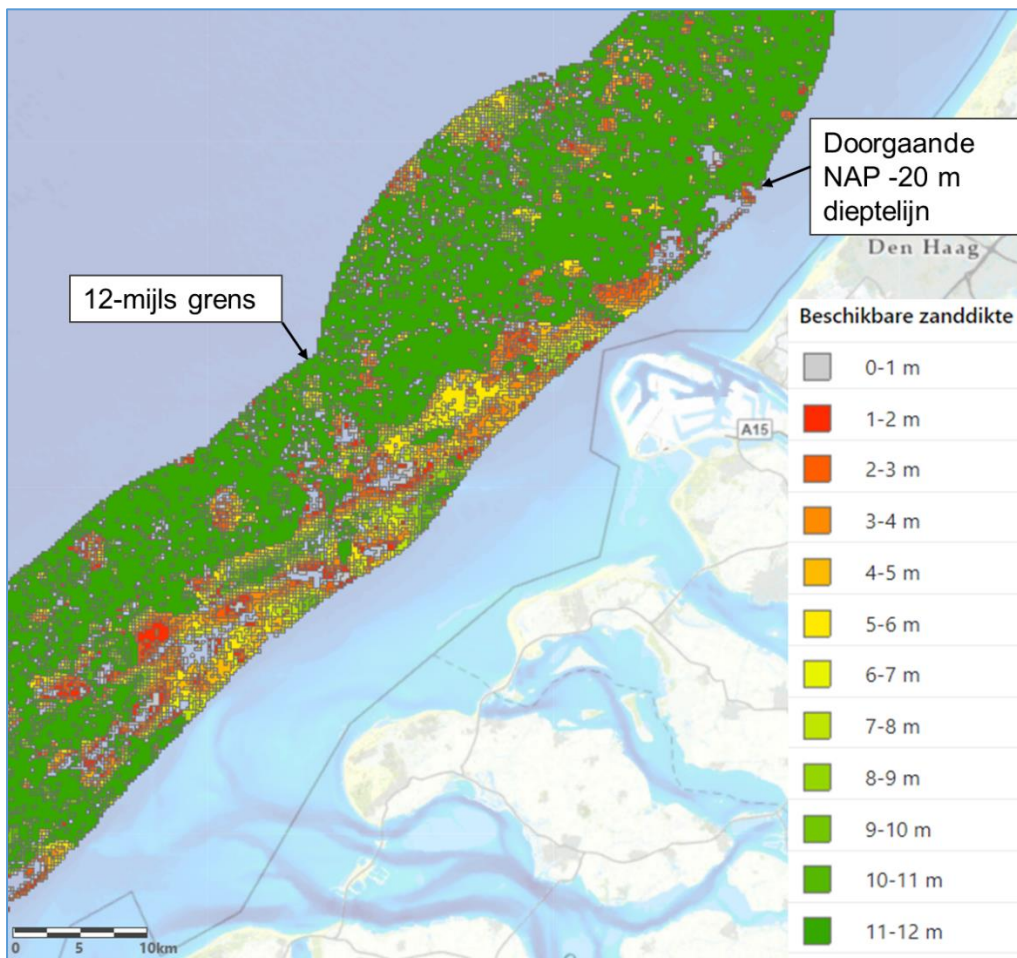
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
2	Beschouwing op hoofdlijnen.....	3
3	Zandvraag.....	3
4	Zandaanbod	5
5	Zandvraag versus zandaanbod.....	7
6	Impact van de drie scenario's op de zandwinning.....	7
7	Conclusies	11
8	Referenties.....	11

1 Inleiding

Zandwinning op de Noordzee vindt plaats in een zone die aan de landwaartse zijde wordt begrensd door de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn en aan de zeezijde door de 12 nautische mijlsgrens. De hoeveelheid zand die beschikbaar is binnen deze zone is niet overal gelijk. Op sommige plekken ligt weinig of geen zand op en onder de zeebodem. Op andere plekken ligt het zand onder lagen klei en/of veen (deze worden ook wel stoorlagen genoemd), die de zandwinning beperken. En in een deel van het gebied heeft al zandwinning plaatsgevonden en mag niet meer worden gewonnen (deze gebieden zijn uitgeput). De beschikbaarheid van zand in het gebied wordt vastgesteld aan de hand van het Delfstoffeninformatiesysteem (DIS). In het DIS wordt de aanwezigheid van winbaar zand getoond, evenals de gebieden waar zand is of wordt gewonnen.



Figuur 1-1 Beschikbare dikte van de zandlaag op de Noordzee tussen de doorgetrokken NAP -20 m diepte lijn en de 12-mijls grens (uit het DIS, op basis van de Rijkswaterstaat webviewer ZANDWINSTRATEGIE OP ZEE – 27 dec. 2021).

