

Nota

Datum: 08/06/2020
Aan: Jürgen Suffis, Afdeling Maritieme Toegang
Auteur: Aline Pieterse, Symine Henkens
Nazicht: Gijsbert van Holland
Documentref: I/NO/11498/19.280/API

Betreft : Volumeberekening Hooge Platen West en Hooge Platen Noord

Inhoudstafel

1. INLEIDING	2
2. HOOGHE PLATEN WEST.....	3
2.1 VERWERKING	3
2.2 RESULTATEN.....	4
2.3 BESPREKING	5
2.4 CONCLUSIE.....	14
3. HOOGHE PLATEN NOORD.....	15
3.1 VERWERKING	15
3.2 RESULTATEN.....	15
3.3 BESPREKING	16
3.4 CONCLUSIE.....	21
4. REFERENTIES.....	22

1. INLEIDING

Deze nota is opgesteld op vraag van het Overleg Flexibel Storten in het kader van de opvolging van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen, stortzone Hooge Platen West en stortzone Hooge Platen Noord, in de Westerschelde.

In het kader van de toetsing van de kwaliteitsparameters uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten, dient de stabiliteit van de gestorte specie op de plaatranden bepaald te worden.

Op beide stortzones bevindt zich een ondiepte (boven -2 m NAP) die in de reguliere peilingen niet mee gepeild wordt. Door het ontbreken van deze ondiepe gebied in de peilingen, en door de migratie van deze gebieden, levert dit afwijkingen op in de volumeverschilberekeningen.

Voor de Hooge Platen West stelt zich een tweede probleem: de geul ten oosten van het ondiepe gebied (Plaatje van Breskens) schuift op in oostwaartse richting en verlaat zo de rekenpolygoon. Dit vertekent eveneens de volumes die worden berekend voor stortzone Hooge Platen West.

Om uit te sluiten dat de twee genoemde fenomenen een grote invloed hebben op de volumeberekeningen, en om de grootte ervan te kunnen inschatten, wordt een bijkomende analyse gedaan waarbij:

- De rekenpolygoon voor de Hooge Platen West wordt uitgebreid voor zodat de geul de rekenpolygoon niet verlaat;
- Hiaten worden opgevuld met LIDAR, raaidata of vakloding data. Deze data zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat; de bathymetrische peilingen door afdeling Maritieme Toegang.

Op basis van deze uitgebreide dataset worden volumeberekeningen uitgevoerd. Deze zijn gerapporteerd in voorliggende nota.

Door recente morfologische ontwikkelingen is ook op de oostelijke zandrug van de Hooge Platen Noord een gebied ontstaan die bij reguliere peilingen niet meer opgemeten wordt. Om het volume te kennen welke in het niet ingepeilde gebied opgeslagen is, dienen aanvullende berekeningen te worden uitgevoerd.

2. HOOG PLATEN WEST

2.1 VERWERKING

Voor elk jaar vanaf 2010 werden door Rijkswaterstaat LIDAR en/of vaklodingsdata ter beschikking gesteld. Deze werden gebruikt om de verschillende peilingen voor elk jaar aan te vullen om zo een gebiedsdekkend beeld te verkrijgen.

De volgende peilingen, die overeen komen met het begin/einde van de vergunningsjaren, werden samengevoegd met de genoemde LIDAR of vaklodingsgegevens:

- T0 van 4 februari 2010 + LIDAR 2010
Na opvulling met de LIDAR data van 2010 blijft een klein hiaat over aan het Plaatje van Breskens. Dit hiaat wordt door interpolatie ingevuld waarbij single-beam raaidata ook in rekening werd gebracht.
- T16 van 16 februari 2011 + LIDAR 2011
Na opvulling met de LIDAR data van 2011 blijven zeer grote hiaten aanwezig. Omdat T16 een peiling is die gebruikt is voor de toetsing van de criteria vastgelegd in het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten, zijn de hiaten toch opgevuld, om in de verschilberekeningen een indicatie te krijgen de totale stabiliteit.
- T26 van 8 februari 2012 + LIDAR 2012
De data wordt aangevuld met de LIDAR gegevens van 2012. Hiaten worden verder opgevuld door interpolatie.
- T37 van 13 februari 2013 + Vakloding 2013
De data wordt aangevuld met de vakloding van 2013.
- T50 van 31 januari 2014 + LIDAR 2014
De data wordt aangevuld met de LIDAR gegevens van 2014.
- T63 van 5 februari 2015 + LIDAR 2015
De data wordt aangevuld met de gecombineerde LIDAR+Vakloding van 2015.
- T74 van 24 januari 2016 + LIDAR 2016
De data wordt aangevuld met de gecombineerde LIDAR+Vakloding van 2016.
- T85 van 27 februari 2017 + LIDAR 2016
De data wordt aangevuld met de gecombineerde LIDAR+Vakloding van 2017.
- T96 van 14 februari 2018 + LIDAR 2018
De data wordt aangevuld met de LIDAR gegevens van 2018
- T109 van 20 februari 2019 + LIDAR 2019
De data wordt aangevuld met de LIDAR gegevens van 2019.

De datasets die gebruikt worden voor de volumeverschilberekeningen zijn uiteindelijk de volgende:

• T0 meting:	T0	+ LIDAR 2010	+ raaidata	+ interpolatie
• Toetsing jaar 1:	T16	+ LIDAR 2011		+ interpolatie
• Toetsing jaar 2:	T26	+ LIDAR 2011		+ interpolatie
• Toetsing jaar 3:	T37	+ Vakloding 2013		
• Toetsing jaar 4:	T50	+ LIDAR 2014		+ interpolatie
• Toetsing jaar 5:	T63	+ LIDAR-Vakloding 2015		
• Toetsing jaar 6:	T74	+ LIDAR-Vakloding 2016		

- Toetsing jaar 7: T85 + LIDAR-Vakloding 2017
- Toetsing jaar 8: T96 + LIDAR 2018
- Toetsing jaar 9: T109 + LIDAR 2019

2.2 RESULTATEN

De volumeberekeningen tussen T0 enerzijds en T16, T26, T37, T50, T63, T74, T85, T96, en T109 anderzijds, zijn uitgevoerd voor de hele rekenpolygoon. De uitsluiting van het gebied ter hoogte van het Plaatje van Breskens, die gebruikt wordt in de maandrapportages, is achterwege gelaten en de polygoon is ten oosten van het Plaatje verder oostwaarts uitgebreid om de migrerende geul volledig in rekening te brengen. De resultaten van de volumeberekeningen zijn weergegeven in Tabel 2-1. Hier worden zowel de volumeberekeningen die enkel op de peilingen zijn gebaseerd (zoals in IMDC (2019)) weergegeven, als die waarbij de hogere zones door vaklodingen en LIDAR werden aangevuld.

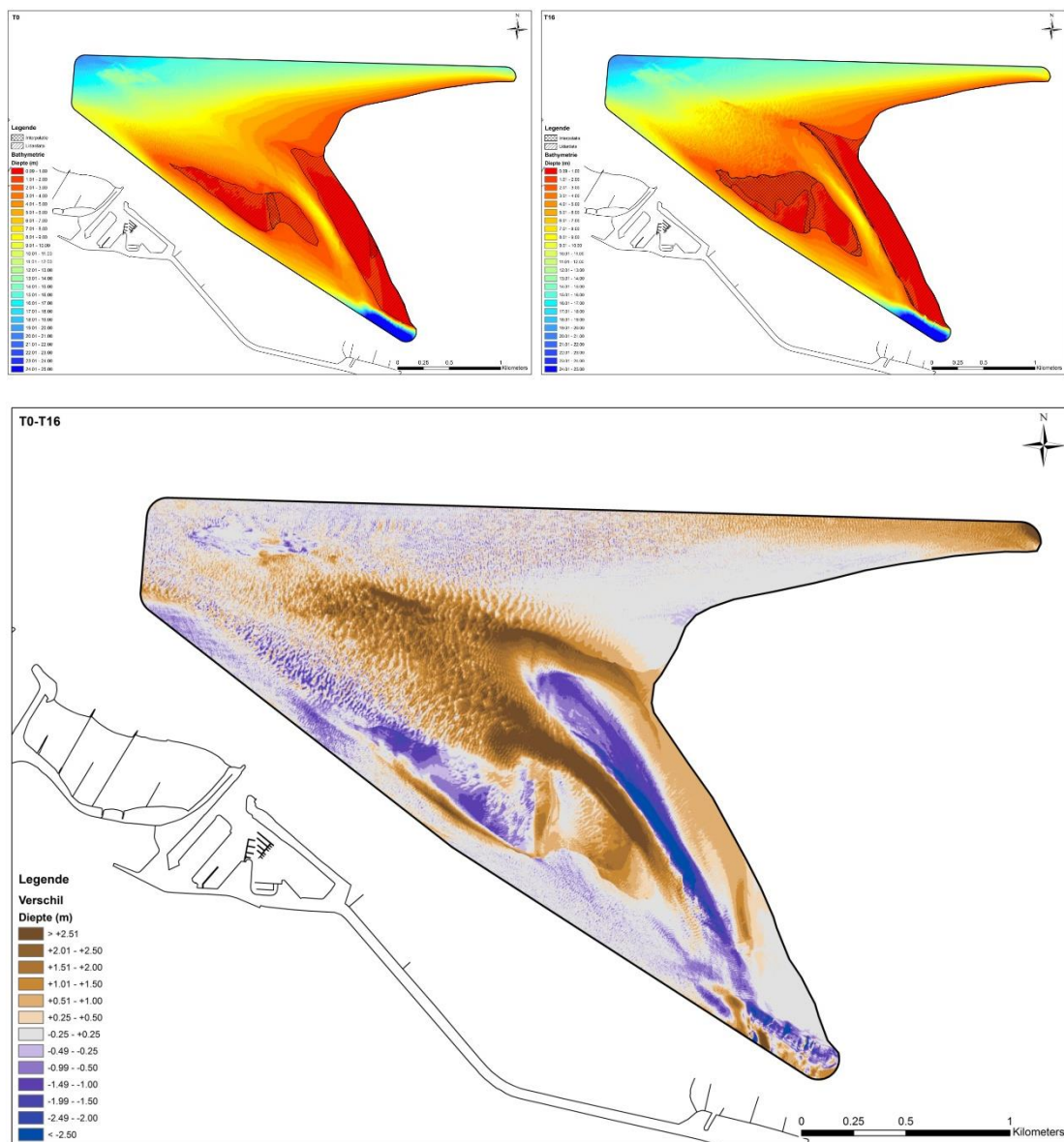
Tabel 2-1: Resultaten van de volumeberekeningen en stabiliteit.

