

# Opslibbing en vegetatie kwelder Ameland-Oost; Jaarrapportage 2013

Alma V. de Groot en Willem E. van Duin  
Rapport C082.14



# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprichtgever:

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.  
Postbus 28000  
9400 HH Assen

Publicatiedatum:

19 mei 2014

**IMARES is:**

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 167  
1790 AD Den Burg Texel  
Phone: +31 (0)317 48 09 00  
Fax: +31 (0)317 48 73 62  
E-Mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)  
[www.imares.wur.nl](http://www.imares.wur.nl)

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A\_4\_3\_1-V13.3

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	5
1.1 Algemeen .....	5
1.2 Achtergrond.....	5
1.3 Doel jaarlijkse metingen .....	7
1.4 Doel rapportage.....	7
2 Methoden .....	8
2.1 Gebied en meetpunten (pq's) .....	8
2.2 Opslibbingsbalans .....	9
2.2.1 SEB-meting.....	9
2.2.2 Tegelmeting .....	10
2.2.3 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP .....	10
2.2.4 Vervanging SEB-palen 2013 .....	10
2.3 Vegetatie-opnamen in pq's.....	12
2.4 Overig.....	12
3 Resultaten .....	13
3.1 Opslibbing (SEB) en maaiveldhoogte .....	13
3.2 Vegetatie.....	16
3.2.1 Ontwikkelingen in de pq's .....	16
3.2.2 Algemeen beeld van de vegetatie- en gebiedsontwikkeling.....	16
3.3 Waterstanden.....	21
4 Discussie en Conclusies .....	22
4.1 Opslibbing .....	22
4.2 Vegetatie.....	22
5 Aanbevelingen.....	23
Referenties .....	24
Verantwoording .....	25
Bijlage A. Ligging van de meetraaien. ....	26
Bijlage B. Cumulatieve netto opslibbing per SEB.....	28
Bijlage C. Neerslag en verdamping .....	29
Bijlage D. Foto's van de ontwikkeling van pq's 313 en 904 .....	30

## Samenvatting

In 2013 zijn op de kwelder van Ameland-Oost de opslibbing en vegetatieontwikkeling op twee raaien gemeten, in totaal bestaande uit 38 permanente kwadraten. Dit is onderdeel van de lopende monitoring van de effecten van de bodemdaling door gaswinning.

De observaties over 2013 passen binnen de tot nu toe geobserveerde trends in maaiveldhoogte en vegetatieontwikkeling als gevolg van de bodemdaling op Ameland (Dijkema et al., 2011) en de natuurlijke variatie in opslibbing en vegetatieontwikkeling.

Door de droge zomer van 2013 is sterke inklink/compactie opgetreden en is de netto jaarlijkse opslibbing op de meeste meetpunten negatief, wat eens in de zo veel tijd kan gebeuren. Normaal gesproken wordt dit later weer gecompenseerd door jaren waarin stormen veel sediment binnenbrengen. Dit betekent echter (naar verwachting: de werkelijke bodemdalingsgegevens zijn nog niet beschikbaar) voor 2013 een netto daling van het maaiveld op de meetpunten.

De vegetatieontwikkeling heeft op een aantal meetpunten een regressie naar een lagere vegetatiezone of veranderingen binnen een zone laten zien. Dit werd vaak veroorzaakt door een afname van gewone zoutmelde en het innemen van de open plekken door andere soorten, zoals bv. klein schorrenkruid. Dit lijkt met de weersomstandigheden te maken te hebben (koude winter 2012/2013), aangezien de veranderingen in bedekking door gewone zoutmelde ook op andere eilandkwelders zijn geconstateerd.

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Eind 1986 is de gaswinning op Ameland-Oost gestart. In opdracht van de NAM is toen door een samenwerkingsverband van diverse kennisinstituten een voorspelling gemaakt van de mogelijke effecten van de bodemdaling (Dankers et al., 1987). Op basis daarvan is eind 1988 begonnen met monitoring van een uitgebreide reeks abiotische en biotische parameters, om zowel de bodemdaling als eventuele effecten daarvan op morfologie en flora en fauna te volgen in de tijd. Doel is eventuele effecten van bodemdaling door gaswinning waar te nemen zodat, indien noodzakelijk, passende maatregelen genomen kunnen worden. Op dit moment wordt de monitoring uitgevoerd volgens het plan voor bodemdalingsonderzoek op Ameland 2006 – 2020 (Marquenie, 2006). Een onderdeel van dit plan vormen de monitoring van opslibbing en vegetatieontwikkeling op de kwelder van Ameland-Oost. Het voorliggende rapport betreft de jaarrapportage over 2013 van de monitoring op de kwelder.

## 1.2 Achtergrond

De samenstelling van de kweldervegetatie en de opslibbingssnelheid zijn onder andere afhankelijk van de hoogte van het maaiveld, via de frequentie waarin het gebied onder water komt te staan (inundatiefrequentie). Aangezien de bodemdaling direct de hoogte van het maaiveld beïnvloedt, kan bodemdaling consequenties hebben voor zowel de vegetatiesamenstelling als de opslibbingssnelheid. De terugkoppeling tussen hoogteligging en sedimentatiesnelheid kan er echter voor zorgen dat, gegeven voldoende sedimentbeschikbaarheid en transportcapaciteit, de opslibbing de bodemdaling compenseert en er daarmee geen zichtbaar effect op de kweldervegetatie wordt gevonden.

De kwelder op Ameland bestaat uit twee delen: het oudere, beweide Nieuwlandsreid ('Vennoot') ten westen van het duincomplex Oerd, en de jongere, onbeweide Hon ten oosten daarvan. In 2011 is op Nieuwlandsreid rond de Oerdsloot een bodemdaling van 17-19 cm bereikt (gemiddeld 7 mm/j) en op het midden van De Hon 26-27 cm (gemiddeld 10 mm/j). De dalingsnelheid was het grootst begin jaren '90, en is inmiddels aan het afnemen.

In 1986 is een eerste voorspelling voor de veranderingen van de opslibbing en vegetatie op Ameland gemaakt. Deze effectenvoorspelling gaat uit van de vegetatiezonering: een maaiveldhoogteverandering leidt rechtstreeks tot een verandering van de kweldervegetatie. De prognose toen was (Dankers et al., 1987):

- Op Nieuwlandsreid zou door achterblijvende opslibbing t.o.v. de bodemdaling de vegetatiesamenstelling over een aanzienlijk oppervlakte verschuiven naar soorten die bij een hogere overstromingsfrequentie horen. Dit zou in sommige gevallen zelfs tot een algehele verschuiving naar een lagergelegen vegetatiezone kunnen leiden. Het totale kwelderoppervlak zou gelijk blijven.
- Op De Hon zouden de vegetatiezones langzaam richting duinen gaan opschuiven. Een deel van de lage kwelder zou overgaan in wad. Daarnaast zouden op de Hon ook grote natuurlijke veranderingen plaats gaan vinden.

Op basis van deze verwachtingen is een meetnet ingericht, dat in de loop der jaren aangepast is op basis van voortschrijdend inzicht.

Uit de monitoring tot nu toe blijkt (Dijkema et al., 2011):

- De opslibbing is hoog op locaties dicht bij het wad en bij de kreken, en laag in de kommen, op hooggelegen kwelderdelen en in het algemeen verder vanaf het wad.
  - o In de pionierzone en op de lage kwelder is de opslibbing (meer dan) voldoende om de bodemdaling te compenseren.
  - o Op de midden en hoge kwelder kan de opslibbing de bodemdaling niet bijhouden.
  - o De afstand tot het wad of tot kreken (de bronnen van het sediment) blijkt minstens zo belangrijk te zijn voor de snelheid van opslibbing als de hoogteligging.
- De bodemdaling op Ameland is groter dan de initieel ingeschatte grenswaarden, boven welke op eilandkwelders veranderingen in vegetatiesamenstelling werden verwacht en als extra consequentie daarvan afname van kwelderoppervlakte. Toch zijn de gemeten effecten op de vegetatie tot nu toe klein: regressie die werkelijk aan bodemdaling is toe te schrijven, is tot nu toe bij slechts twee PQ's (= 5% van het totaal) opgetreden. Ook is de verwachte afname in kwelderareaal niet opgetreden.
- Drainage is een sleutelfactor voor de ontwikkeling van de vegetatie, en leidt sneller tot veranderingen in vegetatie dan de maaiveldhoogte (Eysink et al., 2000; Dijkema et al., 2005). Regressie treedt direct op bij vernatting, b.v. door blokkering van een kreek, autonome kliferosie of vertrapping door vee.
- Op Nieuwlandsreid geven de RWS-vegetatiekaarten 1988 - 2009 enkele tientallen ha regressie te zien, vooral in de buurt van de Oerdsloot. Het areaal vegetatie met Zeealsem is tussen 2003 en 2009 verdubbeld.
- Op De Hon toont de reeks RWS-vegetatiekaarten 1988 - 2009 circa 10 ha regressie, vooral midden op De Hon. Dit effect wordt veroorzaakt door de combinatie van bodemdaling en lage opslibbing ver van de sedimentbron. Tegelijkertijd vindt 5 ha veroudering naar zeekweek (*Elytrigia atherica*) plaats, verzilt circa 10 ha duinvallei bij de boorlocatie naar kwelder en groeit er circa 8 ha nieuwe kwelder aan de wadkant aan. De nieuwe aanwas is een gevolg van hoge opslibbing, instuiving van zand en nieuwe kreekvorming.
- Op Ameland blijkt de eerder ingeschatte grenswaarde voor de opslibbingbalans van - 5 cm (Oost et al., 1998) een onderschatting te zijn van de veerkracht: in de periode 1986-2010 zijn pas effecten op de vegetatie opgetreden indien het maaiveld meer dan 10-15 cm onder de ondergrens van de betreffende vegetatiezone zakt. Daarom worden bij het interpreteren van de resultaten van de opslibbingbalans en de maaiveldhoogte nieuwe grenswaarden bij de zonehypothesen gebruikt:
  - o De vegetatie verandert indien het maaiveld onder een grenswaarde van 10-15 cm onder de ondergrens van een vegetatiezone zakt, ten opzichte van de ongestoorde situatie in 1986.
  - o Voor kommen wordt de nieuwe grenswaarde voor de maaiveldhoogte niet gebruikt, omdat de vegetatie-ontwikkeling in de kommen vooral afhangt van de drainage door kreken.

### **1.3 Doel jaarlijkse metingen**

De doelen van de lopende kweldermonitoring zijn:

1. Kwantificeren van de opslibbingbalans (bodemdaling + opslibbing) en toetsing aan de streefwaarde en grenswaarde voor veranderingen in vegetatiesamenstelling.
2. Kwantificeren van de vegetatieveranderingen (successierichting en kwelderareaal) en verklaren aan de hand van de opslibbingbalans, de ontwatering, de beweiding, de veranderingen in gemiddeld hoogwater (GHW) en de eventuele cumulatie van effecten veroorzaakt door deze factoren.
3. Voorstellen van eventuele beheermaatregelen.

Deze metingen worden jaarlijks uitgevoerd en gerapporteerd, om jaar-op-jaar veranderingen te kunnen detecteren en verklaren.