Het zand wordt gewonnen voor het uitvoeren van zandsuppleties op de kust, als onderdeel van het kustbeheer door Rijkswaterstaat en voor commerciële doeleinden (voornamelijk ophoogzand). In deze beschouwing worden beide toepassingen (zandsuppleties en commercieel) van zandwinning beschouwd. Niet overal langs de kust wordt evenveel zand toegepast of aangevoerd. De hoeveelheid zand die nodig is voor het kustbeheer door het uitvoeren van zandsuppleties is voornamelijk afhankelijk van de ontwikkelingen van de kustlijn. Suppleties worden (voornamelijk) uitgevoerd bij eroderende, landwaarts verplaatsende delen van de kust.

Het zand voor de commerciële zandwinning wordt aangevoerd naar de haven van Rotterdam en naar overslaglocaties in de Westerschelde. De hoeveelheid die wordt aangevoerd is afhankelijk van de vraag en die is gerelateerd aan economische ontwikkelingen en (grote) infrastructurele projecten.

Voor zandwinning is de vaarafstand tussen het zandwingsgebied en de afzetlocatie een belangrijke factor. Hoe groter de vaarafstand is, des te hoger de kosten, zowel vanwege de brandstofkosten, als vanwege het tijdsbeslag. Daarbij nemen ook de uitstoot van CO₂ en NO_x toe bij een grotere vaarafstand. Het gaat daarom bij het beschouwen van de beschikbaarheid van zand niet alleen over de (afname van) de totale beschikbaarheid van zand, maar ook over de (toename) van de vaarafstand van het beschikbare zand. Daarom wordt de regionale vraag naar zand beschouwd, waarbij zand zo dichtbij mogelijk wordt gehaald.

De beschouwing heeft betrekking op de komende 50 jaar, vanwege de levensduur van de kabels van 40 jaar en de tijd die nodig is voor de voorbereiding van en uitvoering van de werkzaamheden.

2 Beschouwing op hoofdlijnen

Voor het bepalen van de meerkosten van de zandwinning is een rekenmethode ontwikkeld (Blueconomy, Morselt, 2016), die is toegepast voor verschillende kabeltracés van eerdere netten op zee. Deze berekeningsmethode is, vanwege het detail dat ervoor nodig is, niet bijzonder geschikt voor een vergelijking op hoofdlijnen in deze thematische analyse. Daarom wordt in deze beschouwing niet gekeken naar de meerkosten volgens de rekenmethode, maar naar het ruimtebeslag van de verschillende scenario's in relatie tot de verwachte regionale zandvraag en het lokale aanbod van zand. In de volgende paragrafen wordt eerst ingegaan op de zandaanvraag en daarna op het zandaanbod. Vervolgens worden het zandaanbod en de zandvraag met elkaar gecombineerd, zodat inzichtelijk wordt in welke gebieden het aanbod ruim dan wel krap is. Tenslotte wordt deze informatie gecombineerd met de ligging van de kabelverbindingen in de verschillende scenario's.

