

Jaarrapportage 2007: vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en referentiegebied west-Groningen

Willem van Duin, Kees Dijkema & Piet-Wim van Leeuwen



Maart 2008

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.



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

Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd, gefotokopieerd of op enige andere manier vermenigvuldigd worden zonder schriftelijke toestemming.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
1.1 Achtergrond.....	4
1.2 Keuze referentiegebied.....	4
1.3 Metingen door derden.....	6
2 Aanpak.....	7
2.1 Globale werkwijze.....	7
2.2 Aanvullingen t.o.v. rapportage 2006	7
2.3 Methodes	7
2.3.1 Peazemerlannen.....	7
2.3.2 Monitoring referentiegebied west-Groningen	9
3 Resultaten	10
3.1 Opslibbing (SEB).....	10
3.2 Vegetatie (pq's)	12
3.3 Kliferosie	16
3.4 Langjarige opslibbing en vegetatie meetvakken in west Groningen	16
3.5 Bepaling NAP-hoogte SEB-meetpunten	18
3.6 Jaargemiddeld hoogwater	18
4 Literatuur	20
Bijlage 1 Vegetatie(ontwikkeling) pq's Peazemerlannen.....	22
Bijlage 2 Vegetatie pq's referentiegebied west-Groningen.....	26

Samenvatting

Deze eerste jaarrapportage betreffende de monitoring in het kader van de bodemdaling onder de kwelder de Peazemerlannen bevat een overzicht van de activiteiten en meetresultaten in de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen en in het referentiegebied in de kwelderwerken in west-Groningen in 2007. Een uitgebreide analyse van de gegevens over de eerste 5 jaar zal plaatsvinden in 2012.

Nieuwe meetpunten

In 2007 zijn in de Peazemerlannen 18 nieuwe meetpunten aangelegd naast de bestaande 30. Door de autonome ontwikkeling de afgelopen 12 jaar waren meetpunten in sommige vegetatiezones namelijk ondervertegenwoordigd geworden. In 5 van de westelijke meetvakken van Rijkswaterstaat (RWS) in de kwelderwerken in Groningen zijn 29 vaste meetpunten gemaakt die als referentie dienen. Van al deze nieuwe meetpunten is in de nazomer de eerste maaiveldhoogtebepaling met de Sedimentatie-Erosie-Balk (SEB) gedaan en is de vegetatie opgenomen in een permanent kwadraat (pq). De NAP-hoogte van alle nieuwe en bestaande meetpunten zal in juli 2008 worden ingemeten door de NAM.

Data RWS

De kwelderwerken van west-Groningen zijn de dichtstbijzijnde kwelders zonder bodemdaling en ze hebben de best vergelijkbare opslibbing. Daarnaast is er een meetreeks betreffende opslibbing en vegetatieontwikkeling over beschikbaar die loopt van 1960 tot heden. Hierdoor zijn er naast de in 2007 door IMARES begonnen puntmetingen ook vlakdekkende metingen beschikbaar.

Referentiegebied

Uit de bovengenoemde meetreeks van RWS blijkt dat de gemiddelde opslibbing over de afgelopen 15 jaar in het kwelderdeel van de 5 referentiemeetvakken 1,4 cm/j bedroeg en die in de pionierzone 0,4 cm/j. De vegetatieontwikkeling laat in de kwelder gemiddeld een successie zien naar het climaxstadium met Zeekweek. Deze autonome ontwikkeling hangt samen met de door opslibbing toenemende hoogte van het maaiveld en het ontbreken van beweiding.

Resultaten Peazemerlannen ¹

Opslibbing

Door een winter met drie stormtijden en een natte zomer met weinig inklink is de netto opslibbing over 2007 in de kwelder pq's boven gemiddeld (3,5-4,5 cm). Zelfs in de zomerpolder is een positief resultaat van ruim 1 cm gemeten. Ook de pionierzone achter het gat in de dijk had 1 cm opslibbing. Als naar de gemiddelde opslibbing over de afgelopen 11-12 jaar wordt gekeken komt dat voor de Peazemerlannen op een gemiddelde van 1,5 cm/j.

Vegetatie

De meeste pq's lieten een stabiele Kweldergras of Zeekweekvegetatie zien. In kommen heeft met name slechte ontwatering op enkele meetpunten voor een snelle regressie gezorgd in 2007. De ervaring in andere kwelders, waaronder die op Ameland, heeft geleerd dat deze vorm van regressie meestal van tijdelijke aard is. Zodra de ontwatering weer op gang komt treedt vaak een snelle vegetatiesuccessie op. Daarnaast heeft de natte zomer in de beweidde westelijke kommen voor meer vertrappingschade gezorgd dan in drogere jaren.

¹ De conclusies over opslibbing en vegetatie die hier gegeven worden betreffen alleen de reeds langer bestaande 30 meetpunten in de Peazemerlannen, omdat van de nieuwe meetpunten in de Peazemerlannen en die in het referentiegebied west-Groningen alleen nog maar de uitgangssituatie bekend is.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Midden jaren 90 heeft de NAM door middel van proefboringen bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen gas ontdekt in zeven velden waaronder Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Deze gasvelden maken deel uit van de vigerende winningvergunningen en liggen geheel of gedeeltelijk onder de Waddenzee, net ten noorden van het Lauwersmeer, in het noordoosten van Friesland en het noordwesten van Groningen. Moddergat is aangeboord vanaf de locatie Moddergat, de drie Lauwersoog-velden vanaf de locatie Lauwersoog en de velden Vierhuizen-Oost en -West vanaf de locatie Vierhuizen. Na de proefboringen zijn de exploratieputten, in afwachting van de productieplannen, veiliggesteld.

In overeenstemming met het advies van de Adviesgroep Waddenzebeleid heeft de overheid geconcludeerd dat er geen ecologische gronden zijn voor het afzien van winning gebonden aan strikte natuurgrenzen. In dit kader wordt gesproken over het principe van 'hand aan de kraan'. Dit houdt in dat de winning van gas wordt afgestemd op de draagkracht van de min of meer zelfstandige ecologische eenheden binnen het waddensysteem (i.e. de kombergingsgebieden). In de praktijk betekent dit dat de bodemdalingssnelheid door gaswinning in een kombergingsgebied niet groter mag worden dan de sedimentatiesnelheid, rekening houdend met de zeespiegelstijging en de natuurlijke bodemdaling alsmede het aanbod van sediment.

