

**Kartering bestorpingen
Vlietepolder en
Margarethapolder**



**Kartering bestorpingen
Vlietepolder en
Margarethapolder**

Tommer Vermaas
Marco de Kleine
Chris Mesdag

11200538-001

Titel

Kartering bestortingen Vlietepolder en Margarethapolder

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat	11200538-001	11200538-001-ZKS-0006	79

Trefwoorden

Bestortingen, Vlietepolder, Margarethapolder, Oosterschelde, Westerschelde

Samenvatting

Op dit moment financiert het Rijk de aanleg en onderhoud van vooroever verdedigingen die noodzakelijk zijn in het kader van de hoogwaterveiligheid. In 2018 gaat er een overdacht van deze werkzaamheden plaatsvinden van het Rijk naar het Waterschap Scheldestromen. In het kader hiervan heeft Rijkswaterstaat Deltares verzocht om nader onderzoek te doen naar de aanwezigheid en stabiliteit van bestortingen langs de trajecten Vlietepolder (Oosterschelde) en Margarethapolder (Westerschelde).

Specifieke aandachtspunten in de gebieden zijn:

- Oermijning van de bestorting doordat die aan de onderzijde ontbreekt of tot halverwege de geul steekt.
- De grondslag buiten het bestorte gebied, waaronder de mogelijke aanwezigheid van zettingsvloeiingsgevoelige lagen.
- Aansluiting van zinkstukken op elkaar bij het traject Margarethapolder.

In beide gebieden zijn in december 2017 geofysische metingen uitgevoerd. Ook is bathymetrische data, multibeam en raaidata, geleverd door het Waterschap Scheldestromen. Deze databronnen zijn geanalyseerd en geïnterpreteerd.

In het gebied Vlietepolder is de bestorting grotendeels intact waargenomen en loopt die verder zeewaarts dan in de tekeningen van de zinkstukken is aangegeven. Voor de meeste locaties loopt de bestorting door tot aan de teen van het onderwatertalud, m.u.v. het gebied rondom raai 43043434. Het belangrijkste aandachtspunt is het gebied tussen raai 43042873 en iets ten oosten van raai 43042575. Uit nadere analyse is gebleken dat in dit gebied een grindbestorting aanwezig lijkt te zijn. Deze is moeilijker waar te nemen in de beschikbare data dan de reguliere bestortingen.. Ondanks dat niet overal bestorting is waargenomen, laat de morfologische ontwikkeling van zowel de raaien als de multibeamopnames een zeer stabiele kust zien.




In het gebied Margarethapolder is de bestorting grotendeels intact waargenomen en loopt die verder zeewaarts dan in de tekeningen van de zinkstukken is aangegeven. Aan de bovenkant van het talud, boven ca. NAP -10 m, is geen bestorting aangetroffen. Voor de meeste locaties loopt de bestorting door tot aan de teen van het onderwatertalud. Binnen het kerngebied zijn drie locaties waar de bestorting niet is waargenomen, over een afstand van 15 m, 20 m en 40 m. De laatste ligt aan de grens van en net buiten het kerngebied. De waargenomen morfologische veranderingen betreffen naar verwachting erosie en sedimentatie van sediment dat op de bestorting aanwezig is.

Voor beide gebieden wordt aanbevolen aanvullend onderzoek uit te voeren waarbij vibrocores worden geplaatst. De vibrocores dienen 1) ter verificatie van de geofysische metingen 2) om de ondergrond vast te stellen (i.v.m. stabiliteit en zettingsvloeiingsgevoelig zand) 3) om de grondslag aan de onderkant van het talud te bepalen en 4) om specifieke locaties waar geen bestorting (of een grind bestorting) is waargenomen te verifiëren.

Titel
Kartering bestortingen Vlietepolder en
Margarethapolder

Opdrachtgever Rijkswaterstaat **Project** 11200538-001 **Kenmerk** 11200538-001-ZKS-0006 **Pagina's** 79

Voor een aantal trajecten wordt aanbevolen een (gedetailleerde) beoordeling op zettingsvloeiing en beoordeling op afschuiving uit te voeren, conform WBI2017.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	jan. 2018	Tommer Vermaas		Geeralt van den Ham		Dirk-Jan Walstra	
2	feb. 2018	Marco de Kleine					
		Chris Mesdag					

Status
definitief

Inhoud

1	Introductie	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling	2
2	Onderzoeksgebied	5
3	Ontwikkelingen morfologie	11
3.1	Vlietepolder	11
3.2	Margarethapolder	14
4	Geofysica metingen	21
4.1	Sidescan sonar	21
4.2	Seismische opname	24
4.2.1	Vlietepolder	24
4.2.2	Margarethapolder	39
5	Conclusies en aanbevelingen	47
5.1	Conclusies	47
5.1.1	Vlietepolder	47
5.1.2	Margarethapolder	47
5.2	Aanbevelingen	48
5.2.1	Vlietepolder	48
5.2.2	Margarethapolder	48
5.2.3	Algemene aanbevelingen	49
6	Referenties	51
A	Profielen	A-1

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Op dit moment financiert het Rijk (o.b.v. een overeenkomst) de aanleg en onderhoud van vooroever verdedigingen langs de Noordzeekust, in de Westerschelde en Oosterschelde, die noodzakelijk zijn in het kader van de hoogwaterveiligheid. In 2018 gaat er een overdacht van deze werkzaamheden plaatsvinden van het Rijk naar het Waterschap Scheldestromen. In het kader hiervan wordt door Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen de (rest)problematiek van het voorland (nogmaals) in beeld gebracht. Hierbij gaat het om de faalmechanismen afschuiving voorland (VLAF) en zettingsvloeiing (VLZV) die beoordeeld moeten worden conform WBI. Indien de vooroever volledig bestort is, d.w.z. vanaf de teen van het onderwatertalud, kan aangenomen worden dat het risico op deze faalmechanismen verwaarloosbaar is. Indien geen volledige bestorting aanwezig is, moet een beoordeling gedaan worden alsof geen bestorting aanwezig is. Dit kan een conservatieve aanname zijn, omdat een gedeeltelijke bestorting een vloeiing die onderin het talud begint kan stoppen. Er bestaat momenteel echter geen gevalideerde methode om gedeeltelijk bestorte onderwatertaluds te beoordelen.. Extra onderzoek naar de ondergrond kan daarom helpen in het maken van doelmatige keuzes in de uitvoering.

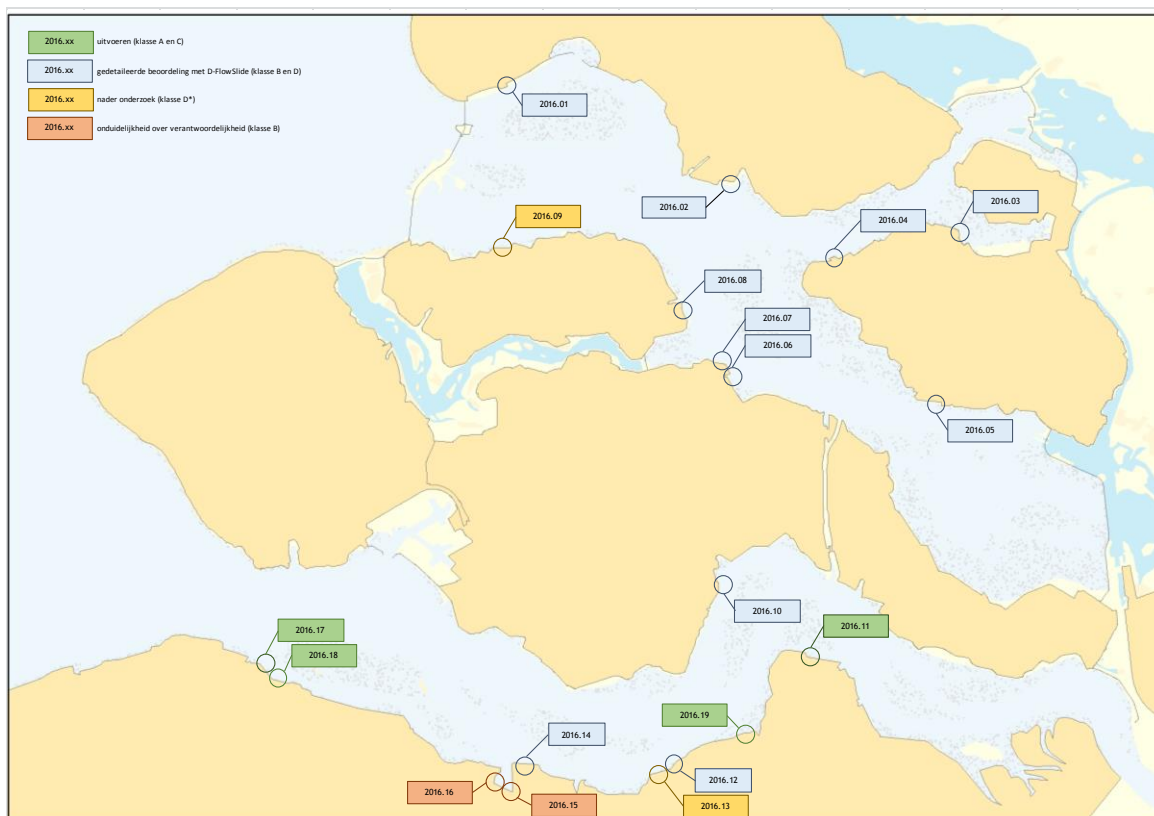
Het waterschap deelt trajecten die niet voldoen aan de criteria voor stabiliteit van het voorland in vijf klassen (Figuur 1.1):

- A Afschuiving of zettingsvloeiing voorland brengt dijkveiligheid in gevaar en er is sprake van doorgaande erosie.
- B Afschuiving of zettingsvloeiing voorland brengt dijkveiligheid in gevaar maar er is geen sprake van doorgaande erosie.
- C Afschuiving of zettingsvloeiing voorland brengt dijkveiligheid niet in gevaar, maar vormt wel probleem voor infrastructureel werk (bestorting of bijvoorbeeld bij een havendam) en er is sprake van doorgaande erosie.
- D Afschuiving of zettingsvloeiing voorland brengt dijkveiligheid niet in gevaar, maar vormt wel probleem voor infrastructureel werk (bestorting of bijvoorbeeld bij een havendam) maar er is geen sprake van doorgaande erosie.
- D* Trajecten waarvan de stabiliteit van het voorland ontoereikend is maar waarbij een afschuiving of zettingsvloeiing waarschijnlijk alleen zal leiden tot ondermijning van een oeverwerk (infrastructureel werk), maar mogelijk ook tot ondermijning van de waterkering, gezien de onzekerheid van de aanwezigheid/sterkte van de grondgesteldheid of de bestorting. Onderzoek zal duidelijk moeten maken of het traject klasse B of D kan worden. Bij deze trajecten is geen sprake van doorgaande erosie.

Voor twee locaties is momenteel nog onduidelijk wat de kwaliteit van de reeds aanwezige oeverwerken is en of deze nog voldoen, of dat er toch een nieuwe vooroeververdediging moet worden aangebracht. Hiervoor is nader onderzoek nodig. Het betreft de locaties in Figuur 2.1 en Figuur 2.2:

- Traject Os.2016.09: Oosterschelde, Vlietepolder, ca. 1250 meter (kernegebied).
- Traject Ws.2016.13: Westerschelde, Margarethapolder (oost), ca. 250 meter (kernegebied).

Rijkswaterstaat Zee & Delta en Water Verkeer & Leefomgeving hebben gezamenlijk Deltares verzocht om nader onderzoek te doen naar de aanwezigheid en stabiliteit van bestortingen langs de Ooster- en Westerschelde van de hierboven genoemde trajecten.



Figuur 1.1 Overzicht van trajecten die niet voldoen aan de criteria voor stabiliteit van het voorland. Groen: klasse A en C, blauw: klasse B en D, geel: klasse D*, rood: klasse B. Deze klassen worden in bovenstaande paragraaf beschreven.

1.2 Doelstelling

Het uiteindelijke doel van Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen met de uitkomsten van het onderzoek van Deltares is het maken van bestuurlijke afspraken rondom het opzeggen van de overeenkomst over financiering van de bestortingen door het Rijk. Hiervoor is voor de bovenstaande trajecten aanvullende informatie nodig over de aanwezigheid van de bestortingen, en, indien aanwezig, over de staat van de bestortingen. Daarnaast is informatie nodig over de zettingsvloeiingsgevoeligheid van de ondergrond. Op basis van deze informatie kan worden bepaald of het risico op de faalmechanismen in het voorland, d.w.z. zettingsvloeiing en afschuiving, acceptabel klein is.

De uiteindelijk doelen van het onderzoek van Deltares zijn:

- 1 Inzicht krijgen in de aanwezigheid en indien aanwezig de staat van de mogelijke bestortingen.
- 2 Inzicht krijgen in de eigenschappen van de samenstelling en opbouw van de ondergrond onder het onbestorte deel van de geulwandhelling
- 3 Indien nodig (d.w.z. als de aanwezigheid van een volledige bestorting niet kan worden aangetoond), het maken van een beoordeling op de faalmechanismen voorland afschuiving en zettingsvloeiing (VLAF en VLZV) conform WBI 2017.

In het voorliggende rapport beslaat het eerste en ten dele het tweede doel. Voor het derde doel worden in deze rapportage aanbevelingen gedaan in hoofdstuk 5.2.

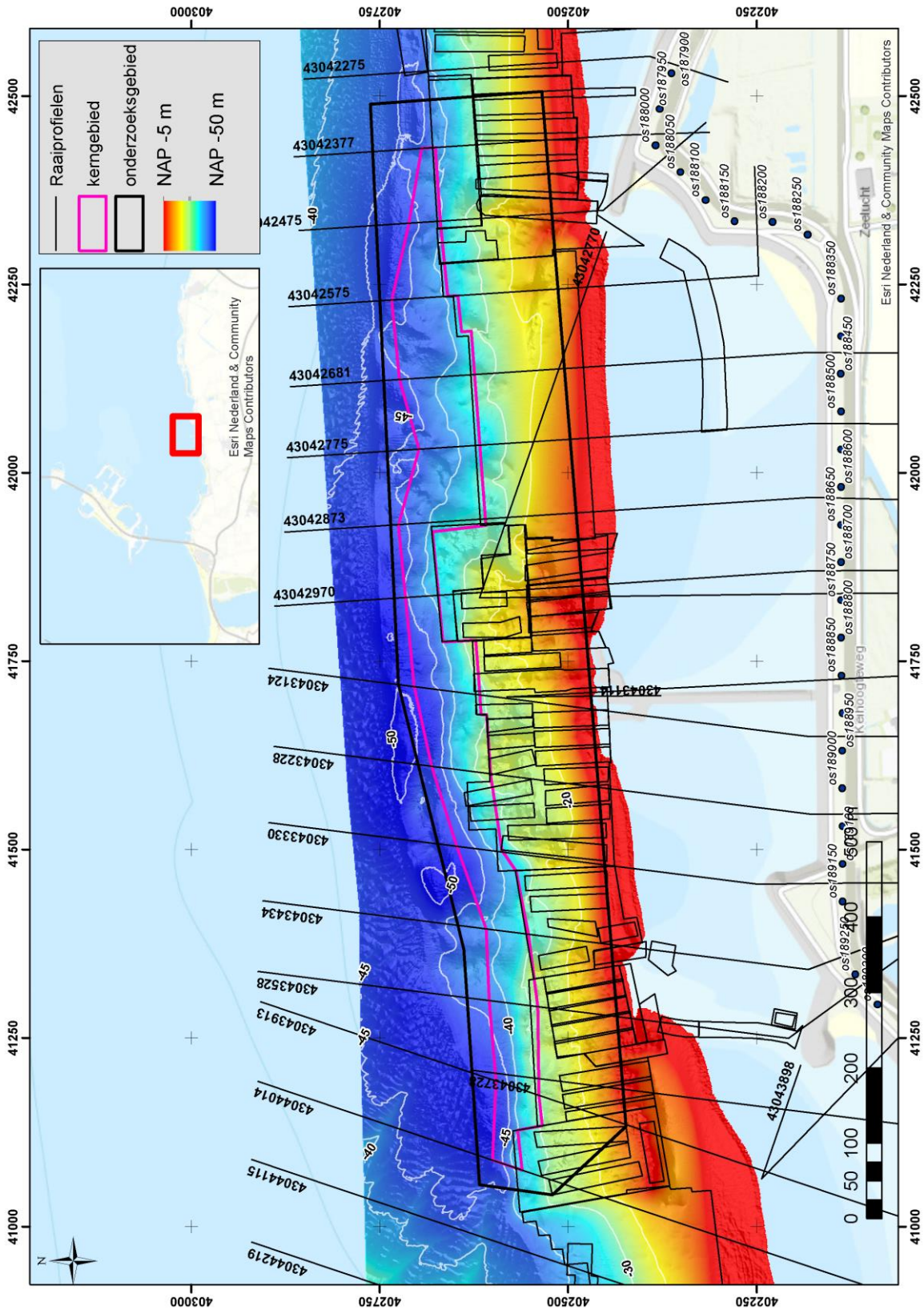
2 Onderzoeksgebieden

Voor de Vlietepolder strekt het gebied waarin de geofysische metingen zijn uitgevoerd zich uit over een lengte van ca. 1,5 km langs de kust en ca. 250 m dwars op de kust (Figuur 2.1). Voor de Margarethapolder is dit respectievelijk ca. 600 m langs de kust en ca. 200 m dwars op de kust (Figuur 2.2). Deze onderzoeksgebieden zijn groter dan de trajecten die zijn afgekeurd (het kerngebied), waar oeverwerken afwezig zijn of onduidelijkheid hierover bestaat en duidelijkheid over de grondslag nodig is. De begrenzing van het kerngebied is aangeleverd door Waterschap Scheldestromen. Het kerngebied bestaat uit het deel van de oeverwerken dat afgekeurd is, de zeewaartse begrenzing van dit gebied komt in hoofdlijnen overeen met de teen van het onderwater talud. De gebieden buiten het kerngebied maar binnen het onderzoeksgebied worden gebruikt als referentie waar de staat van de bestorting wel bekend is of de bestorting gegarandeerd niet aanwezig is. Indien tijdens het meten duidelijk wordt dat er een groter gebied ingemeten moet worden voor een goede analyse zal buiten de nu aangegeven gebieden worden gemeten.

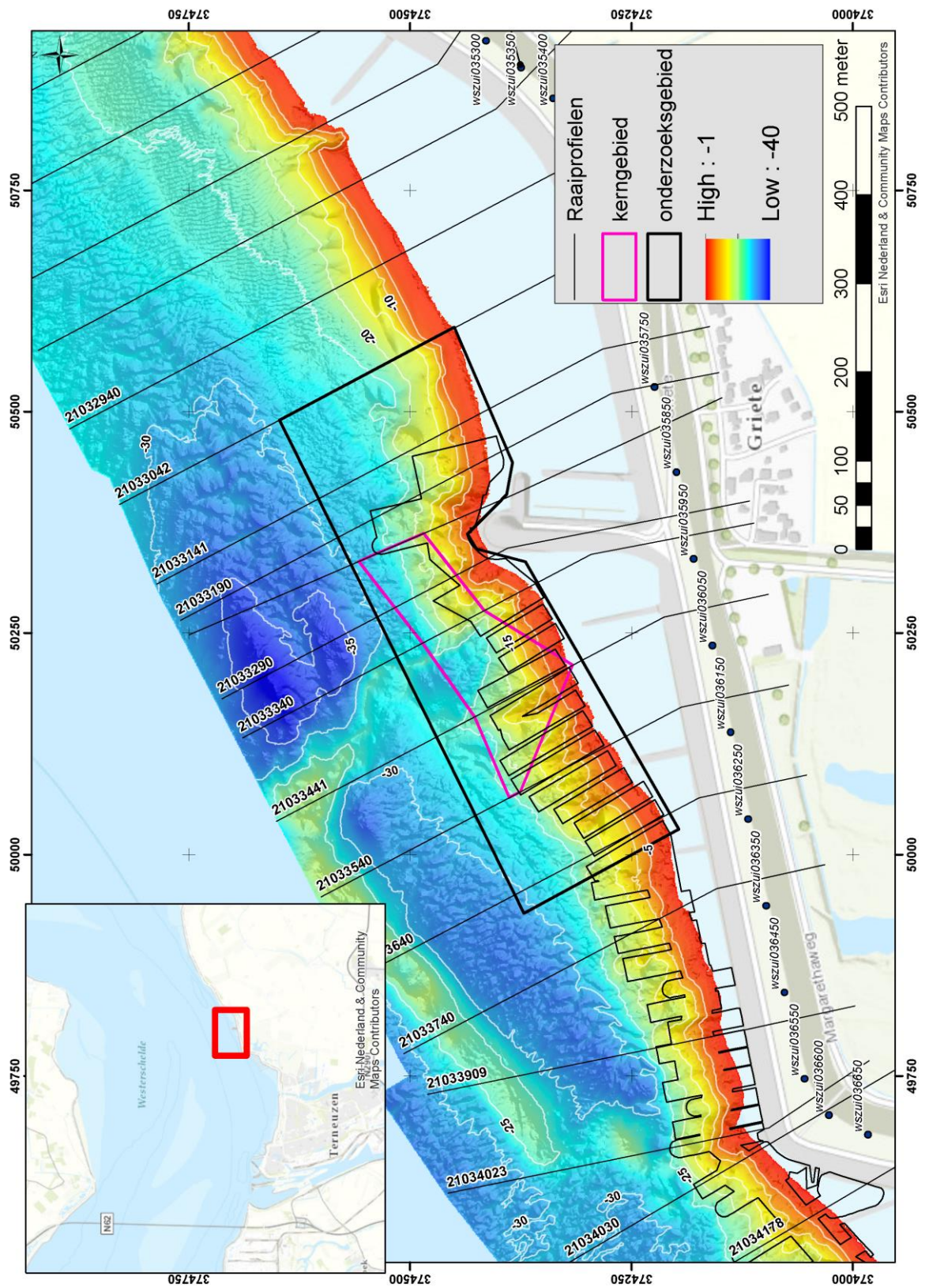
Specifieke aandachtspunten voor de gebieden zijn, zoals aangegeven door Waterschap Scheldestromen:

- Aansluiting van zinkstukken op elkaar bij het traject Margarethapolder (bv. bij raai 21033441, Figuur 2.3)
- Ondernijning van de bestorting doordat die aan de onderzijde ontbreekt (traject Margarethapolder, Figuur 2.4) of tot halverwege de geul steekt (traject Vlietepolder, Figuur 2.5). De grondslag buiten het bestorte gebied, waaronder de mogelijke aanwezigheid van zettingsvloeiingsgevoelige lagen.
- Vaststellen van de reden dat de geul onderin het profiel bij het traject Vlietepolder momenteel stabiel is (bestorting en/of harde ondergrond).

De oevers op beide locaties zijn zeer steil met een helling tot ca. 1:3, en er is sprake van een sterke stroming (tot ca. 1,5 m/s bij Vlietepolder, persoonlijke communicatie Gert-Jan Liek RWS, vermoedelijk grotere snelheden bij Margarethapolder).



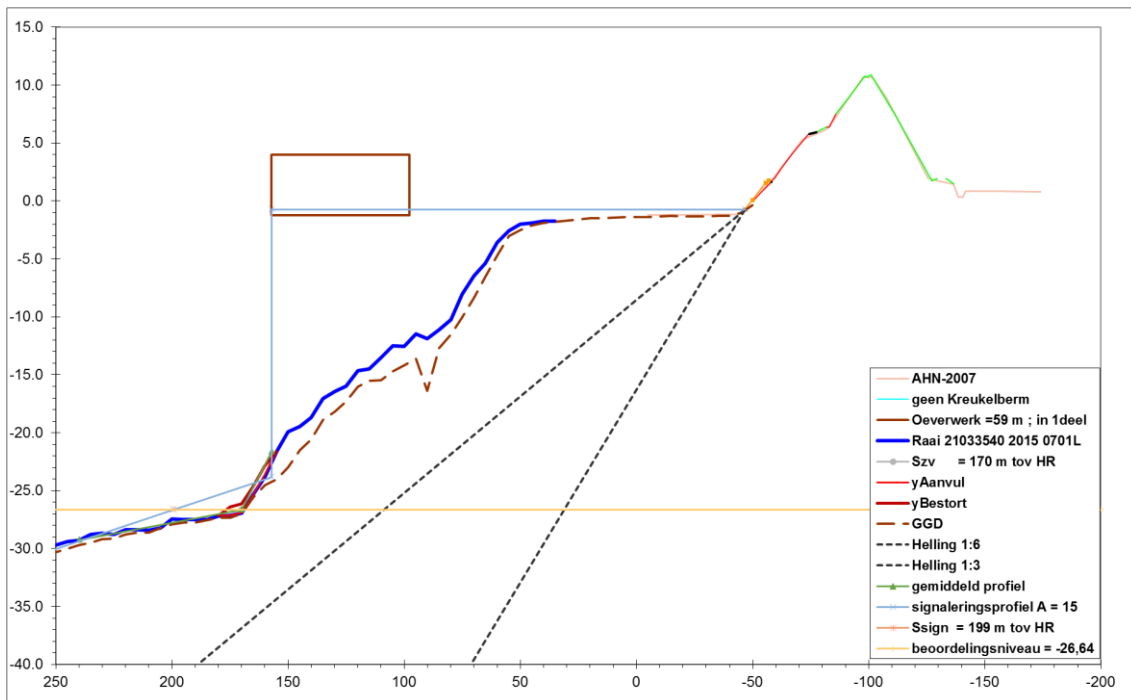
Figuur 2.1 Onderzoeksg gebied Vlietepolder, multibeam opname 15-11-2017 (definitie van onderzoek- en kerngebied staat in paragraaf hierboven)



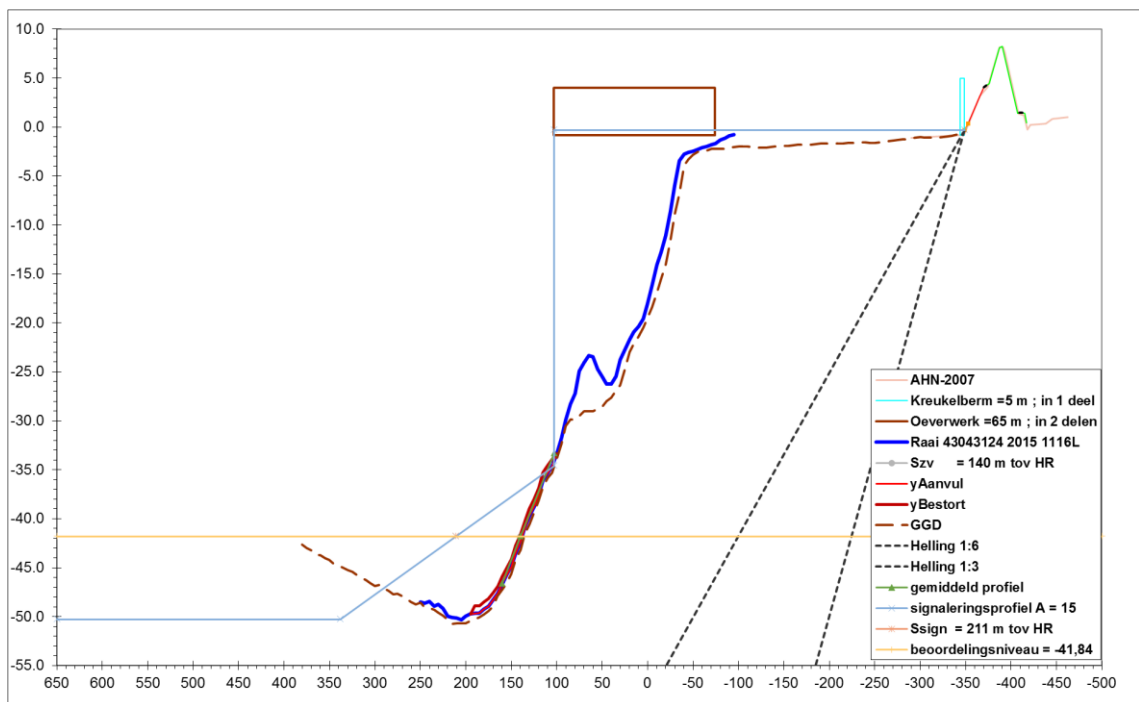
Figuur 2.2 Onderzoeksgebied Margarethapolder, multibeam opname van 16-10-2017 (definitie van onderzoeks- en kerngebied staat in paragraaf hierboven)



Figuur 2.3 Mogelijke locatie waar zinkstukken niet op elkaar aansluiten (traject Margarethapolder, raai 21033441).
Bron figuur: Waterschap Scheldestromen.



Figuur 2.4 Raai waar bestorting vermoedelijk aan de onderzijde ontbreekt (links van rechthoek, traject Margarethapolder, raai 21033540). Bron figuur: Waterschap Scheldestromen.



Figuur 2.5 Raai waar bestorting vermoedelijk tot halverwege de geul steekt (links van rechthoek, traject Vlietepolder, raai 43043124). Bron figuur: Waterschap Scheldestromen.

3 Ontwikkelingen morfologie

De verandering in bodemligging van de onderzoeksgebieden geeft aanvullende informatie over de werking van de oeverwerken. De verandering in bodemligging is zowel op basis van bathymetrische rasters als op basis van dwarsprofielen geanalyseerd.

De data van de dwarsprofielen (zie Figuur 2.1 en Figuur 2.2) van Waterschap Scheldestromen zijn beschikbaar voor de periode 1965-2016 (Margarethapolder, m.u.v. enkele raaien die een kortere periode bevatten) en 1985-2016 (Vlietepolder, m.u.v. enkele raaien die een kortere periode bevatten). Voor deze raaien zijn de veranderingen van de laatste 10 metingen in grafieken uiteengezet.

Zowel verticale als horizontale veranderingen in bodemligging zijn weergegeven ten opzichte van de meest recente meting, naast de profielen zelf. De horizontale verplaatsing is elke 2,5 meter tussen de -2,5 m en -50 m dieptecontour berekend. Hierbij is de afstand tot de diepte bepaald voor elk profiel, voor alle jaren. In de volgende paragrafen zijn een aantal profielen getoond, voor alle raaien in de onderzoeksgebieden zijn de profielen opgenomen in Appendix A.

Naast de dwarsprofielen zijn multibeam data beschikbaar van Waterschap Scheldestromen van 2014 t/m 2017. De opnamedata zijn te vinden in Tabel 3.1. Naast de morfologie zoals te zien in Figuur 2.1 en Figuur 2.2 is er op basis van de multibeam data een kaart met de *range* in bodemligging gemaakt. De range is bepaald door de laagste bodemligging van de vier metingen van de hoogste af te trekken. De range is een indicator voor de dynamiek van de geulwand en –bodem, maar geeft niet aan of er sprake is van aanzanding of erosie.

