

Morfologische Analyse Boschplaat (Terschelling)

Quickscan

Edwin Elias
Ankie Bruens

1206171-001

Titel

Morfologische Analyse Boschplaat (Terschelling)

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Project

1206171-001

Kenmerk

1206171-001-ZKS-0001

Pagina's

13

Trefwoorden



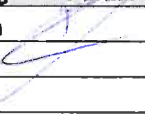
Waddenzee, Morfodynamiek, Ameland, Boschplaat

Samenvatting

De Boschplaat vormt de staart van Terschelling en is één van de aanliggende kusten van het Amelander Zeegat. De ontwikkelingen van de Boschplaat hangen sterk samen met de morfologische veranderingen van het Amelander Zeegat. Het zeegat vertoont een cyclisch gedrag waarin 1 en 2 geulen configuraties elkaar afwisselen [Israël en Dunsbergen, 1999]. Afhankelijk van de fase in de cyclus vertoont de Boschplaat een eroderend of sedimentierend karakter.

De huidige ontwikkelingen op de Boschplaat worden gekenmerkt door erosie. Gedurende de laatste decennia heeft de plaat zich sterk terug getrokken. Dit proces heeft zich versneld rond 1985 met de vorming van een kortsluitgeul tussen het Westgat en het Boschgat (ontwikkeling van een 2-geulen systeem). Anno 2010 lijkt zich op de buitendelta terug een 1-geul systeem te vormen; het Westgat maakt verbinding met het Akkepollegat. Dit heeft nog niet geresulteerd in een toename van de Boschplaat. Een belangrijke reden is de aanwezigheid van het Boschgat. Zolang deze geul zich nog tussen de Boschplaat en de Koffieboonplaat bevindt, zal aanlanden van de plaat niet plaatsvinden. Door de aanwezigheid van het Westgat aan de zeezijde en het Boschgat aan de bekkenzijde kunnen (kleine) kortsluitgeultjes ontstaan. Gedurende de periode 200-2010 zijn deze duidelijk te onderscheiden. Deze kortsluitgeultjes dragen zeker bij aan de erosie van de Boschplaat. Als we van een 50 tot 60 jarige cyclus uitgaan kan het eroderen van de Boschplaat nog een kleine 10 jaar voortgaan.

Referenties

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	jan. 2012	dr. ir. E. Elias		dr. ir. Z. B. Wang		ir. J.G. Boon	

Status

definitief

Inhoud

1	Introductie	1
1.1	Inleiding Boschplaat	1
1.2	Vraagstelling	1
1.3	Studiegebied	1
2	Bestaande Inzichten	3
2.1	Grootschalige ontwikkeling van de Buitendelta.	3
2.2	Cyclisch gedrag	4
3	Opgetreden veranderingen bij de Boschplaat	5
3.1	Kustprofielen	5
3.2	Kustlijnen	5
3.3	Vaklodingen en Jarkus	9
4	Conclusies en aanbevelingen	11
5	Referenties	13

1 Introductie

1.1 Inleiding Boschplaat

De volgende quote uit Het Tij Geleerd - Eilanden natuurlijk (Loffer et al. 2008) geeft een goede beschrijving van de Boschplaat:

“De eilandstaart beslaat bijna de hele Boschplaat, van strandpaal 21 tot het zeegat. Na de aanleg van de stuifdijk (tussen 1932 en 1936) ontstond hier een waardevol natuurgebied met bijzondere pioniervegetaties, dat uitgroeide tot een grote kwelder. Maar de stuifdijk zorgde ook voor verstarring. Het transport van zand en water van de Noordzee naar de Waddenzee was niet langer mogelijk. Daardoor is de kwelder nu, 75 jaar na aanleg van de stuifdijk, sterk verruigd. Ten noorden van de stuifdijk, tussen paal 25 tot 28, ontstonden vanaf de 60-er jaren van de vorige eeuw nieuwe duintjes. Langzaam maar zeker werden deze zo hoog en breed dat ze elkaar raakten en een gekerfde zeereep ontstond. In de jaren '90 van de vorige eeuw zijn er stuifdijkjes aangelegd om verdere landaanwas te bevorderen. Dit gebied ging Cupido's Polder heten en is nu begroeid met een kwelderachtige vegetatie met soorten als Zeekraal, Kweldergras, Lamsoor en Engels gras. Pas de laatste jaren hebben zich ook zoete pioniervegetaties met Knopbies ontwikkeld. De oostpunt van de Boschplaat heeft een 'kwispelende' staart, waarbij aangroei en afslag elkaar afwisselen. Vanaf 1974 heeft de oostpunt, inclusief Cupido's Polder, sterk te lijden onder afslag, door verplaatsing van de geul 'Boschgat'. Sinds die tijd verdween ongeveer twee kilometer van de eilandpunt in de golven. Het is duidelijk dat dit proces zich zal doorzetten, totdat de cyclische ontwikkeling van de geul weer aangroei mogelijk maakt.”