			Bathymetrie		Bathymetrie + aanvulling		
Datum	Peiling	Gestort	Gepeild volume	Stabiliteit	Gepeild volume	Stabiliteit	Type aanvulling
04/02/2010	T0	0	0	-	0	-	L2010, INTP
16/02/2011	T16	1 952 569	1 214 198	62%	1 552 298	80%	L2011, INTP
08/02/2012	T26	2 532 354	1 783 120	70%	1 725 233	68%	L2012, INTP
13/02/2013	T37	2 532 354	1 597 878	63%	1 675 303	66%	VKL 2013
31/01/2014	T50	2 660 047	1 799 806	68%	1 985 411	75%	L2014, INTP
5/02/2015	T63	2 660 047	1 572 337	59%	1 473 815	55%	VKL+L2015
24/01/2016	T74	3 280 757	2 099 818	64%	2 015 598	61%	VKL2016
27/02/2017	T85	4 216 086	2 491 431	59%	2 289 536	54%	VKL2017
14/02/2018	T96	5 245 817	3 312 116	63%	3 034 877	57%	L2018
20/02/2019	T109	6 322 934	3 100 200	49%	3 041 800	48%	L2019

2.3 BESPREKING

2011: T0-T16

De verschilkaart voor het interval T0-T16 wordt gekenmerkt door een sterke sedimentatie op het oostelijk deel van het Plaatje van Breskens en de zuidelijke rand van dit plaatje. Het westelijk deel vertoont erosie. Ten oosten van de geul is eveneens sedimentatie opgetreden. Alles bij elkaar geeft de volumeberekening een totale bijkomend sedimentvolume van meer dan 300 000 m³. Volgens deze nieuwe berekening wordt aan het criterium van 80% stabiliteit (criterium 1 jaar na start verdieping) voldaan. Deze toename zal grotendeels te wijten zijn aan de sedimentatiezone op de oostrand van het Plaatje van Breskens. Er dient echter ook mee rekening gehouden te worden dat de omvang van de interpolatie zeer groot is (en zonder beschikbare RTK-raidata).

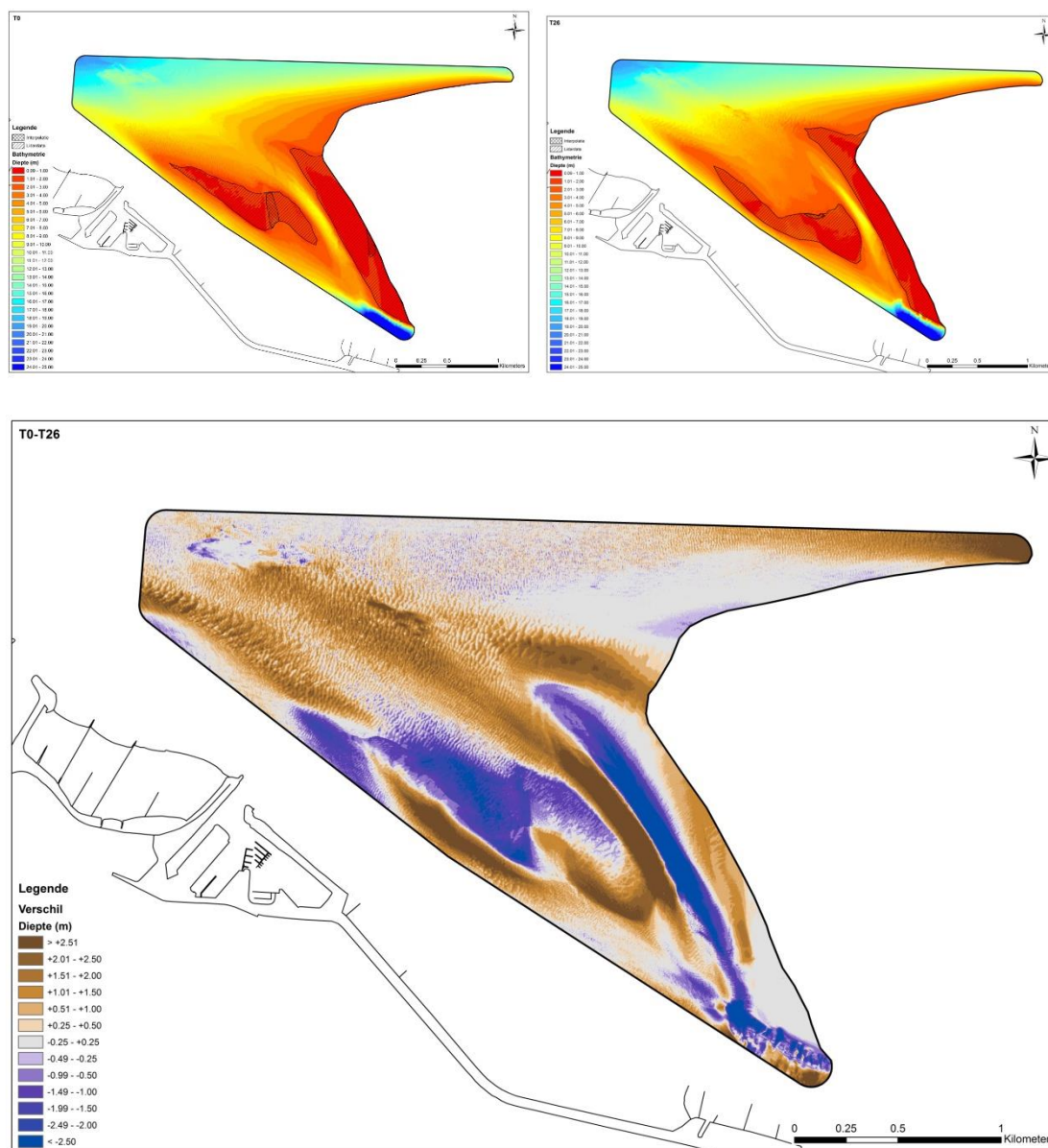


Figuur 2-1: Dieptekaart T0, T16 en verschilkaart T0-T16.

2012: T0-T26

Op de verschilkaart wordt vastgesteld dat het noordwestelijk deel van het Plaatje van Breskens heel sterk geërodeerd is, maar dat de oost- en zuidrand verder uitgebouwd zijn. Wat nu ook tot uiting komt is de sedimentatie die ook in zuidoostwaartse richting versterkt wordt. De geul ligt nu volledig binnen de rekenpolygoon wat ook een negatieve invloed heeft op de volumeberekening.

Alles bij elkaar neemt het volumeverschil af met ca. 60 000 m³ (in vergelijking met de berekening in het Toetsverslag na 2 jaar) waardoor de totale stabiliteit ook afneemt van 70% naar 68% en zo het toetscriterium net niet gehaald wordt.

