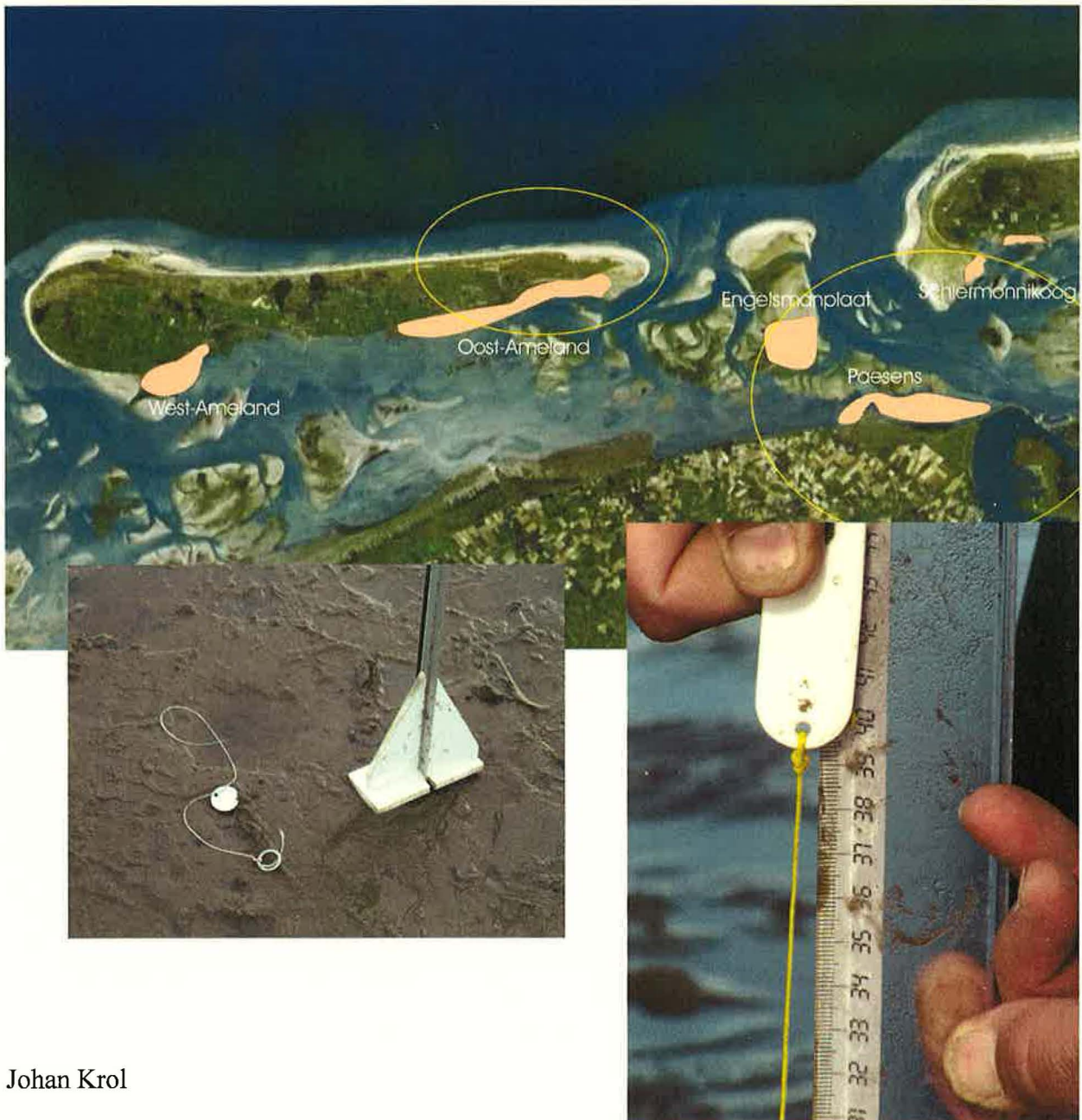


**NATUUR
CENTRUM
AMELAND**

Tussenverslag wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Paesens en Schiermonnikoog

jaar 2007



Johan Krol

Nes, februari 2008

Strandweg 38
9163 GN Nes Ameland
Tel. 0519-542737
Fax 0519-542136
amelandermusea@planet.nl
www.amelandermusea.nl

Inhoudopgave.

1. Methode	pag 1
2. Onderzoeksgebieden	pag 6
2.1 Oost-Ameland	pag 6
2.2 West-Ameland	pag 7
2.3 Paesens	pag 8
2.4 Engelsmanplaat	pag 9
2.5 Schiermonnikoog	pag 10
2.6 Overzicht alle onderzoeksgebieden	pag 11
3. Resultaten	pag 12
3.1 Uitwerking per meetstation	pag 12
3.2 Wadsedimentatie per onderzoeksgebied	pag 12
3.3 Wadsedimentatie in 2007	pag 18
3.4 Wadsedimentatie in relatie tot hoogteligging	pag 20
3.5 Wadsedimentatie in relatie tot bodemdaling	pag 21
3.6 Wadsedimentatie in relatie tot tijd	pag 21



Amelander
Vuurtoren



Koren- en Mosterdmolen
De Verwachting



Reddingsmuseum
Abraham Fock



Cultuur-Historisch
museum Sorgdrager



Natuurcentrum
Ameland



Amelander
Brandspuithuuske



Korenmolen
De Phenix



2
Landbouw-Jutters
museum Swartwoude

1. Methode.

Om sedimentatie aan het wadoppervlak te kunnen meten is een methode bedacht waarbij grondankers 60 tot 90 cm in de bodem geschroefd worden. Aanvankelijk werden hiervoor grote bouwmarkt schroeven gebruikt, later is overgestapt op een nog zwaardere eigenbouw schroef als grondanker. Een meetstation op het wad bestaat uit 4 grondankers (foto 3) die in een vierkant rond een middelpuntmarkering staan. De afstand van het grondanker tot het middelpunt is ruim 1 meter in de richting van de vier windrichtingen. Ieder meetstation is met handheld GPS ingemeten. De metingen vinden 6 maal per jaar plaats waarbij gestreefd wordt naar het doen van alle metingen in de laatste decade van feb, apr, jun, aug, okt en dec.

Foto 1. Eigenbouw grondanker waaraan meettouw bevestigd wordt. Rechts de dop aan het uiteinde van de T-grondboor waarmee het anker in de bodem geschroefd wordt.

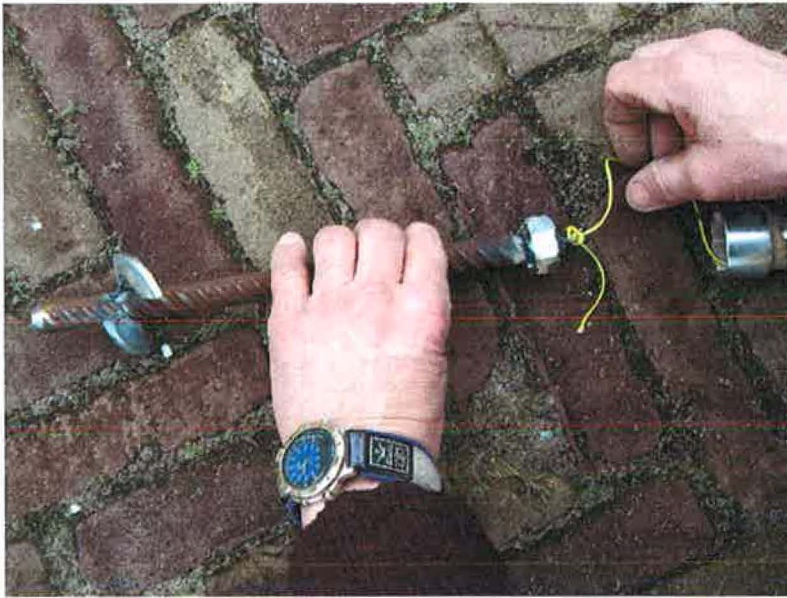
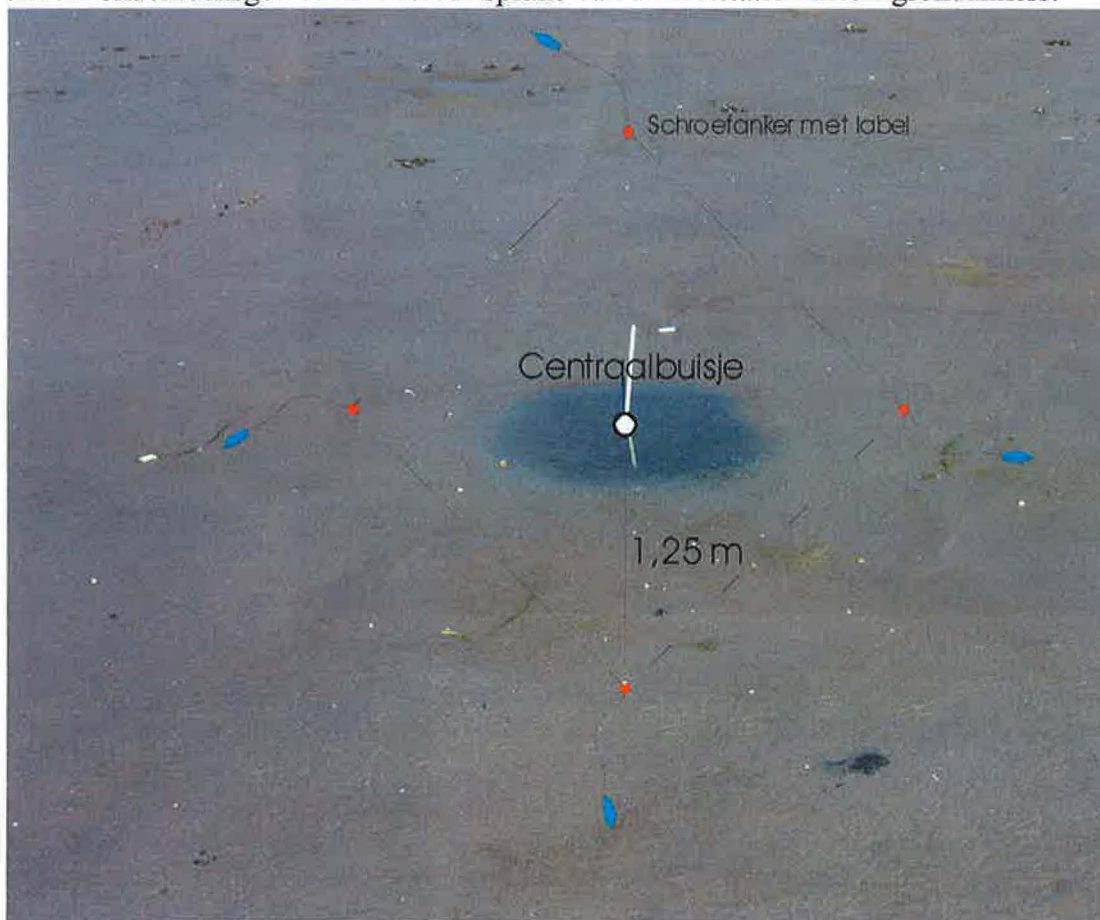


Foto 2 (rechts). Grote T-grondboor met dop aan uiteinde waarmee grondanker in de bodem geschroefd wordt. Het meettouw loopt door de grondboor en hieraan wordt later een identificatieblikje en aluminium afleesring bevestigd.