3 Zandvraag

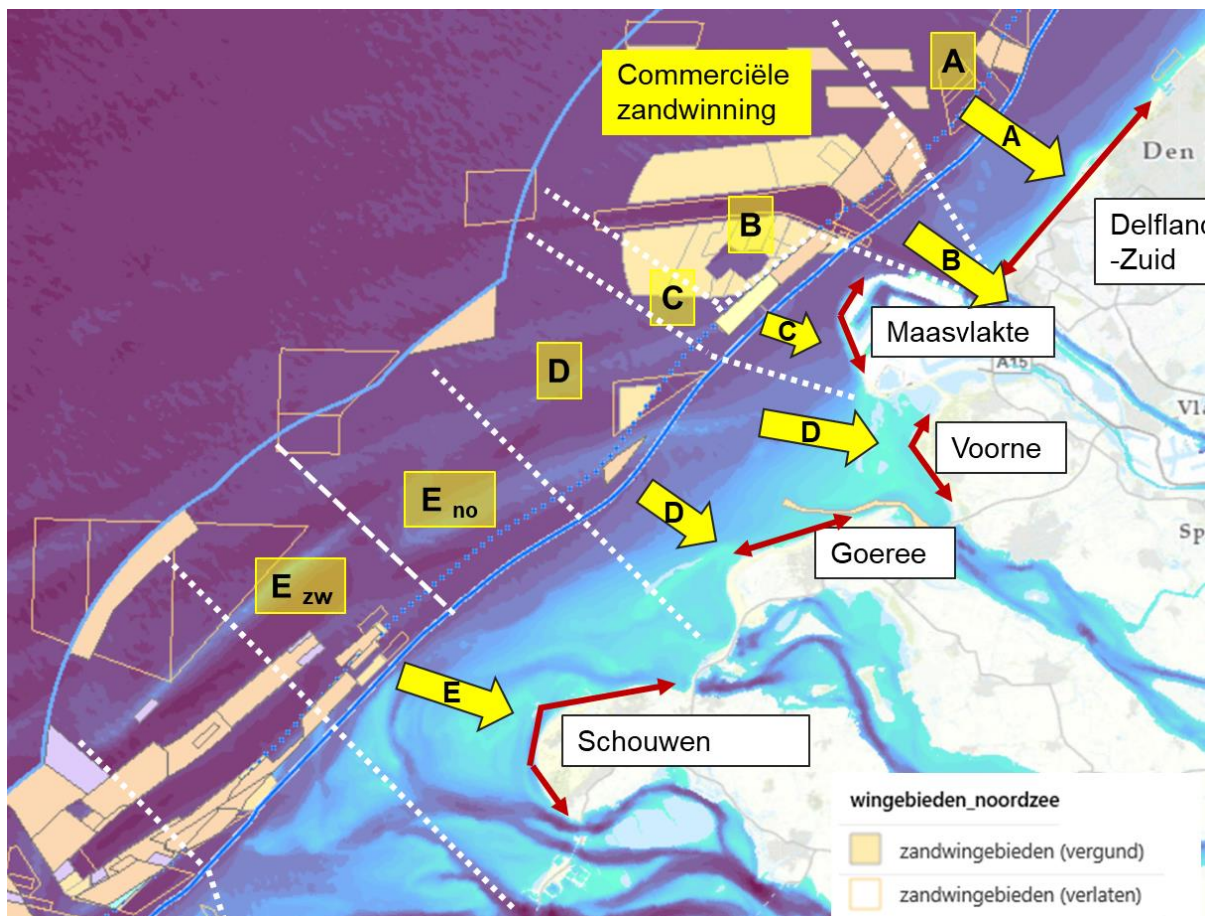
De vraagscenario's voor suppletiezand zijn ontleend aan het eindrapport van het Kustgenese 2 programma (Rijkswaterstaat 2020). In de berekening wordt net als in het rapport van Blueconomy (Morselt, 2016) gewerkt met een laag en een hoog scenario. Het lage en hoge scenario voor suppletiezand is vanwege het kustbeleid gekoppeld aan de snelheid van zeespiegelstijging. Bij het laag scenario wordt uitgegaan van een suppletie van 12,4 miljoen m³ per jaar langs de gehele Nederlandse kust en bij het hoog scenario is dat 35,5 miljoen m³ per jaar. Het lage scenario gaat uit van een snelheid van zeespiegelstijging van 2 mm/jaar en het hoge scenario van 8 mm/jaar.

De verdeling van de vraag naar suppletiezand over de verschillende kustvakken langs de kust is ontleend aan de meest recente MER-en voor de winning van suppletiezand (van Duin et al, 2017a) en de winning van ophoogzand (van Duin e.a., 2017b). De kustvakken die in potentie gevolgen ondervinden van de kabeltracés zijn aangegeven in Figuur 3-1. Voor een deel van de kustvakken (bijvoorbeeld Voorne en Goeree) vindt de zandwinning in hetzelfde gebied plaats en daarom wordt de zandvraag van deze kustvakken gecombineerd. De kustvakken die het betreft zijn:

- A. Het kustvak Delfland, dat wordt bediend door zandwinning in de Noordzee ten noordwesten van dit kustvak.

- B. Het gebied waar zand wordt gewonnen door commerciële zandwinners.
- C. Het gebied waar zandwinning plaatsvindt voor het onderhoud van de ‘zachte kering’ (zandstrand en duin) van de Tweede Maasvlakte door middel van zandsuppleties. Deze onderhoudsinspanning wordt vanaf 2020 geleverd in opdracht van Rijkswaterstaat. In aanvulling op de zandwinning voor het kustonderhoud wordt ook nog zand gewonnen voor aanlegwerkzaamheden op de Tweede Maasvlakte. Dit volume is opgenomen bij het zandwinvolume ten bate van de Tweede Maasvlakte en aangemerkt als commerciële zandwinning.
- D. De kustvakken Voorne en Goeree worden allebei bediend door zandwinning in het gebied dat zeewaarts van de Haringvlietmonding ligt.
- E. Schouwen is één kustvak met bijbehorende wingebieden die ten opzichte daarvan westnoordwest liggen (gebied Ezw in Figuur 3-1).

