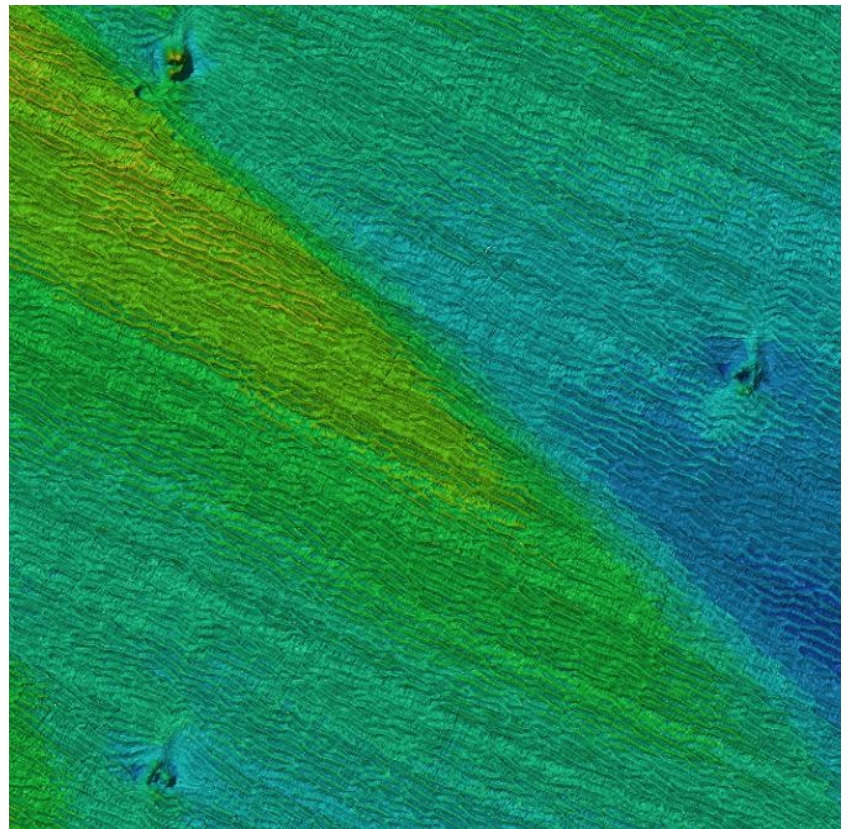




Voor:



# Mogelijke morfologische effecten van het Prinses Amalia windpark



Rapport

December 2013



*Lege pagina's zijn tussengevoegd ten behoeve van de leesbaarheid bij dubbelzijdig afdrukken.*



<b>Opdrachtgever</b>	Prinses Amaliawindpark
<b>Titel</b>	Mogelijke morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark

**Conclusies**

- 1 De beschikbare survey gegevens zijn voldoende, in termen van gebiedsgrootte, peiling interval en nauwkeurigheid, voor het doel van de studie;
- 2 Er zijn geen aanwijzingen die er op duiden dat de grootschalige zeebodemveranderingen het gevolg zijn van de aanwezigheid van het Prinses Amaliawindpark (PAWP); zoals verwacht is er wel lokale erosie en sedimentatie opgetreden rondom de windturbinepalen;
- 3 De waargenomen veranderingen komen geheel overeen met de te verwachten zeebodemveranderingen in dit gebied, op basis van eerder waargenomen zeebodemveranderingen in vergelijkbare gebieden (in termen van waterdiepte, golf- en stroomomstandigheden en zeebodemgesteldheid);
- 4 Zoals verwacht heeft het PAWP wel effect op de lokale morfologie rondom de windmolen-monopiles, maar het cumulatieve effect van deze lokale morfologische effecten heeft geen gevolgen voor de grootschalige morfologie;
- 5 Op basis van deze studie is vastgesteld dat er geen sprake is van mogelijke ongewenste morfologische effecten door het aanleggen en aanwezig zijn van het PAWP;
- 6 De waargenomen autonome zeebodemveranderingen, met name de voortplanting van zandgolven en de doorgaande verplaatsing van de zandbank, zal op termijn van mogelijk 5 – 10 jaar op sommige plaatsen leiden tot verminderde dekking van kabels binnen het PAWP, en op sommige plaatsen zal de dekking toenemen.

**Aanbevelingen**

- 1 Het wordt aanbevolen om met de beschikbare gegevens te onderzoeken waar een verminderde dekking van kabels kan ontstaan ten gevolge van de zeebodemveranderingen. Aan de hand hiervan kan dan een optimaal monitoringplan worden bepaald en kunnen eventueel mitigerende maatregelen worden genomen.

<b>Contract referentie:</b>	PO 13.10.005/GB, 30 oktober 2013
<b>Rapport identificatie:</b>	Q214R1-Amalia morfologie-r4, 19 december 2013

**Document control**

Rev.	Auteur	Date	Status	Gecontroleerd	Goedgekeurd
0	RB	8 dec 13	Concept		RB
1	RB	10 dec 13	Aangepast concept		RB
2	RB	16 dec 13	Definitief		RB
3	RB	18 dec 13	Aangepast definitief		RB
4	Romke Bijker	19 dec 13	Aangepast definitief		Romke Bijker

**Bestand index**

Rapport:	Q214R1 Amalia morfologie-r4 19dec13.doc
FM files:	Amalia 2003-2013 r0 7dec13.scene + RBB midden r0 7dec13.scene
Profile file:	cs Amalia r0 7dec13.xlsx
Bijlage	Q214R1-Bijlage A-r0 8dec13.pptx

**Samengesteld door ACRB**

Tjeukemeerstraat 18, Lemmer  
Mobiële telefoon: 06.533.78700

Internet: [www.acrb.nl](http://www.acrb.nl); email: [romke.bijker@acrb.nl](mailto:romke.bijker@acrb.nl)

© **Opdrachtgever/ACRB** No part of this publication may be reproduced or published by means of printing, photocopying, microfilming or by any other means, without the prior permission of the Opdrachtgever mentioned above or ACRB, nor without such permission, may it be used for any other purpose than that for which it was produced.





## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	7
2	Analyse .....	10
2.1	Gebruikte gegevens .....	10
2.2	Vergelijking van peilingen .....	12
2.3	Effect van windpark op morfologie .....	17
3	Conclusies en aanbevelingen .....	21
	Referenties.....	22
	Bijlage 1 Peilingen en verschilkaarten.....	23





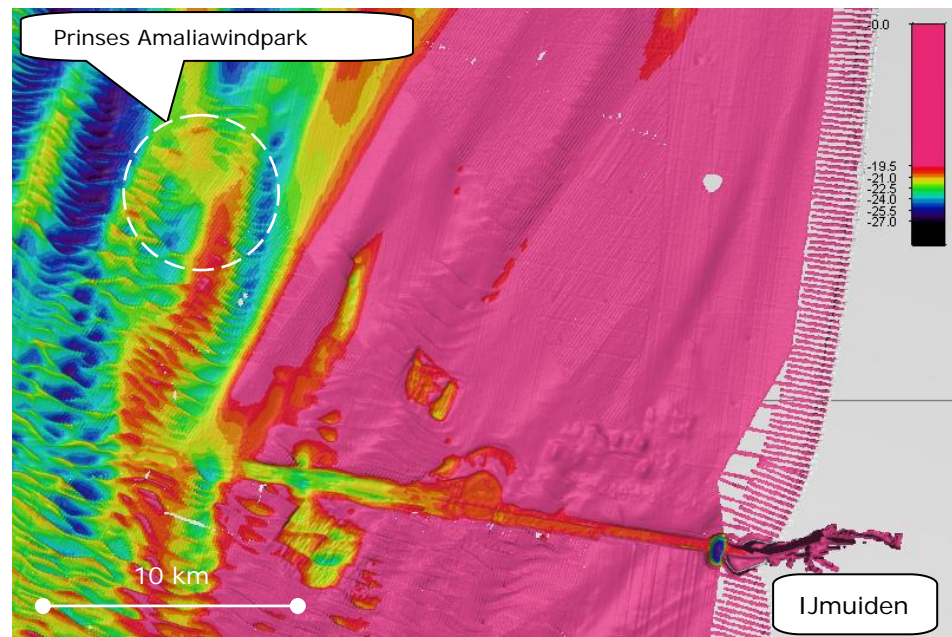
# 1 Inleiding

- Achtergrond** Het Prinses Amaliawindpark (PAWP) ligt 23 kilometer uit de kust bij IJmuiden, in blok Q7 van het Nederlands continentaal plat /4/ <sup>1</sup>. Het windpark is sinds juni 2008 in bedrijf. In het kader van het Monitorings- en EvaluatieProgramma (MEP) is vastgesteld dat mogelijke ongewenste effecten van de aanleg en het aanwezig zijn van het windpark moeten worden onderzocht. In dat kader is een zogenaamde T-nulmeting uitgevoerd in 2003 waarbij het gehele plangebied is gepeild. Er is tevens bepaald dat 5 jaar na de bouw opnieuw een vergelijkbare peiling moet worden uitgevoerd. De beschrijving van die peiling en het daaruit volgende onderzoek zijn nader beschreven in het operationele plan voor het vaststellen van mogelijke ongewenste morfologische effecten veroorzaakt door het PAWP (/2/).
- Doel van de studie** Het doel van deze studie is het vaststellen of er sprake is van mogelijke ongewenste morfologische effecten door het aanleggen en aanwezig zijn van het PAWP. Morfologische effecten nabij de monopalen vallen buiten de scope van het onderhavige rapport, conform het gestelde hierover in het operationele plan (/2/). Tevens heeft de studie alleen betrekking op het in het operationele plan (/2/) vastgestelde gebied van PAWP, niet daarbuiten.
- Aanpak** De T-nulmeting van 2003 wordt vergeleken met de peiling van juni-juli 2013 door de meetdata (zogenaamde xyz bestanden) in detail en zeer kritisch te bestuderen. Daarbij worden verschillende vergelijkingsmethoden gebruikt en wordt gezocht naar waarnemingen die afwijken van wat verwacht wordt in dit van nature dynamische zeegebied.
- Lokatie** Het PAWP ligt 23 km uit de kust bij IJmuiden, net buiten de territoriale wateren, en is aangegeven in figuur 1.1 (volgens /4/) en bestaat uit 60 windturbines van 2MW elk, de kleine witte stippen binnen de witte cirkel. Het totale park beslaat een gebied van 14 km<sup>2</sup>. De windparklocatie is doormiddel van dezelfde witte cirkel op dezelfde schaal aangegeven in de bathymetrie van dit deel van de Nederlandse kust in figuur 1.2. Deze peiling heeft een resolutie van 25 bij 25 meter en is opgenomen voor de aanleg van het PAWP.