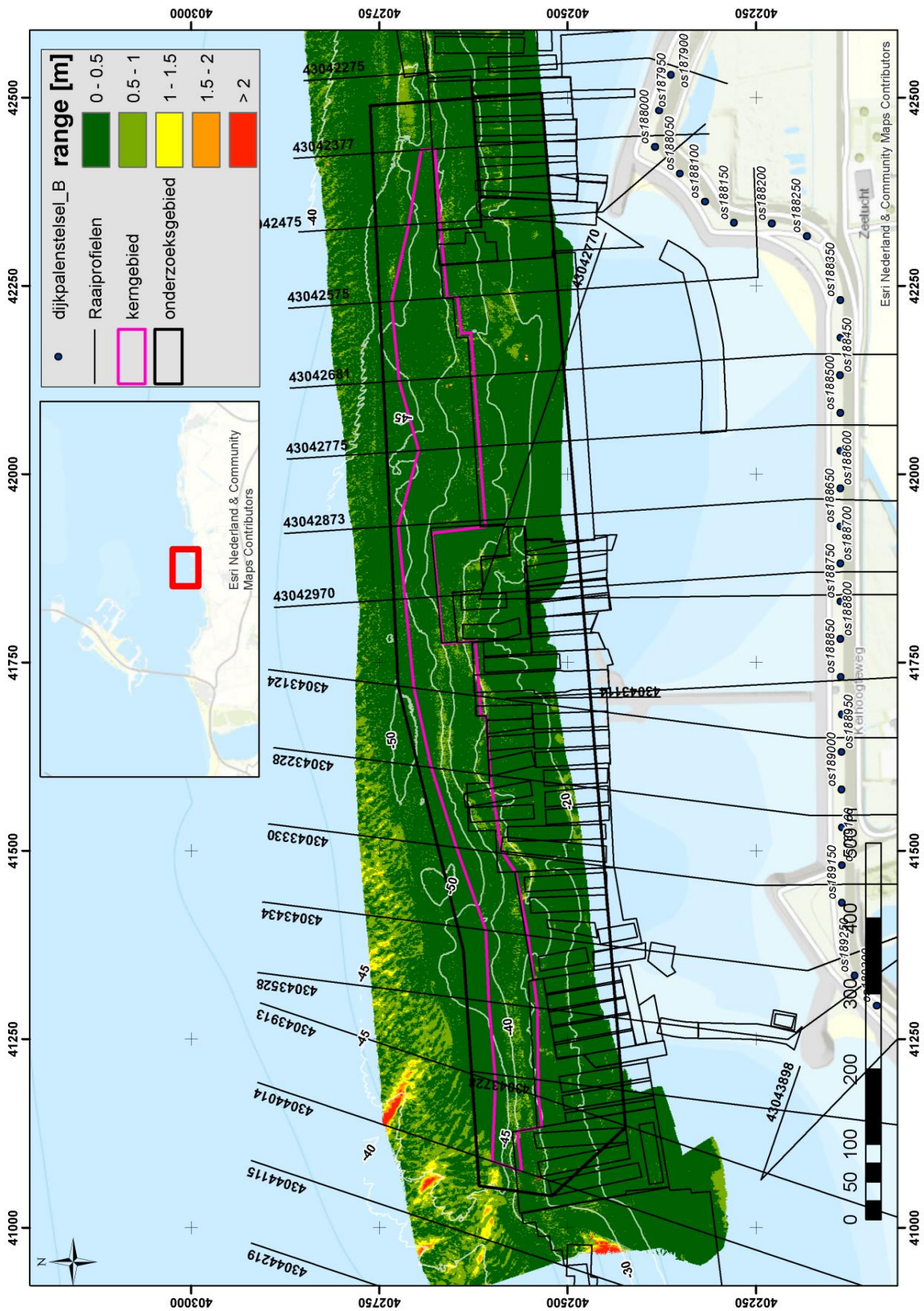
Tabel 3.1 Opnamedata multibeam voor Margarethapolder en Vlietepolder

Margarethapolder	Vlietepolder
06-11-2014	03-12-2014
24-06-2015	02-12-2015
20-07-2016	30-11-2016
16-10-2017	15-11-2017

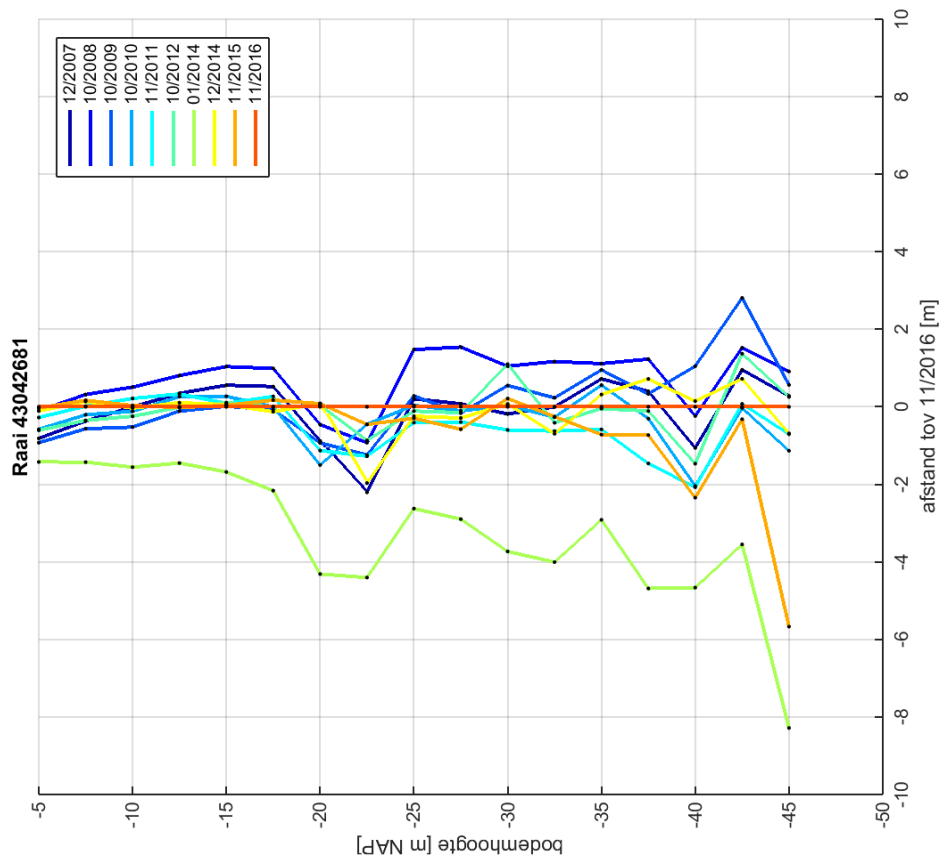
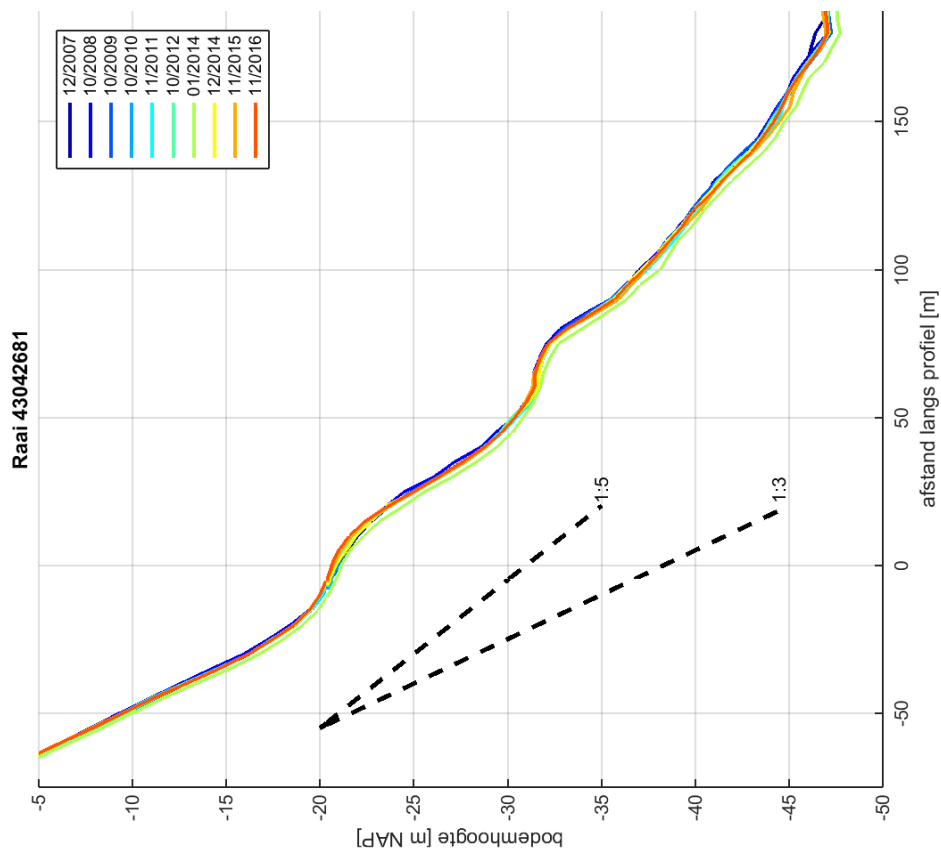
3.1 Vlietepolder

De range in bodemligging van de Vlietepolder is te zien in Figuur 3.1. Binnen het onderzoeksgebied is de range vrijwel overal laag, met enkele kleine gebieden waar die tussen 0,5 en 1 meter ligt en verder beneden 0,5 m blijft. Net buiten het gebied is een scherpe grens te zien met een gebied waar de range een stuk groter is. Dit is het gebied waar zandribbels aanwezig zijn, die door migratie zorgen voor een grotere range. Zowel de zandribbels als de scherpe grens zijn ook duidelijk te zien in de bathymetrie (Figuur 2.1).

De ontwikkeling van de dwarsprofielen bevestigt het beeld van de range-kaart. Tussen 2007 en 2016 is er weinig verandering geweest in de ligging. De horizontale verplaatsing blijft in alle profielen binnen het onderzoeksgebied binnen 2 meter (op enkele uitzonderingen in bepaalde jaren en bepaalde dieptes na) en laat geen constante landwaartse verplaatsing zien (zie Figuur 3.2 voor een voorbeeld en Appendix A). De positie in januari 2014 laat in de meeste profielen een grote afwijking van de overige jaren zien, wat vermoedelijk door een fout in de meetwaarden komt.



Figuur 3.1 Range in bodemligging tussen 2014 en 2017, gebied Vlietepolder



Figuur 3.2 Ontwikkeling tussen 2007 en 2016 van raai 43042681, gebied Vlietepolder

3.2 Margarethapolder

De range in bodemligging van de Margarethapolder is te zien in Figuur 3.3. Binnen het onderzoeksgebied zijn een aantal locaties te zien waar de range boven de 1,5 meter ligt. Het gebied met de grootste range ligt in het oosten van het onderzoeksgebied en loopt ook verder door buiten het onderzoeksgebied. Dit deel van het onderzoeksgebied was al van bekend dat er geen bestorting lag en diende als referentiegebied. Twee andere gebieden met een hoge range zijn te zien nabij raai 21033640 en raai 21033340, in detail te zien in Figuur 3.4 en Figuur 3.5. In de rest van het gebied is de range laag, grotendeels onder de 0,5 meter. Het bovenste deel van het talud, boven ca. NAP -10 m, laat een iets grotere range zien, die vaker tussen de 0,5 en 1 meter ligt.

Zeewaarts van het onderzoeksgebied is de range op de meeste plaatsen ook relatief laag, onder 1 meter. De patronen in de range die op meerdere plaatsen te zien zijn wijzen op aanwezigheid van zandribbels.

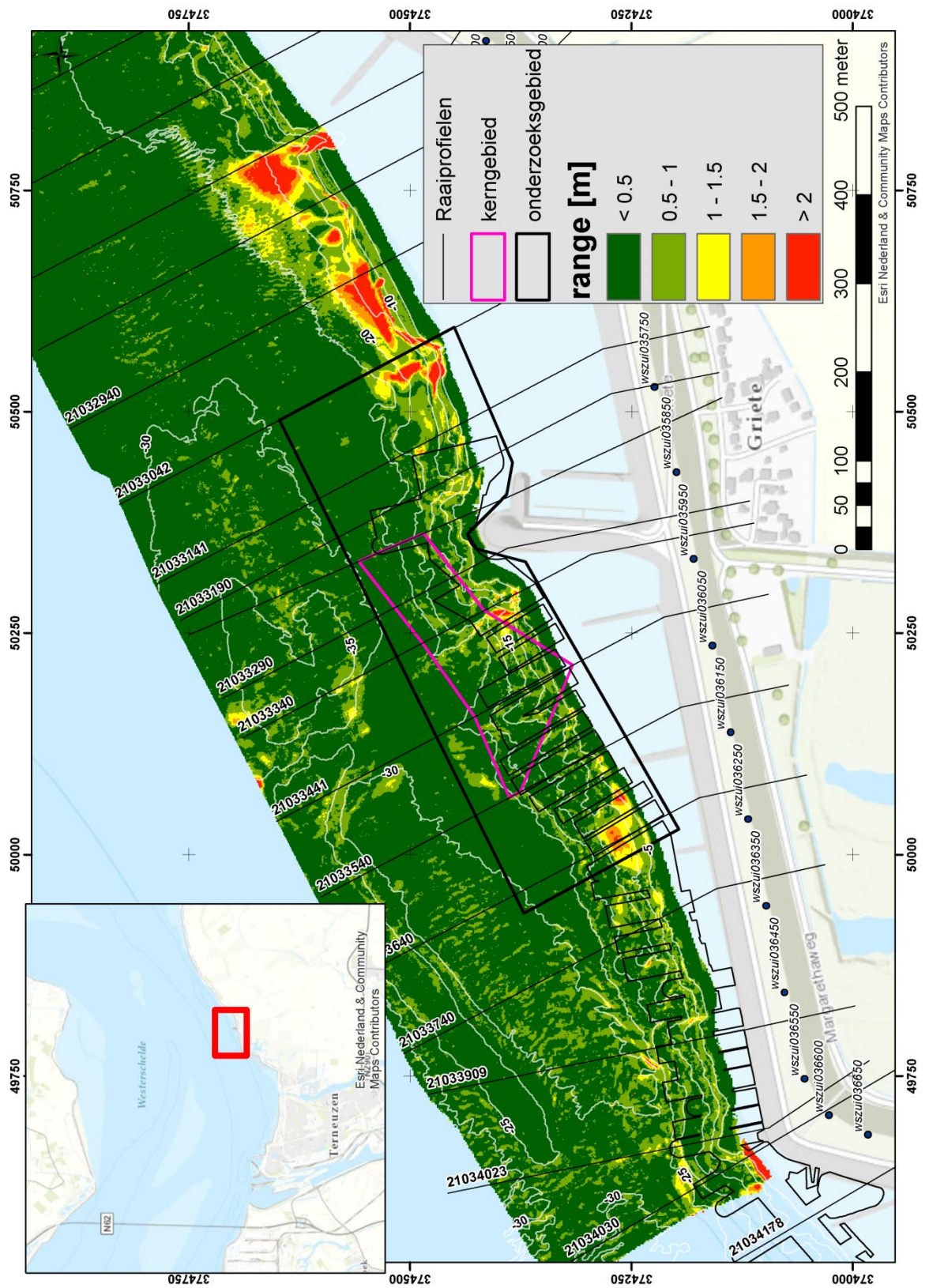
De ontwikkeling van de dwarsprofielen tussen 2010 en 2016 (Figuur 3.6 en Figuur 3.7 en Appendix A) laten een grotere horizontale verplaatsing zien dan in het gebied Vlietepolder. De verplaatsing blijft grotendeels binnen de 4 meter ten opzichte van de meest recente metingen, maar laat vaak grotere uitschieters zien. Deze komen ten dele door 'plateautjes', korte bijna horizontaal lopende delen van de profielen, waardoor een kleine verandering in diepte een grote horizontale verandering van een specifieke diepte veroorzaakt (bijvoorbeeld de positie van NAP -15 m van de meest recente meting in raai 21033640, Figuur 3.6). Ook heeft de onderkant van het profiel een flauwere helling, waardoor de horizontale verandering snel groter wordt, ook te zien in raai 21033640. Voor de meeste profielen zijn de veranderingen niet constant een richting op, maar wisselen erosie en sedimentatie elkaar af.

Het profiel van raai 21033640 laat alleen bovenin, tussen NAP -7,5 en -5 m, een constante landwaartse verplaatsing zien. Daaronder wisselen landwaartse en zeewaartse verplaatsing elkaar af. Volgens de tekeningen ligt de raai op de rand van een zinkstuk en zou bestorting tot ca. NAP -20 m aanwezig zijn. Het gebied waar een grotere range in de multibeam te zien is, komt overeen met het gebied tussen NAP -10 en -15 m, waar in de recentste meting uitbouw boven de NAP -15 m is te zien.

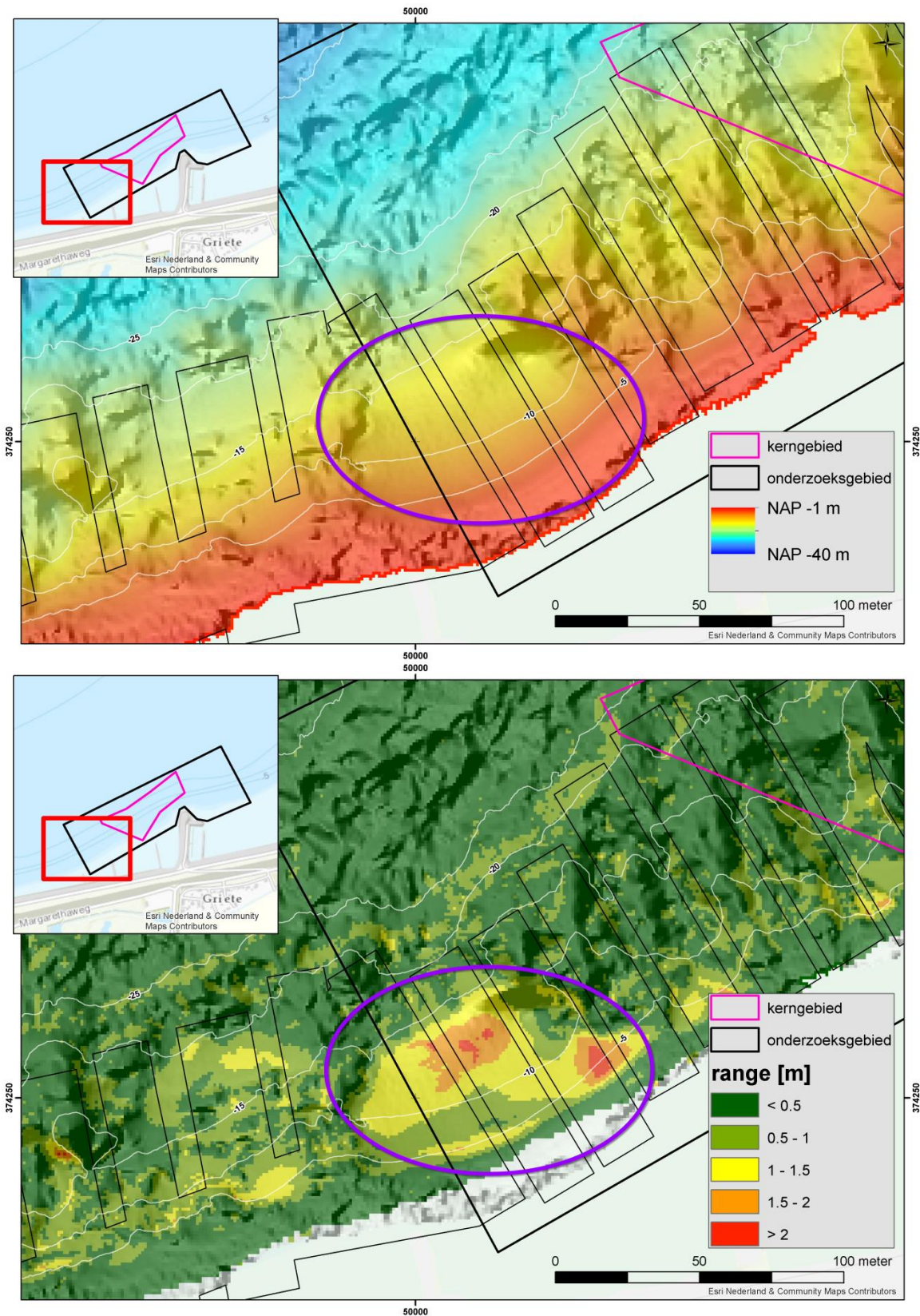
Raai 21033441 ligt precies tussen de zinkstukken in, volgens de tekeningen. In het profiel (Figuur 3.7) is echter een zeer stabiel profiel te zien, met slechts een paar uitschieters op NAP -20 en -25 m als gevolg van plateautjes. Verder blijft de verplaatsing vrijwel overal binnen de 2 m t.o.v. de meest recente meting.

Raai 21033340 laat relatief grote horizontale verplaatsing zien, met bovenin het profiel overwegend uitbouw. Volgens de tekeningen zou bestorting tot ca. NAP -20 m aanwezig zijn. In het algemeen wisselen landwaartse en zeewaartse verplaatsing elkaar af en zorgen plateautjes vaak voor grote sprongen.

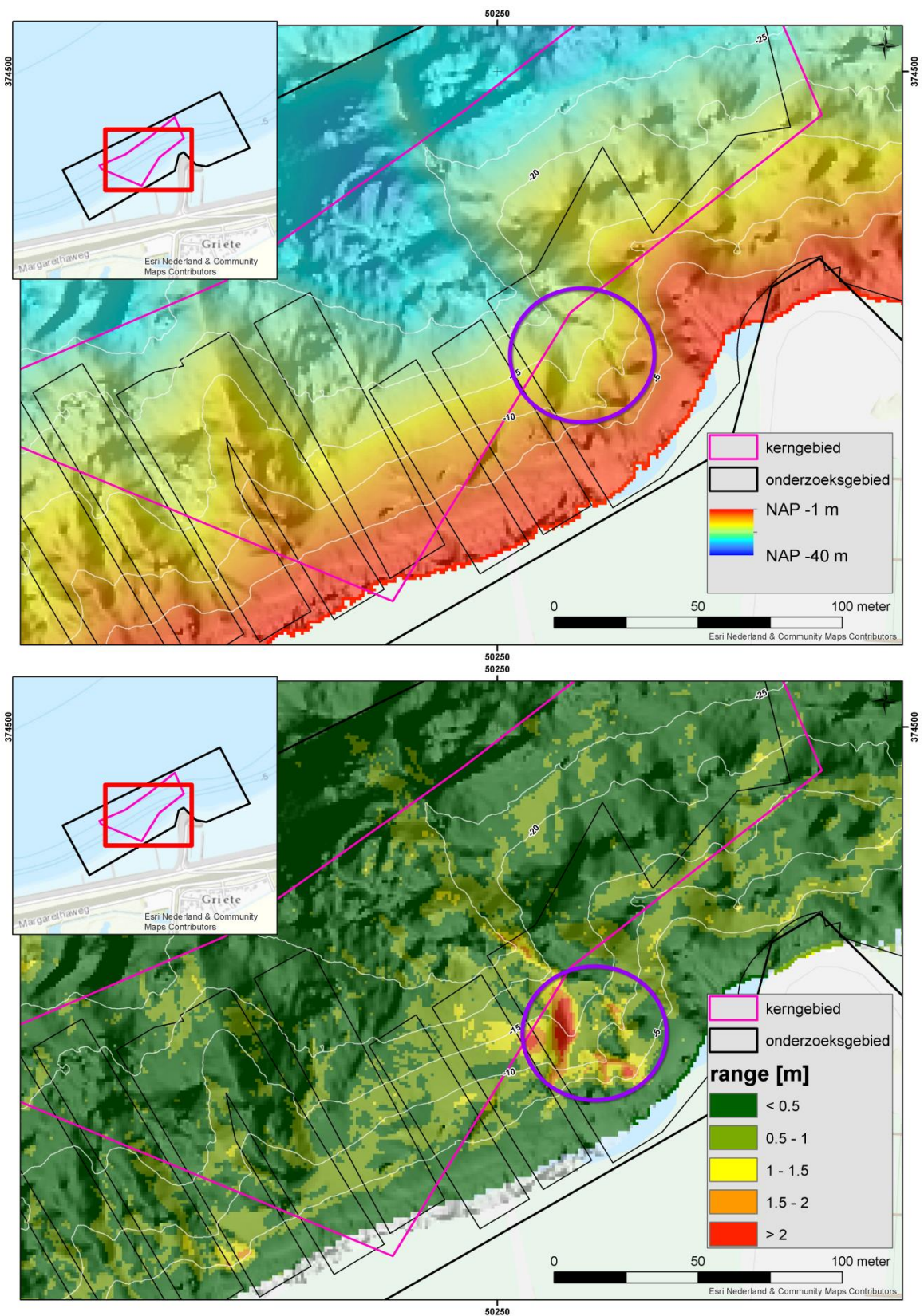
Raaien 21033290, 21033240 en 21033141 zijn relatief stabiel. Raai 21033042, op de oostwaartse grens, en raai 21032940 ten oosten daarvan laten duidelijk doorgaande landwaartse verplaatsing van de bovenkant van het profiel zien (respectievelijk boven NAP -17,5 m en NAP -12,5 m). Volgens de tekeningen zou bestorting aanwezig zijn in de raaien 21033290 en 21033240 tot respectievelijk ca. NAP -15 m en ca. NAP -25 m en afwezig zijn in de overige raaien.



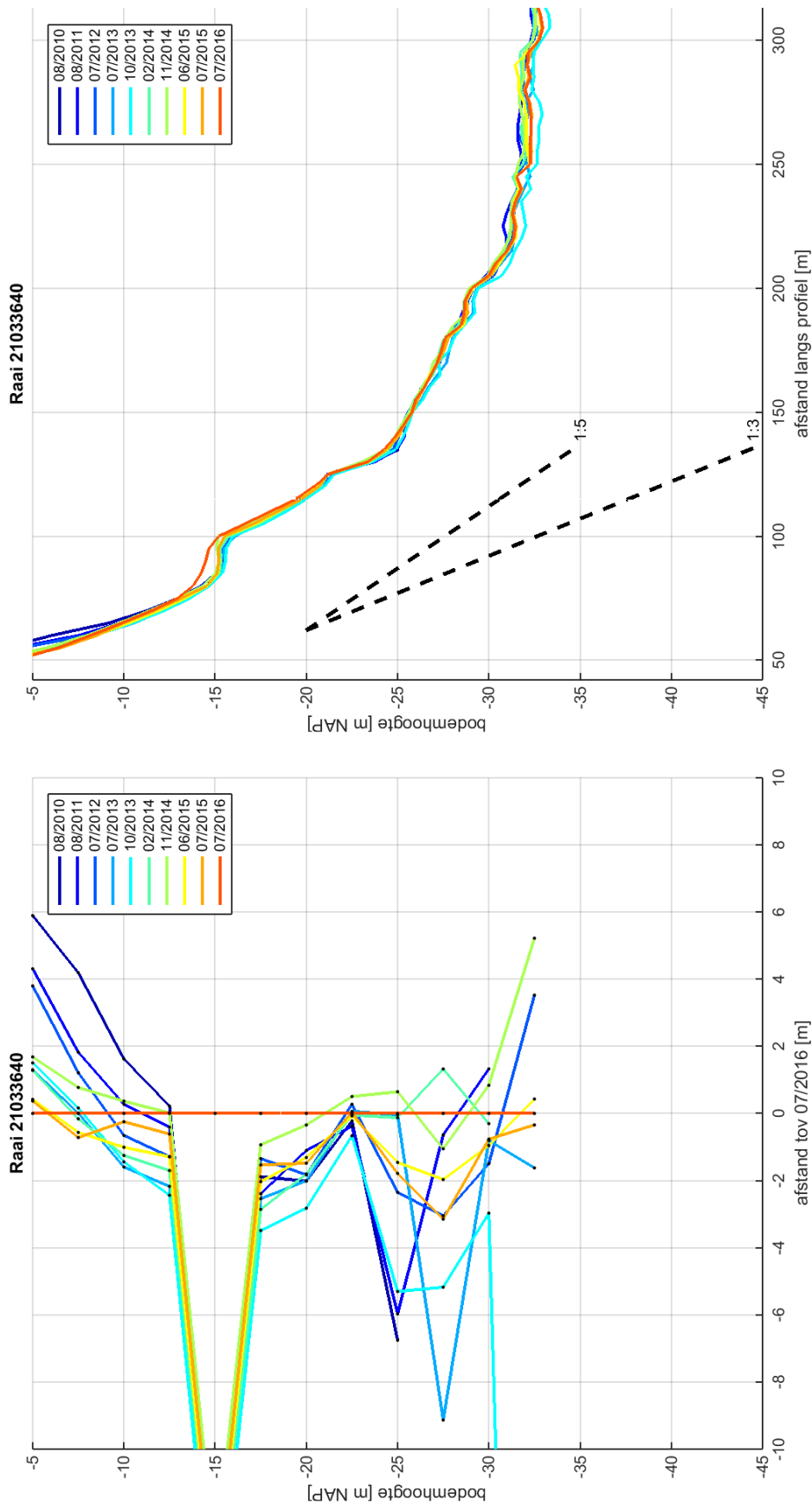
Figuur 3.3 Range in bodemligging tussen 2014 en 2017, gebied Margarethapolder



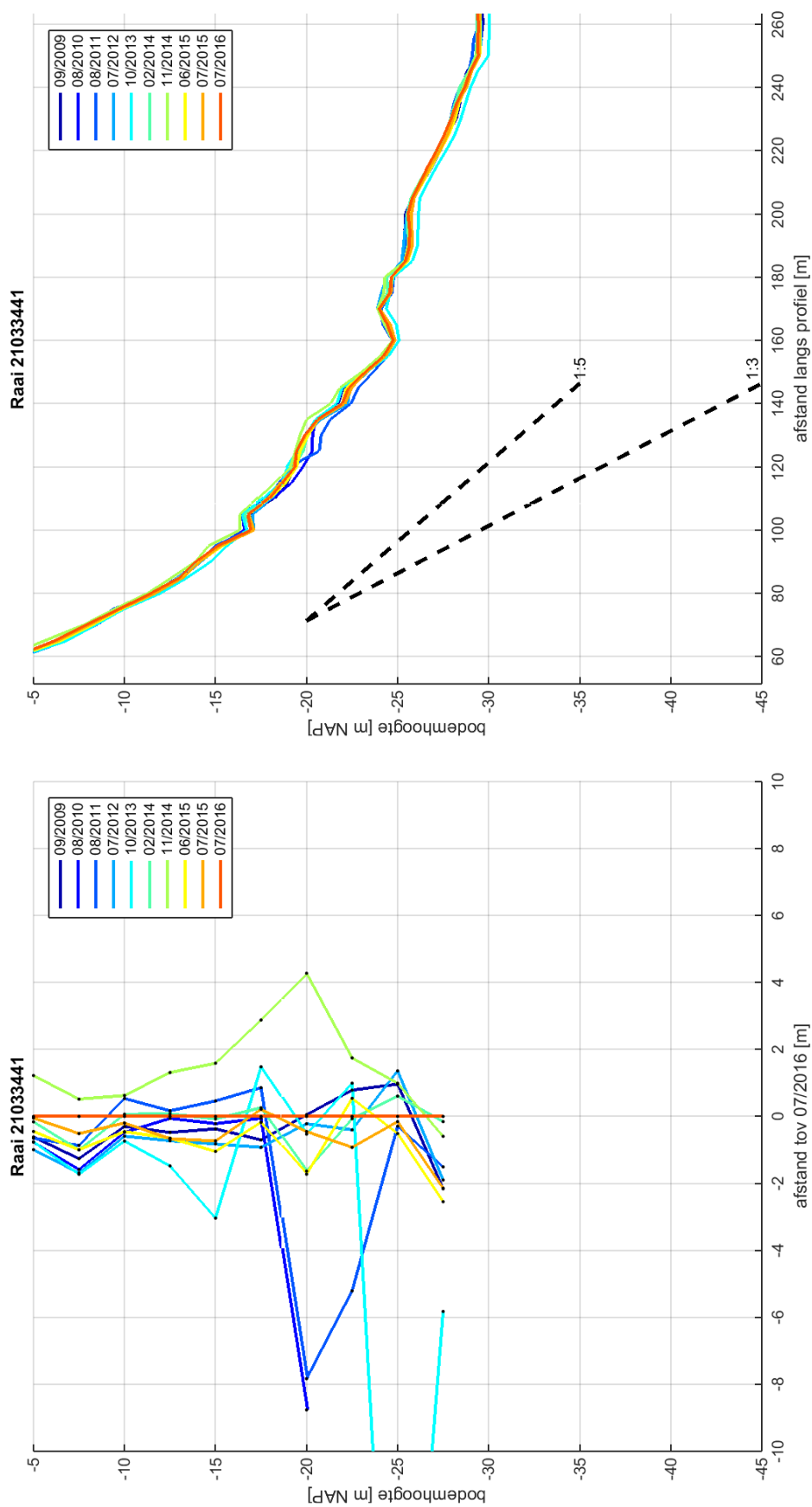
Figuur 3.4 Detailkaart met bathymetrie (boven) en range (onder) van gebied met hoge range ter hoogte van raai 21033640, gebied Margarethapolder



Figuur 3.5 Detailkaart met bathymetrie (boven) en range (onder) van gebied met hoge range ter hoogte van raai 21033340, gebied Margarethapolder



Figuur 3.6 Ontwikkeling tussen 2010 en 2016 van raai 21033640, gebied Margarethapolder



Figuur 3.7 Ontwikkeling tussen 2010 en 2016 van raai 21033441, gebied Margarethapolder

4 Geofysica metingen

Er zijn twee type metingen uitgevoerd: seismiek en sidescan sonar. De metingen zijn uitgevoerd op 5 en 6 december 2017 (Vlietepolder) en 12 en 13 december (Margarethapolder). Wegens technische problemen kon er geen sidescan sonar opname van de Margarethapolder gemaakt worden. Er is een 'Van Veen happer' gebruikt tijdens de meting, bedoeld om ter plaatse monsters van het oppervlak van de bodem te nemen, maar deze bleek te licht om op deze diepte en met de grote stroomsnelheden monsters te nemen. De resultaten kunnen gebruikt worden om de fenomenen op de waterbodem (side scan sonar) en in de ondergrond (seismiek) ruimtelijk in beeld te brengen. Beide type metingen zijn indirecte metingen, dat wil zeggen dat validatie met behulp van boringen/hap monsters is om de resultaten met voldoende zekerheid te kunnen duiden. Zonder deze validatie blijft er ruimte voor alternatieve interpretaties en is de betrouwbaarheid van de resultaten lager dan wanneer er wel boringen/hapmonsters beschikbaar zijn.

4.1 Sidescan sonar

De sidescan sonar data geeft een goed beeld van het materiaal dat zich aan het oppervlak van de bodem bevindt. De data heeft een hoge resolutie (decimeters) en laat duidelijk verschil zien tussen bestorting en sediment.

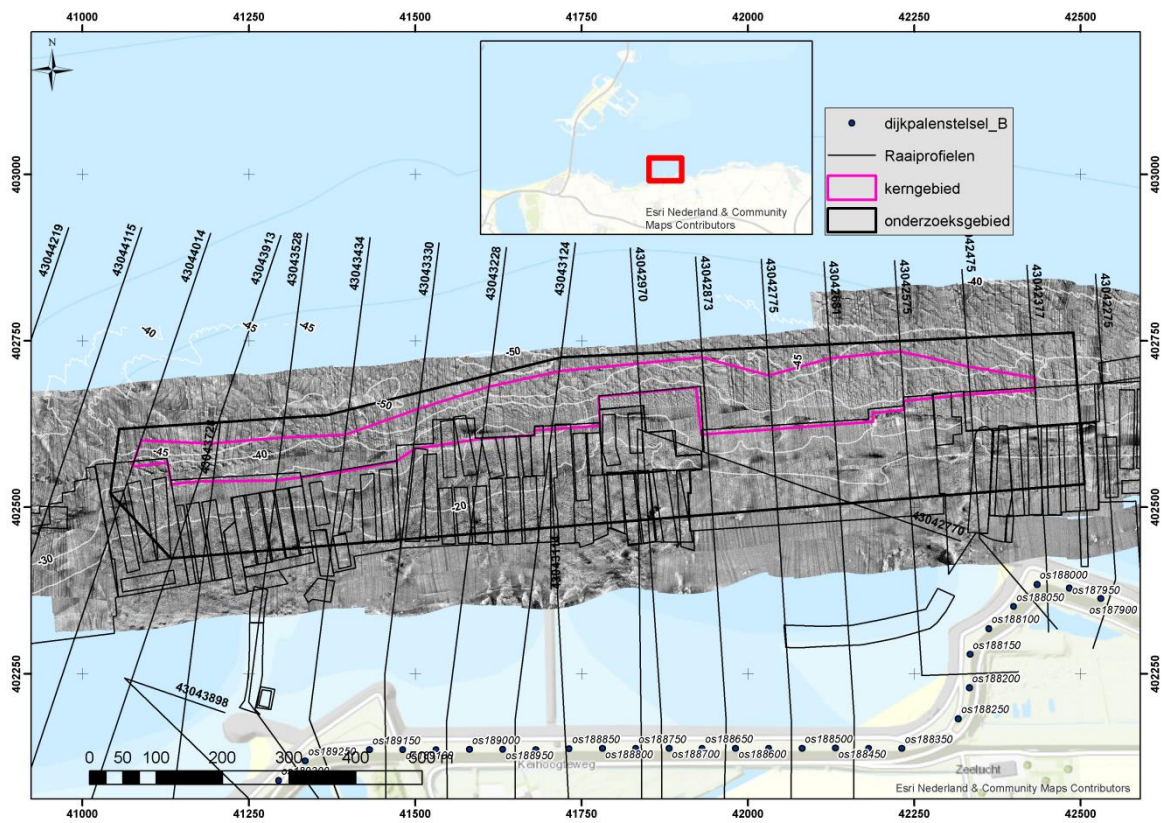
De ruwe sidescan sonar data is verwerkt en samengesteld in een mozaïek dataset. Op basis van deze dataset is visueel bepaald waar zinkstukken / bestorting zichtbaar is en zich dus aan het oppervlak bevindt. Ook is het gebied waar zandribbels aanwezig zijn zichtbaar. Deze bodemvormen geven aan dat er op die locatie een (dikke) laag zand aanwezig is. Het ontbreken ervan wijst op ander materiaal, zoals klei of stortstenen waar mogelijk wel een dunne laag zand op aanwezig is.

De resultaten van de Vlietepolder zijn te zien in Figuur 4.1 (sidescan sonar mozaïek) en Figuur 4.2 (mozaïek met daarop de interpretatie).

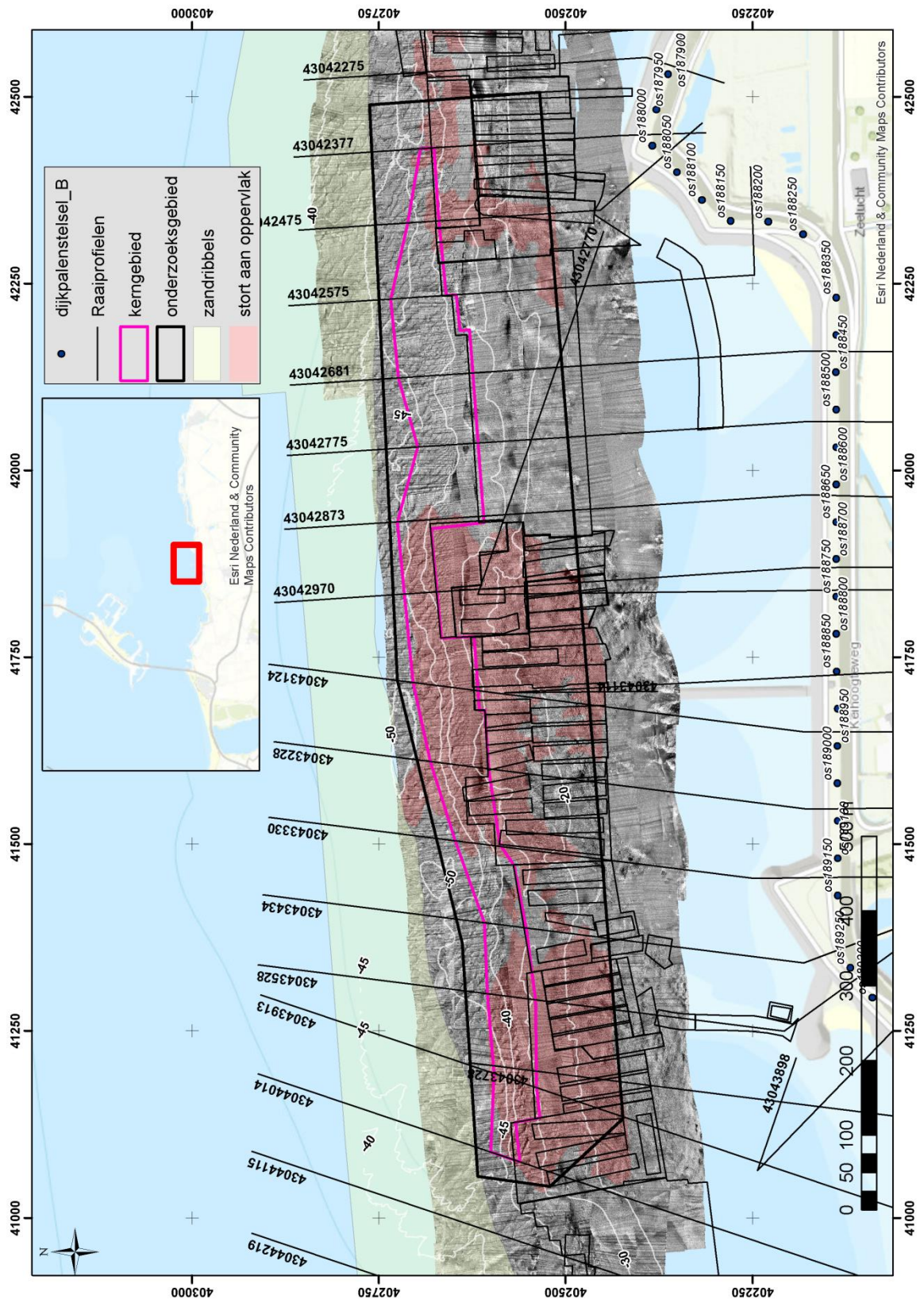
De bestorting is op veel plaatsen aan het oppervlak waarneembaar:

- Tussen raai 43044014 en 43043434 is de bestorting vrijwel continue aanwezig van de landwaartse grens van het onderzoeksgebied tot de zeewaartse grens van het kerngebied.
- Het gebied tussen raai 43043434 en 43043330 is op een paar plekken bestorting zichtbaar, voor het grootste deel echter niet.
- Van raai 43043330 tot 43043124 is de bestorting niet zichtbaar in het hogere deel van het profiel, maar wel in de rest van het gebied tot aan de zeewaartse grens.
- Raai 43043124 is de raai die ook in Figuur 2.5 is weergegeven. Volgens die figuur ligt de onderrand van de bestorting op ca NAP-35 m. Uit de sidescan sonar blijkt echter dat in deze raai de ondergrens tot ca NAP-50 m ligt, dus de teen van het onderwatertalud.
- Van raai 43043124 tot nabij 43042873 is de bestorting weer langs het hele talud te zien.
- Ten oosten van 43042873 is de bestorting vrijwel niet aan het oppervlak waar te nemen, met uitzondering van raai 43042475.

De zandribbels zijn aanwezig net buiten het onderzoeksgebied en tonen een scherpe grens. Tussen raai 4304330 en 43043228 loopt de bestorting door tot aan de zandribbels, de rest van het gebied ligt er een zone tussen de zandribbels en stort. De grens van de zandribbels komt overeen met de grens die in de multibeam opname is te zien.



Figuur 4.1 Sidescan sonar mosaic, gebied Vlietepolder



Figuur 4.2 Sidescan sonar mosaic met gekarteerde stort en zandribbels, gebied Vlietepolder

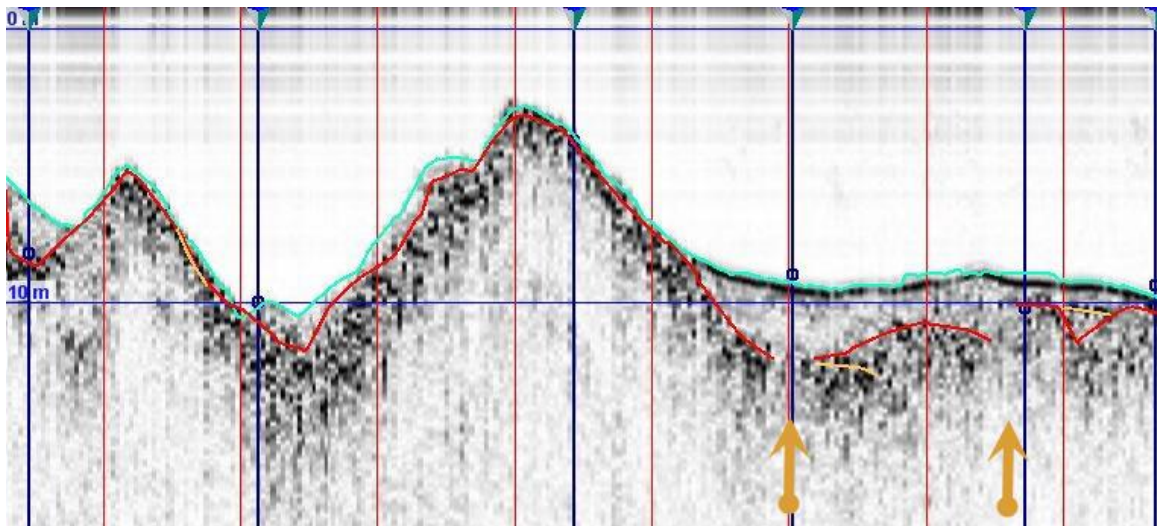
4.2 Seismische opname

Met de subbottom profiler zijn vaarlijnen langs en dwars op de kust gevaren, met een lijndichtheid van ca. 7 tot maximaal 20 meter. Langs de vaarlijnen brengt de subbottom profiler de ondergrond in kaart, waarbij overgangen tussen zachter en harder materiaal zichtbaar worden. De seismische lijnen zijn visueel geïnterpreteerd waarbij van waargenomen bestorting de positie onder de zeebodem is gekarteerd en voor alle vaarlijnen de positie van de zeebodem is gekarteerd.

De positie van de bestorting die waargenomen wordt op de seismiek geeft de bovenkant van de bestorting, het verschil met de positie van de zeebodem geeft dus de dikte van sediment op de bestorting weer, zie voorbeeld in onderstaande figuur. Het is niet mogelijk de dikte van de bestorting zelf te bepalen op de ingewonnen data.

Aansluitend zijn er metingen met een tweede meetsysteem uitgevoerd, het doel van deze metingen was de (diepere) ondergrond onder de bestorting in beeld te brengen. Deze metingen zijn uitgevoerd met een sparker en een enkel kanaals streamer. Dit systeem geeft meer indringing in de ondergrond dan de subbottom profiler, maar dat gaat ten koste van het oplossend vermogen (de resolutie). De kwaliteit van deze metingen wordt negatief beïnvloed door de aanwezigheid van de bestortingen, dit bemoeilijkt de interpretatie. Desondanks zijn enkele overgangen zichtbaar. Om deze te vertalen naar lithologische overgang is kalibratie, met behulp van boorgegevens noodzakelijk. Het is meestal niet mogelijk de lithologie van ondergrond op basis van alleen deze metingen vast te stellen. Op basis van boringen uit de omgeving is een eerste interpretatie gedaan, deze is echter indicatief.

In de volgende twee paragrafen zijn voor beide gebieden de resultaten van de kartering weergegeven op een kaart.



Figuur 4.3 Voorbeeld seismische lijn (subbottom profiler) met geïnterpreteerde bestorting (rode lijn) en zeebodem (blauwe lijn). Gele pijlen geven locaties aan waar bestorting niet zichtbaar is.

4.2.1 Vlietepolder

4.2.1.1 *Steenbestorting*

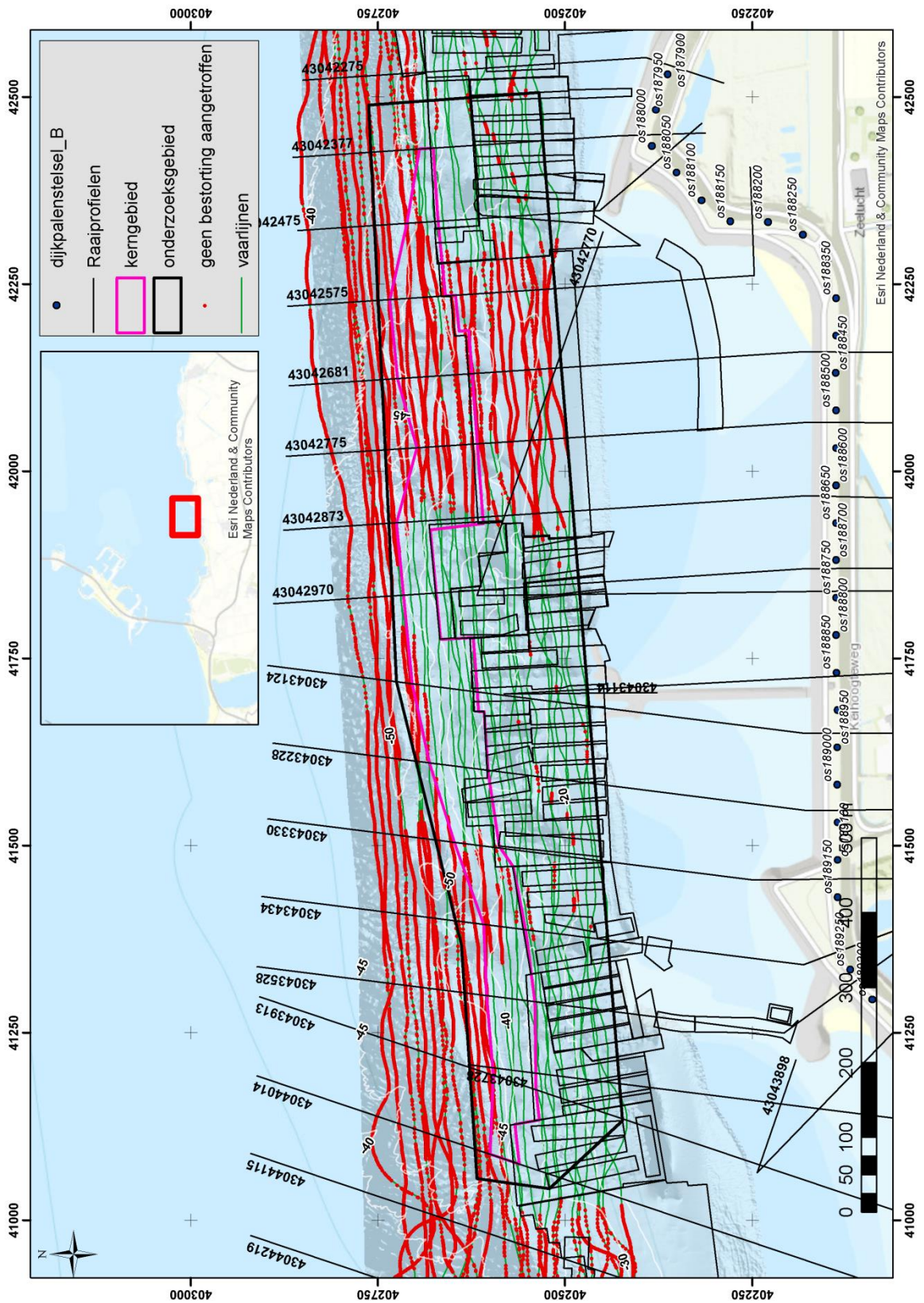
De waargenomen bestorting en de diepte onder de zeebodem zijn weergegeven in Figuur 4.4, locaties waar bestorting niet is waargenomen zijn weergegeven in Figuur 4.5.

In een groot deel van het gebied is de bestorting waargenomen in de seismiek. Op veel plekken loopt de waargenomen bestorting verder zeewaarts door dan volgens de tekeningen aangegeven.

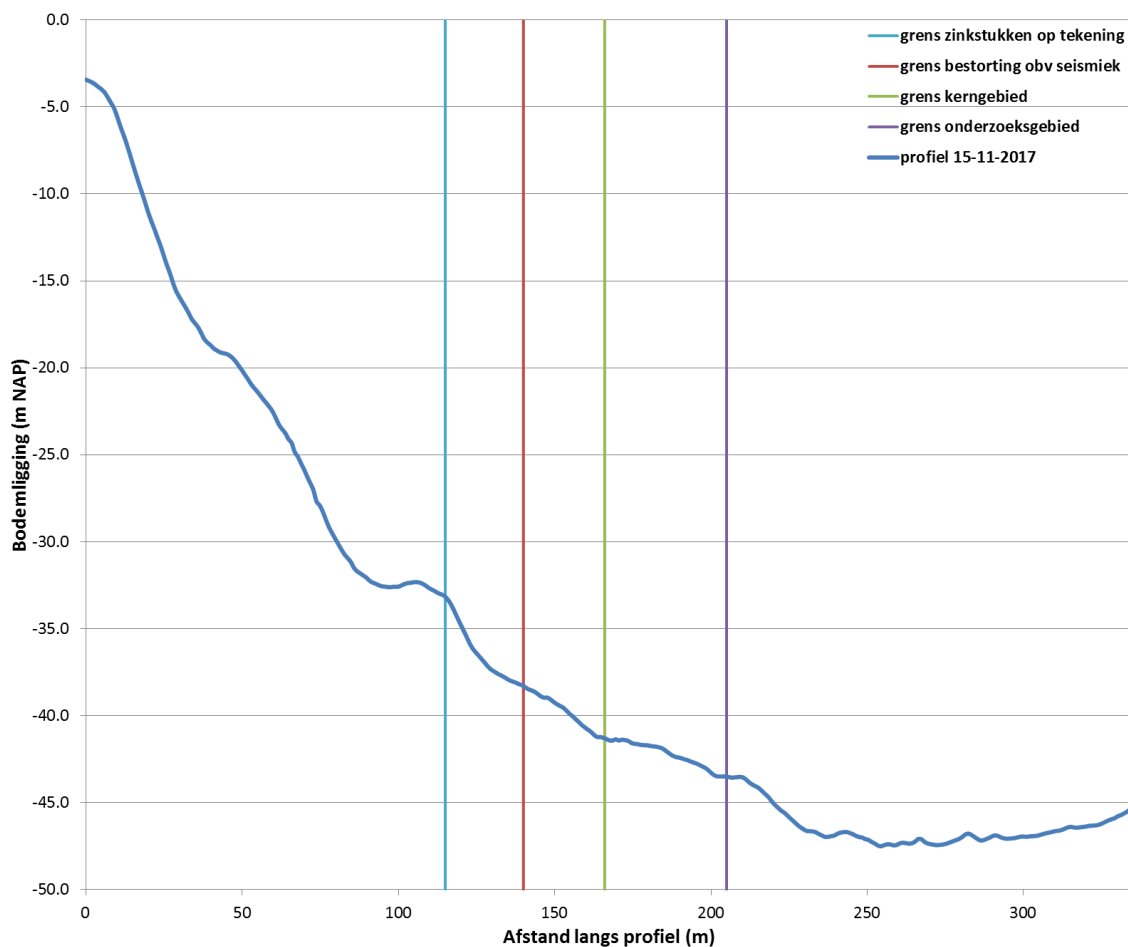
Opvallend is het vrijwel volledig ontbreken van de bestorting tussen raai 43042873 en iets ten oosten van raai 43042575. Tussen raai 43043434 en 4304330 loopt de bestorting niet helemaal door tot aan de zeewaartse grens van het kerngebied. De bestorting loopt ca. 25 m verder zeewaarts dan op de tekeningen is weergegeven, de zeewaartse grens van het kerngebied ligt nog eens ca. 25 m verder (Figuur 4.6). Voor alle overige raaien is de bestorting aanwezig tot de zeewaartse grens van het kerngebied, of nog iets verder zeewaarts.

Een aantal kleine gebieden waar de bestorting niet is waargenomen zijn weergegeven in detailkaarten (Figuur 4.7 t/m Figuur 4.9). Voor een deel betreft dit locaties op de overgang tussen zinkstukken of gebieden tussen zinkstukken in. Op een aantal locaties is de grootte zeer klein (<10 m). Voor een aantal locaties is de grootte wel significant, de meeste ca. 20 meter. Onder significante 'gaten' worden onderbrekingen in de bestorting van 20x 20 meter of groter verstaan. Dit is een enigszins arbitraire grens en is gekozen op basis van aannames en niet op basis van een grondige analyse (d.w.z. of dit een probleem vormt voor de stabiliteit of niet).

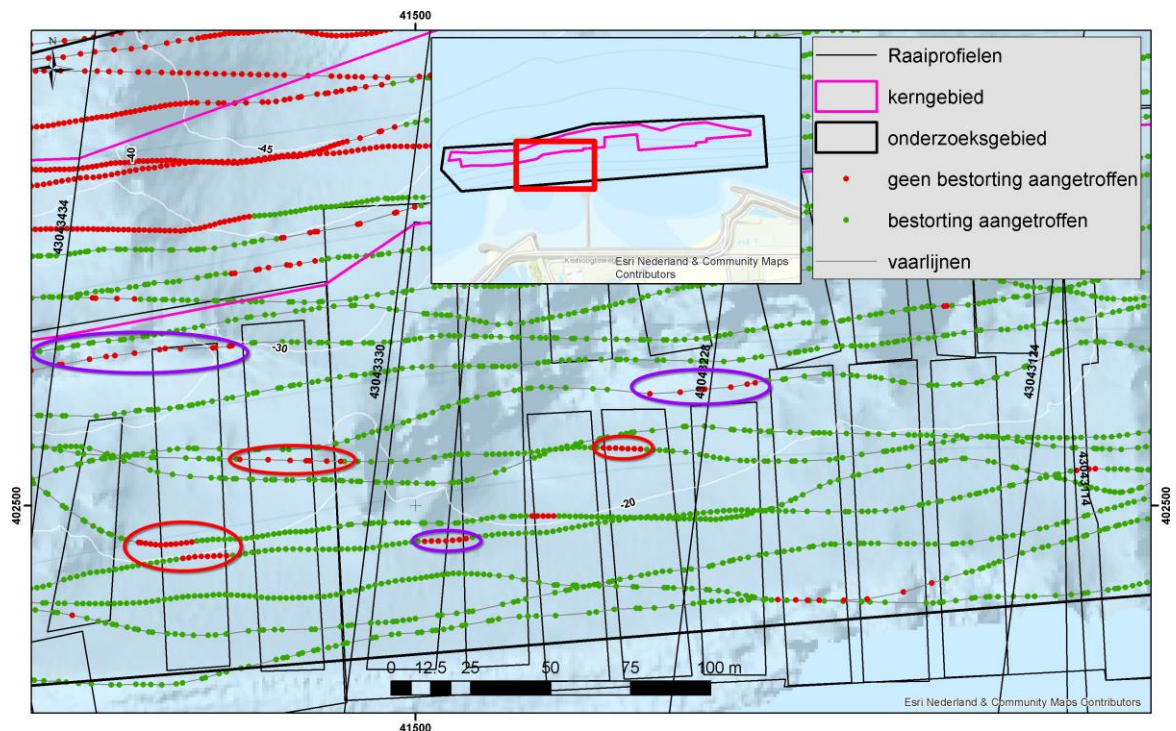
De waarnemingen komen overeen met de waarnemingen op basis van de sidescan sonar data. Gebieden waar de bestorting in de seismiek onder het oppervlak zichtbaar ligt, zijn in de sonar data niet waargenomen. Gebieden waar bestorting aan of vlak onder het oppervlak is waargenomen in de seismiek zijn ook in de sonar data waargenomen. Gebaseerd op beide bronnen zijn de buitenste grenzen van de bestorting binnen het onderzoeksgebied aangegeven in Figuur 4.10. Binnen dit gebied zijn nog wel locaties aanwezig waar de bestorting niet is waargenomen.



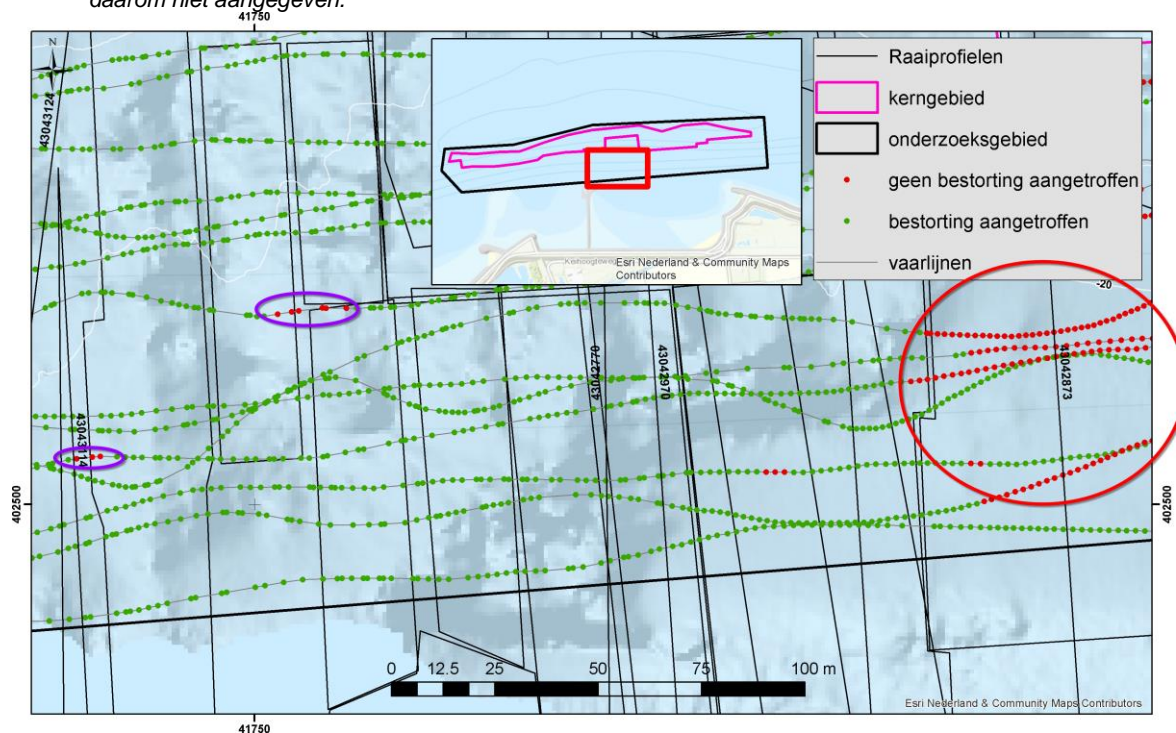
Figuur 4.5 Locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen, gebied Vlietepolder



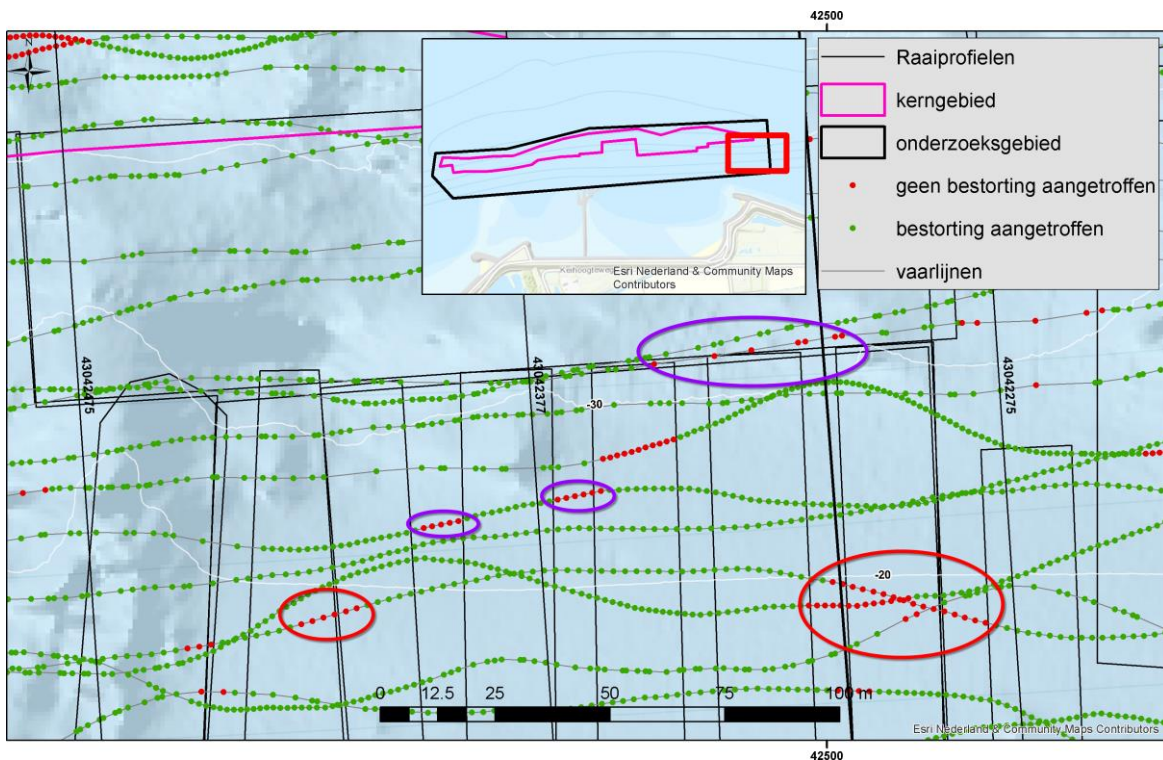
Figuur 4.6 Dwarsprofiel ter hoogte van profiel 43043434 met de gebiedsgrenzen en grenzen van bestorting.



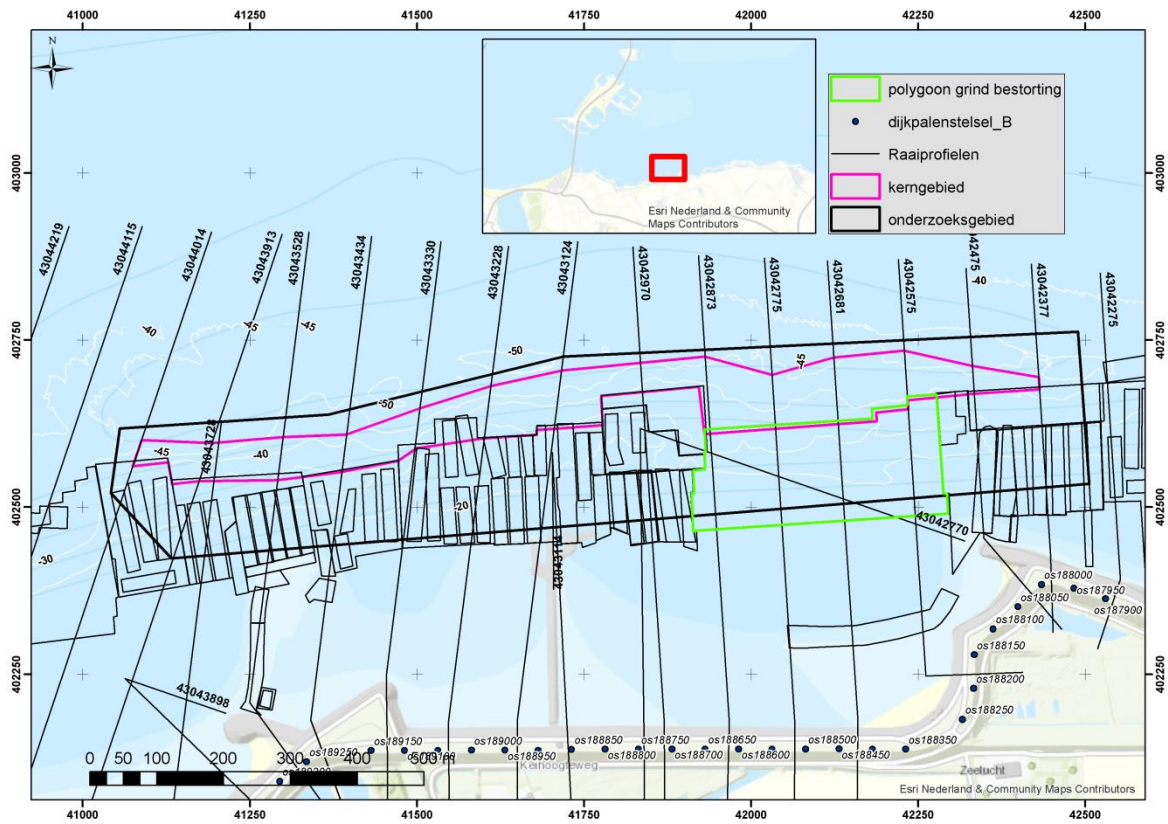
Figuur 4.7 Detail van locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen, gebied Vlietepolder. Voor gebieden waar bestorting aanwezig zou zijn volgens de tekening zijn de volgende gebieden aangegeven: paarse ellipsen geven locaties aan tussen zinkstukken in, rode ellips geeft locatie aan waar bestorting mogelijk niet in tact is. Overige punten waar bestorting niet is waargenomen zijn zeer kleine gebieden en daarom niet aangegeven.



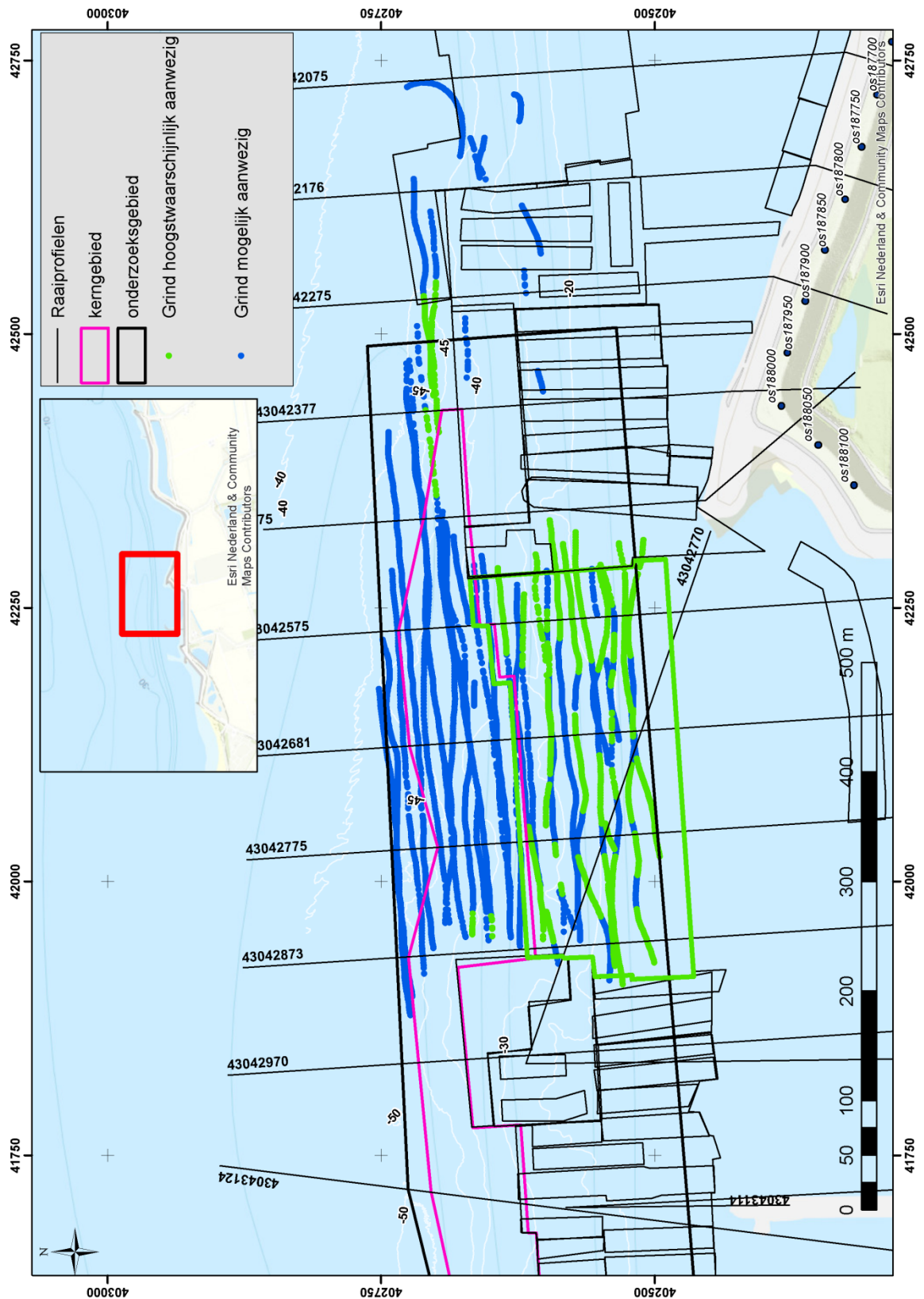
Figuur 4.8 Detail van locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen, gebied Vlietepolder. Voor gebieden waar bestorting aanwezig zou zijn volgens de tekening zijn de volgende gebieden aangegeven: paarse ellipsen geven locaties aan tussen zinkstukken in. Overige punten waar bestorting niet is waargenomen zijn zeer kleine gebieden en daarom niet aangegeven.



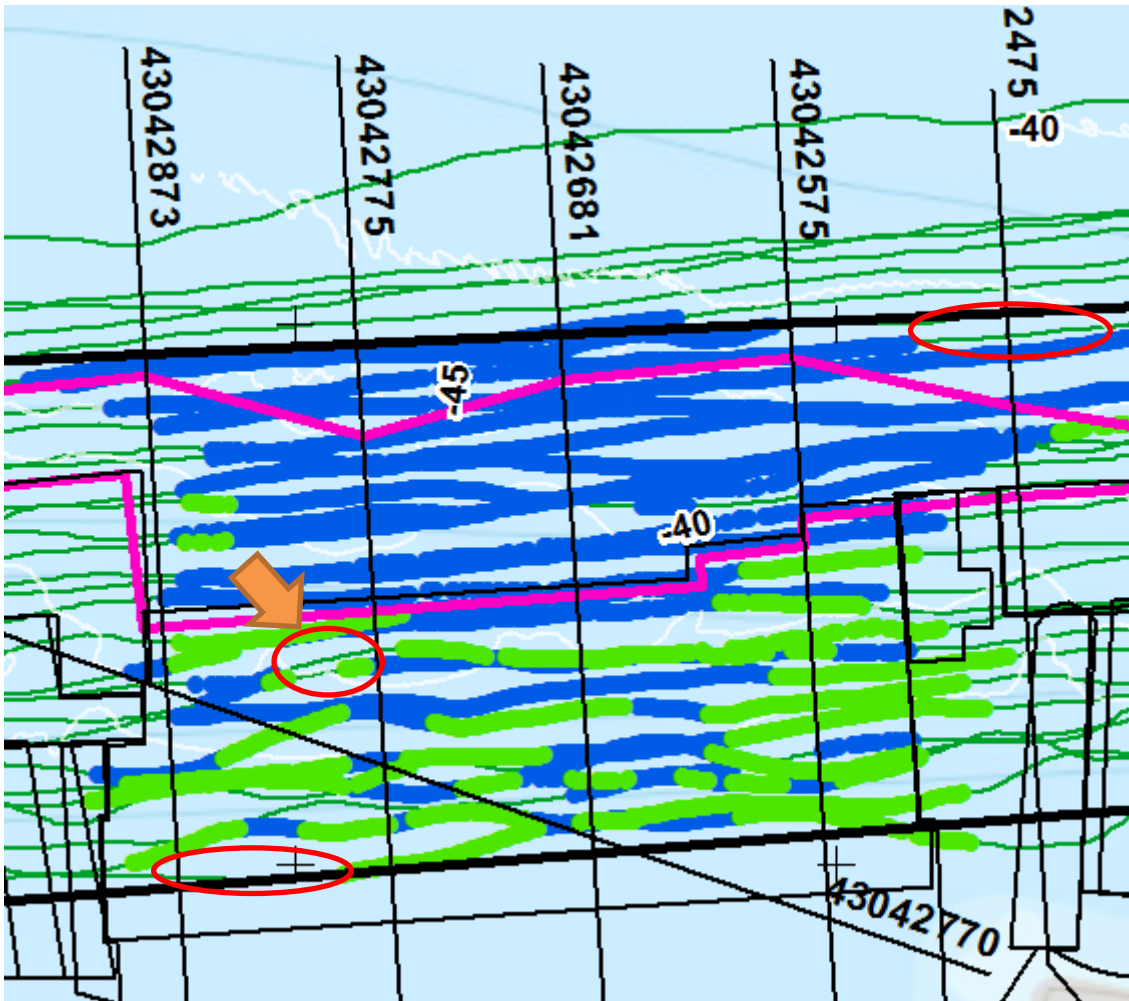
Figuur 4.9 Detail van locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen, gebied Vlietepolder. Voor gebieden waar bestorting aanwezig zou zijn volgens de tekening zijn de volgende gebieden aangegeven: paarse ellipsen geven locaties aan tussen zinkstukken in, rode ellips geeft locatie aan waar bestorting mogelijk niet in tact is. Overige punten waar bestorting niet is waargenomen zijn zeer kleine gebieden en daarom niet aangegeven.



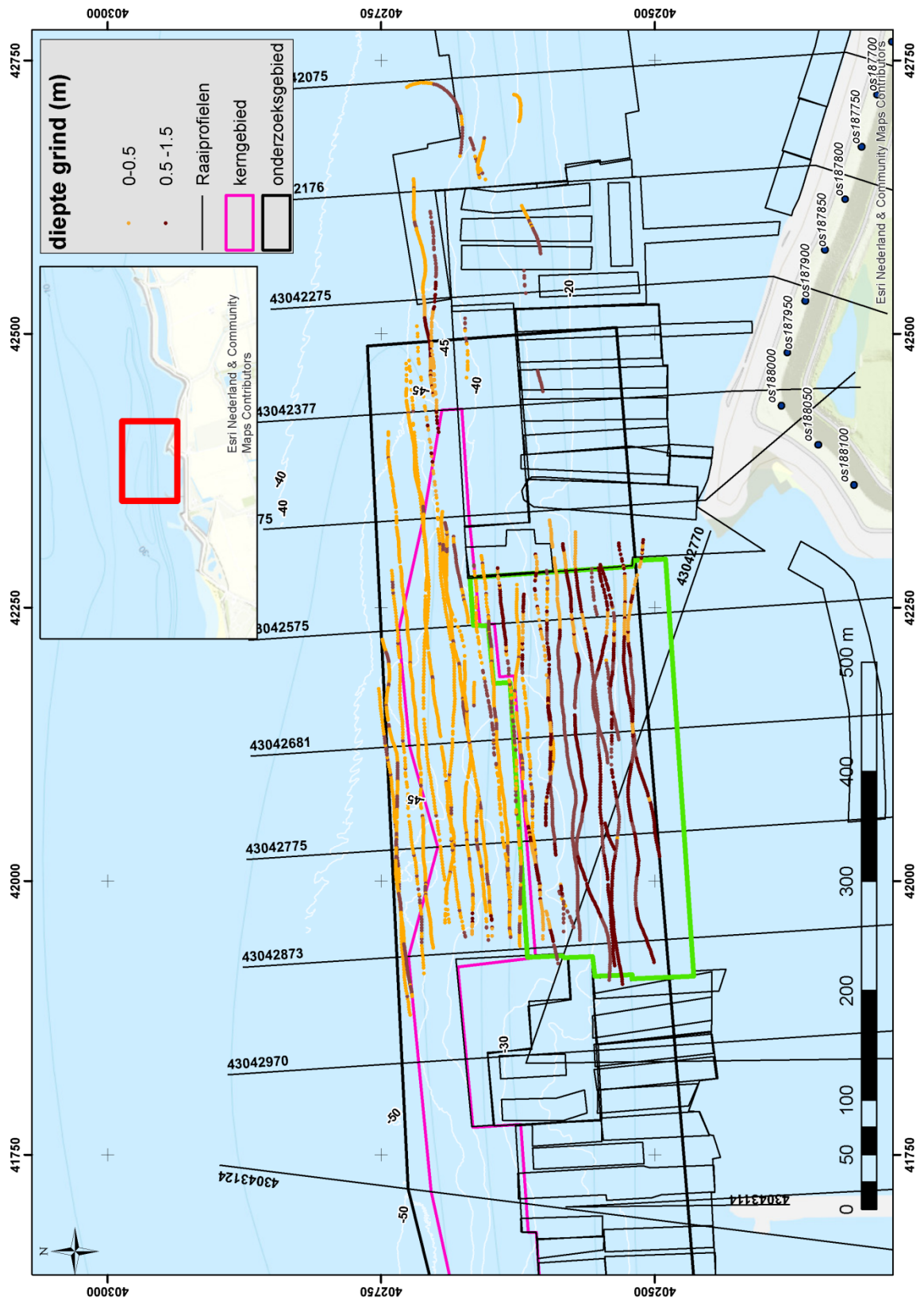
Figuur 4.11 Ligging van de mogelijke grindbestorting (locatie Vlietepolder, groene polygoon geeft gebied aan waar grind bestorting zou moeten liggen).



Figuur 4.12 Meest waarschijnlijke verbreding van grindbestorting (locatie Vlietepolder), in blauw locaties waar grind mogelijk aanwezig is in groen locaties waar grind hoogstwaarschijnlijk aanwezig is. Tussen raai 43042873 en 43042775 is 1 zone gevonden waar met zekerheid geen grind aanwezig is (zie onderstaand figuur)



Figuur 4.13 Detail de locaties waar de grind bestorting niet in de seismiek is waargenomen, gebied Vlietepolder. De rode ellips geeft locatie aan waar bestorting mogelijk niet in tact is. Overige punten waar bestorting niet is waargenomen zijn zeer kleine gebieden en daarom niet aangegeven. Het gebied dat met de oranje pijl wordt aangegeven is circa 35 meter lang.



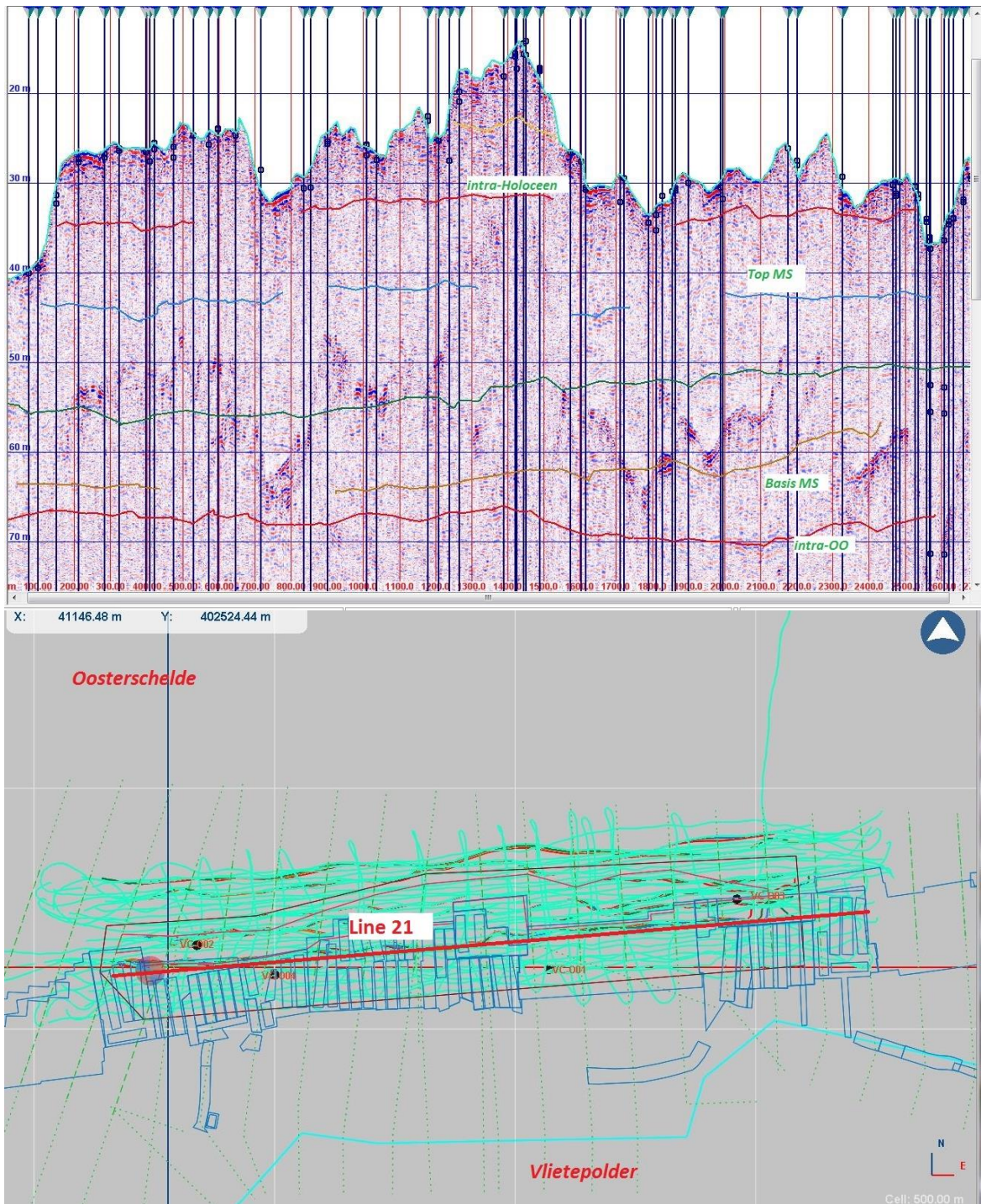
Figuur 4.14 Benadering van de diepte ligging van de top van het grindpakket in meters onder de waterbodem.

4.2.1.3 Geologie

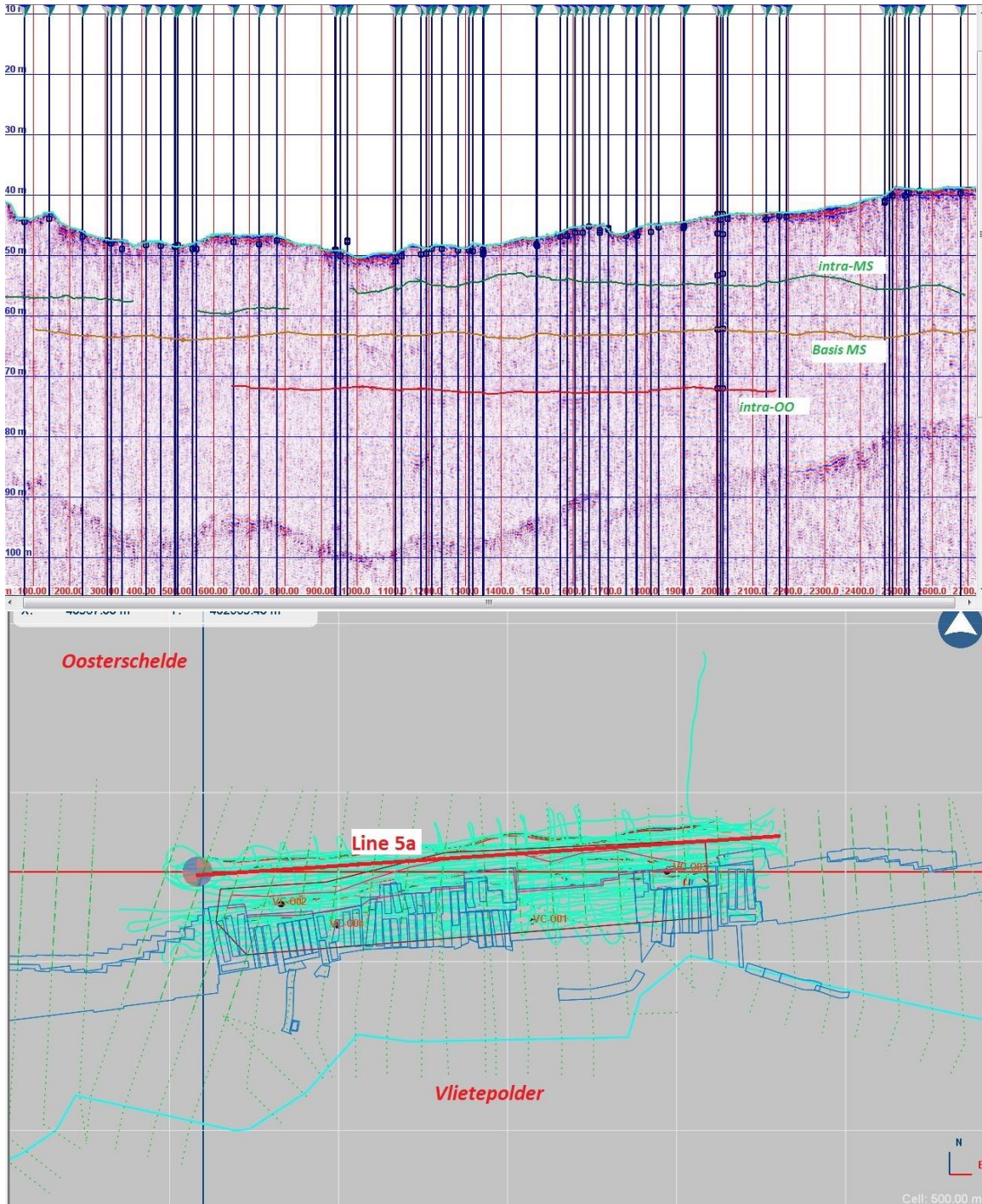
In de sparker data zijn verschillende reflectoren waargenomen en gekoppeld aan de geologie (Figuur 4.15 t/m Figuur 4.17).

De diepere reflectoren duiden waarschijnlijk op kleilagen behorend tot de Maasluis Formatie (MS) en Oosterhout Formatie (OO). Binnen deze formaties zijn dit lagen van 1-2 meter dik. De reflectoren in het Holoceen voorkomen duiden waarschijnlijk eveneens op een kleilaag, de dikte van deze laag is onbekend. Er is in de seismische data geen horizon gevonden welke gekoppeld kan worden aan de Waalre Formatie (welke tussen de basis van het Holoceen en aan de top van de Maasluis Formatie ligt),

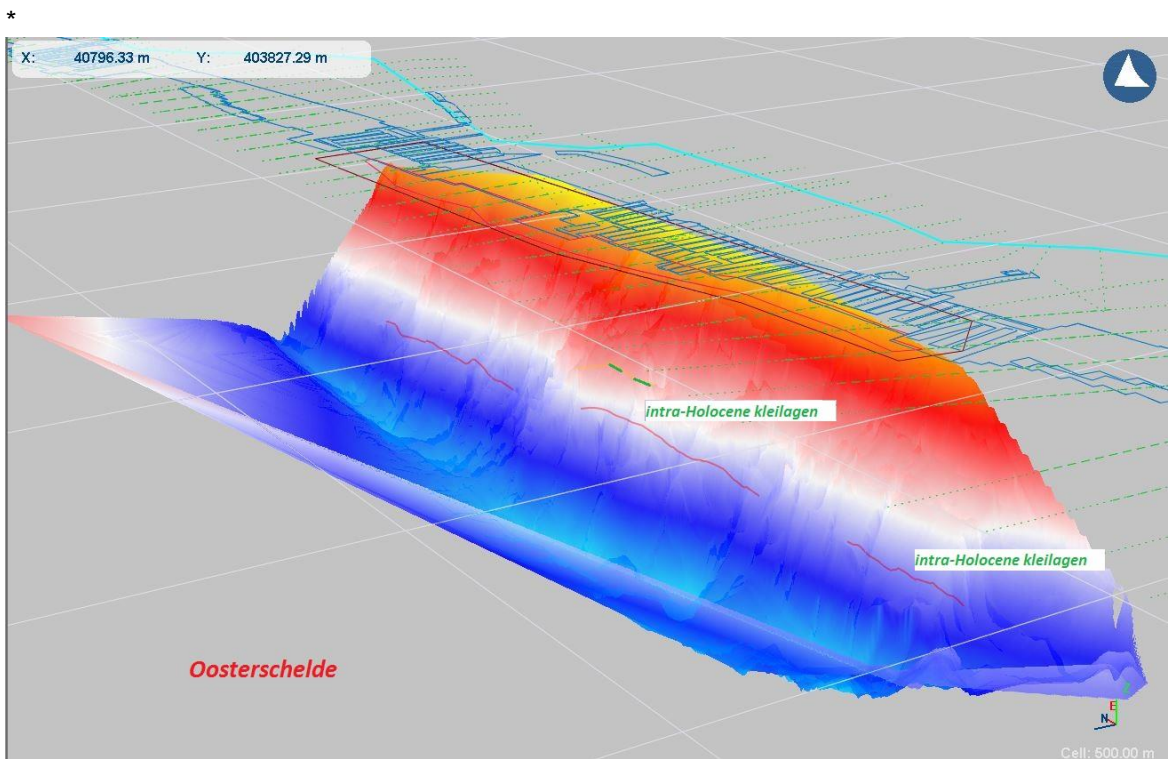
Een groot deel van de onderwater oever bestaat uit Holocene afzettingen. Daarvan wordt in het algemeen aangenomen dat het zandige deel gevoelig is voor zettingsvloeiing. Waarschijnlijk bestaan de onderste meters (37-40m waterdiepte) uit afzettingen behorende tot de Waalre formatie. De data kwaliteit is matig.



Figuur 4.15 Voorbeeld van een geïnterpreteerd seismisch profiel. De aangegeven horizonten geven de meest prominente overgangen weer, mogelijk de toppen van dunne (1-2 meter) kleilagen. De 'intra holoceen' reflector geeft een overgang binnen het Holoceen pakket weer; het is niet duidelijk of deze laag ook een klei laag weergeeft, maar dit is wel de meest waarschijnlijke verklaring. De meest prominente reflector is de multiple reflector, dit is een 'echo' van de waterbodem en geen fenomeen in de ondergrond.



Figuur 4.16 Voorbeeld van een geïnterpreteerd seismisch profiel. De aangegeven horizonten geven de meest prominente overgangen weer, mogelijk de toppen van dunne (1-2 meter) kleilagen. De 'intra holoceen' reflector geeft een overgang binnen het Holocene pakket weer; het is niet duidelijk of deze laag ook een klei laag weergeeft, maar dit is wel de meest waarschijnlijke verklaring. De meest prominente reflector is de multiple reflector, dit is een 'echo' van de waterbodem en geen fenomeen in de ondergrond.



Figuur 4.17 Ligging van de kleilagen zoals geïnterpreteerd op de sparker data geprojecteerd op de bathymetrie. Dit betreft een interpretatie welke gevalideerd dient te worden met boringen.

4.2.2 Margarethapolder

4.2.2.1 Steenbestorting

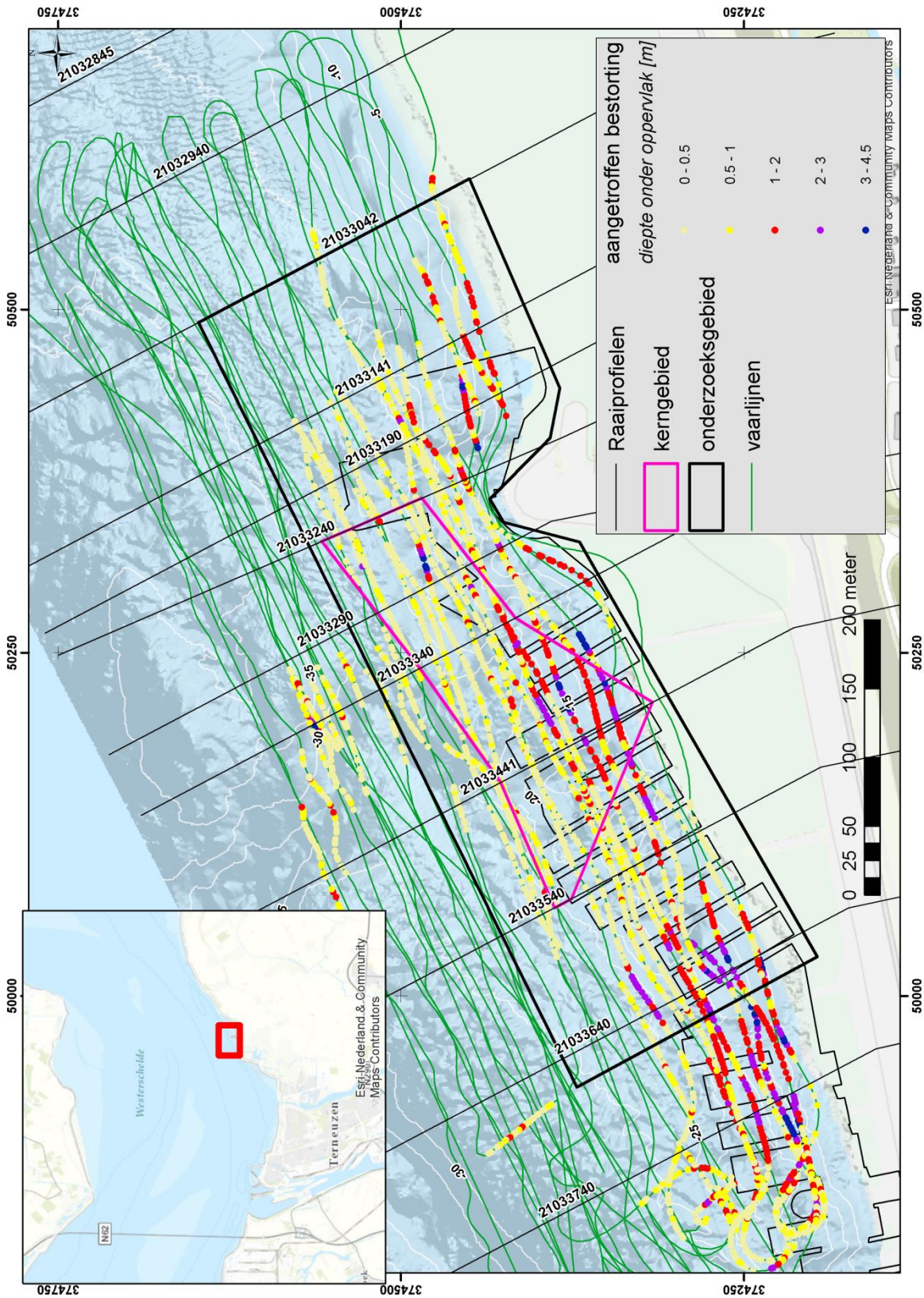
De waargenomen bestorting en de diepte onder de zeebodem zijn weergegeven in Figuur 4.18, locaties waar bestorting niet is waargenomen zijn weergegeven in Figuur 4.19.

In een groot deel van het gebied is de bestorting waargenomen in de seismiek. Op veel plekken loopt de waargenomen bestorting verder zeewaarts door dan volgens de tekeningen aangegeven. De oostgrens van de bestorting komt vrij goed overeen met de tekening van de zinkstukken.

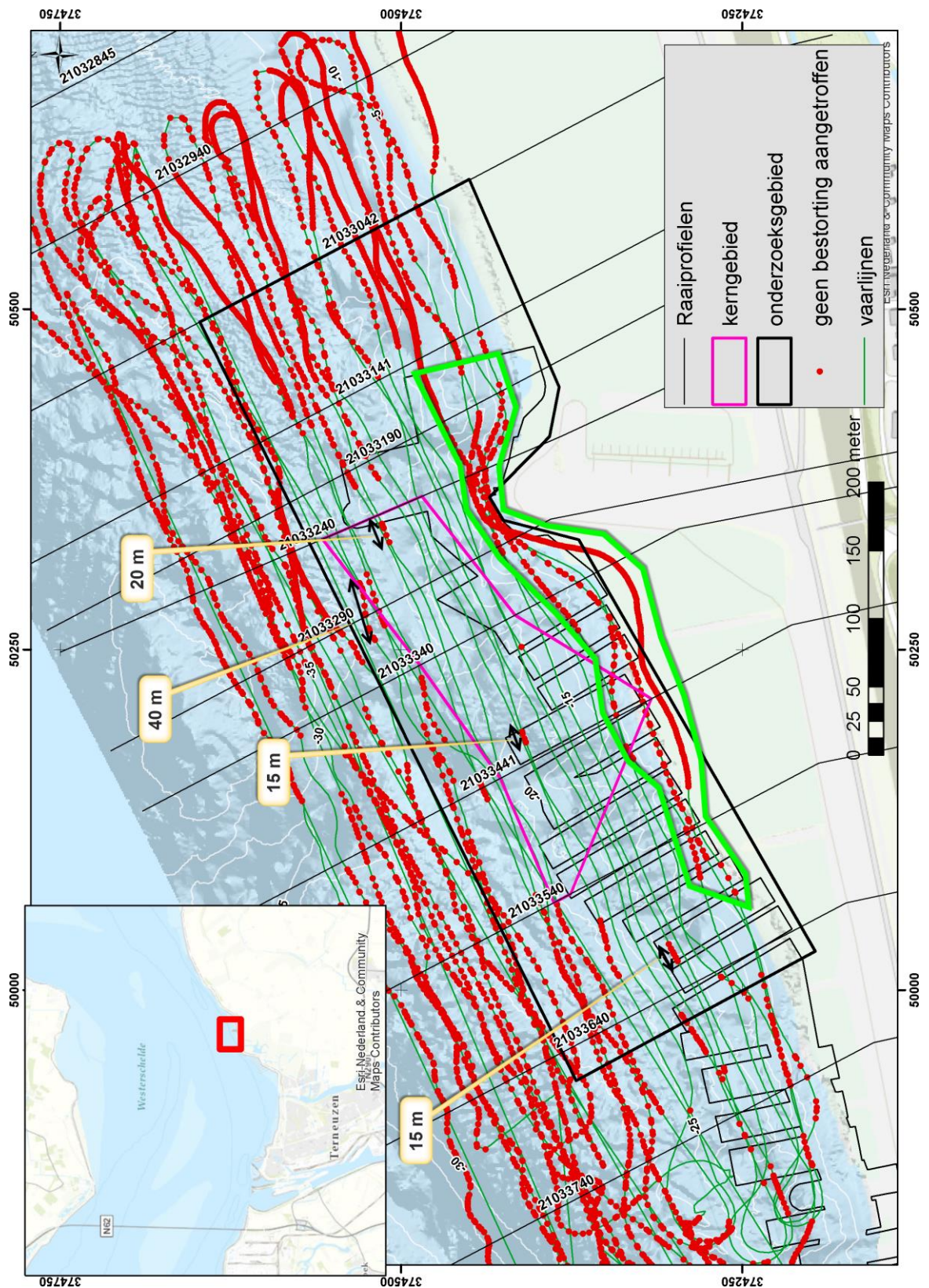
Binnen het kerngebied is op een aantal locaties na overall bestorting aangetroffen. Deze locaties zijn aangegeven in Figuur 4.19, hiervan ligt de grootste aan de rand van en net buiten het gebied. Daarnaast is bovenin het talud geen bestorting aangetroffen, boven ca. NAP -5 m tot maximaal NAP -10 m.

De locaties waar een opvallend grote range in de multibeam data was waargenomen zijn weergegeven in Figuur 4.20 en Figuur 4.21. Op deze locaties is wel bestorting aangetroffen, maar onder 2-3 m sediment. Op Figuur 4.21 is ook raai 21033441 in detail te zien, waar vrijwel overall bestorting langs is aangetroffen (op 1 punt na).

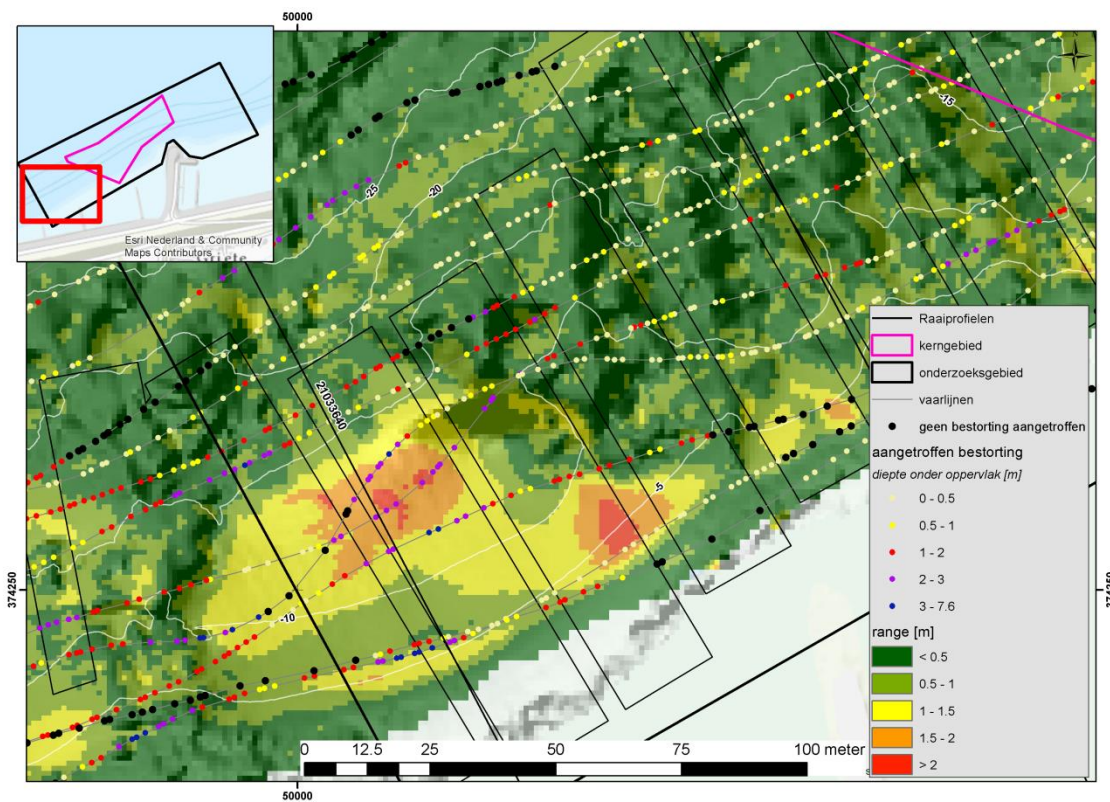
Gebaseerd op de interpretatie van de subbottom profiler zijn de buitenste grenzen van de bestorting binnen het onderzoeksgebied aangegeven in Figuur 4.22. Binnen dit gebied zijn nog wel locaties aanwezig waar de bestorting niet is waargenomen.



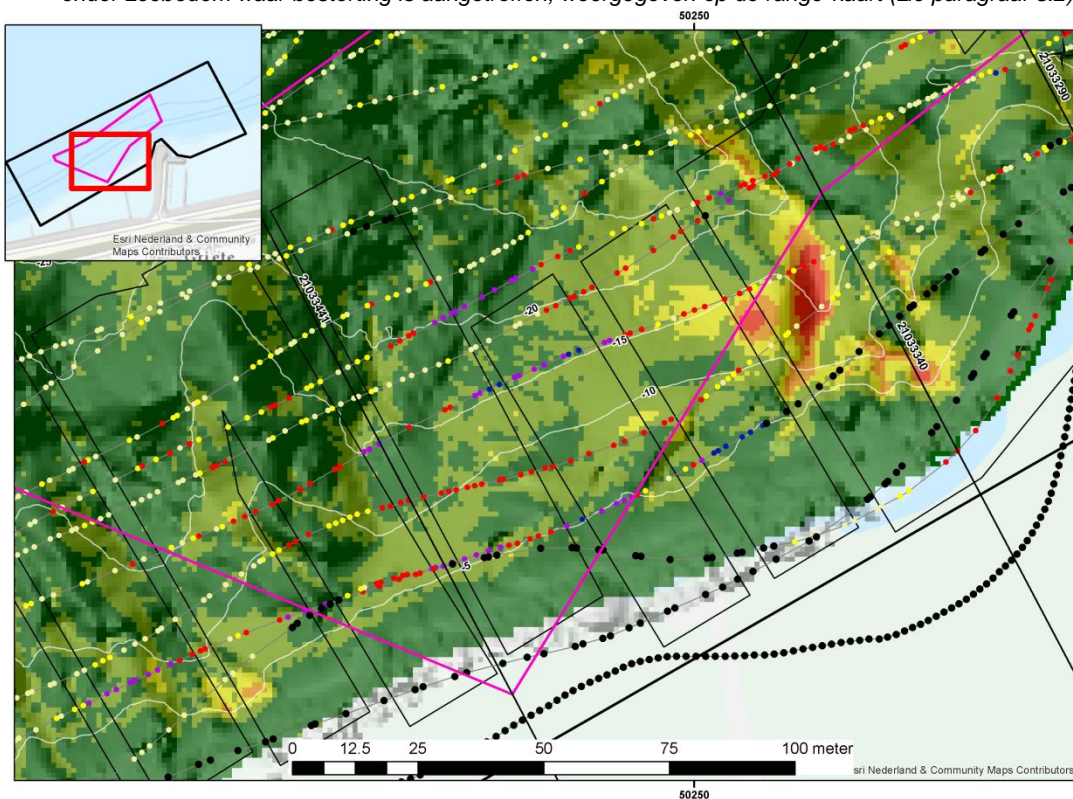
Figuur 4.18 Waargenomen bestorting en diepte onder het oppervlak



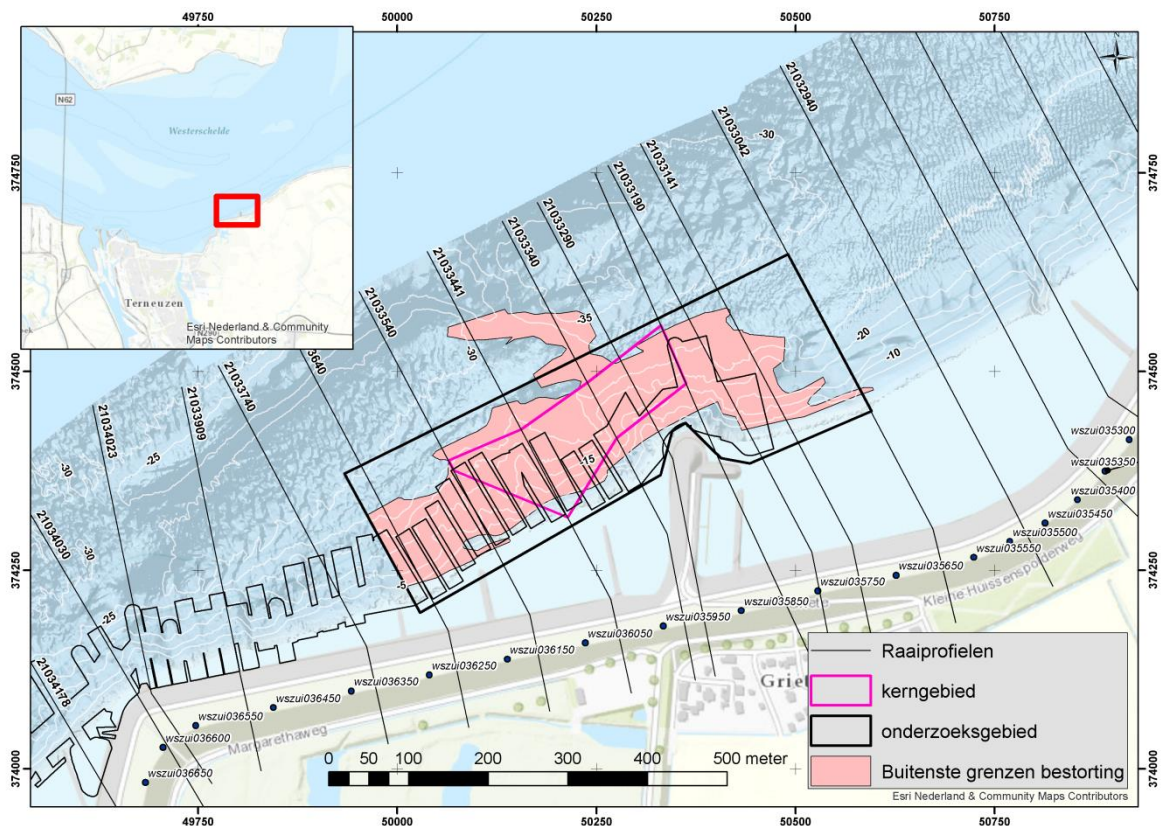
Figuur 4.19 Locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen. Van de belangrijkste locaties is de afstand aangeduid; de groene polygoon geeft het belangrijkste gebied aan waar bestorting niet is waargenomen binnen het onderzoeksgebied, bovenin het talud.



Figuur 4.20 Detail van locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen (aangegeven in zwart) en diepte onder zeebodem waar bestorting is aangetroffen, weergegeven op de range-kaart (zie paragraaf 3.2).



Figuur 4.21 Detail van locaties waar bestorting niet in de seismiek is waargenomen (aangegeven in zwart) en diepte onder zeebodem waar bestorting is aangetroffen, weergegeven op de range-kaart (zie paragraaf 3.2). Zie Figuur 4.20 voor legenda.

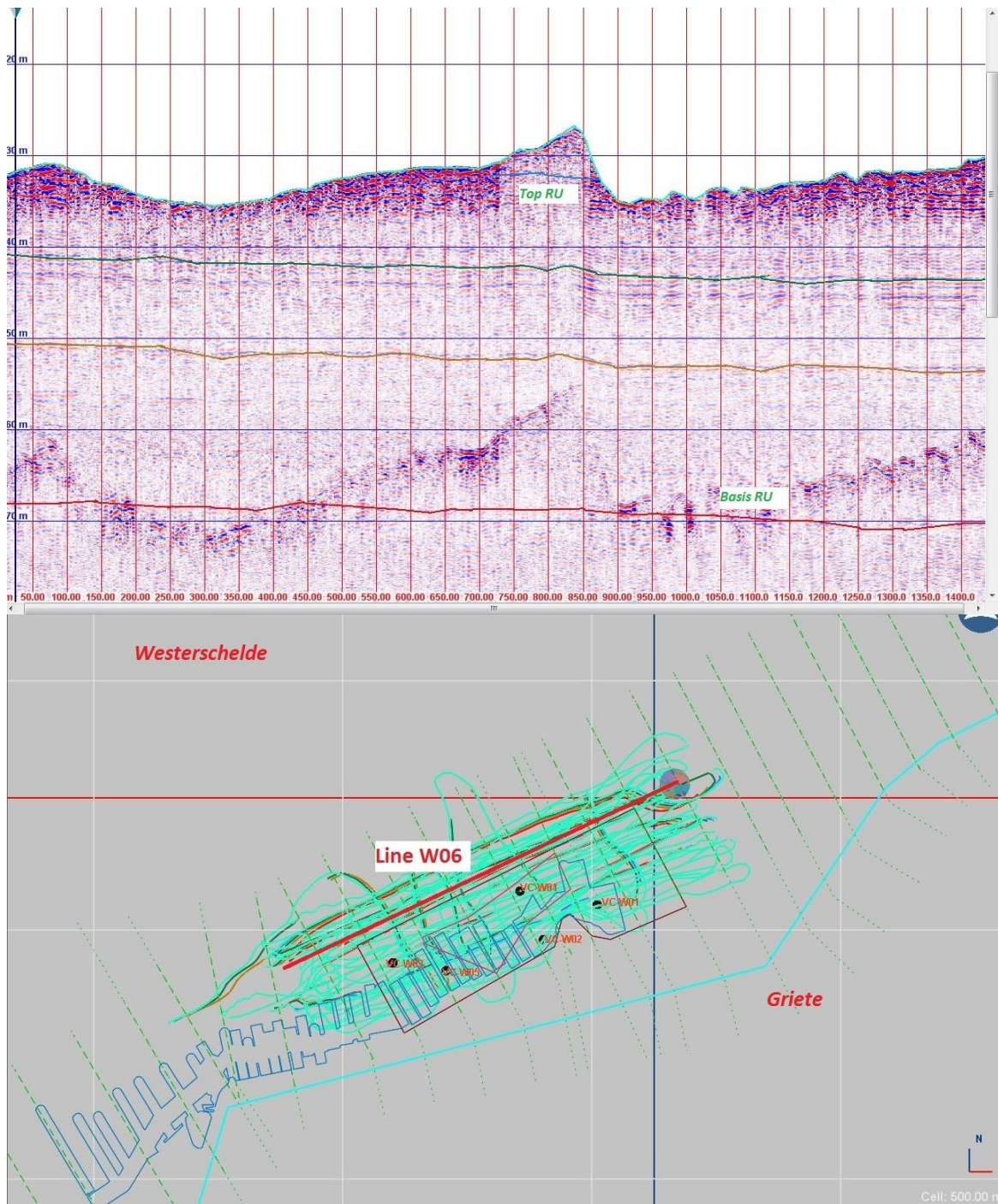


Figuur 4.22 Overzicht aanwezigheid bestorting, gebaseerd op de subbottom profiler interpretatie. Binnen het gebied zijn nog wel locaties waar bestorting niet is waargenomen.

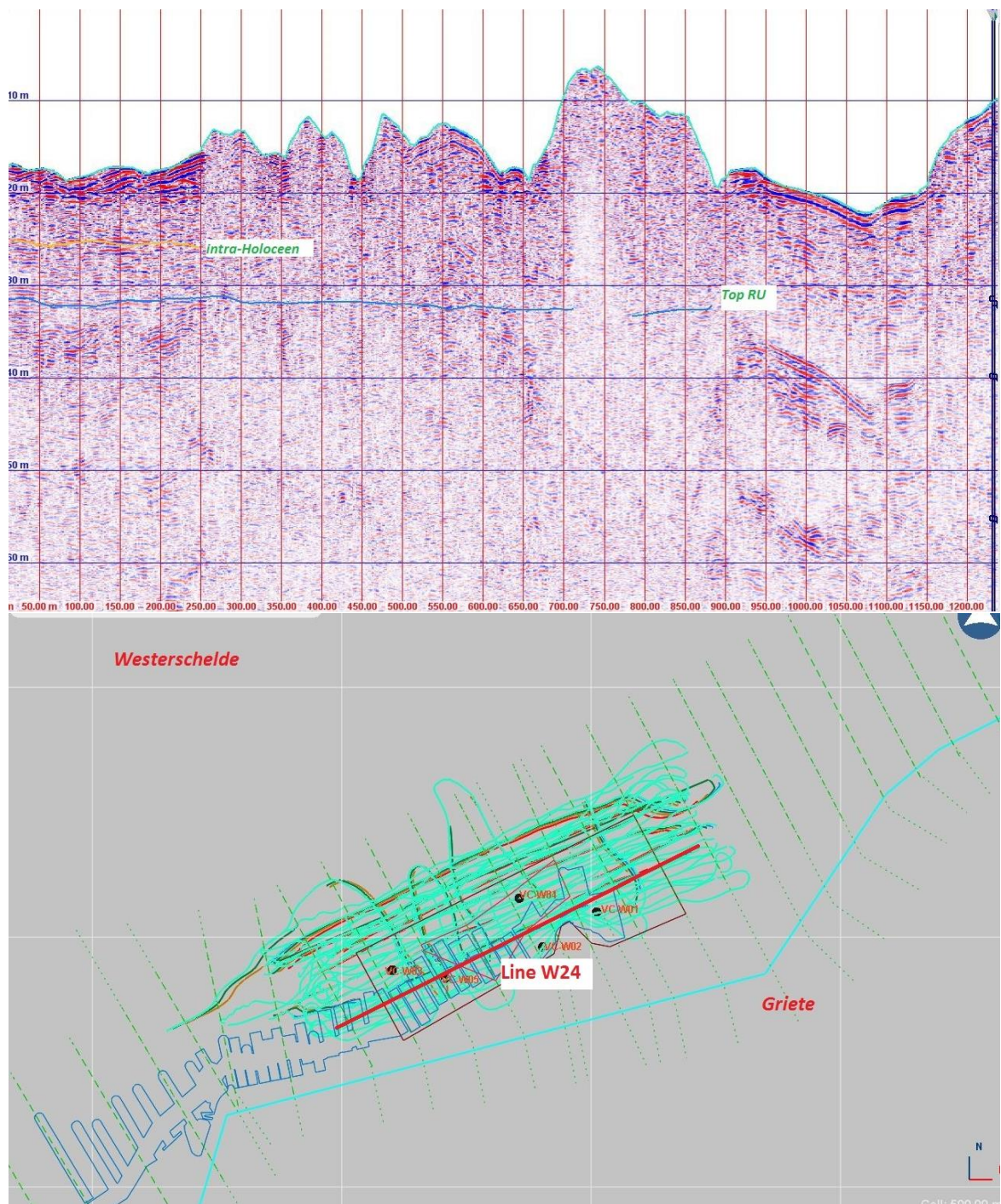
4.2.2.2 Geologie

In de sparker data zijn verschillende reflectoren waargenomen en gekoppeld aan de geologie (Figuur 4.23 t/m Figuur 4.25).

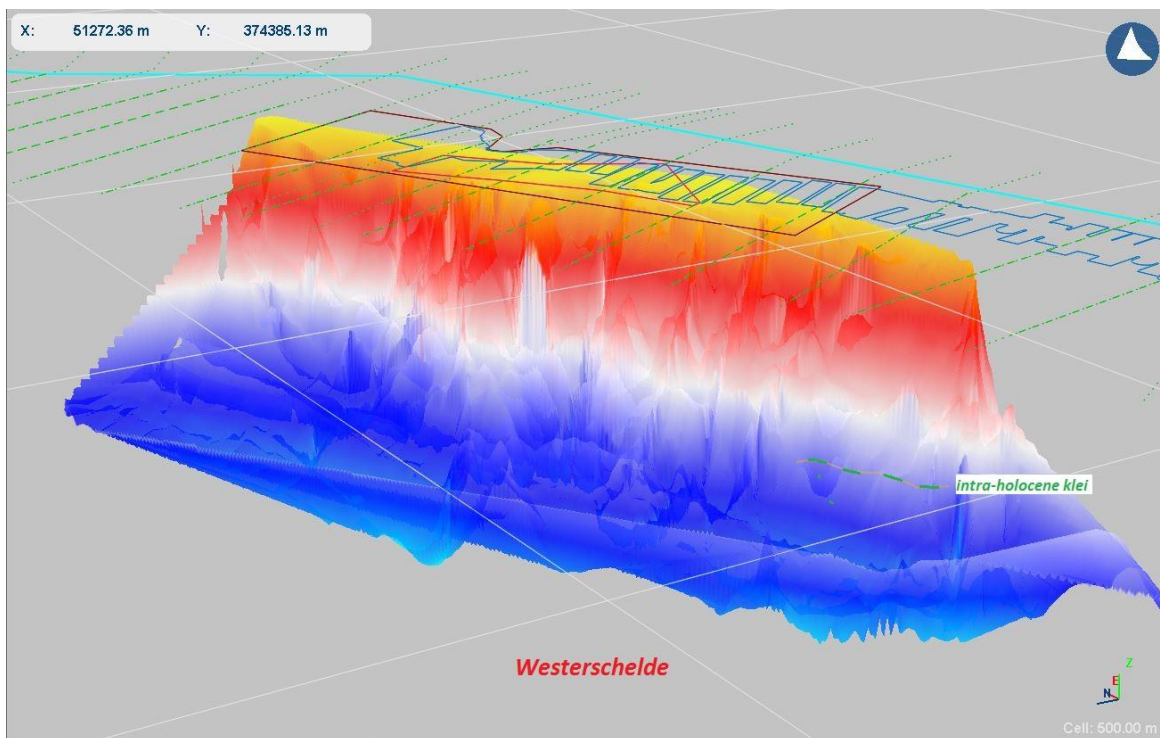
De diepere reflectoren zoals afgeleid uit de sparker data (RU: Rupel Formatie met daarin de "Boomse klei") duiden waarschijnlijk op de top van deze formatie en overgangen binnen deze formatie. De Rupel Formatie bestaat voor het grootste deel uit klei (welke sterk erosie bestendig is, dit blijkt niet direct uit de data maar is gebaseerd op algemene kennis). De basis van de Holocene afzettingen ligt rond de 30 meter, van de Holocene afzettingen (zandige delen) wordt in het algemeen aangenomen dat ze gevoelig zijn voor zettingsvloeiing. De data kwaliteit is goed.



Figuur 4.23 Voorbeeld van een geïnterpreteerd seismisch profiel. De aangegeven horizonten geven de meest prominente overgangen weer. Dit zijn hoogstwaarschijnlijk de top van de Rupel Formatie en overgangen binnen deze eenheid (welke grotendeels uit klei bestaat). De meest prominente reflector is de multiple reflector, dit is een 'echo' van de waterbodembodem en geen fenomeen in de ondergrond.



Figuur 4.24 Voorbeeld van een geïnterpreteerd seismisch profiel. De aangegeven horizonten geven de meest prominente overgangen weer. Dit zijn hoogstwaarschijnlijk de top van de Rupel Formatie en overgangen binnen deze eenheid (welke grotendeels uit klei bestaat). De meest prominente reflector is de multiple reflector, dit is een 'echo' van de waterbodem en geen fenomeen in de ondergrond.



Figuur 4.25 Ligging van de Holocene kleilaag zoals geïnterpreteerd op de sparker data geprojecteerd op de bathymetrie. Dit betreft een interpretatie welke gevalideerd dient te worden met boringen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

5.1.1 Vlietepolder

In het gebied Vlietepolder is de bestorting grotendeels intact waargenomen en loopt die verder zeewaarts dan in de tekeningen van de zinkstukken (polygonen shapefile) is aangegeven. Voor de meeste locaties loopt de bestorting door tot aan de zeewaartse grens van het kerngebied, dat wil zeggen tot aan de teen van het onderwatertalud (daar waar de bodem zeer flauw wordt, soms een duidelijke knik, soms ook minder duidelijk).

Belangrijkste aandachtspunt is het gebied tussen raai 43042873 en iets ten oosten van raai 43042575. Uit nadere analyse is gebleken dat in dit gebied een grindbestorting aanwezig lijkt te zijn. Deze is moeilijker waar te nemen in de beschikbare data dan de reguliere bestortingen.

Ondanks dat niet overal bestorting is waargenomen, laat de morfologische ontwikkeling van zowel de raaien als de multibeamopnames een zeer stabiele kust zien.

In de diepere ondergrond zijn oudere sedimenten aanwezig, deze zijn naar verwachting minder gevoelig voor zettingsvloeiing (dit is een aanname die gevalideerd dient te worden). Een groot deel van het onderwatertalud bestaat uit Holocene afzettingen waarvan wordt aangenomen dat het zandige deel gevoelig is voor zettingsvloeiing (waarschijnlijk zit er in deze eenheid ook een klei laag).

5.1.2 Margarethapolder

In het gebied Margarethapolder is de bestorting grotendeels intact waargenomen en loopt die verder zeewaarts dan in de tekeningen van de zinkstukken (polygonen shapefile) is aangegeven. Aan de bovenkant van het talud, boven ca. NAP -10 m, is geen bestorting aangetroffen. Voor de meeste locaties loopt de bestorting door tot aan de zeewaartse grens van het kerngebied, dat wil zeggen tot aan de teen van het onderwatertalud (daar waar de bodem zeer flauw wordt, soms een duidelijke knik, soms ook minder duidelijk).

Binnen het kerngebied zijn drie locaties waar de bestorting niet is waargenomen, over een afstand van 15 m, 20 m en 40 m. De laatste ligt aan de grens van en net buiten het kerngebied. Buiten het kerngebied is een locatie waar de bestorting niet is waargenomen, over een afstand van 15 m.

De waargenomen morfologische veranderingen betreffen naar verwachting erosie en sedimentatie van sediment dat op de bestorting aanwezig is. De opvallendste locaties met een grote range in bodemligging komen heel goed overeen met locaties waar in de seismiek een grote laag sediment op de bestorting is aangetroffen.

Het talud bestaat uit Holocene afzettingen waarvan wordt aangenomen dat het zandige deel gevoelig is voor zettingsvloeiing (waarschijnlijk zit er in deze eenheid ook een klei laag). De teen van het talud ligt in de Rupel Formatie (Boomse klei) welke bestaat uit een dikke erosie bestendige kleilaag welke niet gevoelig is voor zettingsvloeiing.

5.2 Aanbevelingen

De conclusies in de rapportage zijn gebaseerd op de aangeleverde bathymetrische gegevens en het uitgevoerde geofysisch onderzoek. In het algemeen is de data kwaliteit afdoende en kunnen de bestortingen gekarteerd worden. Echter, het is gebruikelijk de bevindingen van dit type indirecte metingen te valideren met bodembemonstering. Dit is nodig om vast te stellen of de interpretaties valide zijn en om de eigenschappen (samenstelling) van de bestorting en de onderliggende grond te bepalen, met name voor de locaties waar vermoedelijk grindbestorting aanwezig is. Zonder deze validatie kan niet worden buitengesloten dat de conclusies in deze studie onjuist zijn, dit is niet waarschijnlijk maar kan ook niet worden buitengesloten. Wanneer deze onzekerheid vermeden dient te worden, is bemonstering noodzakelijk. Validatie van dit type metingen met gerichte bemonstering is 'common practice'.

5.2.1 Vlietepolder

De kust van dit gebied is morfologisch stabiel en laat een grotendeels intacte bestorting zien. Ook daar waar volgens de geofysische metingen en de kaarten een grindbestorting (en geen reguliere bestorting) aanwezig is, of waar mogelijk gaten in de bestorting zitten, is nauwelijks sprake van enige dynamiek. Het zou kunnen dat er op die locaties sprake is van een relatief erosiebestendige ondergrond (klei) dit is op basis van de seismische opnames onwaarschijnlijk. Het valt ook niet uit te sluiten dat er op die locaties toch bestorting aanwezig is, maar niet gedetecteerd is met de geofysische methoden. Om die reden wordt aanbevolen om op een aantal locaties vibrocores uit te voeren:

- Ter verificatie van de interpretatie van de side scan sonar en seismiek, op een aantal specifieke locaties;
- Tussen raai 43042873 en iets ten oosten van raai 43042575 waar een grind bestorting is waargenomen, om de ondergrond vast te stellen. Het detecteren van de grind bestorting is complexer dan reguliere bestorting het is daarom extra aan te bevelen deze interpretatie te valideren met boringen/happen waarbij eveneens de grondslag onder deze laag vastgesteld kan worden. Dit i.v.m. stabiliteit en zettingsvloeiingsgevoelig zand;
- Voor een aantal locaties waar de bestorting niet ver genoeg zeewaarts loopt (dus niet tot aan de teen van het onderwatertalud), om de grondslag aan de onderkant van het talud te bepalen (i.v.m. mogelijke ondergraving en, indien sprake is van zand, bepaling zettingsvloeiingsgevoeligheid);
- Een aantal locaties waar geen bestorting is waargenomen maar volgens de tekeningen er wel zou moeten zijn.

Voor het traject Vlietepolder wordt aanbevolen voor het gebied tussen raai 43042873 en iets ten oosten van raai 43042575 na vervolgonderzoek de noodzaak te bepalen voor het uitvoeren van een (gedetailleerde) beoordeling op zettingsvloeiing en (indien zettingsvloeiing uitgesloten kan worden) beoordeling op afschuiving, conform WBI2017.

5.2.2 Margarethapolder

De kust van dit gebied laat veranderingen in bodemligging zien op meerdere locaties. Deze veranderingen komen naar verwachting door sedimentatie en erosie van sediment dat bovenop de bestorting aanwezig is. De aanwezigheid van sediment met een significante dikte bovenop de zinkstukken is door de geofysische metingen bevestigd.

In de geofysische metingen is in vrijwel het gehele kerngebied bestorting waargenomen. Daar waar volgens de geofysische metingen geen bestorting aanwezig is, of waar mogelijk gaten in de bestorting zitten, is geen doorgaande erosie waargenomen. Het zou kunnen er op die locaties sprake is van een relatief erosiebestendige ondergrond (klei), maar het valt ook niet

uit te sluiten dat er op die locaties toch bestorting aanwezig is, maar niet gedetecteerd met de geofysische methoden. Om die reden wordt aanbevolen om op een aantal locaties vibrocores uit te voeren:

- Ter verificatie van de interpretatie van de seismiek, op een aantal specifieke locaties;
- Voor een aantal locaties aan de teen van het talud, om de grondslag aan de onderkant van het talud te bepalen (i.v.m. mogelijke ondergraving en, indien sprake is van zand, bepaling zettingsvloeiingsgevoeligheid);
- Vier locaties waar geen bestorting is waargenomen, waarvan drie binnen het kerngebied (buiten het volgens de tekeningen bestortte gebied) en een erbuiten (binnen het volgens de tekeningen bestortte gebied).

Op basis van de voorliggende studie zijn voor het traject Margarethapolder nog geen locaties aan te wijzen waarvoor wordt aanbevolen een (gedetailleerde) beoordeling op zettingsvloeiing en (indien zettingsvloeiing uitgesloten kan worden) beoordeling op afschuiving uit te voeren, conform WBI2017. Na uitvoering van vibrocores kan dit mogelijk wijzigen.

Er kan worden overwogen om aanvullend onderzoek in het traject Margarethapolder te combineren met aanvullend onderzoek in het naastgelegen traject 2016.14. In dit gebied kan met name betere inschatting van de 'beweeglijkheid' van de geulbodem mogelijk leiden tot kleinere kansen (Deltares, 2017).

5.2.3 Algemene aanbevelingen

Daar waar sprake is van een volledige bestorting die loopt tot aan de teen van het onderwatertalud (maar niet noodzakelijk tot aan de buitenteen van de waterkering, mits gaten niet te groot), kan het risico op instabiliteit door afschuiving of zettingsvloeiing worden uitgesloten.

Voor de deeltrajecten waar dit niet het geval is, wordt aanbevolen een (gedetailleerde) beoordeling op zettingsvloeiing en (indien zettingsvloeiing uitgesloten kan worden) beoordeling op afschuiving uit te voeren, conform WBI2017. In de gedetailleerde beoordeling op zettingsvloeiing kan (gedeeltelijke) bestorting niet in rekening gebracht worden. Dit betekent dat het resultaat mogelijk conservatief zal zijn. Indien aangetoond kan worden dat de kans op schade aan de waterkering door zettingsvloeiing voldoende klein is, zijn aanvullende maatregelen niet nodig. Vaststellen uit welk type sediment de ondergrond bestaat, zowel onder de bestorting als waar bestorting ontbreekt, helpt bij deze analyse.

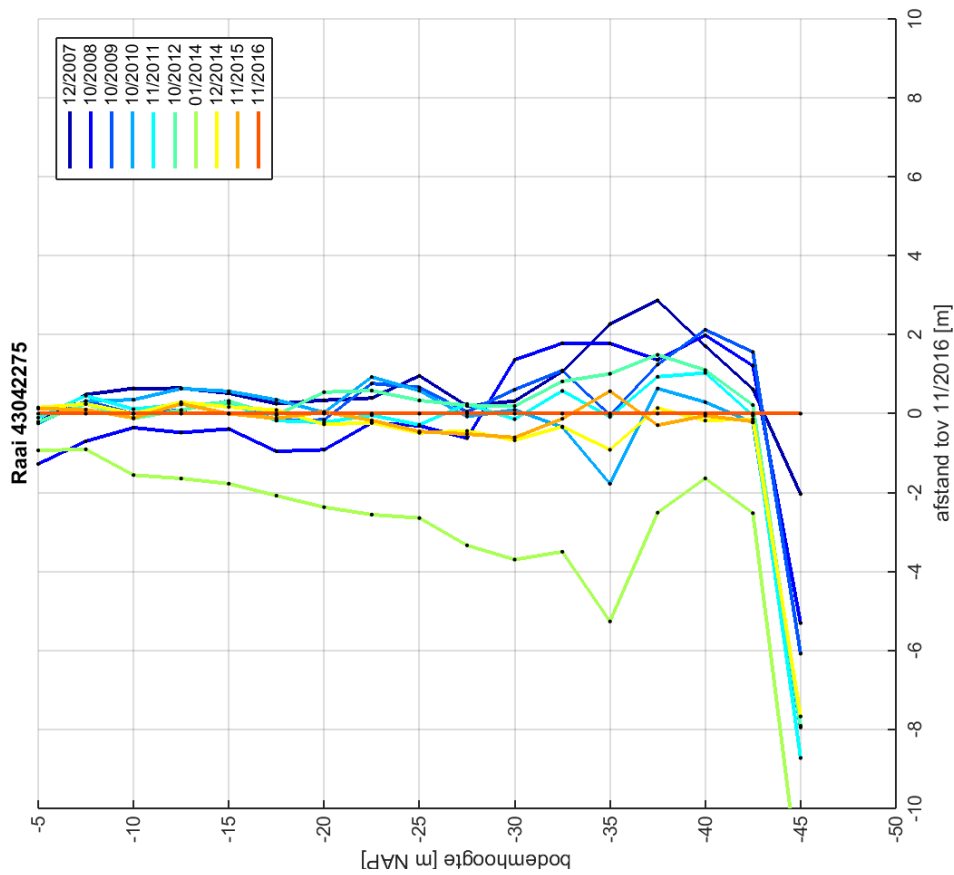
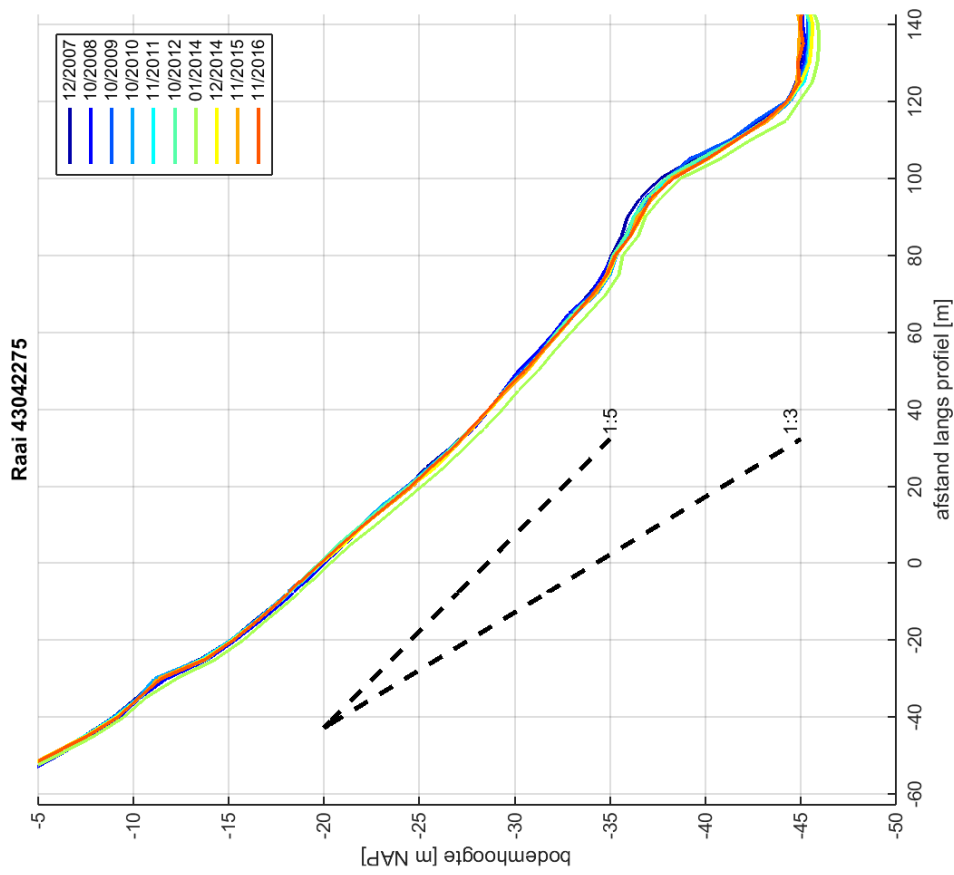
Deltares heeft in opdracht van het waterschap een dergelijke beoordeling reeds uitgevoerd voor 11 andere trajecten in het beheergebied (Deltares 2017), eveneens trajecten waar sprake is van een niet volledige bestorting.

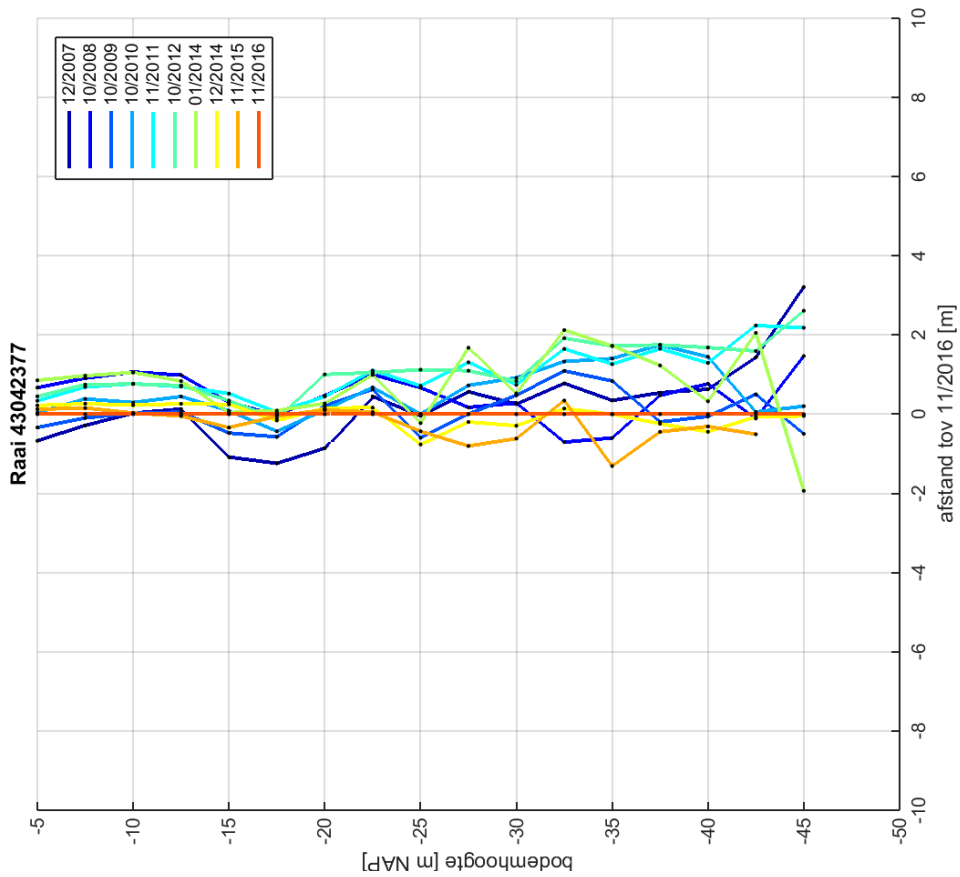
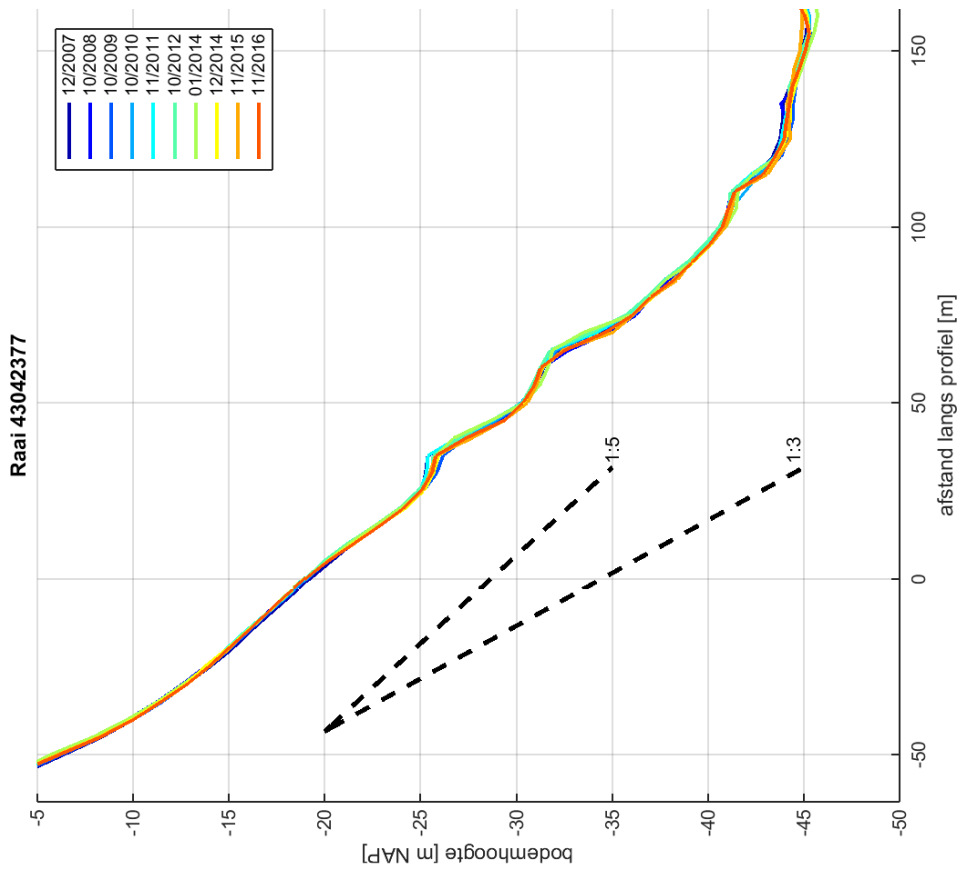
6 Referenties

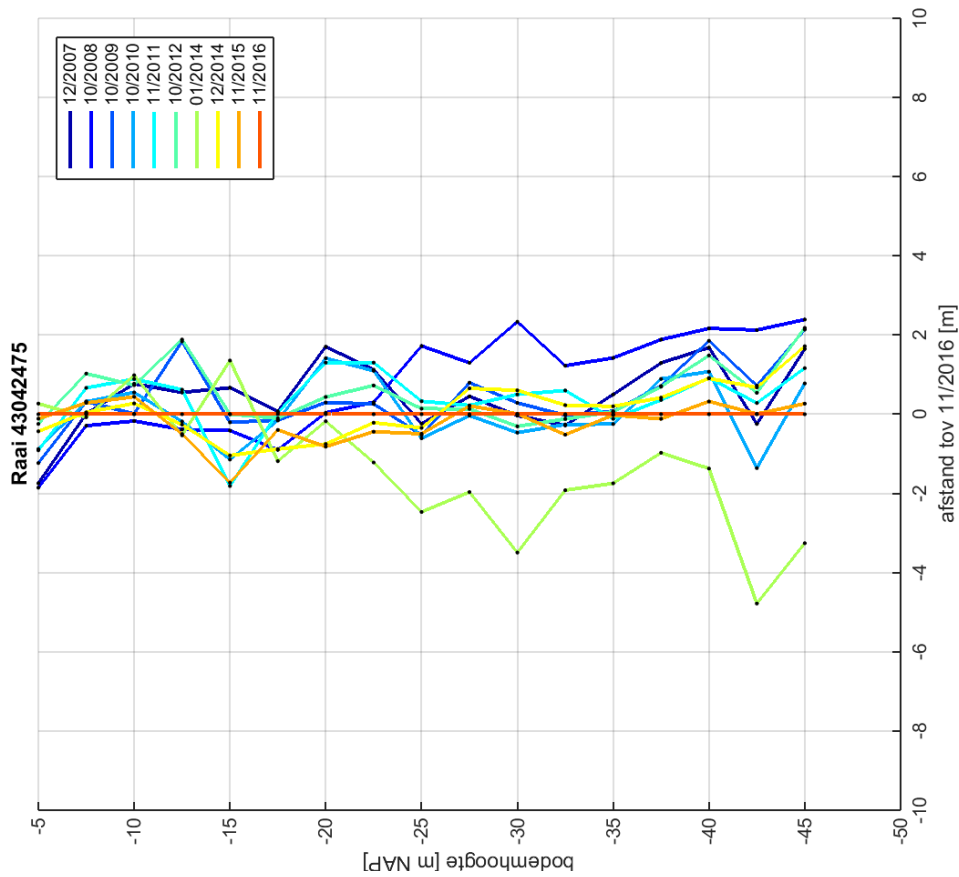
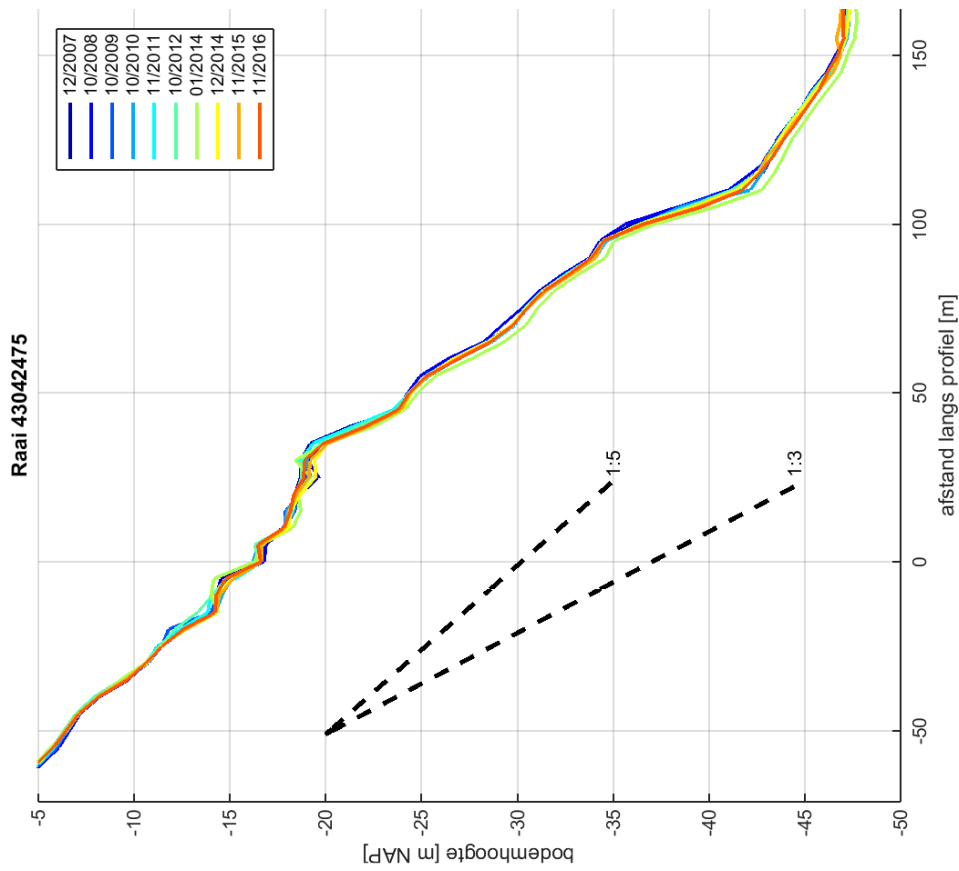
Deltares, 2017. Gedetailleerde beoordeling zettingsvloeiing ten behoeve van de restproblematiek oeverbestorting Zeeland. Kenmerk 11201411-002-GEO-0001, december 2017

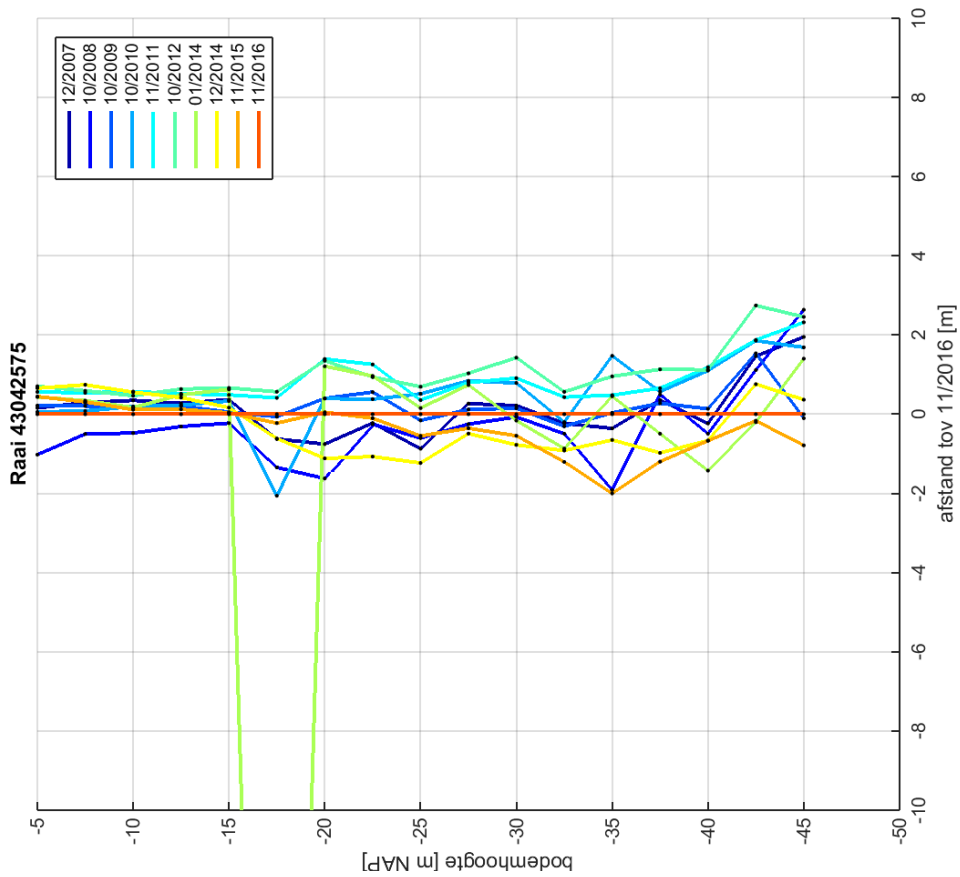
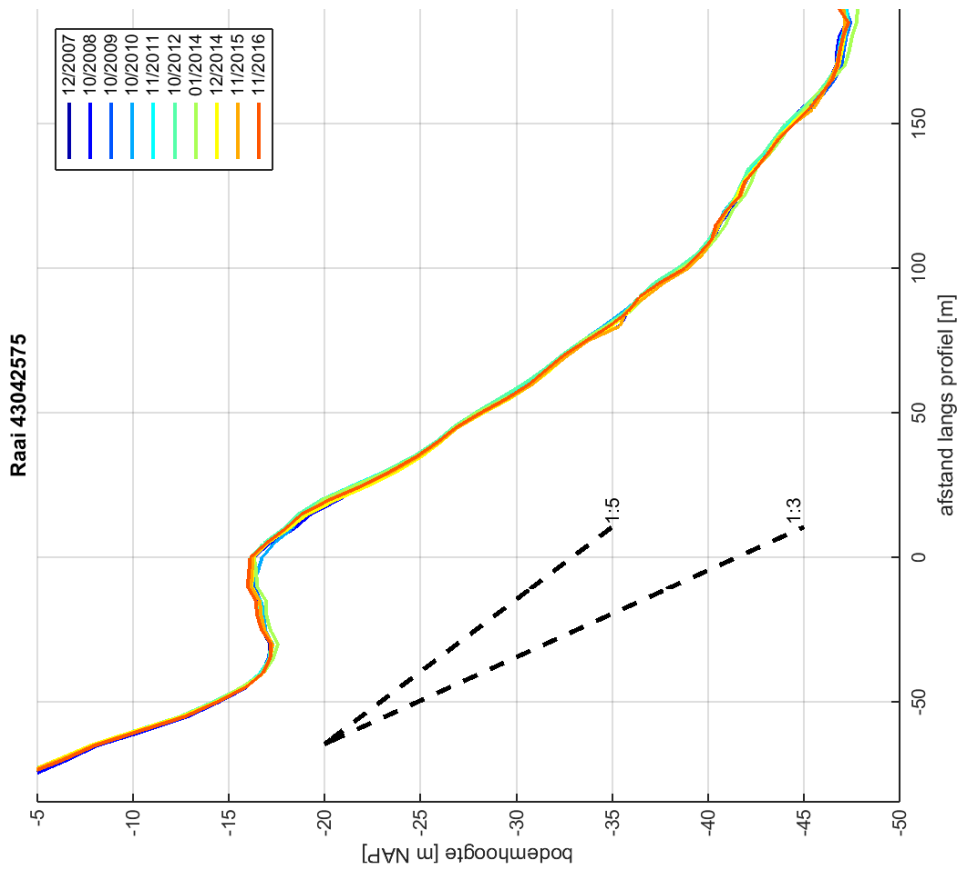
A Profielen

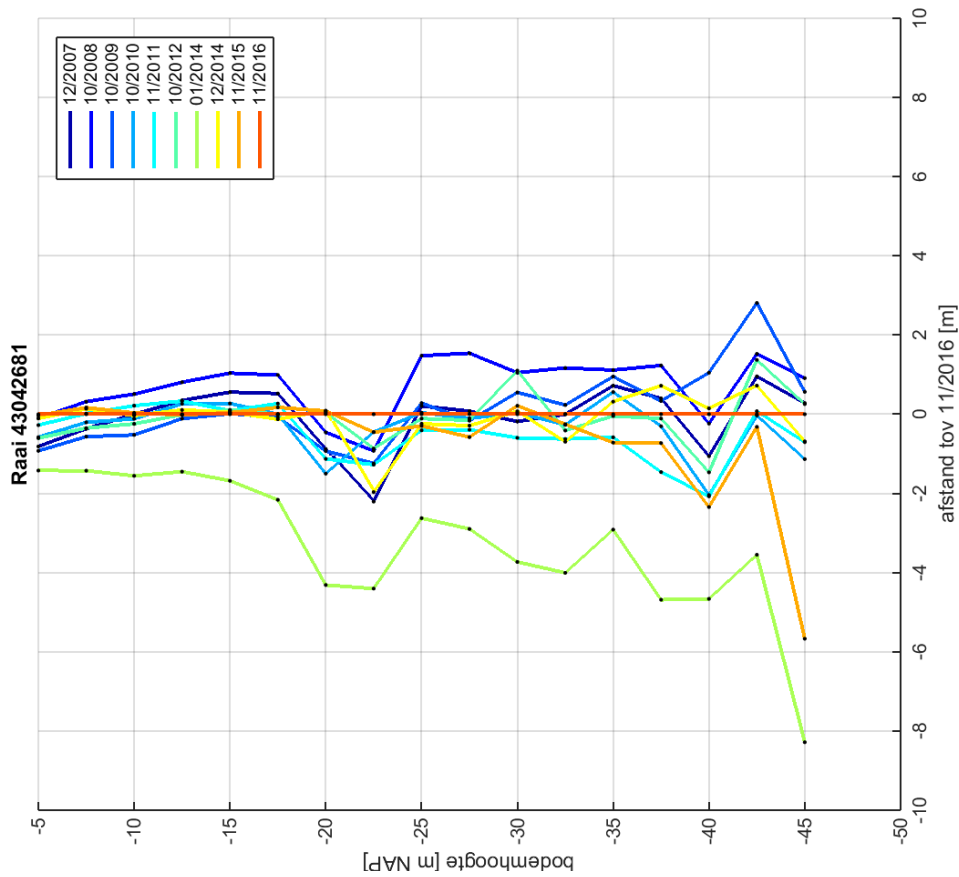
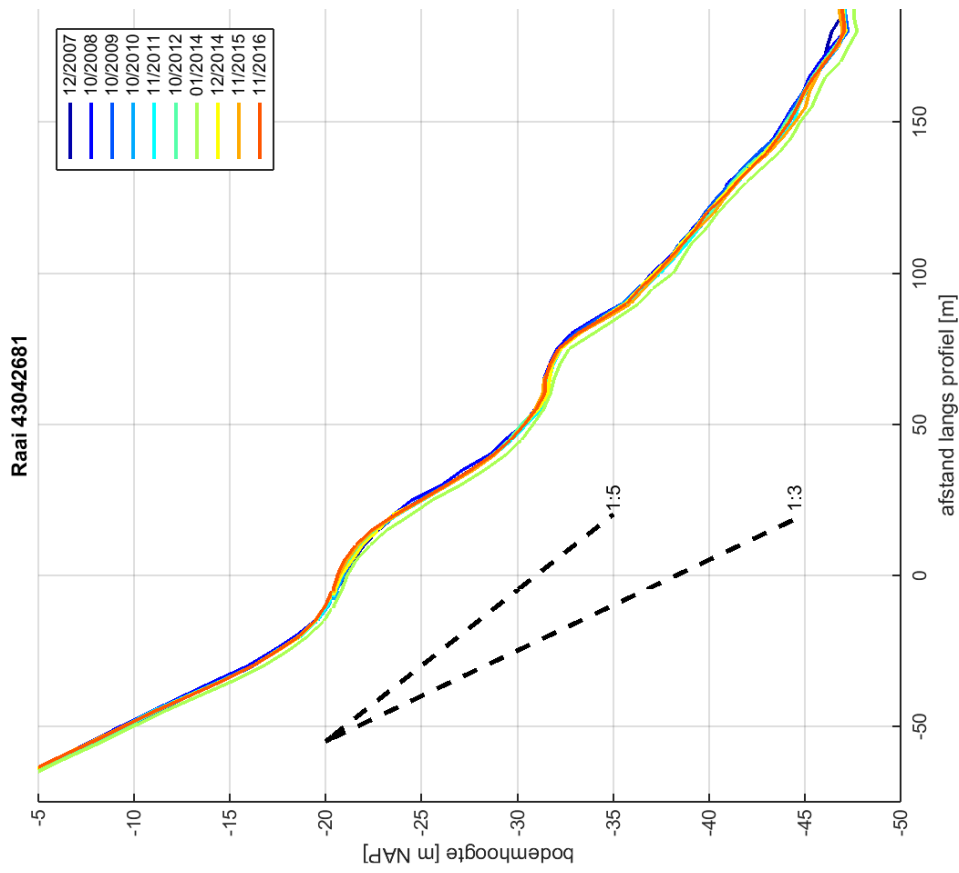
Vlietepolder

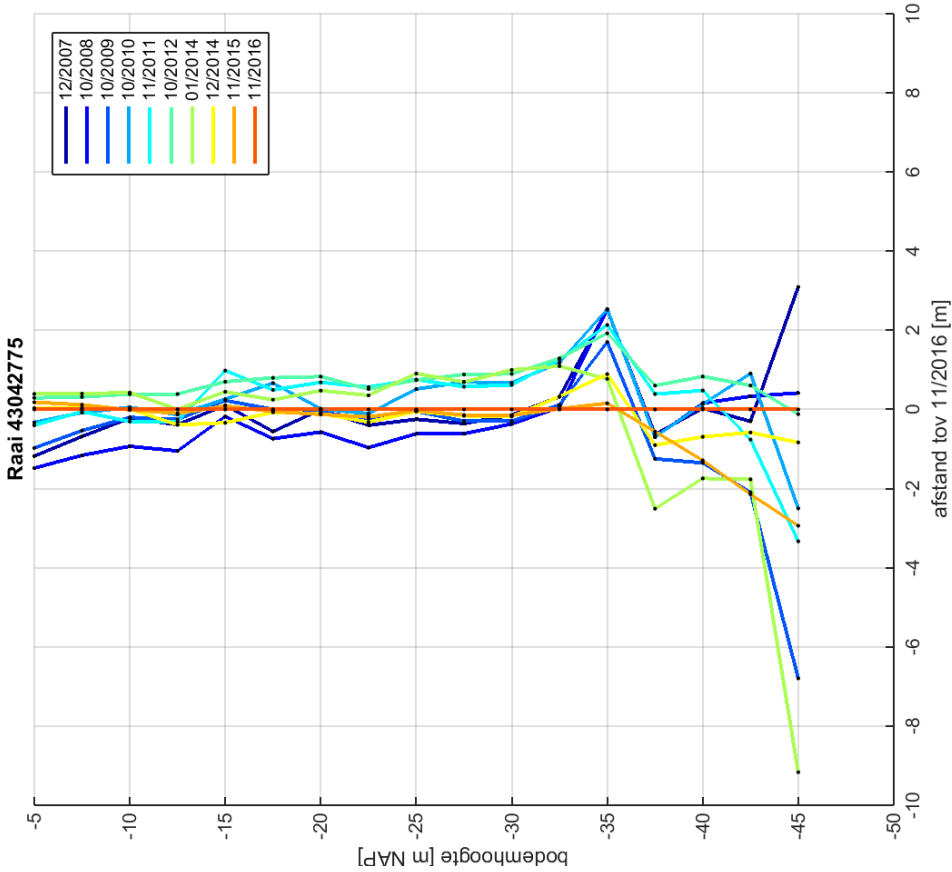
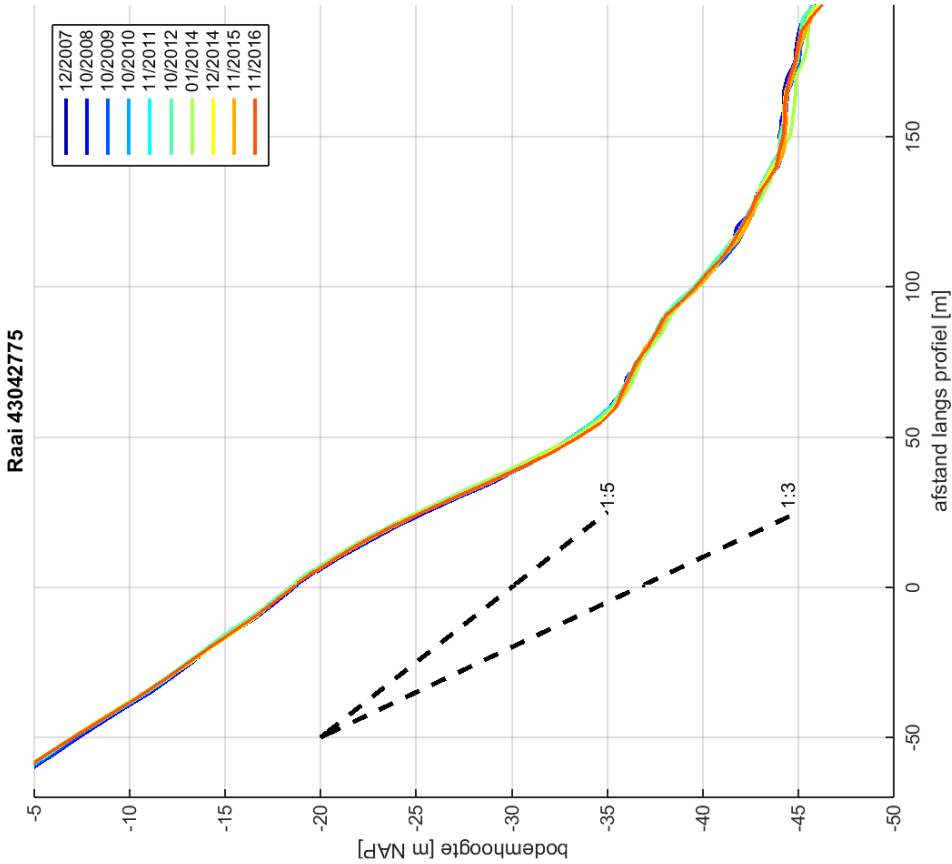


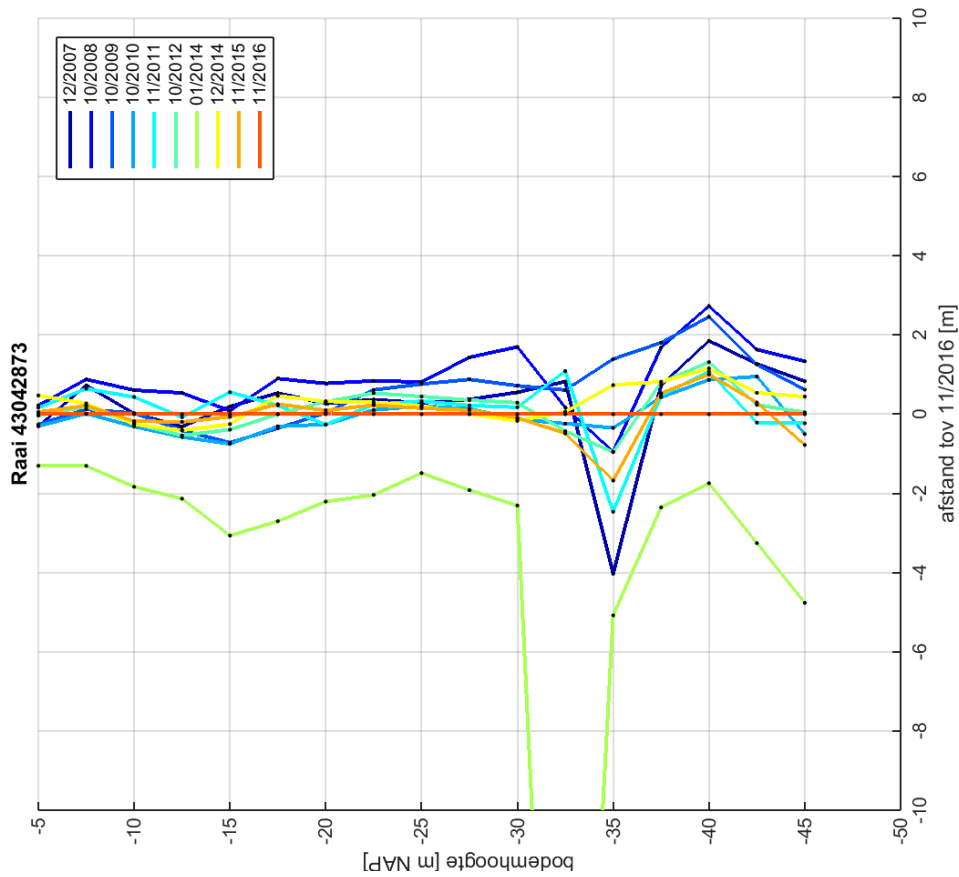
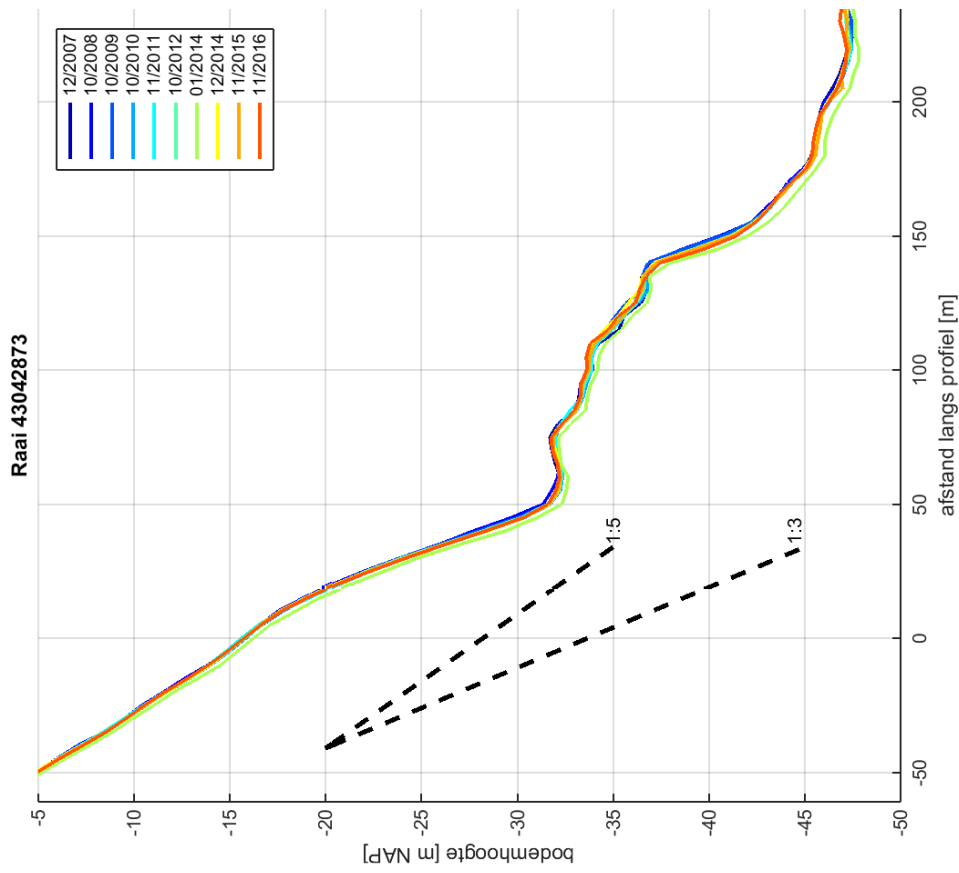


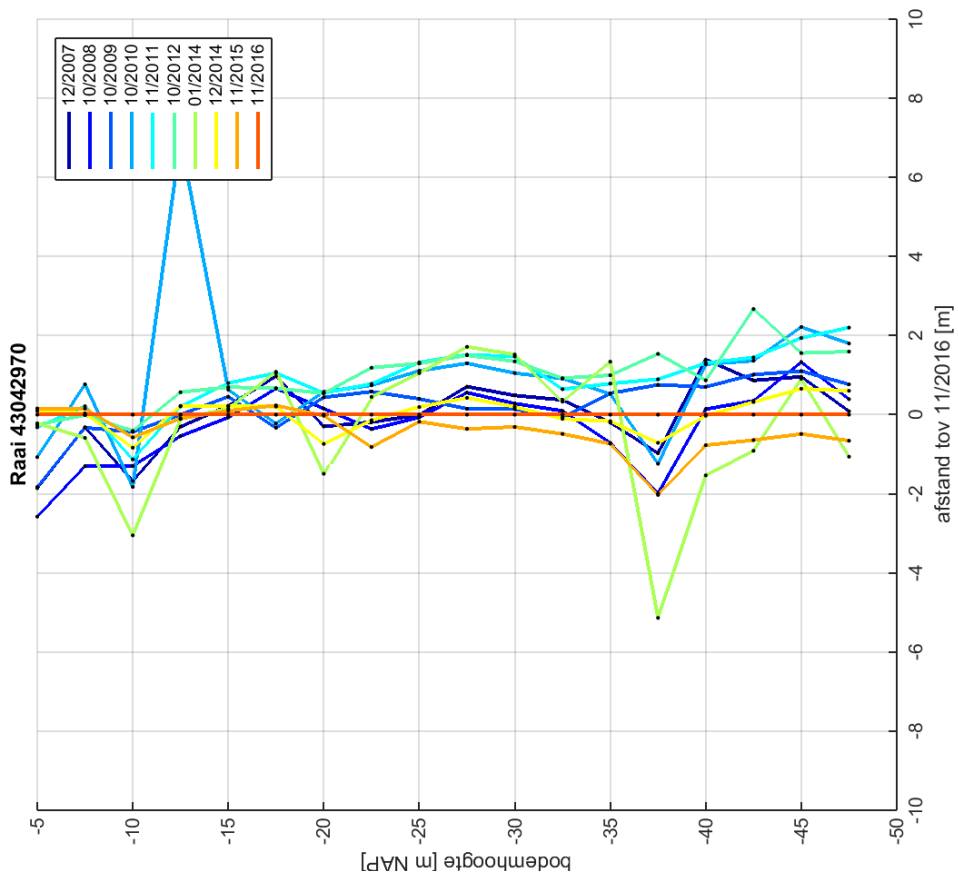
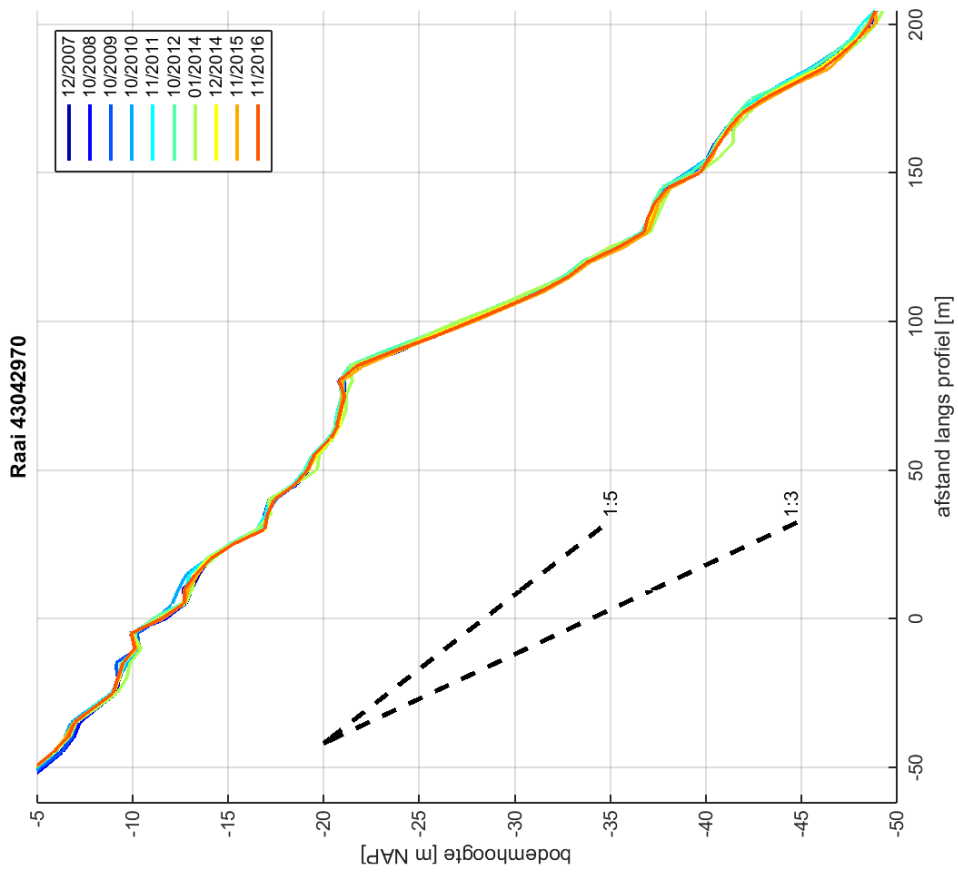


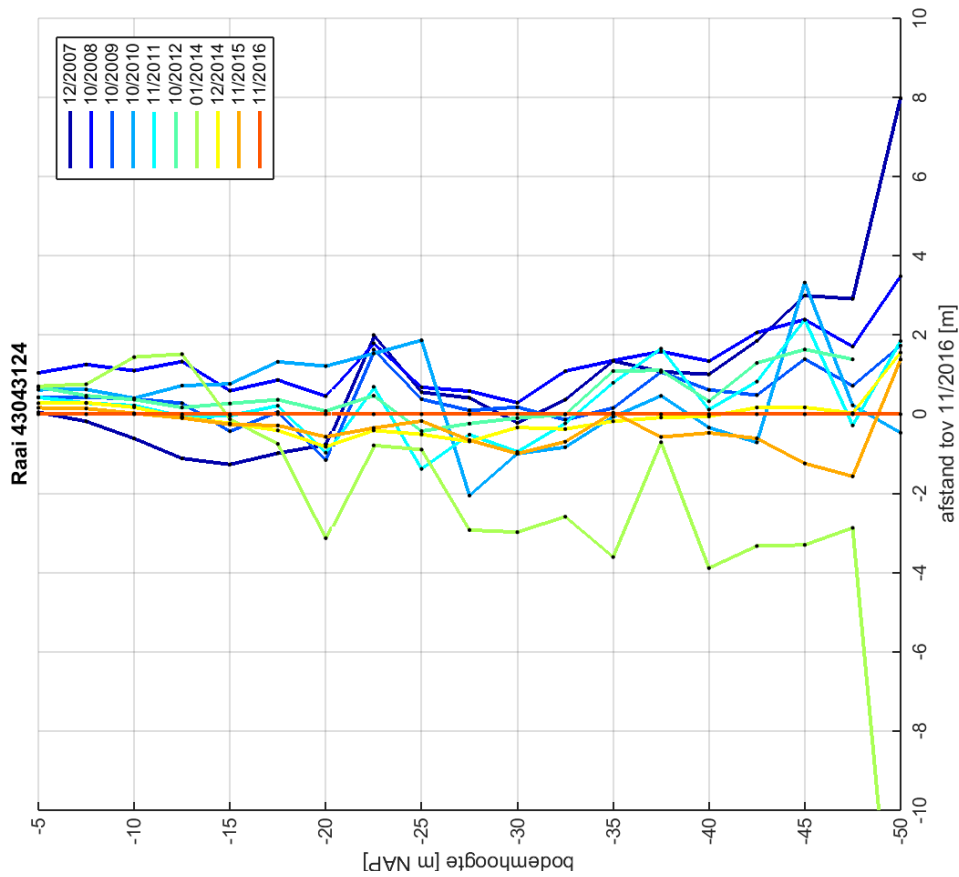
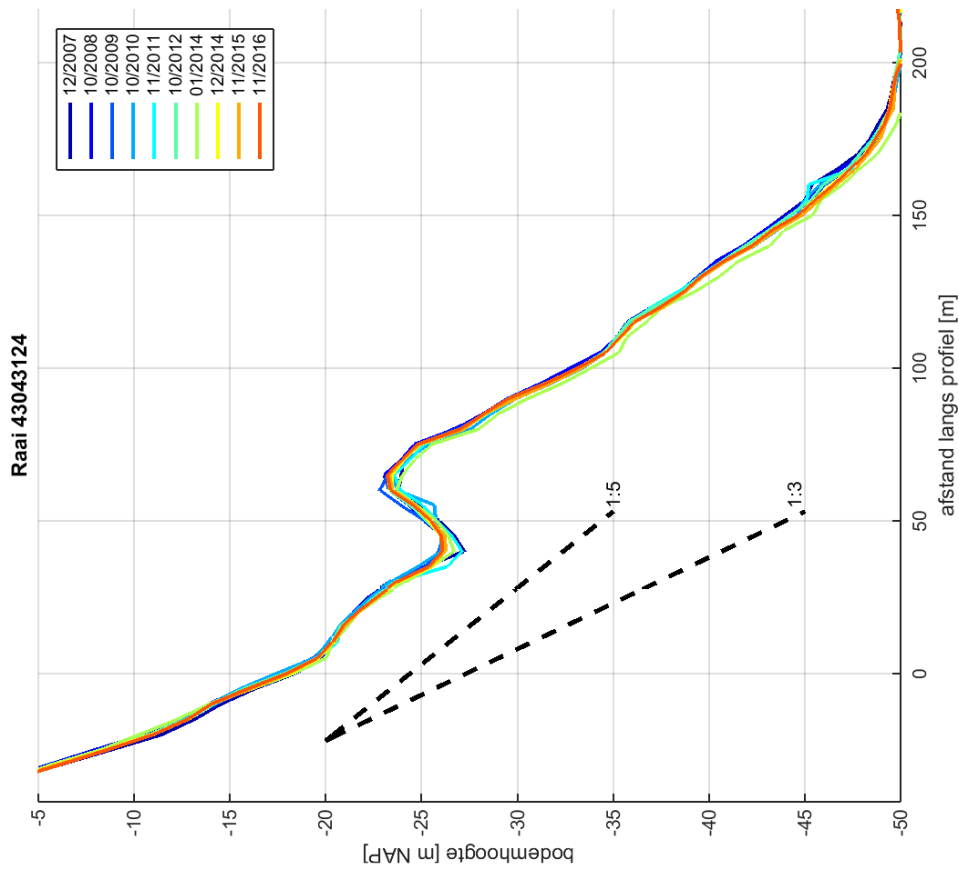


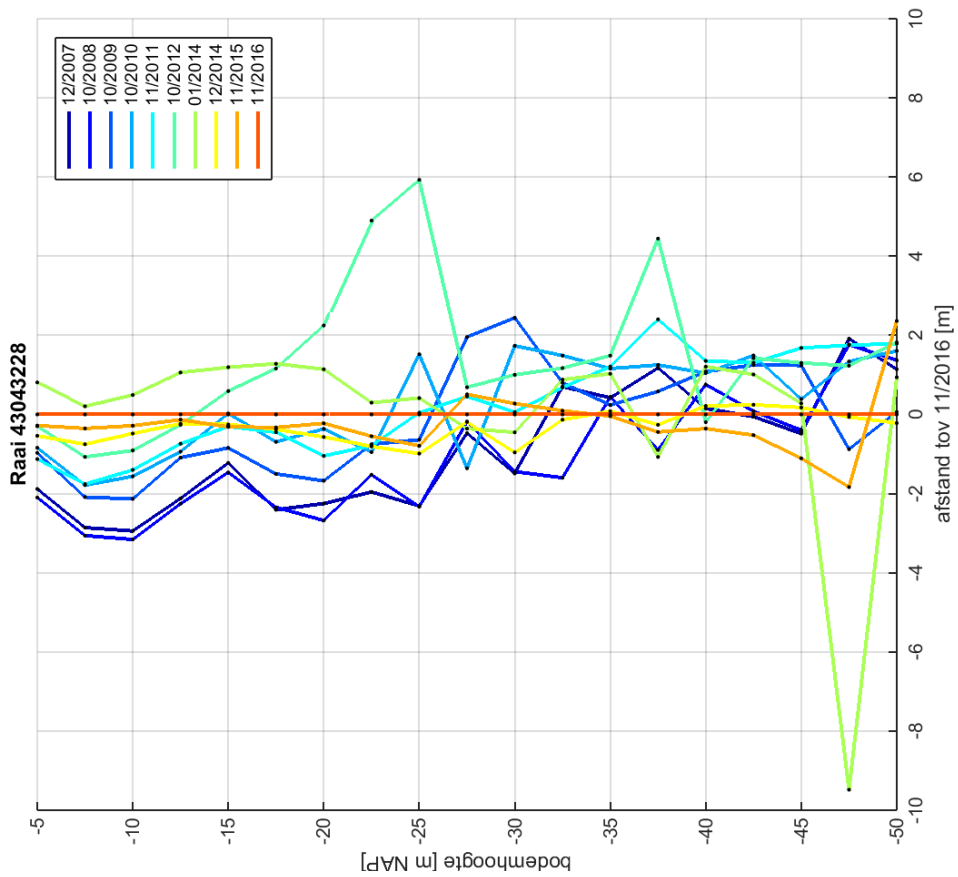
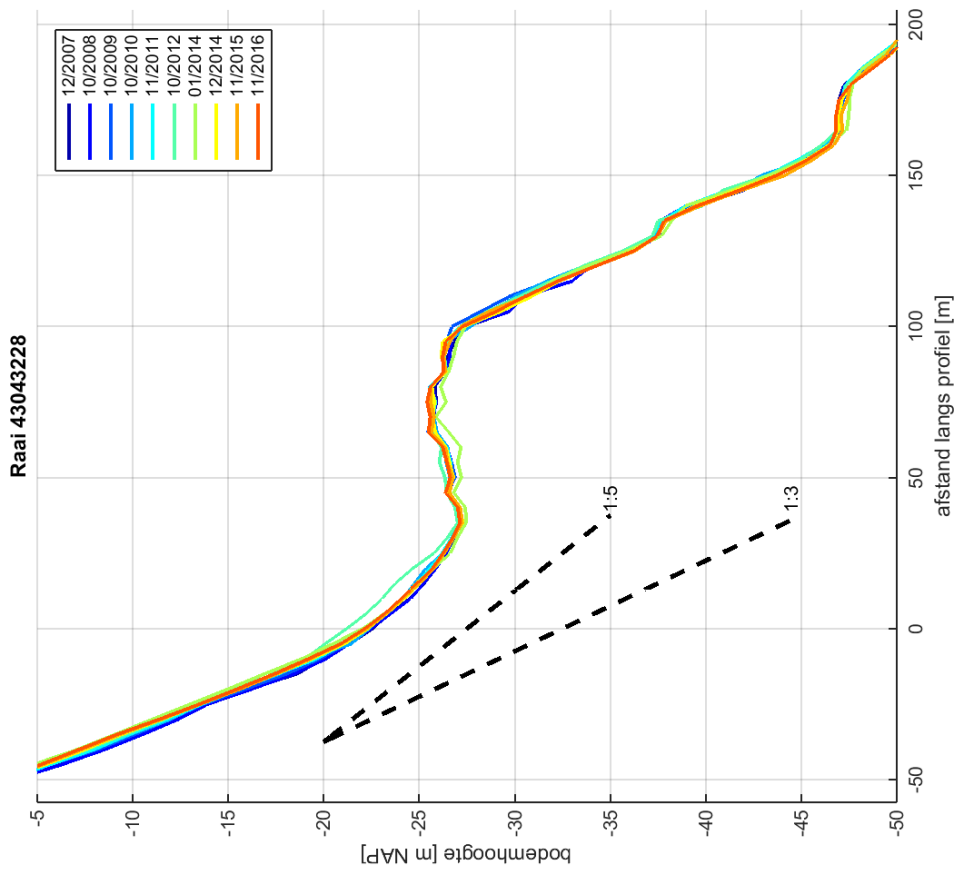