### **1.4 Doel rapportage**

In het voorliggende rapport wordt een verslag gegeven van de activiteiten en de resultaten van 2013, voor zover door IMARES uitgevoerd. Een uitgebreide analyse van de data en het vaststellen van eventuele trends vindt elke vijf jaar plaats in evaluatierapportages.

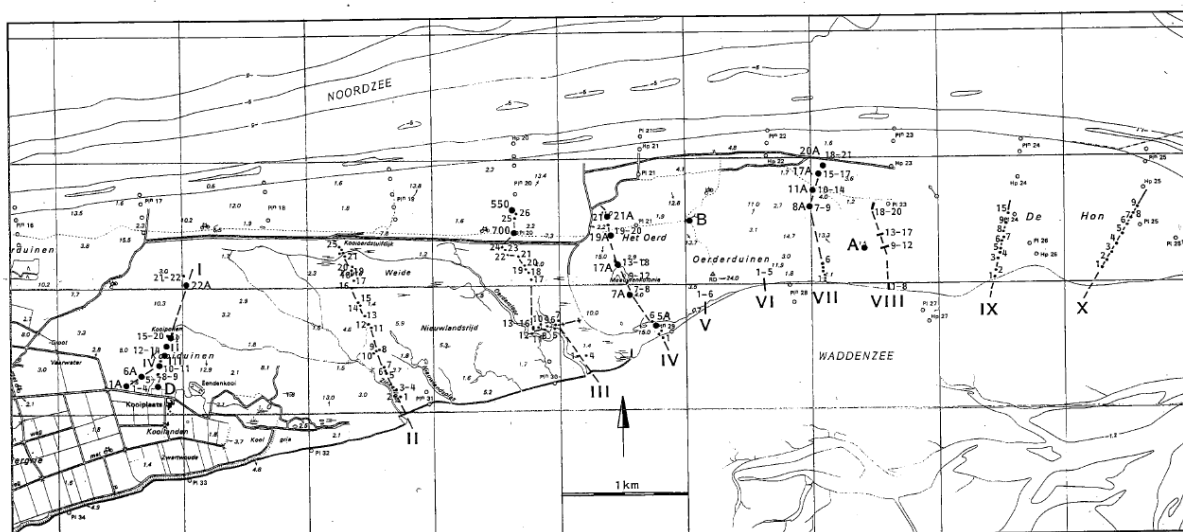
## 2 Methoden

### 2.1 Gebied en meetpunten (pq's)

De monitoring van de kwelder bestaat uit het periodiek opnemen van proefvakken (pq's: vegetatie en sedimentatie) en vegetatiekaarten. In de pq's (permanente kwadraten, vastliggende proefvakjes van 2 m x 2 m) worden jaarlijks de opslibbing en de vegetatiesamenstelling gemeten. Gemiddeld elke zes jaar wordt door RWS een vlakdekkende vegetatiekaart gemaakt in het kader van de VEGWAD-monitoring. Tenslotte worden de kwelders op Oost-Ameland twee tot drie maal per jaar visueel geïnspecteerd tijdens de metingen. De methoden staan in detail uitgewerkt in Eysink et al. (2000), Marquenie (2006) en Dijkema et al., (2011).

De metingen worden uitgevoerd op alle 38 pq's in de transecten 3 en 9 (Figuur 1 en Bijlage A; De overige transecten worden niet meer opgenomen). Transect 3 bevat 24 pq's (301 t/m 324) en loopt over Nieuwlandsreid ten oosten van de Oerdsloot, waar voor Nieuwlandsreid de grootste veranderingen als gevolg van de gaswinning werden verwacht. Transect 9 bevat 14 pq's (901 t/m 914) en loopt midden over de Hon. Beide transecten lopen van lage naar hoge kwelder. De opbouw van de meetpunten is weergegeven in Figuur 2.

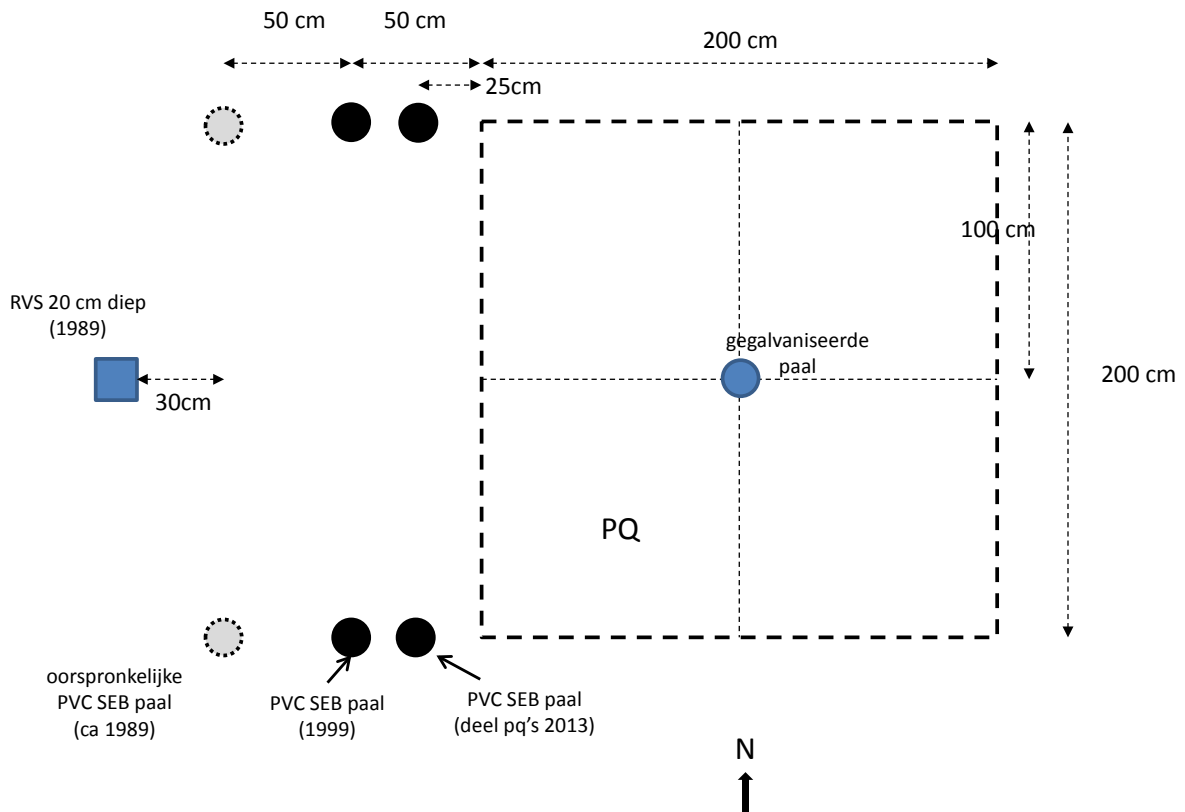
De metingen zijn in 2013 uitgevoerd op 7 maart (Sedimentatie-Erosie Balk, verder SEB genoemd) en 2 t/m 5 september (SEB en vegetatie).



- grondwaterpeilbuizen WL/RIN en RWS  
v 1.2.3 raai voor bodem- en vegetatieonderzoek

Figuur 1. Meetpunten voor maaiveldhoogte en vegetatie op kwelder en duinen van Ameland uit 1986, uitgezet in raaien (Dankers et al., 1987). Raai III (3) en IX (9) worden nog op dit moment gemonitord binnen de kweldermonitoring. De raaien 3 en 9 staan in meer detail in Bijlage A.





Figuur 2. Ligging van de vegetatie-pq (grote vierkant van 2 m x 2 m) ten opzichte van de SEB palen. De SEB-palen zijn in de loop van de tijd vervangen. De palen en de pq liggen noord-zuid georiënteerd. De RVS plaat, waarmee ook opslibbing wordt gemeten, is slechts bij een deel van de pq's aanwezig.

## 2.2 Opslibbingsbalans

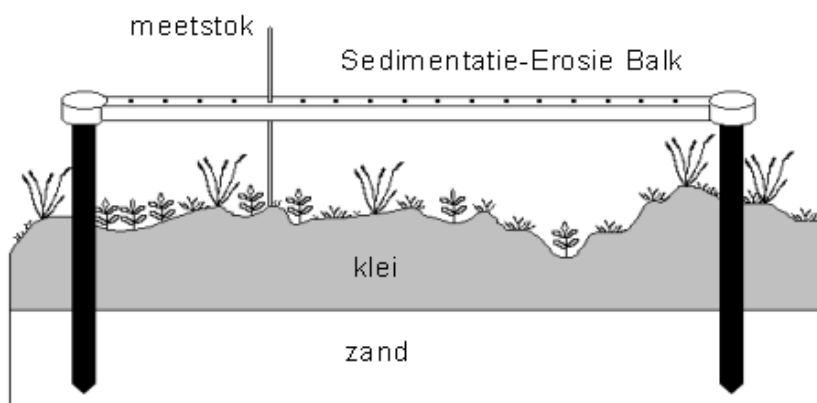
### 2.2.1 SEB-meting

De opslibbing wordt gemeten met de SEB-methode (Sedimentatie-Erosie Balk, Figuur 3). Bij elke vegetatie-pq staan twee stevige kunststof palen (doorsnee 7 cm) tot in de zandondergrond, die als referentiepunten dienen. Een draagbare aluminium balk wordt op de palen gelegd, en de afstand tussen de bodem en de bovenkant van de balk (en daarmee de koppen van de palen) wordt twee maal per jaar gemeten (Figuur 3). Deze meting geeft het netto resultaat van de opslibbing van nieuw sediment en de compactie van de gehele kleilaag, inclusief organisch materiaal. Overigens wordt de bodemdaling zelf hier *niet* direct mee gemeten, omdat de palen mee zakken met de bodemdaling. De SEB-meting wordt op Ameland twee maal per jaar uitgevoerd: in het vroege voorjaar wordt met name de winteropslibbing gemeten en in de nazomer met name de zomer-inklink. Deze laatste meting wordt voor de berekeningen van de hoogte van het maaiveld gebruikt (zie onder). Uit het begin van het monitoringprogramma op Ameland blijkt dat een meetfrequentie van minimaal twee maal per jaar nodig is om inzicht te krijgen in de processen achter de opslibbing (effect van stormen, klink, krimp en zwelling van de bodem). Dit inzicht is nodig om de effecten van de bodemdaling op de opslibbingsbalans betrouwbaar te kunnen kwantificeren. Daarnaast kunnen de resultaten vergeleken worden met andere locaties uit het SEB-meetnet van IMARES in de Waddenzee, omdat daar een zelfde meetfrequentie en meetmoment wordt gehanteerd.

Elk meetpunt is op basis van de ligging in het veld geclassificeerd als zijnde oeverwal, kom, overgang, duinkopje of verstoord.

### 2.2.2 Tegelmeting

Naast de SEB-metingen wordt in een aantal pq's de opslibbing ook gemeten door middel van een sedimentatieplaat (ook wel tegel-methode genoemd, Figuur 2). Deze metingen worden door het Natuurcentrum Ameland uitgevoerd door de hoeveelheid sediment boven een ondiep ingegraven tegel te meten. Deze meting geeft de bruto hoeveelheid sediment die er jaarlijks bijkomt, zonder de autocompactie van de diepere kleilaag onder de tegel (Nolte et al., 2013).



