

## Memo

**Aan**

Rena Hoogland / Ad Stolk / Suzan van Lieshout

**Datum**

3 maart 2020

**Aantal pagina's**

1 van 11

**Contactpersoon**

Tommer Vermaas

**Doorkiesnummer**

+31(0)88 335 7144

**E-mail**

Tommer.Vermaas@deltares.nl

**Onderwerp**

DIS 3.0 2019: actieve laag

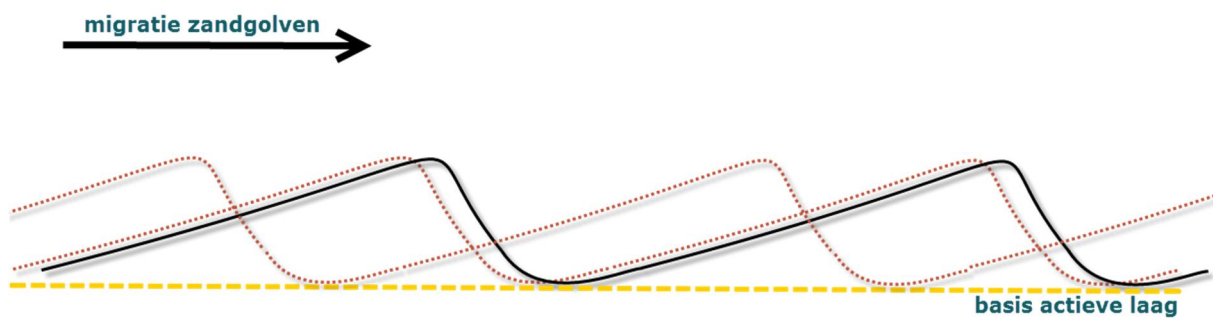
## 1 Inleiding

In 2018 is door Deltares verkend of de basis van de actieve laag op basis van bathymetrische data is vast te stellen. Uit deze verkenning werd geconcludeerd dat dit acceptabele resultaten geeft voor gebieden met zandgolven. Daarom is er een methode ontwikkeld om deze basis van de actieve laag voor een groter gebied te kunnen bepalen. De actieve laag is bepaald voor het deel van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) waar zandgolven voorkomen. De actieve laag kan bruikbaar zijn in de detectie van conventionele explosieven, omdat deze objecten zich naar verwachting op of boven de basis van de actieve laag bevinden. Kennis hierover is waardevol voor de risico inventarisatie voor werk op zee. Over de toepassing in de praktijk van de in deze memo beschreven basis actieve laag en welke onzekerheden daar bij spelen zijn niet in deze studie onderzocht.

In deze notitie staat de methode beschreven waarmee de basis van de actieve laag is bepaald. De resultaten worden beknopt gepresenteerd.

## 2 Methodes

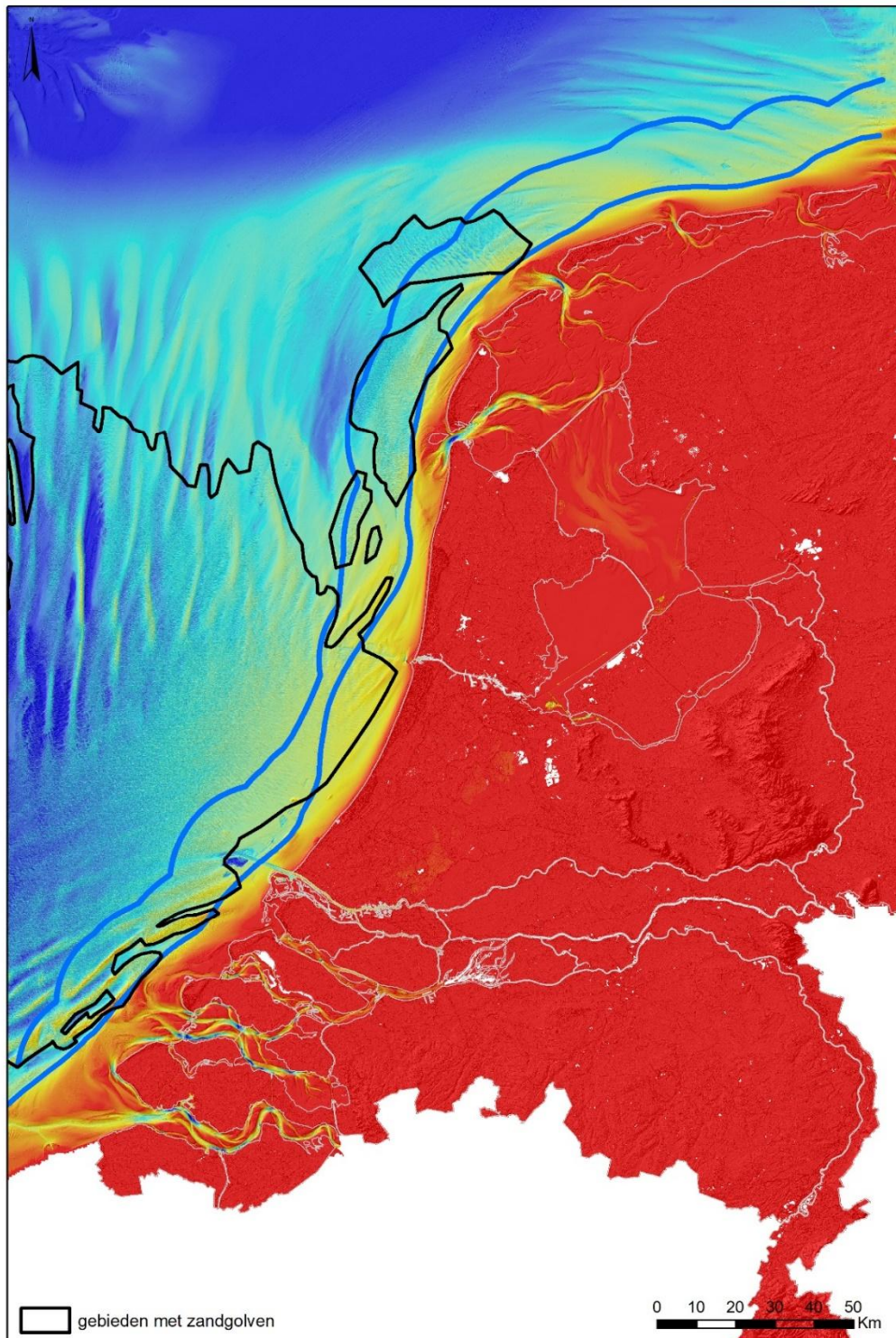
De basis van de actieve laag is op basis van de meest recente bathymetrie bepaald. Deze bathymetrie bestaat uit een samengestelde dataset op basis van de opnames van de hydrografische dienst van de marine. Per gebied kan de opnamedatum van de bathymetrie dus verschillen. Voor de basis van de actieve laag is de aanname dat de horizontale verplaatsing van zandgolven bepalend is (Figuur 2.1), hierom is de exacte opnamedatum en het gebruik van alleen de recente bathymetrie geen probleem. Het meenemen van oudere data kan juist slechtere resultaten opleveren, doordat de resolutie (veel) lager kan zijn en er grotere kans is op (enkele) datasets met een systematische verticale afwijking. Het gebied waar zandgolven voorkomen is handmatig bepaald de ligging is te zien in Figuur 2.2.



