

DIS 3.0 Zeeland

Een vergelijking met DIS 2.1



DIS 3.0 Zeeland

Een vergelijking met DIS 2.1

Auteur(s)

Tommer Vermaas

DIS 3.0 Zeeland

Een vergelijking met DIS 2.1

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Contactpersoon	Rena Hoogland
Referenties	KPP Beheer en Onderhoud van de Nederlandse Kust
Trefwoorden	Zandwinning, delfstoffen, zandkwaliteit, volumeberekeningen, storende lagen, update DIS, DIS 3.0, Zeeland

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	08-12-2020
Projectnummer	11205236-002
Document ID	11205236-002-ZKS-0015
Pagina's	27
Classificatie	
Status	definitief

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	Tommer Vermaas 	Maike Blauw 	Toon Segeren 	

Samenvatting

Het is essentieel om goed inzicht te hebben in de (regionale) zeezandvoorraden voor huidig en toekomstig gebruik. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Delfstoffen Informatie Systeem (DIS), waarvan de eerste versie in 2010 is ontwikkeld en momenteel versie 2.1 van beschikbaar is voor het zandwingebied tussen de NAP -20m en 12 nautische mijl voor de Nederlandse kust.

In 2018 en 2019 is begonnen met een nieuwe aanpak voor het ontwikkelen van het Delfstoffen Informatie Systeem, versie 3.0 (DIS 3.0), om een nauwkeuriger en betrouwbaarder model te krijgen. Nieuw in de aanpak ten opzichte van vorige versies van het DIS is het interpreteren van seismiek en het vervaardigen van een geologisch lagenmodel op basis van deze interpretaties en aangevuld met informatie uit boringen. In 2020 is voor het zandwingebied voor de Zeeuwse kust het eerste deel van het DIS 3.0 opgeleverd.

In dit rapport worden de verschillen tussen DIS 2.1 en DIS 3.0 geanalyseerd en beschreven. Hierbij is naar drie aspecten gekeken: 1) het voxelmodel, 2) de 2D kaarten met windieptes van zand en 3) de berekende potentiële zandwinvolumes. De potentiële zandwinvolumes zijn in de eerste plaats gebruikt voor de vergelijking en geven geen definitieve volumes. Voor de 2D kaarten en potentiële zandwinvolumes is gewerkt met 5 zandwinscenario's. Deze zandwinscenario's bepalen welk zand winbaar is op basis van de samenstelling en dikte van de stoorlaag, de scenario's worden voor verschillende windieptes en zandtypes berekend.

De twee versies van het model laten op hoofdlijnen dezelfde ruimtelijke patronen en volumes van dezelfde orde grootte zien, maar laten ook duidelijke verschillen zien. De nieuwe methode die is toegepast zorgt voor een betere ruimtelijke begrenzing van stoorlagen en betere karakterisatie van eenheden met weinig stoorlagen. Dit is bijvoorbeeld goed te zien aan kleilagen die net onder de Southern Bight Formatie aanwezig zijn en daar niet in doorlopen. Dit heeft direct effect op de winbare volumes zand, die voor alle scenario's in DIS 3.0 groter zijn geworden voor een winddiepte van 2 meter.

Er zijn wel meer dunne en geïsoleerde stoorlagen aanwezig dan in DIS 2.1, wat een gevolg is van het cleaning algoritme dat wel op DIS 2.1 is toegepast en niet op DIS 3.0. Dit resulteert in lagere volumes potentieel winbaar zand bij scenario's met een stoorlaag dikte van 0,5 meter en een winddiepte van 5 m of 12 m. De geïsoleerde stoorlagen (en andere geïsoleerde voxels) passen wel goed in het geologische beeld, omdat ze binnen de grenzen van de formaties uit het lagenmodel liggen, wat in DIS 2.1 niet het geval was.

Over het geheel gezien geeft DIS 3.0 een beter en nauwkeuriger beeld van de potentieel winbare hoeveelheid zand en met een grotere betrouwbaarheid.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Doel van het onderzoek	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Werkwijze	7
2.1	Voxelmodel	7
2.2	Potentieel winbaar zand	7
2.3	Berekenen potentiële volumina	9
3	Resultaten	11
3.1	Voxelmodel	11
3.2	Kaarten	16
3.3	Volumes	21
4	Conclusies	25
5	Referenties	26

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het gebied tussen de doorgaande NAP -20 m en de 12 nautische mijl wordt zand gewonnen voor kustonderhoud (suppleties) en ophoogzand (door commerciële partijen). Naar verwachting gaat de vraag naar zand in de toekomst toenemen, terwijl de druk op de Noordzee en het zandwingebied toeneemt (bijvoorbeeld door de aanleg van windmolenparken en de kabels daarvan).

Om te weten hoeveel zeezand er potentieel beschikbaar zal zijn in de toekomst, is het essentieel om goed inzicht te hebben in de (regionale) zeezandvoorraden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Delfstoffen Informatie Systeem (DIS), waarvan de eerste versie in 2010 is ontwikkeld en momenteel versie 2.1 van beschikbaar is voor heel Nederland (voor het gehele zandwingebied tussen de doorgaande NAP -20 m en de 12 nautische mijl). Het DIS geeft inzicht in de regionale zandvoorraden, maar niet op het detailniveau van individuele zandwinvakken. De huidige versie van het DIS en de versies daarvoor zijn enkel op boringen in en om het zandwingebied gebaseerd. De boordichtheid is hier echter relatief laag waardoor de onzekerheid van het model groot is. Ook zijn ruim 12.000 boringen op het Nederlands Continentaal Plat recentelijk verticaal gecorrigeerd voor het getij (Nederhoff, 2019), deze correctie is niet in DIS 2.1 meegenomen. Daarnaast wordt er bij het bevragen van het DIS 2.1 gebruik gemaakt van verouderde geologische karteringen (de zogenaamde ONL-grids), waarvan de verticale positie onzeker is en die niet beschikbaar zijn voor heel het gebied.

Om deze reden is in 2018 en 2019 begonnen met een nieuwe aanpak voor het ontwikkelen van het Delfstoffen Informatie Systeem, versie 3.0 (DIS 3.0). Nieuw in de aanpak ten opzichte van vorige versies van het DIS is het interpreteren van seismiek en het vervaardigen van een geologisch lagenmodel op basis van deze interpretatie en informatie uit boringen. Er wordt dus een nieuwe databron toegevoegd (seismiek), en een extra stap (het lagenmodel) in het vervaardigen van het uiteindelijke DIS. Dit zorgt ervoor dat het model een accuratere voorspelling geeft van de verdeling van de gemodelleerde lithoklassen: waar kan welk type sediment worden verwacht.

In 2020 is voor het zandwingebied voor de Zeeuwse kust het eerste deel van het DIS 3.0 opgeleverd (Stam, 2020a en Stam, 2020b).

1.2 Doel van het onderzoek

Het uiteindelijke doel van het nieuwe DIS is inzicht geven in de potentieel beschikbare hoeveelheden zand. Door de gehele nieuwe aanpak die gehanteerd is bij het maken van het DIS 3.0 is een belangrijke vraag: hoe verschilt deze versie van de vorige? Het belangrijkste doel van het voorliggende rapport is het verschil tussen de twee versies inzichtelijk maken. In dit rapport wordt *niet* de totstandkoming van beide versies van het (voxel)model en de 2D kaarten met windieptes beschreven, en worden geen definitieve potentiële zandwinvolumes berekend.

1.3 Leeswijzer

Bij de vergelijking is zowel naar het voxelmodel als naar de 2D kaarten met windieptes gekeken. In hoofdstuk 2 wordt de gebruikte werkwijze toegelicht, in hoofdstuk 3 de resultaten daarvan. De conclusies van de bevindingen worden in hoofdstuk 4 gegeven.

2 Werkwijze

2.1 Voxelman

De kern van het DIS-model is een voxelmodel met lithologische eigenschappen van de ondergrond (Blauw, 2019; Stam, 2020b). Een voxelmodel is een 3D model met regelmatige indeling in zowel de horizontale (x,y) als verticale richting (z). Elke voxel representeert een bepaald volume in de ruimte, waarvan de lithologische eigenschappen in het DIS zijn gemodelleerd. Elke voxel heeft een code die aangeeft welke lithologie daar het meest waarschijnlijk aanwezig is (Tabel 2.1). Bij het maken van het voxelmodel van DIS 3.0 wordt gebruik gemaakt van het daarvoor ontwikkelde lagenmodel (Stam, 2020a), maar het lagenmodel is vervolgens niet nodig bij het bevragen van het voxelmodel. Het lagenmodel wordt daarom verder niet besproken in dit rapport.

Zowel het voxelmodel van DIS 2.1 als DIS 3.0 is in 3D gevisualiseerd in het programma iMOD. In het programma zijn een aantal doorsnedes door beide versies van het model gemaakt om de verschillen te visualiseren. Er is bij de vergelijking enkel gekeken naar de lithologische samenstelling (zie Tabel 2.1 voor een overzicht van de lithoklassen), en niet naar de aanwezigheid van slib en schelpen als bijmenging.

Naast de visuele vergelijking zijn structurele veranderingen tussen de twee versies benoemd.

Tabel 2.1 Overzicht van de lithoklasse indeling

Lithoklasse	Indeling
1	Zand fijn (63-105 μm)
2	Zand matig fijn (105-210 μm)
3	Zand matig grof (210-420 μm)
4	Zand grof (420-2000 μm en >2000 μm)
5	Zand (korrelgrootte onbekend)
6	Klei/Leem
7	Veen
8	Schelpen

2.2 Potentieel winbaar zand

De potentieel winbare hoeveelheid zand is bepaald voor een aantal winbaarheidsscenario's. Er zijn drie aspecten die de winbaarheidsscenario's bepalen:

- Het type stoorlaag: in deze studie uitgevoerd voor stoorlagen in Tabel 2.2;
- De dikte van de stoorlaag: in deze studie uitgevoerd voor 0/geen; 0,5; 1,0 en 2,0 m;
- De winddiepte: in deze studie uitgevoerd voor 2, 5, 6, 10 en 12 m.

Het is mogelijk het DIS te bevragen met andere definities en waarden van de hierboven genoemde aspecten.

Alleen zand *boven* een eventuele stoorlaag is als winbaar beschouwd. De winbare hoeveelheden zand zijn berekend voor alle combinaties van vijf stoorlaagsscenario's, vier diktes van de stoorlaag en vijf winddieptes op basis van het DIS 3.0, in DIS 2.1 ontbreken stoorlaagsscenario 5 en winddiepte van 6 m.

De hoeveelheden zijn berekend voor verschillende categorieën zand (Tabel 2.3), en resulteren in 2D kaarten met de winddiepte voor een specifieke combinatie (zogenaamde winbaarheidsgrids). Details over de berekening zijn te vinden in Stam (2020b).

Voor het DIS 2.1 zijn tijdens het maken van het model de winbare potentiële hoeveelheden zand al berekend, dit is niet opnieuw gedaan. Hierdoor zijn niet alle combinaties die op basis van DIS 3.0 zijn berekend ook voor het DIS 2.1 beschikbaar. De volgende informatie is niet voor DIS 2.1 beschikbaar:

- Alle combinaties met stoorlaagsscenario 5 (Tabel 2.2);
- De hoeveelheid bij een winddiepte van 6 m;
- De zand categorieën 'zand<420µm' en 'zand>420µm'.

Voor de vergelijking die in deze studie is gemaakt zijn een aantal winbaarheidsscenario's uitgelicht, zoals ook in beschrijvingen van vorige versies van het DIS is gedaan (Tabel 2.4). Er is gerapporteerd voor de winddieptes 2, 5 en 12 m. De hoeveelheden potentieel winbaar zand voor alle berekende combinaties zijn wel als bijlage bij dit rapport beschikbaar.

Tabel 2.2 Gedefinieerde stoorlaagsscenario's

Stoorlaagsscenario	Stoorlaagdefinitie
1	Klei, leem, veenlagen
2	Klei, leem, veenlagen, Slibklasse 2,3,4
3	Klei, leem, veenlagen, Slibklasse 3,4
4	Klei, leem, veenlagen, Slibklasse 4
5	Klei, leem, veenlagen, Paleogeen

Tabel 2.3 Winbaarheidscriteria van de lithoklassen in het 3D model. Lithoklasse 5 (zand, mediaan onbekend) wordt tijdens de modellering omgezet in lithoklasse 1, 2, 3 of 4. 0% winbaar betekent niet dat er geen zand zit, echter het zand voldoet niet aan de gestelde norm.

Lithoklasse	Zand 0-1	Zand 0-4	Zand, geen norm	Zand <420µm	Zand <420µm
1. zand fijn	0% winbaar	0% winbaar	100% winbaar	100% winbaar	0% winbaar
2. zand matig fijn	50% winbaar	0% winbaar	100% winbaar	100% winbaar	0% winbaar
3. zand matig grof	100% winbaar	50% winbaar	100% winbaar	100% winbaar	0% winbaar
4. zand grof	100% winbaar	100% winbaar	100% winbaar	0% winbaar	100% winbaar

Tabel 2.4 Uitgelichte winbaarheidsscenario's

Aanduiding	Dikte stoorlaag	Stoorlaagscenario
A	niet meegenomen	niet van toepassing
B1	1,0 m	scenario 1 (klei/leem/veen)
B2	0,5 m	scenario 1 (klei/leem/veen)
B3	0,5 m	scenario 5 (klei/leem/veen/paleogeen)
C	1,0 m	scenario 3 (slib 3, 4, klei/leem/veen)

2.3 Berekenen potentiële volumina

Om de volumes te berekenen zijn de 2D kaarten met de winddiepte gebruikt en binnen deelgebieden bevroegd.

Gebied

Het DIS 3.0 is beschikbaar voor de kust van Zeeland tussen de doorgaande NAP -20 m lijn en de 12 mijls grens, maar dekt niet het volledige deelgebied 'Delta' waarvoor met vorige DIS versies volumes zijn gerapporteerd. Beide gebieden zijn te zien in Figuur 2.1. De volumes van DIS 2.1 zijn nu opnieuw berekend voor het deelgebied 'Zeeland'.

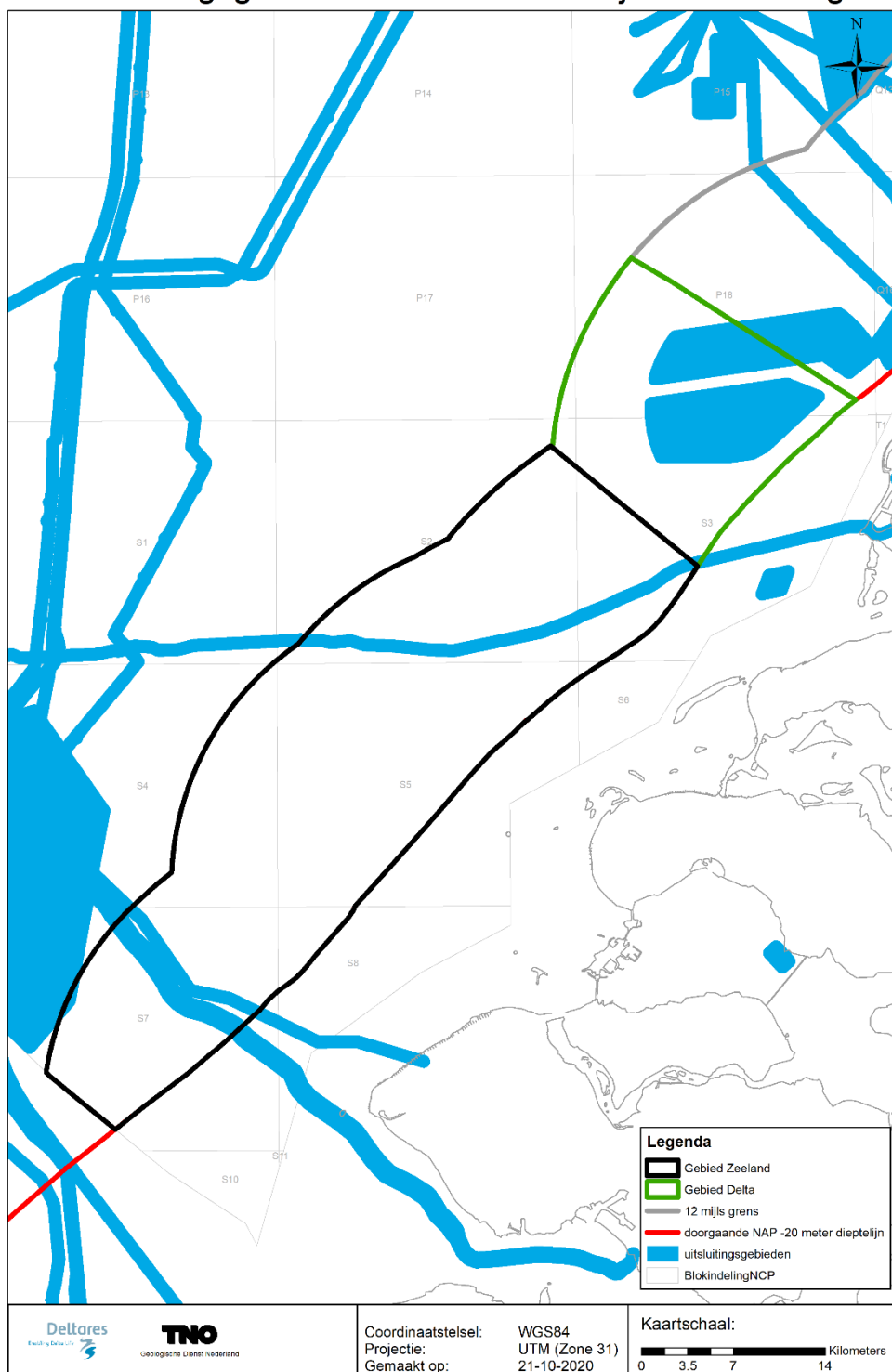
Korte en lange termijn

Naast de verschillende potentieel winbare hoeveelheden zand die zijn berekend is in de berekening verder onderscheid gemaakt tussen zand dat al op korte termijn beschikbaar is en zand dat eventueel op lange termijn beschikbaar zou kunnen zijn (bijvoorbeeld doordat wel op de locaties van de uitsluitingsgebieden gewonnen kan worden). Voor de korte termijn worden zandvolumes als niet winbaar aangewezen omdat er op dit moment gebruiksfuncties anders dan zandwinning aanwezig zijn.

Deze zogenaamde uitsluitingsgebieden betreffen met name kabels en leidingen, platforms en windparken, inclusief aangrenzende veiligheidszones. Als veiligheidszone is aangenomen dat binnen 500 m van deze objecten geen zand gewonnen kan worden. Voor kabels en leidingen die niet meer in gebruik zijn, wordt in deze berekening geen veiligheidszone meegenomen.

Er is gebruik gemaakt van de uitsluitingsgebieden die voor het DIS 2.1 in 2018 zijn gemaakt (Figuur 2.1). Deze uitsluitingsgebieden zijn niet actueel en niet compleet, de potentiële winbare hoeveelheden op korte termijn zijn daarom niet definitief maar alleen bedoeld voor de vergelijking tussen DIS 2.1 en DIS 3.0. Er is verder geen rekening gehouden met andere factoren met invloed op winbaarheid, zoals biologische maskers (schelpenbanken), conventionele explosieven of cultureel erfgoed.

Uitsluitingsgebieden voor korte termijn zandwinning



Figuur 2.1 Uitsluitingsgebieden voor korte termijn zandwinning en de deelgebieden voor volumeberekeningen 'Zeeland' (gebruikt in deze studie) en 'Delta' (gebruikt in rapportages over eerdere versies van het DIS).

3 Resultaten

3.1 Voxelman

De veranderingen in het voxelmodel tussen DIS 2.1 en DIS 3.0 zijn kwalitatief beoordeeld. Ook zijn er structurele verschillen tussen beide versies, die hieronder staan beschreven.

- Nieuw coördinatensysteem:

Het coördinatensysteem van DIS 3.0 is WGS84 UTM31N, terwijl DIS 2.1 in ED50 UTM31N staat. Het WGS84 coördinatensysteem is breder gebruikt op dit moment waardoor het DIS beter en makkelijker is te combineren met andere data;

- Nieuwe resolutie:

De resolutie is veranderd naar 200x200 m, in de vorige versie was dit 250x250 m. De nieuwe resolutie is voornamelijk om beter aan te sluiten bij de modellen GeoTOP voor het land en TILES voor het Belgisch Continentaal Plat, die ook deze resolutie hebben. Daarnaast is er vanuit deze resolutie makkelijker een verfijning aan te brengen voor detailgebieden in de toekomst;

- Verticale positie data:

In 2018 is een groot aantal boringen gecorrigeerd voor de getijstand (Nederhoff, 2019), deze boringen zijn nu met hun nieuwe verticale positie meegenomen in de berekening wat nog niet in DIS 2.1 het geval was;

- Geologie in het voxelmodel:

De geologie is in DIS 3.0 (beter) verwerkt in het voxelmodel door het gebruik van de seismiek en het mede daarop gebaseerde lagenmodel. In DIS 2.1 werd de geologie meegenomen bij de bevraging van het model door gebruik te maken van de ONL kartering, maar was deze informatie niet in het voxelmodel zelf gebruikt;

- Betere bepaling proporties van de lithoklassen:

De globale statistische verdeling van de lithoklassen binnen het voxelmodel wordt berekend op basis van boringen. Deze berekening geeft de proporties van alle lithoklassen en de verhouding zand- niet zand binnen het voxelmodel.

Voor het DIS 2.1 is de statistische verdeling gebaseerd op *alle* boringen en over de gehele diepte van het model, en deze verdeling is dus ook over het gehele voxelmodel gemodelleerd. Aanwezige stoorlagen van (bijvoorbeeld) het vroege holoceen worden dus meegenomen bij het bepalen van de verhoudingen, die vervolgens ook worden gebruikt voor de modellering dicht aan het oppervlak, terwijl dat juist uit overwegend zand bestaat. Het DIS 3.0 maakt gebruik van het daarvoor ontwikkelde lagenmodel bij het bepalen van de globale statische verdeling: per geologische eenheid van het lagenmodel wordt de verdeling van de lithoklassen bepaald (Stam 2020b). Bij het maken van DIS 3.0 voxelmodel zijn de voxels per geologische eenheid gemodelleerd, waarbij de bijbehorende statistische verdeling is gebruikt. Hierdoor blijven stoorlagen ook binnen de geologische eenheid, en worden ze niet over het hele model opgelegd.

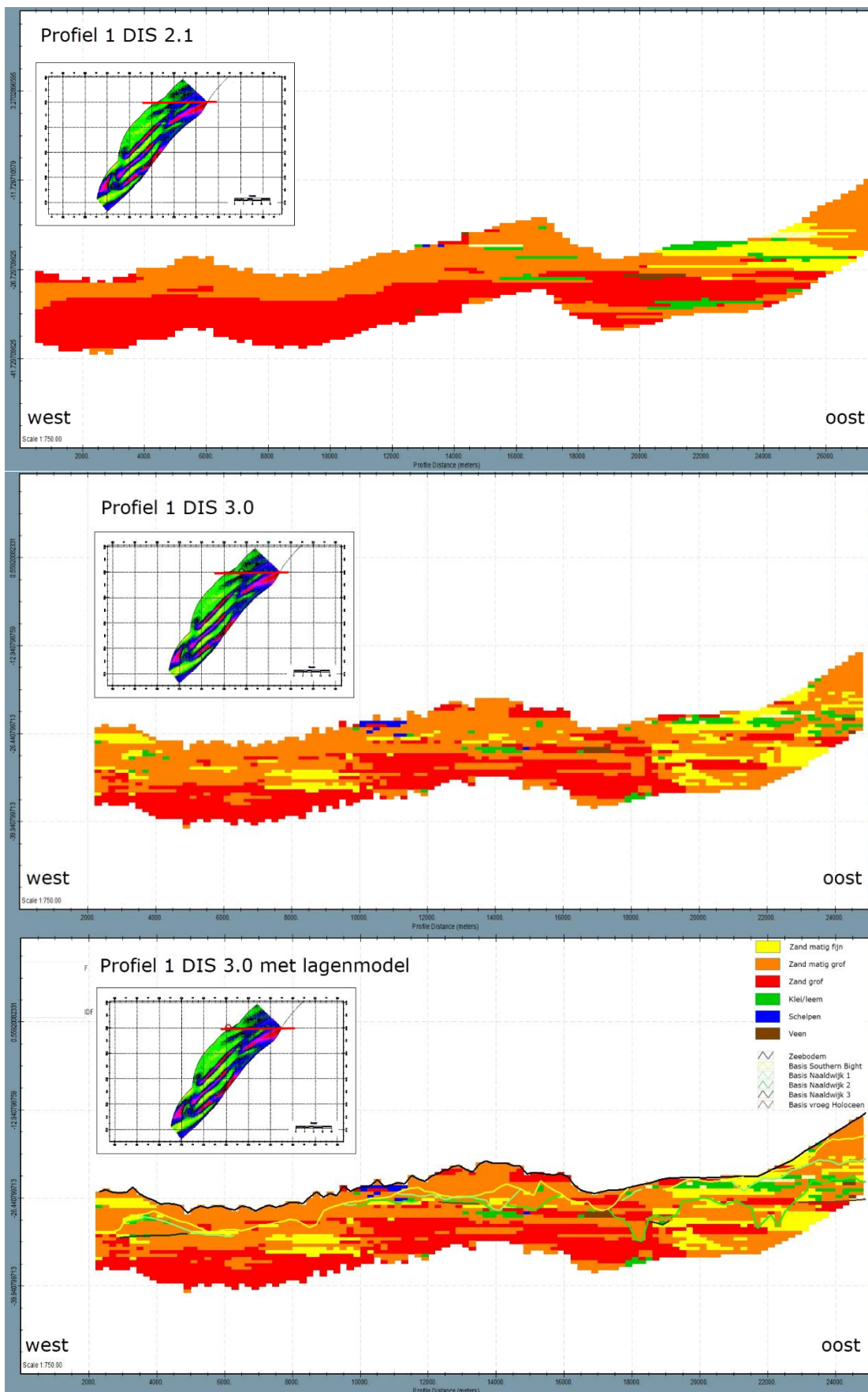
In Figuur 3.1, Figuur 3.2 en Figuur 3.3 zijn drie profielen door beide versies van het voxelmodel weergegeven. Het DIS 3.0 is zowel met als zonder de grenzen van het lagenmodel weergegeven.

Wat in alle profielen opvalt is dat het DIS 2.1 een veel homogener ondergrond laat zien, terwijl DIS 3.0 meer lokale, geïsoleerde voxels met een andere lithologie dan in de nabijgelegen voxels heeft. Dit is deels een gevolg van een nabewerking die op DIS 2.1 is uitgevoerd, waarbij geïsoleerde voxels worden verplaatst om een lithologisch homogener ondergrond te krijgen (het 'cleaning algoritme', zie Blauw 2018).

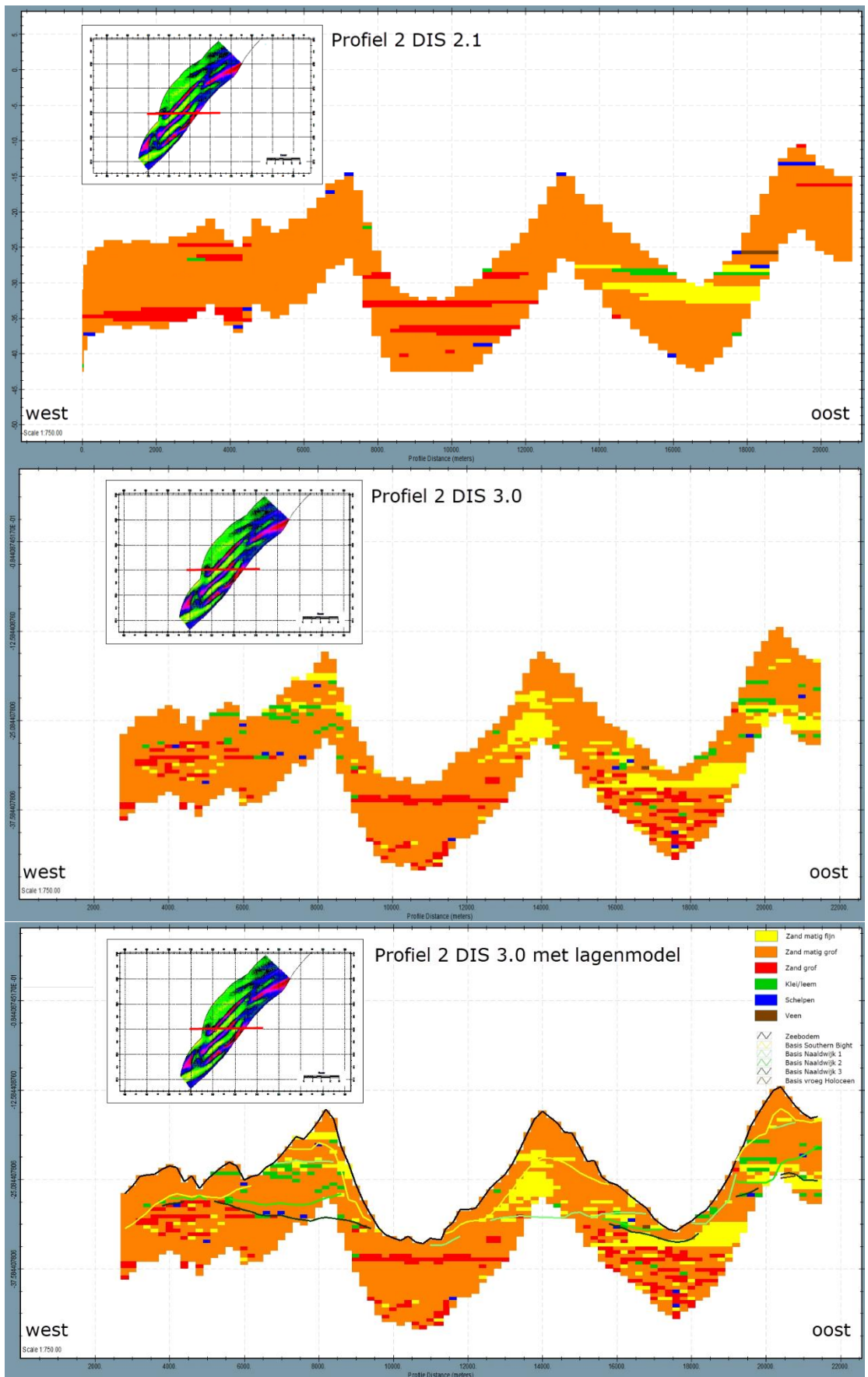
Voor het DIS 2.1 was deze nabewerking nodig doordat er geen sturing van een geologisch lagenmodel was gebruikt. Hierdoor komen veel geïsoleerde voxels willekeurig door het hele model voor (zie het laatste punt hierboven). In het DIS 3.0 zijn er wel geïsoleerde voxels en is er grotere ruimtelijke variatie, maar die zijn wel begrensd door het lagenmodel.

De invloed van het geologisch lagenmodel is goed te zien in onder andere de manier waarop kleilagen zijn gemodelleerd. In Figuur 3.1 is een kleilaag rond 22 km nabij het oppervlak te zien. In DIS 2.1 is deze relatief dik en loopt door tot aan de zeebodem, terwijl in DIS 3.0 er een dunne laag zand op de kleilaag ligt. Het profiel met lagenmodel laat zien dat hier nog Southern Bight Formatie op de kleilaag van de Formatie van Naaldwijk ligt. Dit zorgt ervoor dat de voxels daarboven (dus behorende tot de Southern Bight Formatie) als zand zijn gemodelleerd in plaats van klei.

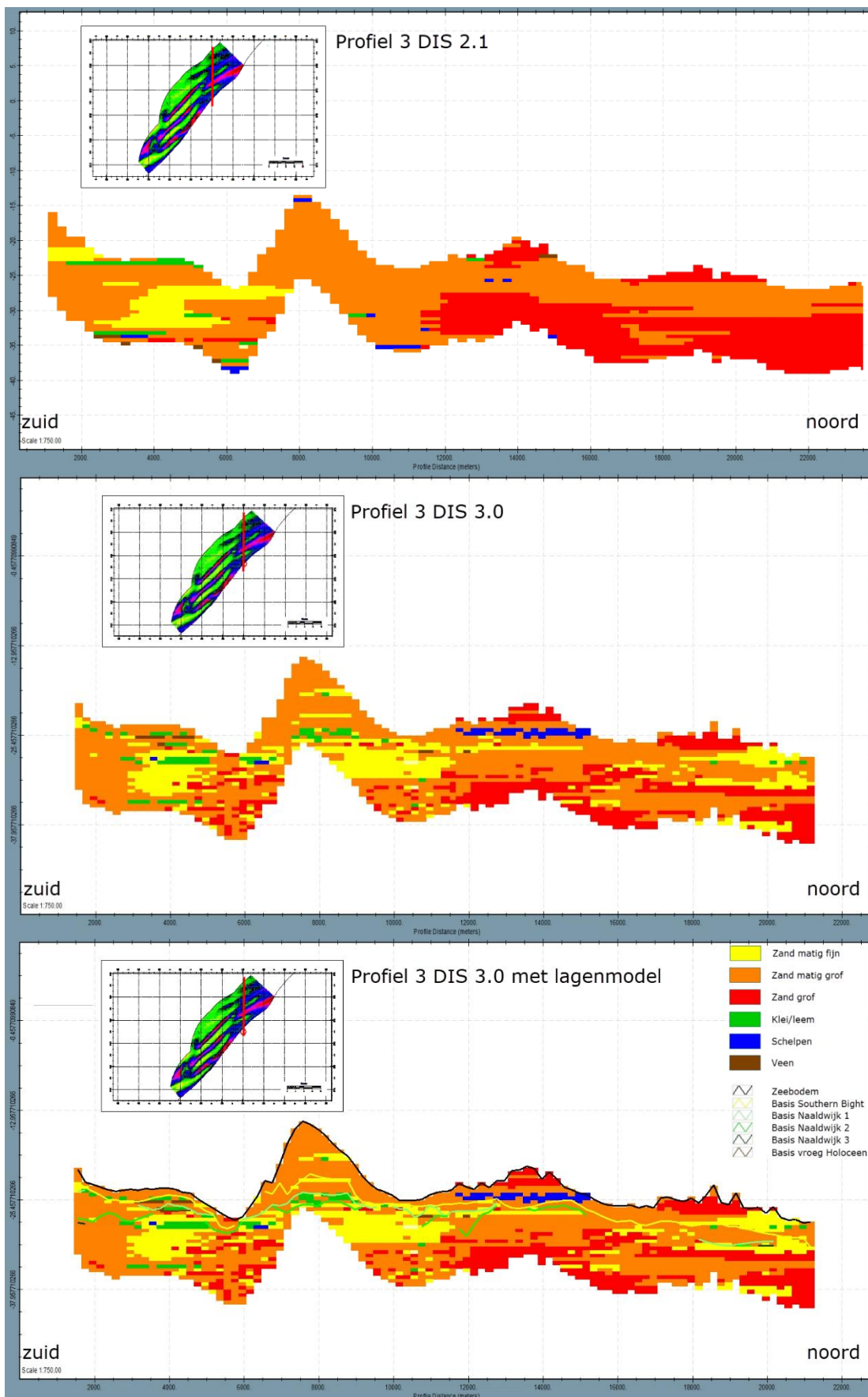
Ook in Figuur 3.2 en Figuur 3.3 zijn deze verschillen te zien. De kleilagen worden (hoofdzakelijk) binnen de Naaldwijk lagen gemodelleerd in DIS 3.0, terwijl ze in DIS 2.1 ook in het oppervlakkige sediment behorend tot de Southern Bight aanwezig zijn. Ook is op verschillende plekken vermoedelijk verschil door boringen die nog niet voor het DIS 2.1 beschikbaar waren. Dit is waarschijnlijk het geval met het grotere aandeel klei in profiel 2 in de zandbank rond 8 km en net ten westen daarvan.



Figuur 3.1 Profiel 1 door het voxelmodel voor DIS 2.1 (boven) en DIS 3.0 (midden en onder)



Figur 3.2 Profiel 2 door het voxelmodel voor DIS 2.1 (boven) en DIS 3.0 (midden en onder)



Figuur 3.3 Profiel 3 door het voxelmodel voor DIS 2.1 (boven) en DIS 3.0 (midden en onder)

3.2 Kaarten

Figuur 3.4 tot en met Figuur 3.8 laten kaarten zien van verschillende parameters in DIS 2.1 en DIS 3.0. Voor de definities van de winbaarheidsscenario's en de types zand wordt verwezen naar paragraaf 2.2.

Veel van de grote patronen zijn terug te zien in de verschillende parameters en ook in beide versies van het DIS. Over het algemeen is de maximale winddiepte dichter bij de doorgaande NAP -20 m lijn kleiner dan richting de 12 mijls grens (Figuur 3.4) wat ook te zien is aan de ondiepere ligging van de stoorlaag. Ook is er een zuidwest – noordoost richting in te herkennen. Deze patronen worden met name veroorzaakt door de aanwezigheid van klei dichter bij de kust in de Naaldwijk Formatie en de oriëntatie van de zandbanken, die een veelal zandige bovenkant hebben.

Net als in het voxelmodel valt bij de winddieptes op dat DIS 2.1 een homogener beeld geeft (Figuur 3.4). De achterliggende oorzaak ligt weer in de nabewerking bij DIS 2.1 met het cleaning algoritme. Door het algoritme zullen ook voxels die een stoorlaag vormen meer gegroepeerd worden en daarmee een rustiger beeld geven.

Ook is de invloed van nieuwe data duidelijk te zien: in het midden en zuiden van het gebied zijn relatief veel nieuwe boringen en seismiek beschikbaar en was er geen dekking door het ONL. Er zijn een aantal locaties met duidelijke nieuwe stoorlagen, los van de geïsoleerde voxels (zie zwarte cirkels in Figuur 3.4).

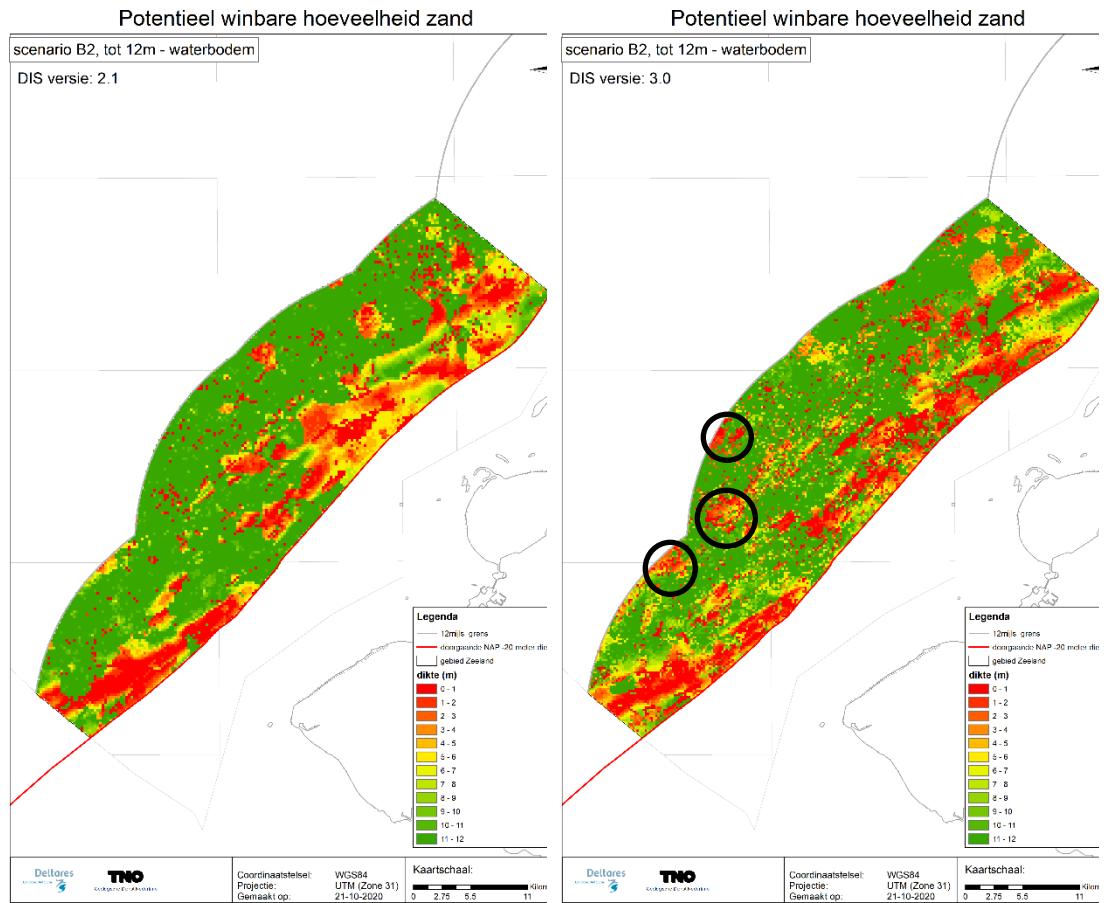
Grofweg is in DIS 3.0 de winddiepte groter geworden in de landwaartse helft van het gebied en kleiner geworden in de zeewaartse helft (Figuur 3.5).

De diepte van de stoorlaag (Figuur 3.6) en de winddiepte voor 0-1 zand (Figuur 3.7) geven een vergelijkbaar beeld als het totaal zand. Voor het 0-4 zand ziet het beeld er iets anders uit. Het algemene beeld is voor DIS 2.1 en DIS 3.0 vergelijkbaar, op het noordwestelijke deel na (zie zwarte cirkels in Figuur 3.8). In dit gebied is de winddiepte groter in DIS 3.0, er is dus meer zand van deze categorie beschikbaar. De oorzaak voor dit verschil is niet direct duidelijk, maar komt mogelijk door de betere karakterisatie van de proporties van de lithoklassen (zie beschrijving in 3.1). De opvallend rechte grens in DIS 2.1 is het gevolg van het werken in gebieds-blokken waarbinnen de statistische verdeling van de lithoklassen is bepaald. In het DIS 3.0 worden dergelijke grenzen hopelijk overkomen door te werken met een lagenmodel.

De zand categorieën 'zand<420 μ m' (met een korrelgrootte tussen 63 en 420 μ m) en 'zand>420 μ m' (met een korrelgrootte groter dan 420 μ m en inclusief grind - >2000 μ m) zijn alleen voor DIS 3.0 berekend en daarom niet met DIS 2.1 vergeleken. De kaartbeelden (Figuur 3.9) geven echter wel goed inzicht in het voorkomen van deze fracties en verschillen significant van de categorieën 0-1 en 0-4 zand.

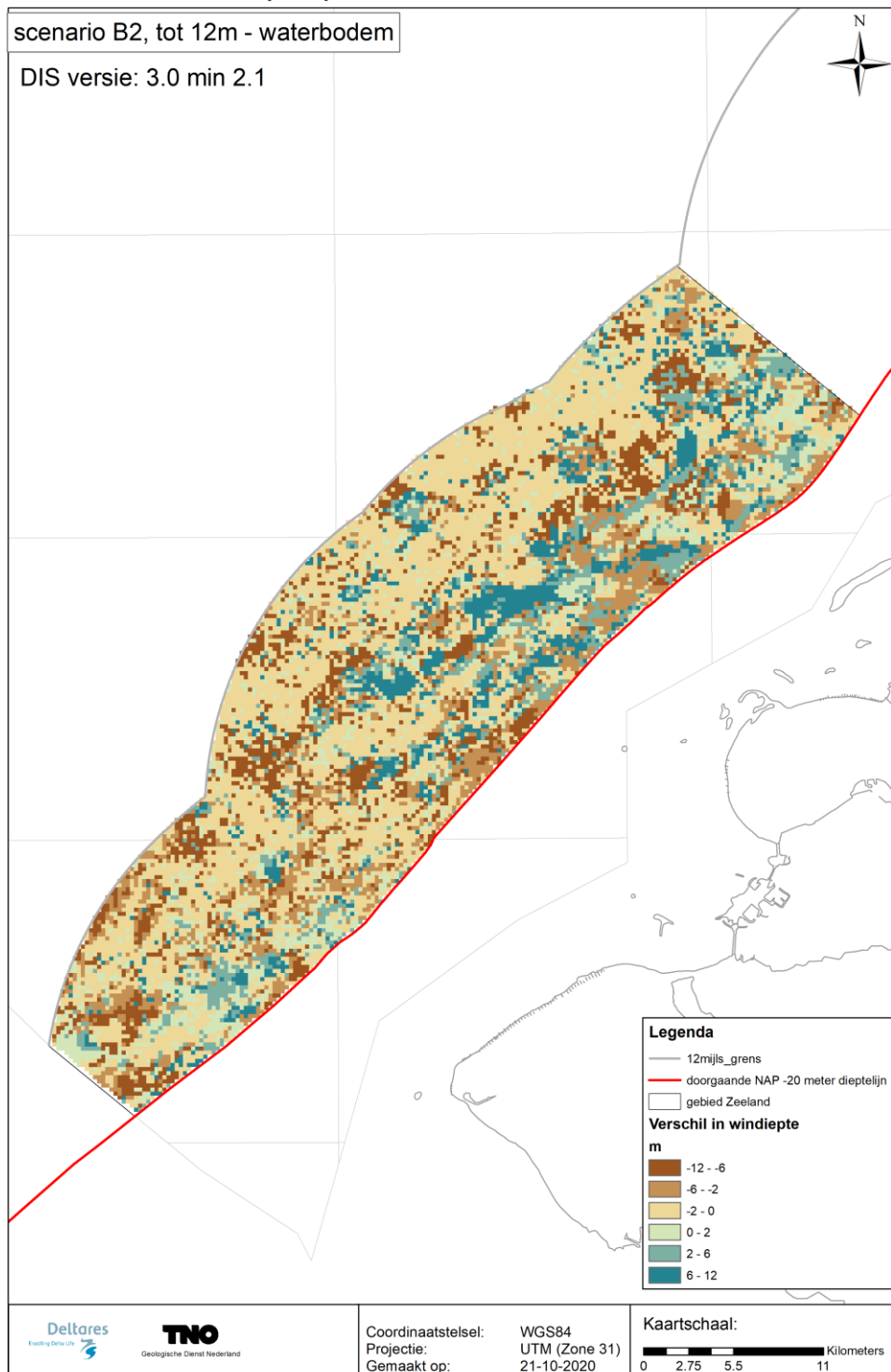
Het grootste deel van het winbare zand in het onderzochte gebied valt in de zand<420 μ m categorie. Zand>420 μ m is in het grootste deel van het gebied slechts zeer beperkt winbaar, met winddieptes van meestal onder de één meter. Alleen in het noordwesten van het gebied is een zone waar een dikker pakket zand>420 μ m aanwezig is, lokaal tot ca. 10 meter.

De hoeveelheid zand>420 μ m is duidelijk geringer dan het 0-4 zand. Voor het 0-4 zand wordt ook de helft van het matig grove zand (210-420 μ m) meegerekend (zie Tabel 2.3), waar dus het grootste deel van de hoeveelheid 0-4 zand uit bestaat.

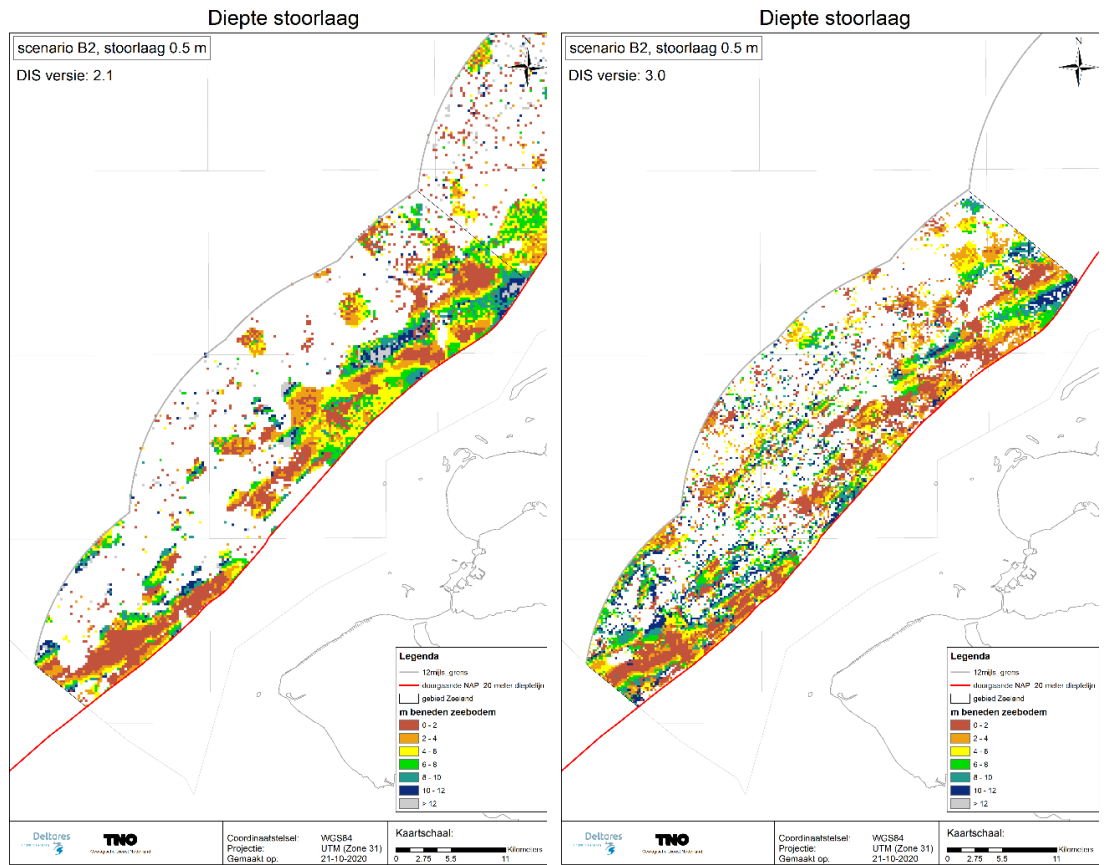


Figuur 3.4 Dikte potentiële winbaar totaal zand volgens scenario B2 voor DIS 2.1 (links) en DIS 3.0 (rechts). Zwarte cirkels geven een aantal locaties met nieuwe stoorlaag aan.

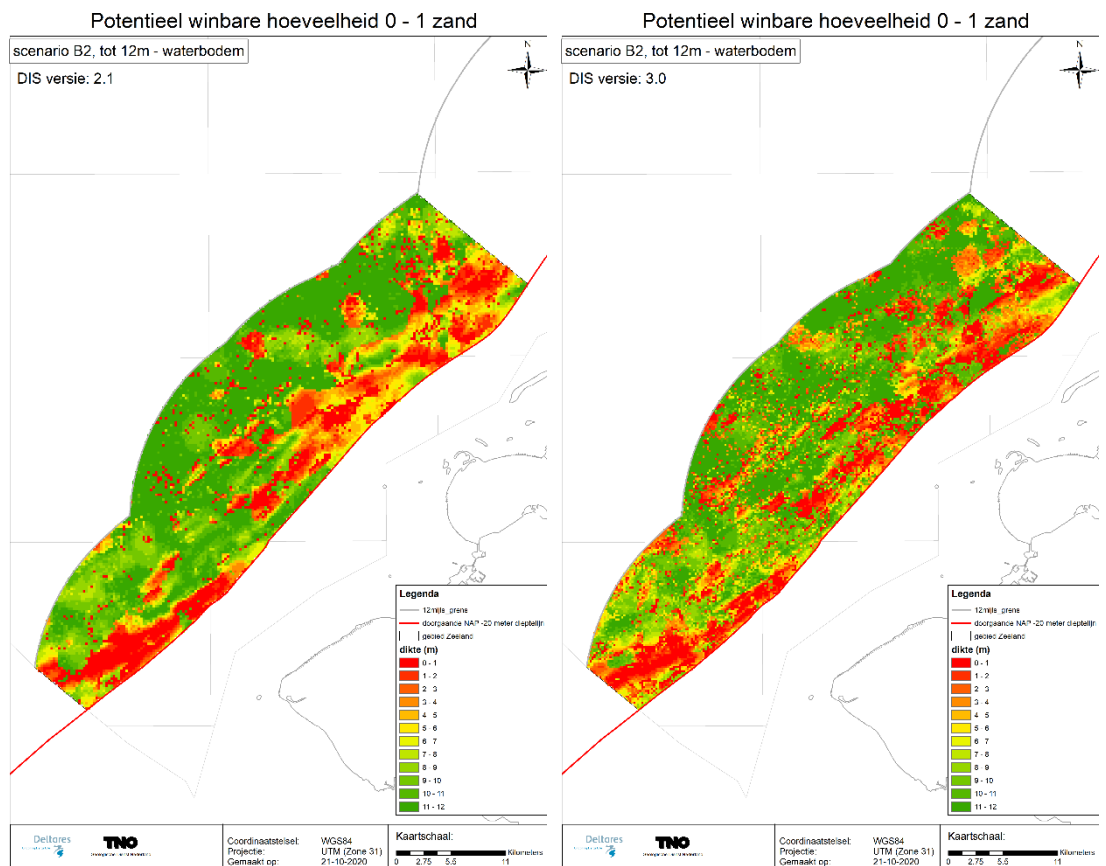
Vershil winddiepte potentieel winbare hoeveelheid zand



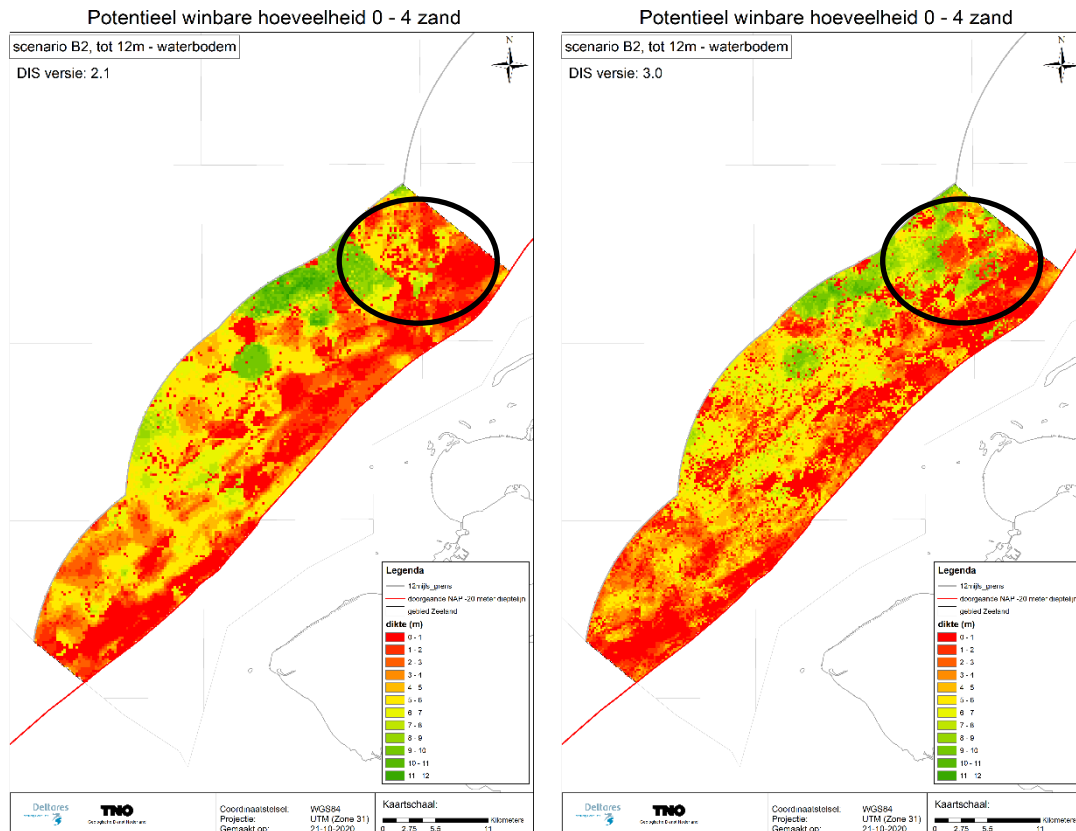
Figuur 3.5 Vershil tussen DIS 2.1 en DIS 3.0 in winddiepte van totaal zand volgens scenario B2 (positief is een grotere winddiepte in DIS 3.0, negatief een kleinere)



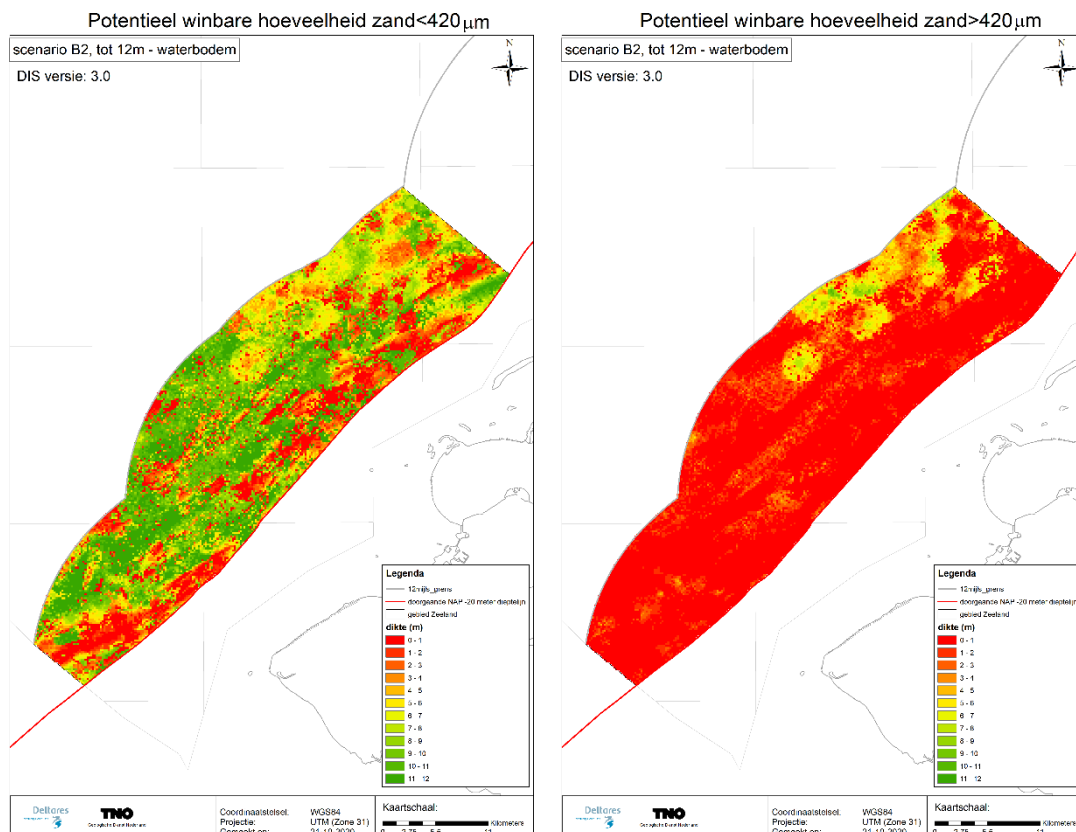
Figuur 3.6 Diepte van de stoorlaag volgens scenario B2 voor DIS 2.1 (links) en DIS 3.0 (rechts)



Figuur 3.7 Dikte potentieel winbaar 0-1 zand volgens scenario B2 voor DIS 2.1 (links) en DIS 3.0 (rechts)



Figuur 3.8 Dikte potentieel winbaar 0-4 zand volgens scenario B2 voor DIS 2.1 (links) en DIS 3.0 (rechts). Zwarte cirkels geven zone met grotere verandering aan.



Figuur 3.9 Dikte potentieel winbaar 'zand <420 μm' (links) en 'zand >420 μm' (rechts) volgens scenario B2 voor DIS 3.0

3.3 Volumes

De volumes op korte termijn zijn berekend met uitsluitingsgebieden die niet actueel en niet compleet zijn, en zijn daarom niet definitief maar alleen bedoeld voor de vergelijking tussen DIS 2.1 en DIS 3.0. De volumes zijn in een aantal staafdiagrammen weergegeven (Figuur 3.10 en Figuur 3.11) en de relatieve verandering is gegeven in Tabel 3.1.

Voor beide versies van het model zijn de totale volumes vrij vergelijkbaar. Toch zijn er een aantal duidelijke verschillen te zien. Scenario B2 laat voor alle categorieën zand een toename van het volume zien bij een winddiepte van 2 meter, maar juist een afname voor de meeste categorieën voor een grotere winddiepte. De andere vergeleken subscenario's (A, B1 en C) laten voor alle winddieptes en categorieën zand een toename zien, die zeer significant is voor scenario C.

In voorgaande DIS versies (ook voor 2.1) was het volume bij scenario C het laagst, voor DIS 3.0 geeft B2 een lager volume en B3 het laagste volume. Het verschil tussen B2 en B3 komt door het extra meenemen van het paleogeen als stoorlaag in B3, wat tot een relatief klein verschil zorgt.

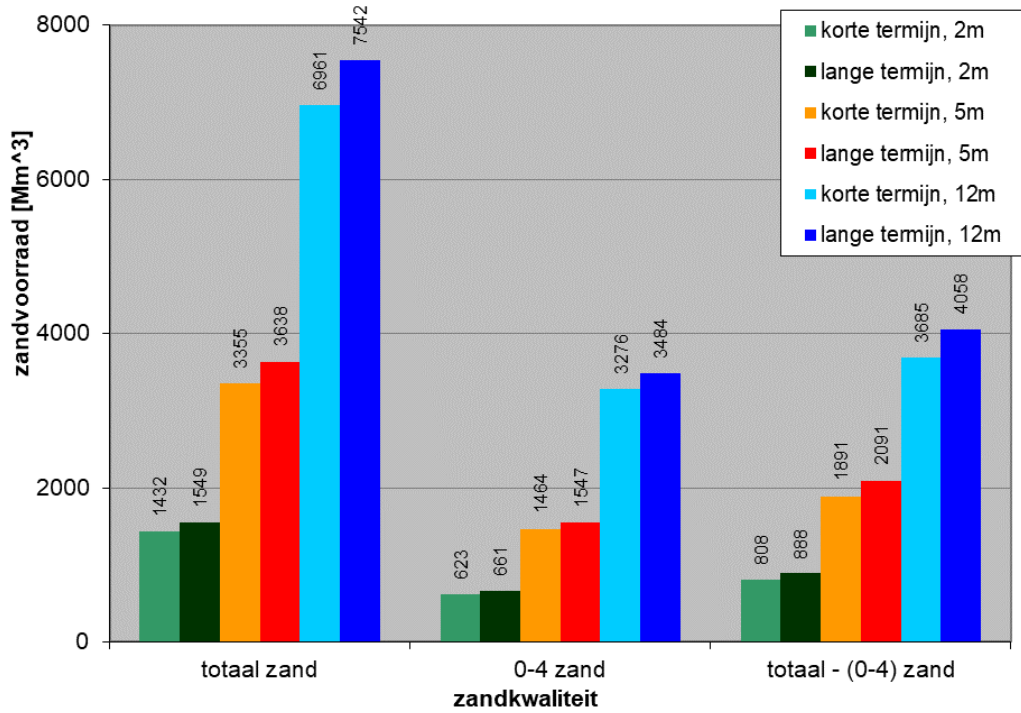
Er is ook gekeken naar de volumes van alle overige win scenario's (naast subscenario's A, B1, B2, B3 en C), dus met andere combinaties van stoorlaag-scenario, winddiepte en dikte van de stoorlaag. Hierin is te zien dat voor *alle* combinaties het volume bij een winddiepte van 2 m groter is in DIS 3.0. Daarentegen is er voor de meeste scenario's met een stoorlaag van 0,5 m en een winddiepte groter dan 2 m juist een kleiner volume in DIS 3.0. Bij een winddiepte van 12 m en een stoorlaagdikte van 0,5 m geldt dit voor alle scenario's.

Er zijn dus minder stoorlagen in de bovenste 2 meter van de zeebodem gemodelleerd in DIS 3.0, maar er komen vaker en/of ondieper stoorlagen van 0,5 m voor.

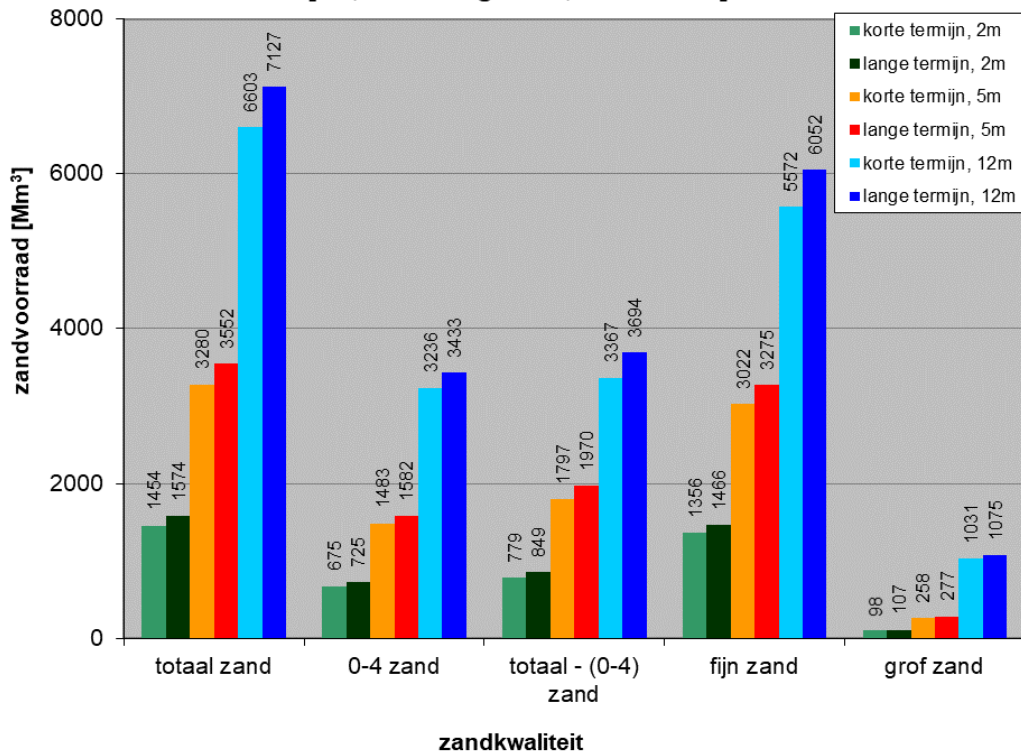
De invloed van de gebruikte uitsluitingspolygoon op de volumes is vergelijkbaar voor beide versies van het DIS. Het percentage volume dat minder beschikbaar is ligt rond de 7,5% voor vrijwel alle scenario's, winddieptes en zand categorieën.

Voor DIS 3.0 is naast de volumes 0-1 en 0-4 zand ook de volumes 'zand<420 μ m' en 'zand>420 μ m' berekend. Dit laat heel duidelijk zien dat het grootste deel van het 0-4 zand bestaat uit de categorie matig grof zand, zoals ook op basis van de kaarten is opgemerkt (zie paragraaf 3.2).

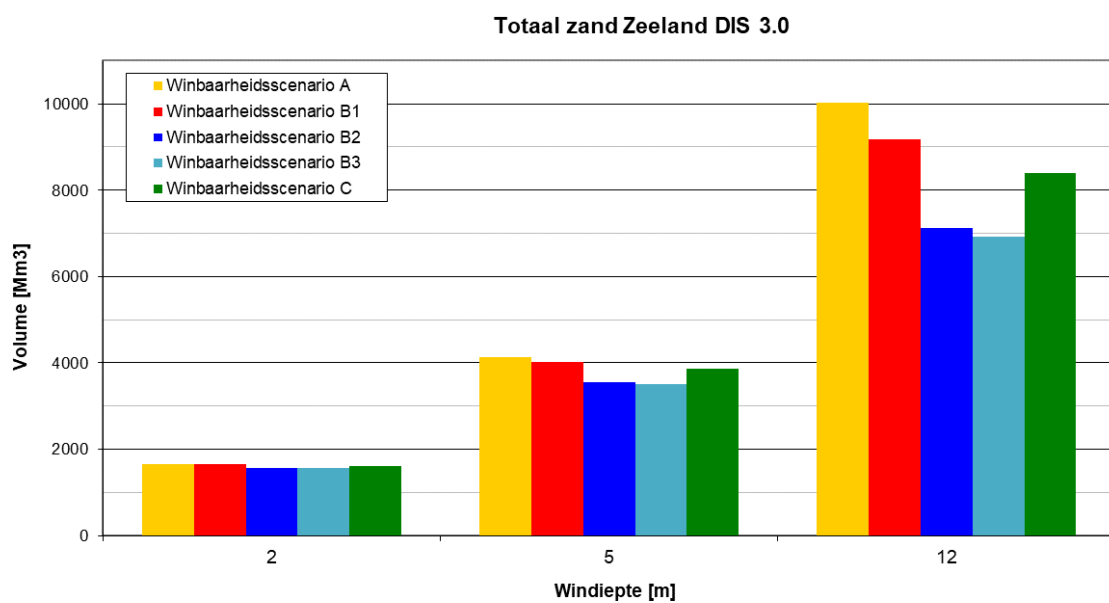
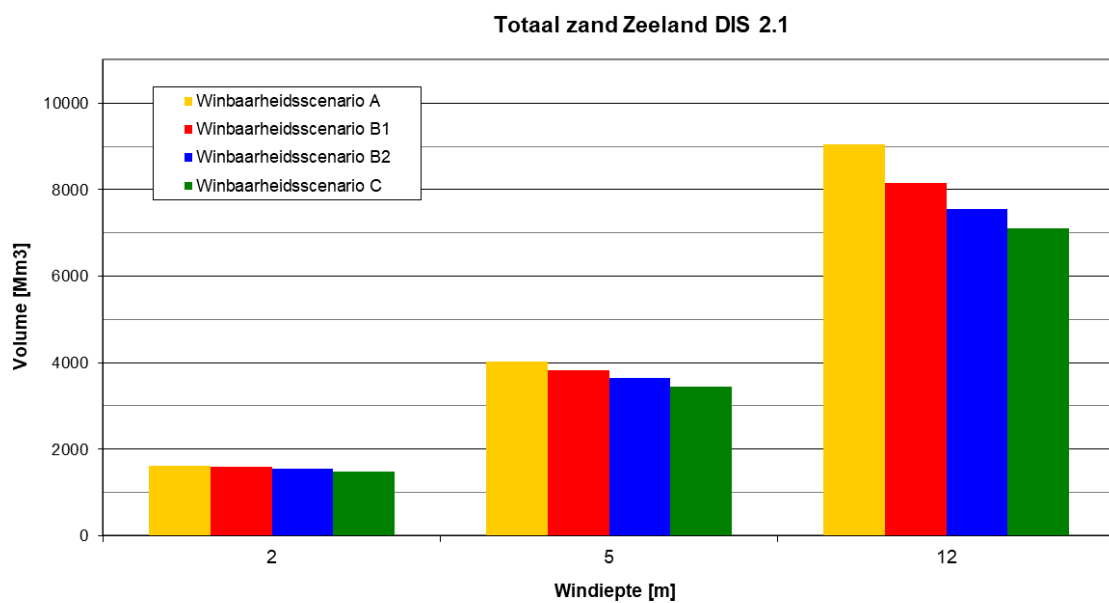
Korte en lange termijn zandvoorraden Zeeland DIS 2.1
[B2, stoorlaag 0.5m, scenario 1]



Korte en lange termijn zandvoorraden Zeeland DIS 3.0
[B2, stoorlaag 0.5m, scenario 1]



Figuur 3.10 Zandvoorraden bij verschillende winddieptes op korte en lange termijn per zand categorie voor DIS 2.1 (boven) en DIS 3.0 (onder)



Figuur 3.11 Zandvoorraden totaal zand per winbaarheidsscenario voor DIS 2.1 (boven) en DIS 3.0 (onder)

Tabel 3.1 Relatieve verandering tussen DIS 2.1 en DIS 3.0 voor verschillende scenario's en windieptes voor de lange termijn volumes (positief is een groter volume in DIS 3.0, negatief (in blauw) een kleiner volume)

Scenario	Type zand	Verandering 2 m (in %)	Verandering 5 m (in %)	Verandering 12 m (in %)
A	0-1	+6	+4	+10
A	0-4	+10	+6	+14
A	Totaal	+3	+3	+11
B1	0-1	+6	+6	+12
B1	0-4	+11	+9	+16
B1	Totaal	+3	+5	+12
B2	0-1	+5	-1	-5
B2	0-4	+10	+2	-1
B2	Totaal	+2	-2	-6
C	0-1	+12	+12	+17
C	0-4	+16	+14	+20
C	Totaal	+10	+12	+18

4 Conclusies

De twee versies van het model laten op hoofdlijnen dezelfde ruimtelijke patronen en volumes van dezelfde orde grootte zien, maar laten ook duidelijke verschillen zien.

Er is een duidelijk verschil door het gebruik van het geologisch lagenmodel, wat zich ook direct vertaalt in andere volumes. Tot 2 m winddiepte geeft DIS 3.0 een groter winbaar volume. Dit deel van de ondergrond bestaat grotendeels uit afzettingen van de Southern Bight Formatie, waar nu door de begrenzing van het lagenmodel in het voxelmodel minder stoorlagen aanwezig zijn.

Er komen in DIS 3.0 meer geïsoleerde stoorlagen voor dan in DIS 2.1, wat komt door het niet toepassen van het cleaning algoritme op DIS 3.0 en wel op DIS 2.1. Doordat lithoklassen zijn begrensd door het lagenmodel passen deze geïsoleerde stoorlagen (en andere geïsoleerde voxels) wel goed in het geologische beeld.

De geïsoleerde stoorlagen geven een ander beeld van de kaarten met winddieptes of doorsnedes van het voxelmodel, maar zien er vanuit geologisch oogpunt realistischer uit. Vermoedelijk verandert het cleaning algoritme ook het voorkomen van stoorlagen van 0,5 m. In DIS 3.0 zijn er meer en/of ondieper gelegen stoorlagen van 0,5 m dik, wat zich door vertaalt in lagere volumes.

Nieuwe data, zowel boringen als het gebruik van seismiek voor het lagenmodel, heeft met name in het midden en zuiden van het gebied voor een beter beeld gezorgd met onder andere nieuw waargenomen stoorlagen.

Daarnaast zijn er vele structurele aanpassingen gedaan aan het DIS, zoals een goede verticale referentie en ander coördinatensysteem, die zorgen voor een betere nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en bruikbaarheid (bijvoorbeeld het combineren met andere modellen of data).

Over het geheel gezien geeft DIS 3.0 een beter en nauwkeuriger beeld van de potentieel winbare hoeveelheid zand en met een grotere betrouwbaarheid.

5 Referenties

Blauw, M.(2019). Update Delfstoffen Informatie Systeem - DIS 2.1. Deltares, rapport 11202051-002-BGS-0008

Nederhoff, K., Blauw, M. (2019). Vastleggen verticale positie boringen. Deltares-memo 11202051-002-BGS-006

Stam, J.C. (2020a). DIS Zeeland Lagenmodellering. TNO notitie 060.39381-02iv

Stam, J.C. (2020b). Notitie DIS 3.0 Voxelmodellering offshore Zeeland. TNO-notitie 060.43868-03iv

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