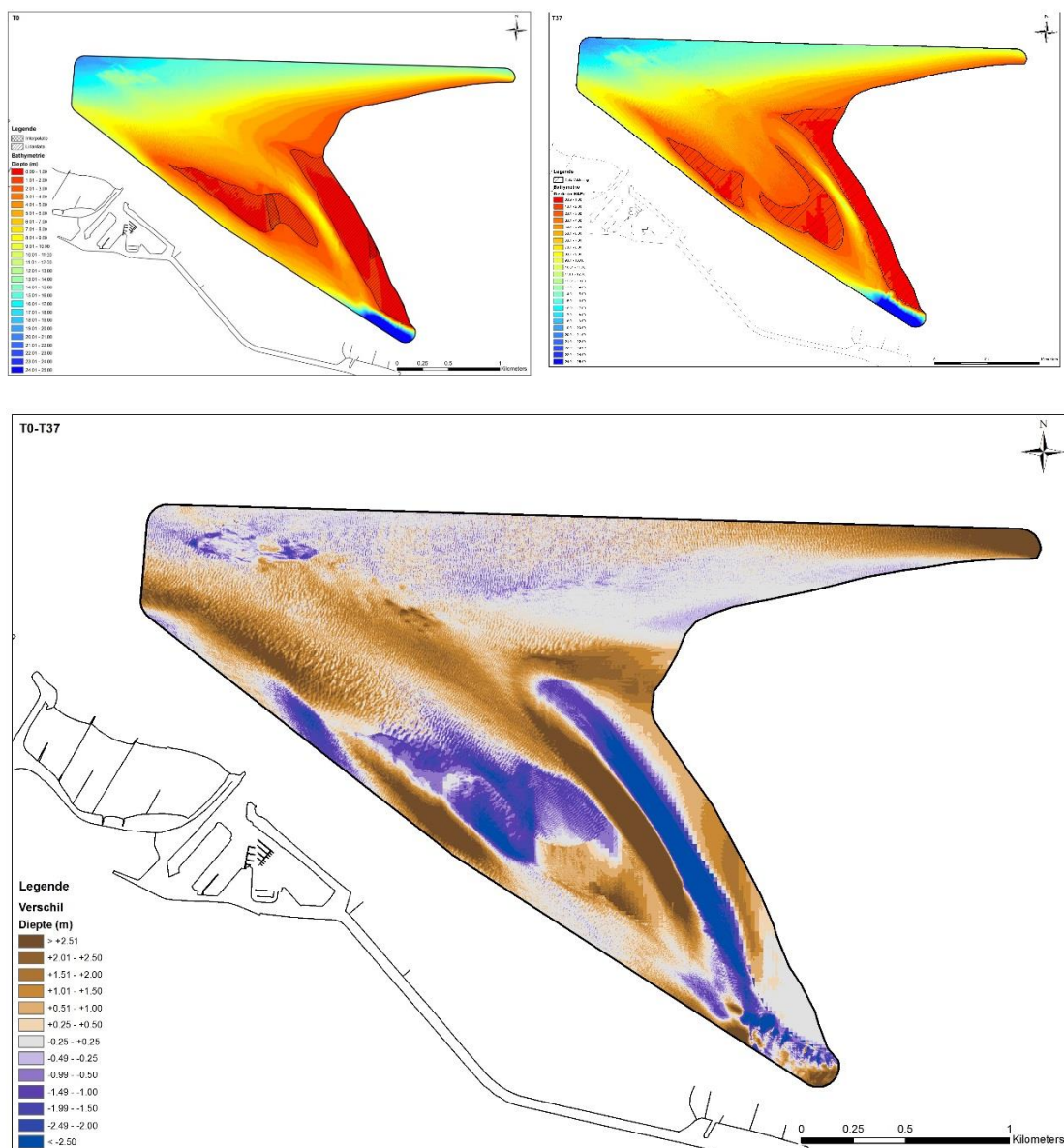


2013: T0-T37

De gekende erosie en sedimentatiepatronen komen ook in deze tijdsstap terug. Het noordwestelijke deel van het Plaatje van Breskens kent erosie, terwijl er sedimentatie optreedt ten zuiden en ten oosten van het plaatje. De geul ten oosten van het plaatjes schuift verder op in oostelijke richting. Centraal en op het noordoostelijke deel van de plaatrand komt sedimentatie voor. Op de noordoostelijke punt is het sediment dat er neerslaat afkomstig uit de noordelijke plaatrandstortzone van de Hooge Platen.

In totaal wordt er ca. 2.5 miljoen m³ baggerspecie gestort. De stabiliteit van de stortingen bedraagt 66%.

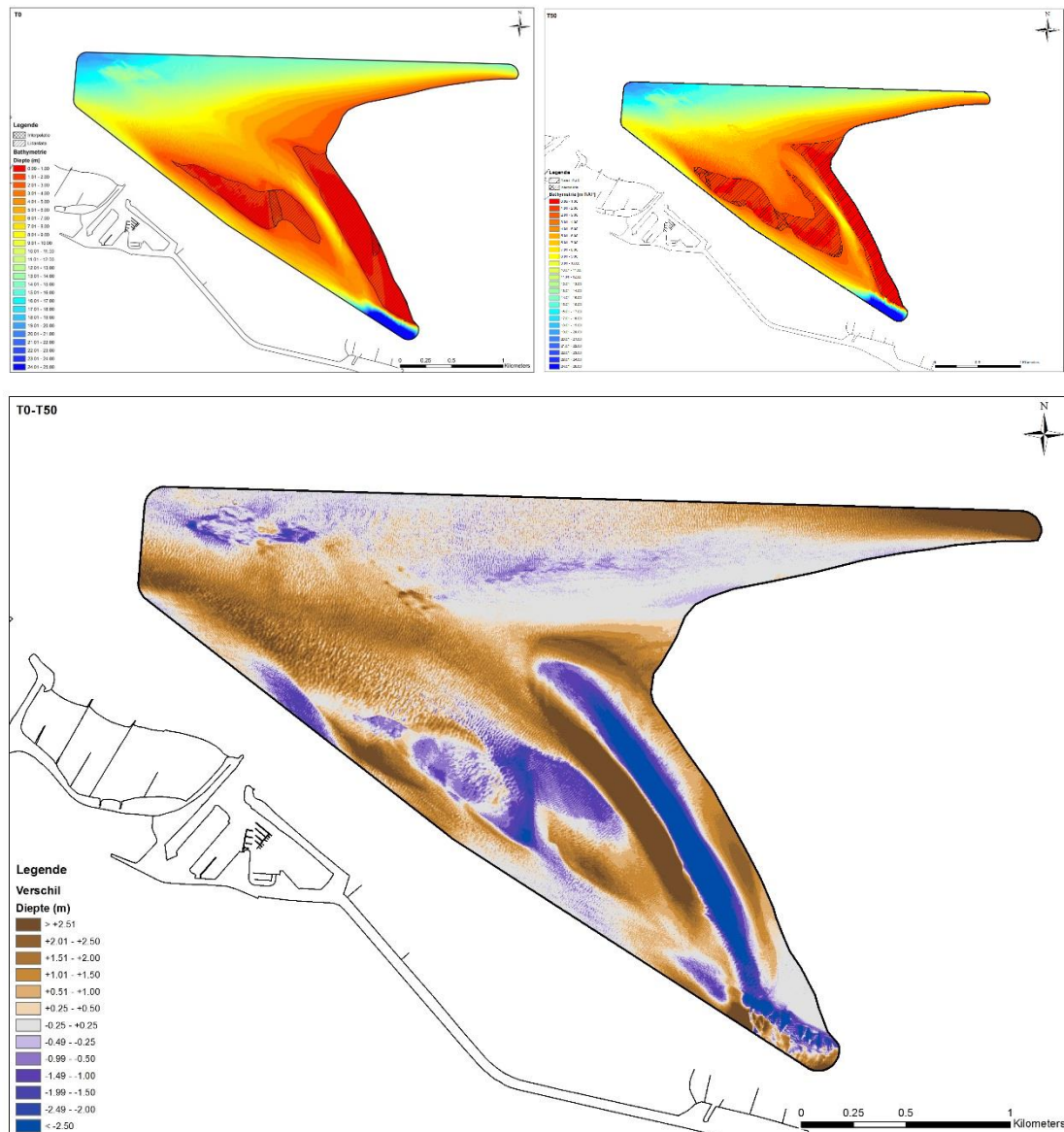
De aanvullingen zijn gebeurd met data afkomstig van de vakloding 2013. Deze dataset werd aangeleverd als 20 m grid, waardoor de berekeningen minder nauwkeurig zullen zijn.



Figuur 2-3: Dieptekaart T0, T37 en verschilkaart T0-T37.

2014: T0-T50

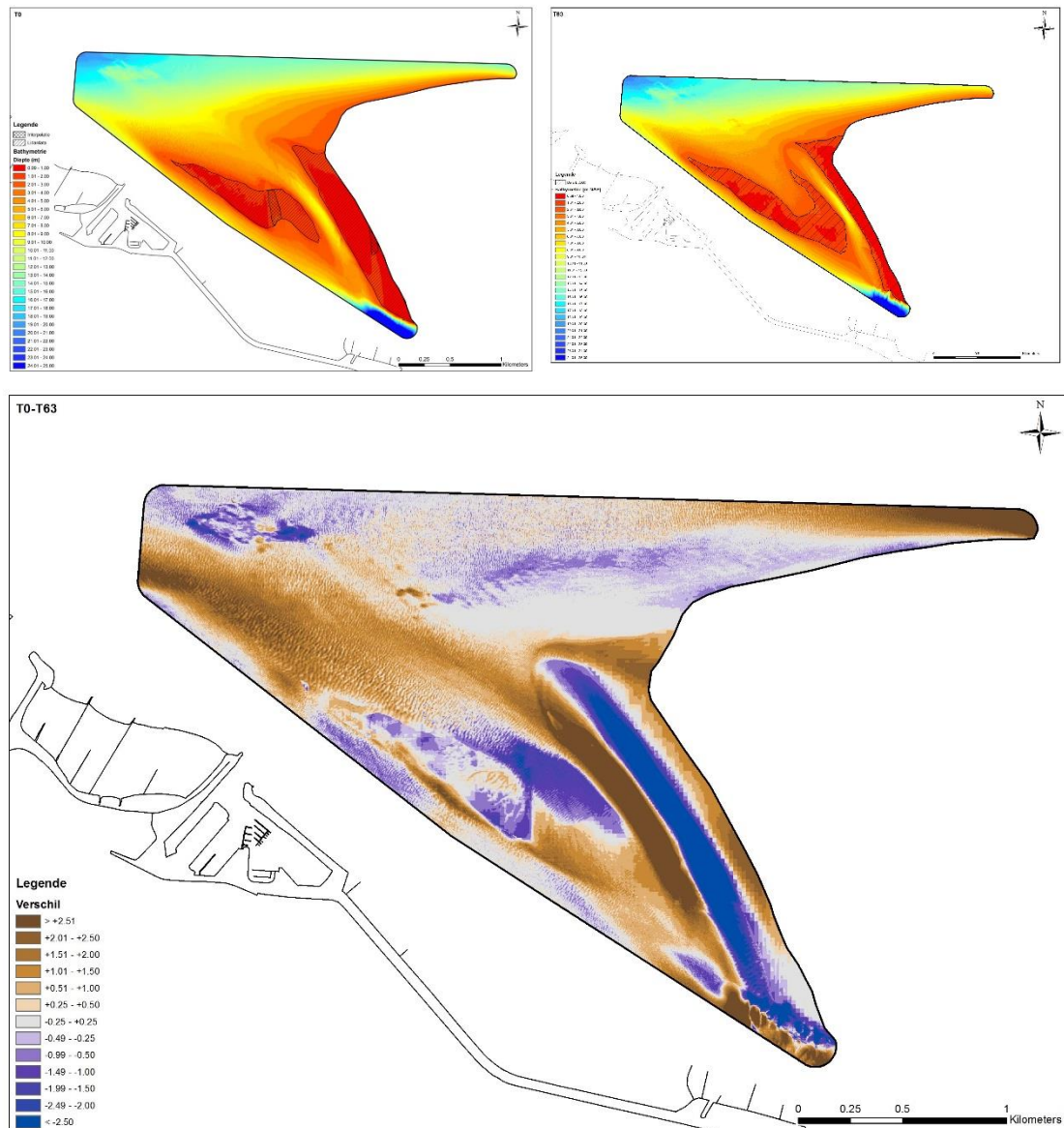
Sinds de laatste grote peiling is bijna 130 000 m³ bijgestort, deze stortingen veroorzaken een netto volume aangroei van ruim 220 000 m³, en een stijging van de totale stabiliteit tot 75%. Het geultje schuift verder op in oostelijke richting. Netto sedimentatie komt voor langs beide zijden van het geultje. Daarnaast is er ook volume aangroei op te merken op en aan het uiteinde van de westelijke arm van het plaatje van Breskens. Net ten zuiden van deze arm ligt een zone die sterke erosie kent. Rond het noordelijke uiteinde van het geultje wordt de plaatrand wat dieper en op het noordoostelijke gedeelte komt netto volume aangroei voor. Het duinenveld centraal op de plaatrand kent ook een netto volume aangroei, maar dit is voornamelijk te wijten aan de stortingen in deze zone.