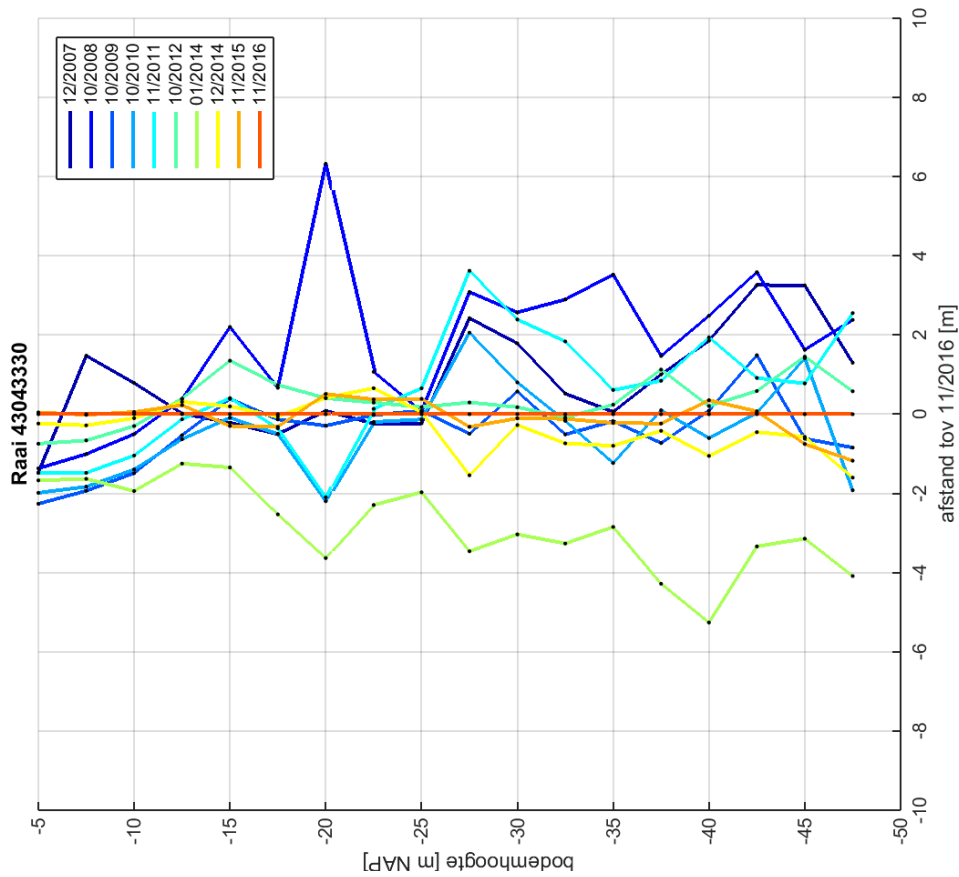
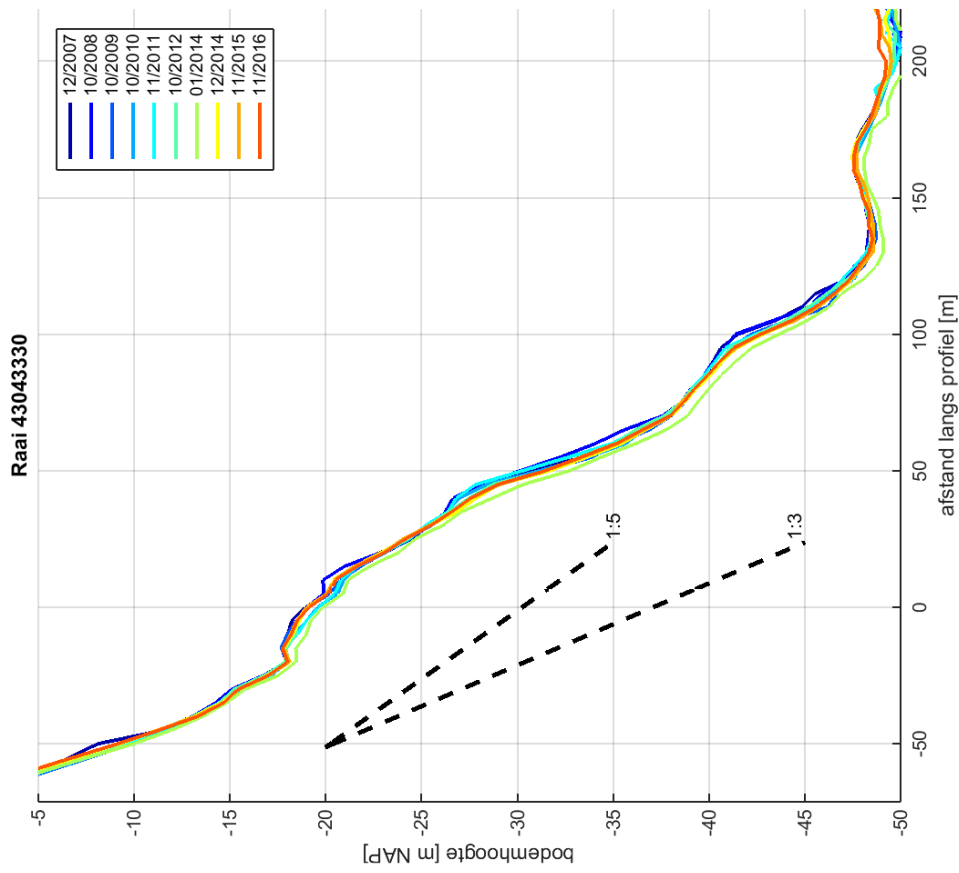


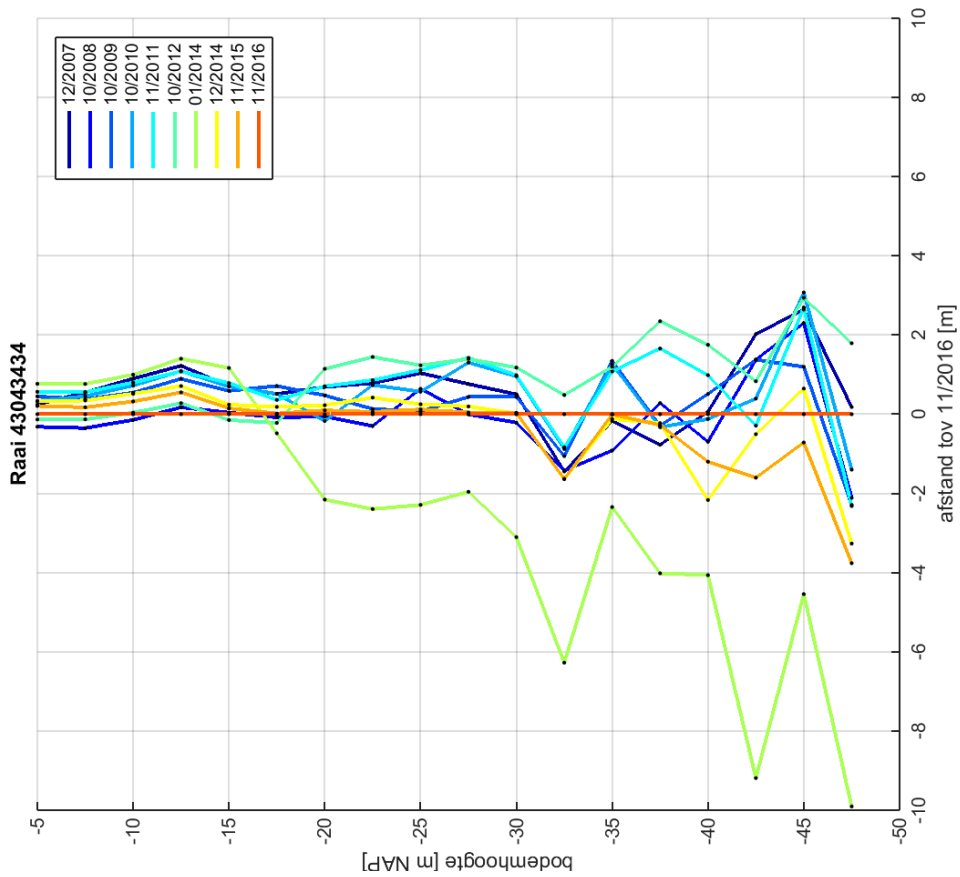
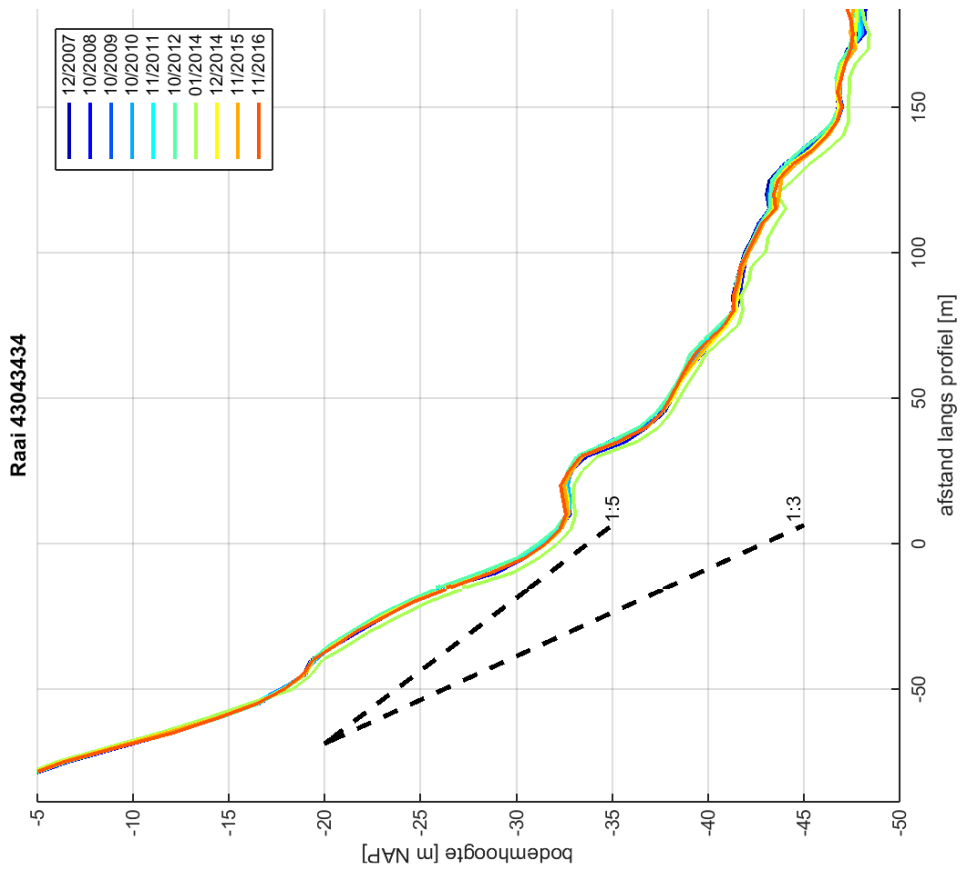


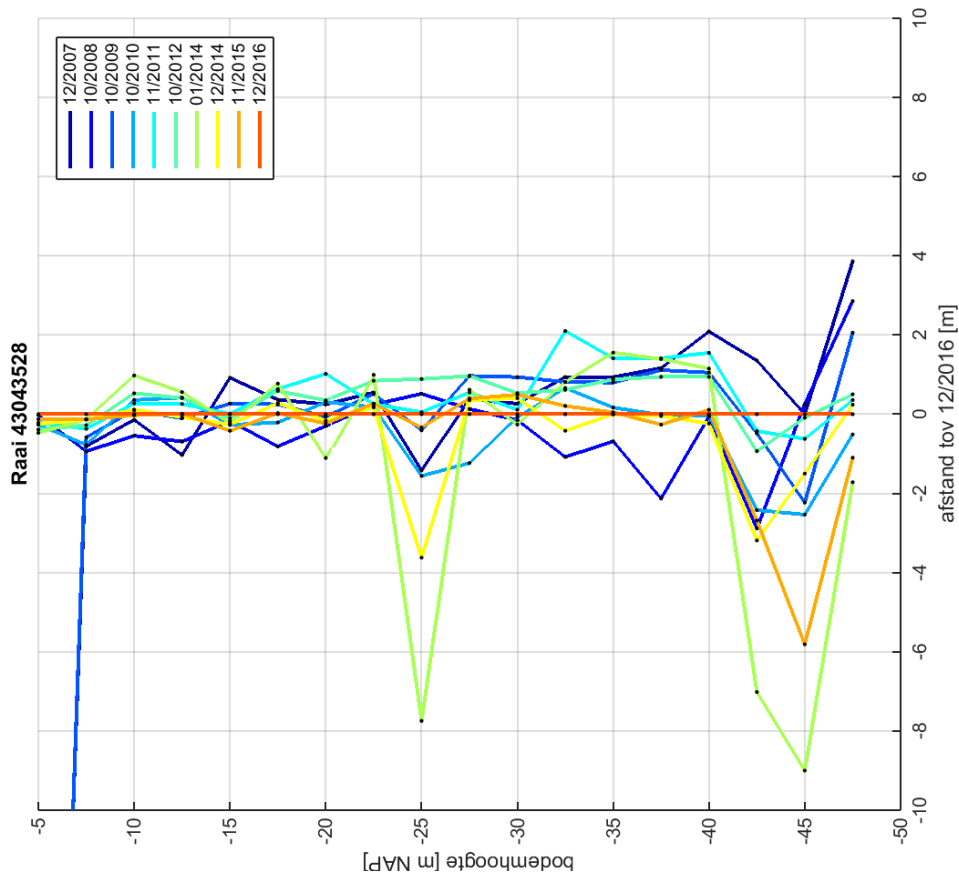
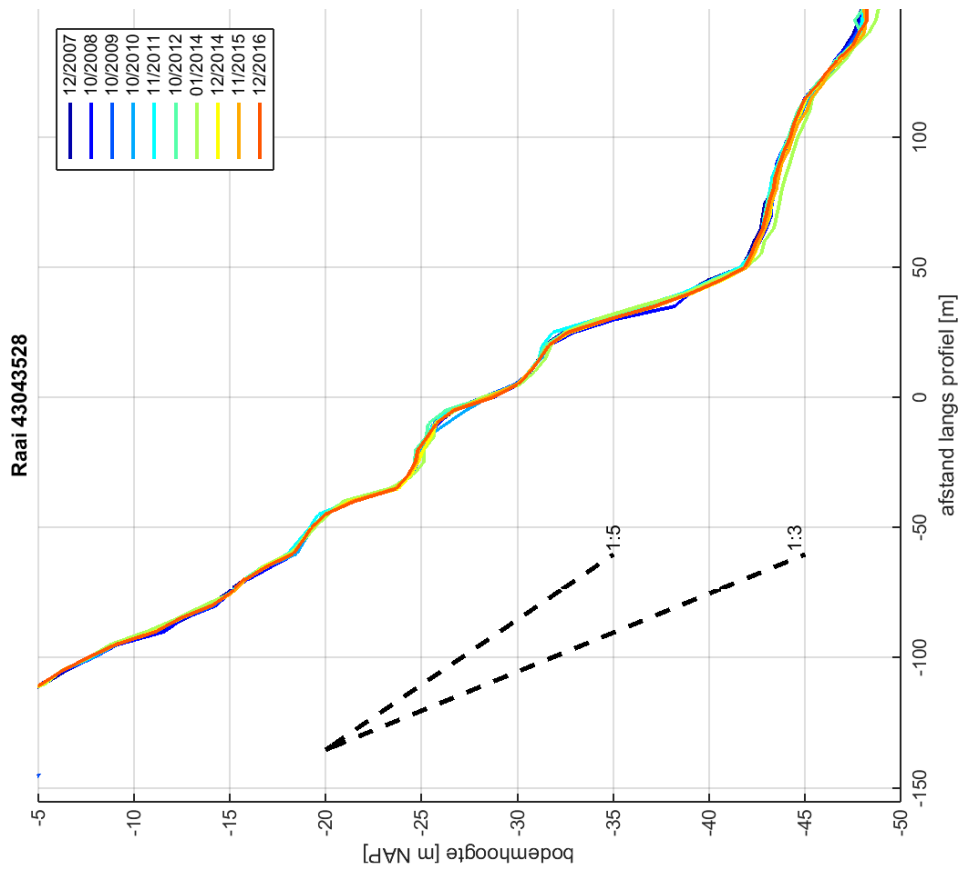


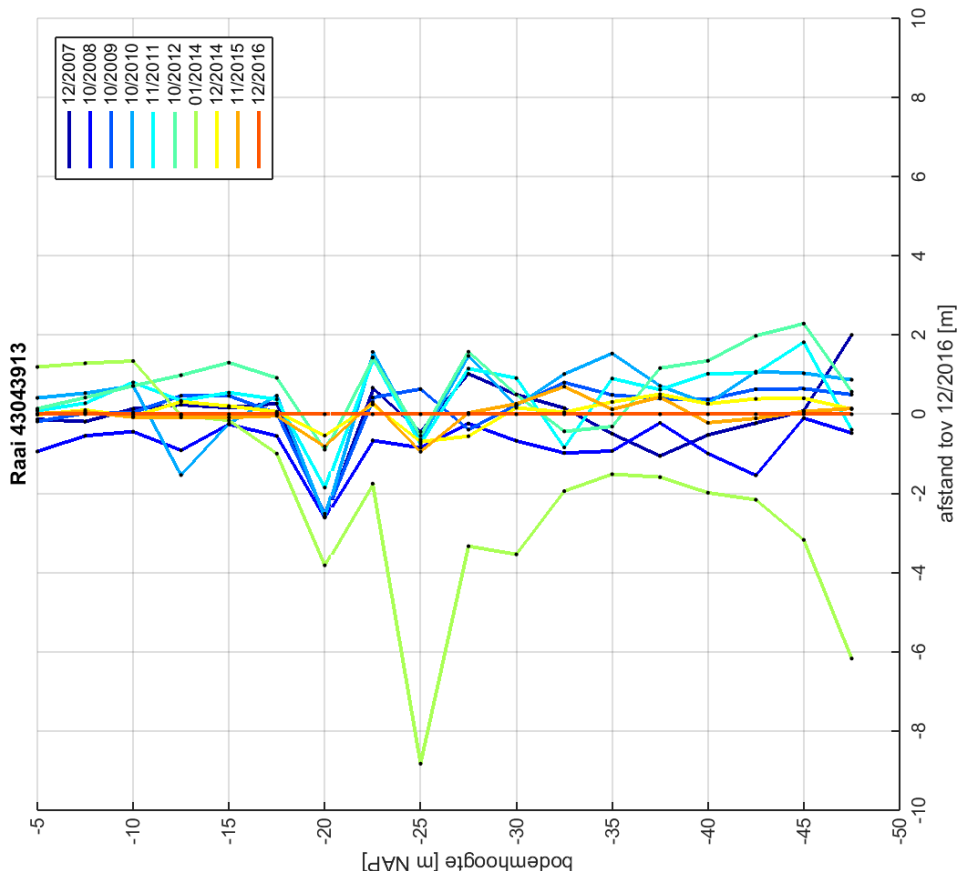
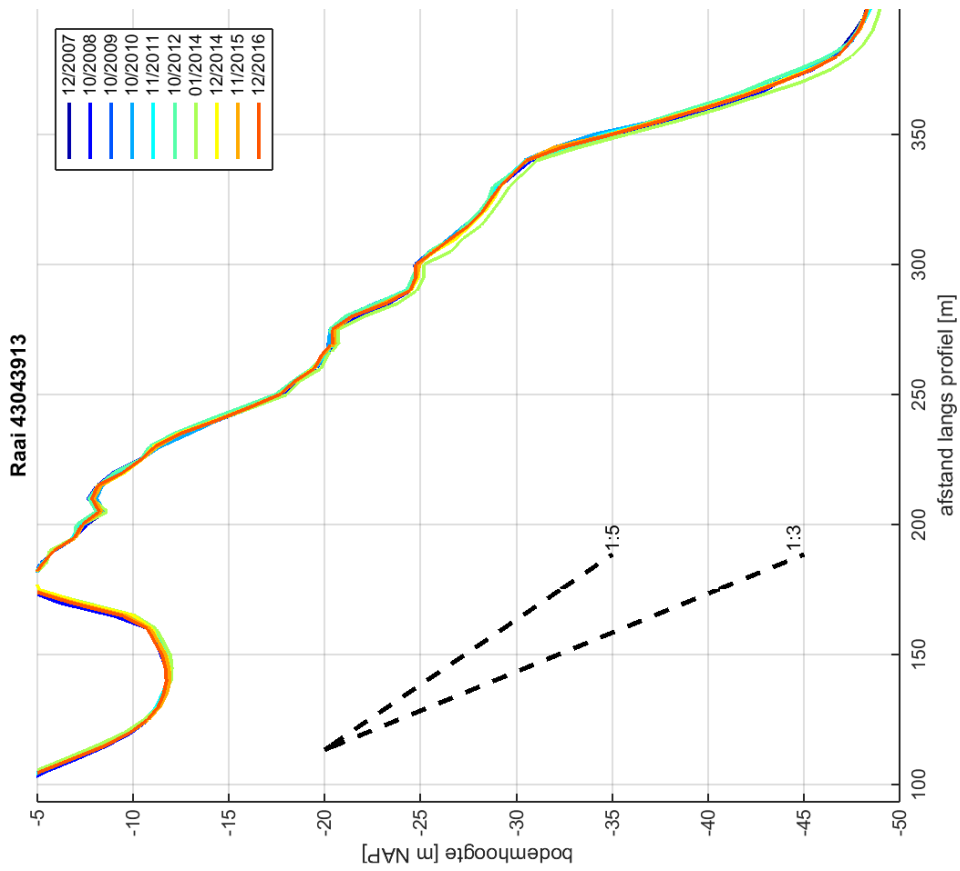


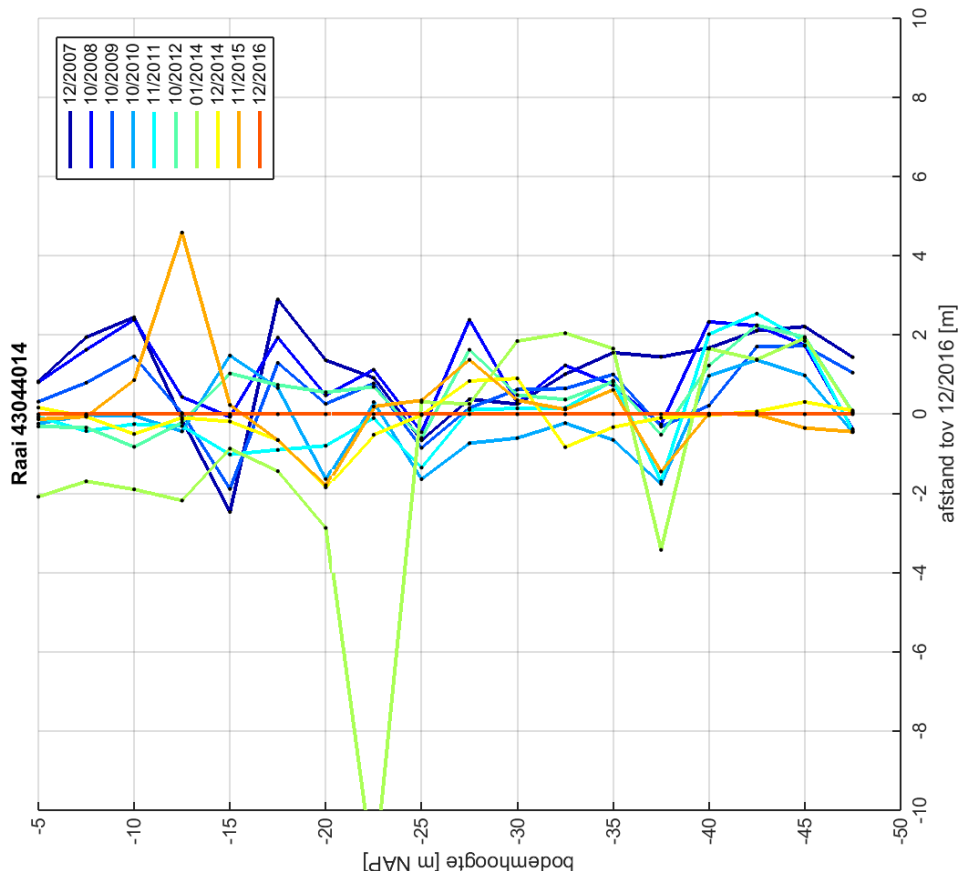
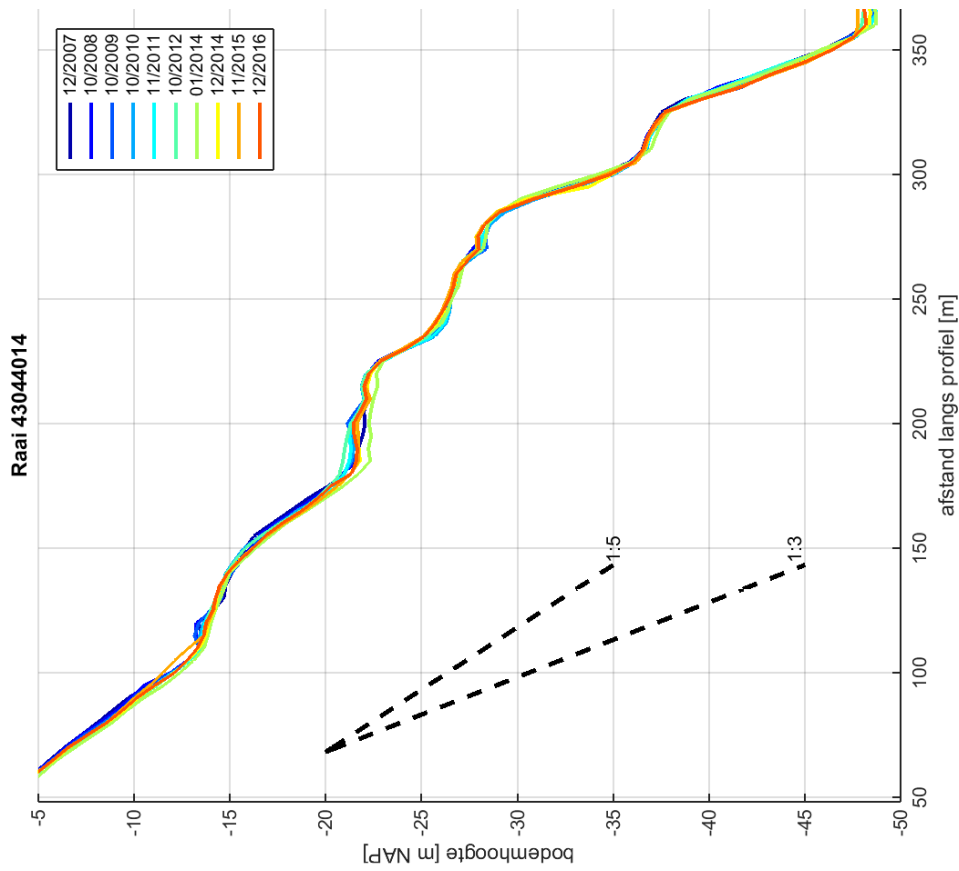


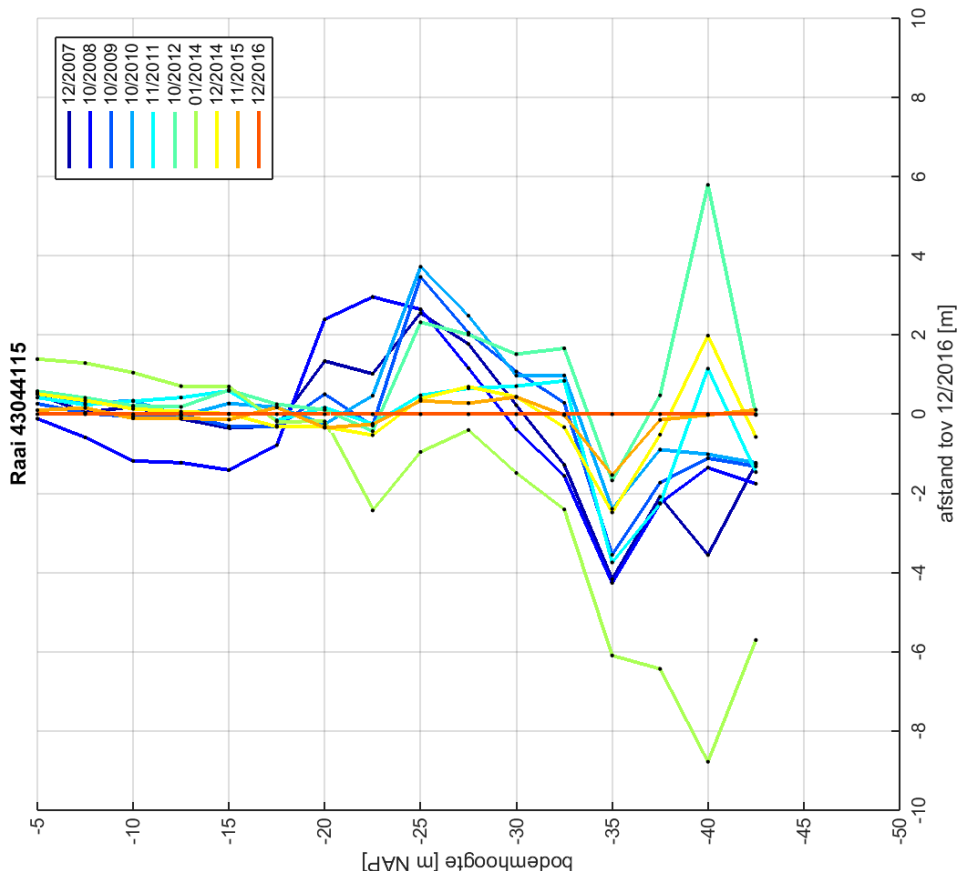
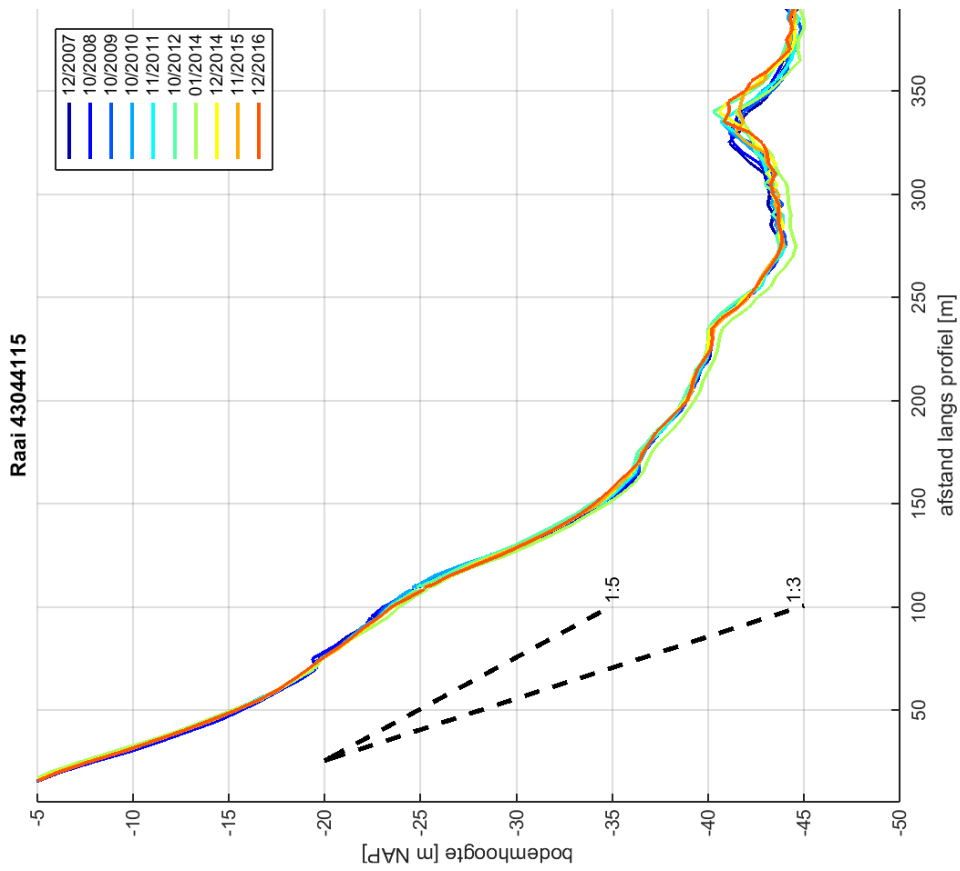












Margarethapolder

