

Oplossingsrichtingen ten behoeve van de beschikbare zandvoorraad



enabling delta life

Oplossingsrichtingen ten behoeve van de beschikbare zandvoorraad

Auteur(s)

Tommer Vermaas

Eva Bakx

Oplossingsrichtingen ten behoeve van de beschikbare zandvoorraad

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Contactpersoon	Persoonsgegevens
Referenties	
Trefwoorden	Zandvoorraad, DIS, zand uit zee

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	12-07-2023
Projectnummer	11209329-002
Document ID	11209329-002-BGS-0002
Pagina's	53
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Tommer Vermaas	
	Eva Bakx	

Samenvatting

Er wordt veel zand gewonnen op de Noordzee, met name voor het onderhouden van de kust middels suppleties en voor bouwwerken en infrastructuur. Momenteel bedraagt de zandvraag 25 tot 30 miljoen m³ per jaar, maar in de toekomst zou dit sterk toe kunnen nemen als gevolg van een toename in de snelheid van zeespiegelstijging. En hoewel er in theorie voor lange tijd nog voldoende zand aanwezig is bij een winddiepte van 6 m, kan veel van dit zand niet gewonnen worden als gevolg van ruimtelijke uitsluitingen of de aanwezigheid van Ontploffbare Oorlogsresten, scheepswrakken of stoorlagen. Worden al deze belemmeringen van het theoretisch beschikbare aanbod afgetrokken dan blijft een veel lager volume over dat beschikbaar en kostenefficiënt winbaar is. Daarnaast worden momenteel als gevolg van de structuurvisie van Programma Noordzee 2022-2027 en de partiele herziening van Programma Noordzee veel nieuwe ruimtelijke claims gedaan op de Noordzee die ook zijn doorwerking kennen in het reserveringsgebied voor zandwinning, met name door de aanlanding van elektriciteitskabels. Een memo van Rijkswaterstaat uit 2022 heeft aangetoond dat de benodigde hoeveelheid zand tot 2100 vermoedelijk groter is dan de beschikbare hoeveelheid in het reserveringsgebied bij winning tot 6 m.

Om in het kader van het beleid van de ruimtelijke ordening op de Noordzee de zandvoorraad te borgen, heeft Rijkswaterstaat Deltares gevraagd om:

1. Een volumeberekening van de beschikbare hoeveelheid zand per kustvak te maken in relatie tot de verwachte suppletiebehoefte en vraag naar commercieel zand tot 2100, zodat oplossingsrichtingen ruimtelijk kunnen worden geprioriteerd.
2. Een volumeberekening te maken van de vrij te komen hoeveelheid zand als gevolg van de volgende vijf oplossingsrichtingen:
 - a. Opruimen Ontploffbare Oorlogsresten.
 - b. Winnen buiten reserveringsgebied (verder zeewaarts).
 - c. Dieper winnen – tot 12 m (t.o.v. 6 m).
 - d. Zandwinning binnen scheepvaartroutes (in het reserversgebied).
 - e. Zandwinning binnen windgebieden (na ontmanteling).
3. Een kwalitatieve uitwerking van de effecten op natuur, visserij en hydrodynamica als gevolg van de verschillende oplossingsrichtingen.

In de kwantitatieve analyses zijn volumes berekend voor 1) beschikbare hoeveelheid zand en 2) de toekomstige zandvraag voor suppletiezand. Daarnaast is zo goed mogelijk achterhaald hoeveel zand er reeds is gewonnen en wat de mogelijke toekomstige zandvraag voor commerciële doeleinden is. De analyses zijn uitgevoerd voor drie hoofdgebieden en alle kustvakken, waarvan de knelpunten in de zandwinning zijn uitgelicht. De resultaten laten zien dat bij een winning tot 6 m diepte er niet voldoende zand zal zijn – voor suppleties en commercieel gebruik – tot 2100. Hierbij wordt uitgegaan van de huidige ruimtelijke beperkingen en de huidige praktijk van zandwinning, en een 'laag' suppletiescenario (2,5 miljard m³). Het tekort aan zand is niet gelijk verdeeld langs de kust, maar komt netto voor de hele kust uit op 430 miljoen m³ voor het lage suppletiescenario en 2,0 miljard m³ voor het hoge suppletiescenario (4,0 miljard m³).

Bij de berekeningen zijn echter verschillende aannames gedaan en de onzekerheden zijn groot. De uiteindelijke tekorten zullen daarom zeker niet exact 430 miljoen m³ of 2,0 miljard m³ zijn, maar de berekeningen laten duidelijk zien dat in beide scenario's een tekort zal ontstaan. Ook de uitwerkingen per kustvak geven een duidelijk beeld: ondanks aanwezige onzekerheden gaat het op de knelpunten ook echt knellen, waarbij de vraag het aanbod (ver) overstijgt. Hieruit blijkt dat Texel en IJmuiden de meest prangende knelpunten zijn, waarbij

IJmuiden duidelijk veruit het grootste knelpunt is. Op deze knelpunten is een (relatief) hoog zandtekort en is er niet één oplossingsrichting die dit tekort kan compenseren maar zijn meerdere oplossingen nodig. Voor de andere knelpunten is er vaak één oplossingsrichting die voldoende zand biedt om het berekende tekort te compenseren. Dit geldt ook voor de regio's Wadden en Zeeland, voor regio Holland zijn er bij het hoge scenario twee oplossingen nodig. Voor sommige knelpunten en regio's zijn verschillende oplossingsrichtingen geschikt, afhankelijk van de regio waar het tekort zich aandient. Dit leidt tot keuzes en combinaties in oplossingsrichtingen die gemaakt zullen moeten worden, waarin rekening wordt gehouden met de opbrengsten en (ruimtelijke) belangen.

Van de oplossingsrichtingen bieden het ongehinderd door objecten winnen en diepere winning tot 12 m de grootste volumes, totaal respectievelijk 2,7 en 3,0 miljard m³ voor de gehele kust. Ook voor de meeste knelpunten, behalve IJmuiden, leveren deze oplossingsrichtingen het grootste extra volume op.

Voor de Hollandse kust en knelpunt IJmuiden levert winning binnen de huidige windgebieden na ontmanteling van de windparken, een relatief grote hoeveelheid extra zand op (respectievelijk 400 en 63 miljoen m³). Voor de Wadden en knelpunt Texel levert winning in scheepvaartroutes een grote hoeveelheid extra zand op (respectievelijk 1300 en 166 miljoen m³). Winning buiten de 12 nautische mijl levert voor knelpunten Walcheren en IJmuiden een relatief groot extra volume, en in mindere mate Den Helder en Texel. Langs veel delen van de kust is het gebied buiten de 12 nautische mijl niet beschikbaar voor zandwinning door ander ruimtegebruik.

Gezien de grootte van de berekende tekorten, zal er mogelijk komende decennia voor de knelpunten meer krapte worden ervaren. In de tweede helft van deze eeuw zal naar verwachting in steeds meer gebieden krapte ontstaan, wanneer een steeds groter deel van de beschikbare zandvoorraad uitgeput raakt. Op welk moment er precies een probleem ontstaat, is sterk afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging (zandvraag suppleties), de sociaal-demografische ontwikkelingen (zandvraag commercieel) en huidig en toekomstig beleid (zoals hoe en waar kabels en leidingen door het reserveringsgebied worden aangelegd), en daarom niet goed te voorspellen.

In de kwalitatieve analyse is gekeken naar de impact van de verschillende oplossingsrichtingen op ecologie, visserij en hydrodynamica, ten opzichte van het uitgangspunt – winning tot 6 m onder zeebodem.

Grootschalige zandwinning tot 12 m diepte heeft potentieel de grootste effecten op ecologie, visserij en hydrodynamica. Hoe groot en welke effecten precies zouden kunnen optreden hangt sterk af van de manier van zandwinning en behoeft daarnaast aanvullend onderzoek. Indien er grote gebieden met zuurstofloosheid zouden ontstaan of er een significante invloed (afname) is op de slibtransporten richting de Waddenzee wordt deze oplossing als niet acceptabel beschouwd. Om te weten of je deze oplossingsrichting op grote schaal acceptabel is, is het daarom van belang aanvullend onderzoek te doen naar de effecten. Een deel van deze effecten wordt momenteel onderzocht in het OR-ELSE project.

De effecten, op hydrodynamica, ecologie en visserij, van de oplossingsrichtingen 'Zandwinning buiten het reserveringsgebied', 'Zandwinning binnen scheepvaartroutes' en 'Zandwinning binnen windgebieden' zullen vergelijkbaar zijn met zandwinning in de rest van het reserveringsgebied. Echter wordt er wel over een groter gebied de bodemintegriteit aangetast.

In deze studie is informatie uit veel verschillende bronnen samengebracht en deels op expert judgement gebaseerd. Er zijn ook meerdere aannames gedaan, deels omdat niet alle benodigde data achterhaald konden worden, deels doordat er kennisleemtes bestaan. Om in deze zaken meer duidelijkheid te geven zijn een aantal aanbevelingen gedaan.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
2	Werkwijze	10
2.1	Kwantitatieve uitwerking van zandvolumes	10
2.1.1	Ruimteschaal en tijdschaal van analyse	10
2.1.2	Berekening zandvolumes	13
2.1.2.1	Zandvolumes op basis van het DIS	13
2.1.2.2	Ruimtelijke beperkingen zandwinning	14
2.1.2.3	Zandvolumes per oplossingsrichting	16
2.1.2.4	Reeds gewonnen zand	16
2.1.3	Toekomstige zandvraag	20
2.2	Kwalitatieve analyse van de gevolgen van oplossingsrichtingen	22
3	Resultaten	23
3.1	Overzicht zandvolumes vraag/aanbod per kustvak	23
3.2	Resultaten per oplossingsrichting	28
3.2.1	Opruimen Ontplobbare Oorlogsresten	28
3.2.1.1	Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume	28
3.2.1.2	Kwalitatieve beoordeling effecten	28
3.2.1.3	Ruimtelijke schaal	29
3.2.1.4	Prioritering	29
3.2.2	Zandwinning buiten het reserveringsgebied	29
3.2.2.1	Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume	29
3.2.2.2	Kwalitatieve beoordeling effecten	30
3.2.2.3	Ruimtelijke schaal	30
3.2.2.4	Prioritering	30
3.2.3	Dieper winnen – tot 12 m	33
3.2.3.1	Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume	33
3.2.3.2	Kwalitatieve beoordeling effecten	33
3.2.3.3	Ruimtelijke schaal	35
3.2.3.4	Prioritering	35
3.2.4	Zandwinning binnen scheepvaartroutes	38
3.2.4.1	Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume	38
3.2.4.2	Kwalitatieve beoordeling effecten	38
3.2.4.3	Ruimtelijke schaal	38
3.2.4.4	Prioritering	38
3.2.5	Zandwinning binnen windgebieden na ontmanteling	41
3.2.5.1	Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume	41
3.2.5.2	Kwalitatieve beoordeling effecten	41
3.2.5.3	Ruimtelijke schaal	41
3.2.5.4	Prioritering	41
4	Synthese	44
4.1	Algemeen	44

4.2	Opruimen OO	47
4.3	Buiten reserveringsgebied	48
4.4	Dieper winnen	48
4.5	Binnen scheepvaartroutes	49
4.6	Binnen windgebieden (na ontmanteling)	49
5	Referenties	50
A	Volumes per kustvak	51

1 Inleiding

Er wordt veel zand gewonnen op de Noordzee, met name voor het onderhouden van de kust middels suppleties en voor bouwwerken en infrastructuur. In de afgelopen 20 jaar is er ca. 37 miljoen m³ (Rijkswaterstaat, 2022) per jaar zand gewonnen (o.a. suppleties, commercieel en Maasvlakte 2), maar in de toekomst zou dit sterk toe kunnen nemen als gevolg van een toename in de snelheid van zeespiegelstijging en de daaraan gekoppelde vergroting van het suppletievolume. In theorie is er voldoende zand aanwezig tot aan een winddiepte van 6 m om lange tijd aan de toenemende vraag te voldoen. Veel van de zandvoorraad kan echter niet gewonnen worden als gevolg van ruimtelijke uitsluitingen (scheepvaart, kabels/leidingen, windmolenparken en natuur) of de aanwezigheid van Ontplobbare Oorlogsresten (OO's), scheepswrakken of stoorlagen (schelpenbanken, klei, veen, stenen). Worden al deze invloeden meegenomen dan blijft een veel lager volume over dat beschikbaar is. Met de huidige snelheid van winnen betekent dit dat over 150 jaar deze voorraad volledig is gebruikt en met de verwachte toename in vraag zal deze tijdspanne nog aanzienlijk korter kunnen worden (Rijkswaterstaat, 2022).

Om gewogen keuzes te maken in de ruimtelijke ordening op de Noordzee, en daarin het belang van zand goed mee te kunnen nemen, is het nodig om inzicht te hebben in:

1. de beschikbare hoeveelheden zand in deelgebieden langs de kust;
2. de verwachte zandvraag in de toekomst voor deze deelgebieden;
3. de mogelijkheden – oplossingsrichtingen – om, indien nodig, de zandvoorraad te vergroten voor deelgebieden waar dat nodig is.

Rijkswaterstaat heeft Deltares daarom gevraagd om zowel een kwantitatieve als een kwalitatieve uitwerking van de vrij te komen zandvoorraad voor de huidige situatie en verschillende oplossingsrichtingen (punt 3). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen suppletiezand en zand voor bouw- en infrastructurele projecten. Deze uitwerking wordt gebruikt om de volgende vragen te beantwoorden:

- Waar kunnen deze oplossingsrichtingen plaatsvinden?
- Op welke schaal kan dit plaatsvinden?
- Welke impacts zijn te verwachten als gevolg van de oplossingsrichtingen?
- Op welke schaal is de oplossing acceptabel?

Niet al deze vragen zijn voor elke oplossingsrichting even relevant. Ze worden daarom niet per vraag behandeld in de resultaten of synthese.

In deze studie zijn de resultaten zo objectief mogelijk weergegeven en wordt er geen voorkeur gegeven voor één van de oplossingsrichtingen. Er is ook geen integrale afweging van meerdere belangen gemaakt en niet van alle oplossingsrichtingen is het duidelijk in hoeverre het technisch of juridisch mogelijk is of zal zijn.

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze beschreven, waarna de resultaten op hoofdlijnen (3.1) en per oplossingsrichting (3.2) in hoofdstuk 3 staan. De belangrijkste conclusies staan in hoofdstuk 4 en aanbevelingen voor nader uit te werken onderwerpen of onderzoeken staan in hoofdstuk 5.

2 Werkwijze

Voor deze studie zijn berekeningen gemaakt van beschikbare zandvolumes (kwantitatieve analyse) en zijn de effecten van het winnen van dit zand uitgezocht (kwalitatieve analyse). Deze analyses zijn uitgevoerd voor de hele Nederlandse kust en voor de volgende oplossingsrichtingen:

1. Opruimen Ontploffbare Oorlogsresten.
2. Winnen buiten reserveringsgebied.
3. Dieper winnen – tot 12 m onder de zeebodem (t.o.v. 6 m).
4. Zandwinning binnen scheepvaartroutes.
5. Zandwinning binnen windgebieden (na ontmanteling).

In de kwalitatieve analyse is gekeken naar de impact van de verschillende oplossingsrichtingen, ten opzichte van het uitgangspunt – winning tot 6 m onder zeebodem. Er is dus *niet* onderzocht wat in het algemeen de impact van zandwinning is, deze wordt regulier meegenomen in het MER-traject dat voorafgaand aan het aanwijzen van wingebieden binnen de reserveringszone plaatsvindt.

In de kwantitatieve analyses zijn volumes berekend voor 1) beschikbare hoeveelheid zand, 2) de toekomstige zandvraag voor suppletiezand en 3) de extra volumes die beschikbaar komen bij de oplossingsrichtingen. Daarnaast is zo goed mogelijk achterhaald hoeveel zand er reeds is gewonnen en wat de mogelijke toekomstige zandvraag voor commerciële doeleinden is. Beide analyses zijn hieronder nader beschreven.

2.1 Kwantitatieve uitwerking van zandvolumes

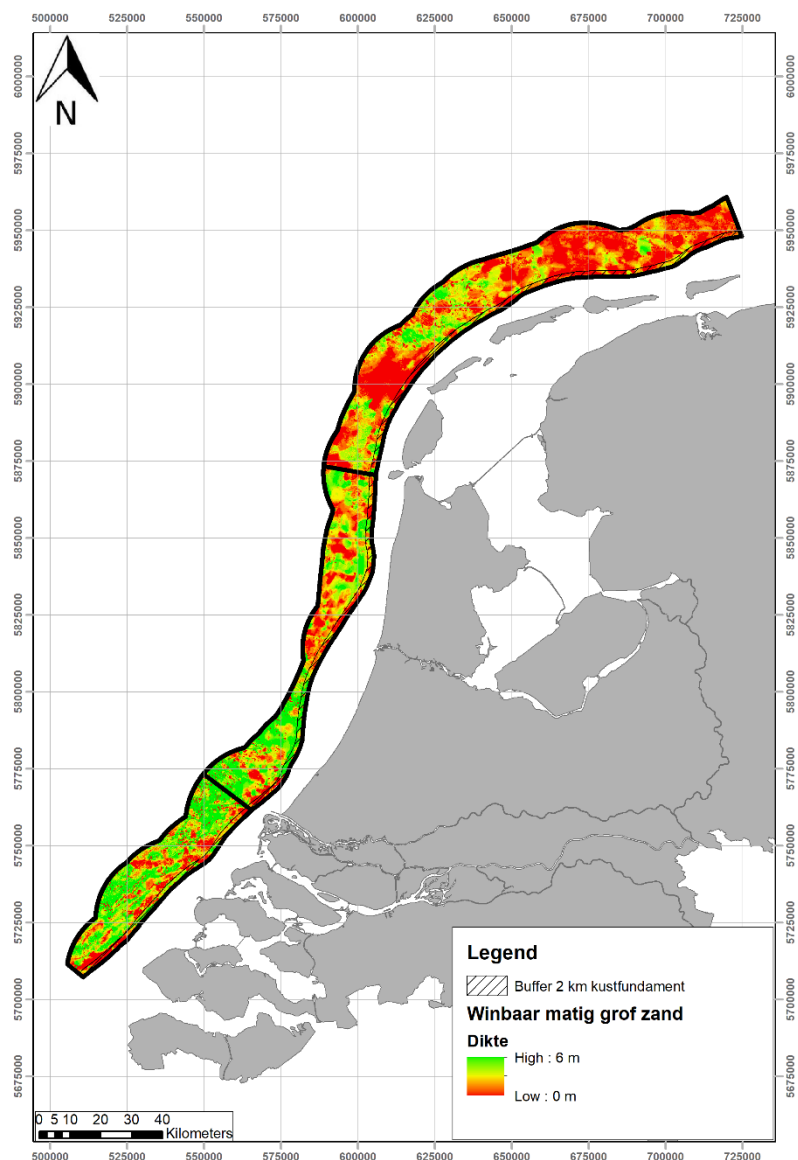
2.1.1 Ruimteschaal en tijdschaal van analyse

De zandvolumes zijn berekend voor twee gebiedsindelingen, één op hoofdniveau: Zeeland/Holland/Wadden (Figuur 2.1) en één op regionaal niveau waarbij de kustvakken zoals door Rijkswaterstaat in het beheer worden gehanteerd als basis zijn gebruikt en enkele kustvakken zijn opgesplitst in kleinere gebieden (Figuur 2.2). De beschikbare data – over suppletievolumes, commerciële volumes en volumes beschikbare zand – zijn voor zover dat mogelijk is volgens deze indelingen berekend. Voor het gebruik van zand voor commerciële toepassingen, zowel historisch als toekomstig, zijn de gegevens niet op het detailniveau van de indeling in kustvakken beschikbaar, en daarom slechts beperkt te koppelen aan deze indeling.