*Figuur 3. Principe van een SEB meting: een met een meetstok wordt de afstand van de aluminium Sedimentatie-Erosie Balk tot de bodem gemeten. De SEB-balk wordt voor elke meting op twee SEB-palen gelegd die permanent in het veld staan.*

### 2.2.3 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP

De hoogte van de koppen van de SEB-palen ten opzichte van NAP is op enig moment bekend uit de combinatie van hoogtemetingen en het bodemdalingsmodel van de NAM. Samen met de opslibbingsgegevens wordt daarmee de actuele maaiveldhoogte bij de pq's berekend.

### 2.2.4 Vervanging SEB-palen 2013

In de loop van de tijd kunnen SEB-palen door verschillende oorzaken onbruikbaar worden. Door de voortdurende opslibbing kunnen ze onder het maaiveld verdwijnen, en met name aan de kwelderrand kan ijsgang de palen ontzetten of zelfs uit de bodem trekken. In dergelijke gevallen moeten de SEB-palen vervangen of herplaatst worden, waarbij de oorspronkelijke hoogte wordt gekoppeld aan de hoogte van de nieuwe palen. Dit was voor het laatst in 1999 gebeurd.

In 2013 zijn op locaties waar dat nodig was nieuwe palen geplaatst (Figuur 4). Op basis van de gemiddelde opslibbing van de laatste 10 jaar en veldobservaties is bepaald welke SEB-palen vervangen dienden te worden, uitgaande van een levensduur van minimaal 10 jaar. Op De Hon was dit 901 (verdwenen door ijsgang), op Nieuwlandsreid zijn 301, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 310 en 319 vervangen. De nieuwe palen zijn 25 cm oostelijk van de eerdere palen neergezet. Door ook de oude locaties te vergelijken met de nieuwe is een correctiefactor berekend zodat er geen trendbreuk optreedt.

Op Nieuwlandsreid zijn de palen zo gezet dat ze maximaal circa 10 cm boven de bodem uitsteken, omdat anders het risico bestaat dat het vee er tegenaan gaat schuren en daarbij de bodem vertrapt. In dat geval zijn de SEB-metingen niet representatief meer. Als de palen op sommige plaatsen op den duur toch onder dreigen te slibben, dan kunnen daar, net zoals de afgelopen jaren is gedaan, tijdelijke palen in de vorm van PVC-pijpjes worden neergezet.

Zowel de oude als de nieuwe palen zijn met de SEB gemeten, waaruit een correctiefactor voor de nieuwe palen is afgeleid. In februari 2014 zijn door Geomaat, in opdracht van de NAM, alle SEB-palen (ook die niet vervangen zijn) nauwkeurig t.o.v. NAP ingemeten, als onderdeel van die waterpassing van de peilmerken die standaard elke drie jaar wordt gedaan. De inmeting van de SEB-palen dient meerdere doelen:

- Een foutloze overgang tussen metingen met de oude en nieuwe palen. Dit is noodzakelijk waar de oude palen verdwenen zijn, en zeer aan te bevelen op plaatsen waar tijdelijke PVC-pijpjes zijn geplaatst.
- Een controle op de gebruikte getallen voor maaiveldaling. De werkelijke hoogte van de SEB-palen (en daarmee dus de maaiveldaling ter plaatse van de pq's) wordt nu berekend uit de contouren van de algemene bodemdaling, die weer wordt bepaald aan de hand van een permanent GPS meetstation en de waterpassing van de peilmerken elke drie jaar. Voor de SEB-palen is het zinnig om dit zo nu en dan te ijkten met veldmetingen.



*Figuur 4. Impressie van het vervangen van de SEB-palen in 2013.*

### 2.3 Vegetatie-opnamen in pq's

Eén keer per jaar, aan het eind van de zomer, wordt in alle pq's (2 x 2 m<sup>2</sup>) in de transecten 3 en 9 de bedekking van de afzonderlijke plantensoorten opgenomen. Dit wordt gedaan volgens de '4<sup>e</sup> Bosstatistiek' opnameschaal (Hennekens, 2009), waarin alle plantensoorten die voorkomen in de pq worden gescoord op bedekking. Ook de hoogte van de vegetatie, mate van begrazing (konijnen/hazen/ganzen en beweiding) en drainage worden genoteerd. De pq-gegevens worden volgens de SALT97 classificatie geïnterpreteerd<sup>1</sup>, tot op het niveau van soortengroepen. Vervolgens worden de pq's beoordeeld of ze successie of regressie hebben ondergaan ten opzichte van het voorafgaande jaar en de beginsituatie, of dat ze stabiel zijn. Successie, ook wel veroudering genoemd, wil zeggen dat de vegetatie is veranderd volgens de standaard reeks van ontwikkeling van pionierzone – lage kwelder – midden kwelder – hoge kwelder, of binnen een kwelderzone naar een volgende fase (bijvoorbeeld een toename van zeekweek). Regressie is een verandering in de omgekeerde richting en wordt daarom ook wel verjonging genoemd. Waar mogelijk wordt de oorzaak van de verandering aangegeven. Bij deze interpretatie worden beweidingsgegevens van Natuurcentrum Ameland gebruikt en gegevens over het neerslagoverschot en inundatiefrequentie (aangeleverd door Deltares).

Geregelde en gedetailleerde vegetatieopnamen zijn noodzakelijk om de effecten van bodemdaling van die van beheermaatregelen en natuurlijke veranderingen te kunnen scheiden. Vanwege de huidige negatieve opslibbingbalans op een deel van de PQ's worden de vegetatieopnamen jaarlijks uitgevoerd. Dit is ook noodzakelijk omdat jaar-op-jaar fluctuaties in vegetatiesamenstelling vrij groot kunnen zijn door variaties in weersomstandigheden (temperatuur, neerslag, vorst, overstromingen door stormen).

### 2.4 Overig

Gegevens over de begrazingsdruk door vee en ganzen worden via het Natuurcentrum Ameland geleverd. Deze zijn voor 2013 nog niet beschikbaar.

Gegevens van neerslag (Nes, Ameland) en verdamping (Lauwersoog) worden door Deltares geleverd op basis van gegevens van het KNMI. Het neerslagoverschot voor het groeiseizoen is bepaald door de potentiële verdamping van maart tot en met augustus af te trekken van de neerslag in diezelfde periode.

Waterstanden van station Nes (Ameland) zijn gehaald van Waterbase ([live.waterbase.nl](http://live.waterbase.nl)) van Rijkswaterstaat.

---

<sup>1</sup> Intussen is ook de nieuwe SALT2008 classificatie beschikbaar, maar om de reeks vanaf 1986 consequent te houden wordt in dit geval nog steeds SALT97 gebruikt. Een nieuwe classificatie kan namelijk tot schijnbare veranderingen in vegetatietype leiden die er in de werkelijkheid niet zijn.

## 3 Resultaten

### 3.1 Opslibbing (SEB) en maaiveldhoogte

Normaal gesproken vertonen de SEB-metingen opslibbing in de winterperiode en enige klink in de lente en zomer. In de meeste pq's is de winteropslibbing in 2013 normaal geweest (Figuur 5, één na laatste punt, zie ook Bijlage B). Aan het eind van de zomer lag het niveau van de netto opslibbing echter op het zelfde niveau als in 2012, of lager. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door de droge zomer van 2013, met een neerslagtekort in het groeiseizoen (Bijlage C). Dit valt binnen de normale variatie in opslibbing die van jaar tot jaar plaatsvindt: ook in 2006 is dit gebeurd, waarna de opslibbing in de jaren daarna weer netto positief was op de niet-verstoorde pq's<sup>2</sup>.

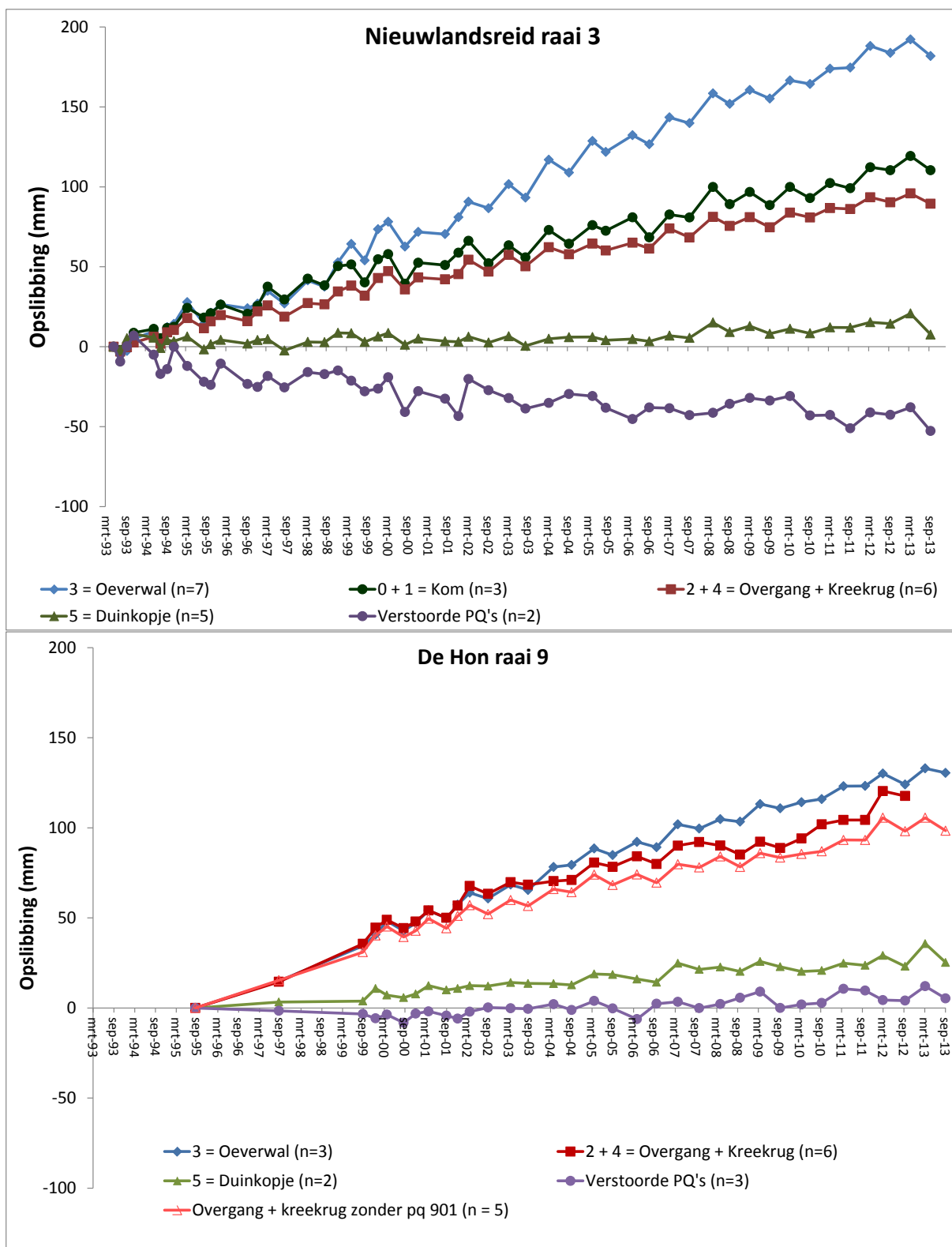
De plaatmetingen laten soms een ander patroon zien (Figuur 6). Dit kan veroorzaakt worden doordat de plaatmetingen de klink in de kleilaag onder de plaat niet meenemen en de SEB-metingen wel, oftewel dat de plaat mee zakt als de bodem inklinkt.