Begin 2007 heeft de NAM het genoemde gasveld op de landlocatie Moddergat in productie genomen. In dit deel van Friesland bevinden zich ook de Peazemerlannen, een natuurgebied bestaande uit een zomerpolder en een kwelder. De beschikbare meetgegevens van dit gebied tot en met 2006 betreffende de opslibbing en vegetatie zijn vastgelegd in een rapport met de uitgangssituatie (Van Duin *et al.*, 2007). Om eventuele veranderingen in opslibbing en vegetatieontwikkeling in de Peazemerlannen te kunnen waarnemen worden tijdens de gaswinningsperiode jaarlijks metingen gedaan in het gebied zelf en in een nabijgelegen referentiegebied (zie §1.2). Doel is eventuele effecten van bodemdaling door gaswinning waar te nemen zodat, indien noodzakelijk, passende maatregelen genomen kunnen worden. De kweldermonitoring levert daarmee een bijdrage aan het veel bredere monitoringprogramma dat wordt uitgevoerd in het kader van de gaswinning bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.

Deze eerste jaarrapportage bevat een overzicht van de activiteiten en meetresultaten in de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen en het referentiegebied in west-Groningen in 2007. Een uitgebreide analyse van de gegevens over de eerste 5 jaar zal plaatsvinden in 2012.

1.2 Keuze referentiegebied

Na aanbevelingen van 2 audits betreffende het bodemdalingsonderzoek Ameland bleek voor NO-Friesland een 0-referentie zonder bodemdaling wenselijk. IMARES had al een 0-meetserie met SEB- en PQ-metingen van 1995-2006 in de Peazemerlannen zelf. Een tweede Peazemerlannen als 0-referentie is er niet. De (westelijke) meetvakken van Rijkswaterstaat in de kwelderwerken van Groningen zijn echter zeer geschikt als referentie vanwege de lange reeks gegevens (1960-2007) en vanwege de goede overeenkomsten in opslibbing en vegetatie met NO-Friesland. De kwelderwerken in Friesland zijn bewust niet als referentie gekozen, omdat de opslibbing daar veel hoger is dan in de Peazemerlannen.



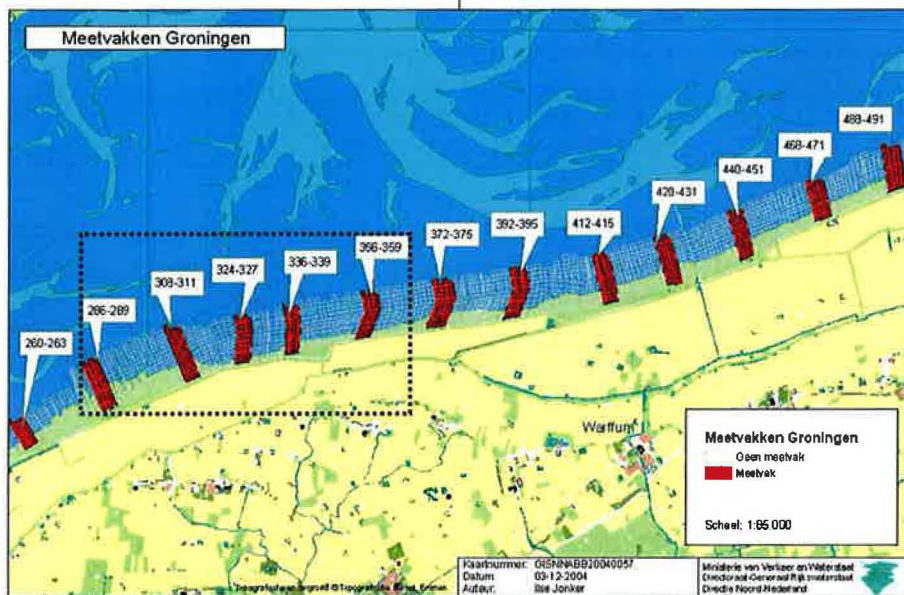
Figuur 1.1 Ligging van de Peazemerlannen en de meetvakken in de Groninger kwelderwerken die als referentiegebied dienst doen.

In de Groninger kwelderwerken liggen 13 meetvakken en in de Friese kwelderwerken 12. Elk RWS-meetvak bestaat uit één reeks bezinkvelden van de dijk naar het wad. De grootte per meetvak is ca. 50 ha en is representatief voor een kustgedeelte van ca. twee kilometer. Vanaf ca. 1960 tot heden is door het RWS Waterdistrict Waddenzee hetzelfde monitoringsysteem toegepast: gedetailleerde metingen aan hoogte en vegetatie per meetvak, aangevuld met gegevens over beweiding, ontwatering en het beheer. Vanaf 1982 vindt de monitoring in samenwerking met Wageningen IMARES plaats. Een 6-jaarlijkse vegetatiekaart van RWS-AGI dient voor een vlakdekkende controle van de meetvakkenmethode en voor het vaststellen van de kwaliteit van de vegetatie op het niveau van vegetatie-typen en voor de mogelijkheid te vergelijken met alle andere kwelders en schorren in Nederland.

De gegevens van de meetvakken zijn ondergebracht in het **WOK-databestand**. De vegetatiekaarten van RWS-AGI en het WOK-databestand van het RWS Waterdistrict Waddenzee worden in samenwerking met Wageningen IMARES als volgt gebruikt:

- Het rapporteren van de toestand van de kwelderwerken aan de beheerder Rijkswaterstaat en aan de gebruikers in de Stuurgroep Kwelderwerken.
- Trendanalyses over de autonome ontwikkeling en over de effecten van bestaand beheer en van nieuw beheer.
- Inbreng in de trilaterale (Deens-Duits-Nederlandse) Waddenzee-monitoring (TMAP) voor Wadden Sea Quality Status Reports.
- Studies naar de effecten van nieuwe gaswinning, waaronder de bodemdalingstudie van 1993 en de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee van 1998.

Dit WOK-databestand heeft een belangrijke rol gespeeld in een studie (Hoeksema *et al.*, 2004) in opdracht van het kabinet naar de effecten van het Groningen veld (= "Slochteren").



Figuur 1.2 Nummering meetvakken Groninger kwelderwerken (..... = meetvakken die als referentie dienst doen).

1.3 Metingen door derden

Diverse metingen die van belang zijn voor het projectresultaat worden niet door IMARES zelf verricht.