Foto 3. Bovengrondse aanblik van een meetstation met 4 grondankers. De meettouwjes en afleeslabels zijn op de foto zichtbaar. Voor verduidelijking is een schema over de foto getekend. In het onderzoeksgebied Oost-Ameland is sprake van een duplo meetstation op 10m onderlinge afstand waardoor per meting 8 grondankers opgemeten worden. In alle andere onderzoeksgebieden is steeds sprake van 1 meetstation met 4 grondankers.



Figuur 1. Principeschema van de meetmethode om wadsedimentatie te monitoren. Indien na verloop van tijd een langere afstand tussen meetlabel en wadbodem gemeten wordt is er sprake van erosie. Andersom is er sprake van sedimentatie. Er ontstaat dus een meetreeks waarbij de afwijking van de beginmeting gevolgd wordt.

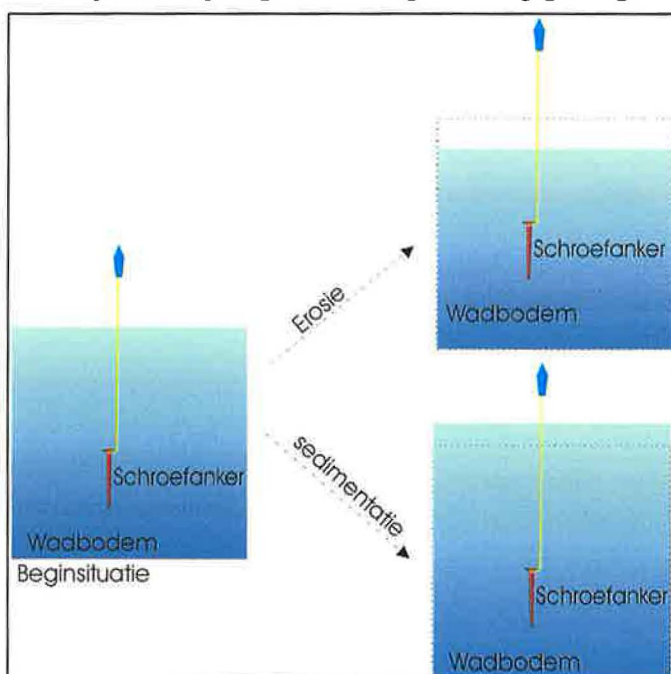
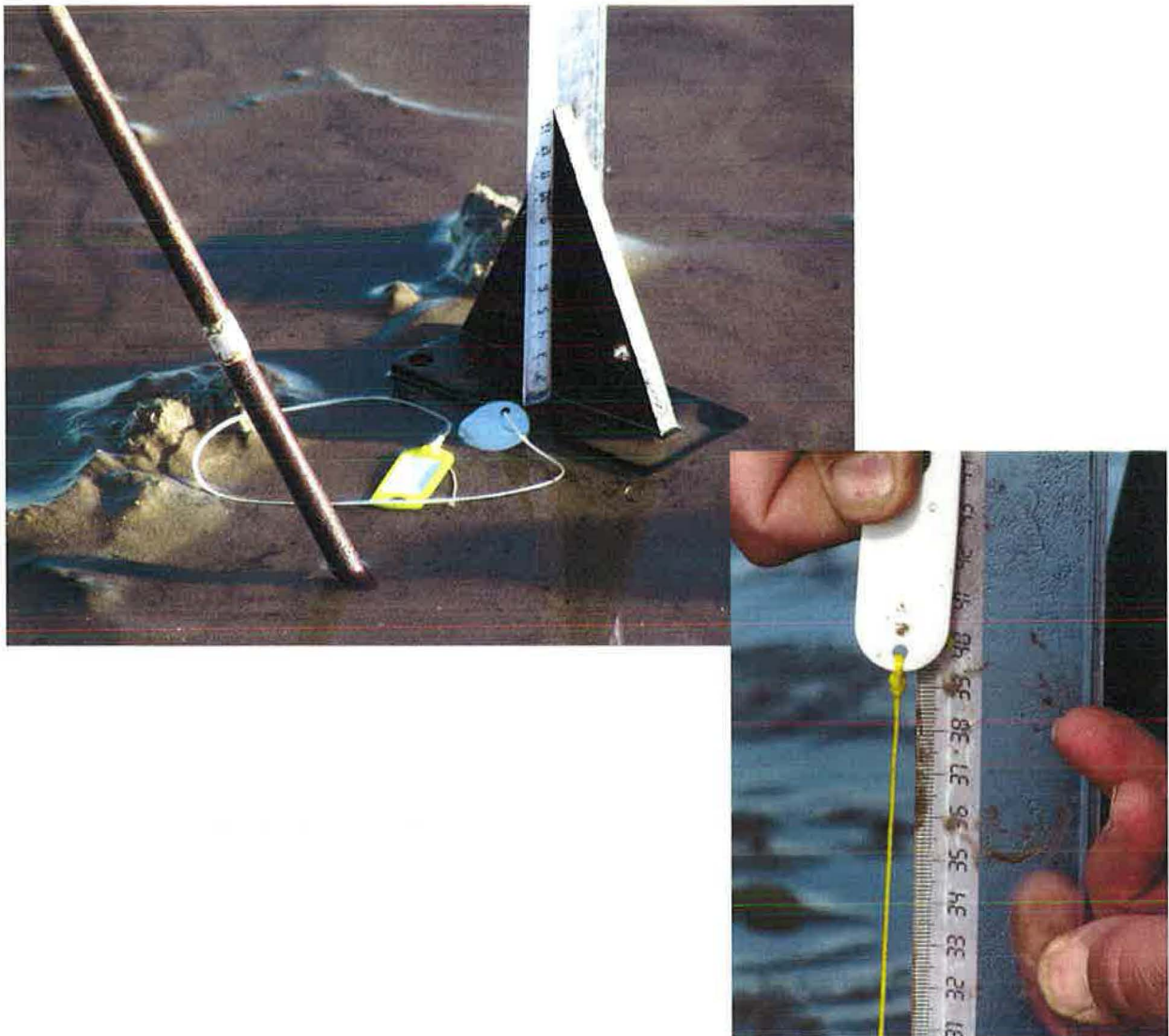


Foto 4. Meetlineaal met meetvoet. Deze wordt steeds op dezelfde wijze op de bodem gezet waarna de lengte van het meettouw langs de schaal wordt afgelezen.



2. Onderzoeksgebieden.

2.1 Oost-Ameland.

De eerste metingen zijn in 2000 begonnen in het bodemdalingsgebied Oost-Ameland. Vanaf 2004 zijn hier 16 meetstations ingericht waarbij er steeds sprake is van een duplo. Dat wil zeggen dat op 10 m afstand twee sets van 4 grondankers aangebracht zijn (zie foto 3). Dit werd aanvankelijk gedaan vanwege regelmatige versterking van de meetstations door kokkelvisserij. De kokkelvisserij is inmiddels verdwenen en alle grondankers worden nu in de metingen opgenomen. Het gebied valt binnen de bodemdalingschotel vanwege de gaswinning onder Oost-Ameland. Bodemdaling is sinds 1986 gaande. Het onderzoeksgebied is sindsdien tussen $\pm 20\text{cm}$ (S140) tot $\pm 2\text{cm}$ (S00) gedaald. Gemiddeld genomen komt dat neer op een dalingsnelheid van $\pm 9\text{mm}$ (S140) tot $0,2\text{mm}$ (S00) per jaar.

Figuur 2. Luchtfoto (Google) met 16 meetstations bij Oost-Ameland ingetekend.



Tabel 1. Coördinaten meetstations Oost-Ameland.

LOCATIE	X	Y	NAP Z	Datum Plaatsing
S00	183.915.336	605.684.426	-0.374	30-7-2000
S10	185.751.712	606.260.421	0.012	8-8-2000
S20	191.644.819	607.626.886	0.141	11-8-2000
S30	189.516.132	607.256.622	-0.070	11-8-2000
S40	187.941.418	606.574.201	-0.304	11-8-2000
S50	189.670.958	607.305.138	0.036	6-3-2001
S60	185.350.031	605.743.287	-0.320	27-3-2002
S70	186.873.300	606.850.877	0.076	27-3-2002
S80	188.863.078	607.400.892	0.104	27-3-2002
S90	189.523.293	606.795.323	-0.750	27-3-2002
S100	191.102.072	607.337.104	-0.786	27-3-2002
S110	191.027.614	607.886.052	0.301	27-3-2002
S120	186.990.078	606.467.370	-0.028	20-3-2003
S130	191.065.271	607.710.926	0.044	20-3-2003
S140	189534,360	607843,710	0,355	1-3-2004
S150	189931,860	607967,500	0,238	1-3-2004

2.2 West-Ameland.

Als referentiegebied zonder bodemdaling is op het wad ten zuiden van West-Ameland een zestal meetstations ingericht in 2006.