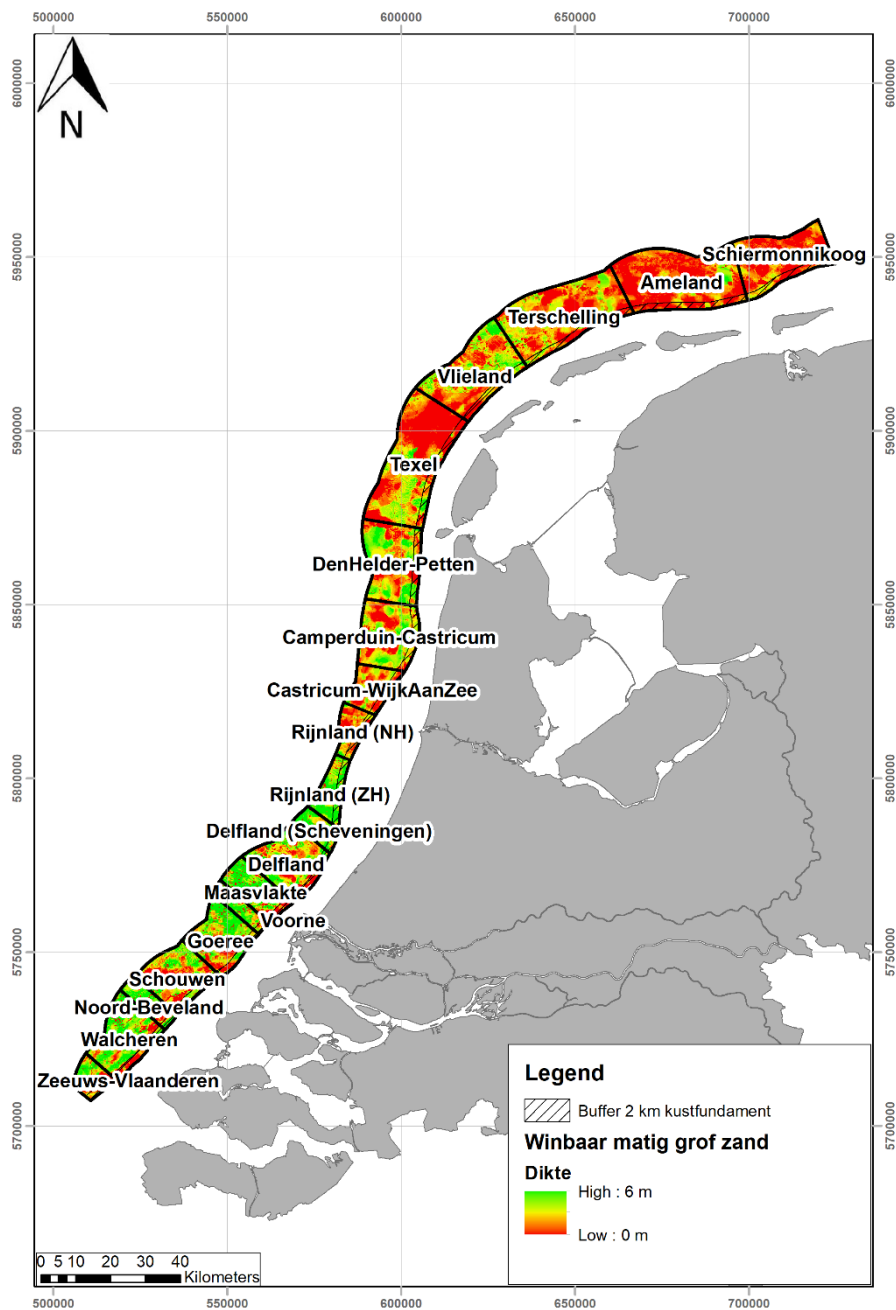
In de rapportage zijn de volgende regionale gebieden uitgelicht omdat die een (toekomstig) knelpunt voor de zandwinning zijn (Rijkswaterstaat, 2022):

- Texel.
- Den Helder (Den Helder – Petten).
- IJmuiden (Rijnland NH en Castricum - Wijk aan Zee).
- Walcheren.

In deze studie is de periode vanaf heden tot eind van deze eeuw beschouwd. Er is gebruik gemaakt van historische data over zandwinning, voor suppletievolumes zijn gegevens vanaf de jaren '70 beschikbaar, voor commercieel gewonnen zand vanaf de jaren '90.



Figuur 2.1 Kaart met indeling op hoofdgebieden Zeeland/Holland/Wadden met de dikte van matig grof zand (210-420 µm) volgens het DIS 2.1. in de bovenste 6 m.



Figuur 2.2 Kaart met indeling op regionaal niveau en de bepaalde dikte van matig grof zand (210-420 μm) volgens het DIS 2.1. in de bovenste 6 m.

2.1.2 Berekening zandvolumes

Om de huidige beschikbare hoeveelheid zand te berekenen, en het volume zand dat extra beschikbaar komt bij verschillende oplossingsrichtingen, worden verschillende factoren meegenomen. Die worden in de navolgende paragrafen beschreven:

- De geologische samenstelling van de ondergrond: het Delfstoffen Informatie Systeem (DIS 2.1).
- Ruimtelijke beperkingen van zandwinning door ander ruimtegebruik.
- Berekeningen per oplossingsrichting.
- Reeds gewonnen zand.

2.1.2.1 Zandvolumes op basis van het DIS

De hoeveelheid zand die beschikbaar is binnen het reserveringsgebied voor zandwinning (het gebied tussen de doorgaande NAP -20 m lijn en de 12 nautische mijl, hierna reserveringsgebied genoemd) is berekend op basis van het Delfstoffen Informatie Systeem versie 2.1 (DIS 2.1, Deltares, 2018). Het DIS is een 3D-ondergrondmodel van het reserveringsgebied ontwikkeld door TNO en Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat. Door het model te bevragen kan voor verschillende korrelgroottes zand de hoeveelheid winbaar zand op een specifieke locatie worden bepaald, resulterend in een kaartbeeld met diktes winbaar zand (Figuur 2.1). Het DIS houdt geen rekening met reeds gewonnen zand: op de locaties waar reeds zand is gewonnen wordt vanaf de zeebodempligging ná zandwinning gerekend.

Bij het bevragen van het model zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Binnen 2 km van de NAP -20 m lijn is de winddiepte maximaal 2 m.
- Een halve meter klei, leem of veen is een stoorlaag, hieronder vindt geen zandwinning plaats.
- Om te zorgen dat de bodem uit zand blijft bestaan wordt er boven een stoorlaag een zogenaamde 'slijtlaag' van 1 m achtergelaten.

Deze bevraging is zo goed mogelijk in lijn met de huidige praktijk en regelgeving omtrent zandwinning. In de praktijk zullen echter ook zanden met zeer veel kleilaagjes of een hoog slibgehalte (meer dan ca. 10%) die over een groter gebied voorkomen niet worden gebruikt voor supplementies. Ook schelpen- of grindlagen, die over een groter gebied voorkomen, kunnen een beperking vormen voor de winning. Deze situaties komen relatief weinig voor.

Op basis van de bovengenoemde criteria wordt voor de volgende zandklassen een winbare dikte bepaald:

- Uiterst fijn zand, 63-105 μm .
- Zeer fijn en matig fijn zand, hierna aangeduid als matig fijn zand, 105-210 μm .
- Matig grof en zeer grof zand, hierna aangeduid als matig grof zand, 210-420 μm .
- Uiterst grof zand en grind, 420-2000 mm en >2000 μm .

Het volume wordt bepaald door de dikte van de afzettingen met de gewenste zandklasse met het oppervlak te vermenigvuldigen voor verschillende deelgebieden. De volumes worden zowel tot een diepte van 6 m onder de zeebodem bepaald als tot 12 m onder de zeebodem. Het DIS 2.1 model reikt tot 12 m onder de zeebodem. Het diepere deel is echter op relatief weinig grondboringen gebaseerd, omdat er weinig boringen dieper dan ca. 6 m onder de zeebodem reiken. Dit betekent dat er meer onzekerheid zit in de samenstelling van de ondergrond – zowel het type zand als mogelijk aanwezige stoorlagen – voor de diepere lagen (6-12 m onder de zeebodem).

De volumes berekend op basis van het DIS worden tot slot met 40% verminderd om het effect van objecten op de zeebodem die de winning belemmeren mee te nemen. Dit

percentage is door Rijkswaterstaat bepaald op basis van uitpeilingen van zandwingebieden na winning (pers. com. Luuk Arlar, Rijkswaterstaat).

Bij de berekening is geen rekening gehouden met de diepte waarop een bepaalde zandklasse aanwezig is, dus of er zand van een andere klasse bovenop aanwezig is. Het is dus mogelijk dat een bepaalde zandklasse aanwezig is, maar pas kan worden gewonnen nadat een bovenliggend pakket zand van andere zandklasse is gewonnen.

Voor suppleties wordt een vergelijkbaar type zand gebruikt als op het strand of vooroever aanwezig is. Het gebruik van het juiste type zand is zowel voor de ecologie als morfologie belangrijk. Voor ecologie is het doel om de habitat zo min mogelijk te veranderen en daardoor de verstoring voor de bodemdiergemeenschap zoveel mogelijk te beperken. Dit is wettelijk vastgelegd in de Natura-2000 beheerplannen. Voor de kustmorfologie kan een ander type zand gevolgen hebben voor het kustprofiel en daarmee zwemveiligheid (grof zand) of juist veel sneller eroderen (fijn zand). Ook kan ander type zand effect hebben op de doorstuiving richting de duinen.

Het grootste deel van de Nederlandse kust – het strand en de zeereep – heeft een mediane korrelgrootte van ca. 250-300 μm (Rijkswaterstaat, 1984) en valt dus midden in de klasse matig grof zand. Voor de volumes op hoofdlijnen is daarom alleen het zand van deze klasse gerekend. Zand boven de 300 μm is voor de meeste locaties al te grof, wat dus betekent dat het volume een ruime schatting is, aangezien de klasse tot 420 μm loopt.

Voor de Waddeneilanden ligt de korrelgrootte van de kust echter vaak in de zandklasse matig fijn zand (Schiermonnikoog, Ameland, en Terschelling) of ligt dicht bij de grens tussen matig fijn zand en matig grof zand (Vlieland en Texel). Bij berekeningen op kustvakniveau is voor Schiermonnikoog, Ameland en Terschelling daarom de hoeveelheid matig fijn zand gehanteerd als bruikbaar zand en voor Vlieland en Texel de helft van de hoeveelheid matig fijn zand en de helft van het matig grove zand.

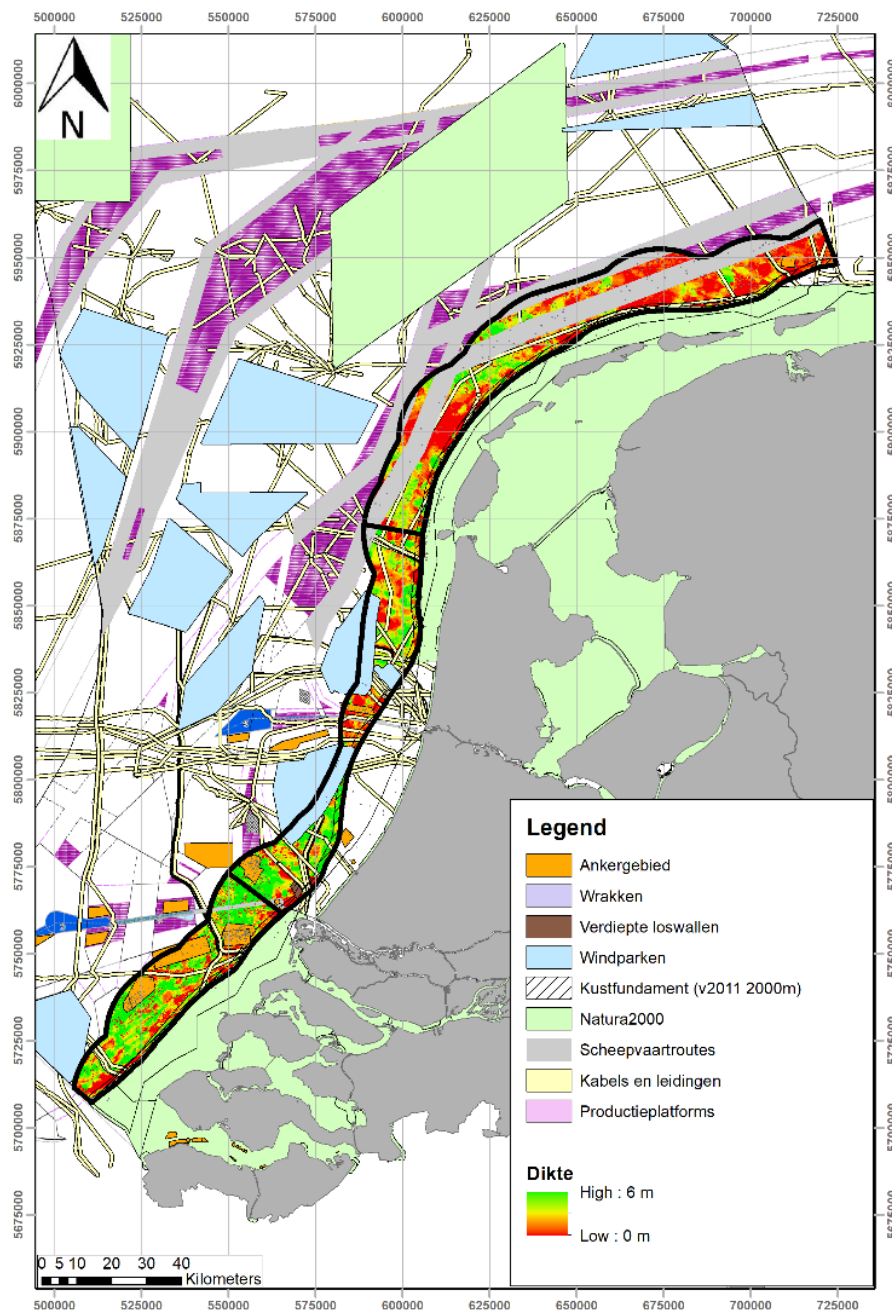
Het is niet duidelijk welk zand wordt gebruikt voor commerciële doeleinden, in deze studie is de klasse 210-420 μm daarvoor aangenomen.

2.1.2.2 Ruimtelijke beperkingen zandwinning

Voor alle deelgebieden worden de volumes van alle zandklassen afzonderlijk gerapporteerd. Behalve de geologie bepaalt ook het ruimtegebruik hoeveel zand er beschikbaar is voor de zandwinning. Dit is meegenomen in de berekening van de zandvolumes door bepaalde gebieden uit te sluiten. Het gaat hierbij om de volgende gebieden (Figuur 2.3):

- Scheepvaartroutes Rotterdam, IJmuiden en boven de Wadden (geen buffer);
- Windparken met 500 m buffer;
- Kabels & leidingen met 500 m buffer, zowel reeds aanwezige kabels als toekomstige kabels waarvan het tracé formeel is vastgelegd;
- Ankergebieden + gebieden met hoge concentraties ankers (geen buffer);
- Natura-2000 gebieden met 900 m buffer;
- Verdiepte loswallen (geen buffer).

Beperking door toekomstige kabels en leidingen is niet meegenomen in deze studie.



Figuur 2.3 Overzichtskartaal met uitsluitingsgebieden waar geen zand kan worden gewonnen door ander ruimtegebruik.

2.1.2.3 Zandvolumes per oplossingsrichting

Voor de vijf oplossingsrichtingen is de berekening van het volume vergelijkbaar als hierboven beschreven voor het uitgangspunt. Hierbij zijn de volgende aanpassingen / verschillen:

1. Opruimen Ontploffbare Oorlogsresten

De vermindering van 40% zandvolume in DIS om het effect van objecten op de zeebodem die de winning belemmeren mee te nemen wordt niet doorgevoerd.

2. Winnen buiten reserveringsgebied (tot 6 m winddiepte)

Zeewaarts van het reserveringsgebied is erg veel zand beschikbaar, maar voor zandwinning ten behoeve van suppleties aan de kust is het wenselijk om de vaarafstand zo klein mogelijk te houden vanwege de oplopende kosten naarmate de vaarafstand toeneemt. Hierom is in deze studie gekeken naar de potentiële zandvolumes in de eerste twee nautische mijl zeewaarts van het reserveringsgebied te kijken (12-14 nautische mijl), een strook van 3,7 km breed. Voor dit gebied is het DIS-model niet beschikbaar en is er grotere onzekerheid over de hoeveelheid beschikbaar zand. De verwachting is dat de ondergrond van het direct aangrenzende deel van het reserveringsgebied het meeste lijkt op deze zone zeewaarts daarvan. De volumes zijn daarom per kustvak gebaseerd op het oppervlak waar geen ander ruimtegebruik plaatsvindt en de gemiddelde winbare dikte zand in de aangrenzende zone binnen het reserveringsgebied van 3,7 km (10-12 nautische mijl). Deze dikte ligt tussen de 0,7 en 5,3 m en is gemiddeld 3,1 m, bij een maximale winddiepte van 6 m. De dikte is relatief klein bij knelpunten Texel (1,4 m) en IJmuiden (1,6 m voor Castricum-Wijk aan Zee en 2,0 m voor Rijnland Noord-Holland).

3. Dieper winnen – tot 12 m (t.o.v. 6 m)

Bij de berekening van de winbare dikte zand op basis van het DIS wordt het zand tot een diepte van 12 m onder de zeebodem meegerekend, rekening houdend met de (geologische) beperkingen in winddiepte zoals beschreven in 2.1.2.1.

4. Zandwinning binnen scheepvaartroutes

De scheepvaartroutes worden niet uitgesloten van zandwinning, zoals in Figuur 2.3 aangegeven.

5. Zandwinning binnen windgebieden (na ontmanteling)

De windgebieden binnen het reserveringsgebied worden niet uitgesloten van zandwinning, zoals in Figuur 2.3 aangegeven. Er is hierbij geen rekening gehouden met mogelijk achterblijvend materiaal zoals funderingen of kabels.

2.1.2.4 Reeds gewonnen zand

Het DIS geeft volumes gerekend vanaf de zeebodem zoals beschikbaar ten tijde van het opstellen van het DIS. Bij het bepalen van de volumes moet echter gerekend worden vanaf de 'oorspronkelijke' zeebodem, voordat er enige zandwinning heeft plaatsgevonden. Als er vanuit de huidige zeebodem wordt gerekend, dan is bijvoorbeeld op plekken waar reeds 2 m zand is gewonnen in het verleden, na een nieuwe winddiepte van 6 m in werkelijkheid 8 m gewonnen. De berekende volumes moeten dus gecorrigeerd worden voor het zand dat reeds gewonnen is in het reserveringsgebied. Deze correctie is in deze studie gemaakt door het volume zand dat reeds is gebruikt voor suppleties en commerciële toepassingen van het volume uit het DIS te trekken.