- Berekeningen van de hoogte van de SEB-palen en de vaste punten t.o.v. NAP en van de bodemdaling worden per twee jaar aangeleverd door de NAM.
- Van de getijhoogtes levert RWS Waterdistrict Waddenzee jaarlijks de basisgegevens aan, zodat IMARES de overstromingsfrequenties kan bepalen.
- De vegetatie van de pionierzone (jaarlijks) en de hoogtemetingen van de meetvakken (vierjaarlijks) worden door RWS Waterdistrict Waddenzee en de vegetatiekaarten vijfjaarlijks door de RWS-AGI aangeleverd.
- Met betrekking tot de jaarlijkse neerslag en verdamping zal gebruik worden gemaakt van de gegevens, die door WL/Delft Hydraulics voor het monitoringsonderzoek bodemdaling Ameland worden geleverd aan IMARES.

2 Aanpak

2.1 Globale werkwijze

Jaarlijks worden door IMARES twee SEB- metingen uitgevoerd (eind maart en in augustus/september) en worden vegetatie-opnames gemaakt (PQ's) bij de kwelder SEB-meetpunten in de Peazemerlannen en het referentiegebied (in augustus/september). In de Peazemerlannen wordt tevens de erosie van de kwelderrand bepaald. Aan het eind van het jaar worden de verzamelde gegevens uitgewerkt en verwerkt tot een beknopt jaarverslag. Dit eerste jaarverslag zal iets uitgebreider zijn om een aantal zaken uit te leggen.

2.2 Aanvullingen t.o.v. rapportage 2006

Deze jaarrapportage geeft een overzicht van de uitgevoerde activiteiten in 2007 en de resultaten. Waar metingen een vervolg zijn van een bestaande meetreeks zullen ook de eerder verzamelde gegevens, zoals bijv. uitgewerkt in Van Duin *et al.* (2007), vermeld worden.

Daarnaast zijn een aantal nieuwe metingen verricht. Deze omvatten soms een uitbreiding van het aantal bestaande meetpunten of zijn nieuwe methodes die als aanvulling dienen op het bestaande onderzoek:

- Extra meetpunten geïnstalleerd: 18 in de Peazemerlannen en 29 in west-Groningen verdeeld over 5 meetvakken
- Eerste meting aan SEB en vegetatie bij deze 47 nieuwe meetpunten in sept/okt. 2007
- Gegevens meetvakken RWS (figuren soortengroepen) verwerken
- Klifrand Peazemerlannen inmeten.

Van deze nieuwe gegevens worden alleen de presentabele resultaten getoond, zoals bijv. de vegetatie-opnames en niet bijv. de nieuwe SEB-metingen, omdat hiervan pas het eerste punt van de grafiek is verzameld.

2.3 Methodes

Voor het monitoringonderzoek in de Peazemerlannen en het referentiegebied wordt gebruik gemaakt van beproefde methodes.

2.3.1 Peazemerlannen

Het kwelderonderzoek bestaat uit het periodiek opnemen van opslibbing en vegetatie op twee schaalniveaus:

1. Puntmetingen (opslibbing en vegetatie)

- De 30 PQ's (3 in de zomerpolder en 27 in de kwelder) zijn uitgebreid naar 48 PQ's (totaal: 6 in de zomerpolder en 42 in de kwelder en pionierzone) om replica's te hebben op strategische plaatsen en onderbelichte zones beter te vertegenwoordigen. Vooral in de pionierzone, die het gevoeligst is voor bodemdaling, lagen aanvankelijk te weinig meetpunten. Aangezien de zomerpolder op niet al te lange termijn mogelijk wordt uitgedijkt is daarmee bij de uitbreiding van het aantal PQ's/SEB meetpunten ook vast rekening gehouden, zodat de zomerpolder bij deze 48 meetpunten ook goed vertegenwoordigd is. Van alle 48 pq's worden twee maal per jaar (in maart en

augustus/september) metingen van de opslibbing/inklink² uitgevoerd met de SEB-methode. Dergelijke SEB-metingen in de Peazemerlannen zijn al vanaf 1995 onderdeel van het SEB-meetnet van IMARES in de Waddenzee. De opnamefrequentie van minimaal twee maal per jaar is noodzakelijk voor een inzicht in de processen achter de opslibbing ('events' in de opslibbing in de winter en klink en krimp van de bodem in de zomer). **Resultaat:** SEB-grafiek met 2 punten per jaar, per PQ en per zone (zie § 3.1).

- Op de kwelder (dus niet in de zomerpolder) zijn in 1995 en 1996 en daarna vanaf 2000 elk jaar vegetatieopnamen³ volgens de schaal Londo gemaakt in de proefvakken (PQ's van 2x2 m). De jaarlijkse frequentie en vegetatie-opnamen in PQ's volgens de gedetailleerde schaal van Londo zijn noodzakelijk om de effecten van bodemdaling en natuurlijke veranderingen van elkaar te kunnen scheiden. Door uitbreiding van het aantal SEB-meetpunten (zie eerste aandachtspunt) wordt automatisch het aantal vegetatie PQ's uitgebreid. Van de nieuwe PQ's zullen in ieder geval de kwelder-PQ's worden geïnventariseerd en de zomerpolder-PQ's alleen indien beweiding en vegetatie dat toelaat. **Resultaat:** vegetatietype volgens SALT97, plaatjes met de opslibbingsbalans en plaatjes met het procentuele aandeel van soortengroepen per 2 jaar (zie o.a. Dijkema *et al.*, 2005). Statistische bewerking met Canoco t.b.v. de rapportage volgt in 2012.

2. Vlakdekkend (structuurkartering en vegetatiekartering)

Uit het WOK-databestand blijkt dat kwelders door de combinatie van een natuurlijke opslibbing en de plantengroei in staat zijn een eventuele versnelde zeespiegelstijging of bodemdaling te volgen. In publicaties is daarvoor 50 cm per eeuw (0,5 cm per jaar) voor de Waddeneilanden en 100 cm per eeuw (1 cm per jaar) voor de vastelandkust genoemd (Dijkema, 1997; Dijkema *et al.*, 1990). In de pionierzone kunnen echter problemen ontstaan, ook zonder zeespiegelstijging en bodemdaling. Door een geringe vegetatiebedekking en voornamelijk eenjarige planten is er in de pionierzone een geringe bescherming van het afgezette sediment, en daardoor netto meestal minder opslibbing. Uiteindelijk kan dat verschil in opslibbing tussen de pionierzone en de kwelder tot **kliferosie** van de kwelder leiden, d.w.z. de kwelder blijft in hoogte wel groeien, maar het areaal wordt vanaf de zeezijde door laterale erosie aangetast.