Figuur 3. Luchtfoto (Google) met 6 meetstations bij West-Ameland ingetekend.



Tabel 2. Coördinaten meetstations West-Ameland.

LOCATIE	RD			Datum Plaatsing
	X	Y	Z	Datum
H10	175,248	604,416		4-09-06
H20	176,617	605,128		4-09-06
H30	176,601	604,792		4-09-06
H40	175,811	604,617		4-09-06
H50	175,997	604,190		4-09-06
H60	175,397	603,687		4-09-06

2.3 Paesens.

In 2003 is een raai van 6 meetstations uitgezet op het wad ten noorden van Paesens. In 2007 is het gebied uitgebreid en zijn er 12 meetstations toegevoegd waardoor het totaal nu op 18 meetstations komt. Dit gebied sluit aan op het onderzoeksgebied op Engelsmanplaat en ligt binnen de dalingschotel vanwege gaswinning bij Moddergat/Lauwersoog.

Figuur 4. Luchtfoto (Google) met 18 meetstations bij Paesens ingetekend.



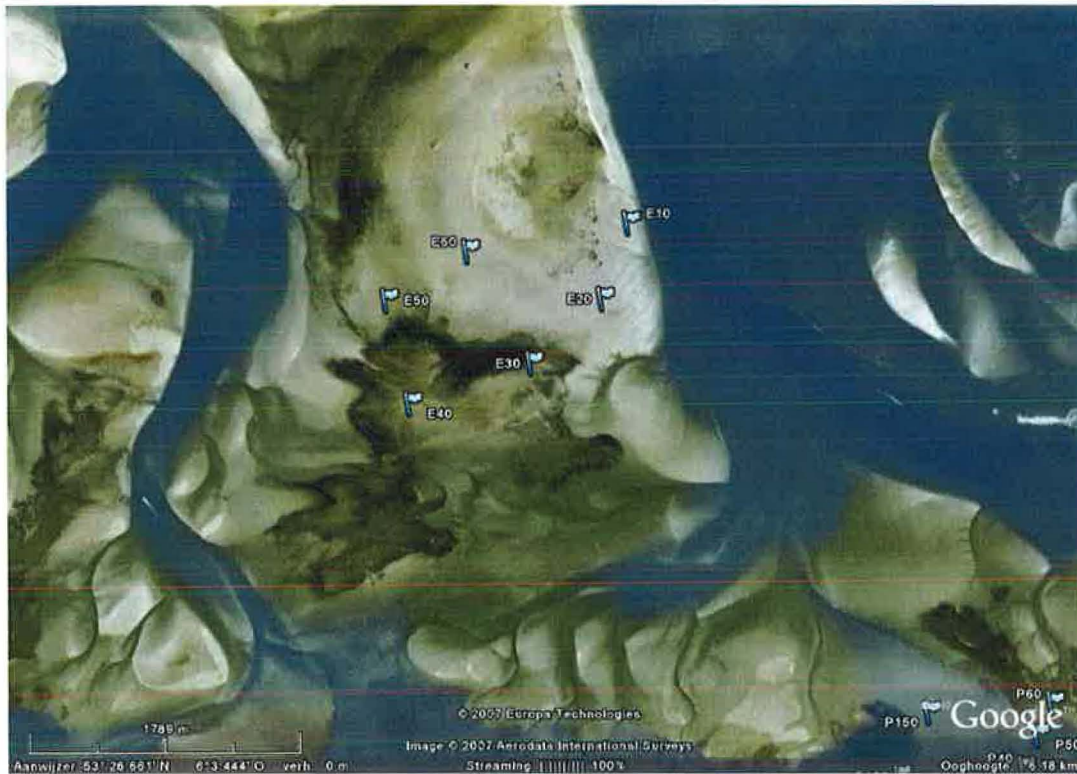
Tabel 3. Coördinaten meetstations Paesens.

Meetstations Paesens			28-10-2005	Datum
LOCATIE	X (RD)	Y (RD)	Z(NAP)	Plaatsing
P10	202334.85	602742.73	+66,2	9-9-2003
P20	202423.84	602898.10	+77,1	9-9-2003
P30	202592.19	603168.55	+37,2	9-9-2003
P40	202707.92	603400.92	-11,6	9-9-2003
P50	202806.22	603619.44	-13,9	9-9-2003
P60	202904.52	603824.67	-27,2	9-9-2003
P70	206110	603031		26-2-2007
P80	206357	603300		26-2-2007
P90	205538	603392		26-2-2007
P100	205080	603702		26-2-2007
P110	204637	603480		26-2-2007
P120	204694	602841		26-2-2007
P130	203590	603482		27-2-2007
P140	203366	602909		27-2-2007
P150	202074	603767		27-2-2007
P160	201875	603349		27-2-2007
P170	201624	602902		27-2-2007
P180	201153	602819		27-2-2007

2.4 Engelsmanplaat.

In 2007 zijn op het zuidelijke deel van Engelsmanplaat zes meetstations uitgezet. Dit gebied sluit aan op het onderzoeksgebied bij Paesens en ligt binnen de dalingschotel vanwege gaswinning bij Moddergat/Lauwersoog.

Figuur 5. Luchtfoto (Google) met 6 meetstations op Engelsmanplaat ingetekend.



Tabel 4. Coördinaten meetstations Engelsmanplaat.

LOKATIE	RD			Datum
	X	Y	Z	Plaatsing
E10	200.099	607.019		3-03-07
E20	199.922	606.518		3-03-07
E30	199.444	606.093		3-03-07
E40	198.635	605.828		3-03-07
E50	198.483	606.516		3-03-07
E60	199.025	606.837		3-03-07

2.5 Schiermonnikoog.

In 2007 zijn 6 meetstations uitgezet ten zuiden van Schiermonnikoog. Drie in het gebied tussen de veerdam en de jachthaven en drie ten westen van de jachthaven. Dit onderzoeksgebied ligt juist op de rand van de voorspelde dalingschotel vanwege gaswinning bij Moddergat/Lauwersoog en dient als referentie voor de gebieden Engelsmanplaat en Paesens.

Figuur 6. Luchtfoto (Google) met 6 meetstations bij Schiermonnikoog ingetekend.



Tabel 5. Coördinaten meetstations Schiermonnikoog.

LOKATIE	RD			Datum Plaatsing
	X	Y	Z	
C10	208.225	609.566		2-03-07
C20	207.915	609.379		2-03-07
C30	207.764	609.308		2-03-07
C40	206.551	608.881		2-03-07
C50	206.603	608.722		2-03-07
C60	206.233	608.462		2-03-07

2.6. Overzicht alle onderzoeksgebieden.

Uiteindelijk zijn er in het gebied tussen West-Ameland en Schiermonnikoog 52 meetstations uitgezet. Hierbij gaat het om 272 grondankers in totaal. Bodemdaling is in 2007 alleen gaande in het gebied Oost-Ameland. Dit al sinds 1986. In het gebied Paesens/Engelsmanplaat is gaswinning in 2007 gestart maar (waarschijnlijk) is er nog geen sprake van daling van de bodem bij de meetstations.

Figuur 7. Een overzicht van alle onderzoeksgebieden op een luchtfoto (Google) ingetekend. De gele lijn geeft ruwweg de buitengrens van de twee dalingschotels vanwege gaswinning aan. De schotel van Oost-Ameland is daadwerkelijk. Die bij Paesens moet nog beginnen en de voorspelde maximale contour is getekend.

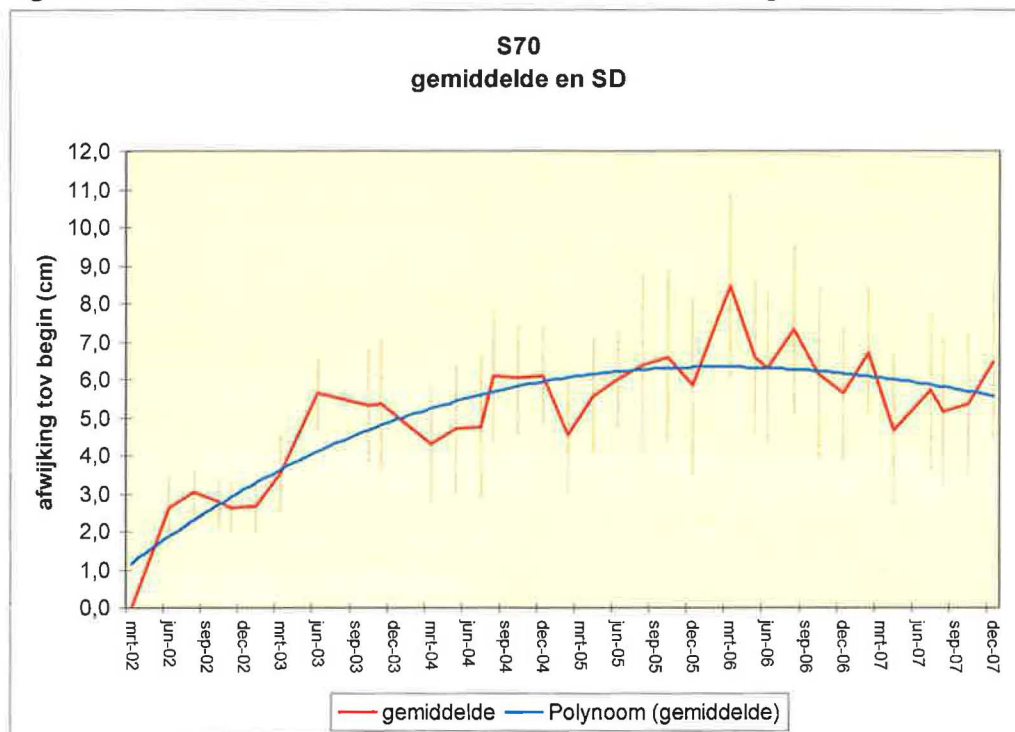


3. Resultaten.

3.1 Uitwerking per meetstation.

Voor de berekeningen zijn alle beschikbare grondankers meegenomen. In de meeste gevallen betekent dit per meting per meetstation 4 grondankers die gemiddeld worden. Soms is een touwtje met meetlabel (tijdelijk) onvindbaar en vind middeling over de wel beschikbare grondankers plaats. De hier gepresenteerde uitwerking is globaal, waarbij steeds data van alle meetstations verwerkt zijn. Hierbinnen is nog een scala aan detailverwerkingen mogelijk die nu niet gedaan zijn. Een voorbeeld van een meetreeks staat in figuur 8. De gemiddelde verandering en standaarddeviatie ten opzichte van het meetbegin van de grondankers staat uitgezet tegen de tijd. Op deze wijze zijn alle meetstations uitgewerkt.