De SEB-palen bij pq 901 waren aan het eind van de winter 2013 verdwenen, naar alle waarschijnlijkheid door ijsgang. De palen zijn in de herfst opnieuw geplaatst, maar de meting in 2013 vervalt daarmee voor meetpunt 901. Wel was opvallend dat op deze locatie veel zand in de pionierzone is gewaaid en daarmee de pionierzone heeft opgehoogd.

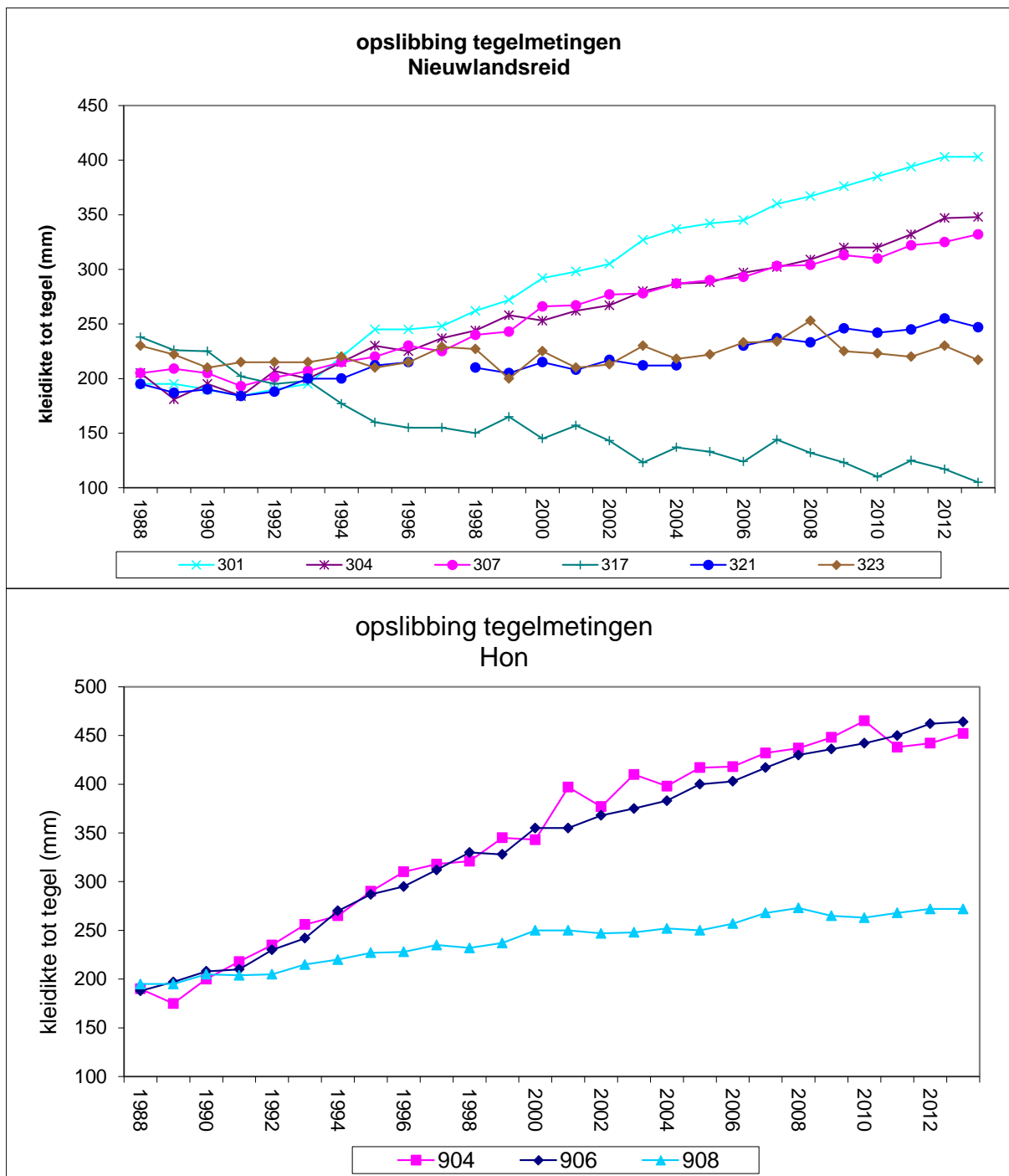
De exacte waarde van de bodemdaling voor 2013 is nog niet bekend. Deze kan worden bepaald wanneer de metingen van peilmerk daling van 2014 beschikbaar zijn. Daarom wordt over de hoogteligging van het maaiveld t.o.v. NAP in 2013 niet gerapporteerd; figuren van de hoogte van het maaiveld zijn te vinden in de jaarrapportages van 2011 en 2012 (niet formeel gepubliceerd, wel in bezit NAM). Omdat de cumulatieve netto opslibbing in 2013 door de sterkte zomerse inklink op veel plaatsten lager ligt dan in 2012, kan, zelfs zonder de exacte bodemdalingcijfers voor 2013 mee te nemen in de berekening, geconcludeerd worden dat de maaiveldhoogte bij deze pq's lager zal liggen dan in 2012.

---

<sup>2</sup> Een pq kan op verschillende manieren verstoord raken, bijvoorbeeld door ondergraving door een kreek, door vertrapping door vee, of door afdamming van een kreek zodat een meertje ontstaat.



Figuur 5. Cumulatieve netto opslibbing voor Nieuwlandsreid (boven) en de Hon (onder). Vanwege het ontbreken van 901 in 2013 is bij de Hon ook een doorlopende serie van overgang-kreekrug gemaakt waar 901 (met bovengemiddelde opslibbingssnelheden) uit is gelaten.



Figuur 6. Opslibbing op tegels (platen) (data: Natuurcentrum Ameland).

## 3.2 Vegetatie

### 3.2.1 Ontwikkelingen in de pq's

Van de 38 pq's hebben er 16 een verandering ondergaan in vegetatietype tussen 2012 en 2013 (Tabel 1). Dit past bij de natuurlijke dynamiek in kweldervegetatie. Eén van de belangrijkste veranderingen ten opzichte van 2012 is een afname van Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*). De afname van gewone zoutmelde is over het hele gebied te zien en wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door de derde strenge winter op rij (2010/2011, 2011/2012, 2012/2013). Op de meeste plaatsten zijn de planten sterk beschadigd, en daarmee in bedekking afgenomen. De planten komen wel weer terug in de vorm van kiemplanten en uitlopen van bestaande platen, maar zijn op het moment nog klein. Door de afname van gewone zoutmelde krijgen andere planten meer kans, zodat de vegetatiesamenstelling op een aantal plaatsen is veranderd. De pq's waar een afname in zoutmelde is gemeten zijn 302, 308, 310, 312, 313, 314, 316, 904, 906, 907 en 908 (zie bijlage A voor locaties). Vaak zijn klein schorrenkruid, spiesmelde en/of gewoon kweldergras op die pq's toegenomen. Of dit effect heeft gehad op het vegetatietype verschilt: bij de meeste betreft het een verschuiving van vegetatietype binnen dezelfde zone, soms geen verandering van type maar wel in bedekking van gewone zoutmelde, bij 313 regressie richting dominantie met klein schorrenkruid, en bij 904 successie richting dominantie van zeekweek (Figuur 7 en bijlage D). Het doodvriezen en voorzichtige herstel van gewone zoutmelde is dit jaar ook waargenomen tijdens veldbezoeken op Schiermonnikoog en Spiekeroo, en lijkt dus vooral normale variatie te representeren.

Ook zijn er andere veranderingen geweest. In 304 is de bedekking van Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*) toegenomen, waarmee successie heeft plaatsgevonden van pionierzone naar lage kwelder. In 904 was er voortgaande invasie van zeekweek (*Elytrigia atherica*) vanaf de oeverwal (Figuur 7), wat mede gefaciliteerd kan zijn door de afname in gewone zoutmelde. In 309 zijn door vertrapping door het vee fluctuaties vrij normaal. Het aantal verstoorde pq's is gelijk gebleven.

Gegevens van de bodemdaling zijn voor 2013 nog niet beschikbaar, deze komen pas medio 2014. Daarom kan de actuele maaiveldhoogte niet op tijd voor deze rapportage berekend worden, en kan ook de ligging van de pq's ten opzichte van de ondergrens van hun vegetatiezone niet worden bepaald. Dit wordt in de jaarrapportage van 2014 weer gedaan.

### 3.2.2 Algemeen beeld van de vegetatie- en gebiedsontwikkeling

De eenjarigen hebben van nature een jaarlijks wisselende bedekking. Klein schorrenkruid is één van die opportunistische soorten, die in 2013 gemiddeld in hogere bedekkingen aanwezig was dan de jaren daarvoor.

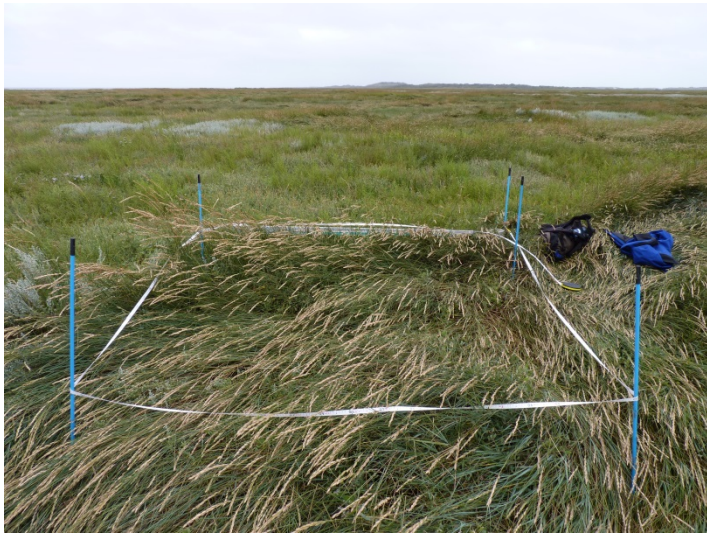
Het is een koud voorjaar geweest en een droge zomer, met in het groeiseizoen een neerslagtekort van 196 mm (dit is overigens vergelijkbaar met 1990, 1991 en 1996, bijlage C). Of dit nog effect op de vegetatieontwikkeling heeft gehad kan niet worden gezegd.

Op de Hon lijkt sprake te zijn van toegenomen kreekvorming, in de vorm van veel kleine, ontwikkelende kreekjes vanuit de hoofdkreken. Dit is in ieder geval al sinds 2004 gaande, en kan op den duur de drainage verder gaan verbeteren en daarmee de vegetatiesuccessie faciliteren. Dit is iets om de komende jaren in de gaten te blijven houden.

Uit veldbezoek volgde de indruk dat Nieuwlandsreid ter plaatse van raai 3 vrij intensief en tot laat in het seizoen (oktober) is beweide. Dit kan effecten hebben op de vegetatieontwikkeling.