- Eventuele **erosie van de pionierzone** achter de verdwenen zomerdijk wordt eens per jaar vastgesteld d.m.v. inlopen met GPS van de grenzen van de pionierzones en lage kwelderzone (horizontale verschillen). Dit is een nieuwe activiteit. De verticale veranderingen worden met de extra SEB-meetpunten vastgelegd (zie boven). **Resultaat:** GIS-kaartje met zonegrenzen.
- Vergelijken van de 5 –6 jaarlijkse **vegetatiekarteringen** van de RWS-AGI, om het areaal van de verschillende kwelderzones te bewaken. Dit is een herhaling van de metingen in 1992, 1996 en 2002. **Resultaat:** zoneringskaarten en oppervlaktes van de zones (zie o.a. van Duin *et al.*, 2007).

² Het bepalen van de balans tussen opslibbing, bodemdaling en veranderingen in GHW is in de lopende monitoringsprogramma's in de Groninger en Friese kwelderwerken (beheermetingen, RWS) en op Ameland (monitoring effecten van bodemdaling door gaswinning, Alterra) een beproefde methode. De methode wordt o.a. aanbevolen door de Raad voor de Natuur in haar advies over bodemdaling door gaswinning. De methode is gebaseerd op opslibbing/inklinkmetingen gekoppeld aan de pq's. Het SEB-meetnet van IMARES in o.a. de Peazemerlannen, in verschillende delen van de kwelderwerken en op Ameland is een betrouwbare basis voor interpretatie van de waargenomen processen op één bepaalde locatie.

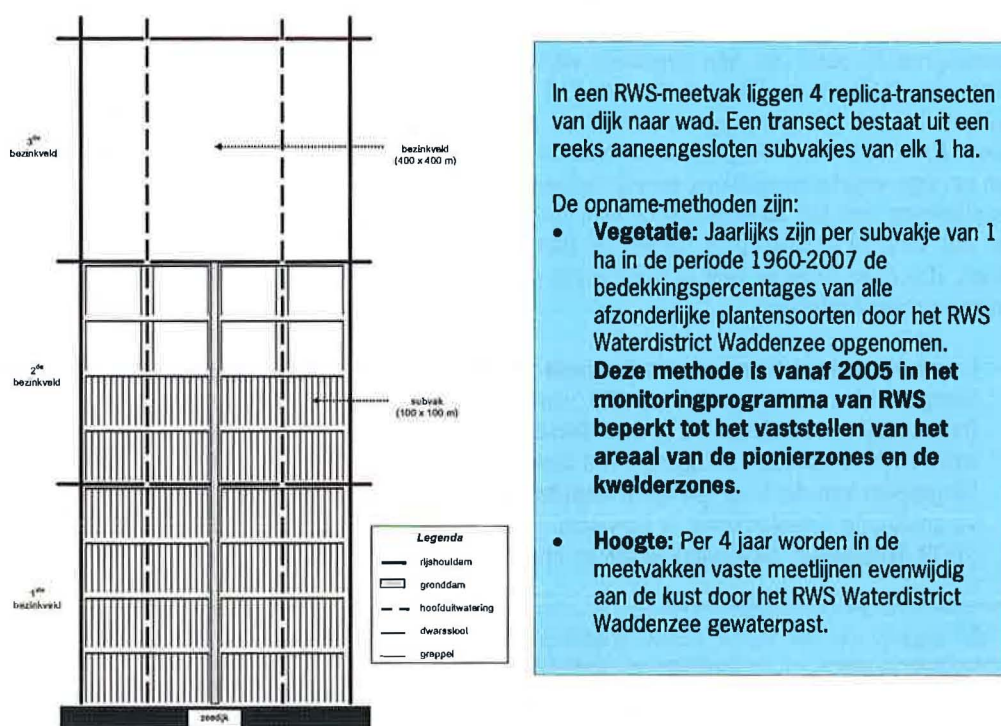
³ De successierichting van de vegetatie is een belangrijk gegeven om zowel positieve als negatieve effecten van natuurlijke veranderingen, van beheersmaatregelen en van bodemdaling door gaswinning te kunnen beoordelen. In vaste proefvakken (pq's) wordt de bedekking van de afzonderlijke plantensoorten elk jaar of elke paar jaar opgenomen. De pq-methode wordt toegepast in b.v. de monitoring-programma's in de kwelderwerken (meetvakken t.b.v. het beheer) en op Ameland (pq's voor de bodemdaling). De gegevens van de pq's worden verwerkt tot op het niveau van soortengroepen, en beoordeeld op successie/regressie en/of veroudering/verjonging (Eysink *et al.* 2000). Bij de verwerking wordt tevens aandacht besteed aan de cumulatie van effecten van beheersmaatregelen (waaronder beweiding), bodemdaling en natuurlijke veranderingen, zoals weersomstandigheden en het jaargemiddelde hoogwaterpeil.

2.3.2 Monitoring referentiegebied west-Groningen

RWS heeft in de kwelderwerken langs de Groningen noordkust 13 meetvakken met PQ-achtige data van de periode 1960-2007. RWS Waterdistrict Waddenzee doet het veldwerk en het bestand-beheer. Wageningen IMARES doet de uitwerking en de verslaglegging aan de Stuurgroep Kwelderwerken. Deze zeldzaam lange reeks met WOK-gegevens (=Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken) heeft in de bodemdalingstudies 1993, 1999 en 2004 een grote rol voor de NAM gespeeld.

Per meetvak liggen in 4 replica **vegetatie-transecten** totaal ca. 50 subvakjes van 1 ha (Figuur 2.1):

- Daarvan ca. de helft subvakjes aan de **zoekant** (pionierzone + kweldergrens). De opname van deze vakjes is een jaarlijkse RWS-taak om het areaal kwelderwerken te kunnen vaststellen.
- De jaarlijkse opname van de vegetatie in de subvakjes aan de **dijkzijde** is in 2005 gestopt, omdat het geen RWS taak is (kwaliteit van de vegetatie = samenstelling kweldervegetatie, vergelijkbaar met pq's op Ameland). Om de WOK-opnamen in te zetten als een 0-referentie voor de Peazemerlannen zijn opnames van de volledige vegetatie-samenstelling van de subvakjes van wad tot dijk noodzakelijk. Vanwege de grote jaar-op-jaar variatie in met name de eenjarige planten is een jaarlijkse frequentie aan te raden. Daarom is sinds 2007 een jaarlijkse opname opgenomen in het door de NAM gefinancierde monitoringprogramma dat door IMARES wordt uitgevoerd. Het betreft alleen de opname van de twee buitenste replica transecten, maar wel in elk van de 5 meetvakken die dienst doen als referentie (zie Figuur 1.2).