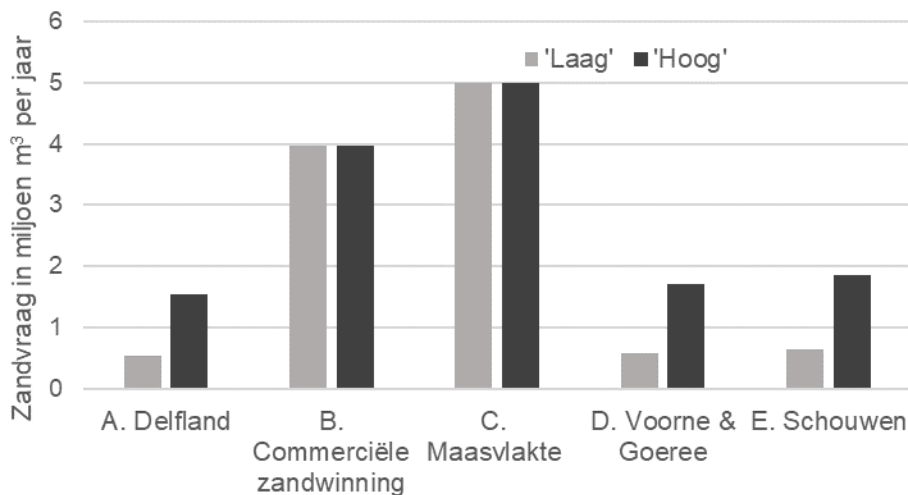
De zandvraag per jaar is voor elk van deze gebieden weergegeven in Tabel 3-1 en in Figuur 3-2. Duidelijk is dat de zandvraag het hoogst is in de nabijheid van de Tweede Maasvlakte en Nieuwe Waterweg, vanwege de commerciële zandwinning en de zandsuppleties op de kust van de Tweede Maasvlakte. De zandvraag in dit gebied is niet afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging. Voor gebied E geldt dat de zandwinning daar in de toekomst naar verwachting ook zal bijdragen aan het kustonderhoud van Walcheren en aan de commerciële zandaanvoer naar de overslaglocaties in de Westerschelde. Het gevolg daarvan is dat de zandvraag voor gebied E hoger zal zijn dan is weergegeven in Tabel 3-1 en in Figuur 3-2.



Figuur 3-1 Kustvakken en bestaande zandwingebieden in de omgeving van de scenario's.

Tabel 3-1 Zandvraag per jaar, in de kolom 'regulier' op basis van het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027 (van Duin e.a., 2017a) en het MER Winning ophoogzand Noordzee 2018 t/m 2027 (van Duin e.a., 2017b) en omgerekend naar de volumes voor lage en hoge scenario's.

Zandvraag in miljoen m ³ per jaar	'Laag'	'Hoog'
A. Delfland-Zuid	0,54	1,54
B. Commerciële zandwinning	3,96	3,96
C. Maasvlakte	5	5
D. Voorne & Goeree	0,60	1,72
E. Schouwen	0,65	1,86



Figuur 3-2 Grafiek met de zandvraag per jaar, in de kolom 'regulier' op basis van het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027 (van Duin e.a., 2017a) en het MER Winning ophoogzand Noordzee 2018 t/m 2027 (van Duin e.a., 2017b). en omgerekend naar de volumes voor lage en hoge scenario's, zoals weergegeven in Tabel 3-1

4 Zandaanbod

in Figuur 4-1 wordt beïnvloed in de drie scenario's voor de kabelverbindingen. Het zandaanbod in deze gebieden wordt bepaald door de dikte van de zandlaag, de aanwezigheid van reeds uitgeputte zandwingsgebieden en de belemmeringen door andere functies.

Zandlaagdikte

Figuur 1-1 geeft een overzicht van dikte van de winbare zandlaag onder de Noordzeebodem, zoals die beschikbaar is in het DIS. Het globale beeld is dat de beschikbare dikte beperkt is nabij de landwaartse grens van het gebied waar zand mag worden gewonnen en dat deze groter is naarmate je verder van de kust beweegt. Hierop zijn wel enkele uitzonderingen, zowel in positieve zin (dichtbij de landwaartse is daar veel zand beschikbaar), als in negatieve zin (verder op zee is minder zand beschikbaar).

Uitgeputte zandwingsgebieden

Figuur 4-1 laat zien waar de zandwingsgebieden aanwezig zijn, waarbij zowel vergunde als niet vergunde gebieden zijn gemarkeerd. Het grootste aantal verlaten zandwingsgebieden is aanwezig in de nabijheid van de omgeving waar veel vergunde zandwingsgebieden liggen. Deze gebieden

corresponderen met gebieden waar de toekomstige zandvraag hoog is. Het gaat om de gebieden A, B en C.

Belemmeringen door andere functies

Zandwinning is niet toegestaan ter plaatse, of in de nabijheid van andere activiteiten. Het gaat daarbij onder andere om de essentiële vaargeulen, ankergebieden en de vrijwaringszones rond kabels en leidingen en ook rond olie- en gasplatformen. Ook kan sprake zijn van militaire activiteiten, waaronder het dumpen van explosieven die beperkend zijn voor zandwinning. Figuur 4-1 geeft een overzicht van een aantal van deze functies, waarbij wordt opgemerkt dat niet alle medegebruik zandwinning volledig uitsluit. De meeste andere functies die belemmeringen opleveren voor de zandwinning zijn aanwezig nabij de gebieden A, B en C. Bij de gebieden D en E is in veel minder mate sprake van andere functies die beperkingen opleveren voor de zandwinning.