<sup>1</sup> Referenties worden aangeduid als /x/ en zijn in alfabetische volgorde opgenomen aan het eind van de tekst van deze Notitie.



**Figuur 1.1** Lokatie van Prinses Amaliawindpark in zeekaart (/4/).

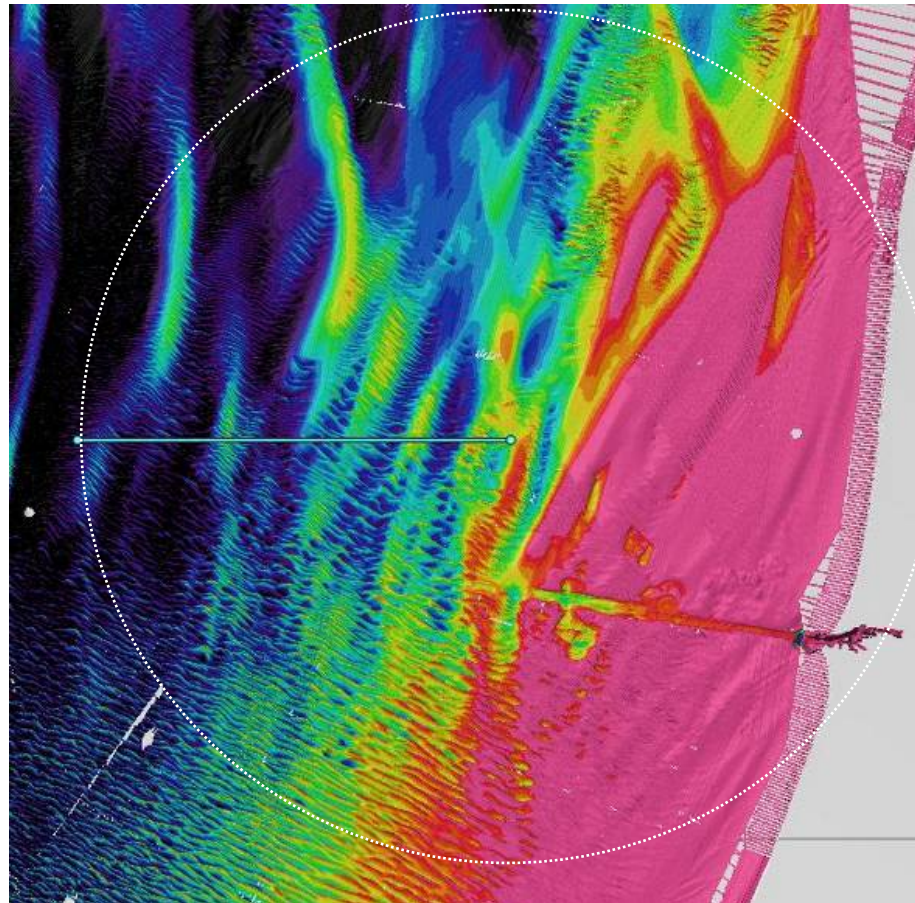


**Figuur 1.2** Locatie van Prinses Amaliawindpark in kaart met bodem topografie (/5/).

**Omgeving van het PAWP**

In figuur 1.3 toont het PAWP in het midden van een cirkel met een straal van 30 km om een indruk te geven van de omgeving van het PAWP.





**Figuur 1.3**

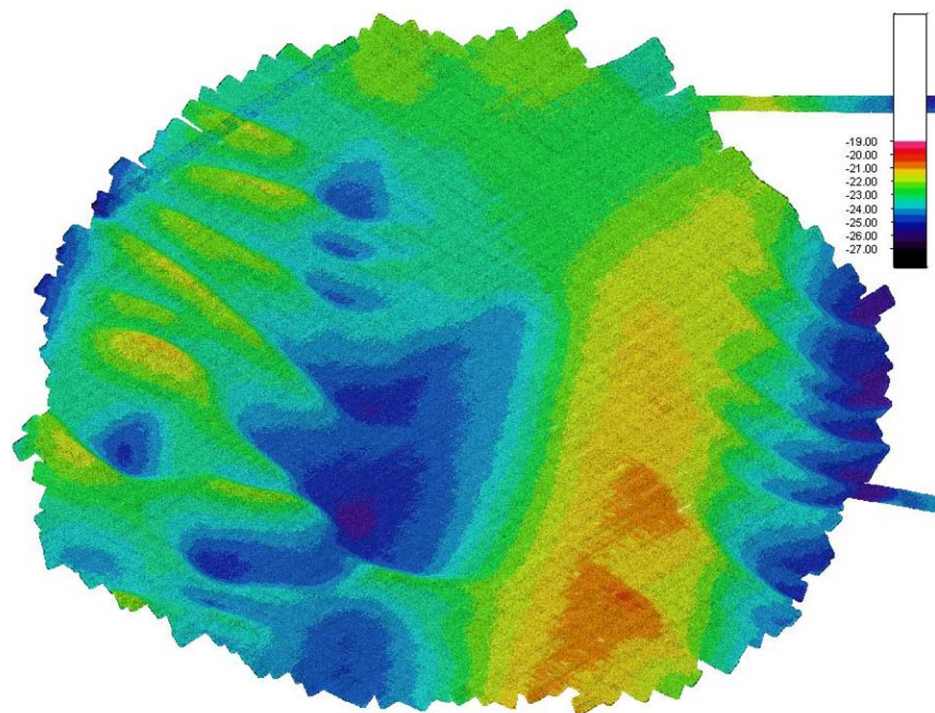
*Overzicht van de omgeving van het PAWP in dezelfde kaart met bodemtopografie als in figuur 1.2; de cirkel heeft een straal van 30 km om het midden van het PAWP.*

## 2 Analyse

### 2.1 Gebruikte gegevens

#### Peiling 2003

Bij aanvang van de studie is de peiling van 2003 beschikbaar (/3/). Figuur 2.1 toont die peiling<sup>2</sup>. Voor de presentatie en analyse van de gegevens is voor deze studie gebruikt gemaakt van het programma Fledermaus (/6/).



**Figuur 2.1**

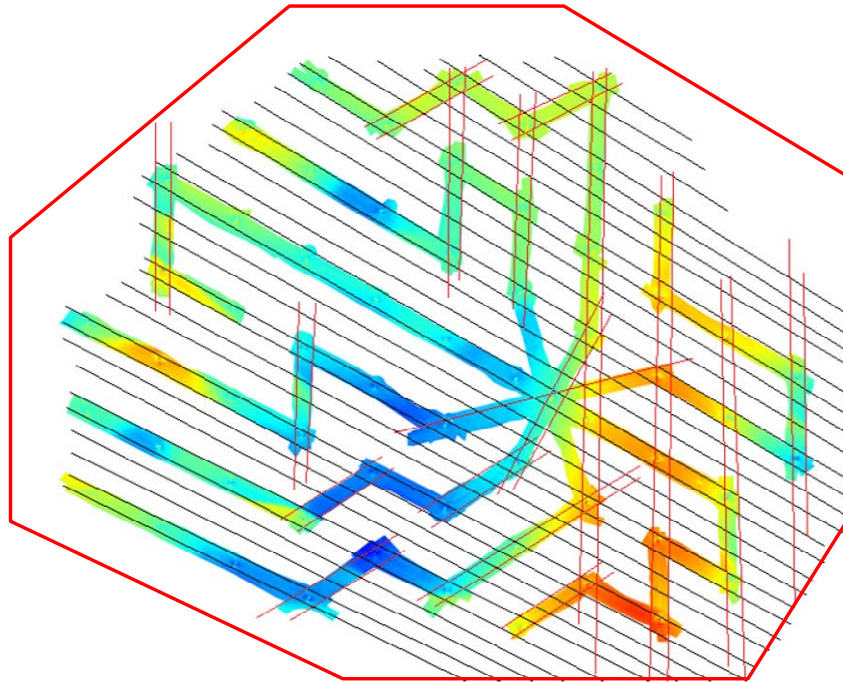
*Peiling van het gehele PAWP in 2003 (/3/).<sup>3</sup> Zie ook bijlage A voor een A3 versie.*

#### Peiling 2013

Na de bouw van het PAWP zijn regelmatig controle peilingen uitgevoerd van de bodembescherming rondom de turbinepalen en de verbindingskabels, maar geen peiling van het complete gebied. Voorafgaand aan de peiling van 2013 is door DEEP en ACRB de omvang van het te peilen gebied aangegeven ten behoeve van deze studie. Dat gebied valt binnen het rode kader aangegeven in figuur 2.2. Dit gebied is mede bepaald op basis van de veronderstelling dat de morfologische effecten van het PAWP zich tot dit gebied zullen beperken. Vanzelfsprekend wordt deze veronderstelling getoetst aan de resultaten en kan, als de resultaten daar aanleiding toe geven, het studiegebied voor toekomstige monitoring worden vergroot.

<sup>2</sup> Bij alle getoonde zeebodemfiguren is 'noord' naar boven gericht.