Figuur 2.1 Schematische weergave van zandgolf migratie en de actieve laag (doorsnede van bathymetrie)

Het berekenen van de basis van de actieve laag is gedaan met meerdere matlab scripts. Hierin worden onder meer zandgolven en zandbanken van elkaar onderscheiden. Deze bodenvormen worden van elkaar onderscheiden op basis van hun typische afmetingen: zandgolven hebben hoogtes van 1,5 tot 15 meter en lengtes tussen de 100 en 1000 m; zandbanken hebben hoogtes van boven de 10 meter en lengtes tussen de 5000 en 50000 m (Van Dijk et al 2012). De volgende stappen maken deel uit van de berekening:

- De recente bathymetrie (x,y en z-waardes) wordt ingelezen;
- Informatie over de zandgolven wordt ingelezen, met als belangrijkste parameter de lengte die gebruikt wordt in de filters later in de berekening. Deze data is afkomstig uit Damen et al. (2018).
- Het gebied wordt ingedeeld in kleinere deelgebieden. Door ruimtelijke variatie in de hoogte van de zeebodem en de afmetingen van de zandgolven, worden de berekeningen uitgevoerd op basis van de karakteristieken per deelgebied. Om randeffecten te voorkomen is er overlap tussen de deelgebieden.
- Als eerste wordt een grove filtering toegepast op de bathymetrie, door een *moving average* filter met 1500 m radius. Hierdoor worden de zandgolven weg gefilterd en blijft de grootschalige, gemiddelde bathymetrie over: bijvoorbeeld de grote zandbanken in Zeeland en de algehele helling van de zeebodem.
- Met behulp van deze grootschalige bathymetrie wordt de oriëntatie van zandbanken bepaald, als die aanwezig zijn. Deze oriëntatie wordt gebruikt om de zandbanken accurater van de zandgolven te onderscheiden.
- De zandgolven worden van de grootschalige bathymetrie gescheiden. Dit wordt gedaan om invloed van de grootschalige bathymetrie op de filter-settings van de zandgolven te voorkomen.
- Voor de opgesplitste zandgolven-dataset worden de filter-parameters gebaseerd op de lokale zandgolven. Hierbij wordt de 97% waarde van alle zandgolf lengtes gebruikt (97% van de lengtes is kleiner dan de gebruikte waarde). De oriëntatie van de zandgolven wordt bepaald op basis van de sterkste helling.
- Door een 'minimum filter' (ordfilt2 functie van matlab) te gebruiken met de afgeleide filter settings (97%-zandgolf lengte en oriëntatie) wordt het laagste zandgolf niveau berekend. Dit wordt ruimtelijk gemiddeld door een 10% kleiner filter toe te passen, hierbij blijven de lokale minima gelijk. Dit is de basis van de zandgolven – zonder de grootschalige bathymetrie.
- De grootschalige bathymetrie wordt bij de basis van de zandgolven opgeteld, om tot de basis van de actieve laag te komen. Wanneer deze, als gevolg van de verschillende stappen in de berekening, boven de bathymetrie uitkomt, wordt deze gelijk gesteld aan de bathymetrie.