Getallen van Rijkswaterstaat geven aan dat er 932 miljoen m³ zand reeds is gewonnen vanaf 1994 tot heden (pers. com. Wout van Dijk, Rijkswaterstaat Zee en Delta). Op basis van andere, hieronder aangegeven, bronnen is ook een berekening gemaakt van de hoeveelheid

gewonnen zand, waarbij een verdeling is gemaakt tussen suppletiezand, commerciële winning en de aanleg van de Tweede Maasvlakte.

Suppletiezand

Op basis van de suppletiedatabase¹ is het totale volume zand dat is gebruikt voor suppleties 452 miljoen m³. Afzonderlijke volumes per kustvak zijn ook berekend op basis van deze database.

Commercieel zand

Voor de gewonnen volumes van commercieel zand is niet één complete database beschikbaar. Er is daarom een schatting gemaakt op basis van de volumes zoals weergegeven in Figuur 2.4. Op basis van de grafiek is het totale volume voor de periode 1992-2015 geschat op 275 miljoen m³, gemiddeld ca. 11,5 miljoen m³ per jaar. Indien in de periode 2016-2022 een vergelijkbaar volume is gewonnen komt het totaal (1992 tot 2022) uit op ca. 355 miljoen m³. In de MER zandwinning (Sweco, 2017) wordt het te winnen volume in de periode 2017-2028 geschat op gemiddeld 16,5 miljoen m³ per jaar. Een totaal volume van 355 miljoen m³ lijkt daarom een conservatieve schatting, waarbij geen winning vóór 1992 is verondersteld.

Langs welke delen van de kust de commercieel zandwinning in het verleden heeft plaatsgevonden is niet helemaal duidelijk. Bekend is dat er drie gebieden zijn waar de meeste commerciële winning plaatsvindt: rondom Rotterdam & Hoek van Holland, IJmuiden en Zeeland. Op basis van Sweco (2017) vindt hier respectievelijk 24%, 23% en 38% van de commerciële winning plaats, in totaal 85% van het volume. Dit is een inschatting voor de periode 2018-2027, het is niet bekend of deze verhoudingen ook zo lagen in het verleden. De verdeling van de zandwingebieden naar bestemming (Figuur 2.5) geeft in ieder geval aan dat ook in het verleden commerciële winning in deze drie gebieden was geconcentreerd. Ook zijn deze locaties gerelateerd aan de aanwezigheid van havens met overslagplaatsen, waar geen grote veranderingen in zijn ontstaan. Een vergelijkbare verdeling als in Sweco (2017) lijkt daarom ook voor de reeds gewonnen volumes aannemelijk. Met een gemiddelde jaarlijkse winning van 11,5 miljoen m³ komt dat neer op de volgende volumes in de periode 1992 tot 2022:

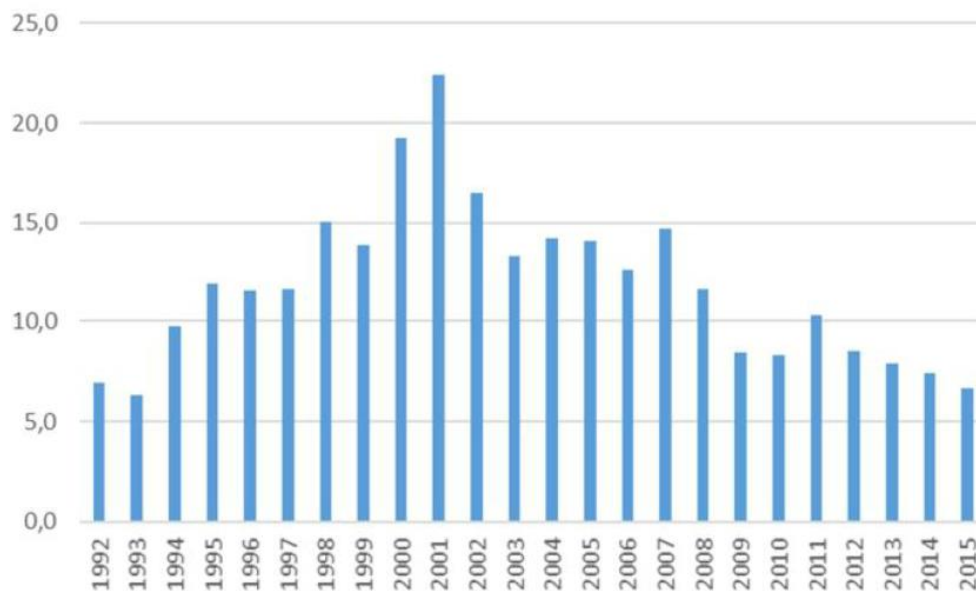
- IJmuiden: 82 miljoen m³ (kustvakken Castricum-Wijk aan Zee en Rijnland-NH).
- Rotterdam & Hoek van Holland: 85 miljoen m³ (kustvakken Delfland, Maasvlakte en Voorne).
- Zeeland: 135 miljoen m³ (kustvakken Noord-Beveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen).

Voor de verdeling tussen de hoofdgebieden is uitgegaan van de volgende verhoudingen en daaruit volgende volumes: 38% Zeeland – 135 miljoen m³, 47% Holland – 167 miljoen m³, 15% Wadden – 53 miljoen m³.

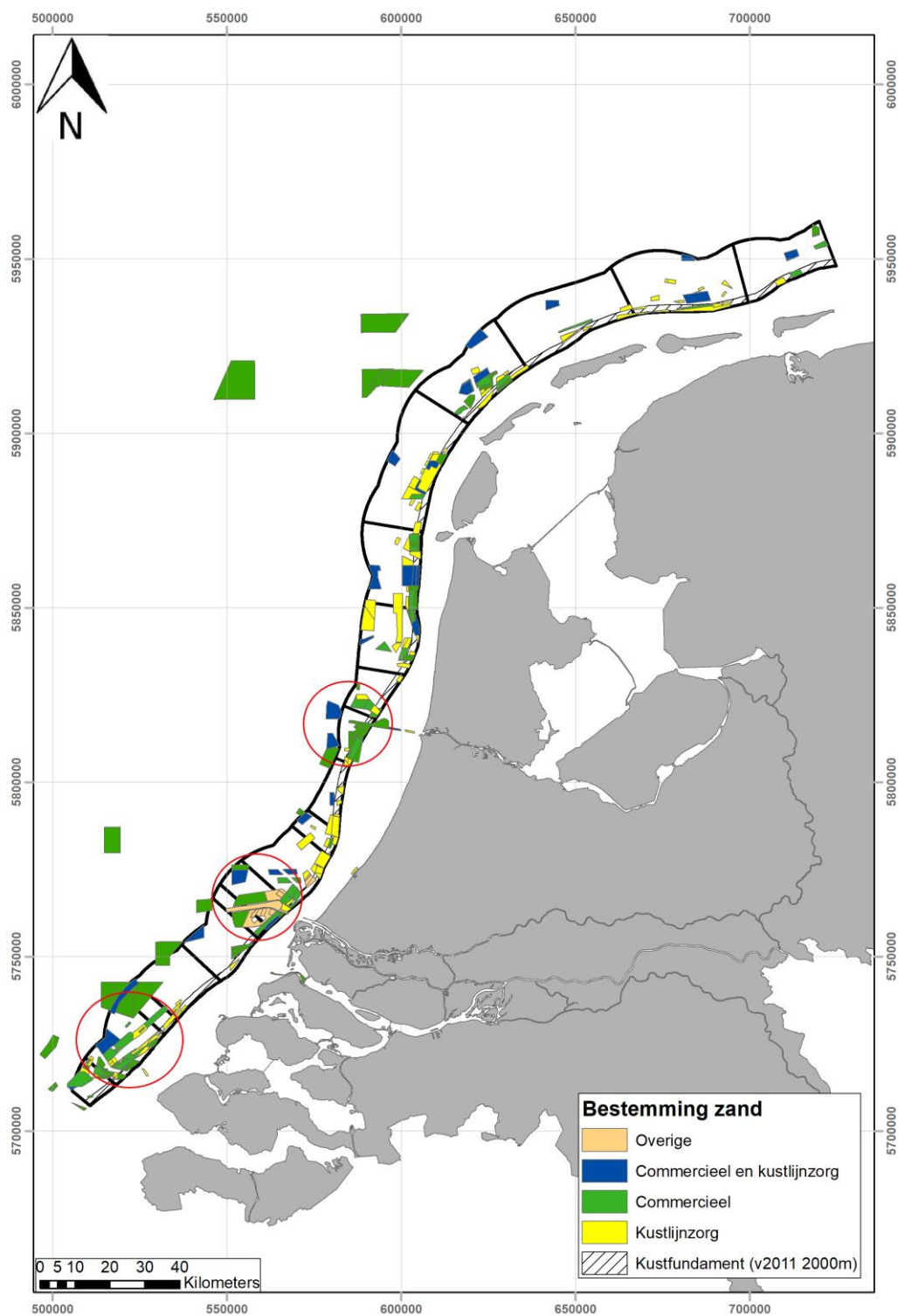
Tot slot is er voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte in totaal 170 miljoen m³ (gerapporteerd in de suppletiedatabase van Rijkswaterstaat, andere bronnen melden hogere waarden van 220-250 miljoen m³) gewonnen voor de kust van Rotterdam (deelgebied Holland). Voor dit zand is tot op uitzonderlijk grote diepte zand gewonnen, het deel tot 6 m onder de oorspronkelijke zeebodem wordt geschat op ca. 100 miljoen m³.

¹ Versie augustus 2022, <https://svn.oss.deltares.nl/repos/openearthrawdata/trunk/rijkswaterstaat/suppleties/raw/>

Totaal blijkt uit deze afzonderlijke berekeningen dat er ca. 977 miljoen m³ - 452 suppleties + 355 commercieel + 170 Tweede Maasvlakte – is gewonnen, waarvan 907 miljoen m³ binnen een winddiepte van 6 m. Dit ligt in dezelfde orde grootte als de getallen van Rijkswaterstaat. In deze rapportage wordt verder gewerkt met de afzonderlijk berekende volumes, omdat hier een betere verdeling langs de kust mee is te maken.



Figuur 2.4 Jaarlijks gewonnen hoeveelheden ophoogzand in miljoen m³ voor de periode 1992-2015. Bron: Sweco, 2017.



Figuur 2.5 Kaart met verdeling zandwingebieden (vergund, verlaten en niet-vergund) en MER zoekgebieden naar de bestemming van het zand. De rode cirkels geven delen van de kust waar commerciële winning is geconcentreerd.

2.1.3 Toekomstige zandvraag

Suppletiezand

Er zijn verschillende studies gedaan naar de toekomstige zandvraag ten behoeve van kustsuppleties. In de studie Kustgenese 2.0 en door de Deltacommissie zijn volumes genoemd, die afhankelijk van het scenario een benodigd volume tot aan 2100 geven van 2,5 tot 4,0 miljard m³ (Deltares, 2020 en Figuur 2.6). Dit komt neer op een gemiddeld jaarlijks suppletievolume van respectievelijk ongeveer 30 en 50 miljoen m³.

In de genoemde studies is echter geen onderverdeling van zandvraag langs de kust gegeven. Om de toekomstige zandvraag voor suppleties per kustvak te bepalen is gebruik gemaakt van het gemiddelde jaarlijkse suppletievolume per kustvak in de periode 2000 tot en met 2022. Deze volumes zijn lineair geëxtrapoleerd tot 2100, zodanig dat het totaalvolume van alle kustvakken respectievelijk 2,5 miljard m³ of 4,0 miljard m³ is. Deze twee scenario's worden in deze rapportage aangeduid met 'laag suppletievolume' en 'hoog suppletievolume'. In de volumes zijn de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de Hondsbossche en Pettemer Zeewering niet meegenomen.

Commercieel zand

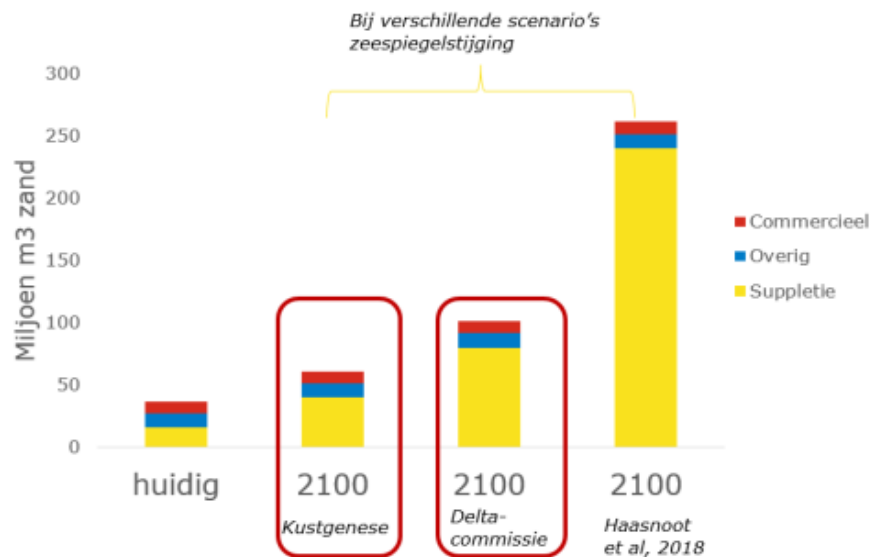
Over de toekomstige zandvraag voor ophoogzand is weinig informatie te vinden, deze zal sterk samenhangen met sociaal-demografische ontwikkelingen. In de MER zandwinning (Sweco, 2017) wordt gerekend met een jaarlijks volume van 16,5 miljoen m³ (Tabel 2.1). Bij gelijkblijvende winning zal tot 2100 voor ophoogzand de vraag in totaal 1.271 miljoen m³ zijn, waarvan het grootste deel in de volgende deelgebieden:

- IJmuiden: 292 miljoen m³.
- Rotterdam & Hoek van Holland: 305 miljoen m³.
- Zeeland: 483 miljoen m³.

In deze gebieden zal voor commerciële winning de grootste vraag blijven, die hangt samen met de aanwezigheid van havens waar zand aan land kan worden gebracht en de plek waar de vraag het grootst is – de Randstad. Het ligt dus niet voor de hand dat een groot deel van de commerciële winning bijvoorbeeld ten noorden van de Waddeneilanden zal gaan plaatsvinden.

Voor de verdeling tussen de hoofdgebieden is uitgegaan van de volgende verhoudingen – gelijk aan de verhoudingen zoals in Sweco (2017) – en daaruit volgende volumes: 38% Zeeland – 483 miljoen m³, 47% Holland – 597 miljoen m³, 15% Wadden – 191 miljoen m³.

Er is in deze studie geen inschatting gemaakt van mogelijke toekomstige zandwinning voor landaanwinning, zoals voor de Tweede Maasvlakte heeft plaatsgevonden. De totale sedimentbehoefte (commercieel en suppleties) komt uit op 3,8 tot 5,3 miljard m³ tot 2100.



Figuur 2.6 Jaarlijkse zandvraag in 2100 volgens verschillende studies (overig is voor bijvoorbeeld landaanwinningsprojecten). Bron: Rijkswaterstaat (2022).

Tabel 2.1 Globaal overzicht behoefte aan ophoogzand over de periode 2018 t/m 2027 per regio (miljoenen m3). Bron: Sweco (2017).

Jaar	Hoeveelheden per regio						Totaal
	Wadden	Noord-Holland	IJmuiden	Hoek van Holland	Rotterdam	Zeeland	
2018	1,44	0,63	3,06	2,25	0,99	5,13	13,5
2019	1,44	0,63	3,06	2,25	0,99	5,13	13,5
2020	1,44	0,63	3,06	2,25	0,99	5,13	13,5
2021	1,44	0,63	3,06	2,25	0,99	5,13	13,5
2022	1,44	0,63	3,06	2,25	0,99	5,13	13,5
2023	2,08	0,91	4,42	3,25	1,43	7,41	19,5
2024	2,08	0,91	4,42	3,25	1,43	7,41	19,5
2025	2,08	0,91	4,42	3,25	1,43	7,41	19,5
2026	2,08	0,91	4,42	3,25	1,43	7,41	19,5
2027	2,08	0,91	4,42	3,25	1,43	7,41	19,5
Totaal	17,60	7,70	37,40	27,50	12,10	62,70	165,0

2.2 Kwalitatieve analyse van de gevolgen van oplossingsrichtingen

Om de effecten van de verschillende oplossingsrichtingen voor verschillende disciplines in beeld te krijgen is er met meerder experts gesproken. Indien er na een overleg met een expert nog onduidelijkheden waren is er geprobeerd andere experts te benaderen.

De experts is gevraagd naar de mogelijke effecten van verschillende oplossingsrichtingen, ten opzichte van de huidige praktijk van zandwinning en het basis scenario van winning tot 6 m onder de zeebodem. Doordat verschillende oplossingsrichtingen ook bestaan uit zandwinning tot 6 m onder de zeebodem maar dan op een andere plek, zijn deze niet allemaal even uitgebreid besproken. Voor de oplossingen dieper winnen en opruimen van ontplofbare oorlogsresten is er wel een duidelijk en groter verschil met het uitgangspunt.

Ook is met experts gesproken over de juridische en praktische haalbaarheid en mogelijke beperkingen van sommige oplossingsrichtingen. Voor winning binnen scheepvaartroutes en opruimen van ontplofbare oorlogsresten zijn dit belangrijke aspecten, maar ook voor winning binnen windparken na ontmanteling.

Er is met één of meerdere experts van de volgende organisaties één of meerder malen gesproken en/of contact via email geweest over de volgende onderwerpen:

- Rijkswaterstaat, scheepvaart, ecologie en Ontplobbare Oorlogsresten (OO).
- Deltares, scheepvaart, visserij, ecologie, hydrodynamica, geologie en offshore wind.
- Ministerie van LNV, ecologie en visserij.
- Wageningen Marine Research, visserij.
- Hydrografische Dienst Marine, militaire gebieden.