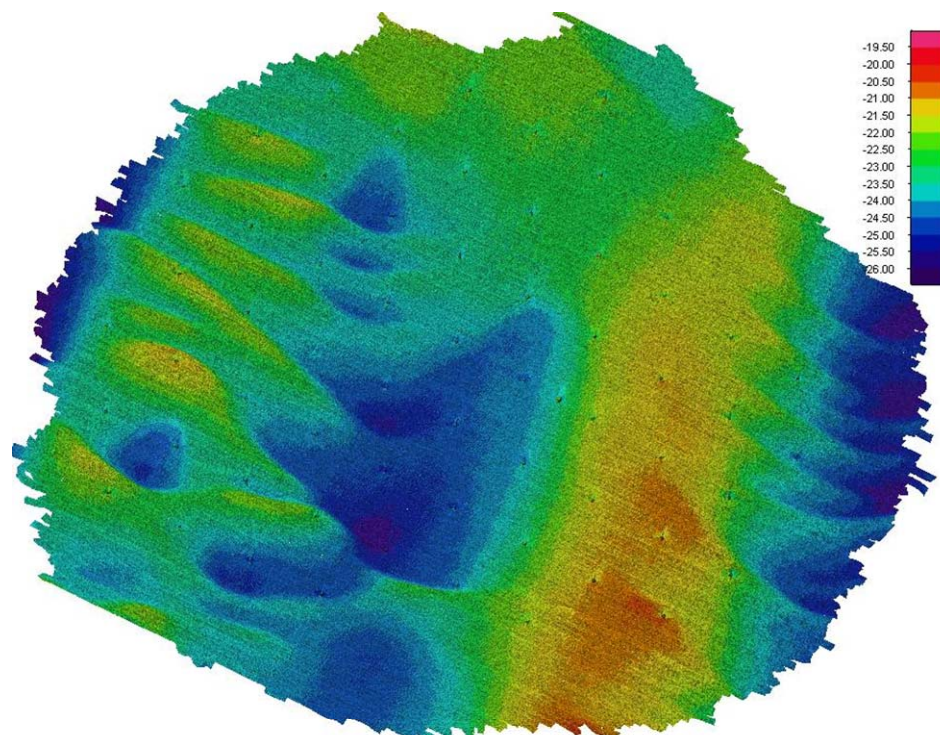
<sup>3</sup> De vreemde 'streek' of 'band' in de linker hoek van de peiling is geen zeebodemvorm maar een afwijking in de peiling waarvan de oorsprong bij de auteur niet bekend is.



**Figuur 2.2** Voorbeeld van peiling van de kabels tussen de windmolenturbines en het in 2013 te peilen gebied, aangegeven als binnen de omhullende rode lijn.

### Peiling 2013

In juni-juli 2013 is de peiling van het gehele gebied uitgevoerd (/1/) en gepresenteerd in figuur 2.3. De kleurcodering van de bodemligging is hetzelfde als voor de peiling van 2003. De iets andere 'textuur' van de figuur is het gevolg van iets andere data-aanlevering maar heeft geen betekenis voor de analyse.

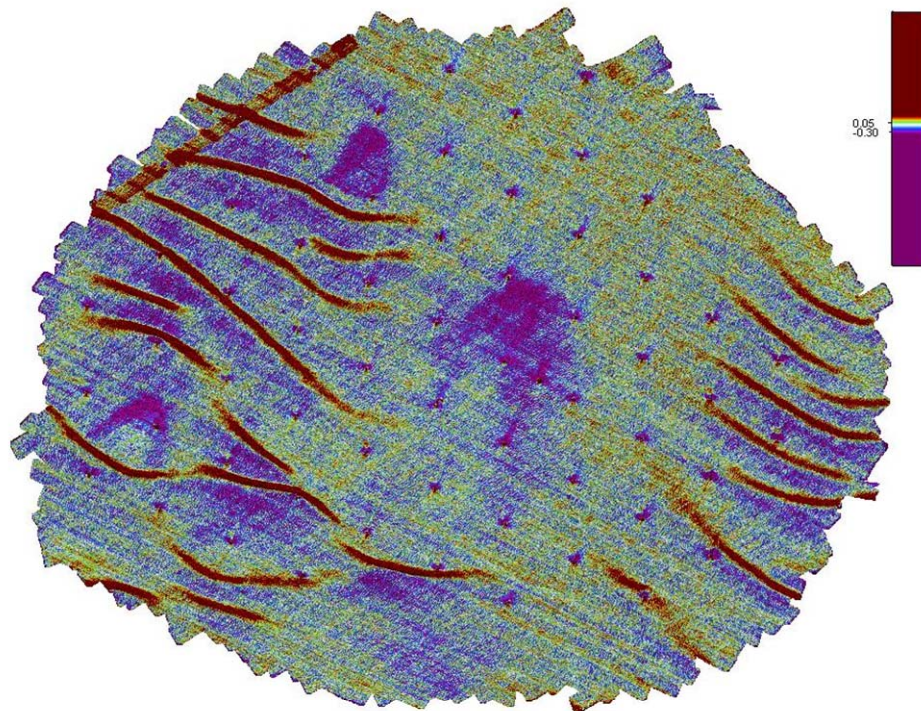


**Figuur 2.3** Peiling van het gehele PAWP in 2013 (/1/). Zie ook bijlage A voor een A3 versie.



## 2.2 Vergelijking van peilingen

<b>Vertikale aanpassing</b>	<p>Elke peiling wordt op een verschillend moment uitgevoerd en moet voor het getij worden gecorrigeerd tot hetzelfde referentievlak. Daartoe zijn procedures overeengekomen met de survey-bedrijven die nauwkeurig worden nagevolgd en deze zijn ter verificatie beschreven in de betreffende surveyrapporten /3/ en /1/. Desondanks kunnen verschillen in het referentievlak optreden en als gevolg daarvan, in de absolute bodemligging zoals door DEEP beschikbaar gesteld voor deze studie in de vorm van 'getijgecorrigeerde xyz databestanden'. Ten behoeve van vergelijkende studies zoals deze, wordt altijd een controle op het referentievlak uitgevoerd.</p>
<b>Controle methode</b>	<p>Het controleren en eventueel aanpassen van het referentievlak gebeurt door een voldoende groot gebied te kiezen waarvan mag worden aangenomen dat er in de betreffende ruimte- en tijdschaal geen meetbare veranderingen zijn opgetreden. Het kiezen van dat gebied is natuurlijk het belangrijkste aspect van deze methode. In dit geval is het op drie manieren gedaan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-vergelijken van het gehele gebied;</li><li>-vergelijken van een deelgebied in een relatief vlak deel van het gebied;</li><li>-vergelijken van de langspatielen.</li></ul> <p>Op basis van deze vergelijkingen is vastgesteld dat de peiling van 2013 0.06 m dieper ligt dan de peiling van 2003. Ten behoeve van de studie is daartoe de gehele dataset van 2003 met 0.06 m verlaagd. Hoewel dit verschil binnen de normaal te verwachten marge ligt, is de data-aanpassing toch gedaan omdat we op zoek zijn naar relatief kleine verschillen tussen beide peilingen en de ervaring is dat dergelijke kleine verschillen in het referentievlak de analyse kunnen verstoren.</p>
<b>Veranderingen 2003 - 2013</b>	<p>De veranderingen in de zeebodem tussen 2003 en 2013 worden vastgesteld door het op twee manieren vergelijken van de beide peilingen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Het maken van een verschilplot en</li><li>-Het maken van verschilprofielen.</li></ul>
<b>Vershilplot</b>	<p>De verschilplot tussen de peilingen van 2003 en 2013 is gegeven in figuur 2.4. De kleurcodering is als volgt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Blauw naar paars: verdieping: in 2013 dieper dan in 2003;</li><li>-Wit: verandering kleiner dan +/- 0.05 m tussen 2003 en 2013;</li><li>-Rood naar bruin: verondieping: in 2013 ondieper dan in 2003.</li></ul> <p>De verschillen kunnen zijn veroorzaakt door verticale bewegingen (erosie, sedimentatie) of horizontale bewegingen (voortplanting van zandgolven, grootschalige verplaatsing van zandbanken).</p>



**Figuur 2.4** *Verschilplot tussen de peilingen 2003 en 2013. Zie ook bijlage A voor een A3 versie.*

#### Waarnemingen

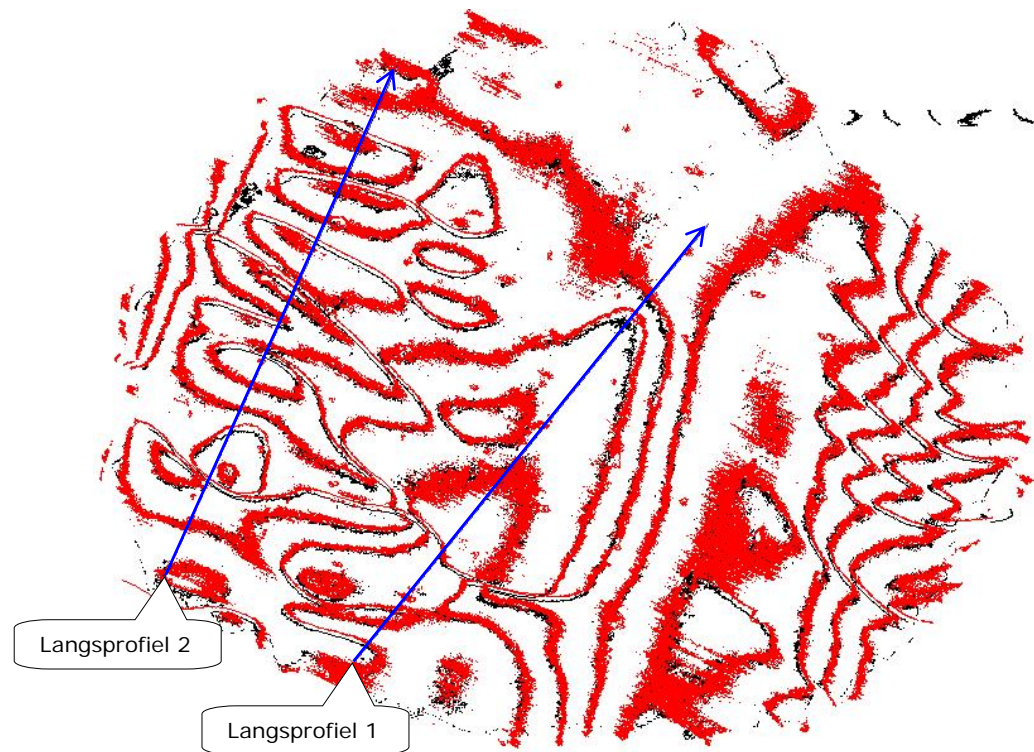
Bestudering van figuur 2.4 leidt tot een aantal interessante waarnemingen:

- De relatief 'scherpe/smalle' rood-bruine strepen duiden op migrerende zandgolven in noord-noordoostelijke richting;
- Het slechts gespikkeld voorkomen van 'wit' duidt op een in z'n geheel dynamisch gebied met niet alleen zandgolven maar ook overal megaribbels;
- De 'blauwe stippen' zijn de erosiekuilen rondom de turbinepalen <sup>4</sup>;
- De vreemde schuine band in de linker bovenhoek wordt veroorzaakt door een afwijking in de peiling van 2003 (zie voetnoot 3);
- De 'blauwe vlek' in het midden trekt de aandacht omdat het min of meer precies in het midden van het windpark ligt, en nader onderzoek is vereist om vast te stellen of deze 'verondieping' is veroorzaakt door het windpark, of een autonome verandering is.