1.2 Vraagstelling

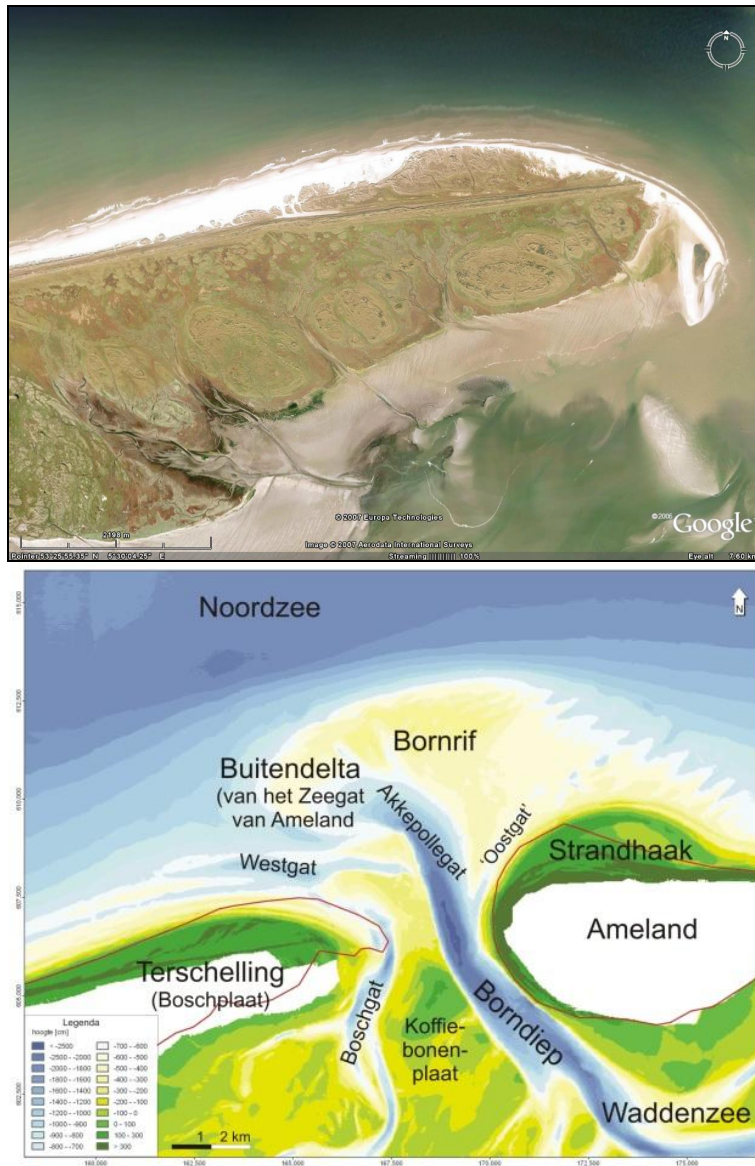
Is de laatste opmerking uit bovenstaande quote wel terecht? De laatste jaren is er een structurele achteruitgang van de kust geobserveerd. Is deze achteruitgang structureel of is er inderdaad sprake van een cyclische ontwikkeling. Rijkswaterstaat Waterdienst heeft Deltares gevraagd een (beknopt) overzicht te maken van de feiten over de morfologische ontwikkeling en een prognose voor de toekomst te geven. De resultaten van deze quickscan worden beschreven in dit document, de quickscan is uitgevoerd in het kader van het project KPP-B&O Kust.

1.3 Studiegebied

De Boschplaat is een van de aanliggende kusten van het Amelanders Zeegat (Figuur 1.1) en de ontwikkelingen van de Boschplaat worden sterk gestuurd door de ontwikkelingen in dit zeegat. Het zeegat bestaat uit de hoofdgeul Borndiep-Akkepollegat en de nevengeulen Westgat en Boschgat. De grootte en invloed van de nevengeulen varieert door de tijd. Het zeegat vertoont een cyclisch gedrag waarin 1 en 2 geulen configuraties elkaar afwisselen [Israël and Dunsbergen, 1999].

De platen op de buitendelta hebben een dominante noordelijke (downdrift) ligging ten opzichte van de hoofdgeul. Periodiek is er sprake van (veel) zanduitwisseling met de kust van Ameland zoals de vorming en aanlanding van de strandhaak (Bornrif). In de keel van het zeegat ligt de koffieboonplaat die een scheiding vormt tussen de geulen Boschgat en

Borndiep. De interactie tussen buitendelta (met name de geulen) en eilandstaart van Terschelling bepaalt in grote mate de opgetreden morfologische ontwikkelingen.