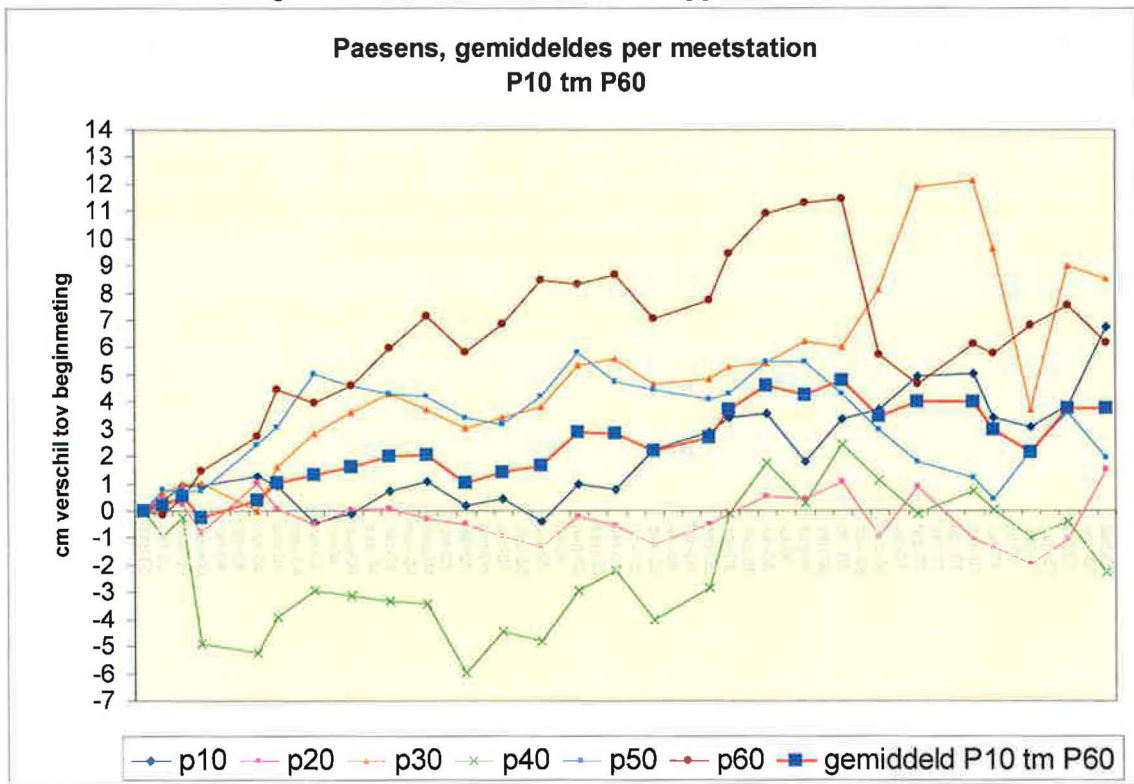
Figuur 8. Meetreeks van meetstation S70 in het onderzoeksgebied Oost-Ameland.



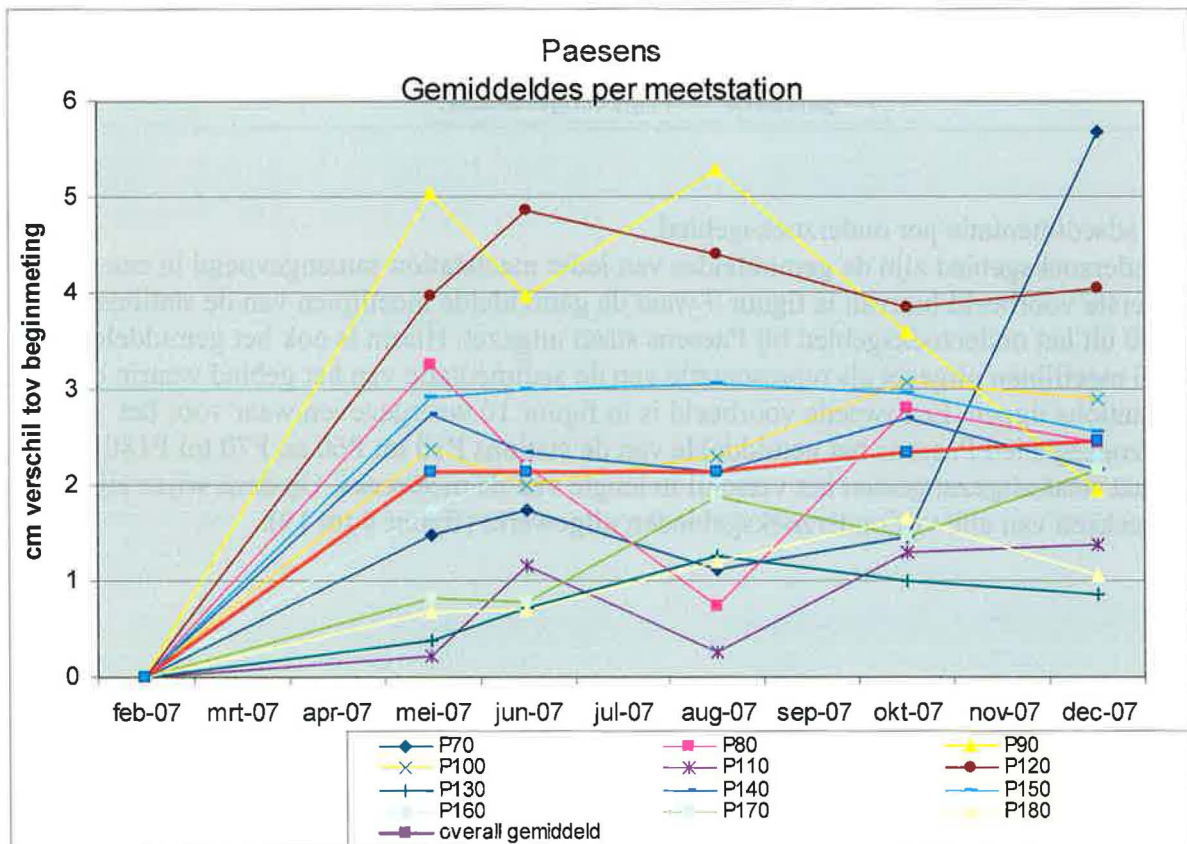
3.2 Wadsedimentatie per onderzoeksgebied.

Per onderzoeksgebied zijn de gemiddeldes van ieder meetstation samengevoegd in een grafiek. Een eerste voorbeeld hiervan is figuur 9 waar de gemiddelde meetlijnen van de stations P10 tm P60 uit het onderzoeksgebied bij Paesens staan uitgezet. Hierin is ook het gemiddelde van deze 6 meetlijnen uitgezet als representatie van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen. Een tweede voorbeeld is in figuur 10 weergegeven waar voor het onderzoeksgebied Paesens het gemiddelde van de stations P10 tm P60 en P70 tm P180 separaat staat uitgezet gezien het verschil in lengte van de meetreeks. Op deze wijze zijn de meetreeksen van alle vijf onderzoeksgebieden uitgewerkt (figuur 9 tm 19).

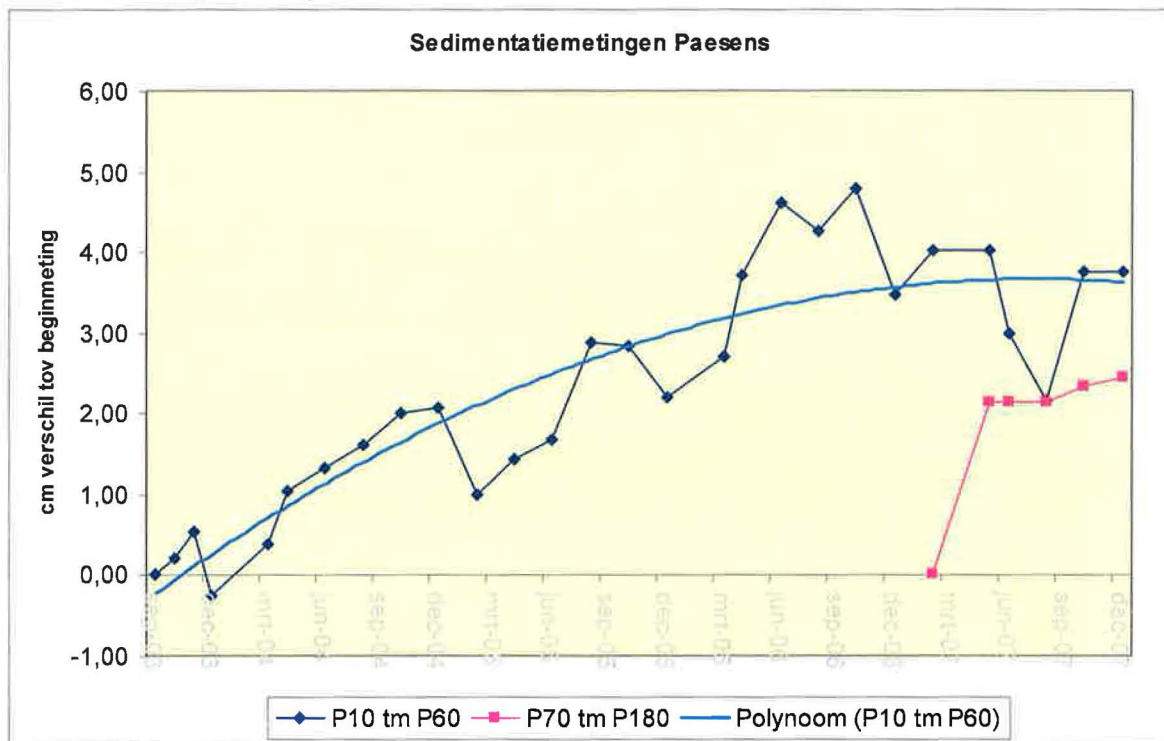
Figuur 9. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations P10 tm P60 in het onderzoeksgebied bij Paesens. Tevens is het gemiddelde van deze 6 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