#### Vergelijking van contouren

In figuur 2.5 worden de verschillen tussen 2003 en 2013 op een andere manier zichtbaar gemaakt en wel door middel van de contourlijnen van dezelfde diepte: zwart = 2003 en rood = 2013. De dieptelijnen zijn getekend met een interval van 1 m.

<sup>4</sup> Deze erosiekuilen zijn deels restanten van de ontgrondingskuilen die zijn ontstaan rond de palen vóórdat de erosiebescherming is aangebracht en deels daarna ontstaan, aan de randen van de bodembescherming.



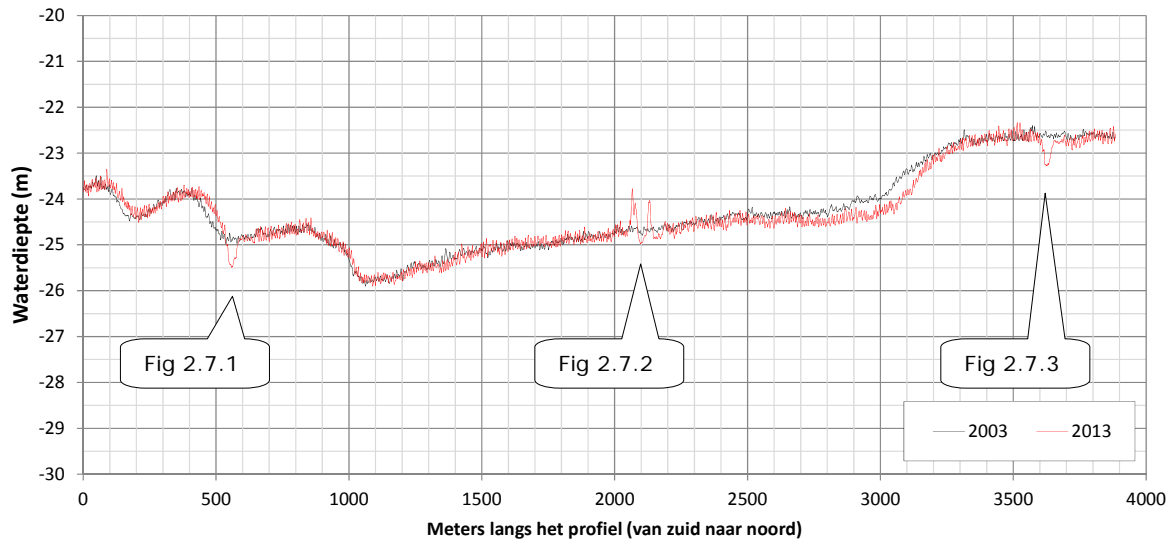
**Figuur 2.5** *Vershilplot tussen de peilingen 2003 en 2013 in de vorm van alleen de 1 m contourlijnen: zwart = 2003 en rood = 2013. Beide blauwe pijlen geven de langsprofielen waar later naar wordt verwezen ( $x = 0$  in zuidwest hoek). Zie ook bijlage A voor een A3 versie.*

#### Waarnemingen

Ook figuur 2.5 toont duidelijk de zeebodembewegingen door de duidelijk zichtbare verschuiving van de contourlijnen van dezelfde diepte. Het toont echter duidelijker dan figuur 2.4 de grote verschillen in het zeebodemgedrag tussen het westelijk deel, het midden en het oostelijk deel van het PAWP. In feite is het windpark gebouwd in een gebied met grote verschillen in de bodemdynamiek. Met betrekking tot de waargenomen 'blauwe verondieping' in het midden, blijkt het echter te gaan om een verandering van de rand van een bank: duidelijk zichtbaar is de verschuiving van de contourlijn aan de noord-noordoostelijke kant van het betreffende gebied.

#### Langsprofielen

Een effectieve manier om voortplanting van zandgolven en bewegingen van zandbanken te tonen is door middel van langsprofielen. Figuur 2.6 en figuur 2.8 tonen dergelijke langsprofielen.

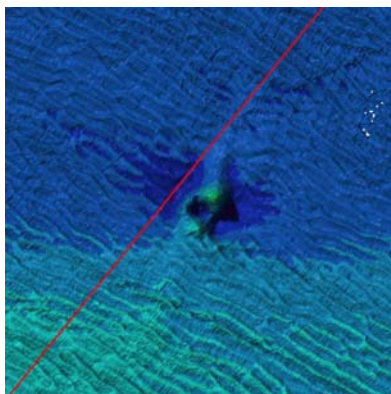


**Figuur 2.6** *Langsprofiel 1 door het midden van het gebied (zie figuur 2.5 voor de ligging van het langsprofiel). Zie ook bijlage A voor een A3 versie.*

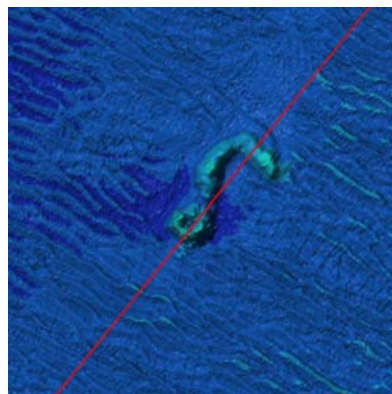
**Waarnemingen**

Bestudering van figuur 2.6 leidt tot de volgende waarnemingen:

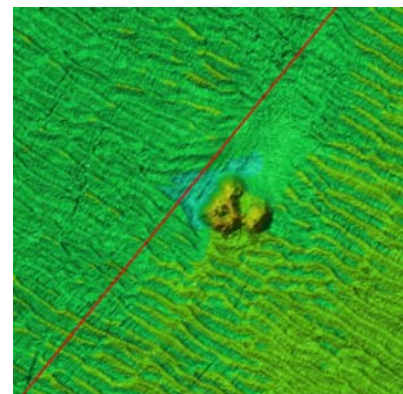
- Duidelijk zichtbaar is de beweging van de grote zandbank (x= ~3000 m);
- Goed zichtbaar zijn de bewegende zandgolven (x= ~150 en ~500 m);
- De kleine 'verstoringen' (x= ~560 m; x= ~2100 m; x= ~3630 m) zijn het gevolg van toevallige doorsnijdingen van het langsprofiel met de erosiekuilen rondom de turbinepalen, zoals getoond in figuur 2.7.



*Figuur 2.7.1*

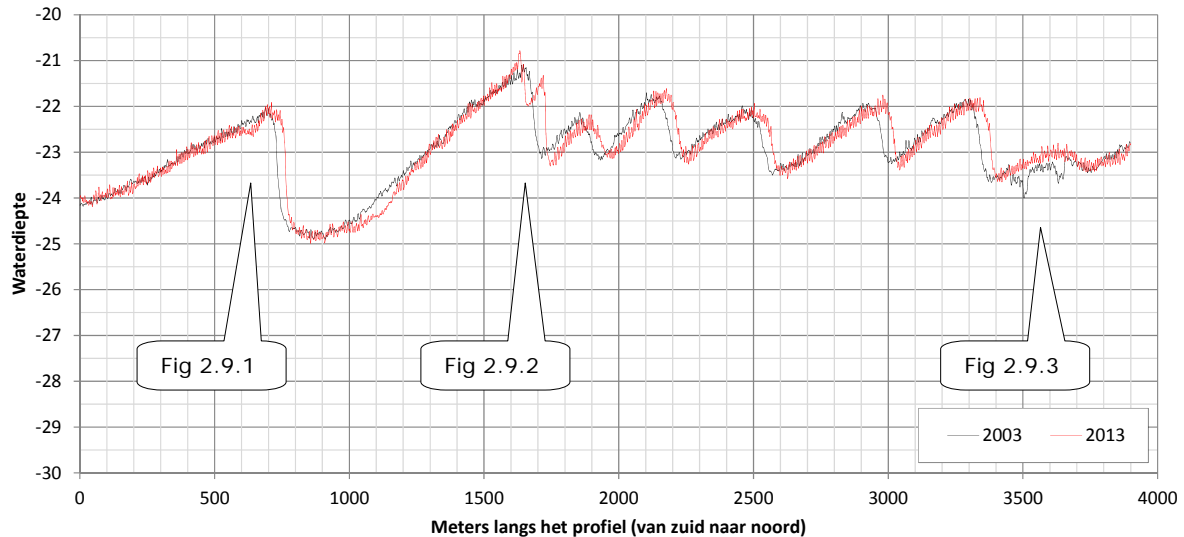


*Figuur 2.7.2*



*Figuur 2.7.3*

**Figuur 2.7** *Details van de bodem waar het langsprofiel de erosiekuilen rondom de turbinepalen doorsnijdt. Goed zichtbaar zijn de mega-ribbel patronen die kenmerkend zijn voor dit deel van de zuidelijke noordzee (zie ook sectie 2.3 paragraaf 'Grootschalige morfologie').*

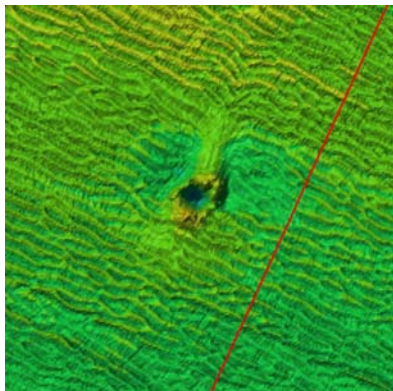


**Figuur 2.8** *Langsprofiel 2 door het midden van het gebied (zie figuur 2.5 voor de ligging van het langsprofiel). Zie ook bijlage A voor een A3 versie.*