Figuur 2.1 Schematische voorstelling van de opbouw van een meetvak.

Daarnaast doet RWS per subvak eens per 4 jaar zeer gedetailleerde **hoogtemetingen** (waterpassingen met 100 punten per ha), vanaf 2004 met RTK-GPS.

Samengevat houdt de monitoring van de 0-referentie in de meetvakken van de Groninger kwelderwerken in:

1. **Hoogtemetingen** op meetlijnen door **alle subvakjes**, meetcyclus voor alle meetvakken **4 jaar**. In 2004 van waterpassen naar RTK-GPS methode. Bestaand onderdeel van WOK-monitoring door RWS Waterdistrict Waddenzee; voor de komende jaren uitvoering door RWS, maar geen garantie op voortzetting tot en met 2012.
2. **SEB-opslibbingsmetingen** door IMARES t.b.v. vergelijking met de methode Ameland en Peazemerlannen. **In 5 meetvakken, 2x per jaar**.
3. **Vegetatie pionierzone** (zie A), jaarlijks, teruglopende tijdbesteding. Bestaand onderdeel van WOK-monitoring door RWS Waterdistrict Waddenzee, voor de komende jaren OK, maar geen garantie op voortzetting tot en met 2012.
4. **Vegetatie kwelderzone** (zie B), jaarlijks, door IMARES in 5 meetvakken aan de westkant van de Groninger kwelderwerken. Door RWS na 2004 gestopt, maar op grond van de audits Ameland waarin een **0-meetgebied** voor de Peazemerlannen noodzakelijk werd geacht hervat in 2007 voor de NAM.
5. **Vegetatiekaarten** om de 6 jaar dienen voor een vlakdekkende controle van de meetvakken-methode en voor de mogelijkheid de vegetatie te vergelijken met alle andere kwelders en schorren in Nederland. De recentste vegetatiekaart van de vastelandkwelders in Groningen en Friesland (incl. Peazemerlannen) is van 2003; de volgende vegetatiekaart wordt gemaakt in 2009, oplevering 2010. Bestaande goed vastgelegde monitoringsactiviteit door RWS-DID.
6. **WOK-bestandbeheer** van de punten 1, 3-4, jaarlijks, teruglopende tijdbesteding. Bestaand onderdeel van WOK-monitoring RWS Waterdistrict Waddenzee, voor 2008 OK, maar geen garantie op voortzetting tot en met 2012.

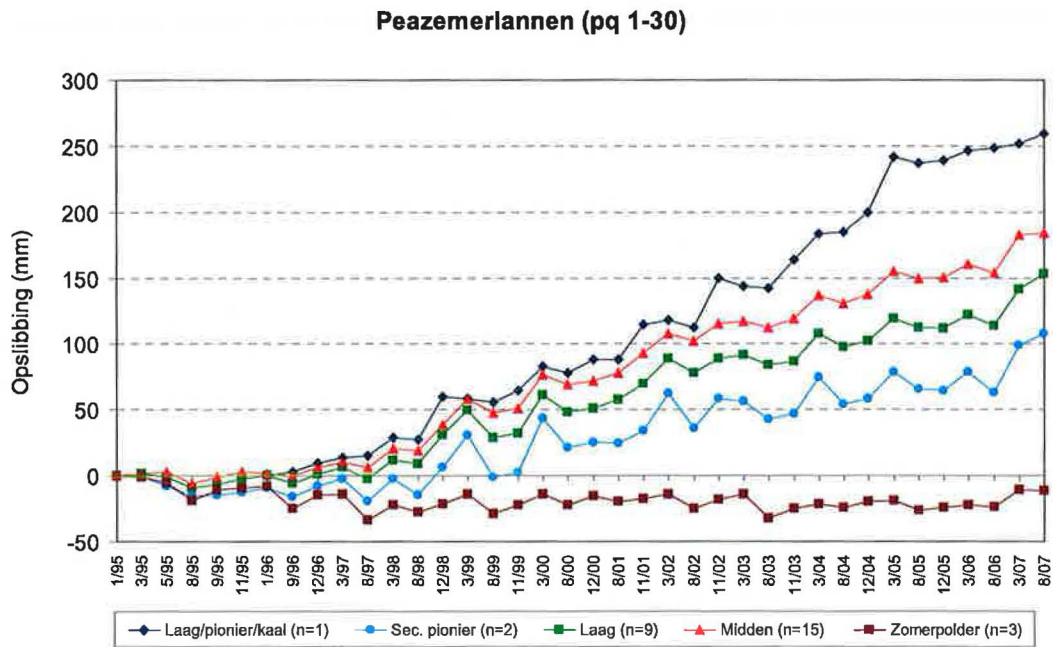
De puntmetingen liggen zoals op Ameland en in de Peazemerlannen: hoogte + vegetatie-PQ's gecombineerd in transecten.

3 Resultaten

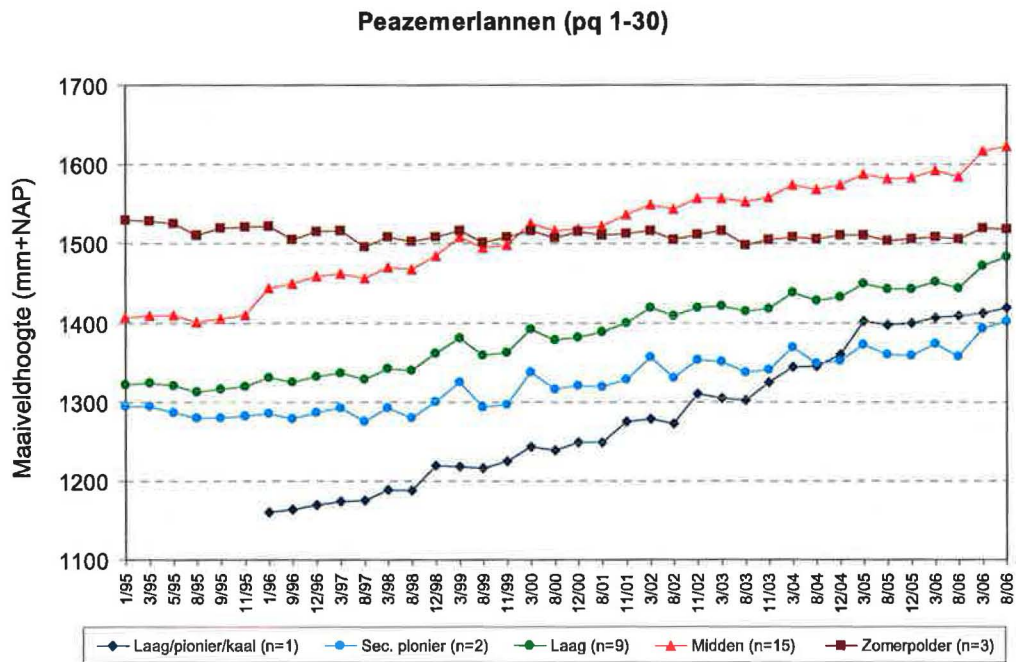
3.1 Opslibbing (SEB)