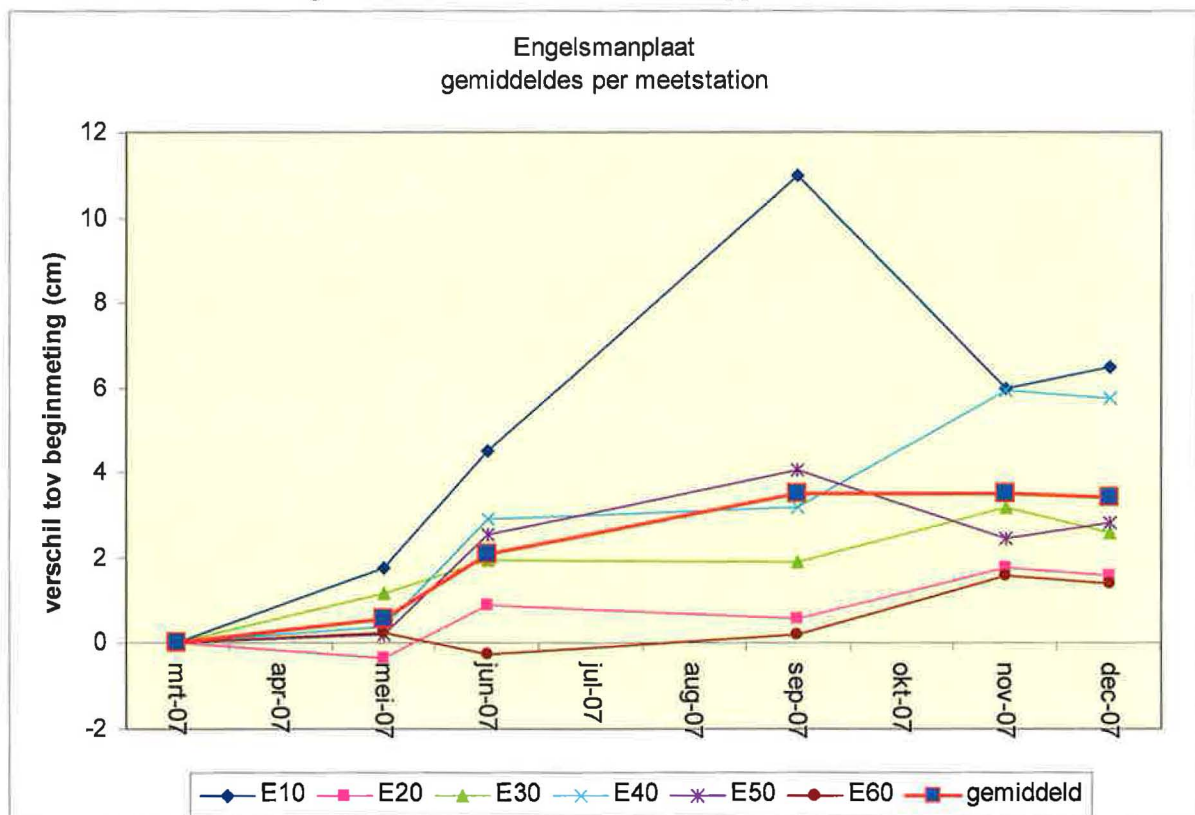
Figuur 10. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations P70 tm P180 in het onderzoeksgebied bij Paesens. Tevens is het gemiddelde van deze 12 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



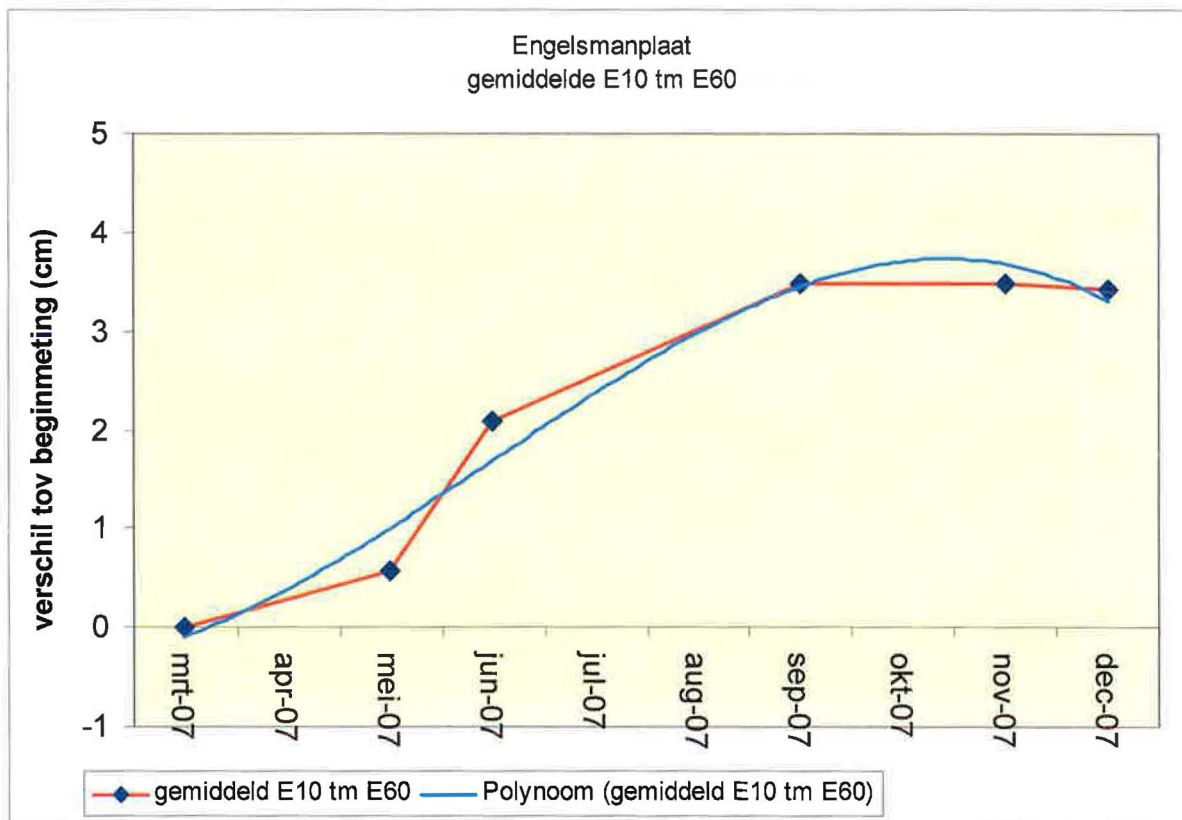
Figuur 11. Gemiddelde van de gemiddeldes van meetstations P10 tm P60 en P70 tm P180 in het onderzoeksgebied bij Paesens.



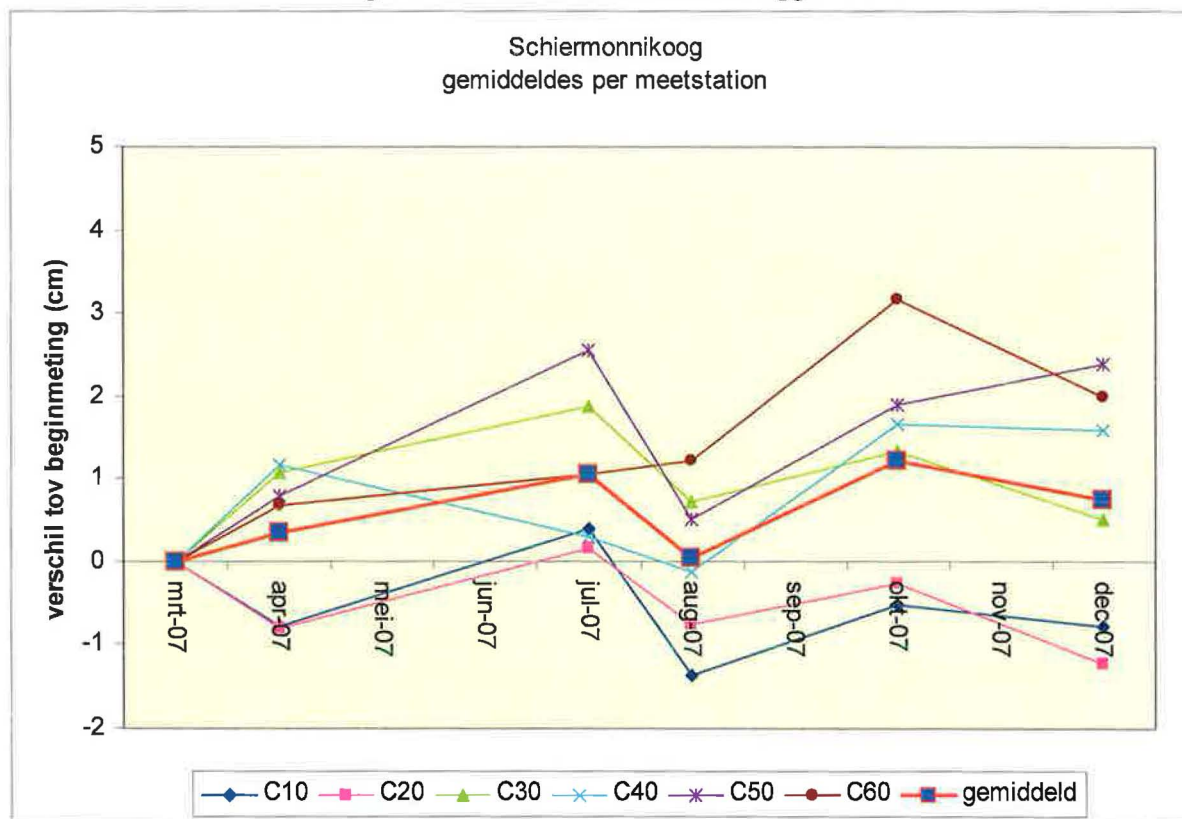
Figuur 12. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations E10 tm E60 in het onderzoeksgebied Engelsmanplaat. Tevens is het gemiddelde van deze 6 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