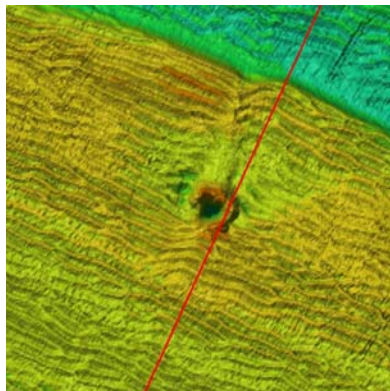
**Waarnemingen**

Bestudering van figuur 2.8 leidt tot de volgende waarnemingen:

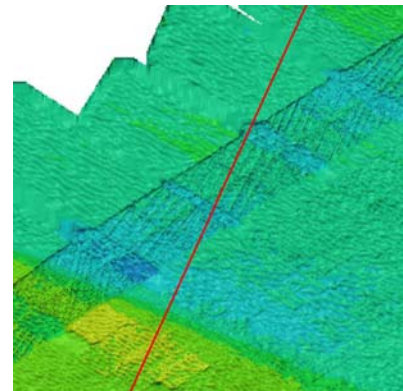
- Goed zichtbaar zijn de bewegende zandgolven; Om de voortplantingssnelheid beter te kunnen bepalen toont figuur 2.10 een detail van dit profiel;
- De kleine 'verstoringen' ( $x \sim 650$  m en  $x \sim 1650$  m) zijn het gevolg van toevallige doorsnijdingen van de erosiekuilen rondom de turbinepalen; de 'verstoring' in de peiling van 2003 ( $x \sim 3500-3650$ ) is het gevolg van een afwijking in de peiling.



*Figuur 2.9.1*



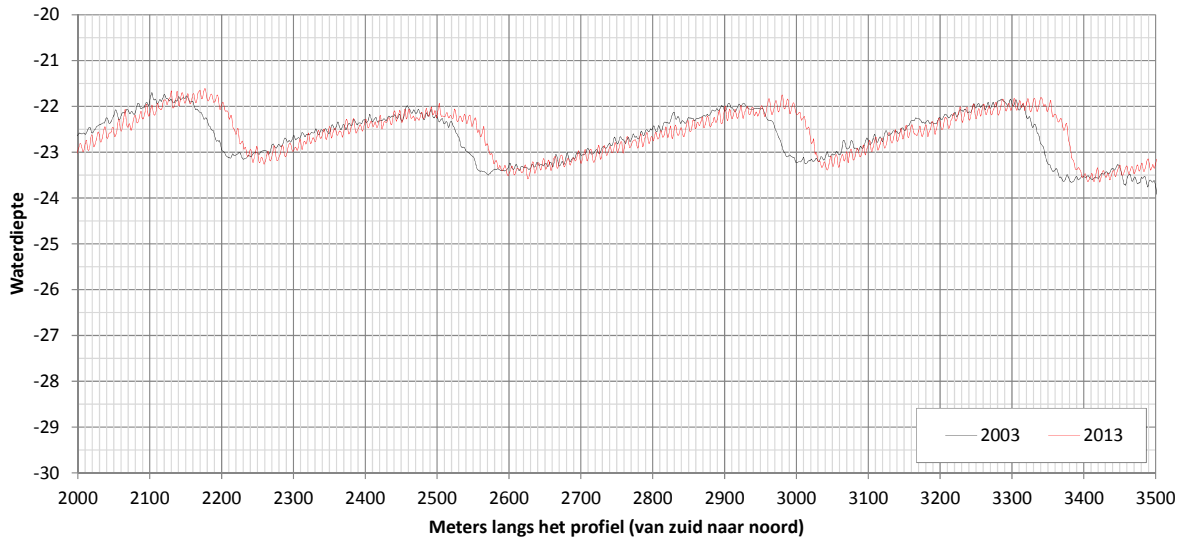
*Figuur 2.9.2*



*Figuur 2.9.3*

**Figuur 2.9** *Links en midden: details van de bodem waar het langsprofiel de erosiekuilen rondom de turbinepalen doorsnijdt; Rechts: detail van doorsnijding van een surveyafwijking in de 2003 peiling. Goed zichtbaar in Figuur 2.9.1 en 2.9.2 zijn de mega-ribbel patronen die kenmerkend zijn voor dit deel van de zuidelijke noordzee (zie ook sectie 2.3 paragraaf 'Grootschalige morfologie').*





**Figuur 2.10** Detail van figuur 2.8 met migrerende zandgolven.

#### Migratiesnelheid

De migratiesnelheid van de zandgolven, zoals in detail gegeven in figuur 2.10, bedraagt orde 3 – 4 meter per jaar en is geheel in overeenstemming met de orde van grootte van zandgolfmigratie in dit deel van de zuidelijke Noordzee.

### 2.3 Effect van windpark op morfologie

#### Ongewenste effecten?

In het kader van deze studie noemen we potentiële morfologische effecten ongewenst als ze onverwachte negatieve effecten hebben op (1) de omgeving en (2) de bedrijfsvoering van het windpark. Met morfologische effecten op de omgeving worden effecten op andere gebruikers van de zee en de kust bedoeld, zoals kabels en leidingen, zandwingebieden, en in een uiterst geval, de diepte in vaarroutes of de kustveiligheid. In de MER zijn deze mogelijke effecten onderzocht en is bepaald dat deze effecten niet tot nauwelijks optreden. Het gaat er in deze studie om deze veronderstelling te toetsen. Het PAWP is zodanig ontworpen dat rekening is gehouden met de voorspelde morfologische effecten door (1) bodembescherming rond de palen aan te leggen en (2) de kabels met voldoende dekking te begraven. Effecten zijn ongewenst voor de bedrijfsvoering indien meer dan voorspeld onderhoud nodig is.

#### Effecten in ruimte en tijd

Het is van belang onderscheid te maken in de verschillende ruimte- en tijdschalen van de mogelijke morfologische effecten:

- In de ruimte:

- o Lokaal: in de directe omgeving van een turbine paal (schaal 0 – 100 m);
- o Regionaal: in de wijde omgeving van een turbine paal tot en met de ruimte tot de nabijgelegen 'buurpalen' (schaal 100 m – 1 km);
- o Globaal: op de schaal van het gehele park en verder (schaal 1 – 10 km en verder);

- In de tijd:

- o Korte termijn: in de orde van weken tot een jaar;
- o Middel-lange termijn: in de orde van 1 – 10 jaar;
- o Lange termijn: in de orde van 10 – 50 jaar.

**Gecombineerde effecten**

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat wordt gekeken naar de lokale en globale effecten afzonderlijk maar ook in combinatie. Het kan zijn dat significante lokale effecten uiteindelijk leiden tot een globaal effect. Deze mogelijkheid is mee beschouwd in de analyse.

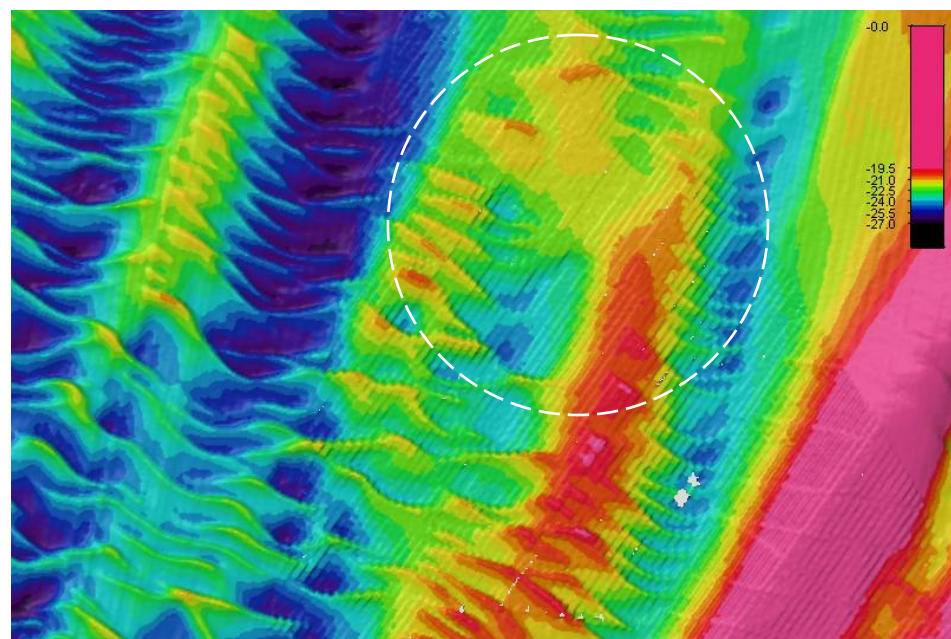
**Autonome dynamiek**

De lokatie van het PAWP wordt gekenmerkt door een grote autonome zeebodemdynamiek, dat wil zeggen dat de zeebodem altijd, en ook zonder windpark, in beweging was, is en zal zijn. Het is daarom niet altijd eenduidig of de oorzaak van morfologische veranderingen het gevolg is van de autonome dynamiek of van de aanleg en de aanwezigheid van het PAWP. De situatie wordt daarnaast bemoeilijkt door de complexiteit van de autonome veranderingen op zich zelf.

**Grootschalige morfologie**

Het PAWP is gebouwd in een gebied met zeer gevarieerde zeebodemvormen zoals te zien in figuur 2.11, hetgeen een detail is van figuur 1.2. Het gebied wordt gekenmerkt door:

- Een veld met relatief grote zandgolven aan de west kant;
- Een veld met kleinere zandgolven aan de oost kant;
- Een grote langgerekte zandbank net naast het midden die in het noord-noordoosten uitloopt in een tamelijk vlak gebied waarin zich even verder (naar het noorden) weer grote zandgolven vormen;
- Een relatieve verdieping tussen het grote zandgolfveld in het westen en de grote langgerekte zandbank, die oploopt tegen het hiervoor genoemde relatief vlakke gebied;
- Karakteristiek voor het gehele gebied zijn de grote zuid-zuidwest naar noord-noordoost lopende grote bodemstructuren waarop de zandgolven zich vormen en bewegen;
- Niet te zien in figuur 2.11 (en wel in figuur 2.7 en figuur 2.9), maar in het hele gebied bevinden zich mega-ribbels (hoogte 0,5 – 1 m en lengte 5 – 15 m) die sterk veranderlijk zijn.

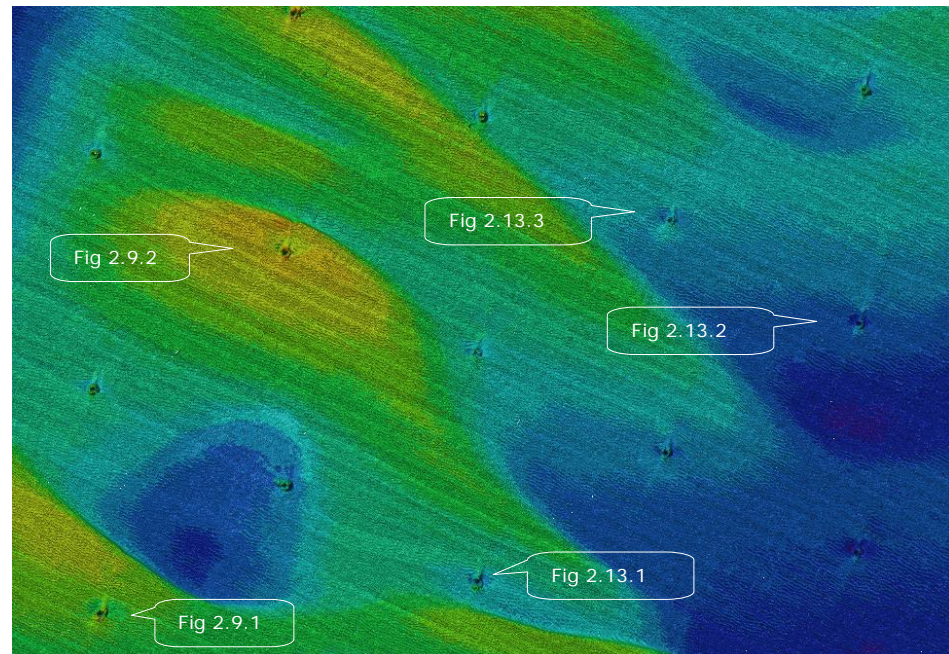


**Figuur 2.11**

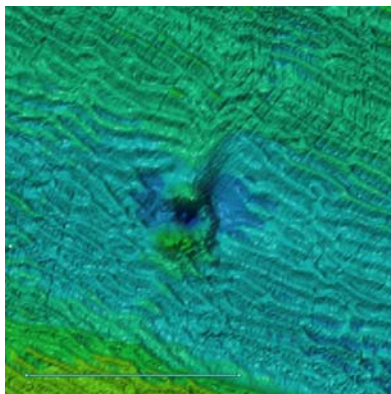
*Uitvergroting van figuur 1.2 met het PAWP binnen de witte cirkel (/5/).*

**Lokale morfologie**

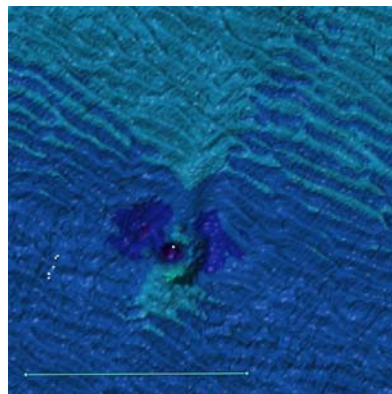
De lokale morfologische effecten beperken zich tot de onmiddellijke omgeving van de windturbinepalen, tot een maximale afstand van orde 100 – 150 m, zoals goed is te zien in figuur 2.12 en in detail in figuur 2.13 en de subfiguren van figuur 2.7 en figuur 2.9. Steeds is goed te zien hoe er, naast de veranderingen direct rondom de turbinepaal, in overheersend noord-noordoostelijke richting veranderingen optreden. Deze overheersende richting wordt met name bepaald door de gemiddelde richting van de getijstroom.

**Figuur 2.12**

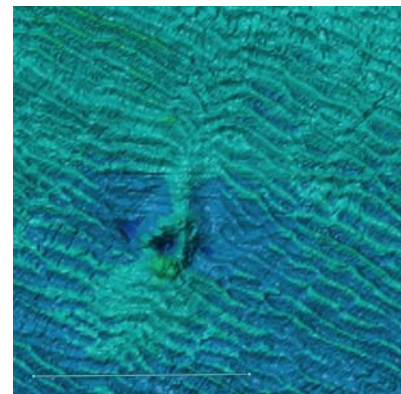
Overzicht van deel van het PAWP waarin de lokale effecten van de individuele turbinepalen goed zijn te zien als kleine streepjes.



Figuur 2.13.1



Figuur 2.13.2



Figuur 2.13.3

**Figuur 2.13**

Details van de lokale morfologie rondom de individuele turbinepalen; de liggende blauwe schaallijn is 100 m lang.

**Samenvatting**

De analyse van de beschikbare gegevens (de peilingen van 2003 en 2013) leidt tot de volgende samenvatting van de te verwachten morfologische effecten door aanleg en gebruik van het PAWP:

	Korte termijn	Middel-lange termijn	Lange termijn
Lokaal	Wel effecten maar niet onverwacht.	Evenwicht van erosiekuilen wordt bereikt	Geen effecten na bereiken van evenwicht.
Regionaal	Zeer beperkte en verwachte effecten in de vorm van veranderende mega-ribbel patronen,	Dynamisch evenwicht van veranderende mega-ribbel patronen wordt bereikt	Geen effecten na bereiken van dynamisch evenwicht.
Globaal	Geen effecten.	Na 6 jaar geen meetbare effecten	Zeer kleine kans op meetbare effecten op lange termijn.

**Effect van de morfologie op het windpark**

Zoals hierboven aangegeven, migreren zandgolven door het PAWP en vinden er in het PAWP veranderingen aan zandbanken plaats. Die zeebodemdynamica wordt niet veroorzaakt door de bouw en de aanwezigheid van het PAWP, maar zal wel op termijn effecten hebben op het PAWP zelf. De grootschalige morfologische verschijnselen (de migratie van de zandgolven en de veranderingen van de zandbanken) zullen leiden tot veranderingen:

- De directe omgeving van de turbinepalen zal zich aanpassen voorzover de bodembescherming dat toelaat; het is mogelijk dat er daardoor dekkingsproblemen ontstaan in de onmiddellijke omgeving van de paal;
- De dekking boven de kabels zal veranderen: op sommige plaatsen zal hierdoor de dekking toenemen en op andere plaatsen zal de dekking hierdoor afnemen. Aanvullend onderzoek is nodig om vast te stellen waar en wanneer en in welke mate dat gaat gebeuren. In de volgende paragraaf wordt echter een eerste schatting gegeven.

**Schatting verandering van kabeldekking**

Uit figuur 2.8 volgt dat de 'zuid'-hellingen van de zandgolven in deze langsdoorsnede in de orde van grootte liggen van 1 : 150 tot 1 : 300. Bij een zandgolfmigratie van 3 – 4 m/jaar betekent dat een verticale verandering van in de orde van 1 – 3 cm/jaar. Omdat de 'zuid'-hellingen als gevolg van de noordgaande migratie verlagen, zal de dekking van de kabels die in deze hellingen liggen met in de orde 1 – 3 cm/jaar afnemen. Met het oog op de natuurlijke variaties, enige aanwezige 'overdekking' en de onnauwkeurigheid van de metingen, is het realistisch te veronderstellen dat op termijn van 5 – 10 jaar een meetbare afname van de dekking zal plaatsvinden (5 – 30 cm dekkingsafname).



### 3 Conclusies en aanbevelingen

#### Conclusies

1. Kwaliteit meetgegevens  
De beschikbare surveygegevens zijn voldoende, in termen van gebiedsgrootte, peiling interval en nauwkeurigheid, voor het doel van de studie;
2. Invloed van het windpark op grootschalige zeebodemveranderingen  
Er zijn geen aanwijzingen die er op duiden dat de grootschalige zeebodemveranderingen het gevolg zijn van de aanwezigheid van het Prinses Amaliawindpark; zoals verwacht is er wel lokale erosie en sedimentatie opgetreden rondom de windturbinepalen;
3. Waargenomen zeebodemveranderingen versus verwachte veranderingen  
De waargenomen veranderingen komen geheel overeen met de te verwachten zeebodemveranderingen in dit gebied, op basis van eerder waargenomen zeebodemveranderingen in vergelijkbare gebieden (in termen van waterdiepte, golf- en stroomomstandigheden en zeebodemgesteldheid);
4. Cumulatief effect van lokale morfologische effecten  
Zoals verwacht heeft het PAWP wel effect op de lokale morfologie rondom de windmolen-monopiles, maar het cumulatieve effect van deze lokale morfologische effecten heeft geen gevolgen voor de grootschalige morfologie;
5. Ongewenste morfologische effecten van het windpark  
Op basis van deze studie is vastgesteld dat er geen sprake is van mogelijke ongewenste morfologische effecten door het aanleggen en aanwezig zijn van het PAWP;
6. Termijn waarop autonome grootschalige zeebodemveranderingen effect kunnen hebben  
De waargenomen autonome zeebodemveranderingen, met name de voortplanting van zandgolven en de doorgaande verplaatsing van de zandbank, zal op termijn van mogelijk 5 – 10 jaar leiden tot verminderde dekking van de kabels binnen het PAWP.

#### Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen om met de beschikbare gegevens te onderzoeken waar een verminderde dekking van kabels kan ontstaan ten gevolge van de zeebodemveranderingen. Aan de hand hiervan kan dan een optimaal monitoringplan worden bepaald en kunnen eventueel mitigerende maatregelen worden genomen.



## Referenties

- /1/ DEEP, 2013, **Bathymetrical and geophysical survey for morphological studies, Survey report 2013**, Doc. Nr. P2568-SIS-01-R01, 15 oktober 2013; survey-datafile: P2568\_PAWP\_MB\_juni-juli 2013\_1x1.pts, 28 augustus 2013.
- /2/ Prinses Amaliawindpark, 2011, **Operationeel plan voor onderwateropnames ten behoeve van morfologie**, versie 2, 11 november 2011.
- /3/ Fugro, 2003, **Geophysical Site Survey, E-Connection – Q7 Windpark, Dutch Sector, North Sea**, report nr. N4338/02, September 2003; survey-datafile: Q7-WP DTM\_2003\_2x2\_MSL.xyz, 2 februari 2010.
- /4/ <http://www.q7wind.nl/nl/>
- /5/ Hydrografische dienst, 2010, **Bathymetry Nederlands deel continentaal plat**, datafile: RBB midden r0 7dec13.scene.
- /6/ QPS, 2012, **Fledermaus**, version 7.3.4. Built 3.



## **Bijlage 1 Peilingen en verschilkaarten**

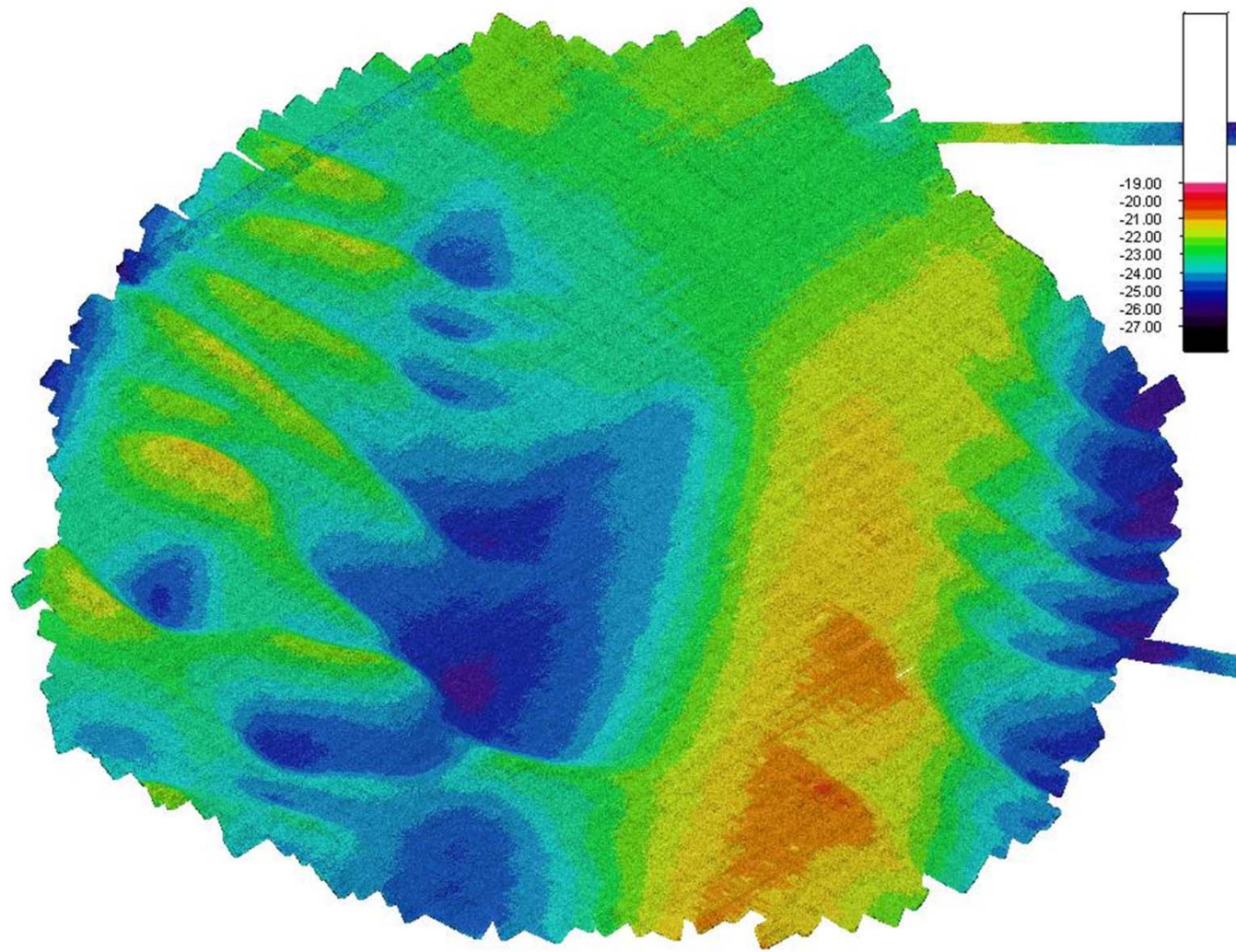
**Deze bijlage**

Deze bijlage bevat de A3 versie van een aantal figuren uit het rapport ten behoeve van de leesbaarheid.