3 Resultaten

3.1 Overzicht zandvolumes vraag/aanbod per kustvak

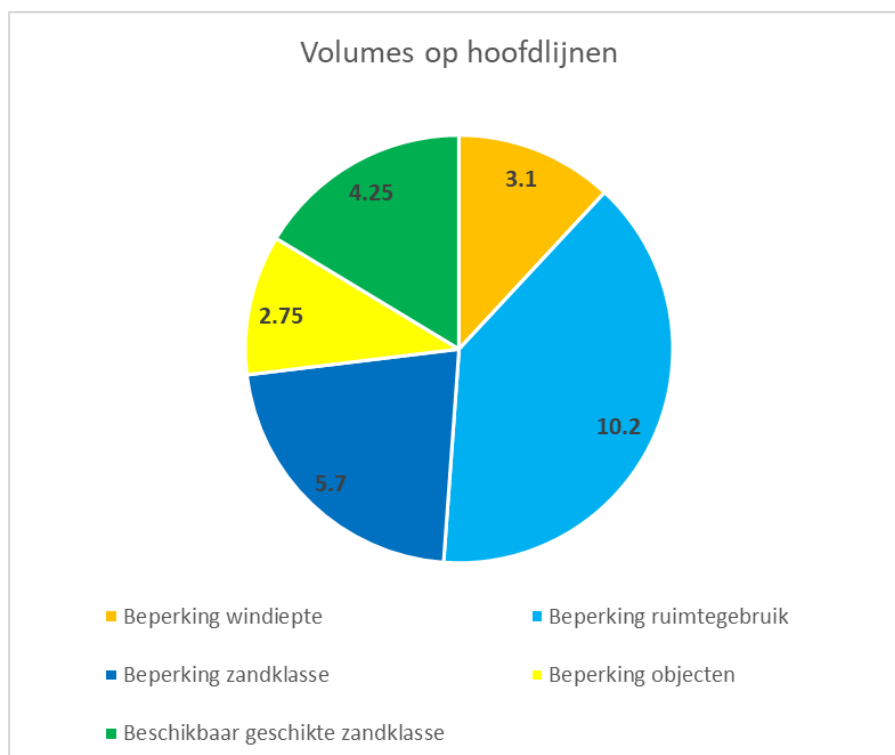
Hieronder wordt eerst op basis van DIS 2.1 de hoeveelheid beschikbaar zand berekend zonder rekening te houden met de oplossingsrichtingen, waarna gepresenteerd wordt hoeveel het beschikbare volume toeneemt per oplossingsrichting. In de navolgende paragrafen wordt per oplossingsrichting de berekening in detail beschreven.

Zonder rekening te houden met de oplossingsrichtingen, stoorlagen of ruimtelijke beperkingen is er in het reserveringsgebied 26 miljard m³ zand (alle zandklassen) beschikbaar tot een winddiepte van 6 m. Het winbare zand wanneer rekening wordt gehouden met geologie (stoornissen), de slijtlaag van 1 m en de beperkte winddiepte van 2 m binnen 2 km van het kustfundament is 22,9 miljard m³. Na de ruimtelijke beperkingen is 12,7 miljard m³ resterend, waarvan 7 miljard m³ van geschikte zandklasse (210-420 µm) voor suppleties. De overige 5,7 miljard m³ bestaat vrijwel geheel uit zand van de zandklasse 150-210 µm. Na beperking door objecten op de zeebodem van 40% blijft er 4,25 miljard m³ van de geschikte zandklasse (Figuur 3.1). Na correctie voor reeds gewonnen zand blijft er nog 3,34 miljard m³ over.

Het totaal beschikbare volume ligt hiermee tussen de verwachte behoefte in voor een laag (2,5 miljard m³) en een hoog (4,0 miljard m³) suppletievolume tot 2100. Daarnaast is de commerciële zandvraag tot 2100 ingeschat op 1,27 miljard m³ (Tabel 3.1). Er is dus, zonder oplossingsrichting, een tekort van 430 miljoen m³ om te voldoen aan het scenario met een laag suppletievolume. Voor dit scenario met een laag suppletievolume is er nog voldoende suppletiezand beschikbaar voor Zeeland en de Wadden, maar voor Holland is bij dat scenario al een tekort aan suppletiezand. Bij het hoge suppletievolume is er een tekort voor alle gebieden en komt het totale tekort aan zand op 2,0 miljard m³.

De grootste toename in beschikbaar volume ontstaat bij de oplossingsrichtingen 'geen hinder objecten' en 'winnen tot 12 m', totaal respectievelijk 2,8 en 3,1 miljard m³. Voor de Hollandse kust is het volume van één van deze oplossingsrichtingen nog maar net toereikend bij het lage suppletievolume en niet toereikend bij het hoge suppletievolume.

Winning buiten de 12 nautische mijl geeft lagere extra volumes, maar met name in Zeeland nog een flink volume. Winning binnen scheepvaartroutes levert voor de Wadden een zeer grote extra hoeveelheid zand op, maar een gering volume voor Zeeland en Holland. Winning in de windgebieden levert alleen voor Holland extra volume op.



Figuur 3.1 Taartdiagram van zandvolumes (in miljard m³) bij een windiepte van 6 m, totaal is er maximaal 26 miljard m³ beschikbaar op basis van het DIS 2.1.

Tabel 3.1 Overzicht volumes voor de hoofdgebieden in miljard m³, o.b.v. winning tot 6 m onder oorspronkelijke zeebodem (tenzij anders vermeld), 40% uitsluiting door OO en beperkingen in ruimtegebruik.

	Zeeland	Holland	Wadden	Totaal
<i>Huidige situatie</i>				
Zandvolume o.b.v. DIS	1,61	1,43	1,21	4,25
Reeds gewonnen zand suppleties	0,11	0,22	0,12	0,45
Reeds gewonnen zand commercieel	0,13	0,27	0,05	0,46
Netto beschikbaar zand	1,36	0,94	1,04	3,34
<i>Toekomstige zandvraag</i>				
Suppletievolumen tot 2100 laag	0,56	1,26	0,69	2,50
Suppletievolumen tot 2100 hoog	0,91	2,03	1,11	4,05
Commerciële winning tot 2100	0,48	0,60	0,19	1,27
Netto zandvolume (laag suppletievolumen)	0,32	-0,91	0,17	-0,43
Netto zandvolume (hoog suppletievolumen)	-0,03	-1,68	-0,26	-1,98
Potentieel extra volume van oplossingsrichtingen				
1. Geen hinder objecten	1,08	0,95	0,81	2,84
2. Buiten 12 nm winnen (tot 14 nm)	0,47	0,29	0,15	0,91
3. Winning tot 12 m	1,30	0,90	0,80	3,00
4. Winning in scheepvaartroutes	0,06	0,05	0,80	0,91
5. Winning in windgebieden (na ontmanteling)	0,00	0,43	0,00	0,43

Voor alle knelpunten is er een tekort aan zand (Tabel 3.2). Wanneer ook de naastgelegen kustvakken van Walcheren in beschouwing worden genomen, is het tekort daar nog groter.

In IJmuiden (kustvakken Rijnland NH en Castricum - Wijk aan Zee) is het berekende beschikbare volume kleiner dan het reeds gewonnen zand voor suppleties en commercieel gebruik. Hiervoor is een aantal mogelijke oorzaken:

1. Het percentage dat niet beschikbaar is door OO ligt hier lager dan 40%;
2. Een deel van de winning zal hebben plaatsgevonden op locaties die nu door ander ruimtegebruik zijn uitgesloten en daarom niet in het berekende zandvolume zijn meegenomen;
3. De reeds gewonnen volumes liggen lager dan berekend, als gevolg van verkeerde aannames over met name de winning van commercieel zand;

Ook wanneer het beschikbare zand hier hoger ligt dan berekend, is het duidelijk dat er voor dit knelpunt een groot tekort aan zand kan worden verwacht. Ook bieden de oplossingsrichtingen relatief weinig extra volume: winning tot 12 m en winning in de windgebieden leveren het grootste extra volume op met elk ruim 60 miljoen m³.

Ook voor de andere gebieden is de vraag (veel) hoger dan het beschikbare volume. In deze gebieden bieden de oplossingsrichtingen echter relatief veel volume. Net als voor de hoofdgebieden leveren het ongehinderd door objecten winnen en diepere winning tot 12 m de grootste volumes. Voor Texel en in mindere mate Den Helder levert winning in de scheepvaartroutes een significante hoeveelheid zand op. Buiten de 12 nautische mijl winnen geeft vooral voor Walcheren en Zuid Zeeland een significante hoeveelheid extra zand op.

In Appendix A zijn de volumes voor alle kustvakken weergegeven.

Tabel 3.2 Overzicht volumes voor de knelpunten in miljoen m3, o.b.v. winning tot 6 m onder oorspronkelijke zeebodem (tenzij anders vermeld), 40% uitsluiting door OO en beperkingen in ruimtegebruik. * De kustvakken Noord-Beveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen, ** voor kustvak Walcheren is 50% van de commerciële winning in Zeeland gerekend

	Texel	Den Helder	IJmuiden	Walcheren	Zuid Zeeland*
<i>Huidige situatie</i>					
Zandvolume o.b.v. DIS	232	368	73	521	775
Reeds gewonnen zand suppleties	61	78	25	43	69
Reeds gewonnen zand commercieel**	?	?	82	68	135
Netto beschikbaar zand	171	290	-33	411	571
<i>Toekomstige zandvraag</i>					
Suppletievolume tot 2100 laag	321	335	174	272	427
Suppletievolume tot 2100 hoog	517	541	280	439	689
Commerciële winning tot 2100**	?	?	292	242	483
Netto zandvolume (laag suppletievolume)	-149	-45	-499	-103	-339
Netto zandvolume (hoog suppletievolume)	-346	-250	-606	-270	-601
Potentieel extra volume van oplossingsrichtingen					
1. Geen hinder objecten	155	246	49	348	517
2. Buiten 12 nm winnen (tot 14 nm)	33	68	49	159	218
3. Winning tot 12 m	120	309	62	478	670
4. Winning in scheepvaartroutes	166	28	2	0	0
5. Winning in windgebieden (na ontmanteling)	0	11	63	0	0

3.2 Resultaten per oplossingsrichting

3.2.1 Opruimen Ontploffbare Oorlogsresten

3.2.1.1 Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume

Op basis van een analyse door Rijkswaterstaat is ingeschat dat onder ca. 40% van het oppervlak geen zand kan worden gewonnen als gevolg van *potentiële* Ontploffbare Oorlogsresten (OO). Dit is gebaseerd op de uitpeilingen na zandwinning van een tiental zandwingebieden (voorbeeld in Figuur 3.2). Het percentage waar geen zand was gewonnen varieerde sterk, tussen de ca. 5% en 70%. Over de verdeling van objecten langs de kust is op dit moment geen duidelijkheid, behalve dat voor de kust van Texel veel zeer grote stenen (enkele meters doorsnede) aanwezig zijn op of vlak onder de zeebodem. Ook andere objecten, zoals deze stenen, zorgen voor een belemmering van de zandwinning.

Naar schatting zijn er binnen de huidige zandwingebieden – dus niet het gehele reserveringsgebied – bijna 80.000 objecten. Het benaderen van objecten kost 10.000,- tot 20.000,- euro per object, in totaal dus 0,8 tot 1,6 miljard euro voor de huidige zandwingebieden. Van alle objecten is echter 0,5 tot 2 % daadwerkelijk een OO, die door de marine onschadelijk kunnen worden gemaakt door ze tot ontploffing te brengen. Deze kosten zijn niet inbegrepen bij de bovengenoemde getallen, maar worden wel degelijk door de maatschappij gedragen. De overige objecten kunnen ook mogelijk een belemmering vormen voor zandwinning, bijvoorbeeld doordat ze de zuigbuis kunnen beschadigen. Hierbij geldt dat bij diepere winning een grotere buffer rondom het object wordt aangehouden, zodat het talud stabiel blijft. Daarnaast zijn er objecten op de zeebodem met archeologische waarde, zoals scheepswrakken. De bekende archeologische objecten vormen een zodanig kleine belemmering voor de zandwinning dat deze in de berekening in deze studie niet apart zijn meegenomen.

Hoeveel extra zand gewonnen kan worden door het opruimen van OO is daarom niet helemaal duidelijk. Mogelijk bieden een andere risicobenadering of andere afspraken met aannemers een mogelijke oplossing. Ook zijn er technische oplossingen te bedenken voor bepaalde situaties, bijvoorbeeld het winnen van zand onder objecten. Het is momenteel niet duidelijk wat technisch haalbaar is en op welke schaal dat zou kunnen plaatsvinden.

Voor elke 10% objecten die worden opgeruimd of waarvan wordt vastgesteld dat het geen OO zijn en er dichtbij zand kan worden gewonnen, is 0,7 miljard m³ extra zand beschikbaar, in totaal is er maximaal 2,84 miljard m³ extra zand te winnen in het geval er helemaal geen hinder van objecten meer zou worden ondervonden.

3.2.1.2 Kwalitatieve beoordeling effecten

Door het opruimen van OO zullen er meer ontploffingen plaatsvinden in de Noordzee, wat een negatief effect heeft op de ecologie. Door het huidige aantal explosies in de Noordzee voor het ruimen van OO wordt jaarlijks bij 1100 tot 1200 bruinvissen permanente gehoorschade veroorzaakt (0,47-0,5% van de Noordzee populatie), en bij 15.000 tot 24.000 tijdelijke gehoorschade (6,5-10% van de Noordzee populatie, Aarts et al., 2016). Bij het op grote schaal opruimen van OO zal het aantal explosies sterk toenemen en dus een grote impact hebben op de zeezoogdieren en vissen – en mogelijk andere dieren – in zee. Mogelijk heeft het effect op de vissen ook consequenties voor de visserij.

Bij het benaderen van objecten zijn uiteraard ook risico's aanwezig, die dienen te worden afgewogen tegenover de risico's die optreden bij detectie van objecten en eventuele zandwinning dicht(er) bij gedetecteerde objecten.

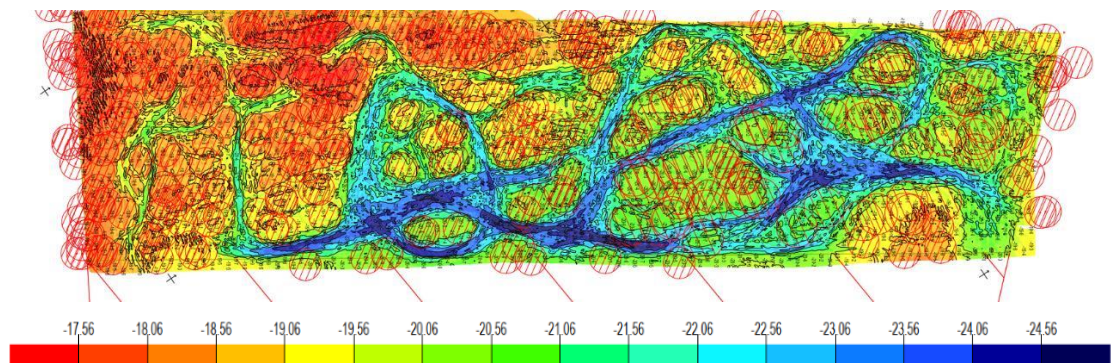
Daarnaast zal, doordat er over een groter gebied kan worden gewonnen, een andere morfologie van de zeebodem zijn na de zandwinning – een vlakkere bodem in plaats van winning rondom objecten. Ook is er een groter gebied waar de zeebodem wordt aangetast. Voor de bodemberoerende visserij zal het verwijderen van OO zorgen dat er geen OO meer in de netten terecht komen.

3.2.1.3 Ruimtelijke schaal

Deze oplossingsrichting is in alle kustvakken uit te voeren. In welke mate het toepassen mogelijk is hangt af van de aanpak – worden objecten daadwerkelijk benaderd en opgeruimd of komen er technische oplossingen en/of een andere risicobenadering. Het op grote schaal benaderen en opruimen van explosieven lijkt niet acceptabel, gezien de kosten, de effecten op ecologie en mogelijk visserij en de risico's bij het werk.

3.2.1.4 Prioritering

Het opruimen van OO lijkt vanwege de nadelige effecten geen maatregel om al op korte termijn te overwegen. De belemmering door OO zorgt echter voor een zeer grote claim op het winbare volume zand, waardoor andere mogelijkheden (technische oplossing, andere risicobenadering) om dit effect omlaag te brengen al op korte termijn zeer nuttig zullen zijn. Doordat objecten langs de hele kust aanwezig zijn levert het direct voor alle gebieden een vergroting van het winbare volume zand.



Figuur 3.2 Voorbeeld van een uitpeiling van een zandwingebed na winning, waarbij de blauwere kleuren dieper liggende bodem en rode kleuren ondieper liggende bodem aangeven. De gestreepte cirkels zijn bufferzones om gedetecteerde objecten. Bron: Rijkswaterstaat (pers. com. Suzan van Lieshout, Rijkswaterstaat).

3.2.2 Zandwinning buiten het reserveringsgebied

3.2.2.1 Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume

Zandwinning buiten het reserveringsgebied vindt verder offshore al plaats, dit zand wordt echter ook offshore gebruikt voor bijvoorbeeld de bedekking van kabels. Bij IJmuiden voor de kust zijn er ook twee MER zandwingebeden aangewezen voor de MER 2018-2027 (Q8-6 en Q10-4) en ligt het (verlaten) zandwingebed Q10B, allemaal net buiten het reserveringsgebied gelegen.

Voor veel kustvakken is reeds een groot deel van de zone 12-14 nautische mijl in gebruik door andere doeleinden. Voor de knelpunten Texel, Den Helder en IJmuiden is dit het geval, waardoor er relatief weinig winbaar zand is (Figuur 3.4 en Tabel 3.3). Voor knelpunt Walcheren is een groot deel van de zone vrij van ander gebruik waardoor er relatief veel zand kan worden gewonnen. Het is echter onduidelijk welke status de hier aanwezige

gebieden van het verkeersscheidingsstelsel hebben, hierdoor kan mogelijk minder zand beschikbaar zijn dan uit de berekening blijkt.

Voor de hoofdgebieden is er vooral voor de Zeeuwse kust relatief veel zand extra beschikbaar, in de gebieden bij zowel de Hollandse kust als de Wadden is er al relatief veel ander ruimtegebruik in deze zone (Tabel 3.4).

3.2.2.2 Kwalitatieve beoordeling effecten

De effecten, op hydrodynamica, ecologie en visserij, van deze oplossingsrichting zullen vergelijkbaar zijn als zandwinning binnen het reserveringsgebied. Voor de garnalenvisserij zal dit relatief weinig effect hebben doordat die grotendeels dicht bij de kust plaatsvindt. Andere vormen van bodemberoerende visserij zijn actiever in dit gebied buiten de 12 nautische mijl en zullen er dus meer hinder van ondervinden, vergelijkbaar met zandwinning binnen het reserveringsgebied. Er wordt met deze oplossingsrichting in een groter gebied de bodemintegriteit aangetast.

3.2.2.3 Ruimtelijke schaal

Het gebied direct buiten de 12 nautische mijl wordt langs veel delen van de kust al door andere functies benut (Figuur 3.3). Voor de Zeeuwse kust is er nog relatief veel ruimte beschikbaar buiten de 12 nautische mijl, maar voor de andere delen van de kust is zandwinning op grote schaal buiten het reserveringsgebied niet mogelijk. Voor de knelpunten waar andere oplossingsrichtingen niet voldoende extra zand bieden kan deze oplossing wel nuttig zijn, ook als het een relatief klein extra volume oplevert.