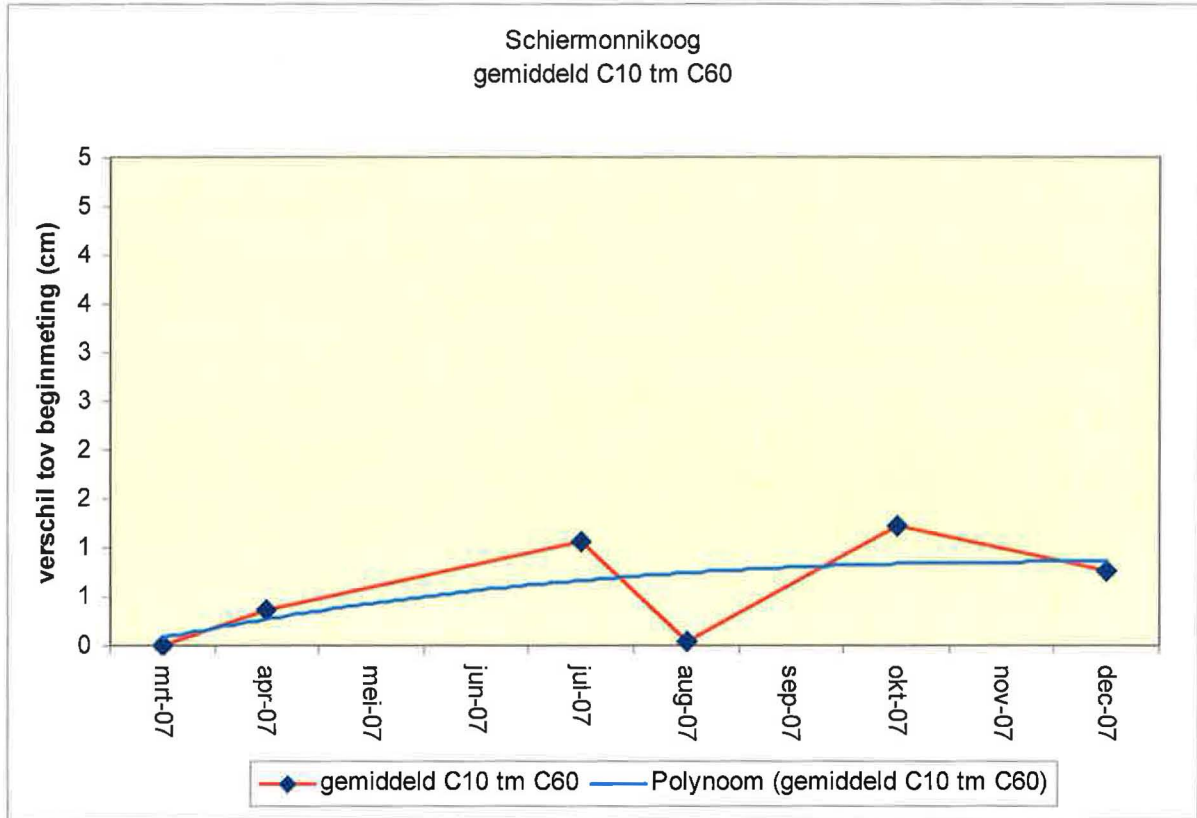
Figuur 13. Gemiddelde van de gemiddeldes van meetstations E10 tm E60 in het onderzoeksgebied Engelsmanplaat.



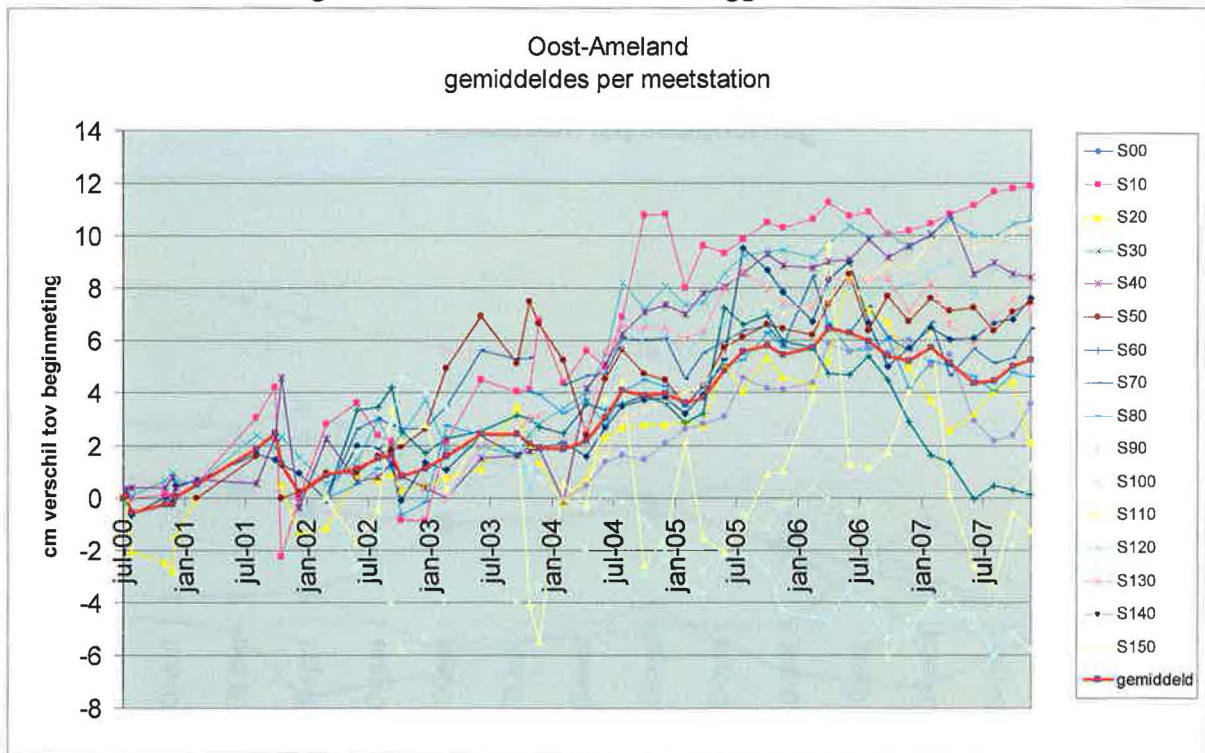
Figuur 14. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations C10 tm C60 in het onderzoeksgebied Schiermonnikoog. Tevens is het gemiddelde van deze 6 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



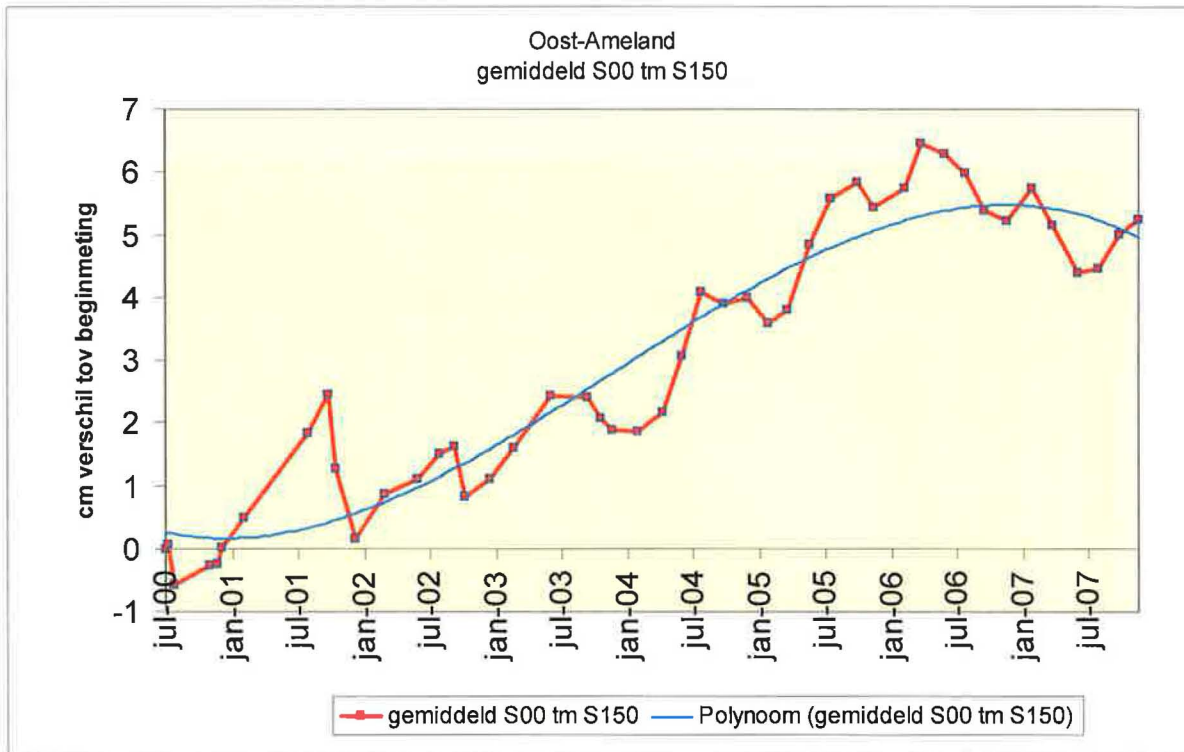
Figuur 15. Gemiddelde van de gemiddeldes van de meetstations C10 tm C60 in het onderzoeksgebied Schiermonnikoog.