*Figuur 2.2 Bathymetrie en gebieden waar zandgolven voorkomen (binnen zwarte polygoon). De doorgaande NAP -20 m en de 12 nautische mijl zijn met blauwe lijnen aangegeven.*

## 3 Resultaten

De basis en de dikte van de actieve laag voor de gebieden met zandgolven zijn te zien in Figuur 3.1 en Figuur 3.2. In zijn geheel ziet de basis van de actieve laag er goed uit en geeft de methode redelijke resultaten. Dit is echter het beste te zien in doorsnedes dwars op de zandgolven (Figuur 3.3 en Figuur 3.4). Hierin is te zien dat de methode wisselende resultaten geeft per gebied. De eerste doorsnede (Figuur 3.3) toont een actieve laag zoals die verwacht mag worden op basis van migratie van zandgolven, waarbij die langs de troggen van de zandgolven ligt. In de tweede doorsnede (Figuur 3.4) ligt de basis actieve laag grotendeels langs de troggen van de zandgolven, maar is op een paar plekken een piek te zien, bijvoorbeeld rond 3500 m afstand in het profiel.

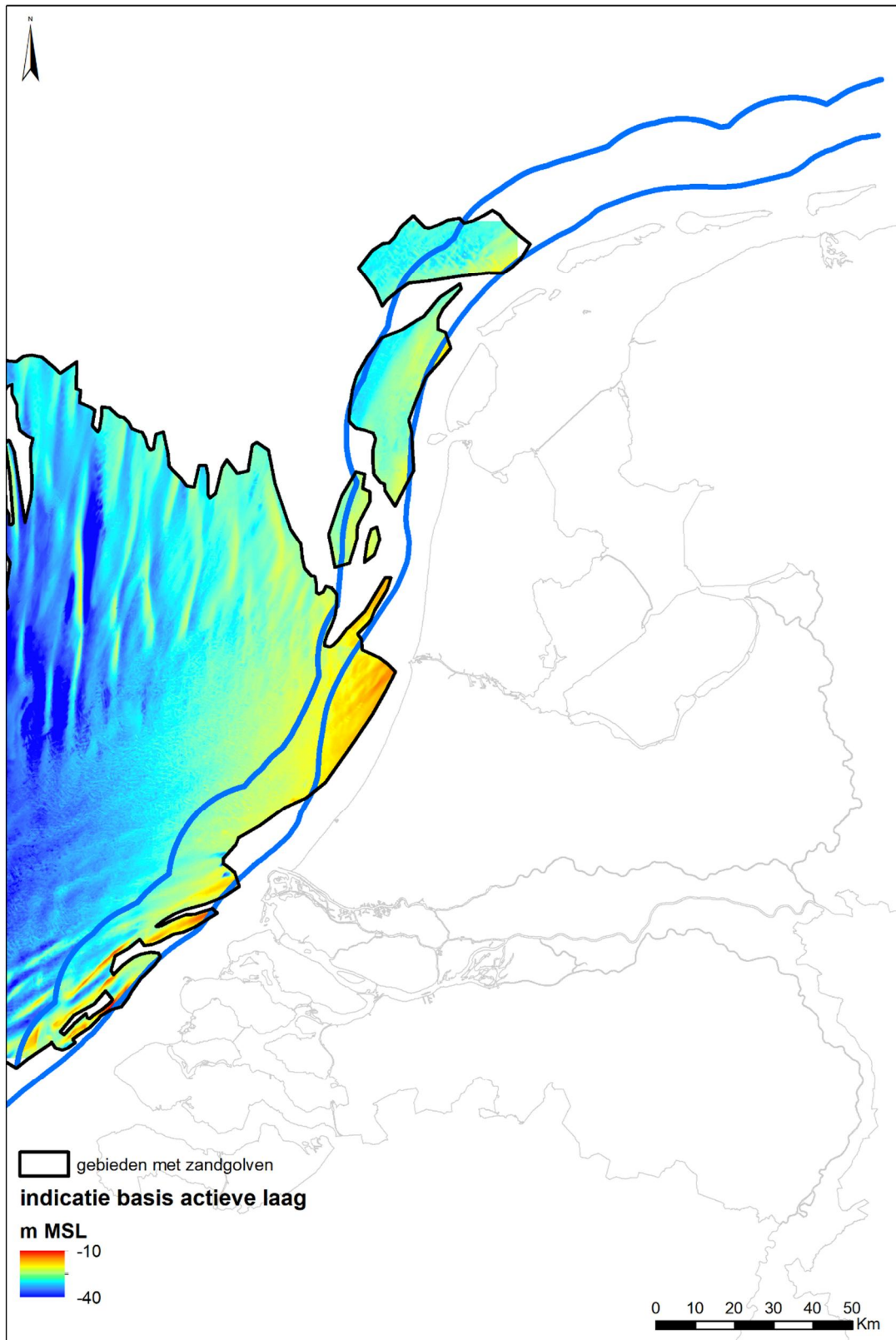
Doordat de basis van de actieve laag is gebaseerd op de meest recente bathymetrie werken eventuele fouten daarin ook door naar de actieve laag (zie Figuur 3.5 en Figuur 3.6). Overgangen tussen verschillende bathymetrische opnames zijn zichtbaar als rechte lijnen, als gevolg van andere opnamemoment, randeffecten van de interpolatie en mogelijk (systematische) fouten in een opname.