Figuur 4-1 Overzichtskaart met de verschillende andere functies in het gebied (de legenda bij de dikte van de zandlaag staat bij Figuur 1-1

Restricties vanuit de regelgeving

In het Programma Noordzee 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022) is in het afwegingskader gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied opgenomen dat voor gebieden met een schaarse zandvoorraad de kabels bij voorkeur door voor zandwinning uitgeputte gebieden dienen te worden gelegd. Indien dat niet mogelijk is dienen verbindingen aangelegd te worden in een in Programma Noordzee 2022-2027 aangewezen voorkeurstracé. Indien dat ook niet mogelijk is dienen verbindingen gebundeld te worden aangelegd met bestaande kabels of leidingen. De kabels mogen niet door potentieel zandwingebied worden gelegd bij enkele aangewezen gebieden. Onder de gebieden met een schaarse zandvoorraad worden Walcheren en de Kop van Schouwen

beschouwd. Op basis van de ligging van de bestaande en verlaten zandwingebieden en de vaarafstand tot de Kop van Schouwen heeft deze schaarste betrekking op de zuidwestelijke helft van gebied E. In dit gebied is alleen sprake van tracéopties die aan de criteria uit het afwegingskader voldoen wanneer de aanleg van nieuwe kabel gebundeld plaatsvindt met Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

De combinatie van vier factoren, die bepalend zijn voor het aanbod van zand, betekent dat in de gebieden A, B en C het zandaanbod beperkt is. Gebied E is alleen beschikbaar voor de aanleg van kabels, wanneer deze aanleg gebundeld plaatsvindt met Net op zee IJmuiden Ver Alpha, vanwege restricties in de regelgeving. Het zandaanbod is in het noordoostelijke deel van gebied E het grootst, gevolgd door gebied D.

5 Zandvraag versus zandaanbod

Door de informatie uit de twee voorgaande paragrafen te combineren, wordt inzichtelijk waar de meeste ruimte is voor zandwinning en waar de meeste schaarste zal ontstaan in het zandaanbod.

In de gebieden A, B en C is het zandaanbod beperkt, doordat hier al veel zandwinning heeft plaatsgevonden en veel andere functies beperkingen opleveren voor de zandwinning. De zandvraag uit de gebieden A, B en C is groot, omdat hier de zandwinning plaatsvindt voor het zuidelijke deel van het kustvak Delfland, de commerciële zandwinning en de kustlijn van de Tweede Maasvlakte.

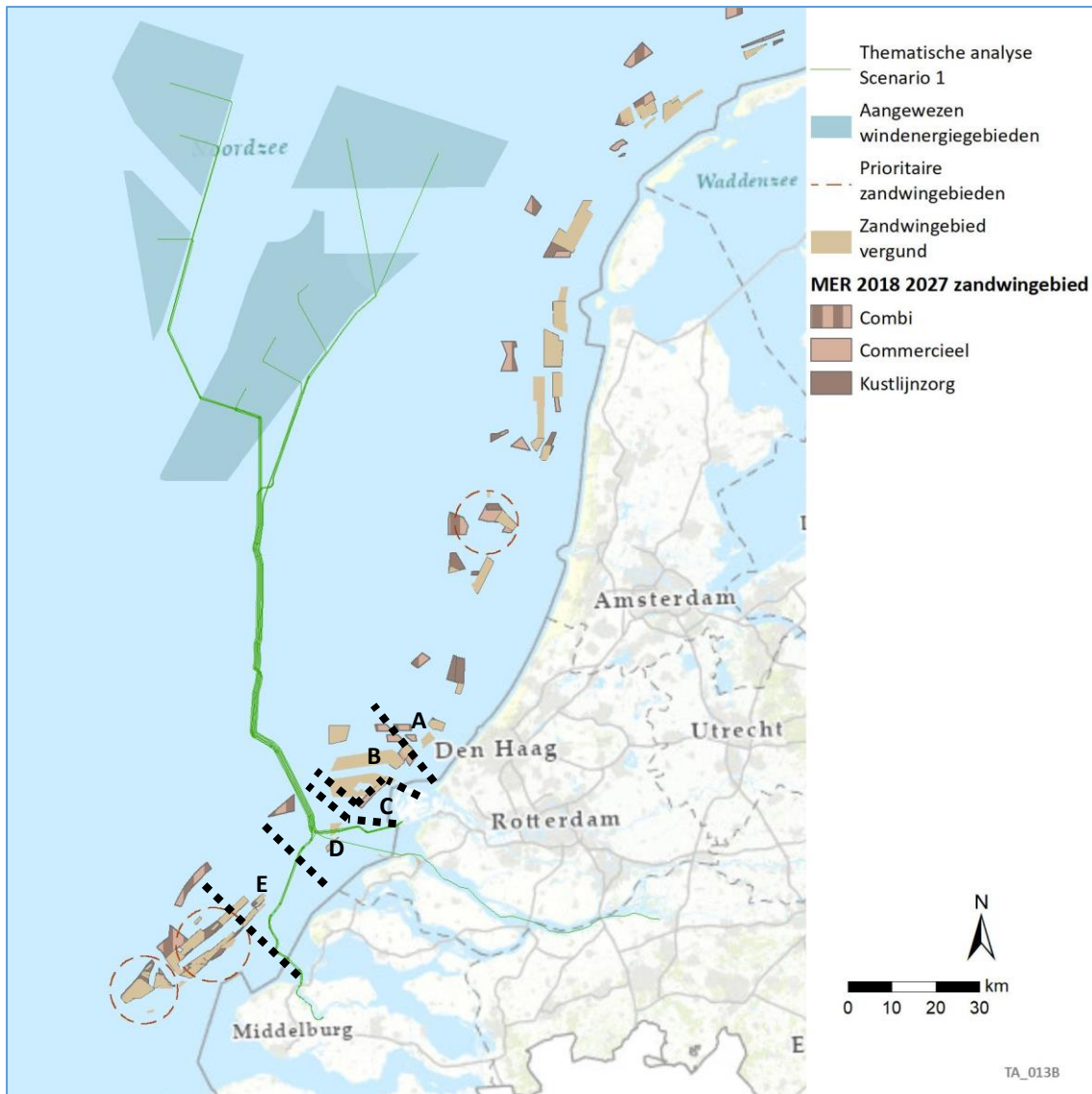
Het zandaanbod in gebied D is relatief groot, in combinatie met een relatief beperkte zandvraag. Hierbij past wel de opmerking dat gebied D in beeld komt als alternatief wingebied voor de kustlijn van de Tweede Maasvlakte en voor commerciële zandwinning, wanneer het zandaanbod binnen de gebieden B en C te beperkt wordt.