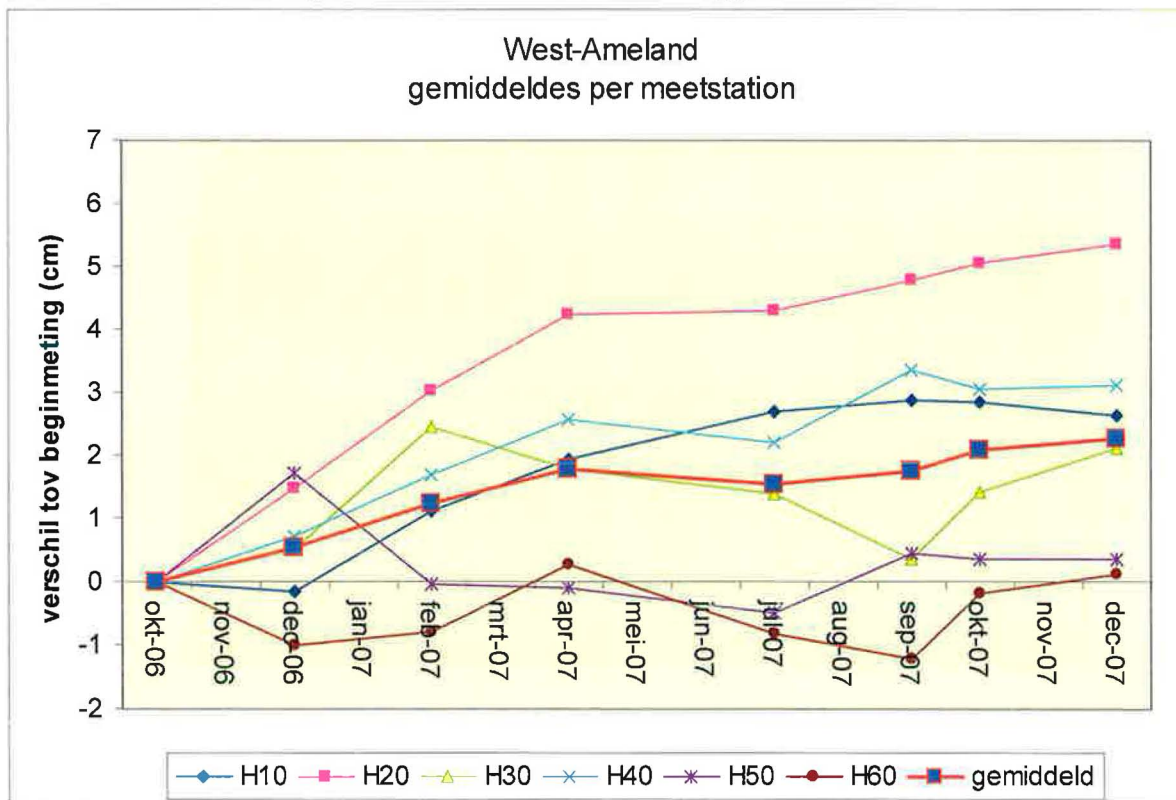
Figuur 16. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations S00 tm S150 in het onderzoeksgebied Oost-Ameland. Tevens is het gemiddelde van deze 16 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



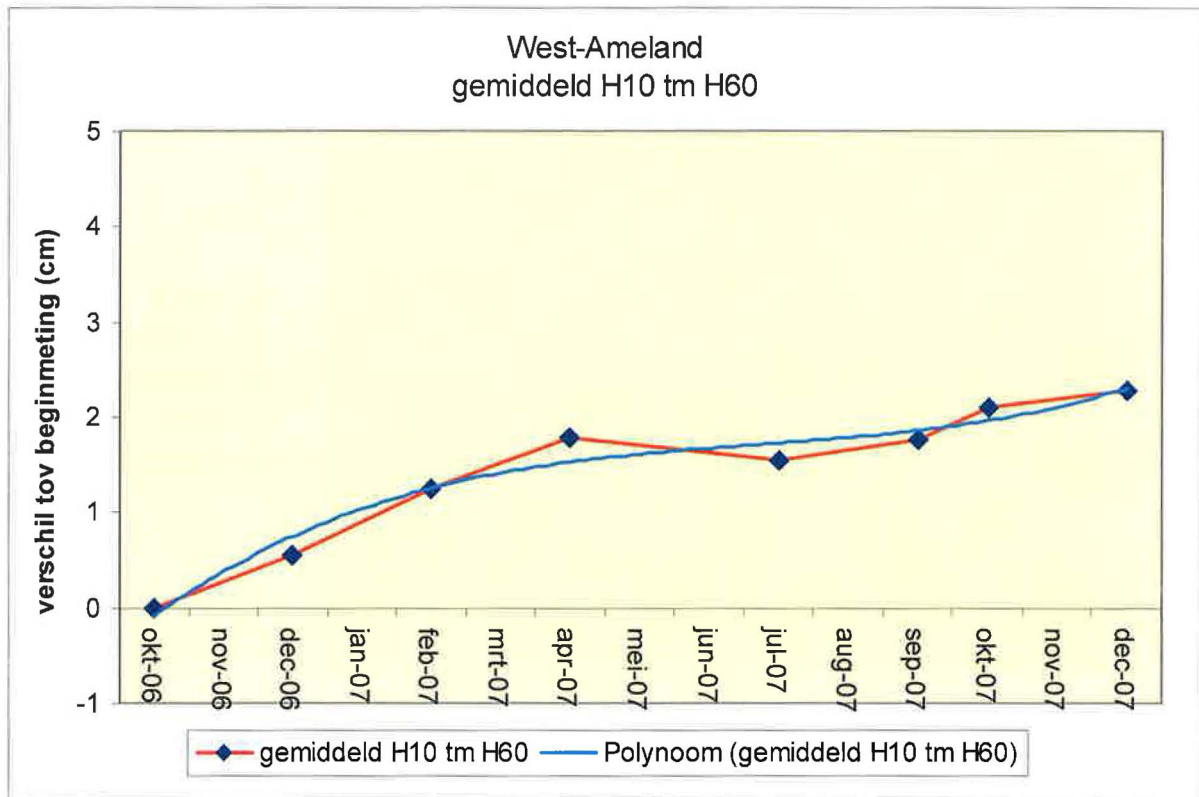
Figuur 17. Gemiddelde van de gemiddeldes van de meetstations S00 tm S150 in het onderzoeksgebied Oost-Ameland.



Figuur 18. Gemiddelde meetlijnen van de meetstations H10 tm H60 in het onderzoeksgebied West-Ameland. Tevens is het gemiddelde van deze 6 meetlijnen genomen als weergave van de sedimentatie van het gebied waarin de meetstations liggen.



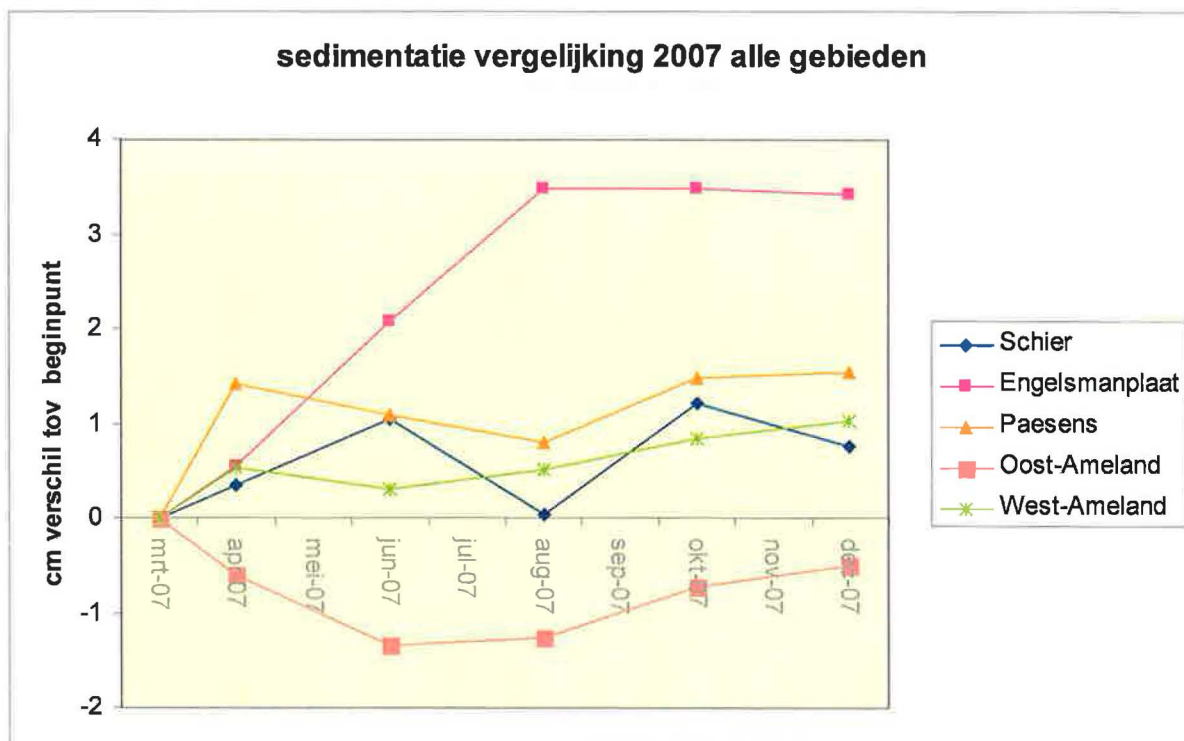
Figuur 19. Gemiddelde van de gemiddeldes van de meetstations H10 tm H60 in het onderzoeksgebied West-Ameland.