3.2.2.4 Prioritering

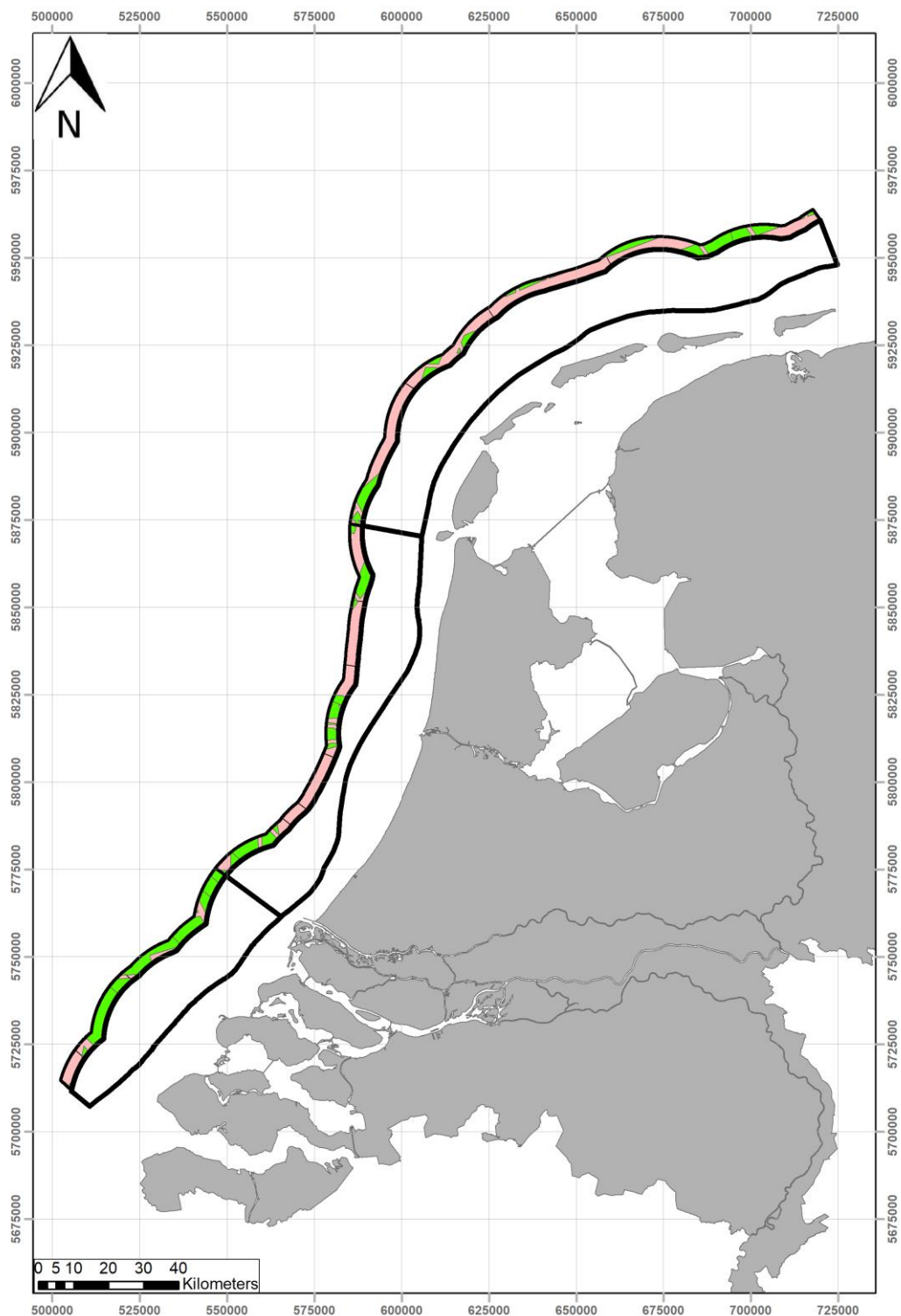
Het verder zeewaarts winnen van zand is duurder en leidt tot meer uitstoot van CO₂ en stikstof, waardoor deze oplossing pas overwogen zou moeten worden na de andere oplossingsrichtingen. Bij knelpunten kunnen echter de grotere kosten opwegen tegen de krapte die ontstaat.

Tabel 3.3 Extra winbaar volume zand (210-420 µm) in de zone 12-14 nautische mijl voor de knelpunten

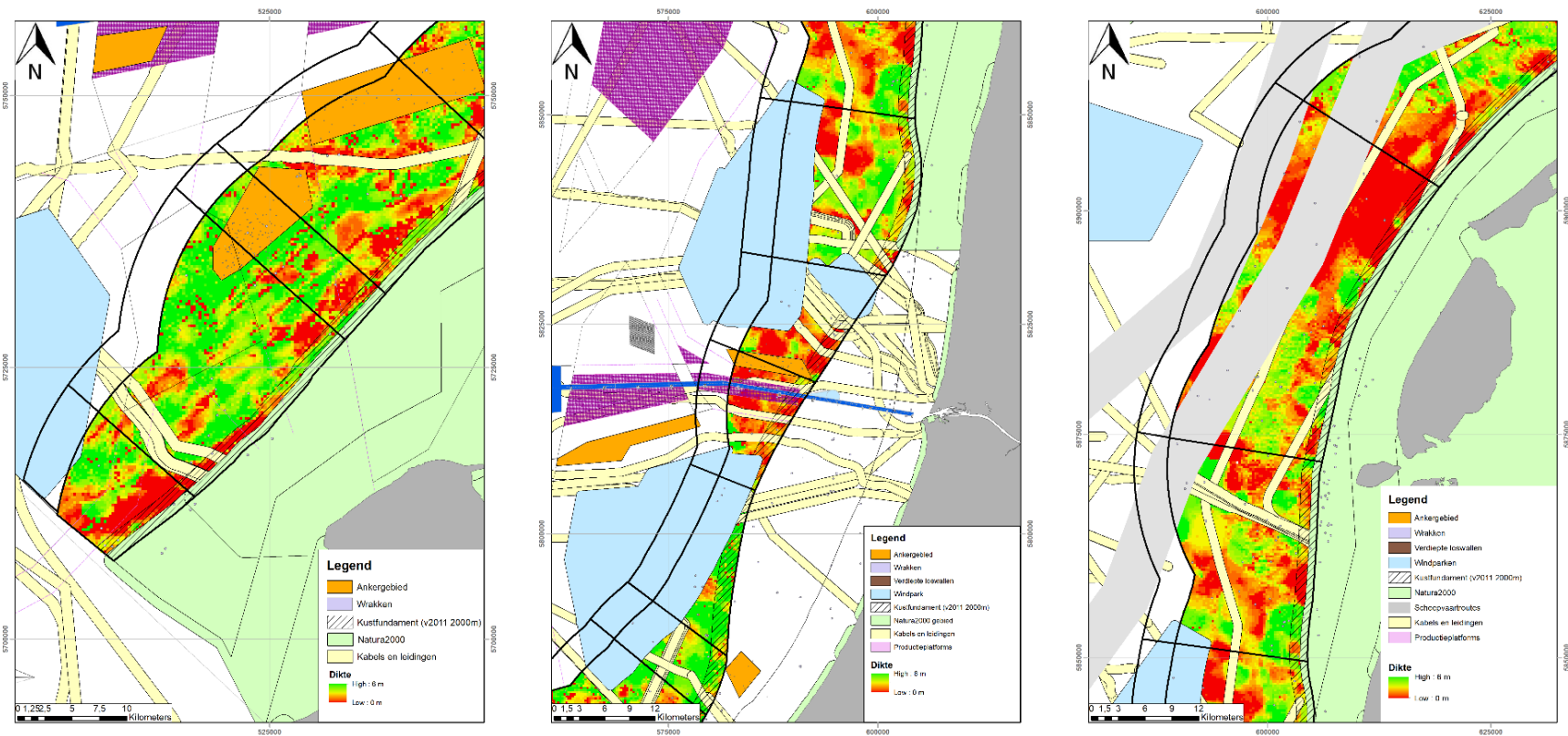
	Volume (miljoen m ³)
Texel	33
Den Helder	68
IJmuiden	49
Walcheren	159

Tabel 3.4 Extra winbaar volume zand (210-420 µm) in de zone 12-14 nautische mijl voor de hoofdgebieden

	Volume (miljard m ³)
Wadden	0,15
Hollandse kust	0,29
Zeeuwse kust	0,47



Figuur 3.3 Kaart van het reserveringsgebied met een extra strook van 2 nautische mijl zeewaarts daarvan waarin de delen waar ander (huidig) ruimtegebruik plaatsvindt rood zijn en de vrije delen groen.



Figuur 3.4 Kaarten voor knelpunten Walcheren (links), IJmuiden (midden), Den Helder en Texel (rechts) met de zone buiten het reserveringsgebied

3.2.3 Dieper winnen – tot 12 m

3.2.3.1 Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume

In het gehele reserveringsgebied is er in totaal 45,7 miljard m³ zand (alle zandklassen) beschikbaar tot een windiepte van 12 m windiepte. Het winbare zand wanneer rekening wordt gehouden met geologie (stoorlagen), de slijtlaag van 1 m en de beperkte windiepte van 2 m binnen 2 km van het kustfundament is 39,5 miljard m³. Na de ruimtelijke beperkingen is 22,2 miljard m³ resterend, waarvan 12,3 miljard m³ van geschikte zandklasse (210-420 µm) voor suppleties. Na beperking door objecten op de zeebodem van 40% blijft er 7,4 miljard m³ van de geschikte zandklasse voor suppleties (Figuur 3.5). Bij een windiepte van 6 m was dit 4,25 miljard m³, niet rekening houdend met reeds gewonnen zand.

Deze oplossing levert 3,12 miljard m³ extra zand op. Er is echter ook een grotere onzekerheid over het type en de hoeveelheid zand op deze grotere diepte – tussen 6 en 12 m onder de zeebodem – , omdat hier veel minder informatie uit boringen beschikbaar is.

Het grootste effect van diepere winning is te zien voor de Hollandse en Zeeuwse kust, waar ca. 75% meer zand beschikbaar is dan bij winning tot 6 m; voor de Wadden is ca. 65% meer zand (Figuur 3.6). Bij de knelpunten Walcheren, IJmuiden en Den Helder levert diepere winning bijna een verdubbeling van het winbare volume op, voor Texel is er ca. 50% meer zand (Figuur 3.7).

3.2.3.2 Kwalitatieve beoordeling effecten

De effecten van diepere winning hangen erg af van de schaal waarop deze plaats zou vinden. Om een indruk te geven van het potentiële effect van diepe winning in het gehele reserveringsgebied is de diepteligging van de huidige zeebodem weergegeven naast de zeebodem na *volledige* winning tot 6 m en tot 12 m windiepte (Figuur 3.8), enkel rekening houdend met de geologische beperkingen (inclusief slijtlaag en 2 m windiepte binnen 2 km van het kustfundament) en het huidige ruimtegebruik. Hierbij zal dus ook zand dat grover of fijner is dan het bruikbare zand zijn gewonnen en is er geen rekening gehouden met objecten op de zeebodem die winning belemmeren.

Ook zullen de effecten afhangen van de manier waarop er wordt gewonnen, waaronder: de frequentie waarmee er in één gebied wordt gewonnen, het oppervlak waarover in één keer wordt gewonnen, de oriëntatie van de zandwinputten ten opzichte van getijstrooming.

Hierom bleek het voor experts moeilijk om een oordeel te geven over de grootte van de effecten van diepere winning. Potentieel heeft deze oplossingsrichting, wanneer op grote schaal uitgevoerd, verstrekkende gevolgen. Uiteraard is diepere winning uit te voeren op kleinere schaal, bijvoorbeeld voor één enkele winput of een specifiek kustvak. Voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte is al tot grotere diepte gewonnen, waarbij zelfs dieper dan 12 m is gewonnen.

Hieronder wordt daarom voor hydrodynamica, visserij en ecologie beknopt aangegeven welke effecten er *mogelijk* kunnen optreden. Vanaf welke schaal en in welke mate de effecten optreden behoeft nadere (model) studies.

Mogelijke effecten op de hydrodynamica en sedimenttransport:

- Verandering van zoet-zout stratificatie langs de (Zuid) Hollandse kust (Rijn 'Region of Freshwater Influence', ROFI) en daarmee de cross-shore dichtheidsgedreven

stroming. Dit heeft mogelijk effect op de sedimenttransporten en daarmee de zandbalans van de kust.

- Ook de temperatuur-stratificatie (warmere bovenkant) kan veranderen, dit is vermoedelijk een relatief klein effect op deze afstand uit de kust.
- Mogelijk effect op waterstandsopzet en daarmee kustveiligheid.
- Verandering van getij: amplitude en voorplanting, hiermee op:
 - Zoutindringing.
 - Scheepvaart (dwarsstroming op vaargeulen).
 - Slibtransport richting Waddenzee; dit effect is in WOZEP (Wind op zee ecologisch programma) gezien, het reserveringsgebied ligt dicht bij de kust dan de windparken dus is ook van zandwinning een effect waarschijnlijk. Mogelijk wordt er veel slib 'afgevangen' in diepere putten, waardoor er juist een verlaagd aanbod van slib aan de Waddenzee ontstaat, die slib nodig heeft om mee te kunnen groeien met zeespiegelstijging.
- Doordat er binnen 500 m rondom kabels en leidingen geen zand mag worden gewonnen zou er daarnaast een abrupte overgang ontstaan naar een 12 m dieper gelegen zeebodem. Hoe scherp deze overgang is hangt af van de manier van winning, maar sterkere erosie van de ondiepere zone die rondom de kabels en leidingen aanwezig zal zijn kan worden verwacht. Of dit nadelig zal zijn voor de kabels en leidingen is nu niet duidelijk.
- Een, op basis van expert judgement, onvoorspelbaar effect op breking en demping van golven.

Mogelijke effecten op ecologie en visserij:

- Verwijderen van de bodem heeft altijd een negatief effect, met name op benthos, tot 6 m of 12 m maakt geen verschil (bovenste halve meter is hiervoor het belangrijkste) – de bodemintegriteit (KRM descriptor 6) wordt dus niet anders aangetast.
- Herstel is afhankelijk van frequentie – manier van winning en suppleren in toekomst (met grotere volumes) is daarom van belang om de effecten te kunnen duiden. Ook winputten tot 6 m diepte hebben al een groot effect op de bodemsamenstelling, die ook na 12 jaar nog niet volledig hersteld kunnen zijn (Moons, 2023).
- Door de veranderende hydrodynamica wordt de zeebodem slibrijker, hoe sterk dit gebeurt bij winning op grote schaal is vermoedelijk afhankelijk van de manier van winning en moeilijk aan te geven. Bij de huidige diepere putten met 6 m winddiepte en tot 20 m winddiepte (Tweede Maasvlakte winput) is de zeebodem slibrijk geworden. Er is een grotere biomassa waargenomen in de putten, maar een lagere biodiversiteit. De soortensamenstelling is duidelijk anders in de slibrijke put dan daarbuiten.
- Een ander substraat, zeker bij het niet aanhouden van een slijtlaag op klei- en veenlagen, heeft een groot effect op biotoop en ecologie. Dit zorgt voor andere bodemschuifspanning en heeft een relatief groot effect op specifieke vissoorten.
- Zandwinning op grotere schaal kan effect hebben op slibtransporten langs de gehele kust en daarmee de Waddenzee (zie ook hierboven onder hydrodynamica). De aanvoer van slib naar de Waddenzee is niet alleen van belang voor het meegroeien daarvan, maar de aanwezigheid van slib in de wadplaten is ook noodzakelijk voor een gezond ecosysteem.
- Door een grotere waterdiepte kan er een effect zijn op de primaire productie, doordat algen kortere tijd in de fotonische zone zijn (het bovenste deel van de waterkolom waar voldoende licht is voor fotosynthese). Wanneer het effect significant is zal het een effect op de hele voedselketen (KRM descriptor 4) hebben, dit kan op grote schaal effect hebben op de visstand, maar ook op offshore aquaculturen en schelpdierkweek.
- Wanneer stratificatie ontstaat en er slib met daarin organisch materiaal op de zeebodem ligt kunnen er zuurstofproblemen ontstaan. Als dit (op grote schaal)

plaatsvindt heeft het een groot negatief effect op het gehele ecosysteem, inclusief benthos en vissen.

3.2.3.3 Ruimtelijke schaal

Op grote schaal winnen tot 12 m heeft potentieel zeer grote effecten op ecologie, visserij en hydrodynamica. Hoe groot deze zijn hangt sterk af van de manier van zandwinning en kan niet op basis van expert judgement bepaald worden.

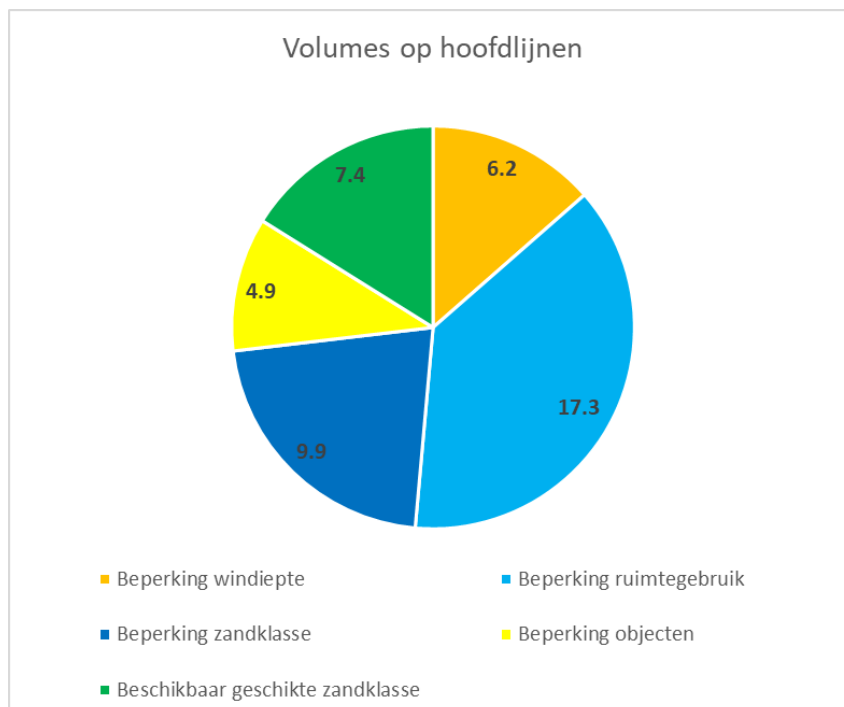
Indien er grote gebieden met zuurstofloosheid zouden ontstaan of er een significante afname is van de slibtransporten richting de Waddenzee wordt deze oplossing als niet acceptabel beschouwd. Wat in de praktijk niet meer acceptabel is zal afhangen van de omstandigheden en een beleidsmatige keuze zijn waarin verschillende belangen worden afgewogen.