De resulterende basis van de actieve laag dient dus als indicatief te worden beschouwd. Voor het gebruik ervan is het dus nodig om de accuraatheid van een gebied van interesse na te gaan. Hiervoor zal een vergelijking met een recent opgenomen bathymetrische meting nodig zijn. In (meerder) dwarsdoorsnedes zal beoordeeld moeten worden of de basis actieve laag een logische positie heeft – gezien de morfologische vorming ervan. Een verloop zoals in Figuur 3.4 is niet te verwachten. Ook kunnen er systematische afwijkingen zijn (bijvoorbeeld door een andere verticale referentie): de basis van de actieve laag zal dan systematisch boven of onder de troggen van de zandgolven liggen. Voor een goede beoordeling is dus kennis van morfologie en de morfodynamica nodig.

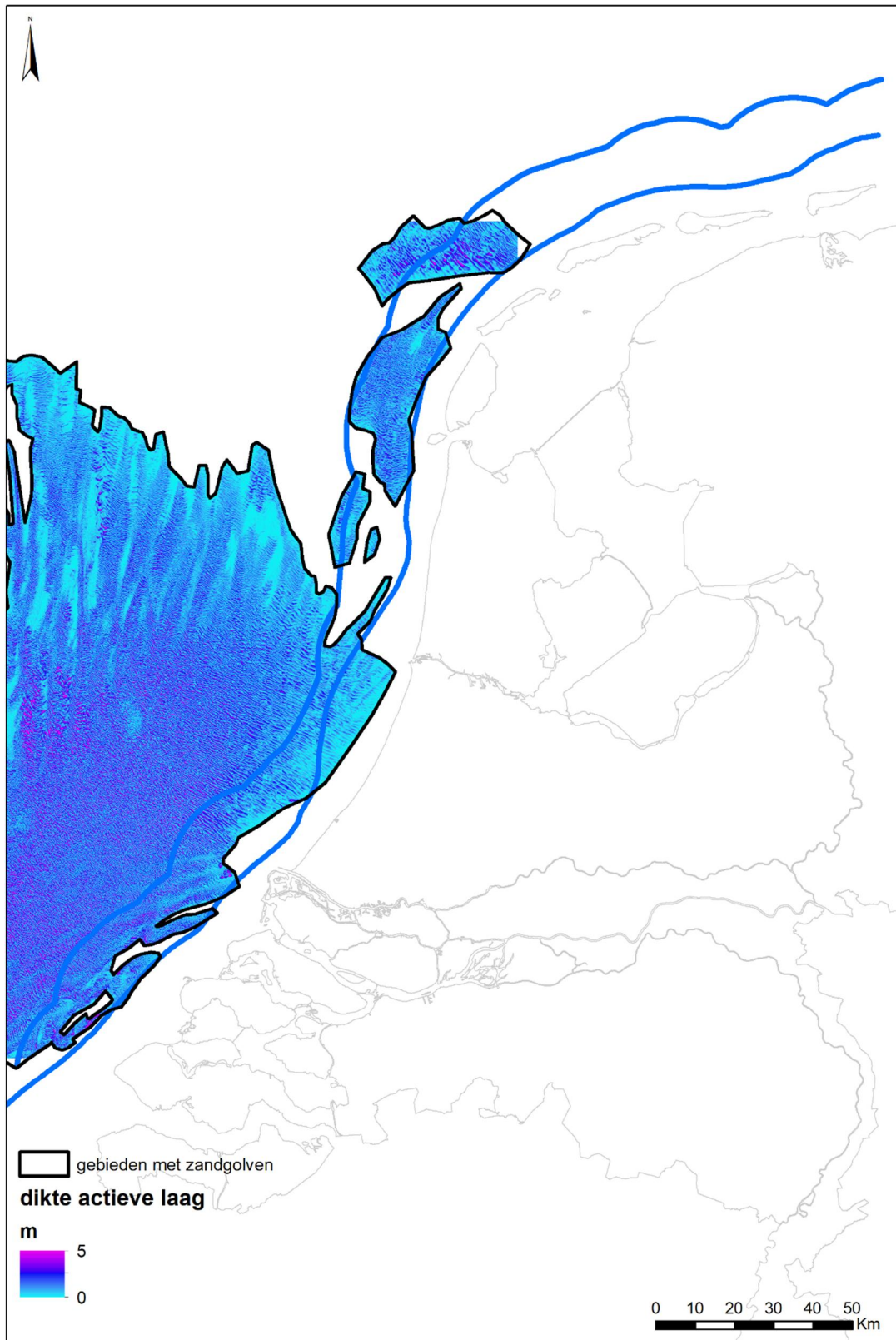
Voor de gebieden zonder zandgolven is geen basis van de actieve laag bepaald, maar kan op basis van verticale dynamiek hier wel iets over worden gezegd. Deze verticale dynamiek is berekend op basis van een tijdserie van bathymetrische metingen, waar een trend in de tijd op wordt bepaald. Het aantal beschikbare metingen en de periode waarin deze zijn opgenomen varieert in de Noordzee. De trend wordt gecorrigeerd voor (systematische) verschillen tussen aangrenzende bathymetrische opnames, details van de methode zijn beschreven in Van Dijk et al. (2011).