Figuur 2-4: Dieptekaart T0, T50 en verschilkaart T0-T50.

2015: T0-T63

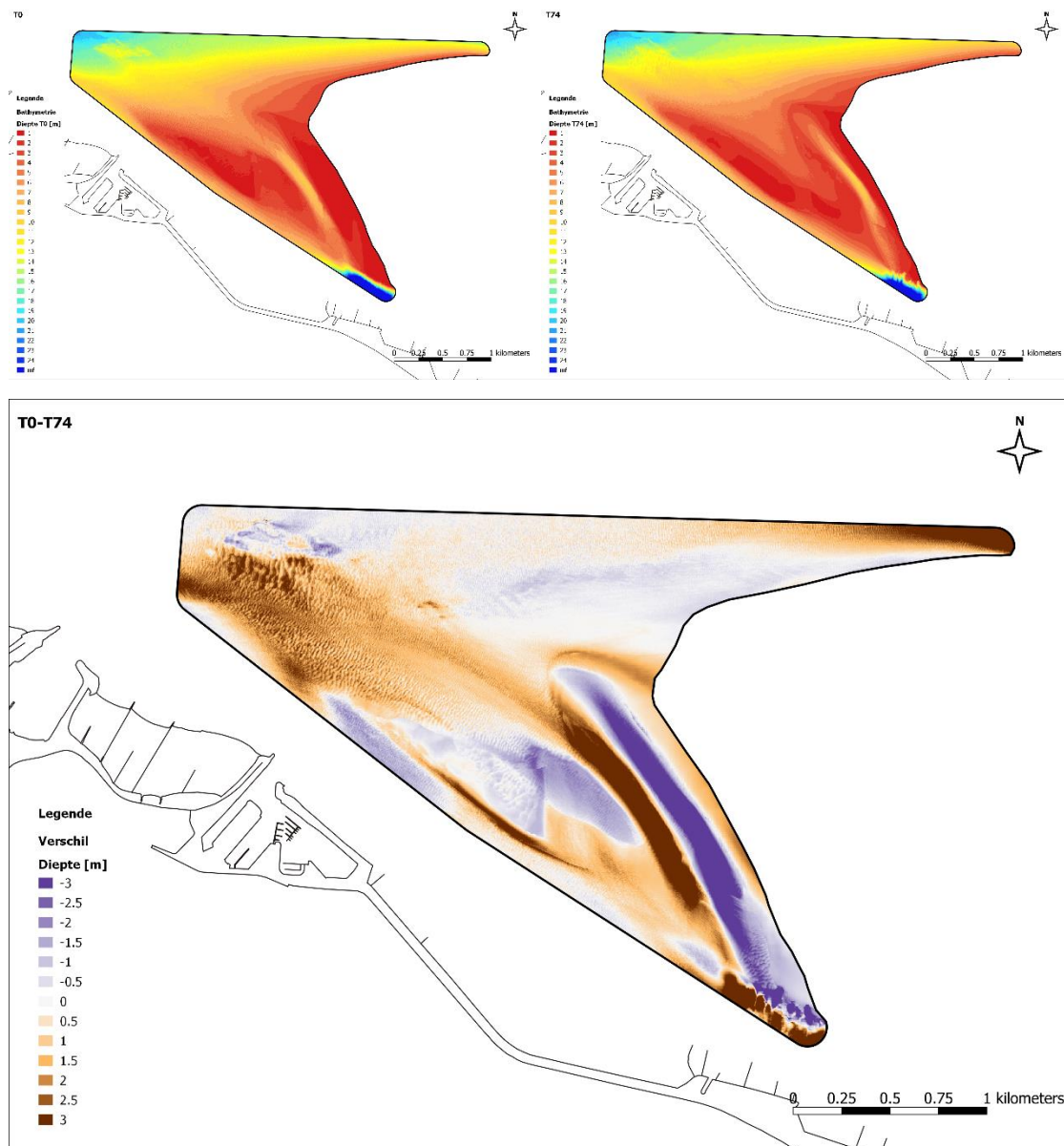
In 2014 en tijdens de eerste maanden van 2015 werden geen stortingen uitgevoerd op de plaatrandstortzone Hoge Platen West. De volumedaling die is ingezet na de laatste stortingen zet zicht door. De verbredening van de vloodschaar die zich aan de binnenzijde van het Plaatje van Breskens gevormd heeft, zorgt voor een oostwaartse verschuiving van het geultje en de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens, wat belangrijke zones van sedimentatie en erosie veroorzaakt. Belangrijke erosie komt ook voor ten zuiden van de zuidelijke arm van het Plaatje van Breskens, ook op het noordelijke deel van de plaatrandstortzone ondervindt beperkte erosie. Sedimentatie concentreert zich op de hogere delen van het Plaatje van Breskens. De totale stabiliteit bij T63 bedraagt 55%.



Figuur 2-5: Dieptekaart T0, T63 en verschilkaart T0-T63.

2016: T0-T74

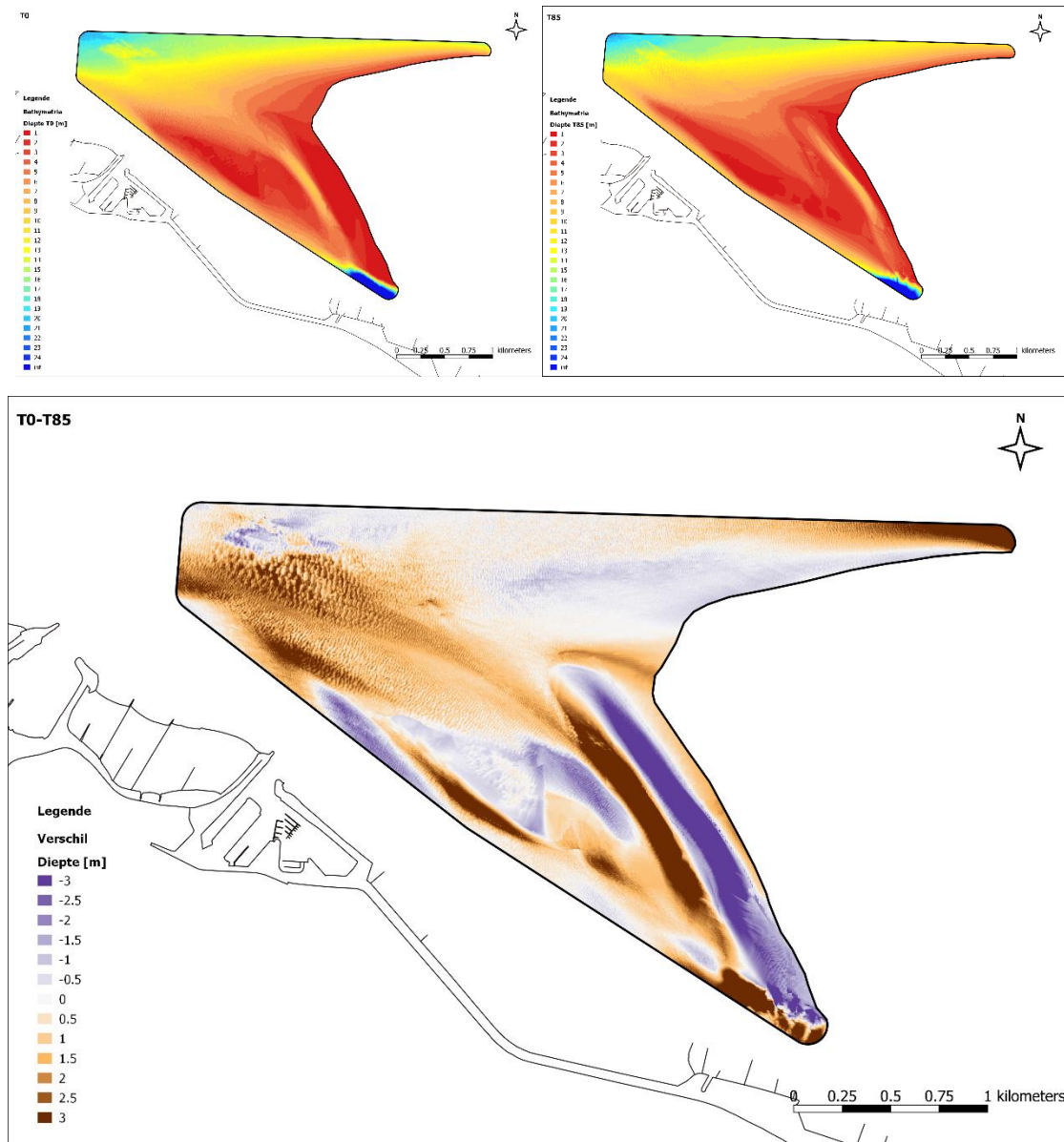
Sinds peiling T63 werd er ruim 620 000 m³ aan baggerspecie gestort op de Hoge Platen West. Tegelijkertijd nam het gepeilde volume in de zone toe met ca. 520 000 m³. In de hogere delen, waar de vaklodingsdata werd gebruikt, neemt het volume nog iets meer toe ten opzichte van 2015. De vloedschaar wordt minder uitgesproken en verschuift naar het zuidoosten. Op het westelijke deel wat tevens het deel waar de stortingen plaatsvinden treedt sterke aanzanding op. De stabiliteit ten opzichte van T0 ligt in 2016 op 64%.