3.2.3.4 Prioritering

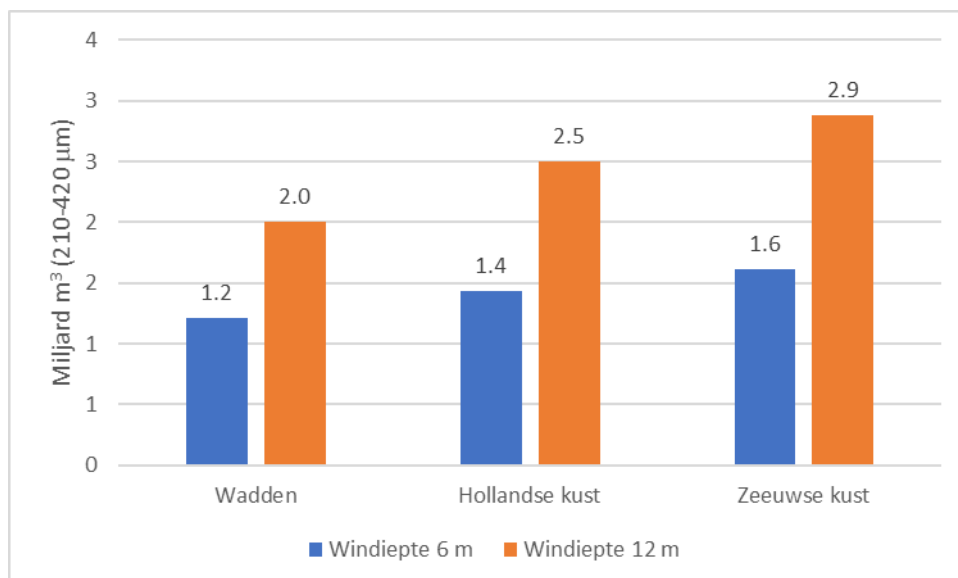
Gezien de potentieel grote effecten van deze oplossingsrichting en de vele vragen die nog onbeantwoord zijn is allereerst uitgebreider onderzoek nodig, voordat bepaald kan worden wanneer en waar diepere winning zinlijk en gewenst is.

Incidente winning tot grotere diepte kan voor specifieke doelen worden uitgevoerd, zoals voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte is gedaan. Ook voor knelpunten waar andere oplossingsrichtingen niet voldoende extra zandvolume bieden kan worden gekeken naar diepere winning in één of enkele kustvakken. Andere oplossingsrichtingen lijken namelijk relatief tot diepe winning minder nadelige effecten te hebben op ecologie, hydrodynamica en visserij.

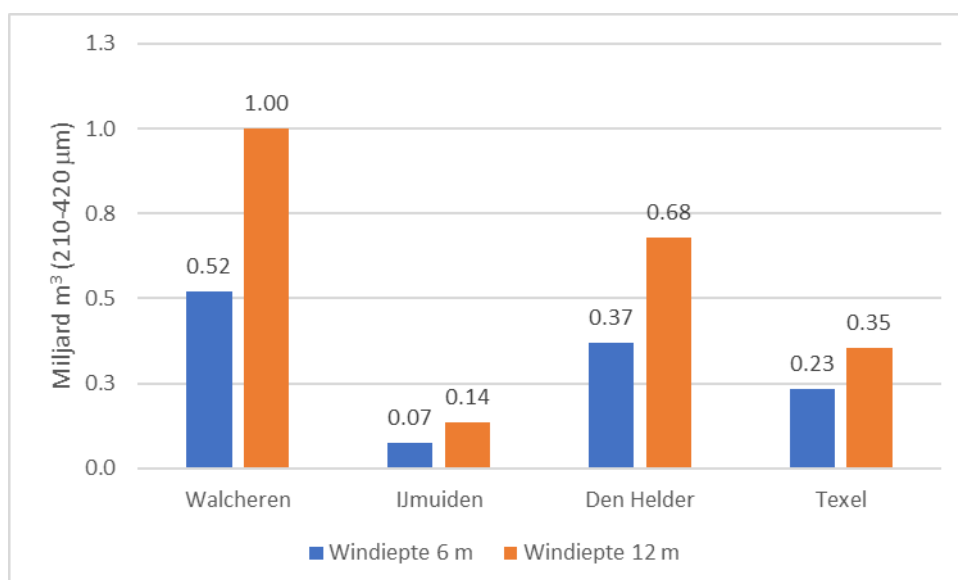
Huidige winning in enkele putten tot 6 m diepte laat zien dat daarin de zeebodem al veel slib invangt. Mogelijk vormt deze slibrijke laag een belemmering als in de toekomst tot zandwinning tot 12 m diepte gewenst is. Ook is het effect mogelijk vergelijkbaar tussen winning tot 6 m en tot 12 m. Om deze redenen zou het mogelijk beter zijn om direct tot 12 m diepte te winnen in plaats van 6 m.



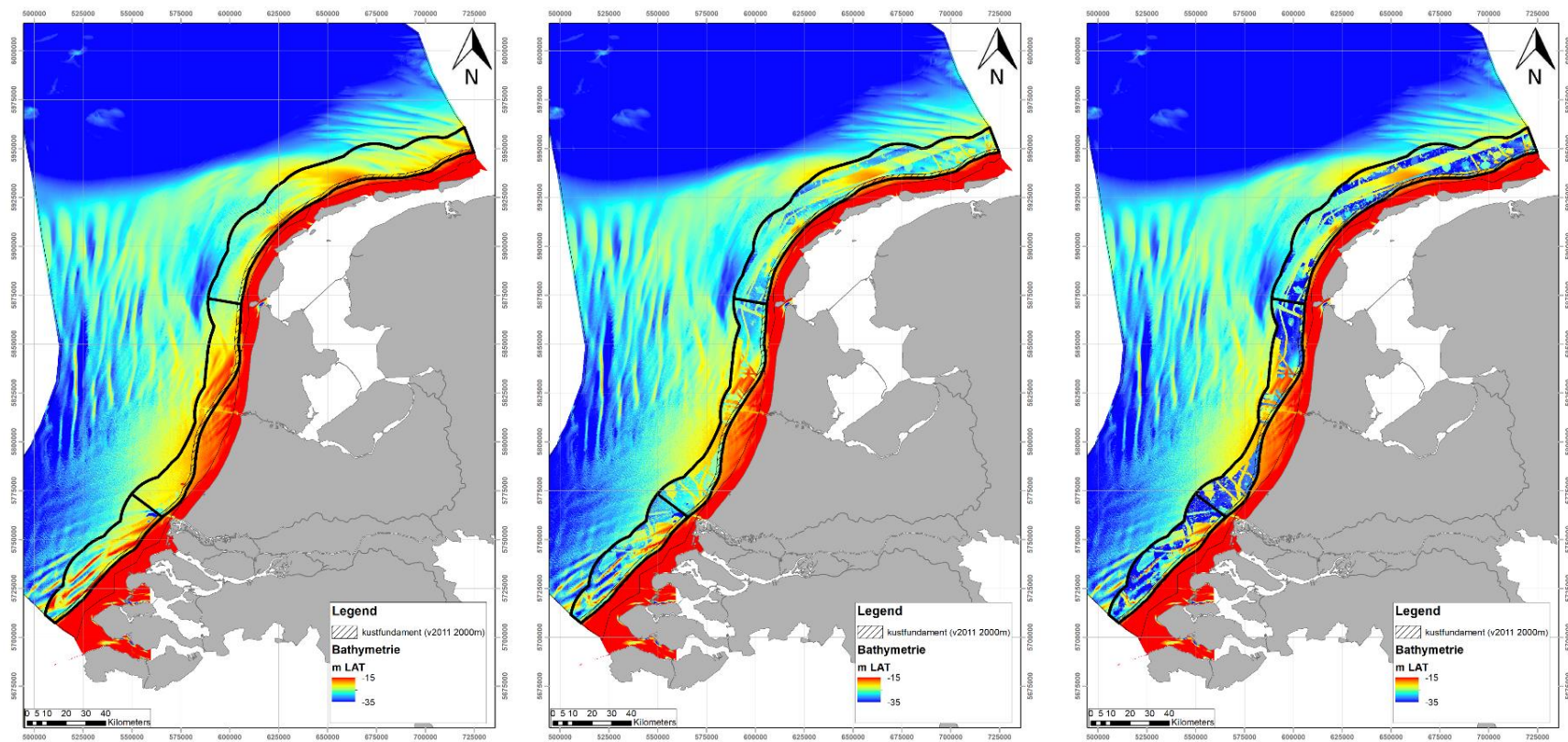
Figuur 3.5 Taartdiagram van zandvolumes (in miljarden m³) bij een winddiepte van 12 m, totaal is er maximaal 45,7 miljard m³ beschikbaar op basis van het DIS 2.1.



Figuur 3.6 Winbare hoeveelheid zand voor de drie hoofdgebieden bij 6 m en 12 m winddiepte



Figuur 3.7 Winbare hoeveelheid zand voor de knelpunten bij 6 m en 12 m winddiepte (NB: voor Texel is 50% van zandklasse 150-210 µm en 50% van zandklasse 210-420 µm gerekend)



Figuur 3.8 Huidige bodemligging (links), bodemligging na winning tot 6 m (midden) en na winning tot 12 m (rechts) van al het beschikbare zand (alle klassen) buiten de gebieden waar ander ruimtegebruik plaatsvindt. Aanwezigheid van objecten op de zeebodem is hierin niet meegenomen.

3.2.4 Zandwinning binnen scheepvaartroutes

3.2.4.1 Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume

Indien zandwinning in de scheepvaartroutes mogelijk is, is er vooral bij de Wadden (0,8 miljard m³ extra) en voor knelpunt Texel (166 miljoen m³ extra) relatief veel extra zand (Figuur 3.9 en Figuur 3.10).

3.2.4.2 Kwalitatieve beoordeling effecten

In hoeverre zandwinning binnen scheepvaartroutes mogelijk is, is in deze studie niet helemaal duidelijk geworden. Op basis van de ligging van MER-zoekgebieden en vergunde zandwingebeden is het duidelijk dat er geen zandwinning plaatsvindt in de scheepvaartroutes ten noorden van de Wadden. In de scheepvaartroutes voor de Zeeuwse kust zijn echter wel zandwingebeden aanwezig. Dit verschil komt mogelijk door andere scheepvaartintensiteit of door een andere status.

Volgens afspraken met de IMO (International Maritime Organization), vastgelegd in het Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (BvA-verdrag), gelden de volgende beperkingen in scheepvaartroutes:

- De scheepvaart mag niet belemmerd worden, er moet met de juiste snelheid worden gevaren.
- In de route moet alleen in juiste richting gevaren worden.
- De route mag alleen maar haaks gekruist worden.

Voor het deel van de route voor Texel is zeer druk bevaren (Figuur 3.11), waar zowel containerschepen als tankers gebruik van maken. Vanuit praktisch oogpunt zou zandwinning binnen scheepvaartroutes echter mogelijk moeten zijn volgens gesproken experts, hoewel ook hier risico's bij zullen horen. Voor de scheidingszones – de gebieden tussen en deels naast de beide scheepvaartroutes – is in het verdrag expliciet aangegeven dat het alleen voor noodgevallen en visserij toegankelijk is. In een aantal van deze zones heeft echter recent zandwinning plaatsgevonden en liggen ook MER-zoekgebieden (ten noorden van Texel en Vlieland). Waar dit door komt is niet duidelijk geworden tijdens de gesprekken. In deze studie is het beschikbare zand binnen deze scheidingszones wel meegerekend omdat er reeds zandwinning plaatsvindt en er MER zoekgebieden in aanwezig zijn, maar dat is mogelijk juridisch gezien dus niet toegestaan.

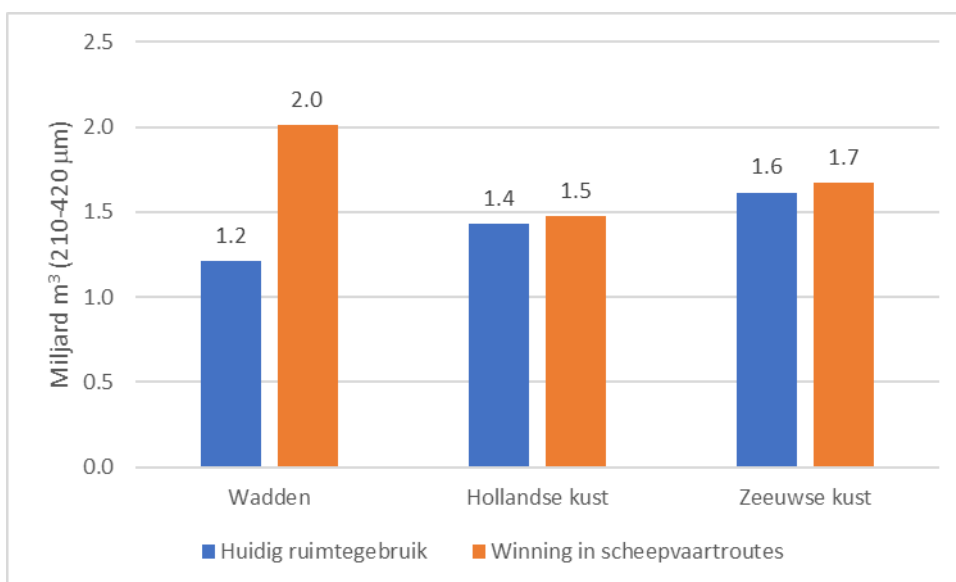
De effecten, op hydrodynamica, ecologie en visserij, van deze oplossingsrichting zullen vergelijkbaar zijn als zandwinning in de rest van het reserveringsgebied. Echter wordt er wel over een groter gebied de bodemintegriteit aangetast.

3.2.4.3 Ruimtelijke schaal

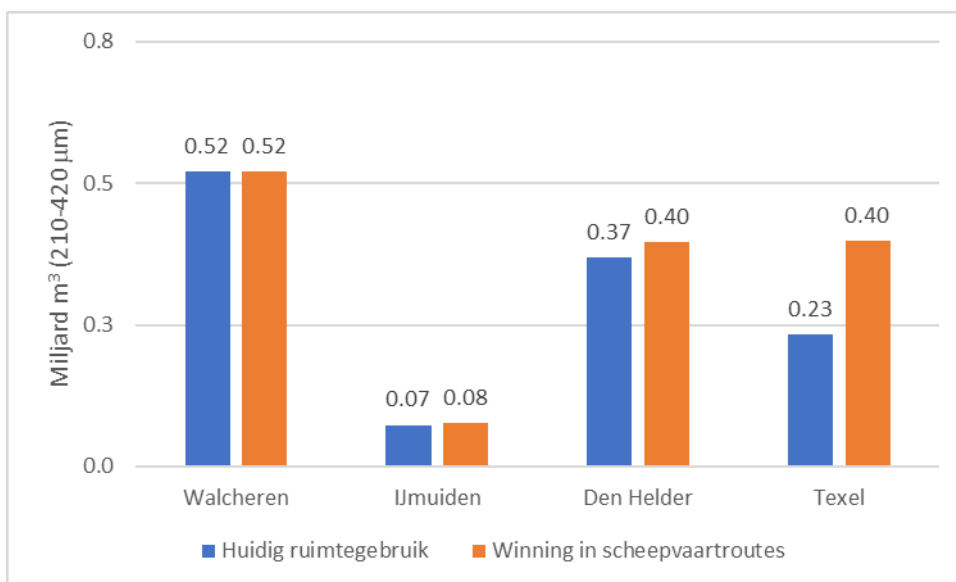
De scheepvaartroutes nemen vooral bij de Wadden een groot deel van het oppervlak van het reserveringsgebied in beslag.

3.2.4.4 Prioritering

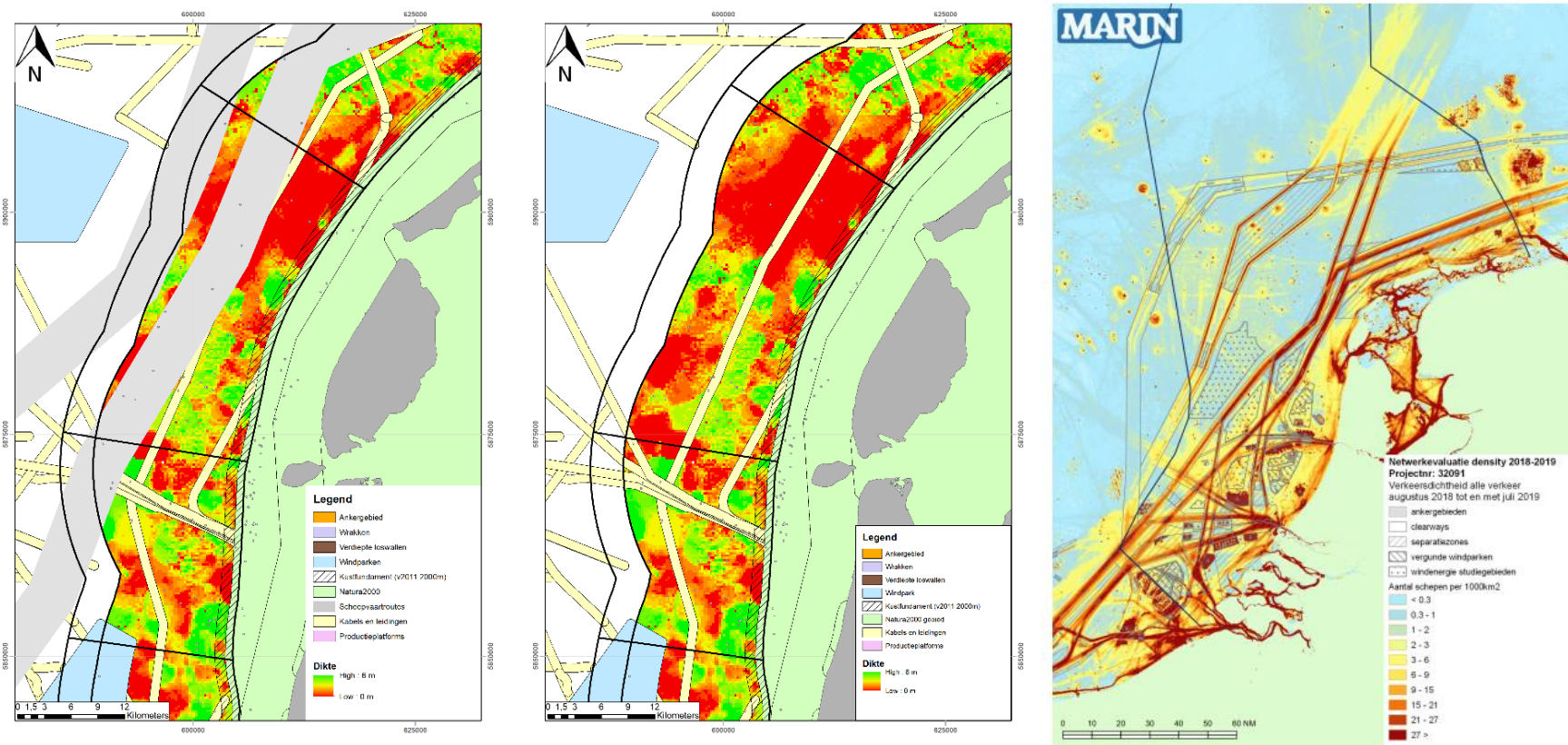
Voor knelpunt Texel levert winning in de scheepvaartroute het grootste extra volume op van alle onderzochte oplossingsrichtingen. De belemmering is mogelijk vooral een juridisch – afspraken met de IMO - en niet zozeer een technisch / veiligheid vraagstuk. Wijzigen van de afspraken met het IMO kan een lange doorlooptijd hebben, maar mogelijk daarmee een relatief makkelijke oplossing bieden. Dit zou daarom al op korte termijn onderzocht en in gang gezet moeten worden.