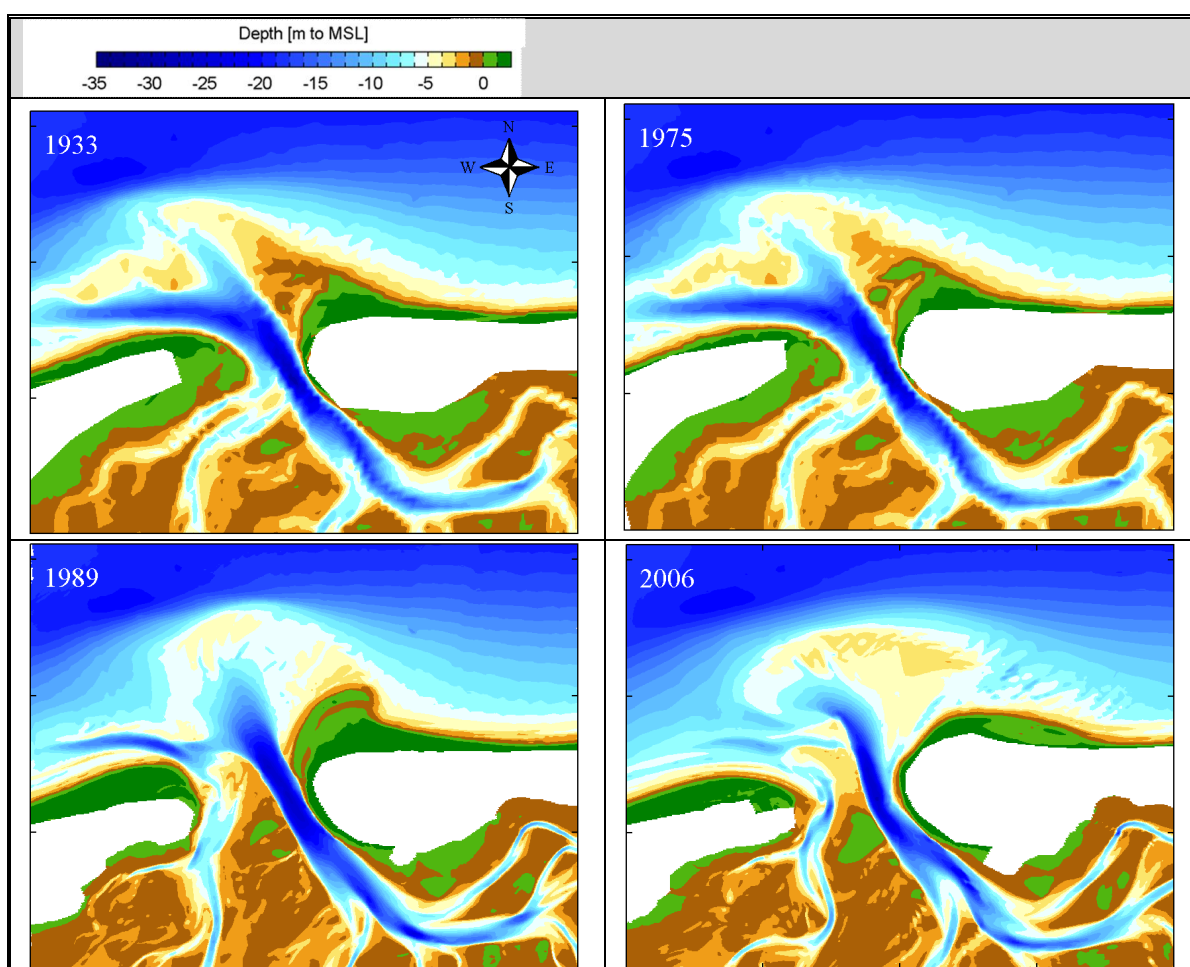


Figuur 1.1 (boven) : Detailopname Boschplaat (www.maps.google.com) en (onder) morfologische eenheden van het Amelandse zeegat (bron: J.Cleveringa).

2 Bestaande Inzichten

2.1 Grootschalige ontwikkeling van de Buitendelta.

De grootschalige ontwikkeling van de buitendelta staat weergegeven in Figuur 2.1 en is beschreven in Elias et al. [2012]; zie onder.

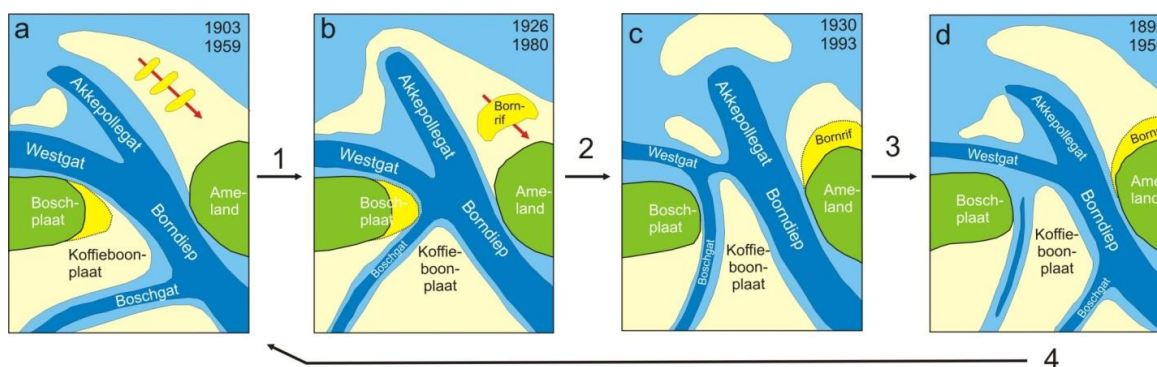


Figuur 2.1 : Grootschalige morfologische ontwikkeling van het Ameland zeegeat.

Elias et al (2012): "Morphological developments on dissimilar time and space scales governed the bathymetric changes of Ameland Inlet [Cleveringa, 2002]. The main changes included an increase in sediment volume and sediment redistribution from the updrift to the downdrift part. The main inlet channel developed in an updrift direction and migrated eastward (see Figuur 2.1). By 1989 the channel had split into a two-channel system with the main channel hugging the western tip of Ameland, inducing severe local erosion and the necessity of hard and soft maintenance efforts that have been frequently applied since the 1940's. First stone revetments were placed in 1947, followed in 1979 by an alongshore stone dam and groin system, and periodic sand nourishments till present. Based on the analysis of historic datasets (1798 – present), Israël and Dunsbergen [1999] and Cheung et al. [2007] point to a cyclic evolution of the channels and shoals on the ebb-tidal delta with a period of 50 to 60 year. The stage within this channel-shoal development cycle determines whether

erosion or sedimentation occurs along the island tips at the two sides of the inlet. At the Ameland coastline, as part of this morphological cycle, a spit system (called Bornrif) formed and attached to the coast between 1968 and 1998, temporarily inducing substantial local erosion and accretion. Presently, a marginal channel appears to have developed again at the former location of Bornrif, while the Bornrif sediment are redistributed eastward by littoral drift (Figuur 2). The basin is governed by sediment deposition (55 million m³ between 1935 and 2005) and channel-shoal migration (1927 and 1975). Sediments are likely supplied by Vlie Inlet as deposition concentrates near the Vlie-Ameland tidal divide. The changed hydrodynamics in the Western Wadden Sea after the closure of the Zuiderzee might have contributed to the eastward displacement of the tidal divides, but this migration has been an ongoing long-term trend related to the earlier siltation of the Middelzee estuary around 1300 [Van der Spek, 1995]. “

2.2 Cyclisch gedrag



Figuur 2.2 : Cyclische ontwikkeling in het Amelanders zeegegat (Israël en Dunsbergen, 1999).

In bovenstaande paragraaf wordt gerefereerd naar het model van cyclische ontwikkeling zoals weergegeven in Figuur 2.2. De cyclus, waarin platen en geulen zich ontwikkelen, heeft een lengte van 50 tot 60 jaar [Israël and Dunsbergen, 1999; van der Spek and Noorbergen, 1992]. In de cyclus zijn 4 karakteristieke stadia te onderscheiden.

In fase 1 (Figuur 2.2a) van de cyclus is er sprake van een 1 geul systeem. Er ligt 1 hoofdgeul tussen de eilandkoppen die verbonden is met een grote westelijke geul (Westgat) en een iets kleinere zeewaartse geul (Akkepollegat). Boschplaat zit hier ruim in het zand en steekt relatief diep in het zeegegat met een west-oost oriëntatie. Dit systeem gaat geleidelijk over in een 2 geulen systeem (fase 2, Figuur 2.2b). Het Boschgat migreert dichterbij de Boschplaat toe. Hierbij bouwt de Boschplaat oostwaarts uit in een lange spitvorm. De spit wordt doorsneden (Figuur 2.2c) door een kortsluitgeul die het Westgat en het Boschgat met elkaar verbindt. Er is nu sprake van een 2-geulen systeem in het zeegegat (fase 3 en 4, Figuur 2.2c en Figuur 2.2d). Het Boschgat is in het 2 geulen systeem relatief klein ten opzichte van het Borndiep. Op de buitendelta heeft de hoofdgeul (Akkepollegat) een zeewaartse richting terwijl het Westgat kleiner is. Vergelijken we dit cyclische model met de opgetreden ontwikkelingen (Figuur 2.1 en Figuur 2.2) dan zien dit gedrag duidelijk terug in de metingen. Op zich logisch want Israël and Dunsbergen gebruiken (tot 1999) dezelfde data. Gebaseerd op de cyclus geven Israël en Dunsbergen als prognose voor 2010:

‘Op basis van de 50-60 jarige cyclus ontwikkelt het zeegegat van een 2 naar 1 geul systeem. Hierdoor neemt de erosiedruk af. Tijdens de overgangsfase roteert het Borndiep ter plaatse van de keel tegen de klok in.’

3 Opgetreden veranderingen bij de Boschplaat

3.1 Kustprofielen

De ontwikkeling van de Boschplaat kan in detail worden gevolgd door analyse van de JARKUS metingen (Figuur 3.1). Hieruit volgt duidelijk de sterke erosie van de eilandstaart. In de profielen is te zien dat het droge en ondiepe eilandgedeelte erodeert. Eerder gevormde jonge (stuif)duinen verdwijnen. Het zand lijkt zich zeewaarts te herverdelen. De voorliggende ondiepe kustzone vertoont wel variabiliteit maar de iets diepere vooroever (-3 tot -8 m) lijkt zich te handhaven.

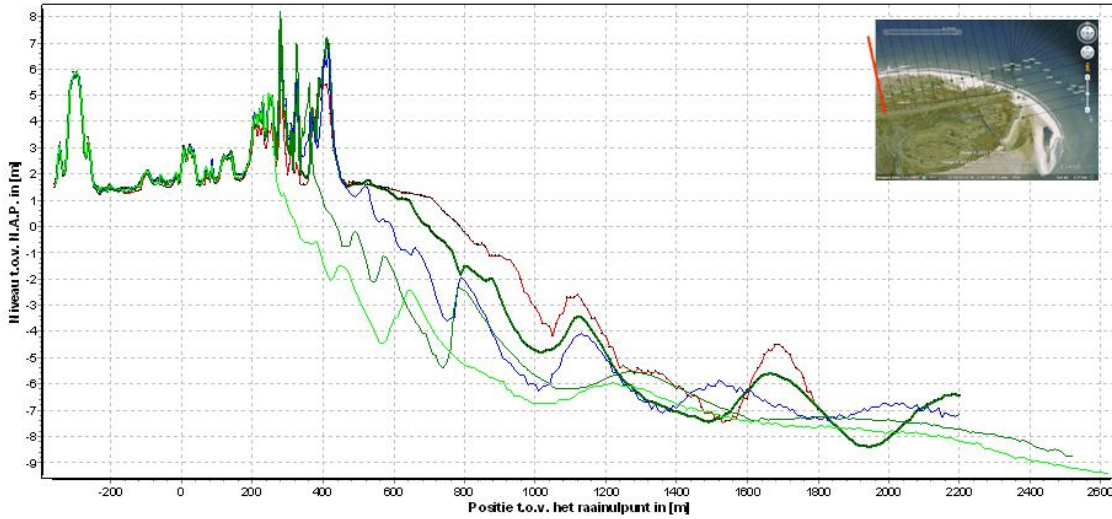
3.2 Kustlijnen

Uit de JarKus profielen wordt door Rijkswaterstaat jaarlijks de positie van de Momentane KustLijn (MKL) afgeleid. Dit gebeurt enkel voor de JarKus profielen waarvoor een BasisKustLijn (BKL) gedefinieerd is (dit is de kustlijnpositie die in principe gehandhaafd wordt). Voor de koppen en staarten van de eilanden is geen BasisKustlijn gedefinieerd, aangezien de kustlijn in deze gebieden niet wordt gehandhaafd. Voor de Boschplaat is tot JarKus raai 2600 een BasisKustLijn vastgesteld. Ontwikkelingen van de MKL vatten dus niet het gedrag van de gehele eilandkop weer, maar laten wel het kustgedrag tussen profielen tot raai 2600 zien. De ontwikkeling van de MKL voor de raaien 2200 – 2600 is weergegeven in Figuur 3.2. De profielen vertonen de laatste decennia een zeewaartse verplaatsing van de Momentane KustLijn (MKL). Hierdoor keert de MKL ligging terug naar een niveau zoals gemeten rond 1960. Voor de oostelijke raaien ligt de MKL binnen eerder geobserveerde waarden, richting eilandstaart (profiel 2600) ligt de positie wel landwaarts van eerder gemeten waarden. Gebaseerd op de bijna lineaire erosie trems is de verwachting dat de terugtrekking van de MKL nog wel enige tijd zal aanhouden.

De sterk terugtrekkende eilandstaart wordt duidelijk weergegeven in de positie van de hoogwaterlijn (Figuur 3.3). Sinds de eerste metingen (1834) heeft de Boschplaat zich eerst sterk uitgebreid tot een maximale noordelijke ligging rond 1970. Sinds 1970 heeft de Boschplaat zich sterk teruggetrokken. De oostelijke punt ligt nu (2010) ten zuiden van de positie in 1834. Een opmerkelijk verschil tussen de metingen in de periode 1834-1893 en de latere metingen is de zeewaartse positie van de hoogwaterlijn ten opzichte van de latere metingen.

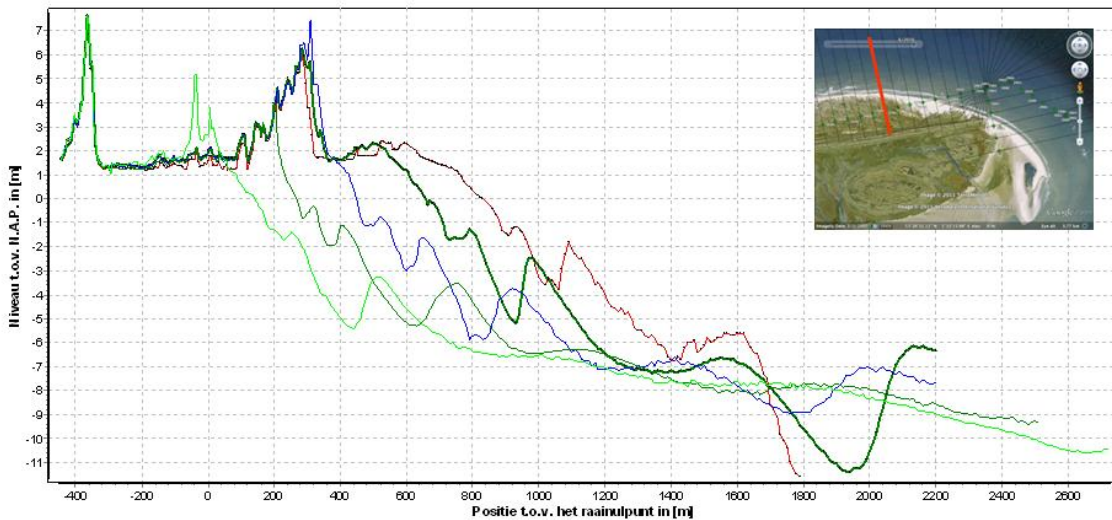
PROFIEL OPNAMEN
Kustvak: Terschelling

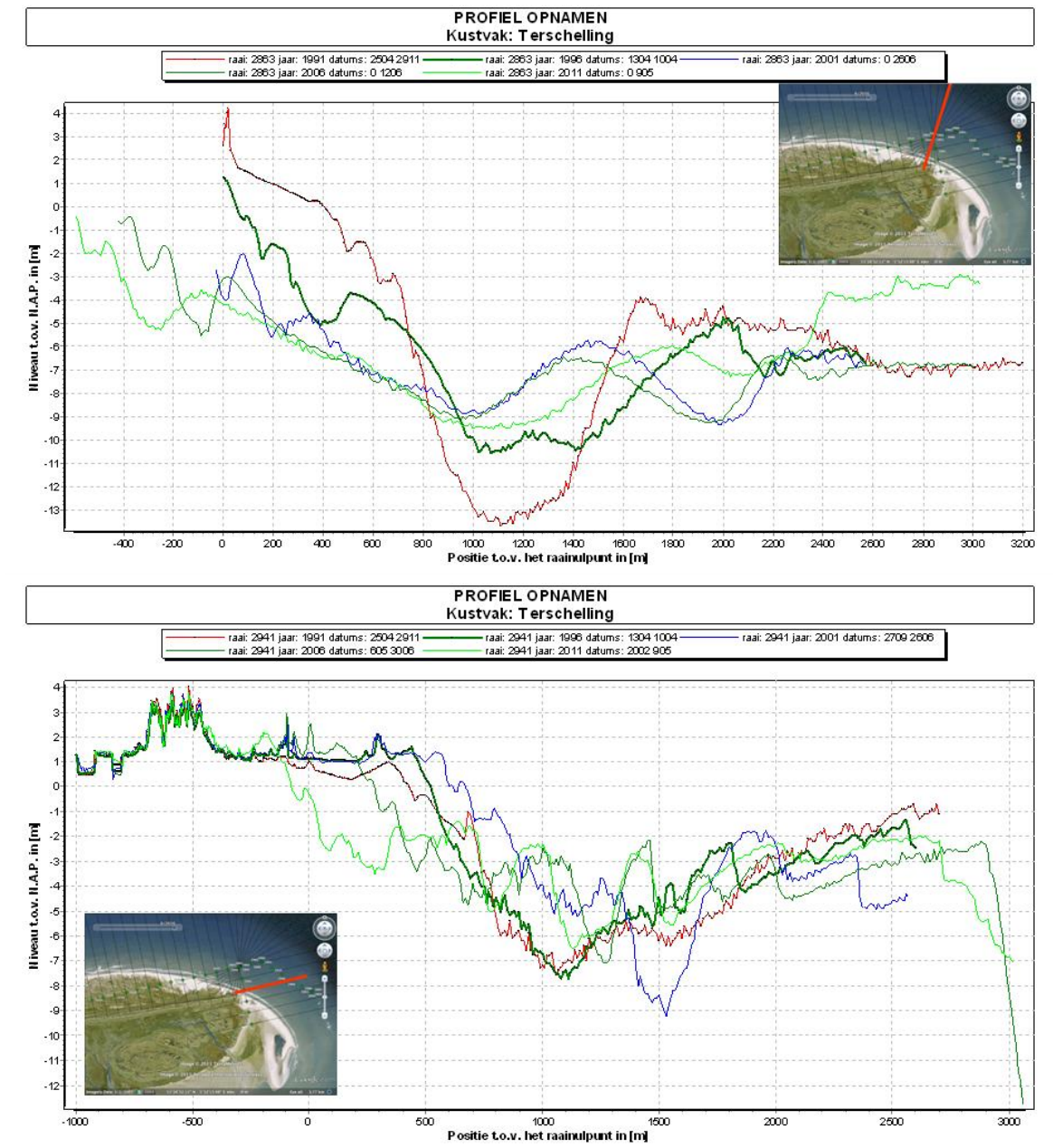
— raai: 2600 jaar: 1991 datums: 2504 2911 — raai: 2600 jaar: 1996 datums: 1304 1004 — raai: 2600 jaar: 2001 datums: 2709 2506
— raai: 2600 jaar: 2006 datums: 605 1306 — raai: 2600 jaar: 2011 datums: 2002 905



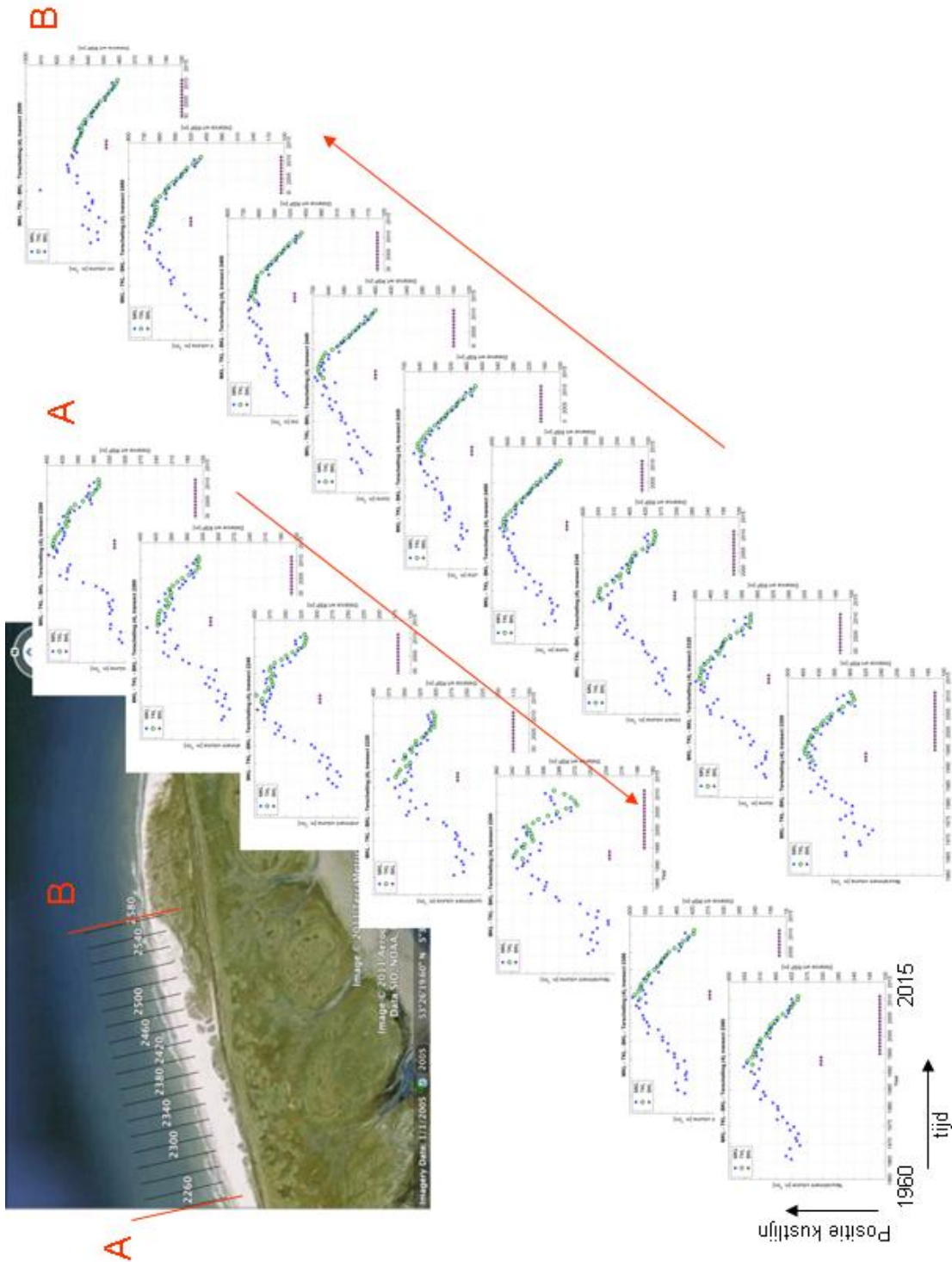
PROFIEL OPNAMEN
Kustvak: Terschelling

— raai: 2700 jaar: 1991 datums: 2504 2911 — raai: 2700 jaar: 1996 datums: 1304 1004 — raai: 2700 jaar: 2001 datums: 2709 2506
— raai: 2700 jaar: 2006 datums: 605 1306 — raai: 2700 jaar: 2011 datums: 2002 905

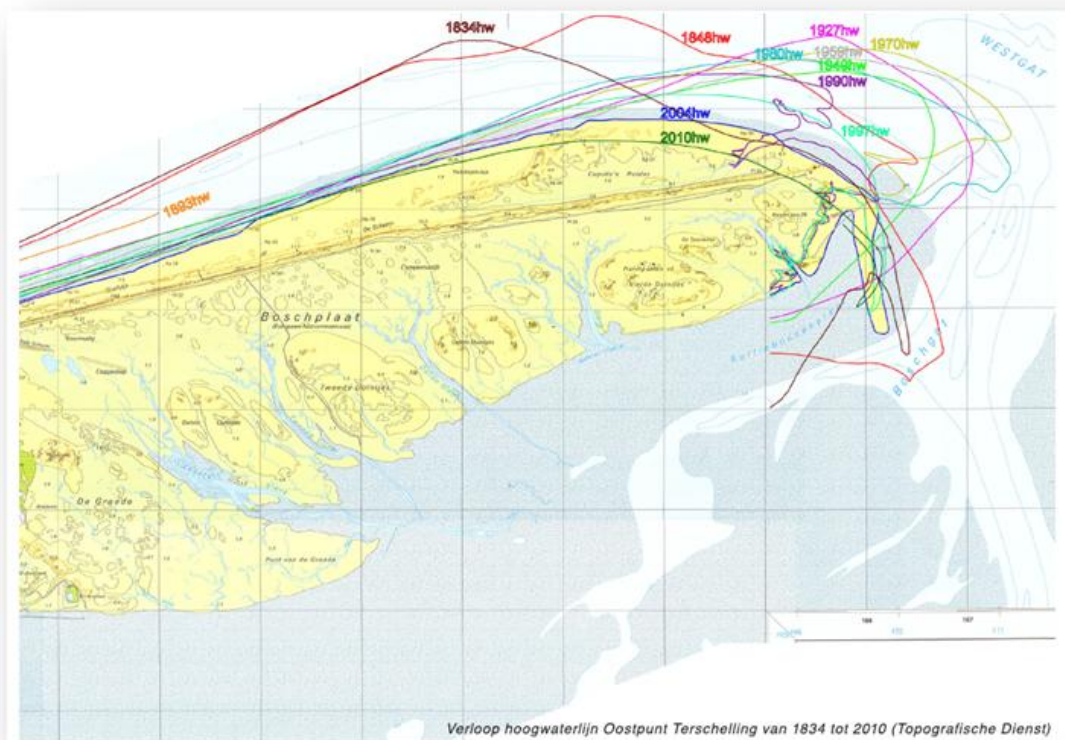




Figuur 3.1 Overzicht van de ontwikkeling van geselecteerde JarKus profielen (2600, 2700, 2863 en 2941) over de periode 1991 (rode lijn) – 2011 (groene lijn). Voor meer details zie de bijbehorende animatie.



Figuur 3.2 Ontwikkeling van de Momentane KustLijn (MKL), de BasisKustLijn (BKL) en de Tetoetsen KustLijn (TKL) over de periode 1965-2011 voor de raai 2200-2600. Dit figuur probeert niet de afzonderlijke waarden weer te geven, maar het grootschalige patroon van de MKL ontwikkeling tussen de locaties A (2200) en B (2600).



Figuur 3.3 Overzicht van het verloop van de Hoogwaterlijn (Hw). Bron: Topografische Dienst.

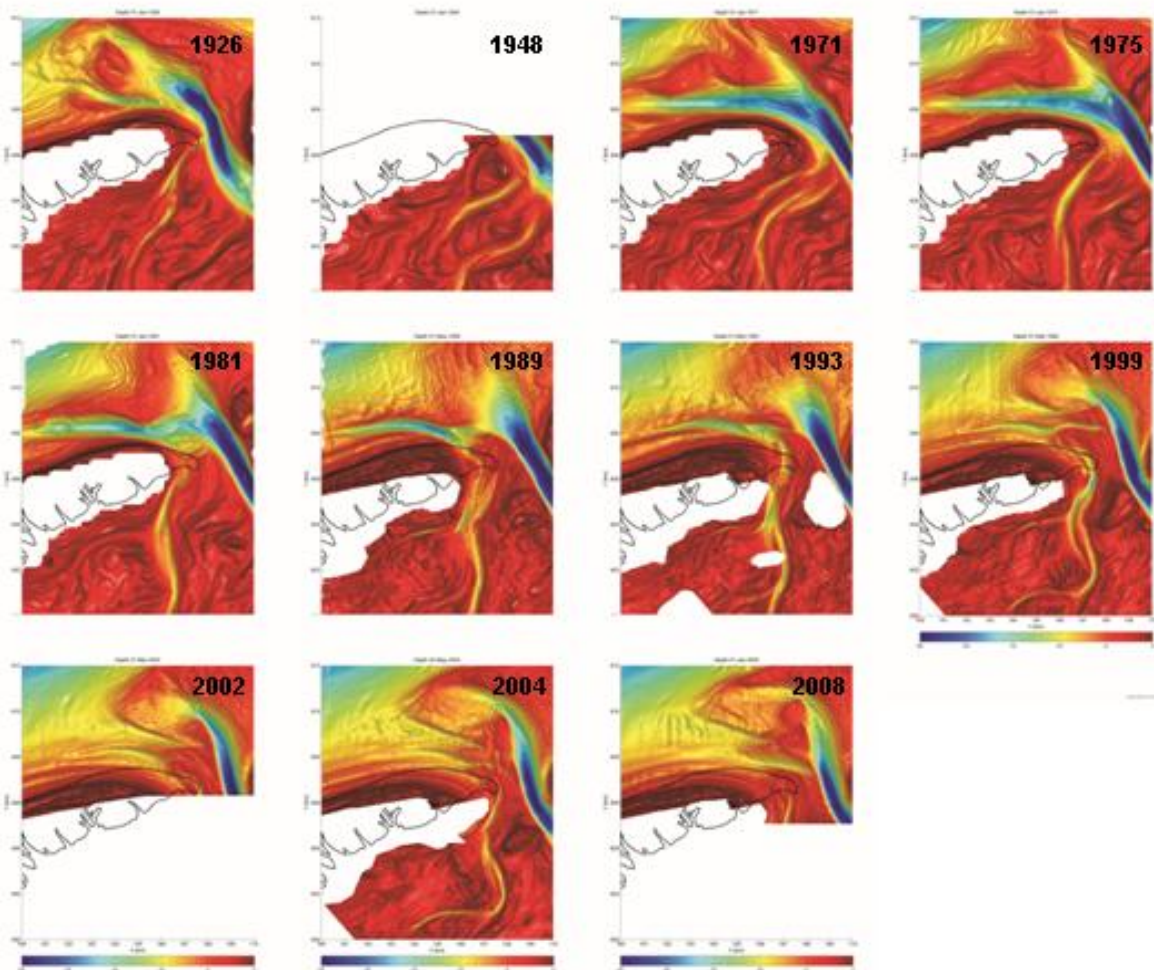
3.3 Vaklodgingen en Jarkus

Visualisatie van de vaklodgingen rond de Boschplaat geeft de bovengenoemde ontwikkelingen in meer detail weer (zie Figuur 3.4 en animaties van Jarkus en de Vaklodgingen). In de figuren komt het volgende duidelijk naar voren:

- 1 De verandering in de oriëntatie van de hoofdgeul van zuidelijk (updrift) naar zeewaarts gericht.
- 2 Het verkleinen van het Westgat en het verlengen van het Akkepollegat.
- 3 Het doorsnijden van de eilandkop door een secundaire geul en het invullen van deze geul met sediment.
- 4 De vorming, groei, migratie (1975-1983) en het dichtknijpen (1999-2004) van het Boschgat.

Animatie van de Jarkus metingen geeft in detail de dynamiek van de Boschplaat goed weer. In 1965 beginnen we met een situatie waarin het Westgat zich langs de Boschplaat uitstrekt. De plaat strekt zich maximaal oostwaarts uit. De ligging van het Westgat en de Boschplaat is redelijk stabiel tot 1978. Daarna begint de geul zichtbaar landwaarts te bewegen (het verkorten van de Boschplaat). De dominante verandering vindt plaats tussen 1980 en 1985. De spit wordt dan doorsneden door het Westgat. Het Westgat verliest de verbinding met het Akkepollegat en vormt samen met het Boschgat een 2e hoofdgeul in het zeegegat. De verbinding Westgat – Boschgat ter plaatse van de Boschplaat is ondiep en onstabiel. In eerste instantie verdiepen de geulen zich tot in 1993 een maximale diepte van ongeveer 10m

wordt bereikt. De Boschplaat was tot op dit punt stabiel met een stompe en brede eilandkop. Vanaf 1993 wordt het beeld echter gedomineerd door zich snel vormende, westwaarts migrerende en daarna uitdempende geulsystemen op de kop van de Boschplaat. Binnen de grootschalige geul cyclus is er ook een korte termijn dynamiek zichtbaar. Het is mogelijk dat deze korte termijn, kleine schaal dynamiek ook al voor 1965 aanwezig was, maar door het grotere interval tussen de metingen kan dit niet worden vastgesteld. Voorbeelden van de korte termijn geuldynamiek zijn te zien in de periode 1996-2001 en 2001-2003. Sinds 2004 zijn er geen diepe geulen gevormd. Het gebied lijkt zich te stabiliseren op een diepte tussen de -3 en -8m. Ondanks deze stabilisatie blijft de Boschplaat significante erosie vertonen. Een belangrijke recente ontwikkeling (te zien in 2011) is dat het Westgat opnieuw verbinding maakt met het Akkepollegat, waardoor er weer een 1-geul systeem op de buitendelta ontstaat. Opvallend is dat in het bekken weinig verandering optreedt. Het Boschgat blijft in een permanente noord-zuid ligging aanwezig.



Figuur 3.4 Weergave bodem Boschplaat door middel van Vakloeding kaartblad 127_1312 voor de periode 1926-2008. Meer details van de ontwikkeling zijn te zien in de bijbehorende animatie.

4 Conclusies en aanbevelingen

Gebaseerd op het cyclische model geeft Israël [1998] een prognose voor de '2010' ontwikkeling. Het zeegat zou zich volgens dit model in de overgangsfase 4 bevinden. Deze overgangsfase wordt als volgt beschreven:

Geuldynamiek: Het 'oude' Boschgat tussen Terschelling en de Koffieboonplaat verzandt geheel en het 'nieuwe' Boschgat ontwikkeld zicht ten zuiden van de Koffieboonplaat. Doordat deze geul weer uitmondt in het Borndiep ontstaat er een 1-geulsysteem in de keel van het zeegat.

Plaatdynamiek: Kenmerkend is de verheling van de Koffieboonplaat met de Boschplaat als gevolg van verzanding van het 'oude' Boschgat. Door het draaien van het Akkepollegat tegen de klok in, krijgt de ebdelta weer een WNW oriëntatie. Door het ontstaan van een 1-geulsysteem ontstaat er een kleinere totale geulbreedte in het zeegat. Door het verzanden van Boschgat verheelt het noordelijke gedeelte van de Koffieboonplaat met de Boschplaat. Dit zorgt voor een grote vooruitgang van Terschelling.

Deze geschetste ontwikkeling komt (gedeeltelijk) overeen met de observaties. Het ontstaan van een 1-geul systeem lijkt juist te zijn. In het conceptuele model geeft het verzanden van het 2 geulen systeem een sediment impuls naar de Boschplaat. In de recente ontwikkeling is dit verzanden nog niet te zien of nog niet opgetreden. Een belangrijke reden is de aanwezigheid van het Boschgat. Zolang deze geul zich nog tussen de Boschplaat en de Koffieboonplaat bevindt zal aanlanden niet plaatsvinden. Door de aanwezigheid van het Westgat aan de zeezijde en het Boschgat aan de bekkenzijde kunnen (kleine) kortsluitgeultjes ontstaan. Gedurende de periode 200-2010 zijn deze duidelijk te onderscheiden. Deze kortsluitgeultjes dragen zeker bij aan de erosie van de Boschplaat. Als we van de 50-60 jarige cyclus uitgaan, kan het eroderen nog een kleine 10 jaar voortgaan.

De aanwezigheid van het Boschgat en de interactie tussen het Boschgat en de Koffieboonplaat is essentieel voor de toekomstige ontwikkeling van de Boschplaat. Indien het Boschgat zijn functie verliest kan de Koffieboonplaat verhelen met de Boschplaat en kan een 'goed in het zand zittende' Boschplaat gevormd worden. Het is echter ook mogelijk dat, in tegenstelling tot de eerdere cyclus, het Boschgat op de huidige positie blijft liggen. Mogelijke oorzaken hiervan zijn de veranderingen in het kombergingsgebied. Vooral op en rond het wantij achter Terschelling is er significante aanzanding opgetreden [Elias et al., 2012]. Hierdoor kan het kombergingsvolume en de aansturing van de stroming naar het zeegat gewijzigd kan zijn. Om meer inzicht te krijgen in de te verwachten ontwikkeling van het Boschgat (en daarmee de Boschplaat) is het noodzakelijk nader onderzoek te doen naar de ontwikkelingen in het bekken.

5 Referenties

Cheung, K. F., F. Gerritsen, et al. (2007). "Morphodynamics and sand bypassing at Ameland Inlet, The Netherlands." *Journal of Coastal Research* 23(1): 106-118.

Cleveringa, J. (2002). Projectplan K2005*Waddendeltas. Onderdeel van programma KUST2005 EINDDOEL 2: Morfologische kennisontwikkeling op regionale schaal rond eilandkoppen: 1-25 jaar, 1-50 km. KUST2005. M. v. V. e. W. D.-G. Rijkswaterstaat. Den Hague, National Institute for Coastal and Marine Management / RIKZ: 66.

Loffer, M.A.M., de Leeuw, C.C., ten Haaf, M.E., Verbeek, S.K., Oost, A.P., Grootjans, A.P., Lammerts, E.J., Haring, R.M.K. (2008). *Het Tij Geleerd*. Waddenvereniging, Harlingen. ISBN/EAN 978-90-70322-304.

Elias, E. P. L., A. J. F. van der Spek, Z. B. Wang, and J. De Ronde (2012), Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century, *Netherlands Journal of Geology*, In review.

Israel, C. G. (1998), *Morfologische ontwikkeling Amelander ZeegatRep.*, RIKZ, Den Haag.

Israel, C. G., and D. W. Dunsbergen (1999), Cyclic morphological development of the Ameland Inlet, The Netherlands., paper presented at Proceedings IAHR Symposium on river, coastal and estuarine morphodynamics, Genova, Italy.

van der Spek, A. J. F. (1995). "Reconstruction of tidal inlet and channel dimensions in the Frisian Middelzee, a former tidal basin in the Dutch Wadden Sea" *Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments*. Special Publications International Association of Sedimentologists, 24, B. W. FLEMMING and A. BARTHOLOMÄ, eds., 239-258.

van der Spek, A. J. F., and H. H. S. Noorbergen (1992), *Morphodynamica van intergetijdegebieden*.Rep., Delft.