In maart en augustus/september is de opslibbing bij de punten 1-30 gemeten. Door een winter met drie forse stormtijden en een natte zomer met weinig inklink is de netto opslibbing over 2007 in de kwelder pq's boven gemiddeld (3,5-4,5 cm). Zelfs in de zomerpolder is een positief resultaat van ruim 1 cm gemeten. Ook de pionierzone achter het gat in de dijk heeft 1 cm opslibbing.

De opslibbingstrend is een voortzetting van de reeds eerder verzamelde gegevens (zie Figuur 3.1 en 3.2). In de kwelder is de gemiddelde opslibbing (1995-2007) over alle punten ca. 1,5 cm/jaar. In de zomerpolder is het gemiddelde opslibbingstekort over de afgelopen 12 jaar ca. 1 mm/jaar. Doordat in de zomerpolder een deel van de kleppen in de duikers verdwenen zijn lijkt er een evenwicht tussen inklink en zwel en/of enige opslibbing. Onder invloed van waterverlies en waterabsorptie kunnen oude (=gerijpte) kleiige bodems door krimp en zwelling een variatie in bodemhoogte vertonen van 3-4 cm (Veenstra, 1965; De Glopper, 1973). De mate van fluctuatie hangt sterk samen met de hoeveelheid neerslag en dus het vochtgehalte van de bodem.



Figuur 3.1 Maaiveldhoogteontwikkeling (mm) bij de meetpunten in de pionierzone, lage en midden kwelder en zomerpolder vanaf 1995.



Figuur 3.2 Maaiveldhoogteontwikkeling (mm+NAP) bij de meetpunten in de pionierzone, lage en midden kwelder en zomerpolder vanaf 1995.

De nieuwe meetpunten die in de Peazemerlannen (18) en het referentiegebied (29) zijn uitgezet zijn in september/oktober 2007 voor het eerst gemeten en dienen als uitgangshoogte voor de komende monitoringperiode. De waterpasmeting van de SEB-palen om de NAP-hoogte van de (nieuwe) meetpunten vast te stellen zal in 2008 door de NAM worden verzorgd.

In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost *et al.*, 1998), uitgevoerd in het kader van de gaswinning onder Ameland, zijn reeds de volgende uitgangspunten geformuleerd om de effecten van zeespiegelstijging en/of bodemdaling op kwelders te kunnen voorspellen (zie ook Meesters *et al.*, 2006):

- Er treden geen veranderingen van de vegetatie op indien de opslibbing in balans is met de som van de bodemdaling en de zeespiegelstijging. Reden hiervoor is dat de kweldervegetatie in nauwkeurig vastgelegde zones ten opzichte van GHW groeit (Dijkema, 1997). De vegetatiezones zullen uiteindelijk parallel aan de trend in de waterstand opschuiven (afgezien van eventuele opslibbing).
- Er treden geen effecten op van een tijdelijk en gering tekort in de opslibbingsbalans van 5 cm (= grenswaarde). Op Ameland blijkt tot nu toe dat deze redenering te voorzichtig is gesteld (Dijkema *et al.*, 2005).

Voor de kwelder van de Peazemerlannen wordt in Meesters *et al.* (2006; Figuren 4.2-4.5) de verwachting uitgesproken dat de opslibbingsbalans nauwelijks door de voorspelde bodemdaling zal worden beïnvloed. Er is hierbij ook rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 2 mm/j. Zowel in de primaire pionierzone achter de stormdoorbraak, de kommen, de lage kwelder als op de oeverwallen zou de opslibbingsbalans positief blijven.

Een bodemdaling van 12 cm in 32 jaar (Meesters *et al.*, 2006) betekent bij de huidige gemeten opslibbing (zie ook Tabel 3.1) dat de relatieve ophoging van de kwelder verder gaat, en daarmee ook de vegetatiesuccessie. De tijdelijke verlaging van de opslibbing door bodemdaling vertraagt de veroudering van de kweldervegetatie hooguit. Dat kan gezien worden als een positief neveneffect van gaswinning, maar de bodemdaling is niet groot genoeg om het verouderingsprobleem langdurig op te lossen.

De primaire pionierzone achter de doorbraak in de bitumen zomerkade werd in de bodemdalingstudies van 1993 en 1998 nog als een probleem gezien. Op grond van de recente SEB-metingen is dat niet meer het geval.

3.2 Vegetatie (pq's)

Van alle pq's, zowel die in de Peazemerlannen als in het referentiegebied staat de vegetatiezone volgens SALT97 resp. in Bijlage 1 en 2 weergegeven.

In Tabel 3.1 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten. Voor de nieuwe meetpunten kan slechts de uitgangssituatie in 2007 vermeld worden, maar bij reeds bestaande punten staat ook de ontwikkeling samengevat.

Door het warme voorjaar en de zeer natte zomer hebben zich een aantal te verwachten veranderingen voorgedaan. Vooral in de kommen met een matige tot slechte ontwatering, soms ook in combinatie met beweiding, is het Kweldergras meestal grotendeels vervangen door Schorrenkruid. Bij de overige pq's hebben zich geen opmerkelijke verschuivingen voorgedaan.

De beweiding door schapen in het westelijke deel van de Peazemerlannen is eigenlijk niet de bedoeling, maar vindt elk jaar toch plaats, omdat de schapen onder het prikkeldraad doorkruipen. De beweiding van de zomerpolder met schapen en/of koeien en soms jongvee is wel zo bedoeld.

Tabel 3.1 Samenvatting gemiddelde opslibbing en vegetatie van de meetpunten in de Peazemerlannen in 2007. Voor de 27 kweldermeetpunten waar ook in 2006 al opnames gemaakt waren is ook de vegetatieontwikkeling aangegeven.

PQ	Type	Vegetatiezone 2007	Gem. opslibbing 1996-2007 mm/j	Ontwikkeling 2006->2007	Bijzonderheden
37	kaal wad	kaal wad	n.v.t.	n.v.t.	
38	kaal wad	kaal wad	n.v.t.	n.v.t.	
32	Qqo	11: pre-pionierzone	n.v.t.	n.v.t.	
44	Sso	11: pre-pionierzone	n.v.t.	n.v.t.	
45	Qqo	11: pre-pionierzone	n.v.t.	n.v.t.	
47	Qq3	12: pionierzone	n.v.t.	n.v.t.	zomerpolder, beweiding divers
4	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	11,3	regressie Kweldergras -> Schorrenkruid	beweiding schapen; slechte ontwatering
5	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	6,4	regressie Kweldergras -> Schorrenkruid	beweiding schapen; slechte ontwatering
6	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	10,9	stabiel Schorrenkruid	beweiding schapen; slechte ontwatering
8	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	11,5	regressie Kweldergras -> Schorrenkruid	beweiding schapen; slechte ontwatering
12	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	17,3	regressie Kweldergras -> Schorrenkruid	slechte ontwatering
46	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	n.v.t.	n.v.t.	zomerpolder, beweiding divers
48	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	n.v.t.	n.v.t.	zomerpolder, beweiding divers
14	Pp	21: lage kwelder	12,1	stabiel Kweldergras	
17	kaal	(oorspronkelijk lage kwelder)	13,6	regressie -> laatste vegetatie weg	zeer slechte ontwatering
19	Pp	21: lage kwelder	23,1	stabiel Kweldergras	
21	Ph3	21: lage kwelder	16,3	stabiel Kweldergras en Zoutmelde	
24	Pp	21: lage kwelder	23,3	stabiel Kweldergras	
25	Pp	21: lage kwelder	18,2	stabiel Kweldergras	slechte ontwatering
29	Pp-b	21: lage kwelder	13,7	stabiel Kweldergras	slechte ontwatering
31	Pp-u	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
33	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
34	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
35	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
36	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
39	P	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
40	P	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
41	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
42	Pp	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
43	Ppa	21: lage kwelder	n.v.t.	n.v.t.	
7	Xy5	32: midden kwelder	15,8	stabiel Zeekweek	beweiding schapen
9	Xy5	32: midden kwelder	11,8	stabiel Zeekweek	beweiding schapen
10	Xy5	32: midden kwelder	15,6	stabiel Zeekweek	
11	Xy5	32: midden kwelder	14,0	stabiel Zeekweek	
13	Xy5	32: midden kwelder	9,0	stabiel Zeekweek	
15	Xx5	32: midden kwelder	16,1	stabiel Zeekweek	

<i>PQ</i>	<i>Type</i>	<i>Vegetatiezone 2007</i>	<i>Gem. opslibbing 1996-2007 mm/j</i>	<i>Ontwikkeling 2006->2007</i>	<i>Bijzonderheden</i>
16	Xy5	32: midden kwelder	10,7	stabiel	Zeekweek
18	Xy5	32: midden kwelder	14,0	stabiel	Zeekweek
20	Xy5	32: midden kwelder	12,9	stabiel	Zeekweek
22	Xy5	32: midden kwelder	25,7	stabiel	Zeekweek
23	Xy5	32: midden kwelder	24,9	stabiel	Zeekweek
26	Xy5	32: midden kwelder	17,9	stabiel	Zeekweek
27	Xy5	32: midden kwelder	16,1	stabiel	Zeekweek
28	Xy5	32: midden kwelder	14,8	stabiel	Zeekweek
30	Xy5	32: midden kwelder	15,4	stabiel	Zeekweek

De successierichting van de vegetatie is een belangrijk gegeven om zowel positieve als negatieve effecten van natuurlijke veranderingen, van beheersmaatregelen en van bodemdaling door gaswinning te kunnen beoordelen. Het onderzoek aan de vegetatiezones van de Peazemerlannen tot nu toe heeft het volgende geleerd:

Uit een vergelijking van de theoretische ondergrenzen van de vegetatiezones (Tabel 3.2) met de gemeten gemiddelde ondergrenzen in de Peazemerlannen in 2007 blijkt dat de vegetatie >30 cm boven de betreffende ondergrens groeit. De uitkomsten van de kweldermonitoring op Ameland hebben de vraag opgeroepen of de huidige theorie over de sterke rol van de maaiveldhoogte in de kwelderzoning houdbaar is. De mate van ontwatering en de beweiding zijn eveneens van belang; binnen marges zijn de effecten daarvan misschien wel groter. Voor de Peazemerlannen is dit van duidelijk belang voor de kommen. De vegetatie groeit daar ruim boven de ondergrens, maar toch is daar bij diverse pq's regressie opgetreden. De bepalende factor voor het type vegetatie in de kommen is de ontwatering en niet de hoogteligging. Door terugschrijdende erosie in kleine kreekjes vindt in de kommen natuurlijke kreekvorming plaats. Zodra een kom daardoor ontwaterd wordt, zal echter weer zeer snel successie van de pionierzone naar de lage kwelderzone plaatsvinden. Een voorbeeld is de plas van 2.4 ha op de westzijde van De Hon in het hart van de bodemdaling Ameland, die na kreekvorming in enkele jaren vrijwel volledig is begroeid (Dijkema *et al.*, 2005).

Tabel 3.2 Theoretische ondergrens vegetatiezones in een aantal Waddenzeekwelders (m+NAP) gecorrigeerd voor de GHW-trend en de gemiddelde gemeten hoogteligging van de 27 kwelder-pq's in 2007.