Figuur 3.9 Winbare hoeveelheid zand voor de drie hoofdgebieden bij huidig ruimtegebruik en wanneer ook binnen scheepvaartroutes wordt gewonnen



Figuur 3.10 Winbare hoeveelheid zand voor de knelpunten bij huidig ruimtegebruik en wanneer ook binnen scheepvaartroutes wordt gewonnen



Figuur 3.11 Situatie met scheepvaartroutes (links) en zonder (midden) voor de knelpunten Den Helder en Texel en scheepvaartintensiteit in de periode 2018-2019 (rechts, bron: MARIN, 2020).

3.2.5 Zandwinning binnen windgebieden na ontmanteling

3.2.5.1 Kwantitatieve berekening extra winbaar zandvolume

Binnen het reserveringsgebied liggen verschillende windgebieden, grotendeels voor de Hollandse kust. De windparken hebben een levensduur van ca. 20 tot 30 jaar, welke binnen deze eeuw dus afloopt (Tabel 3.5). Het is op dit moment echter niet duidelijk of er na de levensduur een doorstart zal plaatsvinden – de energiebehoefte zal naar verwachting toe blijven nemen.

De mogelijkheid om binnen bestaande parken zand te winnen is in deze studie niet bekeken, wel zijn de volumes die beschikbaar zouden komen na ontmanteling berekend. Hierbij is geen belemmering van achterblijvende funderingen of kabels meegenomen – in de huidige afspraken wordt opgenomen dat bij ontmanteling alles boven de zeebodem wordt verwijderd. Er zal in de praktijk dus niet overal zandwinning plaats kunnen vinden, maar achterblijvende infrastructuur die niet meer in gebruik is kan relatief dichtbij worden gewonnen en zal geen groot effect hebben op de berekende volumes. Exportkabels naar verder offshore gelegen windgebieden zijn wel in de berekeningen meegenomen.

Tabel 3.5 Jaar van ontmanteling voor de windparken binnen het reserveringsgebied. Bron: www.noordzeeloket.nl

Windpark	Ontmanteling jaar
Offshore Windpark Egmond aan Zee	2027
Hollandse Kust Noord	2050
Hollandse Kust Zuid	2049

Binnen de windgebieden is relatief veel zand beschikbaar voor het hoofdgebied Hollandse kust: 0,43 miljard m³, 30% extra (Figuur 3.12). Voor knelpunt IJmuiden zorgt het voor bijna 100% toename van het volume met 63 miljoen m³ extra winbaar zand (Figuur 3.13).

3.2.5.2 Kwalitatieve beoordeling effecten

De effecten, op hydrodynamica, ecologie en visserij, van deze oplossingsrichting zullen vergelijkbaar zijn als zandwinning in de rest van het reserveringsgebied. Echter wordt er wel over een groter gebied de bodemintegriteit aangetast. Er is op verschillende locaties binnen de windgebieden al eerder zand gewonnen, vóór de aanleg ervan.

Voor de huidige windparken geldt een verbod op sleepnet visserij, eventueel toekomstige zandwinning zal voor de visserij dus in ieder geval een verbetering zijn ten opzichte van doorontwikkeling van een windpark. In sommige windparken wordt gekeken naar aquaculturen, die wel gevolgen zouden ondervinden bij ontmanteling. Momenteel wordt hier alleen binnen windpark Borssele over nagedacht.

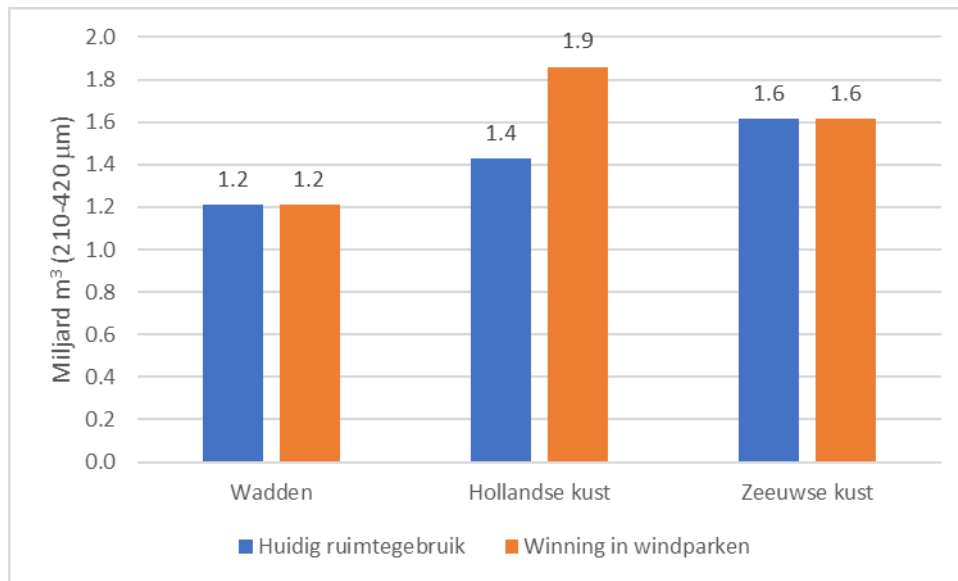
3.2.5.3 Ruimtelijke schaal

In deze studie is enkel gekeken naar de (delen van) windgebieden die binnen het reserveringsgebied liggen. Op andere ruimtelijke beperkingen die door deze gebieden lopen (zoals kabels en leidingen met de veiligheidsbuffer van 500 m) kan er binnen vrijwel het gehele windgebied zand worden gewonnen, behalve nabij de verlaten infrastructuur (ca. 25 m tot fundering, verlaten kabels, etc.).

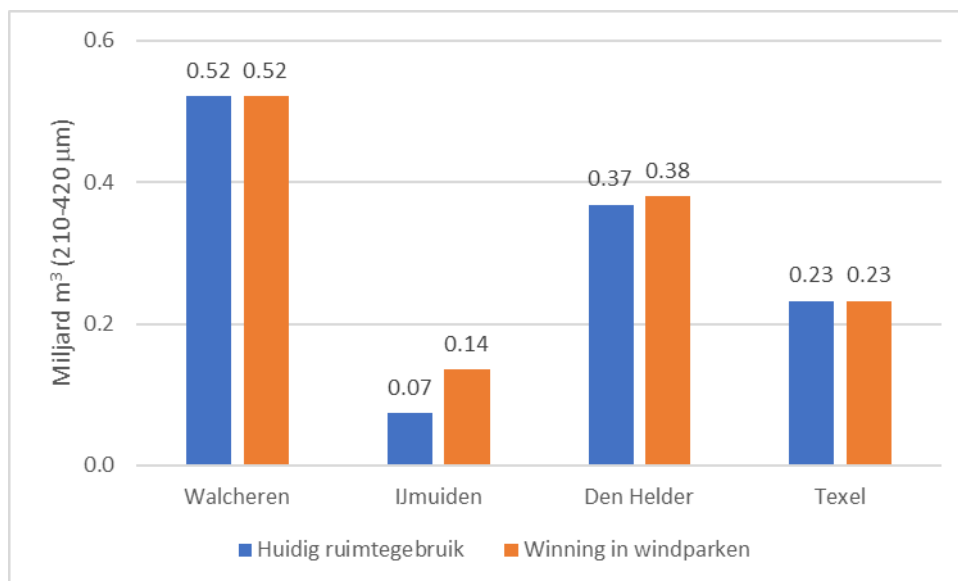
3.2.5.4 Prioritering

Het moment waarop deze oplossingsrichting overwogen zou kunnen worden hangt samen met de levensduur van de windparken (zie Tabel 3.5). Voor Offshore Windpark Egmond aan Zee zou komende jaren al moeten worden overwogen of het gebied vrijgegeven kan worden

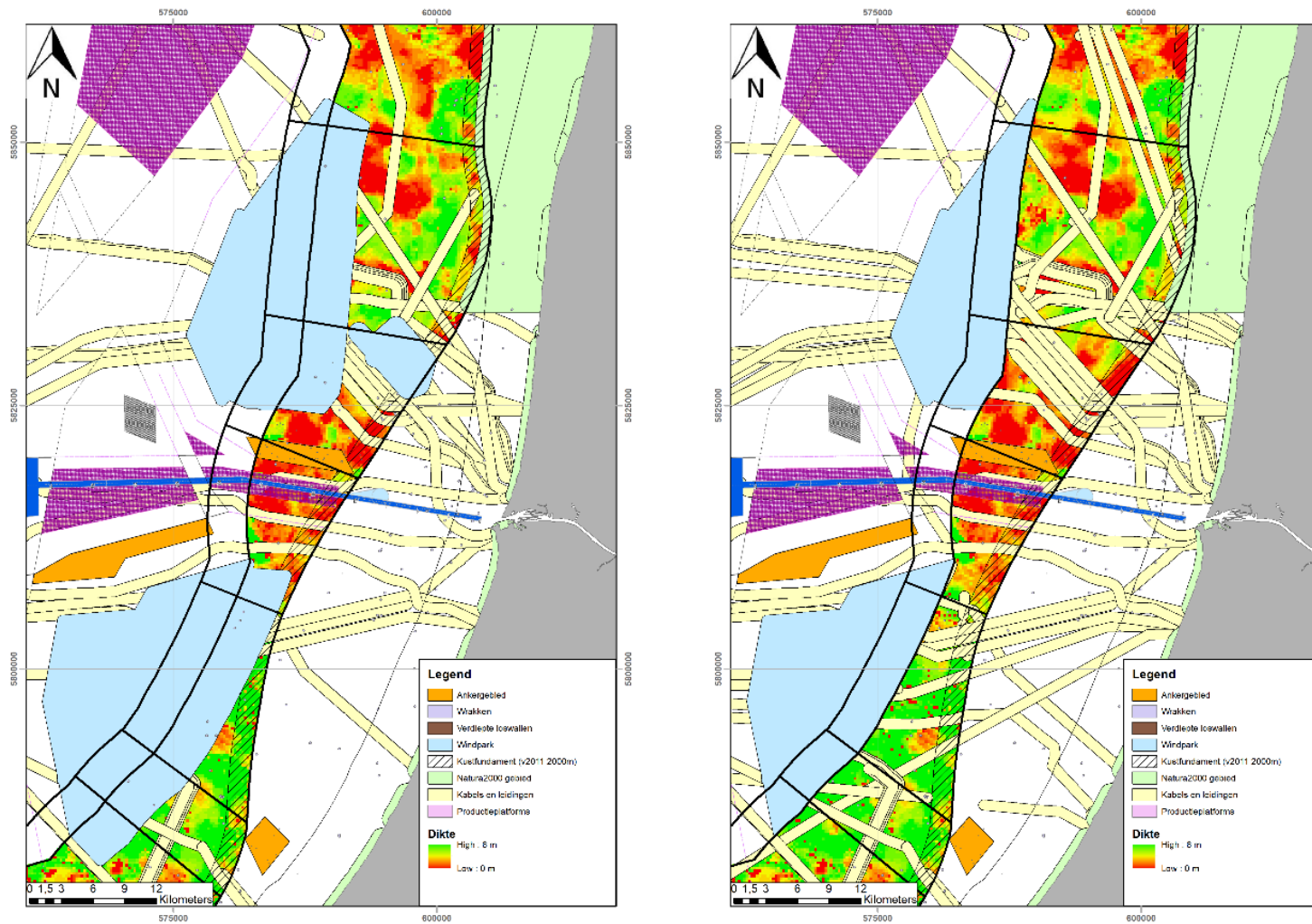
voor zandwinning of dat er doorontwikkeld wordt. Voor Hollandse Kust Noord en Hollandse Kust Zuid is dat over ca. 25 jaar het geval – op dat moment is ook duidelijker hoe groot de druk op de zandwinning in de regio is geworden.



Figuur 3.12 Winbare hoeveelheid zand voor de drie hoofdgebieden bij huidig ruimtegebruik en wanneer ook binnen windparken (na ontmanteling) wordt gewonnen



Figuur 3.13 Winbare hoeveelheid zand voor de knelpunten bij huidig ruimtegebruik en wanneer ook binnen windparken (na ontmanteling) wordt gewonnen



Figuur 3.14 Situatie met huidige windparken (links) en waarin de windparken binnen het reserveringsgebied zijn gedecommissioned (rechts) voor het centrale deel van de Hollandse kust.

Er is geen grote 'eindconclusie' in dit rapport te geven: de gepresenteerde getallen in hoofdstuk 3 vormen de belangrijkste conclusies. Wel is er een totaalbeeld te schetsen op basis van deze getallen en de onderzochte oplossingsrichtingen. In dit hoofdstuk wordt dat totaalbeeld weergegeven en worden ook aanbevelingen gedaan om het vraagstuk rondom de zandvoorraden op zee verder uit te kunnen werken en duidelijker in beeld te krijgen. Hieronder wordt eerst een algemeen beeld geschetst, waarna per oplossingsrichting een beschouwing wordt gegeven.

4.1 Algemeen

Onzekerheden

In deze rapportage worden veel 'harde' getallen berekend en gepresenteerd, alleen voor de toekomstige zandvraag voor kustsuppleties wordt een 'laag' en 'hoog' scenario gegeven. Er zijn echter significante onzekerheden door de aannames die ten grondslag van de berekeningen liggen. Zeker wanneer op grote schaal – heel Nederland en de drie hoofdgebieden – gekeken wordt, zijn de onzekerheden vermoedelijk van dezelfde orde grootte als de berekende tekorten. De volgende bronnen van onzekerheid kunnen een groot effect hebben op de berekende volumes:

- De toekomstige zandvraag, zowel voor suppleties als commercieel gebruik.
- De hoeveelheid reeds gewonnen zand per kustvak.
- Welk deel van het zand bruikbaar is: er is een discrepantie tussen de indeling in het DIS 2.1 (210-420 μm) en de korrelgrootte voor suppleties (250-300 μm). Het is bovendien niet duidelijk welk type zand voor commercieel gebruik geschikt is.
- Het percentage zand dat niet winbaar is door potentiële OO op de zeebodem.

Omdat zandwinning locatie gebonden is – voor een suppletie op Texel zal geen zand worden gewonnen in Zeeland, en ophoogzand zal worden gewonnen nabij de overslaghavens en waar de stedelijke ontwikkeling plaatsvindt – geven de getallen voor heel Nederland een grof beeld: het kan wel eens lastig worden om overal genoeg, betaalbaar zand van voldoende kwaliteit te verkrijgen. Of dit een tekort precies 430 miljoen m^3 (voor het lage suppletiescenario) en 2,0 miljard m^3 (voor het hoge suppletiescenario) is valt eigenlijk niet te concluderen.

De uitwerkingen per kustvak geven echter wel een stuk duidelijker beeld: ondanks aanwezige onzekerheden gaat het op de knelpunten ook echt knellen, waarbij de vraag het aanbod (ver) overstijgt. Voor deze locaties wordt in deze studie ook duidelijk of het verwachte tekort lokaal kan worden opgelost met de onderzochte oplossingsrichtingen. Hieruit komt het volgende beeld naar voren:

- Texel: relatief groot volume tekort, en een matig aantal oplossingsrichtingen dat dit tekort kan compenseren.
- Den Helder: matig groot volume tekort, en redelijk aantal oplossingsrichtingen dat dit tekort kan compenseren.
- IJmuiden: groot volume tekort, en weinig oplossingsrichtingen dat dit tekort kan compenseren.
- Zuid-Zeeland: groot volume tekort, en groot aantal oplossingsrichtingen dat dit tekort kan compenseren.

Texel en IJmuiden zijn op basis hiervan de meest prangende knelpunten, waarbij IJmuiden veruit het grootste knelpunt is. Ook wanneer bijvoorbeeld de totale toekomstige zandvraag (zowel commercieel als suppletie) half zo groot blijkt, blijft er een groot volume tekort voor IJmuiden (netto -266 en -319 miljoen m³), waar Texel dan ongeveer netto op nul uitkomt (netto +11 en -87 miljoen m³).

Tijdschaal

Vanwege de onzekerheden en de onduidelijkheid van de ontwikkeling van de zandvraag in de toekomst (wanneer is hoeveel zand nodig, in plaats van alleen het totaal volume) is het moeilijk aan te geven wanneer en waar er een tekort aan zand zal ontstaan. Het tekort zal ook niet (direct) optreden als het 'leeg' zijn van het zandwingebied, maar in eerste instantie gemerkt worden aan zaken als de inspanning die nodig is om MER zoekgebieden aan te wijzen, zandwingebieden te vinden met het gewenste type zand en binnen redelijke vaarafstand. Dergelijke tekenen zijn momenteel ook al zichtbaar in sommige gebieden, waaronder bij IJmuiden.

Gezien de grootte van de berekende tekorten, zal er mogelijk komende decennia voor de knelpunten meer krapte worden ervaren. In de tweede helft van deze eeuw zal naar verwachting in steeds meer gebieden krapte ontstaan, wanneer een steeds groter deel van de zandvoorraad uitgeput raakt. Op welk moment er precies een probleem ontstaat, is sterk afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging (zandvraag suppleties), de sociaal-demografische ontwikkelingen (zandvraag commercieel) en huidig en toekomstig beleid, en daarom niet goed te voorspellen.

Aanbevelingen

In deze studie is per oplossingsrichting een uitwerking gemaakt. Hieruit is gebleken dat voor verschillende knelpunten verschillende oplossingsrichtingen nuttig zijn. Ook is de zandvraag locatie gebonden, en kunnen tekorten aan de ene kant van het land niet worden gecompenseerd met overschot aan de andere kant. Om het zandvoorraadvraagstuk aan te pakken lijkt daarom een gebiedsspecifieke aanpak het meest logisch.

Zoals aangegeven liggen er verschillende aannames en uitgangspunten ten grondslag aan de berekeningen in deze studie. Deze waren deels het gevolg van kennisleemtes en deels ingegeven door de beperkte doorlooptijd van het project. Om beter grip te krijgen op het zandvoorraadvraagstuk is het van belang om deze aannames in eerste instantie beter te onderbouwen en uit te zoeken, en daarnaast de bandbreedtes erin te kwantificeren.

De belangrijkste aannames en uitgangspunten die onderzocht zouden moeten worden zijn:

- Voor de toekomstige suppletievolumes is gewerkt met getallen zoals in Rijkswaterstaat (2022) zijn gehanteerd, die gebaseerd zijn op voorgaande onderzoeken (Deltares, 2020). Daarnaast is de verdeling langs de kust gebaseerd op de suppletie-inspanning van de afgelopen 20 jaar – de voorgaande studies gaven alleen het totale volume en geen onderverdeling langs de kust. Het meest recente onderzoek naar de toekomstige suppletiebehoefte door Deltares (2023) was nog onder embargo ten tijde van het maken van de analyses in deze studie. In deze studie wordt een grove verdeling van de toekomstige zandvraag gemaakt. Hierin wordt een geheel andere verdeling langs de kust verwacht, waarbij het suppletievolume voor de Wadden significant toeneemt, terwijl het voor de Hollandse kust veel lager ligt dan in dit rapport is berekend. De verwachte totale sedimentvraag ligt volgens Deltares (2023) wat lager dan in deze studie als uitgangspunt is gebruikt. Bij het meest simpele scenario, ligt het volume tot 2100 tussen de 1,35 ('laag') en 1,87 ('hoog') tot 2,93 ('extreem') miljard m³. Inclusief onzekerheden kan het suppletievolume tot 2100 oplopen tot 1,79 ('laag') en 2,75 ('hoog') tot 4,69 ('extreem') miljard m³. In de huidige studie is gerekend met een

suppletievolume van 2,5 ('laag') tot 4,0 ('hoog') miljard m³. De toekomstige zandvraag ligt ook met de lagere waarden uit Deltares (2023) in dezelfde orde grootte als de beschikbaarheid met netto hoeveelheid zand van +0,72 tot -0,85 miljard m³. Het belangrijkste verschil is de verdeling langs de kust. Bij de Wadden ontstaat een tekort, ook bij het lage suppletiescenario zonder onzekerheden, terwijl de Hollandse kust netto licht positief (lage scenario) of licht negatief (hoogste scenario) uitkomt en in Zeeland ook bij het hoogste scenario ca. 500 miljoen m³ zand over blijft. De mogelijke extra te verwachten zandvraag, bovenop de drie scenario's, die in Deltares (2023) wordt gegeven zit echter vooral in Zeeland en voor een kleiner deel bij de Wadden.