Figuur 2-6: Dieptekaart T0, T74 en verschilkaart T0-T74.

2017: T0-T85

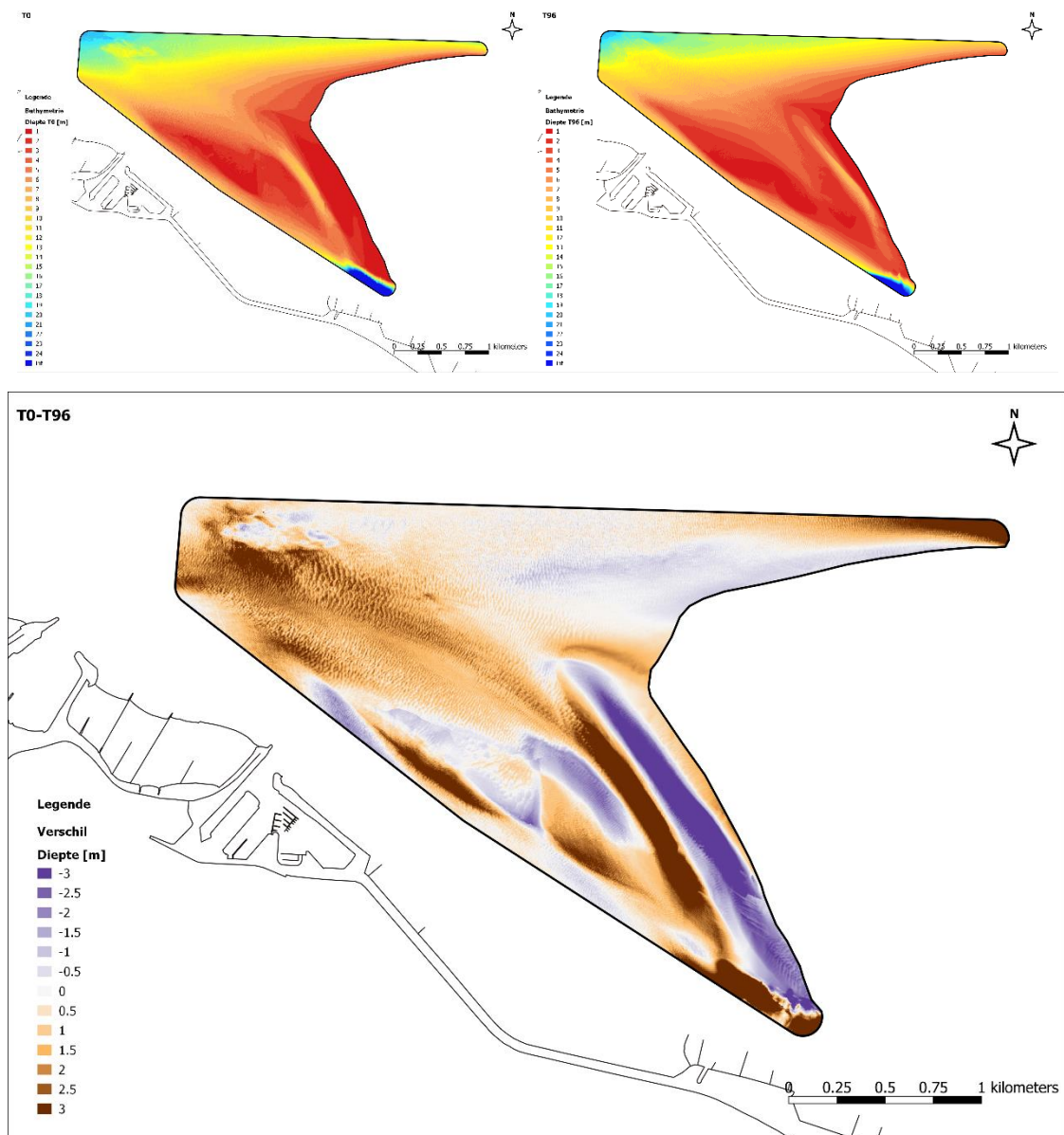
Tussen peiling T85 en T74 werd ca. 935 000 m³ baggerspecie aangebracht op Hoge Platen West. Het gepeilde volume stijgt tegelijkertijd met 391 613 m³. In de hoge delen wordt minder volumetoename opgemeten. De stabiliteit ten opzichte van T0 ligt op 59% op basis van de peiling, maar op 54% inclusief de vaklodingsdata van de hogere delen. De verschuiving van het Plaatje van Breskens en de vloedschaar heeft zich nu nog meer naar het zuidoosten verdergezet. Ook de verondieping op het westelijke deel, waar steeds wordt gestort, blijkt aan te houden. De verondieping in het noordoostelijke deel van de stortzone lijkt met de jaren af te nemen.



Figuur 2-7: Dieptekaart T0, T85 en verschilkaart T0-T85.

2018: T0-T96

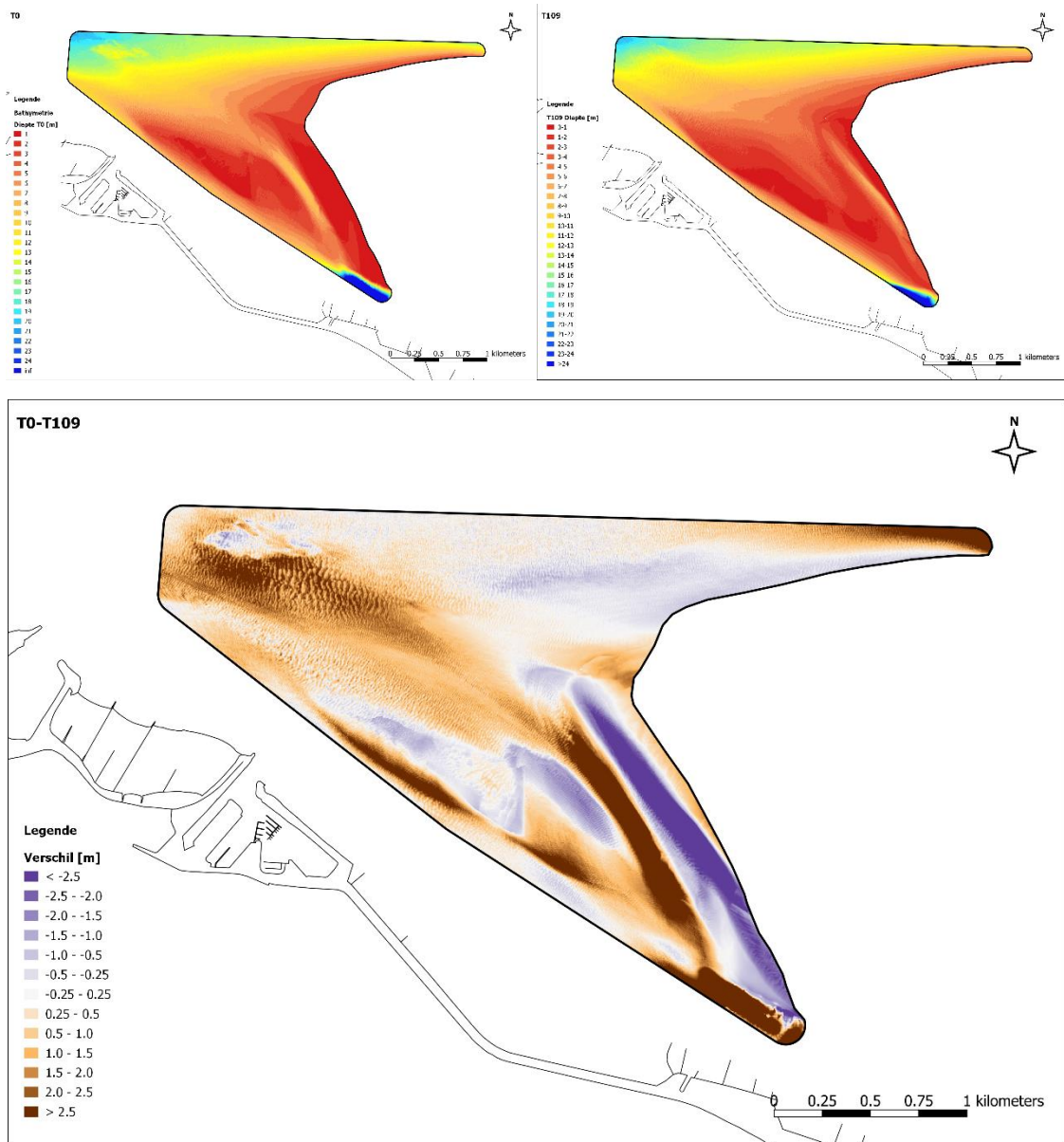
Bij peiling T96 werd er sinds T85 ca. 1 030 000 m³ baggerspecie aangebracht op Hoge Platen West. Het gepeilde volume is in deze periode gestegen met 820 685 m³. De stabiliteit in het gepeilde gebied ligt op 63%, en inclusief de hogere zones op 57%. Het plaatje van Breskens groeit aan vanuit het noorden. De vloodschaar tussen de Hooge Platen en het Plaatje van Breskens verplaatst zich wederom meer naar het zuidoosten en wordt smaller.



Figuur 2-8: Dieptekaart T0, T96 en verschilkaart T0-T96.

2019: T0-T109

Tussen peiling T109 en T96 werd ca. 1 080 000 m³ baggerspecie aangebracht op Hoge Platen West. Het gepeilde volume is in dit geval echter gedaald in vergelijking met het jaar voorheen met ca. 200 000 m³. Wanneer de LIDAR data van 2019 mee wordt genomen is het teruggevonden volume echter vrijwel gelijk gebleven, met een kleine stijging van ca. 7 000 m³. Op basis van de data die beschikbaar zijn lijkt de vloodschaar verder te versmallen en wordt deze steeds minder uitgesproken.



Figuur 2-9: Dieptekaart T0, T109 en verschilkaart T0-T109.

2.4 CONCLUSIE

In de eerste 4 jaren na de start van de derde verruiming, lag de stabiliteit op basis van de peilingen steeds tussen de 60 en 70 %. In deze jaren was het teruggevonden volume voor de zone, waarbij de peilingen werden aangevuld met LIDAR en vaklodingsdata, over het algemeen hoger dan wanneer enkel de peilingen werden beschouwd. Sinds 2015 is dit niet meer het geval, en wordt steeds een lager volume teruggevonden voor de aangevulde dataset dan voor enkel de peilingen. Daarnaast neemt de stabiliteit voor de gepeilde zone iets af, voornamelijk in het laatste jaar, waarbij de stabiliteit voor het eerst onder de 50% komt. Dit geeft aan dat meer sediment zich uit de zone heeft bewogen. Wanneer de LIDAR data mee wordt beschouwd, wordt echter een lichte toename van volume waargenomen tussen 2018 en 2019 bij de Hooge Platen West.

3. HOOG PLATEN NOORD

3.1 VERWERKING

De toetspeilingen voor jaar 5 tot en met jaar 9 na de aanvang van de derde verruiming werden aangevuld met de beschikbare vaklodingen en LIDAR data van 2015 tot en met 2019. De datasets die gebruikt werden voor de volumeverschilberekeningen zijn de volgende:

- T0 meting: T0 + LIDAR 2010
- Toetsing jaar 5: T64 + Vakloding 2015
- Toetsing jaar 6: T71 + Vakloding 2016
- Toetsing jaar 7: T84 + Vakloding 2017
- Toetsing jaar 8: T91 + LIDAR 2018
- Toetsing jaar 9: T97 + LIDAR 2019

3.2 RESULTATEN

De volumeberekeningen tussen T0 en T64, T71, T84, T91, en T97, zijn uitgevoerd over de gehele rekenpolygoon. De exclusie ter hoogte van de oostelijke zandrug die gebruikt wordt in de maandrapportages, is achterwege gelaten om het migrerende ondiepe deel volledig in rekening te brengen. De resultaten van de volumeberekeningen zijn weergegeven in Tabel 3-1. Hier worden zowel de volumeberekeningen die enkel op de peilingen zijn gebaseerd (zoals in IMDC (2019)) weergegeven, als die waarbij de hogere zones door vaklodingen en LIDAR werden aangevuld.

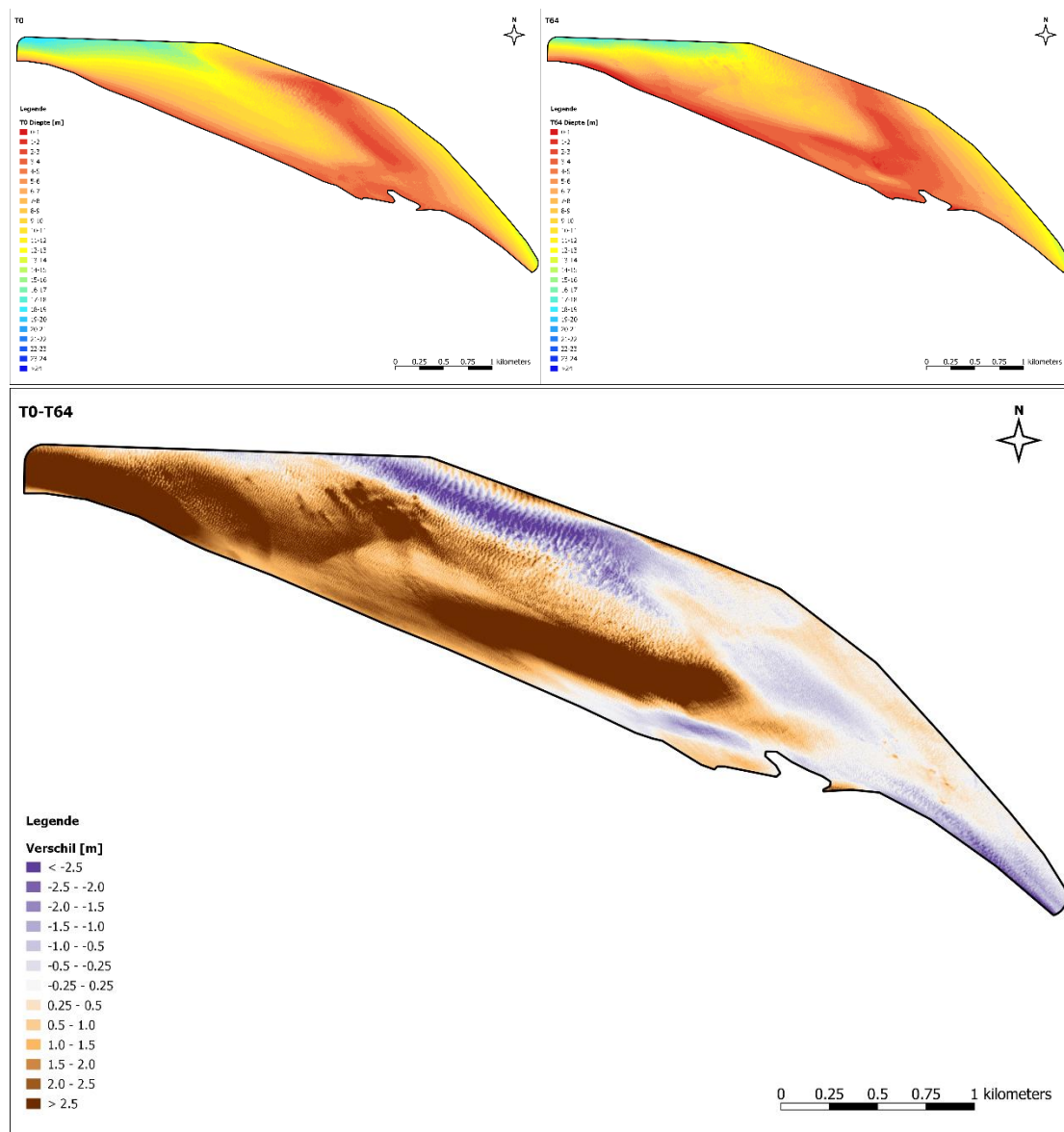
Tabel 3-1: Resultaten van de volumeberekeningen en stabiliteit.

			Bathymetrie		Bathymetrie + aanvulling		
Datum	Peiling	Gestort	Gepeild volume	Stabiliteit	Gepeild volume	Stabiliteit	Type aanvulling
04/02/2010	T0	0	0	-	0	-	-
03/02/2015	T64	4 272 392	4 327 670	101%	4 385 528	103%	VKL2015
07/03/2016	T71	4 290 725	3 619 251	84%	3 869 453	90%	VKL2016
1/03/2017	T84	4 434 497	3 625 483	82%	3 831 303	86%	VKL2017
28/12/2017	T91	4 434 497	3 317 316	75%	3 657 600	82%	L2018
28/2/2019	T97	4 434 497	2 748 558	62%	3 571 165	81%	L2019

3.3 BESPREKING

2015: T0-T64

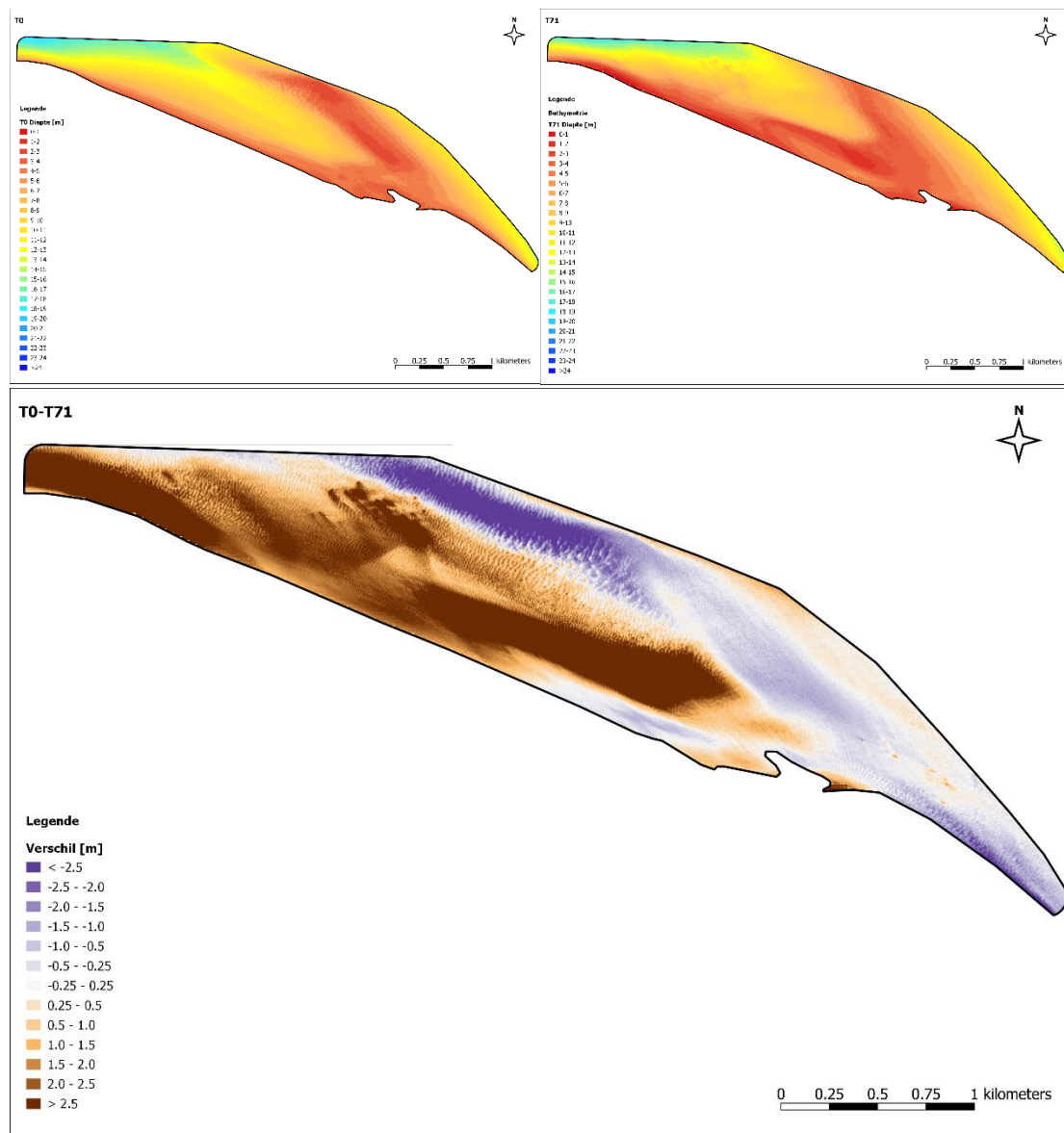
Tussen de T0 peiling van 04/02/2010 en de toetspeiling van jaar 5, T64 (03/02/2015), werd ruim 4 270 000 m³ sediment aangebracht in de zone Hooge Platen Noord. Een vergelijkbaar volume, namelijk bijna 4 330 000 m³ werd teruggevonden op basis van de toetspeiling. Wanneer de vaklodingsdata wordt meegenomen, neemt dit met nog bijna 60 000 m³ toe. Begin 2015 was het teruggevonden volume in de zone dus hoger dan het gestorte volume. De verondieping in de zone heeft voornamelijk plaatsgevonden in de westelijke punt, en het centrale zuidelijke deel (Figuur 3-1). Dit komt overeen met de locatie van de stortingen. In het oostelijke deel van de zone werd ook sediment gestort, maar hier wordt voornamelijk lichte verdieping waargenomen.



Figuur 3-1: Dieptekaart T0, T64 en verschilkaart T0-T64.

2016: T0-T71

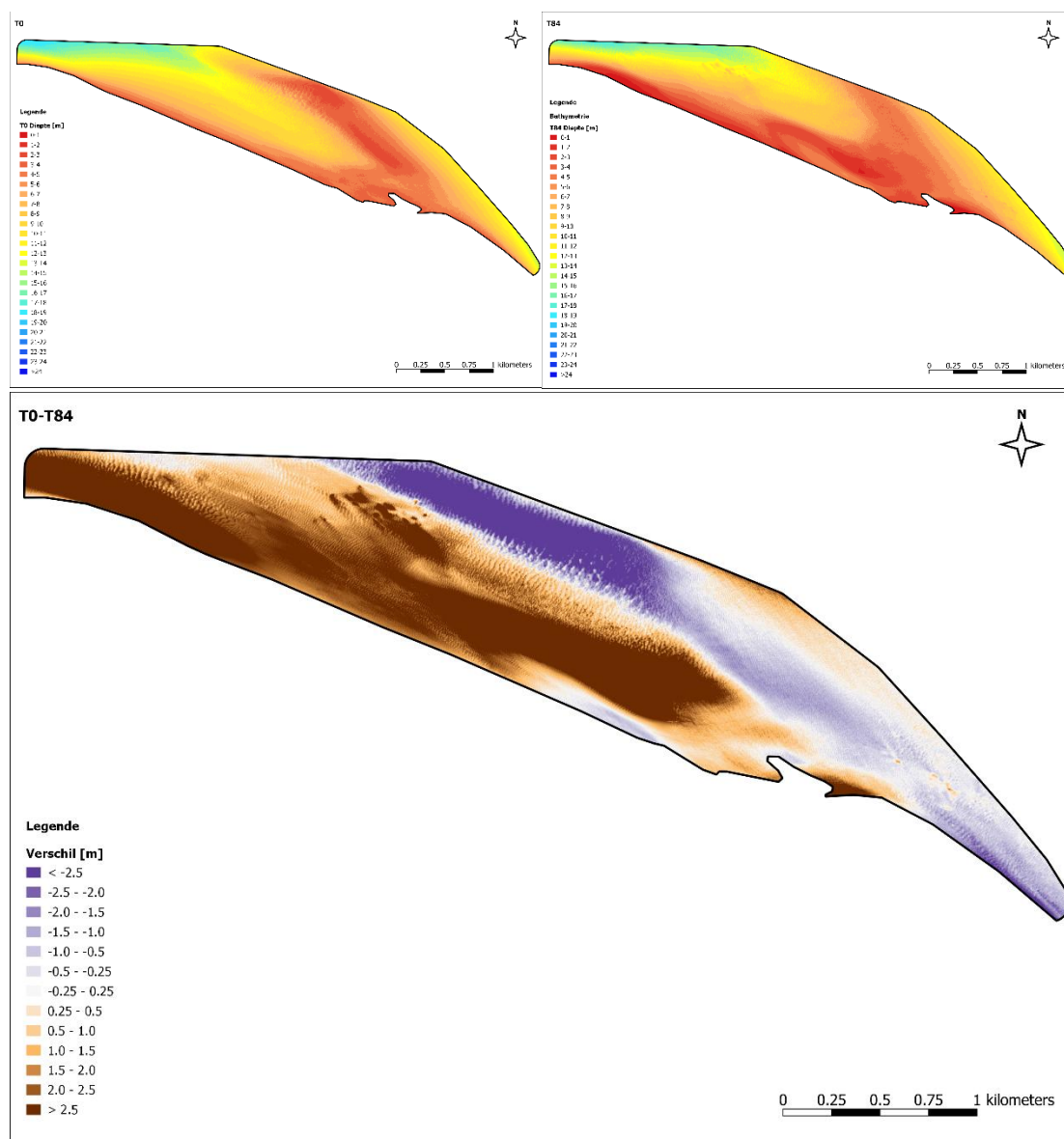
Het totaal gestorte volume tussen peiling T0 en de toetspeiling van jaar 6, T71 (07/03/2016) is vrijwel gelijk aan dat van jaar 5, namelijk ca. 4 290 000 m³. Het teruggevonden volume in de peiling is in dit jaar wel afgenomen en ligt nu lager dan het gestorte volume, op ca. 3 620 000 m³. Wanneer de vaklodingsdata wordt meegenomen, neemt het opgemeten volume toe naar ca. 3 870 000 m³. Het verschil tussen deze volumes is groter dan in het voorgaande jaar, wat suggereert dat meer sediment zich in deze periode naar de hoger gelegen delen heeft verplaatst.



Figuur 3-2: Dieptekaart T0, T71 en verschilkaart T0-T71.

2017: T0-T84

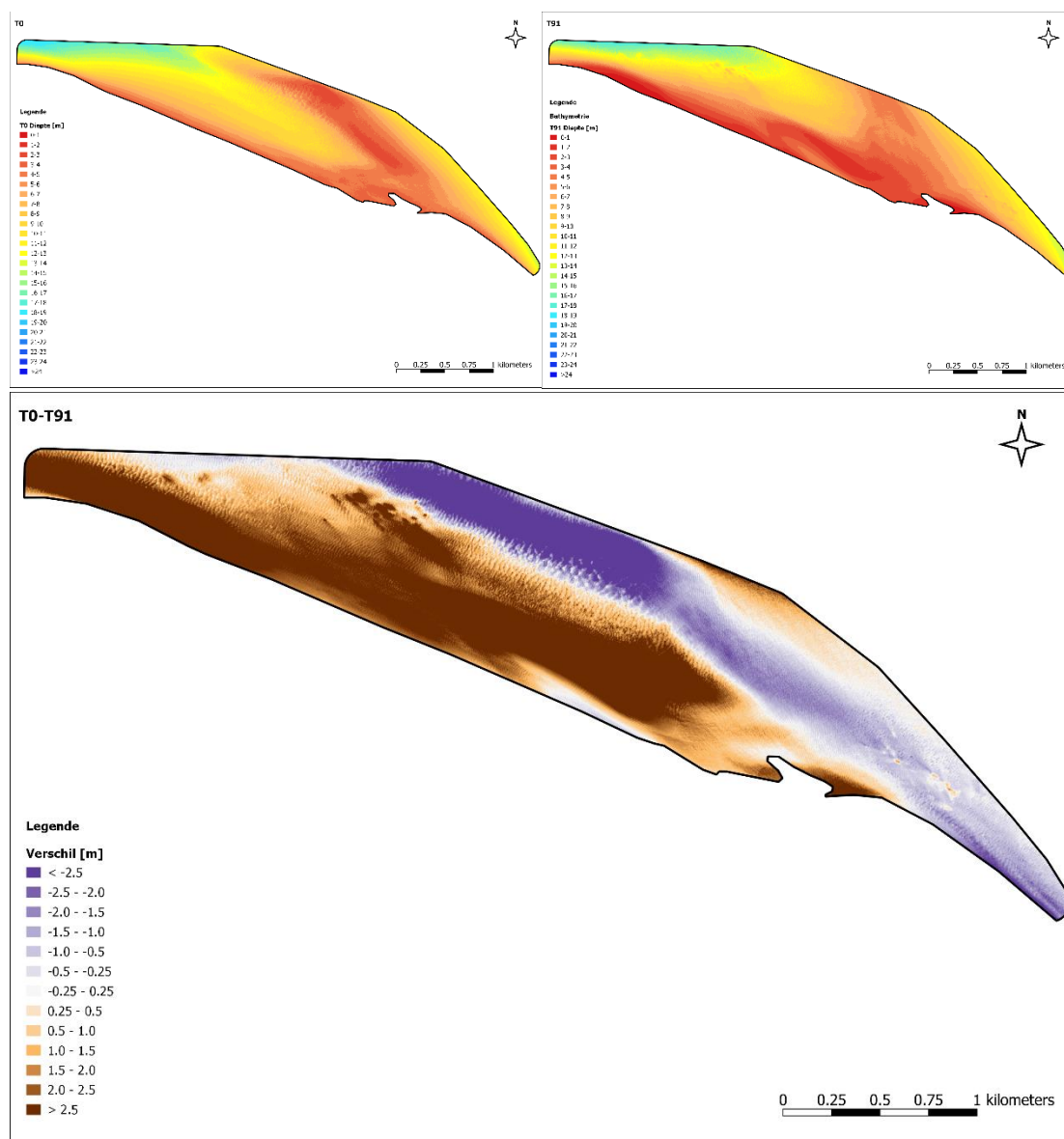
Tussen T84, de toetspeiling van jaar 7 (01/03/2017), en de voorgaande toetspeiling T71, werd opnieuw een klein volume gestort, ca. 150 000 m³, waarmee het totaal gestorte volume bij Hooge Platen Noord sinds 2010 op ruim 4 430 000 m³ kwam. Het gepeilde volume was zeer gelijkaardig aan het voorgaande jaar, en nam ten opzichte van T71 met ca. 6 000 m³ toe. Wanneer de vaklodingsdata in rekening wordt genomen is het teruggevonden volume weliswaar groter, maar neemt het af ten opzichte van T71. Het beeld van verdieping en verondieping in de stortzone is nog zeer gelijkaardig aan dat bij T64. Wat vooral opvalt is een sterkere verdieping langs de noordkant van de zone en naar het oosten (Figuur 3-3).



Figuur 3-3: Dieptekaart T0, T84 en verschilkaart T0-T84.

2018: T0-T91

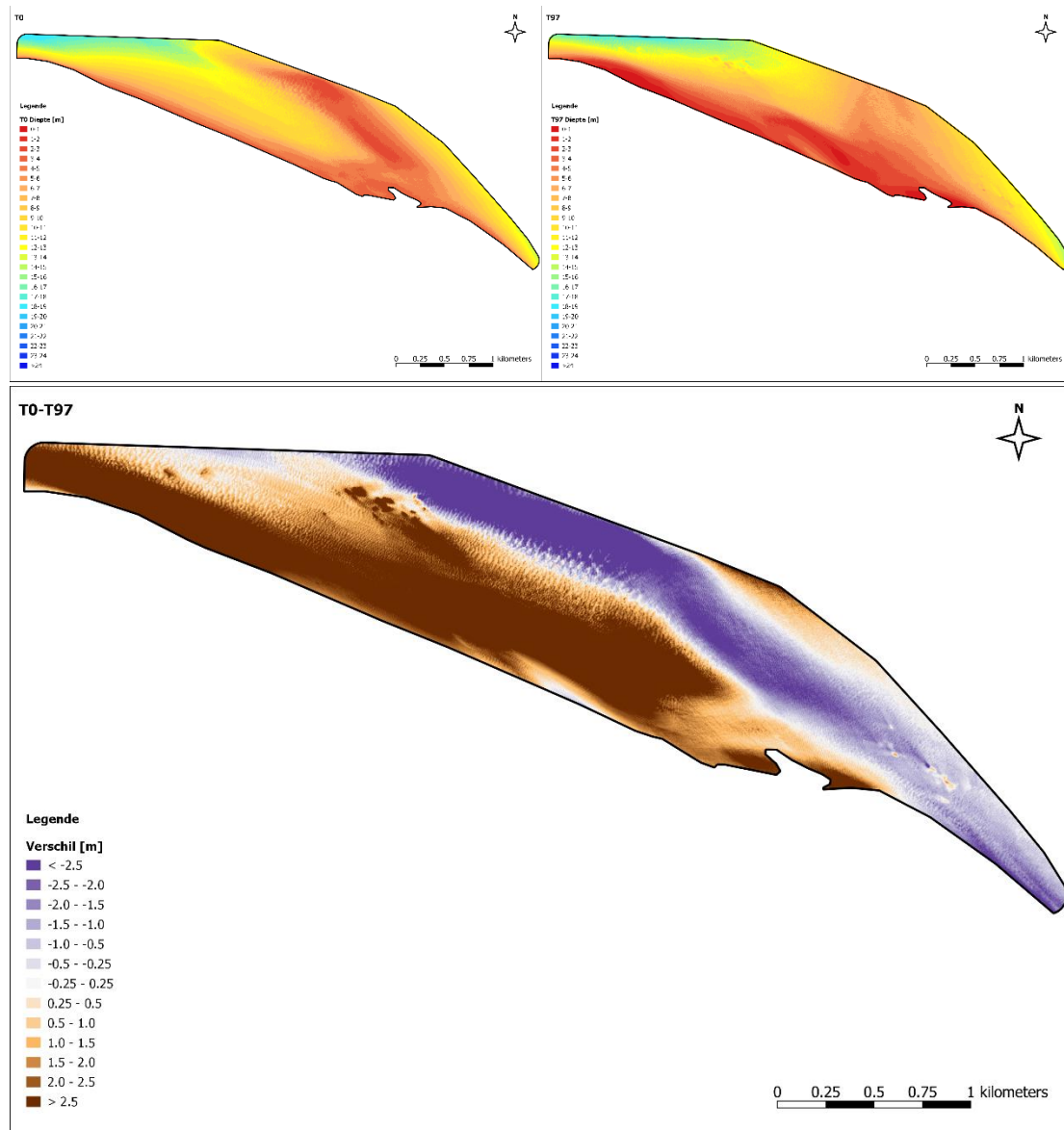
Tussen de toetspeiling van jaar 8, T91 (28/12/2017), en de voorgaande toetspeiling T84, werd geen sediment aangebracht in de zone. Het gepeilde volume nam met ca. 300 000 m³ af, waarmee de stabiliteit ten opzichte van T0 op 75% komt te liggen. Ook wanneer de LIDAR data van 2018 wordt meegenomen, neemt het teruggevonden volume ten opzichte van de voorgaande toetspeiling af. Deze afname is wel minder sterk, namelijk ca. 175 000 m³. Er lijkt zich dus meer sediment naar de hoger gelegen delen te hebben verplaatst in deze periode. De verschilkaart is zeer gelijkaardig aan die van de voorgaande toetspeiling. De reeds geobserveerde trend van verdieping aan de noord- en oostkant zet zich door (Figuur 3-4).



Figuur 3-4: Dieptekaart T0, T91 en verschilkaart T0-T91.

2019: T0-T97

Bij toetspeiling T97, van jaar 9 (28/2/2019), is het gepeilde volume bij Hooge Platen Noord opnieuw afgenomen. De afname van enkel het gepeilde volume was ca. 550 000 m³, terwijl de afname in volume voor de gehele zone slechts 86 000 m³ bedroeg. De stabiliteit van de toetspeiling lag hiermee op 62%, terwijl deze inclusief de LIDAR data op 81% lag. De verdieping in de oostelijke zone is tussen T91 en T97 opnieuw toegenomen (Figuur 3-5).



Figuur 3-5: Dieptekaart T0, T97 en verschilkaart T0-T97.

3.4 CONCLUSIE

De stabiliteit van de gestorte specie lag bij Hooge Platen Noord in de eerste vijf jaar hoog, namelijk rond de 100%, maar neemt sinds 2015 consequent af. Waar de stabiliteit bij de toetspeiling van jaar 5 nog op 101% lag, is deze bij de toetspeiling van jaar 9 afgenomen tot 62%. Het teruggevonden volume in de zone inclusief de aanvulling van LIDAR gegevens ligt hierbij steeds hoger dan wanneer enkel de peiling wordt beschouwd. Het verschil tussen de twee neemt hierbij toe door de jaren heen. In 2015 werd 60 000 m³ meer teruggevonden wanneer de hogere delen werden meegenomen, terwijl in 2019 dit verschil was opgelopen tot ca. 820 000 m³. De afname van het volume in de gepeilde zone van Hooge Platen Noord wordt dus deels verklaard door de verplaatsing van sediment naar de hogere delen binnen de zone.

4. REFERENTIES

IMDC (2019). Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 9. I/RA/11498/19.074/API/.