Het zandaanbod in het noordoostelijke deel van gebied E is groot, in combinatie met een relatief beperkte zandvraag.

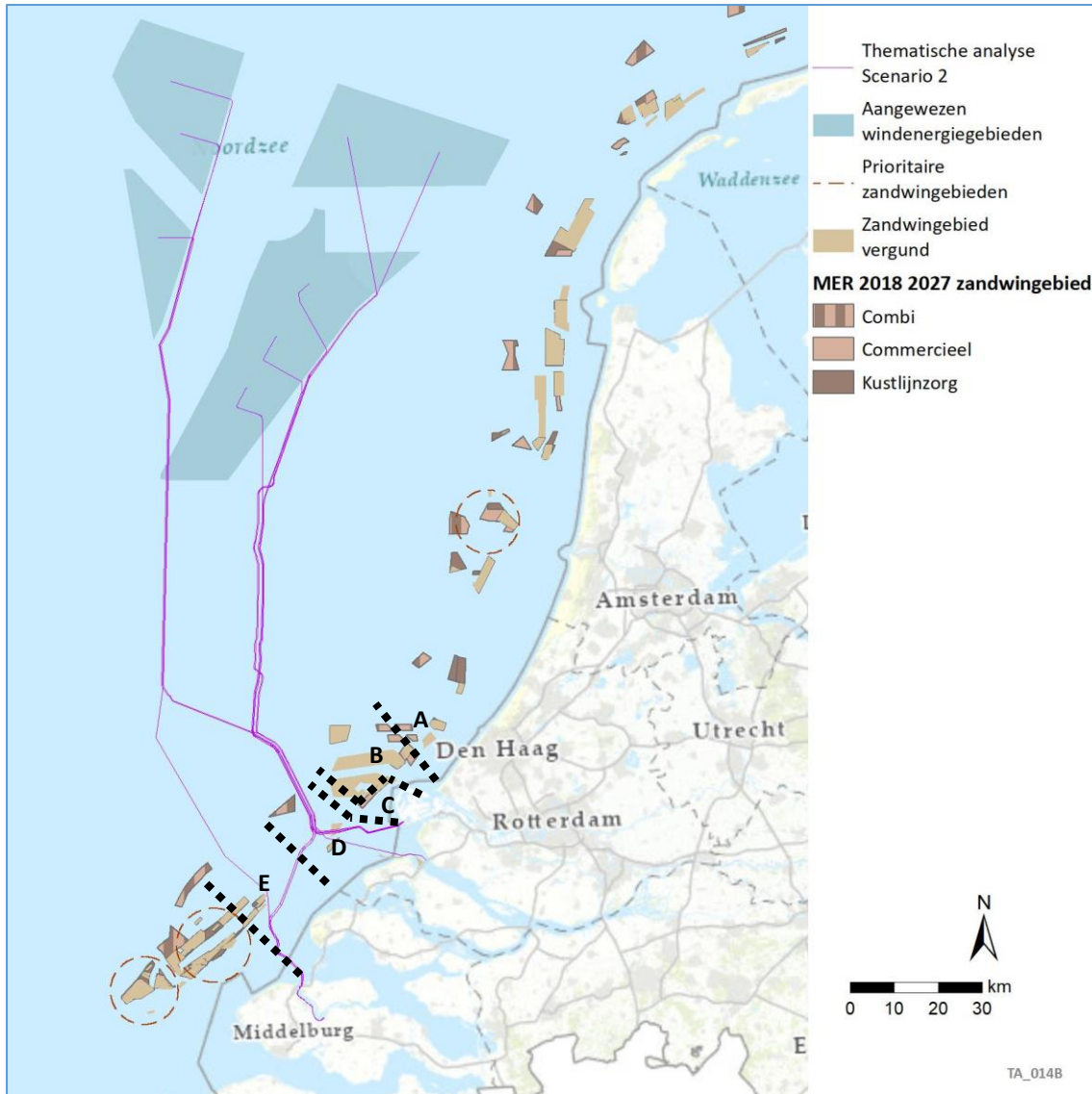
Reductie van het zandaanbod door de aanwezigheid van kabelverbindingen met de windparken levert de meeste belemmeringen op voor de gebieden A, B, C. Voor gebied E geldt dat de aanleg gebundeld dient te worden met de verbinding naar IJmuiden Ver Alpha, omdat andere tracéopties niet zijn toegestaan. De belemmeringen in gebied D zijn relatief beperkt.

6 Impact van de drie scenario's op de zandwinning

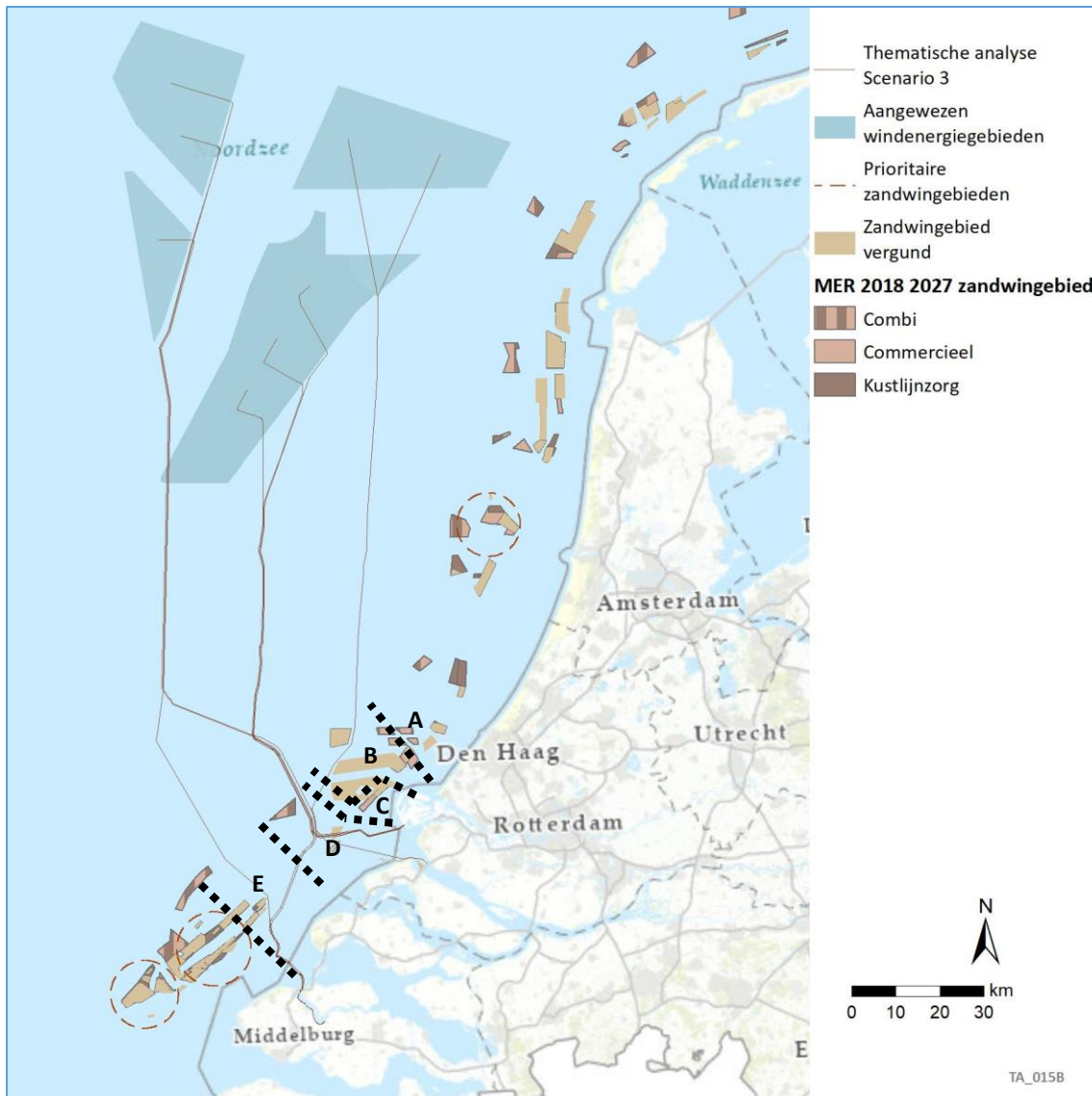
De rangschikking van de zandvraag versus het zandaanbod uit de voorgaande paragraaf wordt gebruikt om de impact van de drie scenario's op de zandwinning te beschouwen. In Figuur 6-1 t/m Figuur 6-3 zijn drie kaarten opgenomen van de scenario's.