Aanbeveling

Om deze meest recente suppletievolumes mee te nemen in de analyse van de beschikbare zandvoorraad wordt aanbevolen om een uitwerking op kustvakniveau te maken.

- De toekomstige zandvraag voor commercieel zand is gebaseerd op de meest recente MER. Het is echter niet waarschijnlijk dat de zandvraag gelijk blijft tot 2100, ook lijkt er een landelijke trend gaande waarbij er minder op het vaste land en in het IJsselmeer zand wordt gewonnen en juist meer op de Noordzee.

Aanbeveling

In een eventuele nieuwere uitwerking van de balans zandvraag / zandbeschikbaarheid een beter onderbouwde zandvraag voor commercieel toepassingen te gebruiken. Momenteel wordt er door CASCADE - de branchevereniging van het oppervlaktedelfstoffenwinnende bedrijfsleven in Nederland – een uitwerking gemaakt van de commerciële zandvraag tot 2030.

- De hoeveelheid reeds gewonnen zand is in deze studie indirect gekoppeld aan de beschikbare volumes: door globale volumes aan kustvakken toe te kennen (commercieel zand) of door volumes direct aan het naastgelegen kustvak toe te kennen (suppleties). Ook zijn de volumes voor commercieel gebruik uit op basis van een grafiek gemaakt en niet met gerapporteerde volumes.

Aanbeveling

Indien deze informatie te achterhalen is, zou het beter zijn om per zandwink – huidig en historisch – het gewonnen volume in beeld te hebben. Dit kan mogelijk door de oorspronkelijke en meest actuele zeebodem te reconstrueren uit bathymetrische metingen. Een andere mogelijkheid is om geregistreerde gegevens over de zandwinning per zandwingebed verder uit te werken. Hiermee kan direct de koppeling met het volgens DIS beschikbare volume worden gemaakt;

- Er is in deze studie gerekend met het volume zand van 210-420 µm, op kustvakniveau is voor de Wadden ook gekeken naar 150-210 µm zand. Doordat de zandklassen, zeker in DIS2.1, niet helemaal aansluiten bij het gevraagde type zand is er mogelijk enige over- of onderschatting van het beschikbare volume. Dit geldt in nog sterkere mate voor het commercieel gebruik van zand, waarvoor in deze studie ook 210-420 µm zand is gerekend, terwijl niet helemaal duidelijk was welk type zand daarvoor wordt gebruikt.

Aanbeveling

In de eerste plaats is het aan te bevelen om nader uit te zoeken welk type zand voor commerciële toepassingen bruikbaar is. Daarnaast is een verdeling in smallere zandklassen van de klasse 210-420 µm van belang, omdat deze klasse (veel) breder is dan het voor suppleties bruikbare zand. Er wordt momenteel gewerkt aan een grote update van het DIS, naar versie 3.0, waarin deze fijnere verdeling wordt gerealiseerd. Zodra de nieuwe versie beschikbaar is, is het aan te bevelen nieuwe

berekeningen te maken met de verschillende zandklassen. Ook kan er dan een betere verdeling gemaakt worden tussen welke zandwingebeden het meest geschikt zijn voor suppleties en welke voor commercieel gebruik (bijvoorbeeld in de volgende MER procedure voor de aanwijzing van nieuwe zandwingebeden).

- In de huidige studie is gebruik gemaakt van DIS versie 2.1, de meest recente versie van het DIS voor het gehele reserveringsgebied. Sinds 2019 werken Deltares en TNO-Geologische Dienst Nederland in opdracht van Rijkswaterstaat aan een grote update, naar DIS 3.0. Hierin wordt veel extra data meegenomen bij het maken van het model (naast boringen ook seismiek) en wordt er onder andere een fijnere indeling van zandklassen gemaakt (zie vorige punt). Mede door deze extra informatie mag aangenomen worden dat DIS 3.0 nauwkeuriger voorspelt waar en op welke diepte stoorlagen voorkomen en waar welk type zand voorkomt. Door het gebruik van seismiek zal met name het inzicht in de opbouw van de ondergrond beneden de 6 m onder de zeebodem sterk toenemen. Bij de bevraging van het DIS zijn momenteel de stoorlagen de belangrijkste geologische beperking van het beschikbare volume. Er wordt echter geen rekening gehouden met de locatie waarop het geschikte zand beschikbaar is: indien er (te) grof zand aanwezig is bovenop het gewenste zand, kan dat in de praktijk niet direct worden gewonnen. Daarentegen zal een klein aandeel van te grof of te fijn zand mogelijk juist wel bruikbaar zijn, terwijl dat nu niet wordt meegenomen in de berekende volumes.

Aanbeveling

De bevraging van het DIS zou verder uitgewerkt moeten worden en daarmee beter aansluiten bij praktijk van zandwinning. De continuering van de update naar versie 3.0, inclusief benodigde inwinning van nieuwe data met name boven de Wadden, is mede hierom van belang: de betere verdeling van de types zand maakt een betere bevraging mogelijk.

- In deze studie zijn alleen toekomstige kabels meegenomen indien het tracé ervan reeds formeel is vastgesteld. Naar verwachting zullen er echter tot 2100 nog meerdere andere kabels en leidingen worden aangelegd, voor wind op zee en bijvoorbeeld CO₂ of waterstof opslag. Volgens berekeningen van Rijkswaterstaat kan door deze toekomstige kabels en leidingen in 2050 120 tot 2200 miljoen m³ zand minder worden gewonnen, afhankelijk van het aantal en de mate van bundeling van de kabels.

Aanbeveling

De hoge schatting van Rijkswaterstaat, 2200 miljoen m³ minder zand door toekomstige kabels en leidingen, geeft aan dat dit een significante beperking kan vormen voor de zandwinning, die in deze studie niet is meegenomen. Om dit wel mee te kunnen nemen, is een uitwerking per regio en liefst per kustvak nodig.

4.2 Opruimen OO

Het opruimen van objecten brengt aanzienlijke financiële kosten en praktische problemen en lijkt daarom niet redelijkerwijs uit te voeren. Om de invloed van objecten op zandwinning te verminderen kunnen mogelijk een andere risicobenadering en/of technische oplossing helpen. Doordat de belemmering door OO voor een zeer grote claim op het winbare volume zand (2,7 miljard m³ voor heel Nederland) legt, is het verminderen van deze belemmering al op korte termijn zeer nuttig. Doordat objecten langs de hele kust aanwezig zijn levert het direct voor alle gebieden een vergroting van het winbare volume zand. Er wordt hier al aan gewerkt door Rijkswaterstaat, wat de huidige stand van zaken van de daar lopende onderzoeken is niet uitgezocht voor deze studie.

Aanbeveling

De belemmering door OO ligt mogelijk lager dan 40% en kan variëren langs de kust of per kustvak. De mate waarin OO zandwinning belemmeren zou daarom beter onderzocht moeten worden en daarmee het te hanteren percentage beter onderbouwd. Daarbij zou aandacht besteed moeten worden aan mogelijke verschillen in dit percentage langs de kust: zijn er bepaalde gebieden met relatief veel of juist weinig objecten op de zeebodem?

4.3 Buiten reserveringsgebied

Winning buiten de 12 nautische mijl levert voor knelpunten Walcheren en IJmuiden een relatief groot extra volume zand op, dit geldt in mindere mate voor knelpunten Den Helder en Texel. Langs veel delen van de kust is het gebied buiten de 12 nautische mijl niet beschikbaar voor zandwinning door ander ruimtegebruik.

Door de grotere vaarafstand en ander ruimtegebruik zou deze oplossingsrichting vooral meerwaarde bieden bij knelpunten waar andere oplossingen niet (voldoende) extra zand opleveren.

4.4 Dieper winnen

Op grote schaal winnen tot 12 m levert in alle gebieden veel extra zand op, maar heeft ook potentieel zeer grote effecten op ecologie, visserij en hydrodynamica. Hoe groot deze zijn hangt sterk af van de manier van zandwinning en kon in deze studie niet op basis van expert judgement bepaald worden. Indien er grote gebieden met zuurstofloosheid zouden ontstaan of er een significante invloed (afname) is op de slibtransporten richting de Waddenzee wordt deze oplossing als niet acceptabel beschouwd. Wat in de praktijk niet meer acceptabel is zal afhangen van de omstandigheden en een beleidsmatige keuze zijn waarin verschillende belangen worden afgewogen.

Aanbevelingen

Uit de gesprekken met experts is gebleken dat voor deze oplossingsrichting nog veel onderzoeksvragen liggen. Een deel van de effecten van winning tot 12 m treedt mogelijk ook al op bij winning tot 6 m, wat in deze studie het uitgangspunt was en niet nader is onderzocht. Het verder uitwerken van verschillende aspecten van zandwinning tot zowel 6 m als 12 m is daarom sterk aan te bevelen, hieronder vallen in ieder geval de volgende onderwerpen:

- Huidige winning in enkele putten tot 6 m diepte laat zien dat daarin al slib wordt ingevangen. Mogelijk vormt deze slibrijke laag een belemmering als in de toekomst tot zandwinning tot 12 m diepte gewenst is. Ook is het effect van slib invang mogelijk vergelijkbaar tussen winning tot 6 m en tot 12 m. Om deze redenen zou het mogelijk beter zijn om direct tot 12 m diepte te winnen in plaats van 6 m. Het is daarom nu al van belang om de effecten van winning tot 6 m op (middel)lange termijn te onderzoeken.
- De manier van zandwinning en suppleren: hoe groot zullen de volumes worden die in één keer worden gesuppleerd? Wordt er over een groot gebied een beperkte windiepte aangehouden, of een kleinere maar diepere winput gemaakt? Hoe wordt er omgegaan met zand dat te grof of fijn is en boven op geschikt zand ligt?
- Hydrodynamica en sedimenttransport: afhankelijk van hoe de zandwinning op grotere schaal zal plaatsvinden kunnen er andere effecten optreden. Hoe groot deze zijn, en hoe die verschillen tussen bijvoorbeeld een aantal zandwinning-scenario's zou door middel van modelstudies nader onderzocht moeten worden. Deze resultaten zijn noodzakelijk om het effect op ecologie en visserij te kunnen bepalen.
- Ecologie: hoe groot effecten zijn voor de ecologie hangt sterk af van de verandering van de hydrodynamica en daarmee de sedimentsamenstelling op de zeebodem. Op basis van deze informatie kan er nader onderzocht worden wat het effect is op

primaire productie en individuele (vis)soorten). Een door NWO gefinancierd onderzoek, OR ELSE, is recent begonnen, hierin zullen een aantal van deze vragen worden onderzocht.

- De potentiële effecten voor de visserij zijn alleen heel globaal aangegeven door de gesproken experts. Hoe (grootschalige) zandwinning precies effect zal hebben op de visserij hangt af van veel disciplines, waardoor het voor afzonderlijke experts moeilijk is om een goed oordeel te geven. Een sessie met een grote groep experts zou hiervoor nuttig zijn.

4.5 Binnen scheepvaartroutes

Voor de Wadden en knelpunt Texel levert winning in scheepvaartroutes een grote hoeveelheid extra zand op. Voor Texel is dit samen met het opruimen van OO de oplossingsrichting die het meeste extra zand oplevert. Deze oplossingsrichting levert een vergelijkbaar volume als het berekende tekort bij een laag suppletievolume en ongeveer de helft van het tekort bij het hoge suppletievolume. Zeker wanneer in de toekomst de zandvraag voor suppleties sterk zal stijgen voor de Wadden, zoals in Deltares (2023) is aangegeven, is deze oplossingsrichting relevant.

Vermoedelijk is voor Texel een deel van de objecten geen OO, maar zijn dit grote stenen die in de één na laatste ijstijd hier door landijs zijn gebracht. Hiervoor is er mogelijk minder goed een technische oplossing te vinden dan voor andere *potentiële* OO. Ook is in het gebied bij Texel de geologie zeer complex en het huidige DIS relatief onbetrouwbaar, waardoor de beschikbare hoeveelheid zand ook overschat kan zijn. Het winnen binnen scheepvaartroutes is daarom voor dit knelpunt een belangrijke oplossingsrichting.

Aanbeveling

De onduidelijkheid over of zandwinning binnen de scheidingszones is toegestaan of niet maakt het uitwerken van deze oplossingsrichting urgent: mogelijk is het beschikbare zand daardoor lager dan in deze studie berekend. Het uitvoeren van een uitgebreidere analyse van de mogelijkheden om binnen scheepvaartroutes zand te winnen, en duidelijkheid te krijgen in de status van verschillende scheepvaartroutes op zee. Een expertsessie met verschillende stakeholders en partijen, waaronder baggerindustrie, scheepvaart, loodsen, zou hier in kunnen helpen.

4.6 Binnen windgebieden (na ontmanteling)

Voor de Hollandse kust en knelpunt IJmuiden levert winning binnen windgebieden na ontmanteling een relatief grote hoeveelheid extra zand op, respectievelijk 400 miljoen m³ en 63 miljoen m³. Voor IJmuiden levert dit het meeste zand op van alle oplossingsrichtingen, hoewel nog steeds een klein deel van het tekort (ruim 400 miljoen m³ voor het lage suppletievolume en ruim 500 miljoen m³ voor het hoge suppletievolume).

De andere delen van windparken binnen het reserveringsgebied liggen ook nabij, direct ten noorden en direct ten zuiden, van IJmuiden. Omdat dit het knelpunt met het grootste tekort in de berekeningen is, zal deze oplossingsrichting hier ook goed overwogen moeten worden.

5 Referenties

Aarts, G., von Benda-Beckmann, A. M., Lucke, K., Sertlek, H. Ö., Van Bemmelen, R., Geelhoed, S. C., Brasseur, S., Scheidat, M., Lam, F.A., Slabbekoorn, H. & Kirkwood, R. (2016). Harbour porpoise movement strategy affects cumulative number of animals acoustically exposed to underwater explosions. *Marine Ecology Progress Series*, 557, 261-275.

Deltares, Maaike Blauw, Denise Maljers, Marco de Kleine, Jelte Stam, Veronique Marges (2018). Update Delfstoffen Informatie Systeem – DIS 2.1. Deltares, rapport 11202051-002-BGS-0008

Deltares, Arno Nolte, Claire van Oeveren-Theeuwes, Jebbe van der Werf, Pieter Koen Tonnon, Bart Grasmeijer, Ad van der Spek, Edwin Elias, Zheng Wang (2020). Technisch Advies Sedimentbehoefte Kustfundament - Ten behoeve van het beleidsadvies Kustgenese 2.0. Deltares, rapport 1220339-009-ZKS-0014.

Deltares, Marcel Taal, Ellen Quataert, Ad van der Spek, Bas Huisman, Edwin Elias, Zheng Wang, Nienke Vermeer (2023). Sedimentbehoefte Nederlands kustsysteem bij toegenomen zeespiegelstijging. Deltares, rapport 11207897-002-ZKS-0004

MARIN (2020). Netwerkevaluatie Noordzee 2018-2019 – Analyse van het scheepvaartverkeer in de periode 1 juni 2018 – 31 mei 2019. MARIN rapport 32091-1-MO-rev.1.

Moons, S., R. Witbaard, J. Craeymeersch (2023). What happened to the sandpit? NCK book of abstracts 2023.

Rijkswaterstaat, L.H.M. Kohsiek (1984). De korrelgrootte karakteristiek van de zeereep (stuifdijk) langs de Nederlandse kust. Rijkswaterstaat, notitie WWKZ-84G.282

Rijkswaterstaat, Wout van Dijk (2022). Memo - QuickScan zandwinning in het kader van de Partiele Herziening, Programma Noordzee 2022-2027.

Sweco (2017). Winning ophoogzand Noordzee - 2018 t/m 2027- Milieueffectrapportage. Sweco, project 351935.

A Volumes per kustvak

	Beschikbaar zand	Reeds gewonnen zand suppleties	Suppletievolumen tot 2100 (laag)	Suppletievolumen tot 2100 (hoog)	Netto na suppleties (laag)	Netto na suppleties (hoog)	Reeds gewonnen zand commercieel	Commerciële winning tot 2100
Schiermonnikoog	400	0	0	0	400	400	400 ?	?
Ameland	644	43	285	460	317	317	142 ?	?
Terschelling	384	2	0	0	382	382	382 ?	?
Vlieland	247	10	80	129	157	157	109 ?	?
Texel	232	61	321	517	-149	-149	-346 ?	?
Den Helder-Petten	368	78	335	541	-45	-45	-250 ?	?
Camperduin-Castricum	278	26	170	275	82	82	-23 ?	?
Castricum-Wijk Aan Zee	30	4	27	43	0	0	82	288
Rijnland-NH	43	21	147	237	-125	-125	-215	?
Rijnland-ZH	80	10	59	96	11	11	-25 ?	?
Delfland-Schevevingen	93	11	57	92	24	24	-11 ?	?
Delfland	369	57	389	628	-78	-78	-317	?
Maasvlakte	328	16	71	115	242	242	198	305
Voorne	163	13	31	50	119	119	100	?
Goeree	234	17	36	57	182	182	160 ?	?
Schouwen	295	15	68	109	212	212	171 ?	?
Noord-Beveland	133	5	34	55	94	94	73	?
Walcheren	521	43	272	439	206	206	39	483
Zeeuws-Vlaanderen	121	21	121	195	-21	-21	135	?

Schiermonnikoog	1. Extra geen OO	2. Extra 12-14nm	3. Extra tot 12m diepte	4. Extra binnen vaarroutes	5. Extra binnen windparken
Ameland	267	19	305	171	0
Terschelling	430	29	459	571	0
Vlieland	256	19	152	483	0
Texel	165	54	155	158	0
DenHelder-Petten	155	33	120	166	0
Camperduin-Castricum	246	68	309	28	11
Castricum-WijkAanZee	185	4	155	0	80
Rijnland-NH	20	9	32	0	43
Rijnland-ZH	29	40	30	2	20
Delfland-Schevevingen	54	0	37	0	152
Delfland	62	0	74	0	64
Maasvlakte	246	108	311	0	62
Voorne	219	58	265	38	0
Goeree	109	38	134	20	0
Schouwen	156	116	154	22	0
Noord-Beveland	197	98	179	0	0
Walcheren	88	51	104	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	348	159	478	0	0

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl