



**NATUUR
CENTRUM
AMELAND**

Effecten van sedimentatie en erosie op de hoogteligging van het wad onder Ameland-Oost

Marcel Kersten



Tussentijdse rapportage tot en met maart 2003



Inhoudsopgave

Conclusies	3
Aanbevelingen	4
1. Inleiding	5
2. Methode	6
3. Resultaten	7
4. Bespreking	14
Referenties	16



Conclusies

De volatiliteit van de wadbodem was in het seizoen 2002-2003 beduidend groter dan in de daaraan voorafgaande periode.

Op 2 meetlocaties vlakbij de eerste geul was tijdens de onderzoeksperiode sprake van relatief snelle erosie (>4 cm/jaar). Deze snelle erosie vond plaats zowel binnen als buiten de bodemdalingschotel en zowel ten oosten als ten westen van het wantij.

Op de 10 overige meetlocaties overheerst de sedimentatie. De netto sedimentatiesnelheid is over het algemeen ruimschoots voldoende om de gemiddelde bodemdalingsnelheid te compenseren.

Ondanks de bodemdaling in de ondergrond neemt de hoogte van het maaiveld op de wadplaat niet af ten opzichte van de zeespiegel. De voor foeragerende wadvogels belangrijke droogligtijd van het wadoppervlak neemt dus niet af.

De meetresultaten zijn consistent met eerdere aanwijzingen (Kersten 2002) dat bodemdaling en netto sedimentatie positief gecorreleerd zijn; hoe sneller de bodemdaling hoe sneller de sedimentatie (figuur 15).

Vooralsnog lijkt de compenserende sedimentatie onder Ameland-Oost samen te gaan met een verhoogde zandaanvoer van buiten het gebied. Het is niet duidelijk of bodemdaling zelf de aanvoer van extern zand aantrekt.



Aanbevelingen

Voorgesteld wordt om de in 2000 begonnen sedimentatiemetingen te continueren.

Uitbreiding van het aantal meetpunten van 12 naar 14 (Dit is in het voorjaar van 2003 gerealiseerd.).

Bepaling van sedimentsamenstelling op de meetlocaties; eenmaal per jaar of eens per 2 jaar (hetzij in maart of in oktober).

Aanleg van een foto archief met overzicht van meetpunten (vastleggen geultjes en microreliëf).



1. Inleiding

De winning van aardgas op Ameland-Oost heeft geleid tot bodemdaling in het omliggende gebied. Deze daling is het sterkst vlak ten noorden van de landlocatie AME/1 waar het gas wordt aangeboord en neemt geleidelijk af met de afstand tot dit aanboorpunt. Hierdoor ontstaat een zogenaemde bodemdaling schotel. In 1999 bedroeg de daling in het centrum van de schotel 22 cm; op 6 km van het centrum bedroeg de daling nog 2 cm (Eysink et al. 2000). In het voorjaar van 2003 bedroeg de daling in het centrum 27 cm (mondelinge mededeling NAM).

Een deel van het gebied dat onderhevig is aan bodemdaling bevindt zich op het wad onder Ameland-Oost (2200 ha). Dit is een belangrijk voedselgebied voor de wadvogels op Ameland-Oost (Kersten 2000). Wadvogels kunnen het voedselgebied alleen benutten wanneer het wad droog ligt tijdens laagwater. Bodemdaling verkort de droogligtijd van het wad en zou daardoor de voedselvoorziening van de wadvogels kunnen beperken.

De vastgestelde bodemdaling is die van de ondergrond, terwijl de voor wadvogels belangrijke droogligtijd uitsluitend bepaald wordt door de hoogte van het wadoppervlak (maaiveld) ten opzichte van de zeespiegel. De hoogteligging van het maaiveld wordt mede bepaald door de balans tussen sedimentatie en erosie aan het oppervlak. Bodemdaling in de ondergrond kan de balans tussen sedimentatie en erosie verstoren en daardoor een onverwacht effect hebben op de voor wadvogels belangrijke droogligtijd. Dit effect kan positief zijn (versterkte sedimentatie) of negatief (versterkte erosie).

Aangezien er geen standaard methode is om sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak te meten, is in de nazomer van 2000 geprobeerd een dergelijke methode te ontwikkelen. Deze methode is gebaseerd op de verankering van een vast punt in de ondergrond en vervolgens het meten van de afstand van dit punt tot het wadoppervlak. Ondanks de onvermijdelijke kinderziektes bleek de methode te werken (Kersten 2002). Op grond van de positieve resultaten is door de Commissie Bodemdaling besloten het aantal meetlocaties voor sedimentatie en erosie te verhogen van 5 naar 12. In dit tussentijdse rapport worden de resultaten tot en met maart 2003 gepresenteerd.



2. Methode

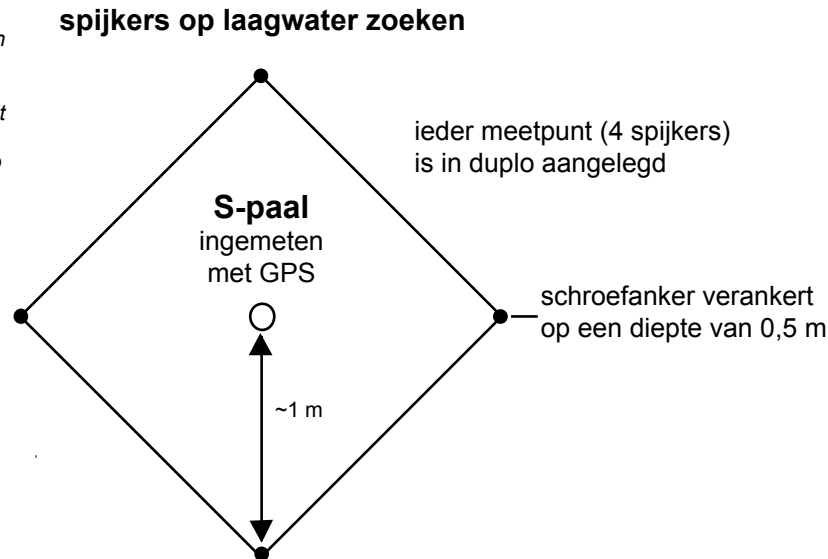
De meetmethode is uitvoerig beschreven in Kersten (2002). **Figuur 1** geeft de configuratie van de schroefankers op een meetpunt. De ligging van de meetlocaties op het wad onder Ameland-Oost is weergegeven in **figuur 2**, terwijl de coördinaten en inrichtingsdatum van iedere meetlocatie in **tabel 1** zijn vermeld. Tevens wordt in **tabel 1** de absolute hoogteligging van ieder meetpunt ten opzichte van NAP gegeven. Deze is met behulp van DGPS bepaald op 13 mei 2003.

Tabel 1
Geografische coördinaten (WGS84), inrichtingsdatum en hoogteligging van sedimentatie/erosie meetlocaties onder Ameland-Oost.

Meetpunt	Datum	53° noord minuten	5° oost minuten	Hoogte tov NAP m
S00	8-8-2000	26.197	49.336	-0.37
S10	8-8-2000	26.505	50.998	-0.01
S20	11-8-2000	27.218	56.329	+0.14
S30	11-8-2000	27.026	54.404	-0.07
S40	11-8-2000	26.665	52.978	-0.30
S50	6-3-2001	27.051	54.543	+0.04
S60	27-3-2002	26.233	50.635	-0.32
S70	27-3-2002	26.820	51.996	+0.08
S80	27-3-2002	27.108	53.813	+0.10
S90	27-3-2002	26.778	54.408	-0.75
S100	27-3-2002	27.018	55.831	-0.79
S110	27-3-2002	27.360	55.771	+0.30
S120*	20-3-2003	26.613	52.115	-0.03
S130*	20-3-2003	27.262	55.805	+0.04

* De meetlocaties S120 en S130 zijn pas in het voorjaar van 2003 ingericht en worden in dit rapport verder niet besproken.

Figuur 1
Bovenaanzicht van een meetpunt. Ieder meetpunt bestaat uit 4 schroefankers en wordt gemarkeerd door een S-paal. Om de kans op verlies van gegevens ten gevolge van het verdwijnen van schroefankers te minimaliseren, is op iedere meetlocatie een alternatief meetpunt ingericht (A-paal) 10 meter ten noorden van de S-paal.



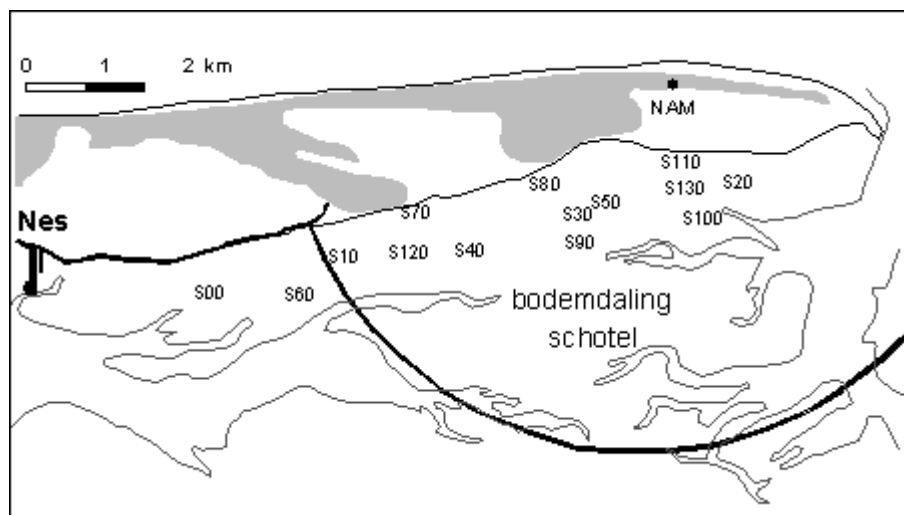


3. Resultaten

Sinds de eerste rapportage over de periode augustus 2000 tot maart 2002 is het aantal meetlocaties fors uitgebreid van 5 naar 12. Hierdoor is een veel betere dekking over het gebied ten noorden van de eerste geul verkregen. De hoogteligging van de meetlocaties varieert van NAP+30 cm tot NAP-79 cm; binnen deze range liggen de belangrijkste voedselgebieden van de wadvogels. De voor deze hoogtes gangbare droogligtijden zijn vermeld in [tabel 2](#).

De resultaten van de sedimentatie-erosie metingen op deze 12 meetlocaties zijn weergegeven in de [figuren 3 t/m 14](#). Het seizoen 2002-2003 was veel onstuimiger dan de daaraan voorafgaande periode. Dit komt enerzijds tot uiting in aanzienlijk grotere veranderingen van de maaiveldhoogte tussen twee opeenvolgende metingen (in sommige gevallen meer dan 3 cm), en anderzijds in de veel grotere standaardafwijkingen van de verschillende schroefankers op hetzelfde meetpunt.

Figuur 2
Locatie van de sedimentatiemeetpunten op het wad onder Ameland-Oost (S00-S130). De cirkelboog begrenst de bodemdaling schotel rond de NAM-boorlocatie.

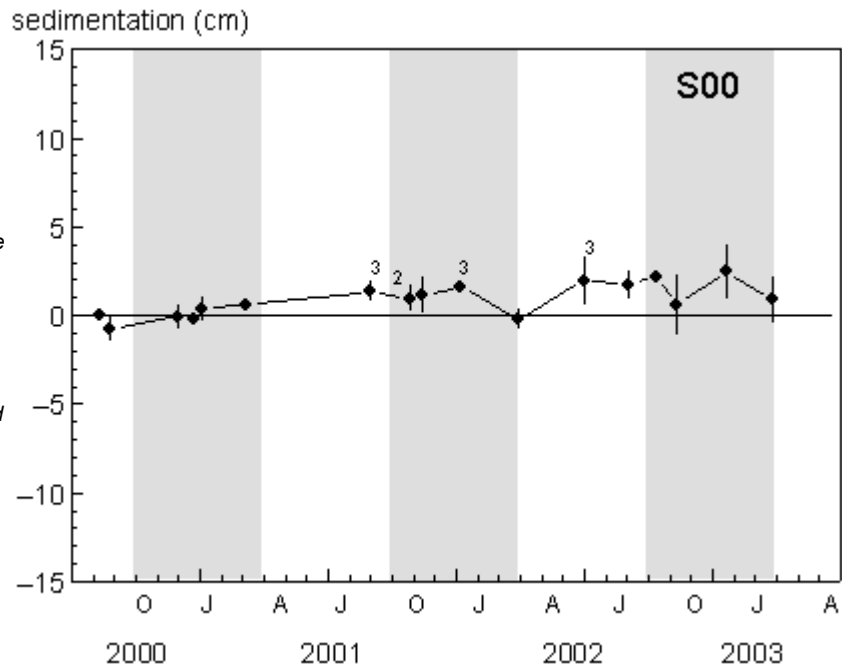


Tabel 2
Droogligtijd van het wad onder Ameland-Oost in relatie tot de hoogteligging.

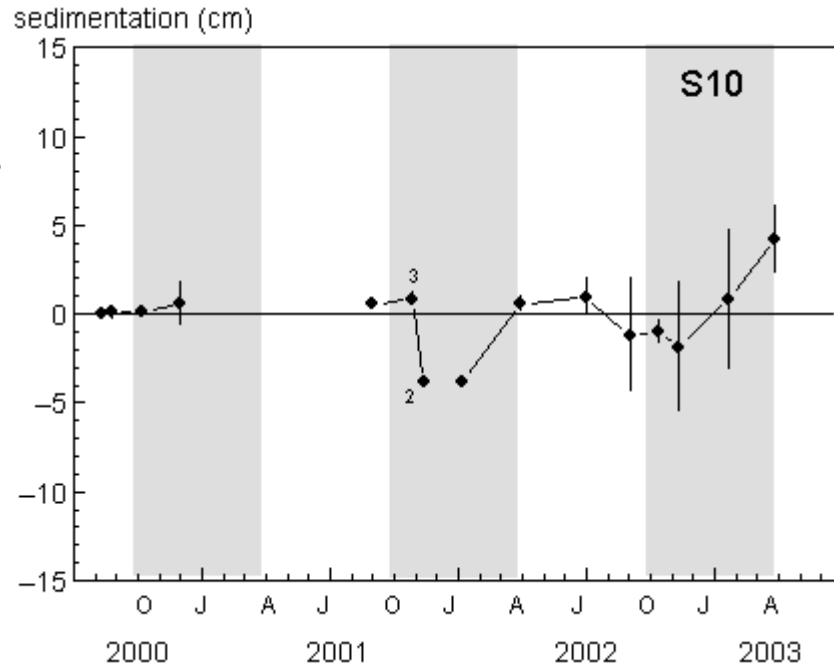
		waterstand cm tov NAP	hoogteligging NAP+30 cm	NAP-79 cm
doodtij	HW	+54		
	LW	-101	8.0 uur	2.5 uur
	HW	+84		
springtij	HW	+109		
	LW	-168	6.9 uur	3.1 uur
	HW	+118		



Figuur 3
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S00. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

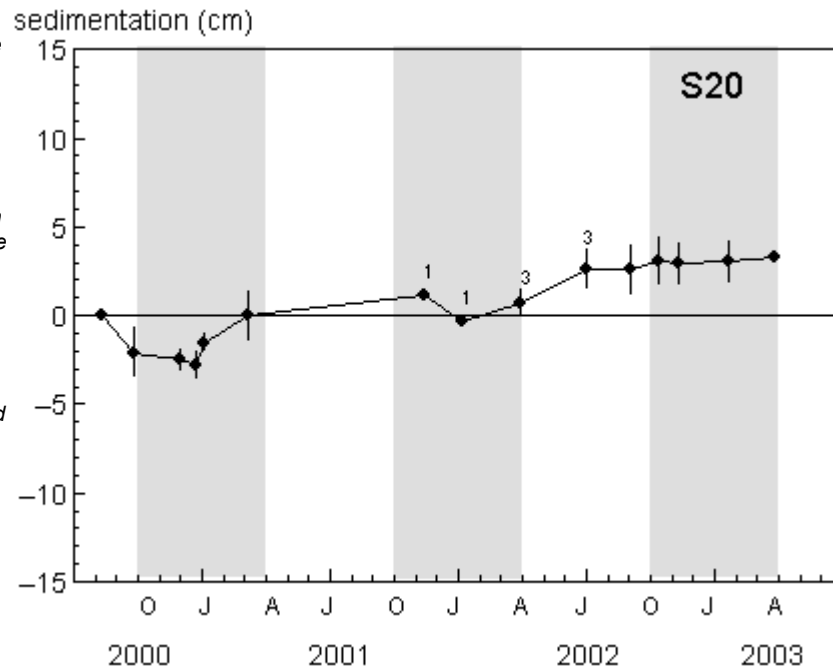


Figuur 4
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S10. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid. De twee onderbrekingen in de grafiek worden veroorzaakt doordat zowel in december 2000 als in december 2001 alle schroefankers op deze meetlocatie waren verdwenen.

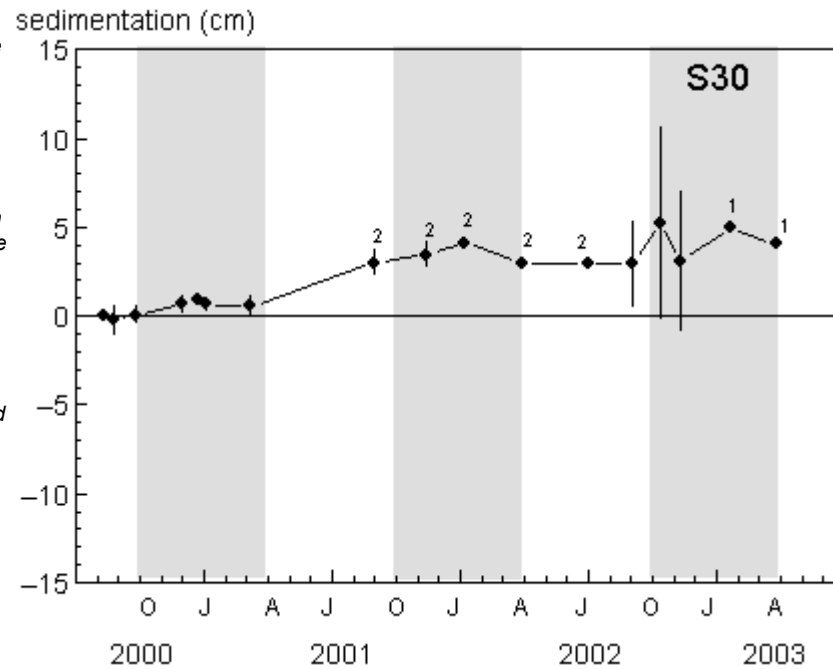




Figuur 5
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S20. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

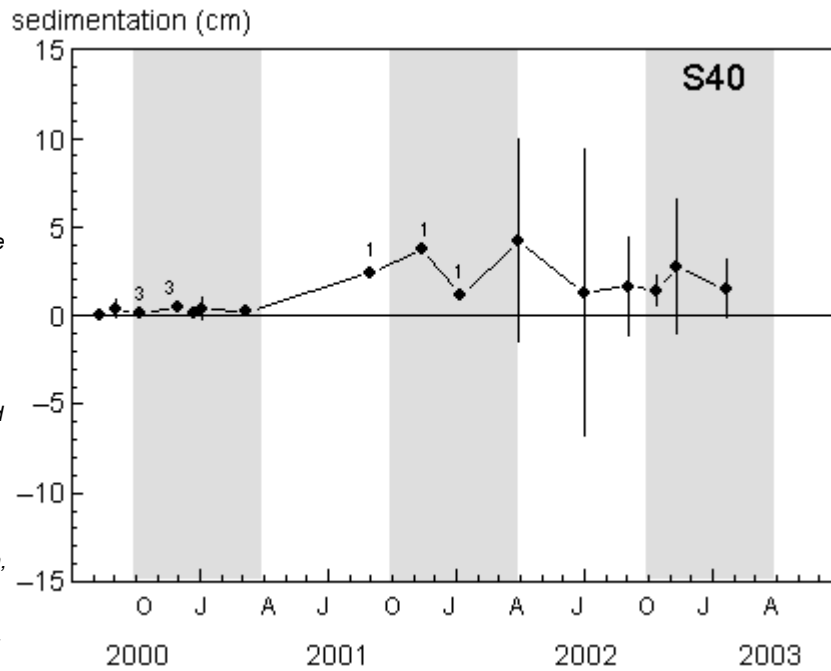


Figuur 6
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S30. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.



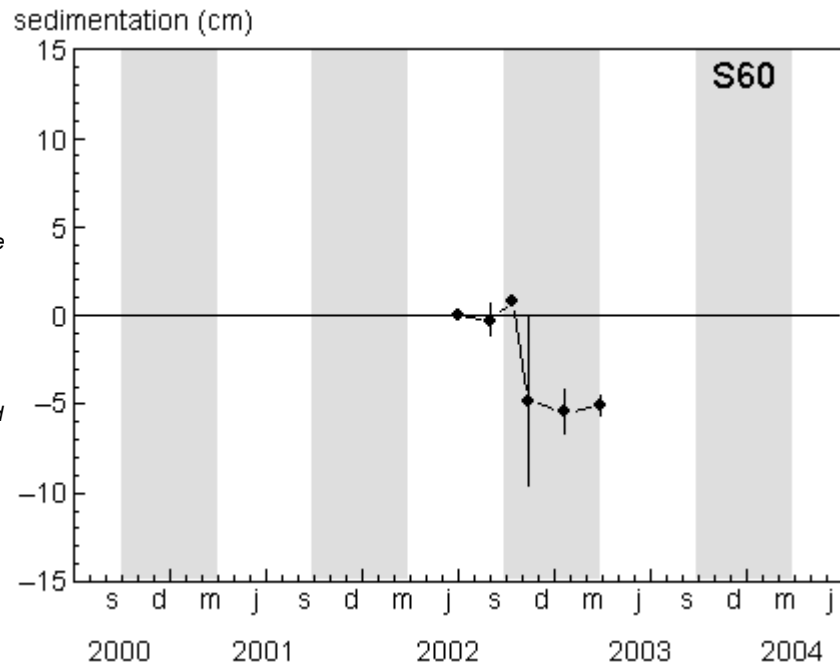


Figuur 7
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S40. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid. In maart 2003 waren alle schroefankers op deze meetlocatie verdwenen, waardoor een onderbreking in de meetserie zal ontstaan.

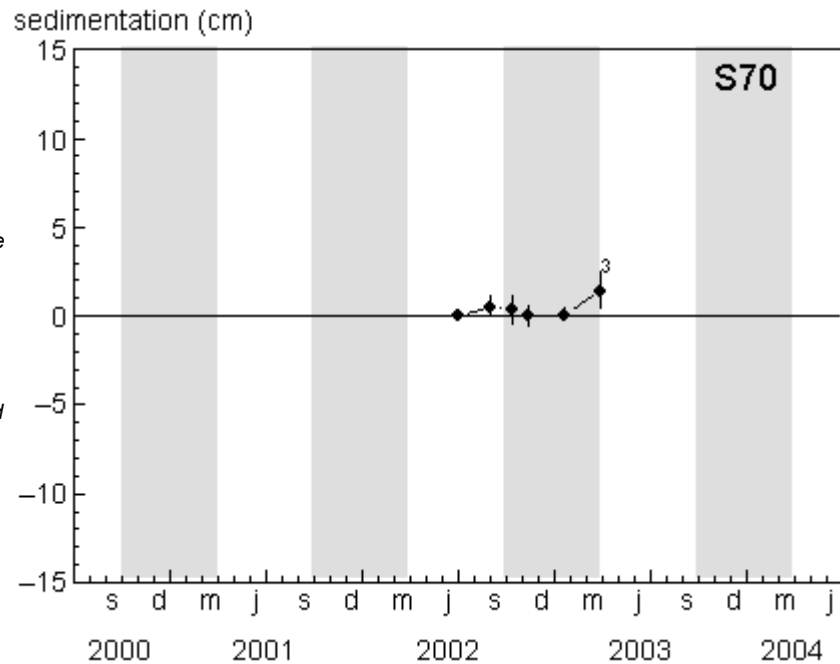




Figuur 9
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S60. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

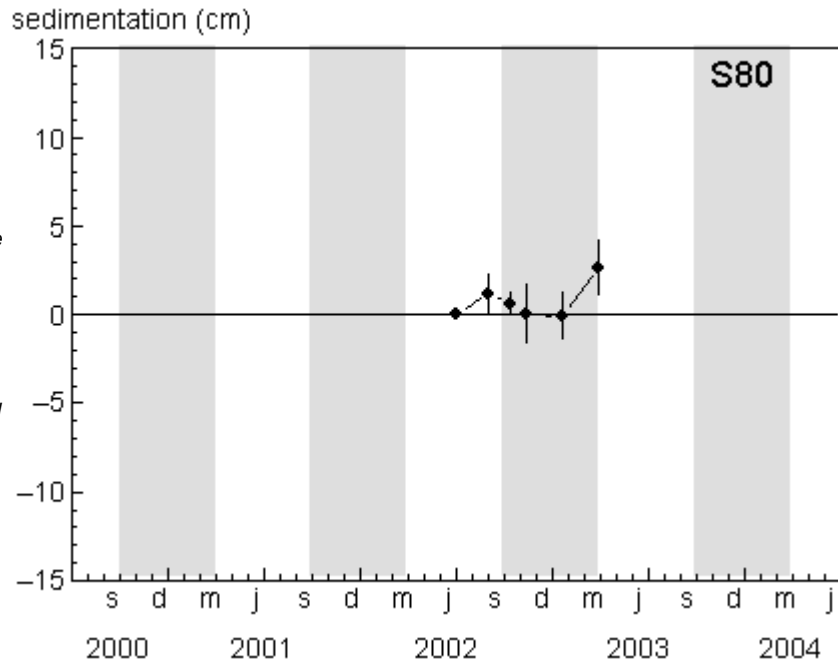


Figuur 10
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S70. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

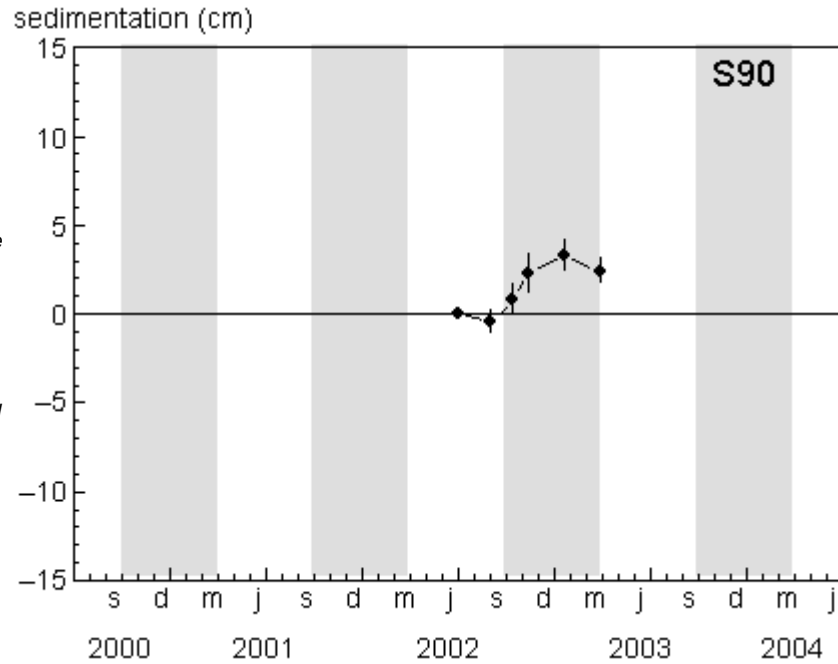




Figuur 11
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S80. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

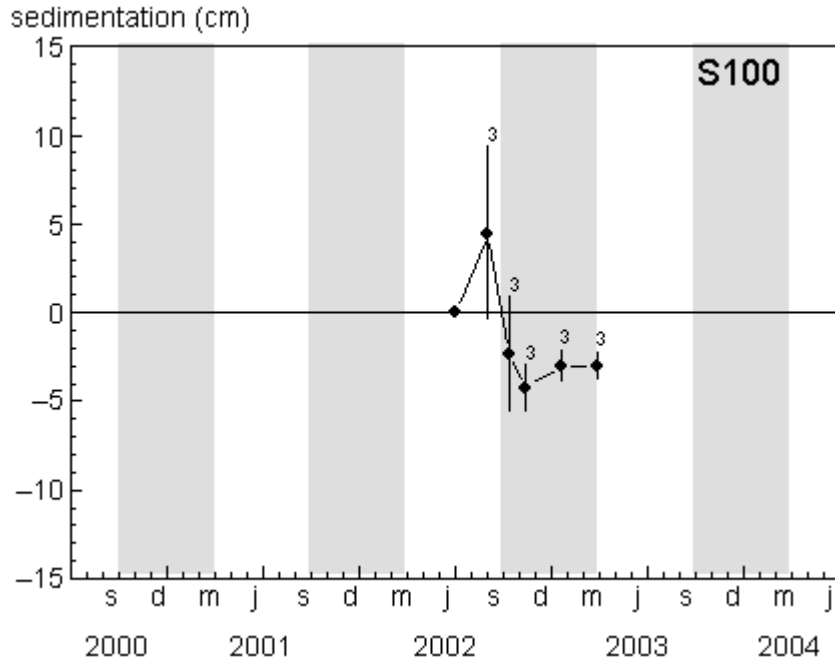


Figuur 12
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S90. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.

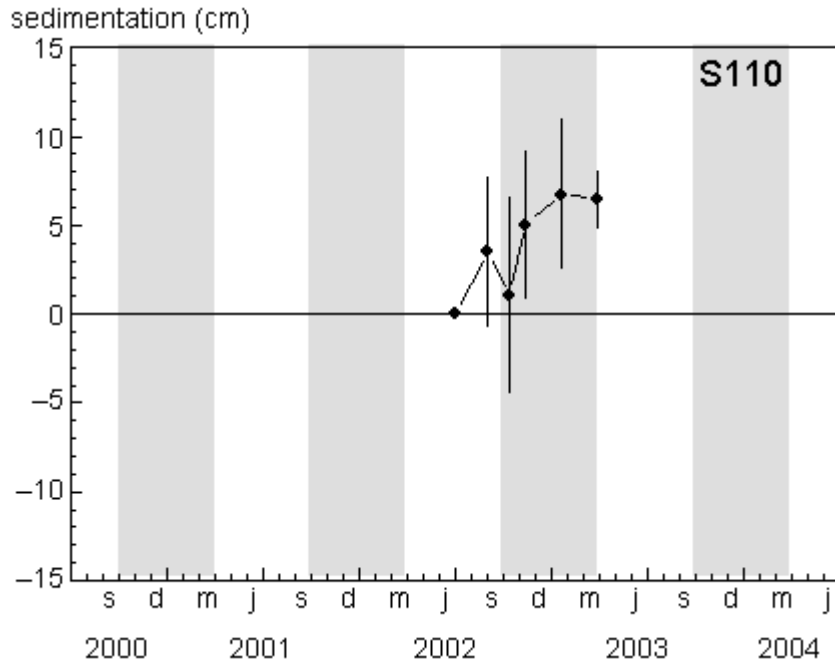




Figuur 13
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S100. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.



Figuur 14
Sedimentatie en erosie aan het wadoppervlak op meetlocatie S110. Resultaten zijn in het algemeen weergegeven als het gemiddelde van de hoogteverandering van 4 schroefankers met de standaarddeviatie. Indien één of meer schroefankers waren verdwenen, is het aantal resterende schroefankers waarop de meting is gebaseerd gegeven. De wintermaanden zijn lichtgrijs aangeduid.





4. Bespreking

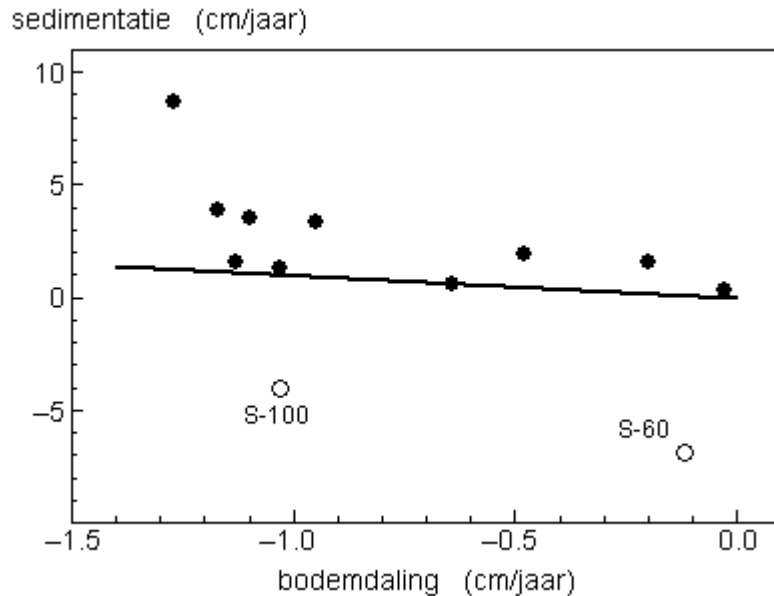
Ondanks de grotere volatiliteit van de wadbodem in het seizoen 2002-2003 duiden de resultaten van de metingen er wederom op dat er op grote delen van het wad onder Ameland-Oost sprake is van netto sedimentatie. Op 10 van de 12 meetlocaties lag eind maart 2003 meer sediment dan op het moment dat het meetpunt werd ingericht. De uitzonderingen zijn S60 en S100. Beide meetlocaties liggen dicht bij de rand van de eerste geul; S60 ten westen van het wantij en buiten de bodemdalingsschotel, S100 ten oosten van het wantij en binnen de bodemdalingsschotel. Als de hier gesignaleerde tendens zich in de toekomst voortzet, zal dit ertoe leiden dat het wad vanaf het eiland steiler afloopt naar de eerste geul.

*Tabel 3
Snelheid van
bodemdaling en
sedimentatie op de
verschillende
meetlocaties.
Bodemdaling berekend
mbv het H-model van
de NAM als de
gemiddelde daling per
jaar vanaf het begin
van de gaswinning tot
eind maart 1998.*

meetpunt	bodemdaling		sedimentatie snelheid (cm/jaar)	verschil (cm/jaar)
	sinds 1986 (cm)	snelheid (cm/jaar)		
S00	-0.4	-0.03	0.34	+0.31
S10	-2.4	-0.20	(1.59)	(+1.39)
S20	-12.4	-1.03	1.27	+0.24
S30	-13.6	-1.13	1.54	+0.41
S40	-7.7	-0.64	0.61	-0.03
S50	-14.0	-1.17	3.85	+2.68
S60	-1.4	-0.12	-6.90	-7.02
S70	-5.7	-0.48	1.91	+1.43
S80	-13.2	-1.10	3.53	+2.43
S90	-11.4	-0.95	3.30	+2.35
S100	-12.4	-1.03	-4.06	-5.09
S110	-15.2	-1.27	8.70	+7.43
S120	-5.1	-0.43	-	-
S130	-14.4	-1.20	-	-

In de eerste rapportage met betrekking tot de sedimentatiemetingen onder Ameland-Oost (Kersten 2002) werd gesuggereerd dat de netto sedimentatie op veel plaatsen ruim voldoende was om de bodemdaling van de ondergrond te compenseren. Op grond van een langere meetserie en een groter aantal meetlocaties kan deze claim nu enigszins onderbouwd worden. In [tabel 3](#) wordt de sedimentatiesnelheid op iedere meetlocatie vergeleken met de snelheid van de bodemdaling op die locatie. Uit het verschil tussen bodemdaling en sedimentatiesnelheid kan worden afgeleid dat de daling van het maaiveld nabij de eerste geul (meetlocaties S60 en S100) zich zeer snel voltrekt (5-7 cm/jaar). Op de andere plaatsen is er juist sprake van een verhoging van het maaiveld.

Figuur 15
Verband tussen bodemdaling en sedimentatiesnelheid op de verschillende meetlocaties. De getrokken lijn geeft aan waar sedimentatie en bodemdaling elkaar precies opheffen zodat het maaiveld op gelijke hoogte blijft.



In [figuur 15](#) is voor iedere meetlocatie de gemiddelde sedimentatiesnelheid sinds de inrichting van het meetpunt uitgezet tegen de gemiddelde bodemdaling op die locatie sinds het begin van de gaswinning. De reactie van het sedimentoppervlak gedurende de eerste jaren van de bodemdaling is niet bekend. De resultaten van de afgelopen jaren wekken de indruk dat de netto sedimentatie groter is op plaatsen waar de ondergrond het snelst daalt en in het verleden het meest is gedaald! Mocht deze trend de komende jaren standhouden, dan is aangetoond dat bodemdaling in de ondergrond op de hoogte van het sedimentoppervlak gecompenseerd worden. Volgens algemeen erkende modellen (Integrale bodemdalingstudie; deel Geomorfologie) worden bodemdaling en zeespiegelstijging op termijn volledig gecompenseerd. De herstel traagheid van het systeem bedraagt enkele tientallen jaren. Of de hier gemeten compensatie het gevolg is van een zeer lokale herdistributie van sediment, of van een herdistributie binnen het kombergingsgebied, of van het aantrekken van extern sediment, is vooralsnog niet bekend.

Het gebied wordt medegebruikt door de kokkelvisserij. Zowel de lokaal opererende kokkelvisser als het Productschap werden in 2002 geïnformeerd over de metingen. Ook positie van de meetpunten werd bekend gemaakt. De metingen werden echter wederom in enige mate verstoord door kokkelvisserij. De verstoring bestaat uit het wegvissen van schroefankers, onregelmatigheden in de metingen (plotselinge lokale verlagingen van het sedimentoppervlak) en het in de bodem slaan van alle S-palen, hetgeen het terugvinden van de meetpunten ernstig bemoeilijkt.

In overleg met Rijkswaterstaat en de Dienst Domeinen werd daarom begin 2003 vergunning gevraagd voor het voorhanden hebben van de vaste meetpunten op en in de wadbodem. De gevraagde vergunning met betrekking tot de meetpunten in een straal van 50 meter daar omheen werd verleend bij brief van 14 mei 2003 met kenmerk ADF 2003/750.



Referenties

Eysink W.D., Dijkema K.S., van Dobben H.F., Slim P.A., Smit C.J., de Vlas J., Sanders M.E., Wiertz J. & Schouwenberg E.P.A.G. (2000). Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost; Evaluatie na 13 jaar gaswinning. NAM, Assen.

Kersten M. (2000). Aantallen en verspreiding van wadvogels op Oost-Ameland. Natuurcentrum Ameland, Ameland.

Kersten M. (2002). Effecten van sedimentatie en erosie op de hoogteligging van het wad onder Oost-Ameland. Natuurcentrum Ameland, Ameland.