3.3 Wadsedimentatie in 2007.

Een eerste onderlinge vergelijking van de vijf onderzoeksgebieden is vanaf het voorjaar van 2007 mogelijk. Toen zijn de meetreeksen van Paesens (deels), Engelsmanplaat en Schiermonnikoog gestart. In figuur 20 staat de gemiddelde sedimentatie in 2007 van alle onderzoeksgebieden weergegeven. De meeste reeksen zijn nog erg kort maar over het jaar 2007 kan gezegd worden dat het bodemdalinggebied bij Oost-Ameland een negatieve balans van 5 mm sediment heeft. De overige 4 gebieden laten een positieve balans van 7 (Schiermonnikoog) tot 34 mm (Engelsmanplaat) zien. Hierbij dient te worden gezegd dat voor dit overzicht alle meetstations zijn verwerkt. Hierop zou wel enigszins gecorrigeerd kunnen worden omdat sommige meetstations onderhevig zijn aan een lokale dynamiek die maakt dat deze verandering de meting van plaathoogteverandering vertroebeld. Maar ook als sommige meetstations worden weggelaten in de berekeningen blijft het beeld van figuur 15 overeind. Het gebied Engelsmanplaat zou dan iets lager (28mm) uitkomen, voor de overige gebieden zou het verschil klein zijn.

Figuur 20. Onderlinge vergelijking van de sedimentatie in 2007 van de vijf onderzoeksgebieden.



3.4 Wadsedimentatie in relatie tot hoogteligging.

Van het gebied Oost-Ameland zijn de NAP hoogtes van de meetstations met DGPS ingemeten in 2003 en deels in 2004 (S140 en S150). Hierin kan een onnauwkeurigheid zitten van ongeveer 3 cm maar desondanks zijn deze data goed bruikbaar om alle meetstations te rangschikken op hoogteligging en te relateren aan de gemeten sedimentatie. In figuur 21 staan de hoogtes gerangschikt en de sedimentatie zoals die tot december 2007 gevorderd was over de gehele meetperiode van ieder meetstation. Hierbij valt op dat de twee laagstgelegen stations eroderen. S90 en S100 zijn de enige twee stations die op de plaatrand liggen en door geulwerking beïnvloed worden. Het station S110 is hierin niet representatief want hier is een grote lokale dynamiek (foto 4) die op andere meetmomenten wel sedimentatie laat zien. Dus het lijkt alsof de platen sedimenteren en de geulranden eroderen.

Figuur 21. Wadsedimentatie ten opzichte van hoogte ligging van de meetstations bij Oost-Ameland. Sedimentatiesnelheid in mm per jaar over de totale meetperiode. Meetperiode varieert van 3 tot 7 jaar tussen 2000 en 2007 (zie tabel 1). Meetdatum december 2007.

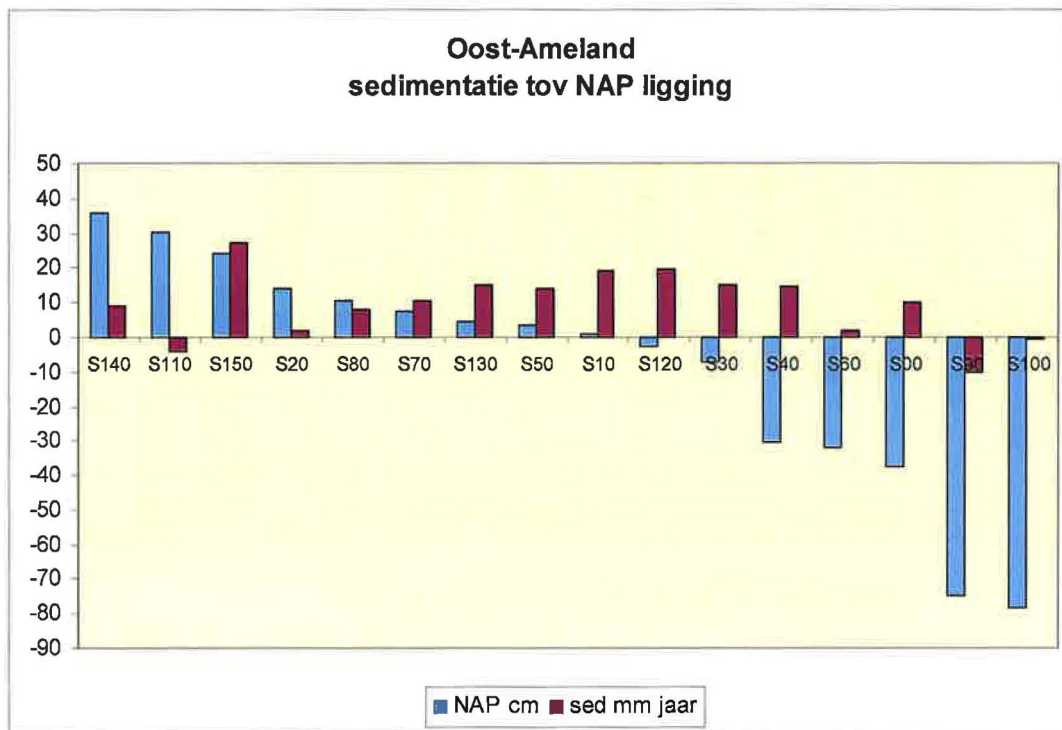


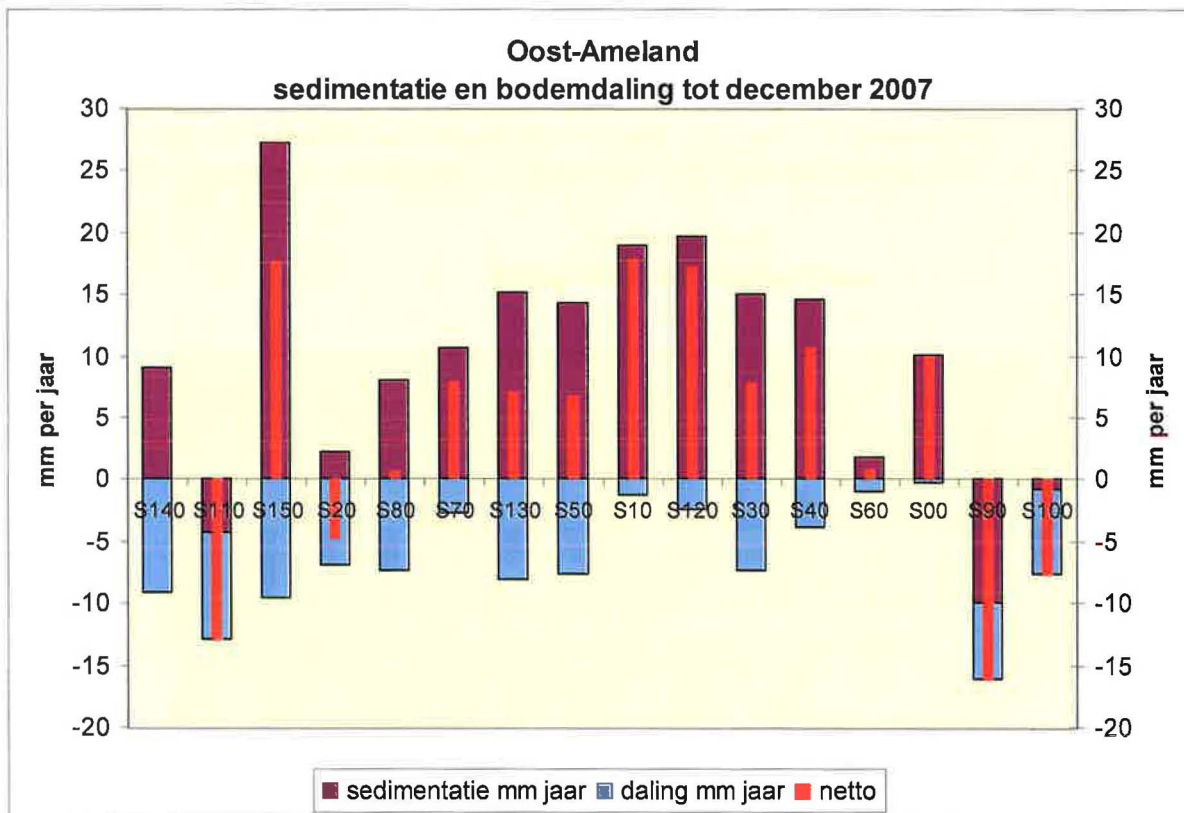
Foto 4. Meetstation S110 op luchtfoto. Zandgolven veroorzaken lokale dynamiek.



3.5 Wadsedimentatie in relatie tot bodemdaling.

In het gebied Oost-Ameland zijn de meetstations gedaald door bodemdaling. In figuur 22 is deze daling per meetstation uitgezet tegenover de sedimentatie en met de rode staaf is steeds het 'nettoresultaat' aangegeven. Dan blijken de beide 'geulstations' S90 en S100 ongeveer 7 tot 16 mm per jaar te dalen. Het station S110 is niet echt representatief (zie 3.4) maar ook station S20 laat een netto daling zien omdat de sedimentatie de bodemdaling niet bij kan houden. Bij S140 zijn sedimentatie en bodemdaling precies in evenwicht.

Figuur 22. Netto gemiddelde sedimentatie/erosie per jaar gedurende de gehele meetperiode per meetstation. Bijgewerkt tm december 2007.



3.6 Wadsedimentatie in relatie tot tijd.

Voor het gebied Oost-Ameland, waar een langere meetreeks bestaat, valt op dat veel meetstations in de periode zomer 2005-zomer 2006 hun hoogste sedimentatie ten opzichte van de beginmeting hebben bereikt en daarna weer gaan eroderen. Dit staat uitgezet in figuur 23. Een eenduidige verklaring hiervoor kan zonder nader onderzoek nu niet gegeven worden. Slechts de stations S10, S100, S120 en S150 laten nog een doorgaande stijging tot december 2007 zien. Daarbij is S100 een station op de geulrand waar de stijging weinig over plaatstijging zegt. S150 ligt kort voor de kwelderrand en ondervindt daarvan invloed. Slechts de stations S10 en S120 laten echt iets van plaatgedrag zien, waarbij, gezien de ligging, dus blijkt dat het gebied aan het eind van de dijk ter hoogte van de Zinkesloot nog ophoogt. De plaatdelen rond de overige meetstations eroderen in 2007.

Figuur 23. Oost-Ameland. Grafische weergave van periode van begin van meting tot de hoogst gemeten waarde. Daarna volgt erosie.