In de winter 2012/2013 is veel zand vanuit oosten over het wad komen waaien en langs de kwelderrand afgezet, voor het grootste deel verder ten oosten van de onderzoeksraai. Hierdoor zijn enkele kreken afgesloten geraakt (Figuur 8). Als dit niet wegwaait of de kreken er doorheen breken, kan dit extra vernatting en dus regressie betekenen. Vegetatiekaarten moeten uit gaan wijzen of dit op termijn werkelijk optreedt.





*Figuur 7. PQ 904 waar dit jaar strandkweek de vegetatie is gaan domineren, door uitbreiding vanaf de oeverwal rechts. Zie ook bijlage D.*



*Figuur 8. Zandafzetting aan de wadrand waardoor sommige kreken geblokkeerd raakten.*

Tabel 1. Ontwikkeling van vegetatiesamenstelling en opslibingsbalans in de pq's. De pq's zijn gerangschikt volgens de vegetatiezone waarin ze in 1986 lagen. De dikgedrukte vegetatietypen hebben van 2012 naar 2013 successie of regressie ondergaan.

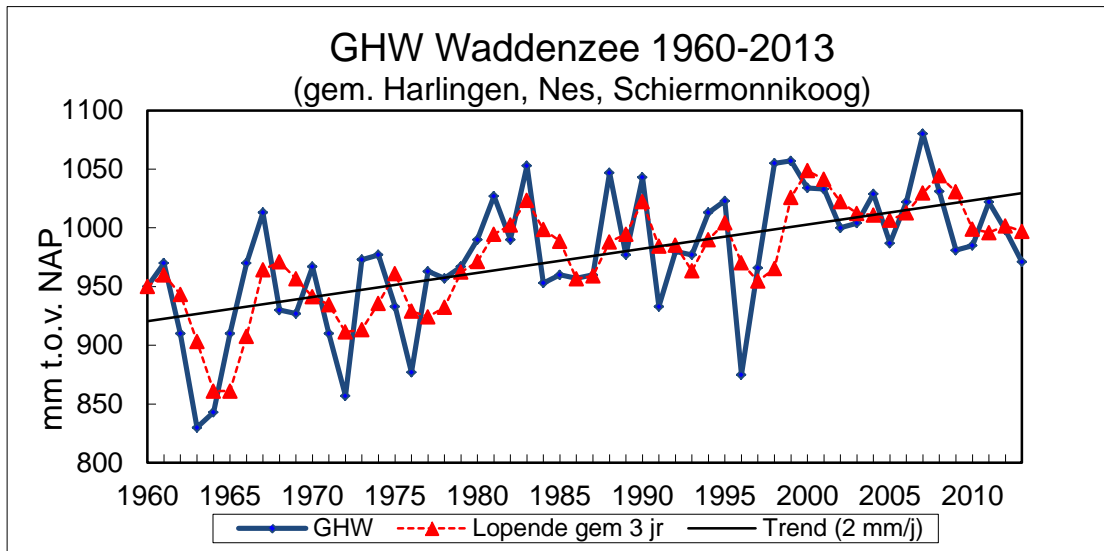
PQ	drainage	Gem. opslibing 1986-2013 (mm/j)	zone in 1986	vegetatie-type 1986	vegetatie-type 2012	vegetatie-type 2013	zone 2013	verandering 1986 – 2013 (jaartal is eerste jaar met bedekking 10 – 25 %)
302	kom - droog	7.5	pionier	Qu	Ph3	P	21: lage kwelder	kom: successie schorrenkruid > zoutmelde 2011
304	kom - nat	6.3	pionier	Qq3	Qq3	<b>P</b>	21: lage kwelder	kom: stabiel vanaf 1986 - > schorrenkruid 2008 - 2011
305	oeverwal 1e & 2e orde	15.5	pionier	Qq3	Pp	Pp	21: lage kwelder	snelle opslibing -> successie kweldergras 2009
309	kom - nat	2.8	pionier	Qu	*	Qq3	12: pionier	kom: ->vertrapt koeien 2000, periodiek schorrenkruid
310	oeverwal 1e & 2e orde	9.1	pionier	Ss5	Ph3	Xx5	32: middenkwelder zeekweek	successie: zoutmelde 2004, periodiek schorrenkruid
312	oeverwal 1e & 2e orde	6.5	pionier	Pps	Ph5	Ph3	21: lage kwelder	successie: zoutmelde 2006
901	overgang - vlakte		pionier	Qq3	Ss3			variabele pionierzone
902	overgang - vlakte	8.1	pionier	Qq3	~	Qq3	12: pionier	successie naar jonge kwelder
301	oeverwal 1e & 2e orde	7.8	lage kwelder	Pj	Xy5	Xy3	32: middenkwelder zeekweek	successie zeealsem 2001 - > zeekweek 2010
306	oeverwal 1e & 2e orde	6.6	lage kwelder	Pp	Pp	Pp	21: lage kwelder	stabiel int. beweid, zeealsem weg 2007
308	oeverwal 1e & 2e orde	17.0	lage kwelder	P	Ph5	Xx5	32: middenkwelder zeekweek	snelle opslib. -> zoutmelde 2004, periodiek Suaeda
313	oeverwal 1e & 2e orde	5.9	lage kwelder	P	Ph3	<b>Qq3</b>	12: pionierzone	successie: zoutmelde 2007
314	oude kreekrug	5.2	lage kwelder	Pp	Ph3	Jfz	31: middenkwelder	afn. kweldergras; successie zeealsem 2003, zoutmelde 2009
315	oude kreekrug	4.8	lage kwelder	Pp	Xy3	Xy3	32: middenkwelder zeekweek	afn. kweldergras; successie zoutmelde 2007, zeekweek 2011
903	oeverwal 1e & 2e orde	8.2	lage kwelder	P	Ph5	Ph5	21: lage kwelder	successie: zoutmelde 2003

<i>PQ</i>	<i>drainage</i>	<i>Gem. opslibbing 1986-2013 (mm/j)</i>	<i>zone in 1986</i>	<i>vegetatie-type 1986</i>	<i>vegetatie-type 2012</i>	<i>vegetatie-type 2013</i>	<i>zone 2013</i>	<i>verandering 1986 – 2013 (jaartal is eerste jaar met bedekking 10 – 25 %)</i>
	orde							
<b>904</b>	oeverwal 1e & 2e	8.5	lage kwelder	Pp	Ph5	<b>Xy5</b>	32: middenkwelder zeekweek	successie: zoutmelde 1999, zeekweek 2011
	orde							
<b>906</b>	overgang - vlakte	9.9	lage kwelder	PI3	Ph5	Xx5	32: middenkwelder zeekweek	successie: zoutmelde 1995
<b>303</b>	oude kreekrug	6.2	midden kwelder	Jf	Jf	Jf	33: middenkwelder met hoge kweldersoorten	regressie -> successie -> zeealsem 1995
<b>307</b>	overgang - vlakte	4.7	midden kwelder	Jf	Jf	Jf	33: middenkwelder met hoge kweldersoorten	stabiel, zeealsem 1999- 2010
<b>311</b>	oeverwal 1e & 2e	4.3	midden kwelder	Jfz	Jf	Jf	33: middenkwelder met hoge kweldersoorten	ligplaats koeien: stabiel zeealsem 1986
	orde							
<b>316</b>	oude kreekrug	4.3	midden kwelder	Jf	Jfh	Jf	33: middenkwelder met hoge kweldersoorten	zeealsem stabiel; successie zoutmelde 2009
<b>320</b>	duinkopje	1.1	midden kwelder	Jf-r	Xy5	Xy5	32: middenkwelder zeekweek	zeekweek 1997; cycl. regressie 2007; zeekweek 2009
<b>321</b>	overgang - vlakte	1.7	midden kwelder	Jj	Jj	Jj	33: middenkwelder met hoge kweldersoorten	stabiele "Zoute Weide" vanaf 1986
<b>905</b>	oeverwal 1e & 2e	5.1	midden kwelder	Jf	Xy5	Xy5	32: middenkwelder zeekweek	successie: zeekweek 2004 -> tijd. zoutmelde 2009
	orde							
<b>907</b>	overgang - vlakte	4.8	midden kwelder	Jf	Ph5	Ph5	21: lage kwelder	regressie lage zone 2004 - > successie zoutmelde 2004
<b>908</b>	overgang - vlakte	2.8	midden kwelder	Jf	Ph5	Ph5	21: lage kwelder	regressie lage zone 86 -> 95 -> successie zoutmelde 2000
<b>909</b>	oude kreekrug	1.8	midden kwelder	Jf	Xy5	Xy5	32: middenkwelder zeekweek	stabiel 1986-2005; successie zeekweek 2005
<b>913</b>	duinkopje	1.1	midden kwelder	R	Xy5	Xy5	32: middenkwelder zeekweek	successie: zeekweek 1993
<b>319</b>	duinkopje	-0.2	hoge kwelder	Rgv	R*	R*	niet-gespecificeerd	regressie: zeekweek 1991- > festuca 2006, agrostis 2011
<b>322</b>	duinkopje	-0.2	hoge kwelder	Xy3	Rg*	Rg	42: hoge en brakke kwelder	stabiel vanaf 1989: grazige hoge kwelder
<b>323</b>	duinkopje	-0.2	hoge kwelder	Xy5r	Xy3	Xy3	32: middenkwelder zeekweek	stabiel zeekweek vanaf 1986
<b>324</b>	duinkopje	1.5	hoge	Rm	Jfm*	Jf	33: middenkwelder	zeerus cyclisch: zeekweek

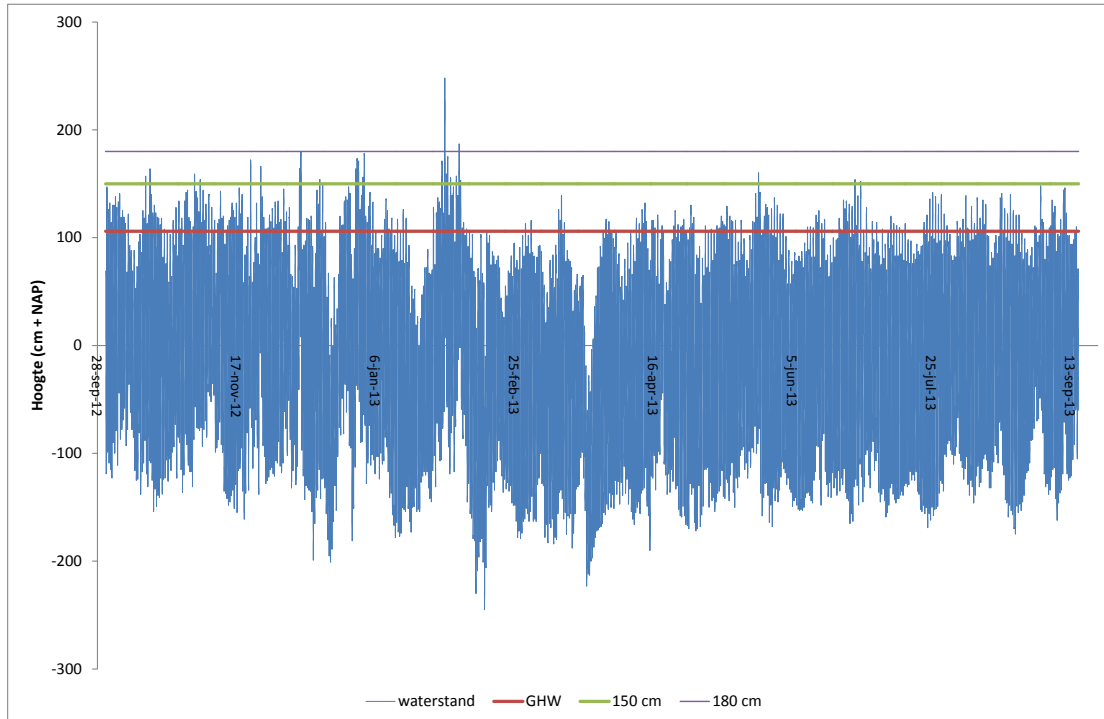
<i>PQ</i>	<i>drainage</i>	<i>Gem. opslibbing 1986-2013 (mm/j)</i>	<i>zone in 1986</i>	<i>vegetatie-type 1986</i>	<i>vegetatie-type 2012</i>	<i>vegetatie-type 2013</i>	<i>zone 2013</i>	<i>verandering 1986 – 2013 (jaartal is eerste jaar met bedekking 10 – 25 %)</i>
			kwelder				met hoge kweldersoorten	2000-2011, Riet 2007
<b>914</b>	duinkopje	1.7	hoge kwelder	Cr	Xy5	Xy5	32: middenkwelder zeekweek	successie: zeekweek 1991
<b>317</b>	overgang - vlake	-3.4	verstoord	Jf	Pp	Pp	21: lage kwelder	1986-2011 midden, 2012 laag; vertrapt 1993
<b>318</b>	kom - nat	-1.9	verstoord	~	*	*	niet-gespecificeerd	stabiel vanaf 1986; zwaar vertrapt koeien 1986
<b>910</b>	overgang - vlake	1.0	verstoord	Jf	Ppl	Ppl	21: lage kwelder	kreek dicht: regressie lamsoor 1995, laag 2012
<b>911</b>	kom - nat	0.6	verstoord	PI3	Ss3	Ss3	12: pionier	kreek dicht: volledige regressie 1993
<b>912</b>	overgang - vlake	-0.6	verstoord	Jf	Jfl	Jfl	31: middenkwelder	kreek dicht: regressie lamsoor 1991

### 3.3 Waterstanden

Het gemiddeld hoog water van 2013 is laag ten opzichte van de vijftien jaar ervoor (Figuur 9). Na de SEB-meting van de winter (7 maart) zijn de meeste pq's niet tot zelden overstroomd (Figuur 10). Dit heeft waarschijnlijk bijgedragen aan het uitdrogen en daarmee inklinken van het kweldersediment.



Figuur 9. Jaargemiddelde hoogwater van 1960-2013 op basis van RWS-data voor Harlingen, Nes en Schiermonnikoog.



Figuur 10. Gemeten waterstanden bij Nes van oktober 2012 tot half september 2013, de tijd tussen de SEB-metingen van 2012 en 2013. Data: Waterbase Rijkswaterstaat. Bij een waterstand van 150 cm + NAP zijn de meeste pq's onder water, bij een waterstand van 180 cm +NAP alle.

## **4 Discussie en conclusies**

De observaties over 2013 passen binnen het algemene beeld van de effecten van de bodemdaling op Ameland (Dijkema et al., 2011) en de natuurlijke variatie in opslibbing en vegetatieontwikkeling. Op de kwelder zijn ruimtelijke variaties groot (pq's 313, 314 en 315 liggen bijvoorbeeld vlak bij elkaar, maar laten een andere ontwikkeling zien). Daarom geven de twee monitoringraaien slechts een indicatie van wat er op de kwelder als geheel gebeurt.

### **4.1 Opslibbing**

Door de sterke compactie van de bodem in de zomer van 2013 is de opslibbing op de meeste meetpunten negatief, wat eens in de zo veel tijd kan gebeuren. Normaal gesproken wordt dit later weer gecompenseerd door jaren waarin stormen veel sediment binnenbrengen. Voor 2013 wordt er op basis van de SEB-metingen echter een netto daling van het maaiveld op de monitoringraaien verwacht.

In het SEB-meetnet op de vastelandskwelders van de Waddenzee is tussen augustus 2012 en augustus 2013 (heel globaal samengevat) een vrij sterke toename van maaiveldhoogte in de pionierzone waargenomen, een matige toename in de lage kwelder, een lichte afname op de midden kwelder en de sterkste afname in de zeekweek-pq's en zomerpolder-pq's met een lage bedekking. De verschillen tussen Ameland en de vastelandskwelders kunnen veroorzaakt worden doordat de vegetatiebedekking op Ameland (en andere eilandkwelders) over het algemeen lager is dan op de vastelandskwelders. Daardoor kan de inklink door de zon versterkt zijn.

### **4.2 Vegetatie**

De vegetatieontwikkeling heeft op een aantal plaatsen regressie of veranderingen binnen een zone laten zien door een afname van gewone zoutmelde. Op dit moment is de inschatting dat dat met de weersomstandigheden, d.w.z. de strenge winter van 2012/2013, te maken heeft, omdat het ook op andere eilanden voorkomt. Echter, de verwachting is dat de gewone zoutmelde zich de komende jaren weer zal herstellen, wanneer daarvoor de juiste abiotische omstandigheden optreden. De komende jaren zullen moeten uitwijzen of dit gebeurt en of de bodemdaling hier wel of geen effect op heeft.

## 5 Aanbevelingen

Gezien de grote ruimtelijke variatie in kwelderontwikkeling, en omdat dat de ontwikkelingen in pq's en vegetatiekaarten niet altijd overeenkomen (Dijkema et al., 2011), zou het goed zijn om het aantal meetpunten verspreid over de kwelder uit te breiden. Dit kan gerealiseerd worden door oude raaien (Figuur 1) te hermeten: hiervan zijn gegevens uit 1986 beschikbaar van vegetatiesamenstelling en maaiveldhoogte (Dankers et al., 1987). Dit zou met een lagere frequentie kunnen gebeuren dan de twee huidige raaien, maar helpt niettemin om een representatiever beeld te krijgen van de gehele kwelder.

Naar aanleiding van de observaties in 2013, blijven de volgende zaken de komende jaren aandachtspunten binnen de lopende monitoring:

- Of de opslibbing na de lage waarden van 2013 weer terugkeert op het niveau van de jaren ervoor;
- Of de ophoping van zand langs de zuidostrand van de Hon blijvend is en effect heeft op de ontwatering en vegetatieontwikkeling (zesjaarlijkse RWS vegetatiekartering);
- Of gewone zoutmelde weer op het niveau van 2012 terugkeert;
- Of de kreekontwikkeling (achterwaartse insnijding) op de Hon verder doorzet.

Deze zaken zijn nodig om te bepalen welke vegetatieontwikkelingen door de bodemdaling en welke door andere factoren worden gestuurd.

## Referenties

- Dankers, N., Dijkema, K.S., Londo, G., Slim, P.A., 1987. De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. RIN-rapport 87/14. RIN, Texel.
- Dijkema, K.S., Van Dobben, H.F., Koppenaar, E.C., Dijkman, E.M., Van Duin, W.E., 2011. Kweldervegetatie Ameland 1986-2010: effecten van bodemdaling en opslibbing op Neerlands Reid en De Hon. In: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (Editor), Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost.
- Dijkema, K.S., Van Duin, W.E., Van Dobben, H.F., 2005. Kweldervegetatie op Ameland: effecten van veranderingen in de maaiveldhoogte van Nieuwlandsrijd en De Hon, Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Ameland, pp. 97.
- 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, Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, Assen.
- Hennekens, S., 2009. Protocol 'Vegetatieopname', Alterra, Wageningen.
- Marquenie, J., 2006. Monitoringsplan Ameland bodemdaling 2006-2020, Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 15 p pp.
- Nolte, S., Koppenaar, E.C., Esselink, P., Dijkema, K.S., Schuerch, M., De Groot, A.V., Bakker, J.P., Temmerman, S., 2013. Measuring sedimentation in tidal marshes: a review on methods and their applicability in biogeomorphological studies. *Journal of Coastal Conservation*: 1-25. 10.1007/s11852-013-0238-3.
- Oost, A.P., Ens, B.J., Brinkman, A.G., Dijkema, K.S., Eysink, W.D., Beukema, J.J., Gussinklo, H.J., Verboom, B.M.J., Verburgh, J.J., 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen.



## Verantwoording

Rapportnummer : C082.14

Projectnummer : 4306121801

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Frouke Fey  
Onderzoeker

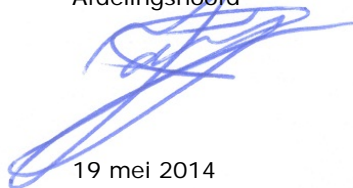
Handtekening:



Datum: 19 mei 2014

Akkoord: Jakob Asjes  
Afdelingshoofd

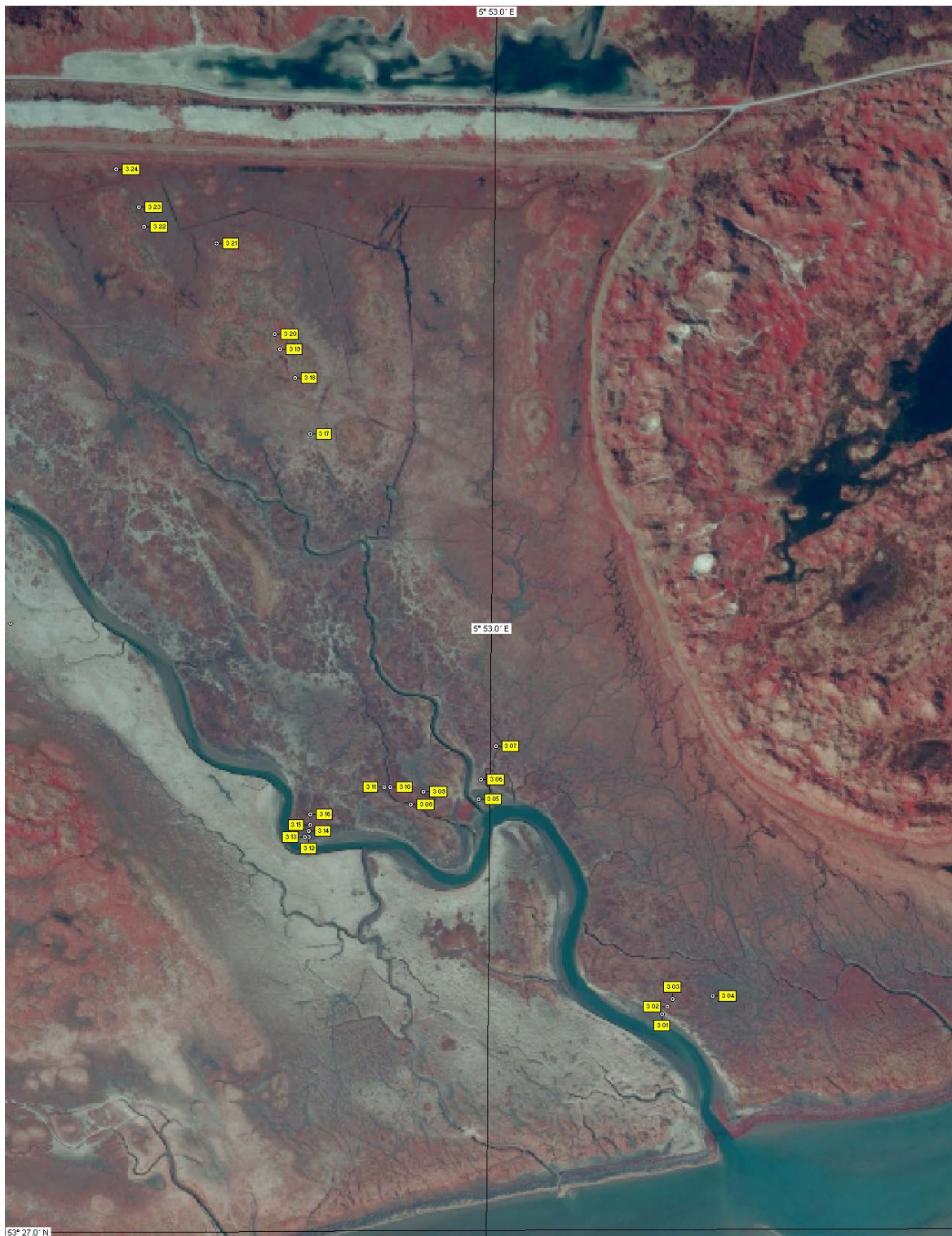
Handtekening:



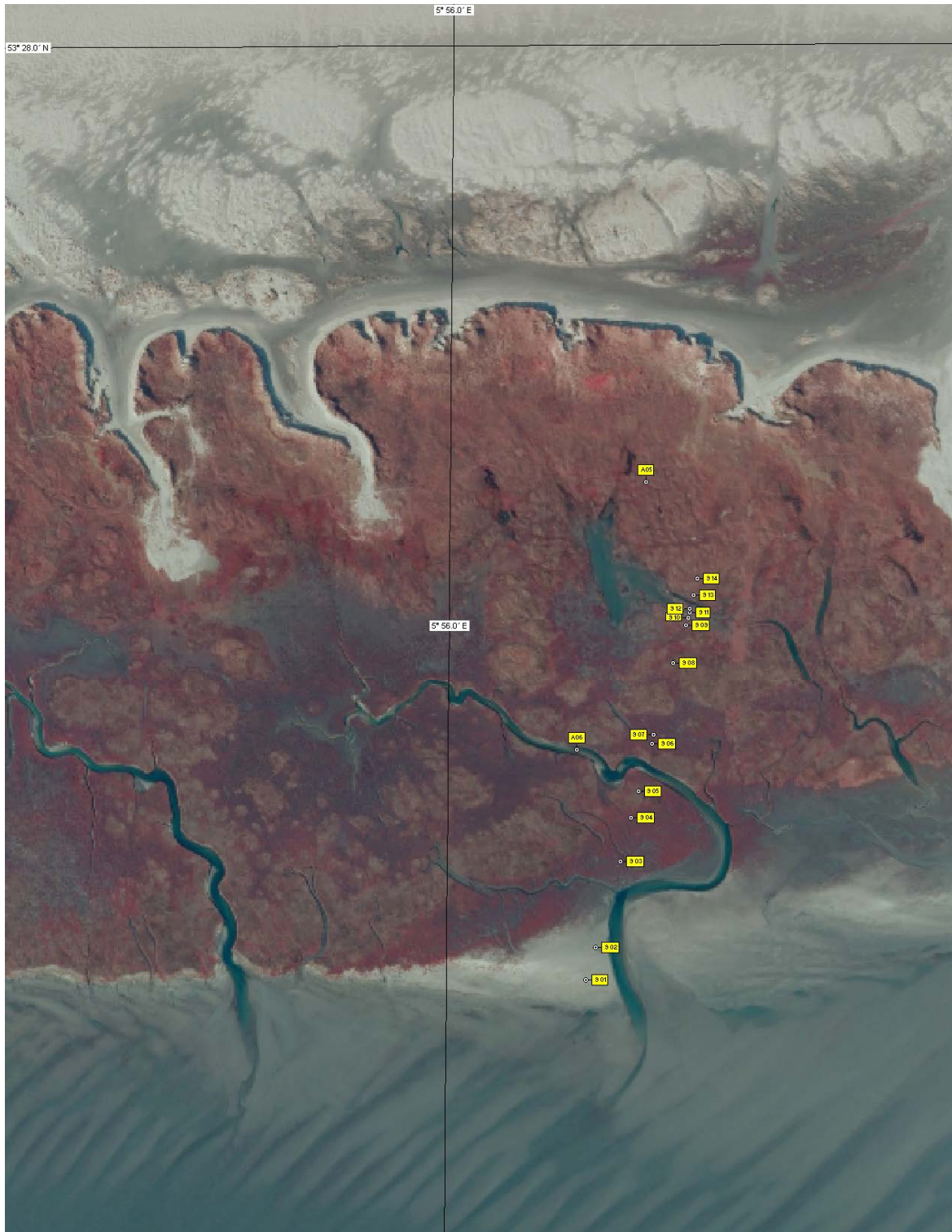
Datum: 19 mei 2014

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

## Bijlage A. Ligging van de meetraaiën



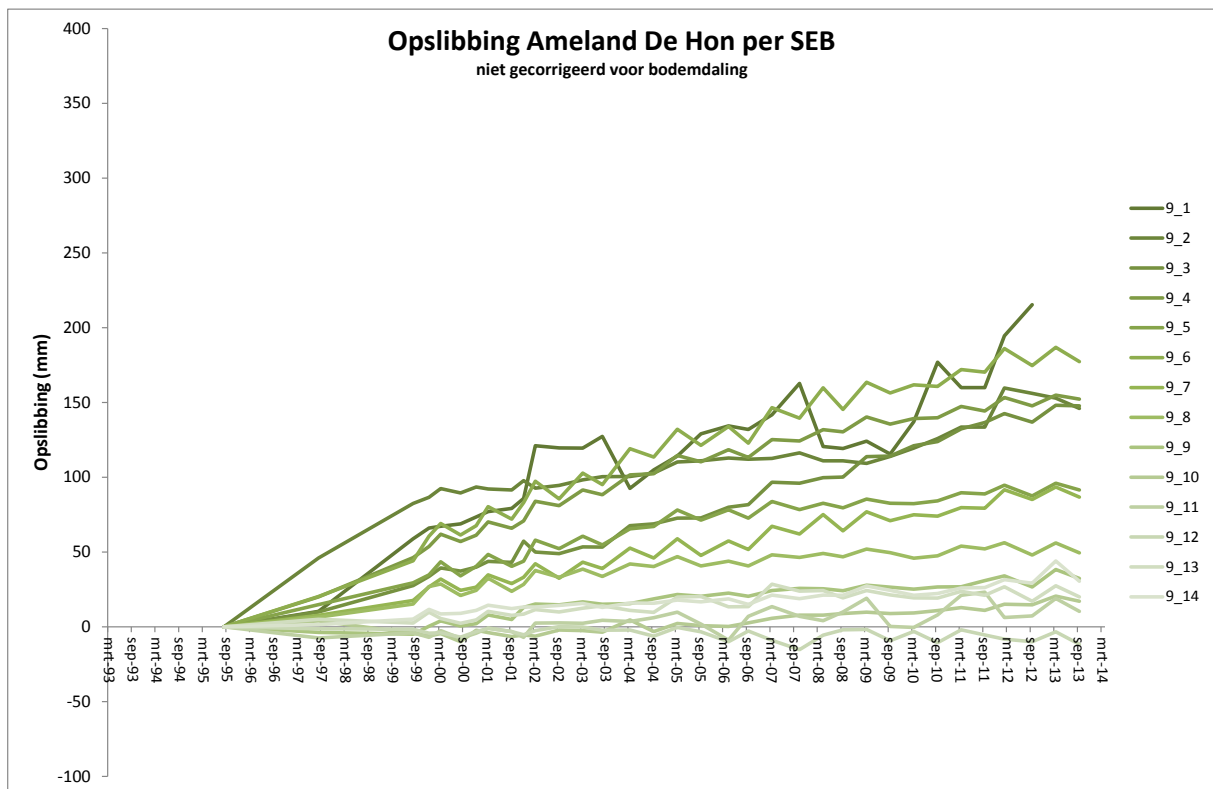
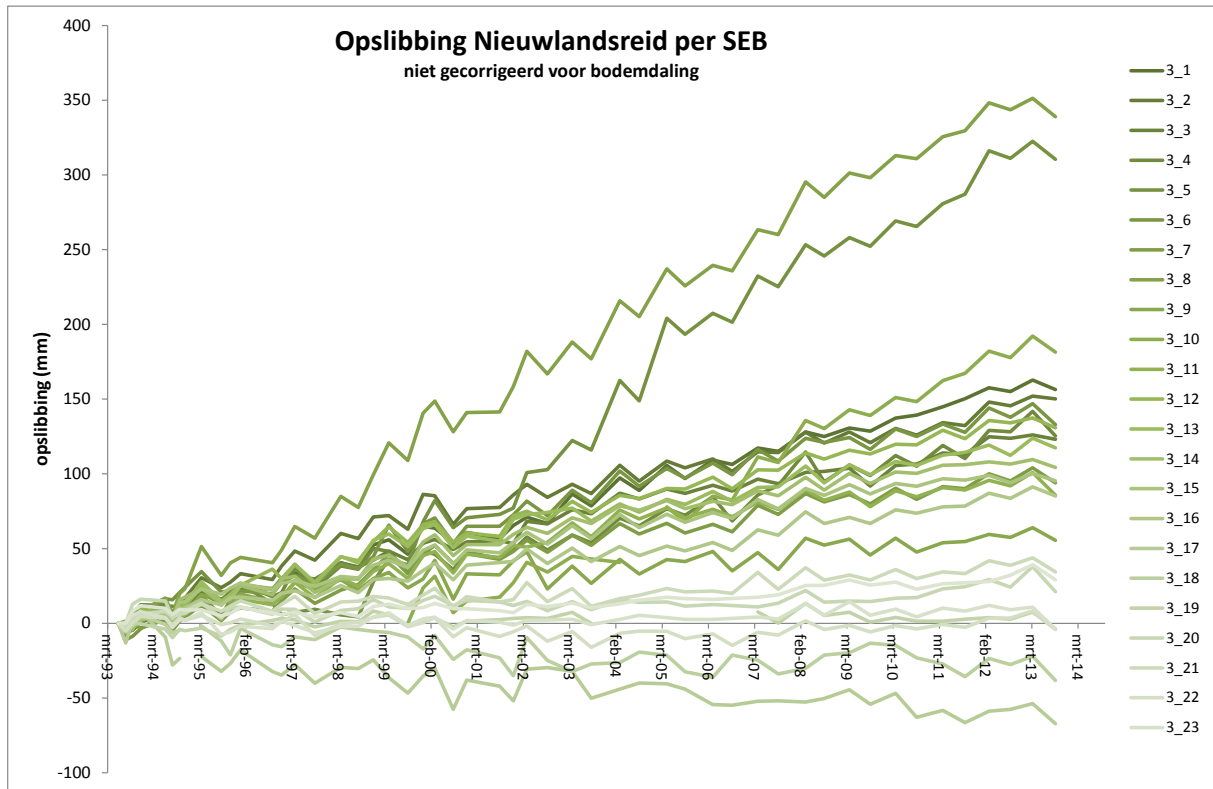
Ameland kwelder raai 3 van IMARES op Nieuwlandsreid. Luchtfoto NAM 2007.



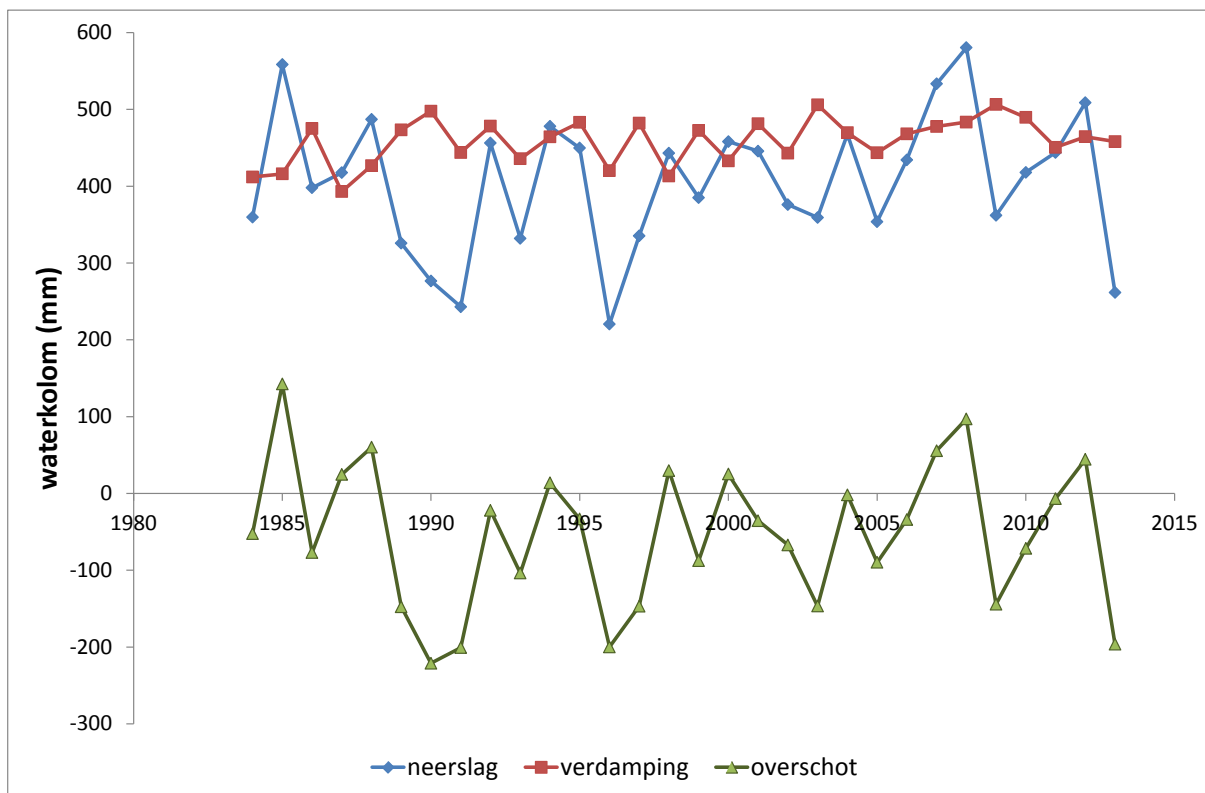
Ameland kwelder raai 9 van IMARES op De Hon. Luchtfoto NAM 2007.



## Bijlage B. Cumulatieve netto opslibbing per SEB

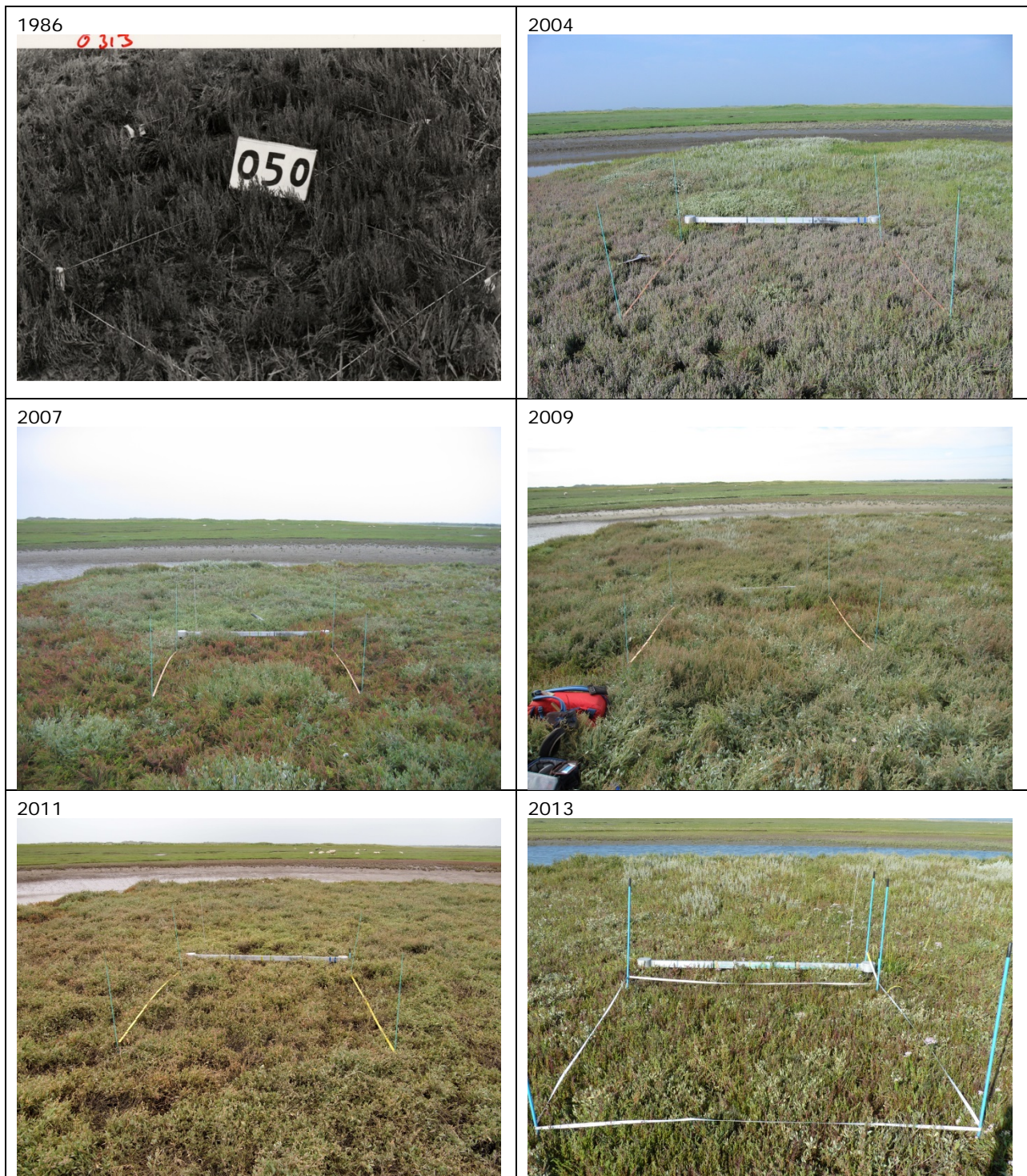


### Bijlage C. Neerslag en verdamping



Neerslag, verdamping en neerslagoverschot vanaf 1984. Een negatief overschot is een neerslagtekort. De getallen betreffen het groeiseizoen, hier genomen van maart tot en met augustus. Data van KNMI.

**Bijlage D. Foto's van de ontwikkeling van pq's 313 en 904**



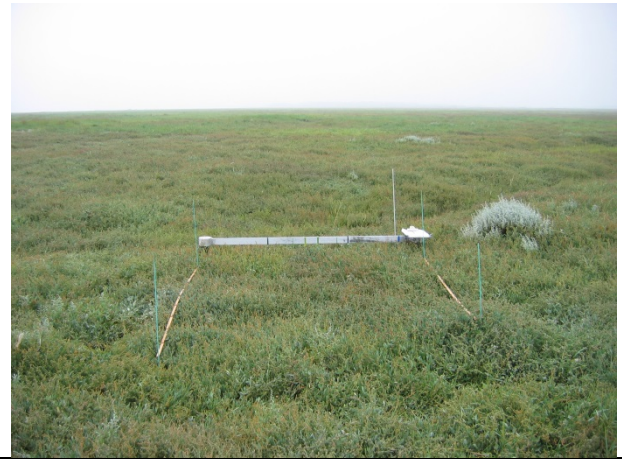
Ontwikkeling in pq 313 op Nieuwlandsreid. Deze is in 2013 van pionierzone naar lage kwelder ontwikkeld, maar de hoeveelheid kweldergras is met 5 – 10 % bedekking nog te klein om goed in de foto zichtbaar te zijn.



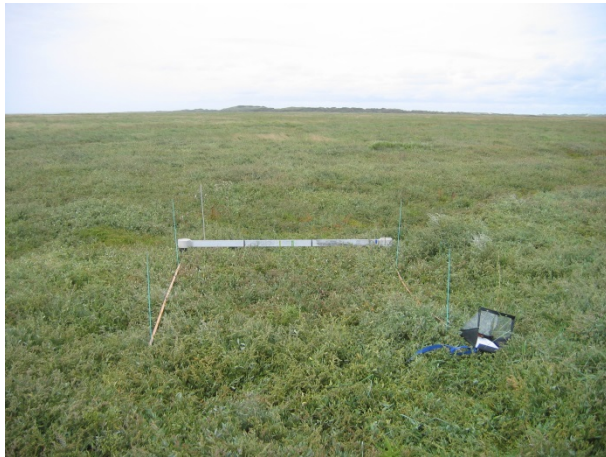
1986



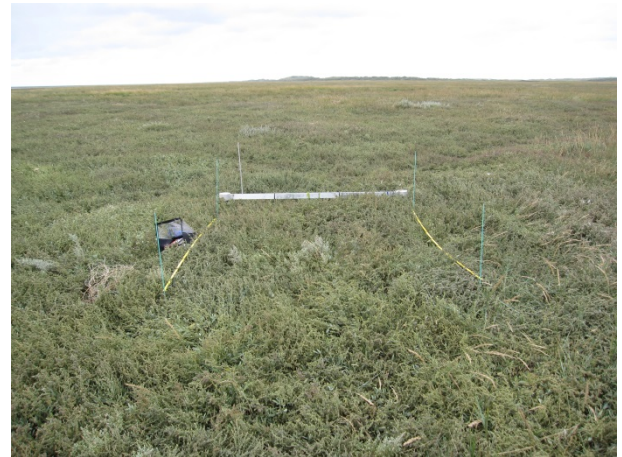
2004



2007



2009



2011



2013



Ontwikkeling van pq 904 op de Hon. De zeekweek groeit vanaf de rechterzijde (oeverwal) het pq in.