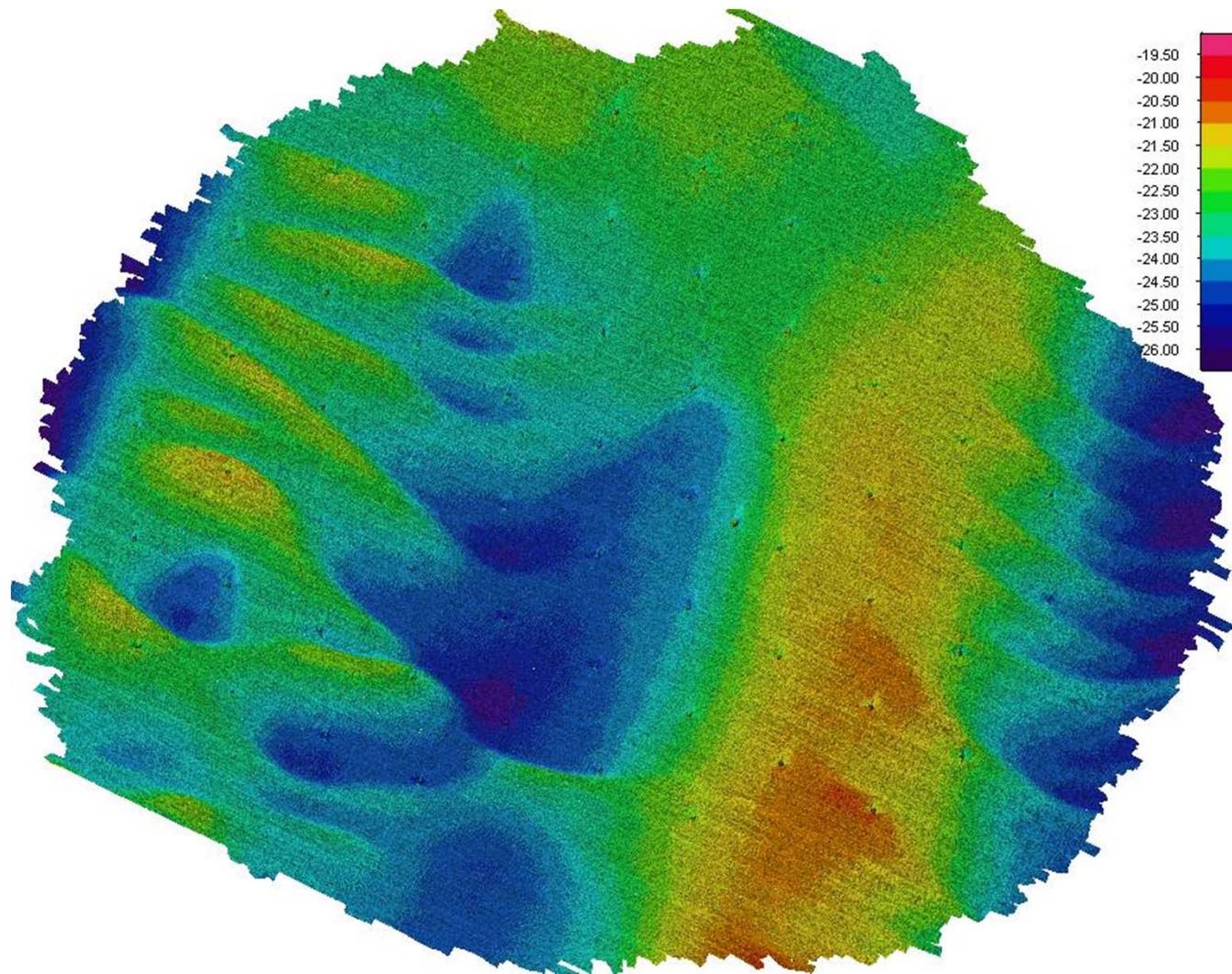




# Peiling 2003

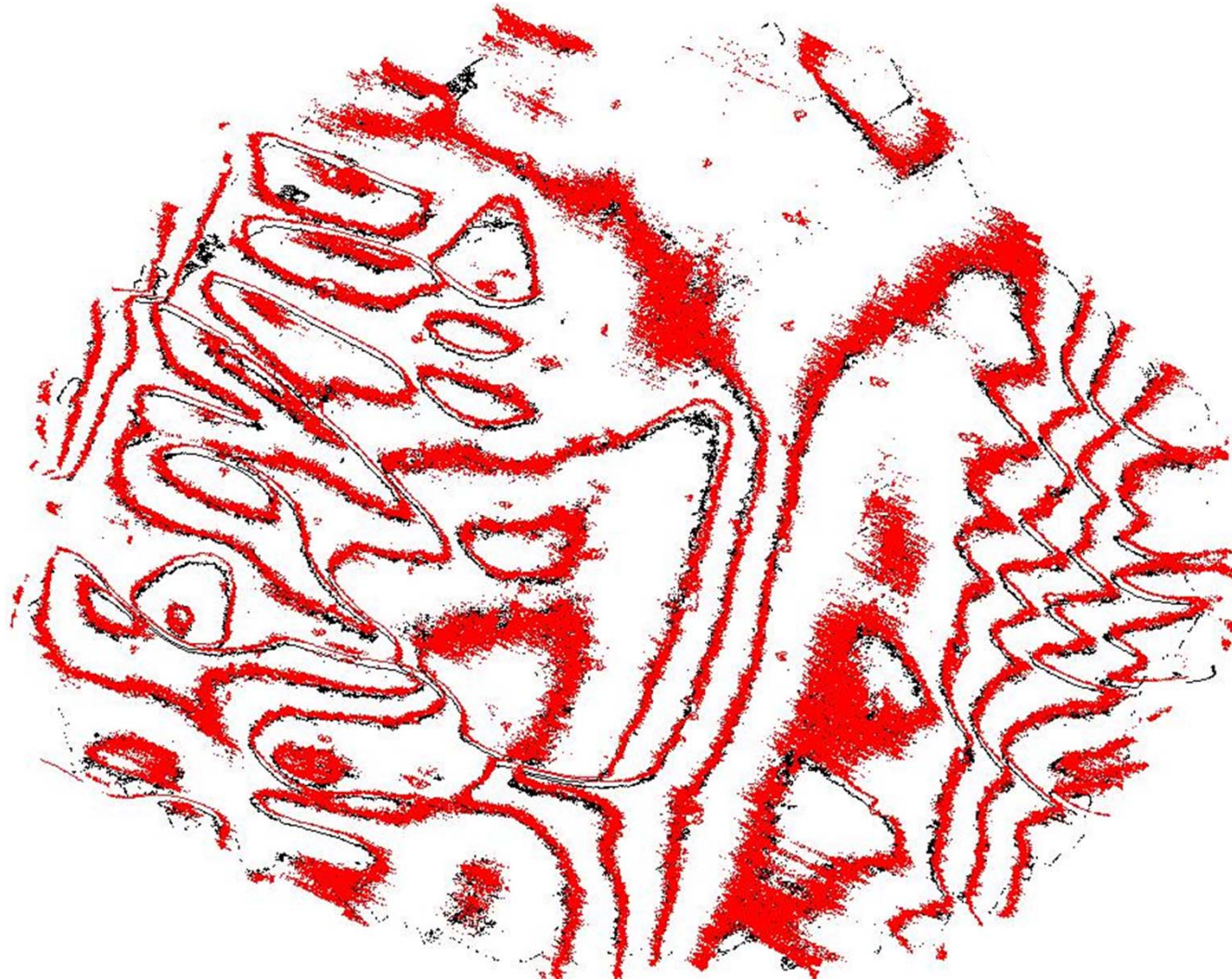


# Peiling 2013

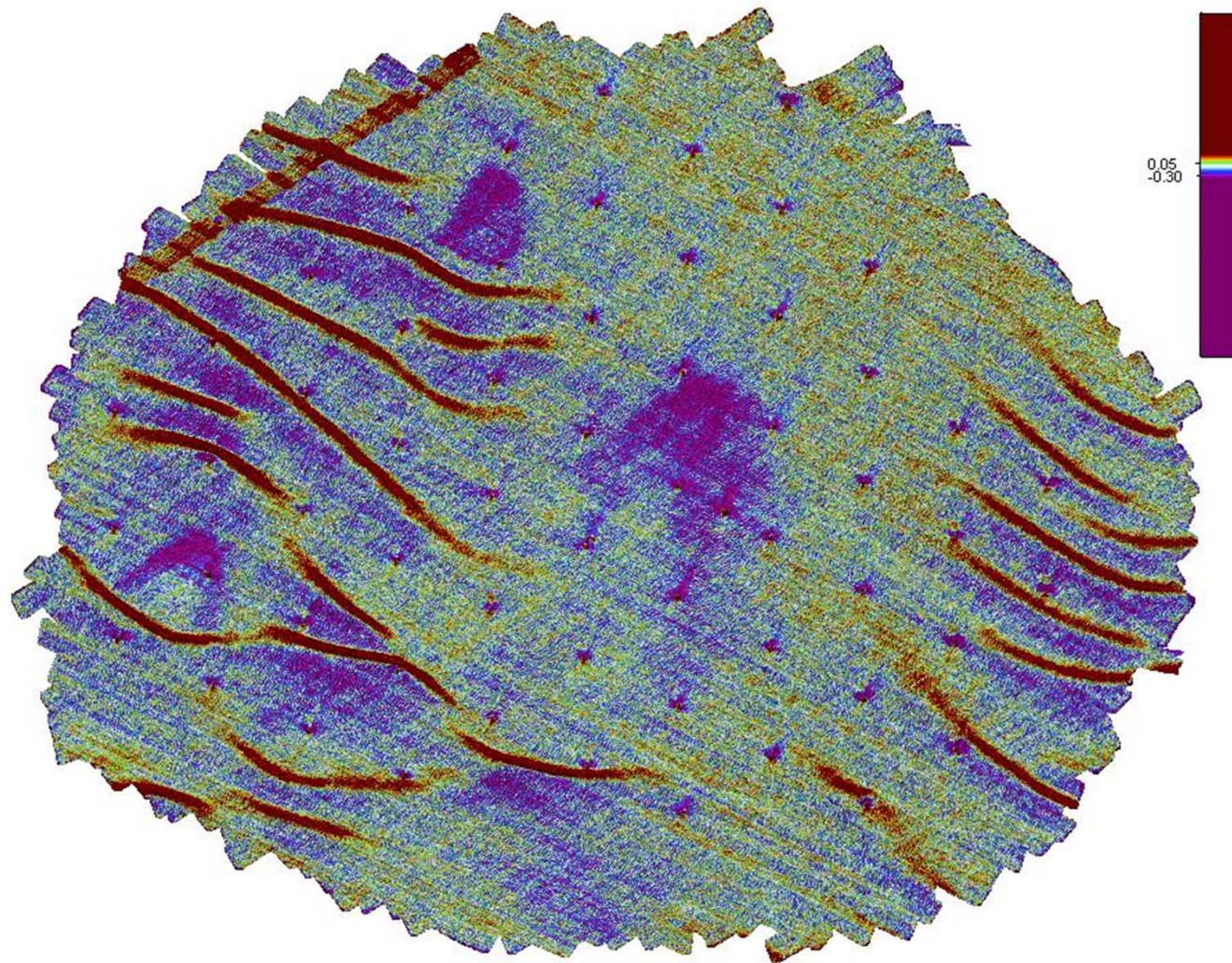


# 1 m dieptecontouren

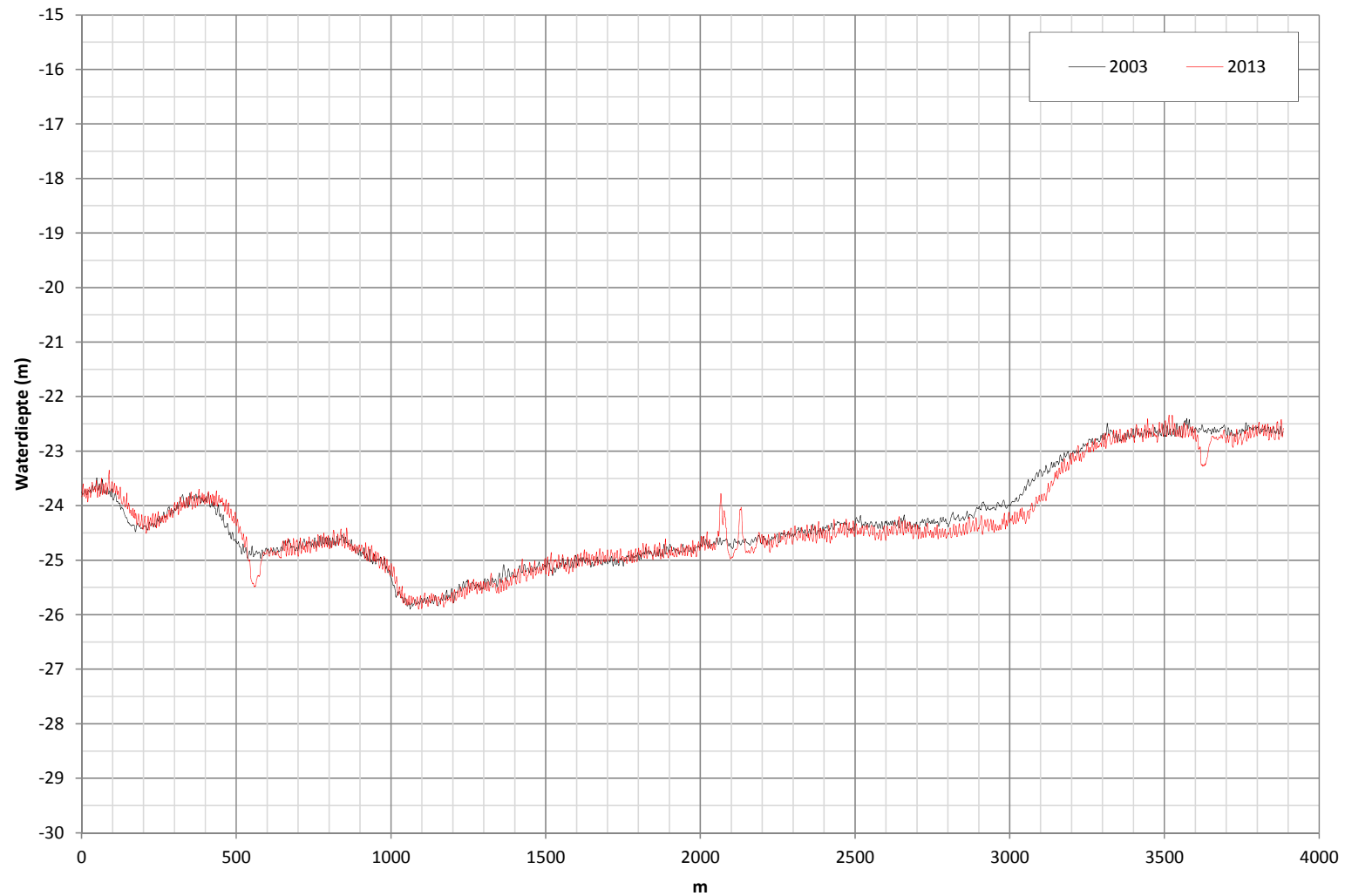
Zwart = 2003, Rood = 2013



# Verschilplot 2003 - 2013



# Langsprofiel 1 door het midden



## Langsprofiel 2 langs de west-rand