Figuur 6-1 Scenario 1 met zandwingebieden



Figuur 6-2 Scenario 2 met zandwingebieden



Figuur 6-3 Scenario 3 met zandwingebieden

Scenario 1 raakt voornamelijk de zandwinning in deelgebied D, waar de zandwinning voor de kustvakken van Voorne en Goeree plaatsvindt. Ook vindt enig beslag plaats van gebied E, waar de zandwinning voor het kustvak Schouwen plaatsvindt. Omdat sprake is van parallelle aanleg met Net op zee IJmuiden Ver Alpha past dit binnen het afwegingskader uit Programma Noordzee 2022-2027. De zandvraag voor de kustvakken D en E is relatief beperkt, ook bij versnelde zeespiegelstijging. Wel betekent het ruimtebeslag in deelgebied D, waar alle kabels parallel komen te liggen, dat de uitwijkmogelijkheden vanuit de gebieden C en B worden beperkt.

Scenario 2 heeft drie verbindingen die door gebied E lopen, waarvan twee parallel en één niet-parallel aan Net op zee IJmuiden Ver. Parallelle aanleg met Net op zee IJmuiden Ver past binnen het afwegingskader voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied, maar de niet-parallelle aanleg past niet binnen het afwegingskader. Daarmee is dit scenario in deze vorm niet toegestaan vanwege de impact op de voor zandwinning gereserveerde gebieden. Voor de gevolgen van het ruimtebeslag voor de kustvak D wordt verwezen naar scenario 1, met de opmerking dat de gevolgen hier kleiner zijn dan bij scenario 1, omdat het ruimtebeslag bij dit scenario kleiner is.

Scenario 3 heeft drie kabelverbindingen die door gebied E lopen, waarvan twee parallel en één niet-parallel. Parallele aanleg met Net op zee IJmuiden Ver past binnen het afwegingskader voor het gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied, maar de niet-parallelle aanleg past niet binnen het afwegingskader. Daarmee is dit scenario in deze vorm niet toegestaan vanwege de impact op de voor zandwinning gereserveerde gebieden. Verder lopen in scenario 3 twee verbindingen aan de noordoostzijde door de gebieden B en C. Deze twee kabelverbindingen beperken de mogelijkheden voor zandwinning in de gebieden B en C waar al sprake is van een relatief beperkt aanbod ten opzichte van een grote vraag. Dit wordt slechts beperkt gecompenseerd door de toegenomen beschikbaarheid in gebied D.

7 Conclusies

Voor de beschouwing van de gevolgen van drie scenario's voor de ligging van kabelverbindingen is gekeken naar de vraag naar zand voor zandsuppletie en door commerciële zandwinning en de beschikbaarheid van zand. Dit leidt tot de volgende conclusies:

- Scenario 1 levert de minste beperkingen voor de beschikbaarheid van zand i.r.t. de zandvraag.
- Scenario 2 is in de beschouwde vorm niet toegestaan binnen het afwegingskader gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).
- Scenario 3 is in de beschouwde vorm niet toegestaan binnen het afwegingskader gebruik van voor zandwinning gereserveerd gebied (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022). Daarbij levert scenario 3 de grootste beperkingen voor de beschikbaarheid van zand i.r.t. de zandvraag.

8 Referenties

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022. Programma Noordzee 2022-2027; bijlage Nationaal Water Programma 2022-2027.

Morselt, T.T., 2016. Meerkosten zandwinning als gevolg van kabeltraces Tennet. Blueconomy rapport projectnummer P16005.

Rijkswaterstaat, 2020. Kustgenese 2.0: kennis voor een veilige kust. Rapport.

Van Duin, C.F., M. Vrij Peerdeman, H. Jaspers & A. Bucholc, 2017a. Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027; Milieueffectrapportage. Sweco rapport projectnummer 351935.

Van Duin, C.F., M. Vrij Peerdeman, H. Jaspers & A. Bucholc, 2017b. Winning ophoogzand Noordzee 2018 t/m 2027. Milieueffectrapportage. Sweco, De Bilt.