Deze verticale trend is weergegeven in Figuur 3.7. Hierin is de verplaatsing van zandgolven zichtbaar als een afwisseling van sedimentatie en erosie (rode en blauwe kleuren), die duidelijk in het grootste deel van het zandgolvengebied aanwezig is. Buiten het gebied met zandgolven is dynamiek grotendeels laag (gele kleuren). Een aantal opvallende dingen op deze kaart zijn aangeduid met cijfers:

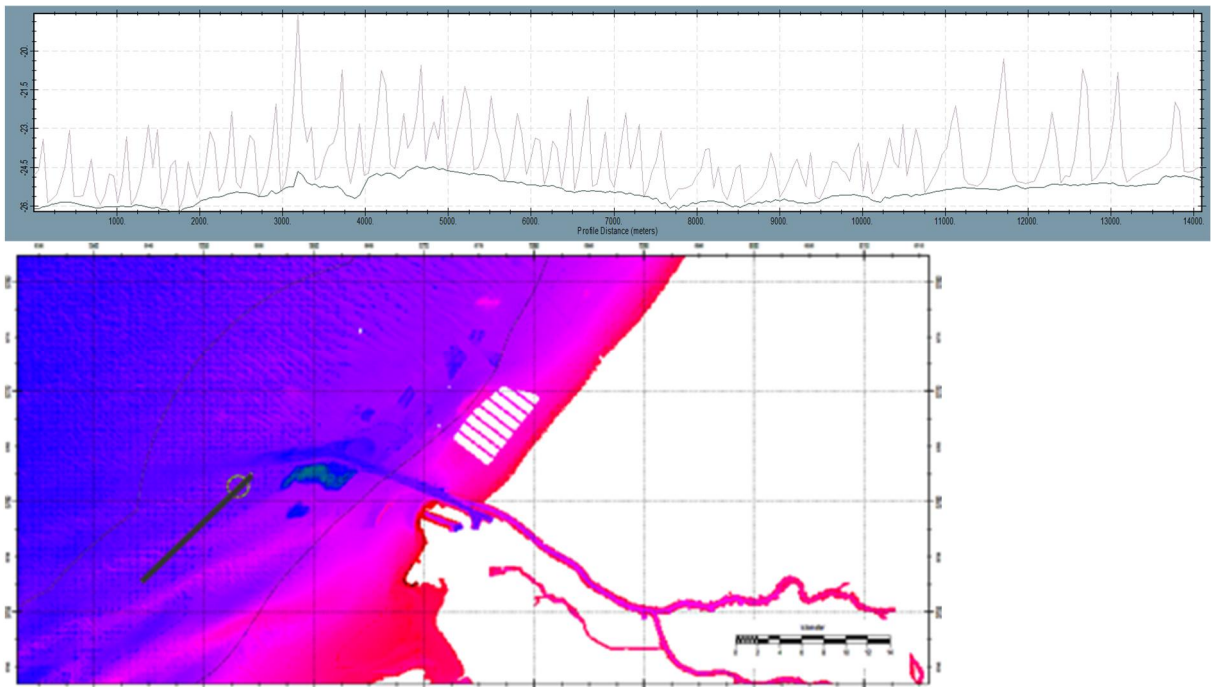
- 1 Opmerkelijke, rechthoekige patronen in de trend: deze worden vaak veroorzaakt door afwijkende verticale referentie van één of meer bathymetrische datasets. Dit kan worden gezien als een artefact en duidt niet op grote dynamiek.
- 2 In Zeeland en de Waddenzee zorgt ontwikkeling van (buiten)delta's en geulen voor grote dynamiek.
- 3 De zandwingebieden zorgen voor een negatieve trend (blauw), de correctie voor verschillen tussen bathymetrische opnames resulteert in een compensatie ernaast (rood). Dit is een artefact van de methode en duidt niet op grote dynamiek.



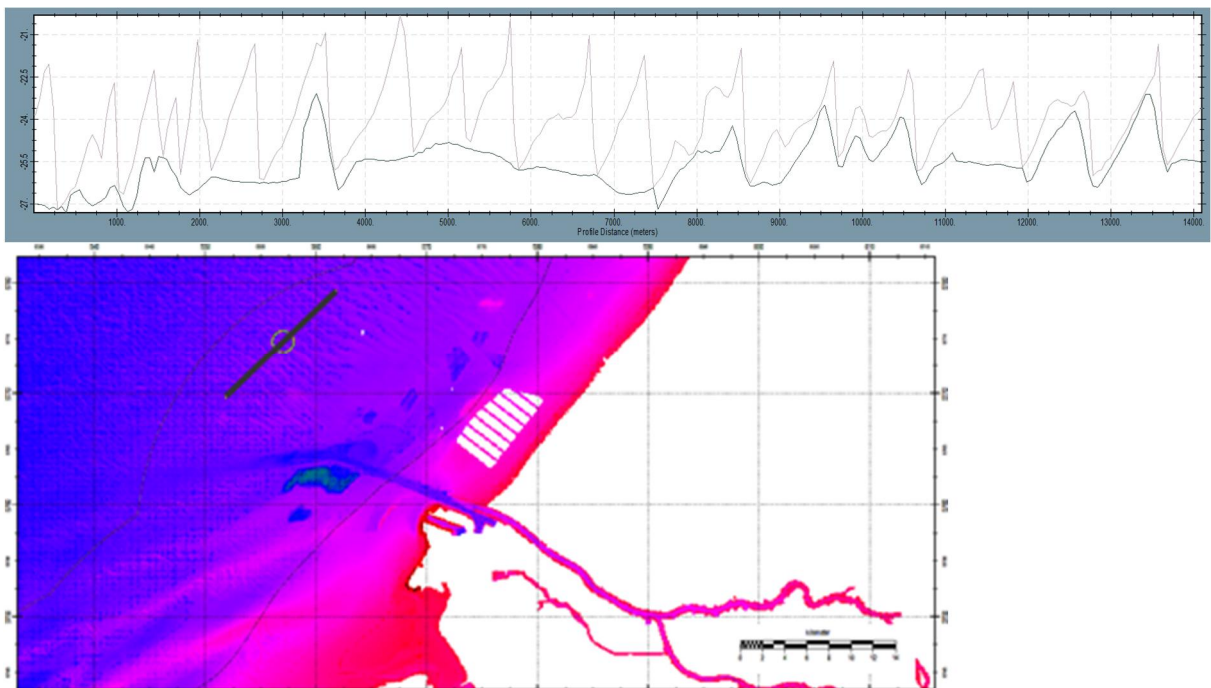
Figuur 3.1 *Berekende basis van de actieve laag voor gebieden met zandgolven*



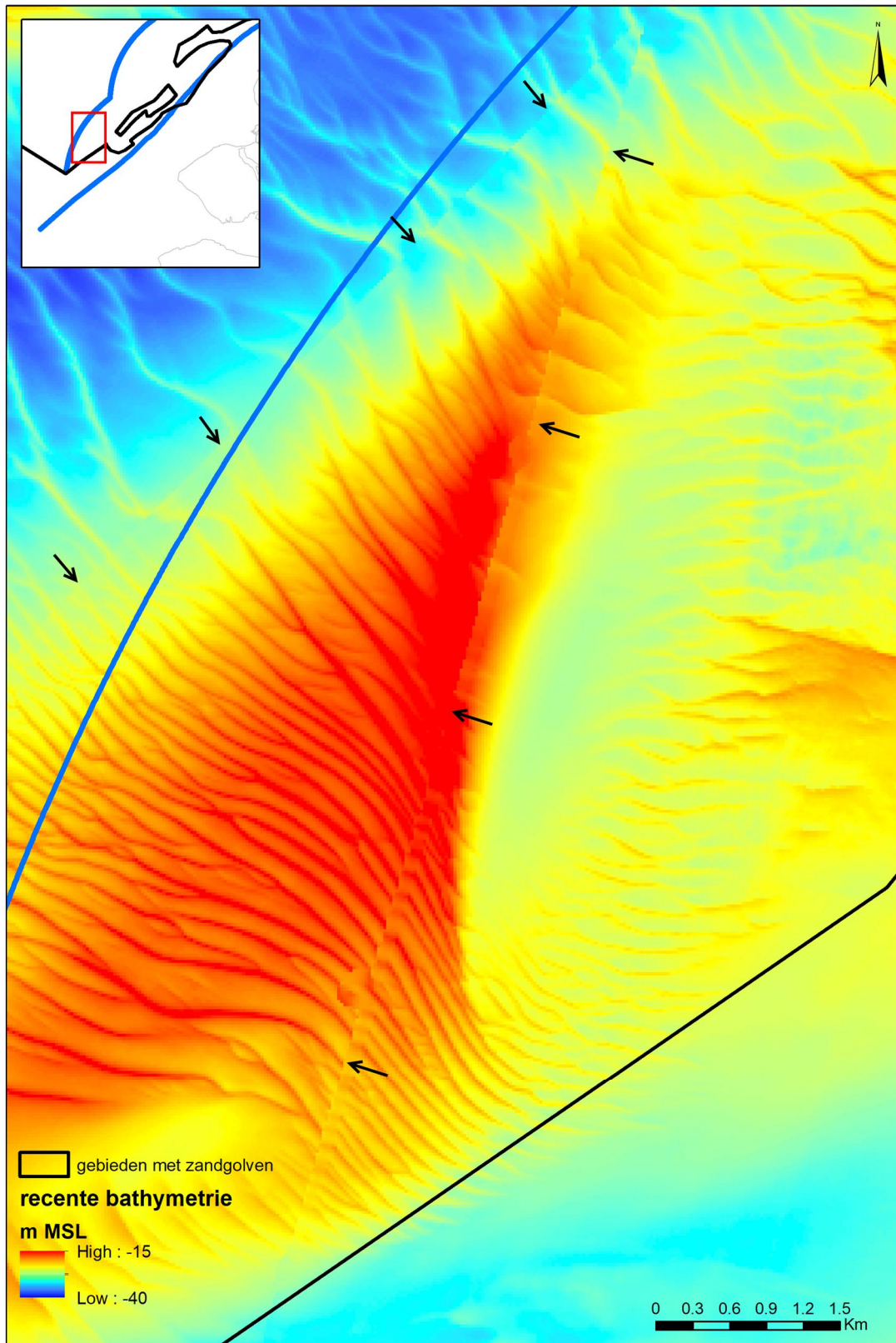
Figuur 3.2 Dikte van de actieve laag ten opzichte van de gebruikte recente bathymetrie voor gebieden met zandgolven



Figuur 3.3 Dwarsdoorsnede (boven) van zandgolven en berekende basis van de actieve laag, de locatie is in het kaartje te zien

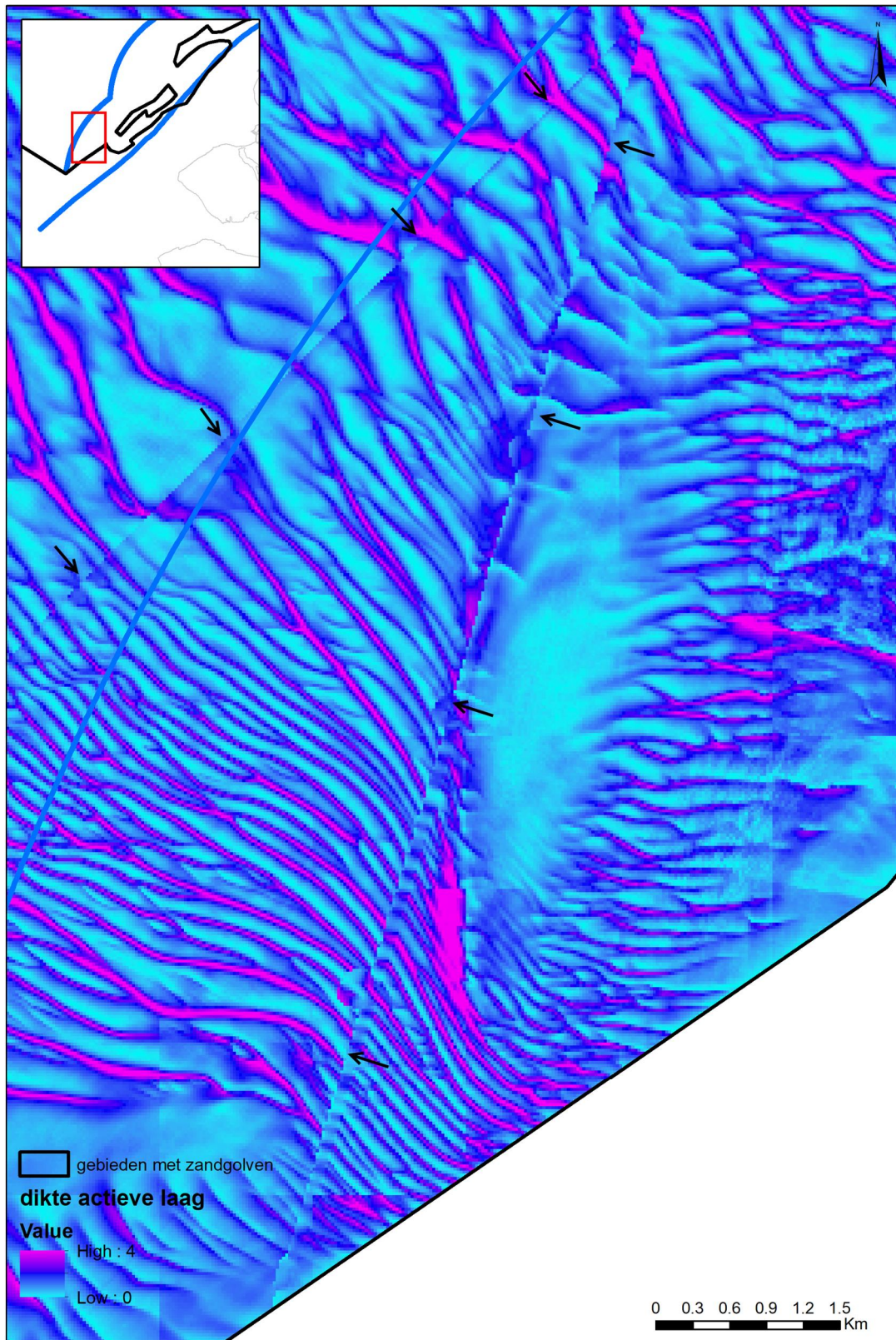


Figuur 3.4 Dwarsdoorsnede (boven) van zandgolven en berekende basis van de actieve laag, de locatie is in het kaartje te zien

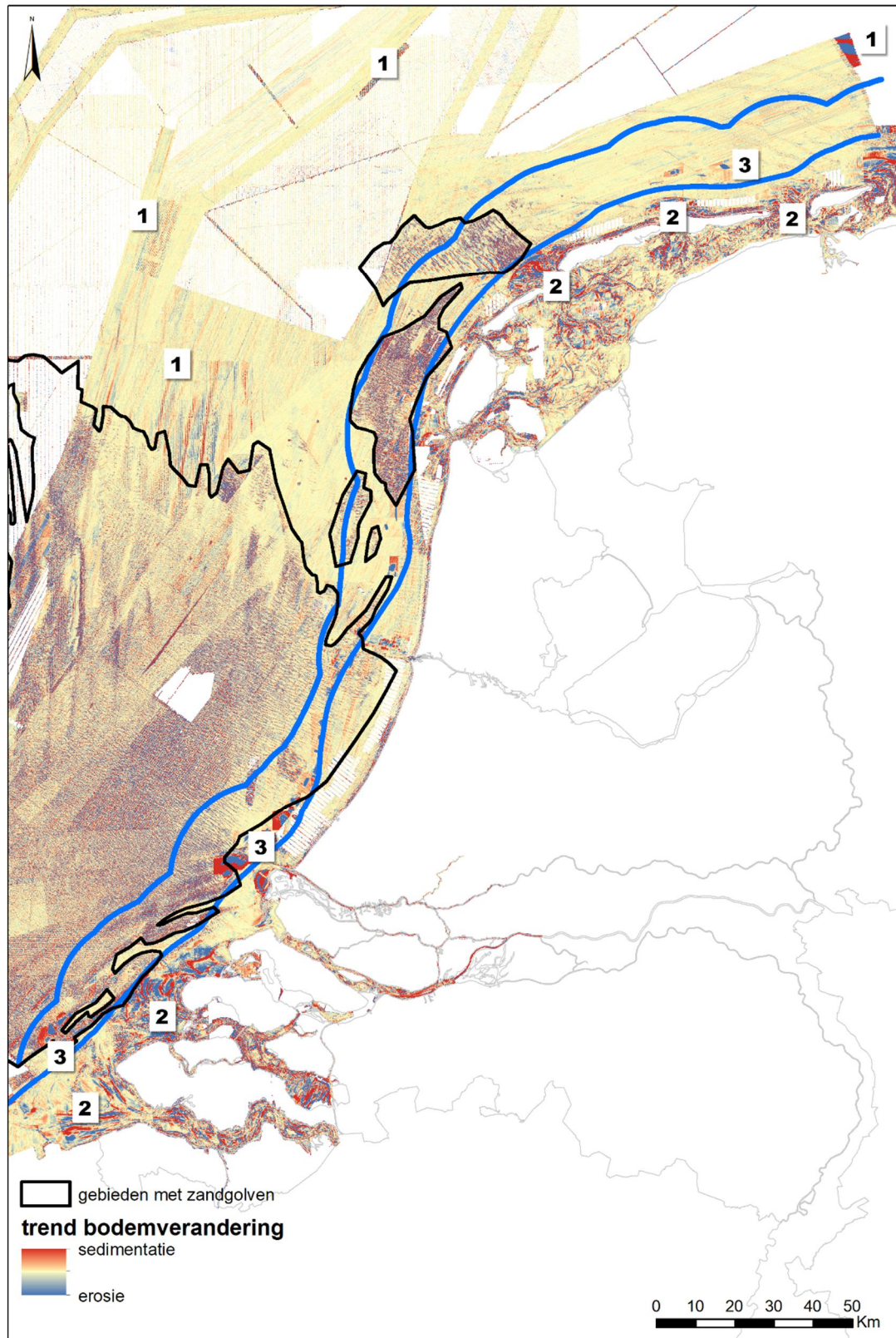


Figuur 3.5 *Detailkaart van de recente bathymetrie waarin grenzen tussen surveygebieden zichtbaar zijn (aangeduid met zwarte pijlen)*





Figuur 3.6 *Detailkaart van de dikte van de actieve laag, waarin grenzen tussen surveygebieden zichtbaar zijn (aangeduid met zwarte pijlen)*



Figuur 3.7 Verticale bodemdynamiek en gebieden waar zandgolven voorkomen (binnen zwarte polygoon). De doorgaande NAP -20 m en de 12 nautische mijl zijn met blauwe lijnen aangegeven.

## 4 Referenties

Damen, J. M., van Dijk, T. A. G. P., & Hulscher, S. J. (2018). Spatially varying environmental properties controlling observed sand wave morphology. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 123(2), 262-280.

Van Dijk, T.A.G.P., C. Van der Tak, W.P. De Boer, M.H.P. Kleuskens, P.J. Doornenbal, R.P. Noorlandt & V.C. Marges (2011), The scientific validation of the hydrographic survey policy of the Netherlands Hydrographic Office, Royal Netherlands Navy. Rapport 1201907-000-BGS-0008. Deltares, Utrecht, Nederland: 165 pp.

Van Dijk, T.A.G.P., Van der Mark, C.F., Doornenbal, P.J., Menninga, P.J., Keppel, J.F., Rodriguez Aguilera, D., Hopman, V. en Erkens, G., 2012. Onderzoek meetstrategie en bodemdynamiek. Rapport 1203749-000-BGS-0006, Deltares, Utrecht, Nederland.