Puc=*Puccinellia* (Gewoon kweldergras); *Sal* = *Salicornia* (Zeekraal)

<i>Vegetatiezone</i>	<i>Bedekking</i>	<i>Ameland</i> ¹	<i>Friesland midden</i> ²	<i>Groningen west</i> ²	<i>Peazemerlannen</i> ³	<i>Peazemerlannen 2007</i>
Midden kwelder		1,46 (beweid)	1,35	1,36	1,29	1,62 (n=15)
		1,36 (onbeweid)				
Lage kwelder	<i>Puc</i> > 5%	1,21	1,22	1,14	1,16	1,48 (n=9)
Pre-laag	<i>Puc</i> < 5%	1,12	1,12	1,04	1,06	
Pionierzone	<i>Sal</i> > 5%	0,86	0,90	0,80	0,84	1,41 (n=3)
Pre-pionier	<i>Sal</i> < 5%	0,82	0,64	0,59	0,58	

¹) Tabel 5.3 in Eysink *et al.* (1995)

²) Tabel 4.6 en 4.7 in Dijkema *et al.* (1991)

³) Berekend uit 2) en gecorrigeerd voor 6 cm lager GHW

Tabel 3.3 Samenvatting uitgangssituatie vegetatie van de meetpunten in het referentiegebied in 2007.

PQ	Type	Vegetatiezone 2007	Bijzonderheden
286C	Ppa	21: lage kwelder	
286D	Xy5	32: midden kwelder	
286F	Xy5	32: midden kwelder	
286H	Xy5	32: midden kwelder	
286I	Ph5	21: lage kwelder	
286K	kaal	-	
311G	Xy5	32: midden kwelder	
311I	Xx5	32: midden kwelder	
311K	Xy5	32: midden kwelder	
311L	Ph5	21: lage kwelder	
311M	Ph3	21: lage kwelder	
311N	kaal	-	
324G	Xy5	32: midden kwelder	
324H	Pp	21: lage kwelder	
324I	Pps	21: lage kwelder	
324K	kaal	-	
339D	—		beweid; te kort afgegrasd voor goede vegetatieopname
339F	Ph3	21: lage kwelder	beweid
339H	Pp	21: lage kwelder	beweid
339I	Ss3	12: pionierzone	beweid
339K	Sso	11: pre-pionierzone	
356F	Ss5	12: pionierzone	
356G	Pp/Ph3	21: lage kwelder	
356H	Xy5	32: midden kwelder	
356I	Qqo	11: pre-pionierzone	
359F	Xy5	32: midden kwelder	
359G	Ph5	21: lage kwelder	
359H	Ss3	12: pionierzone	
359I	kaal	-	

3.3 Kliferosie

Bij het inmeten van de klifrand op de grens van pionierzone en kwelder bij het "grote gat" in de buitenste zomerkade in het midden van het gebied is onderscheid gemaakt tussen de buitenste rand met begroeiing en de klifrand. Door de aanwezigheid van zeer veel poeltjes in dit grensgebied (zie Foto 3.1) is er niet altijd één duidelijke klifrand aanwezig. De daar aanwezige poeltjes groter dan 1x1m zijn ook met de GPS vastgelegd om te voorkomen dat in de toekomst de klifrand erg verschoven lijkt te zijn, terwijl dit veroorzaakt is door het doorbreken van de rand die een poeltje omringd.



Foto 3.1 Poeltjes in grensgebied pionierzone en lage kwelder.

3.4 Langjarige opslibbing en vegetatie meetvakken in west Groningen

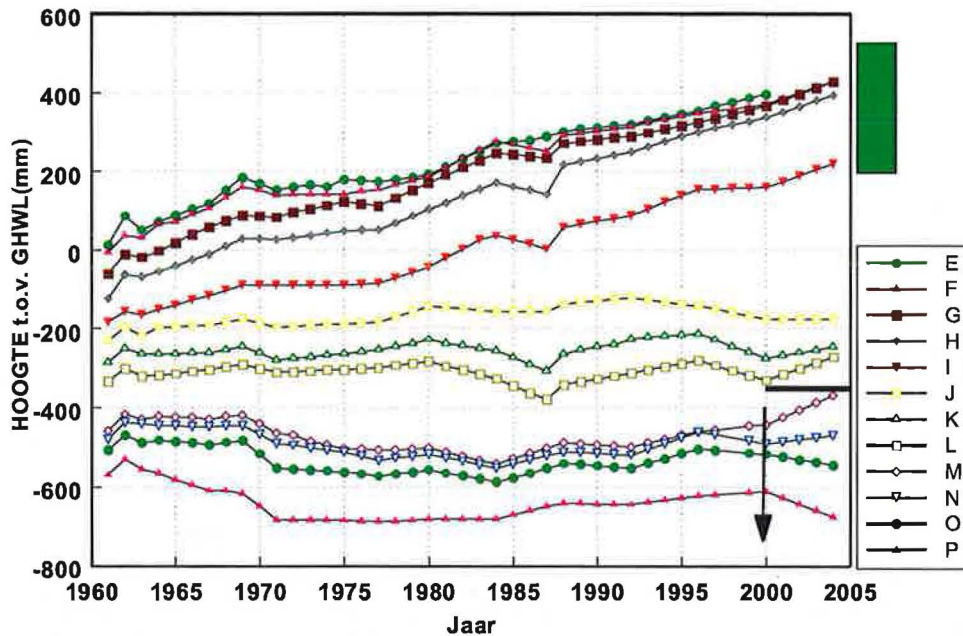
Van de historische dataset van RWS met opslibbing en vegetatieontwikkeling in de meetvakken worden in deze jaarrapportage slechts enkele voorbeelden gegeven ter illustratie. Voor uitgebreide informatie wordt verwezen naar Dijkema *et al.* (2001 en 2007).

Opslibbing

In Figuur 3.3 staat de gemiddelde hoogteontwikkeling vanaf 1960 vanaf de dijk (subvak E) tot aan het kale wad (subvak P) in meetvak 286-289. De kweldervakken E t/m I laten een duidelijk stijgende lijn zien. Vanaf 2000 wordt, na een beleidskeuze, de buitenste dwarsdam (=evenwijdig aan de kust) niet meer onderhouden. De gevolgen hiervan zijn terug te vinden in de erosie van de buitenste subvakken.

De nieuwe dwarsdam tussen de subvakken L en M uit 2000 heeft direct een toename van de opslibbing tot gevolg. Beide ingrepen laten zien hoe beheermaatregelen een snel en direct effect op de hoogteontwikkeling kunnen hebben.

Meetvak 286 - 289



Figuur 3.3 Voorbeeld van data betreffende hoogteontwikkeling in een van de meetvakken behorend tot het referentiegebied west-Groningen. De groene balk rechtsboven geeft de kweldervakken aan. De pijl geeft aan dat in 2000 het onderhoud aan de buitenste dwarsdam is gestopt. De horizontale vette balk geeft aan dat in 2000 een nieuwe dwarsdam is aangelegd tussen vak L en M.

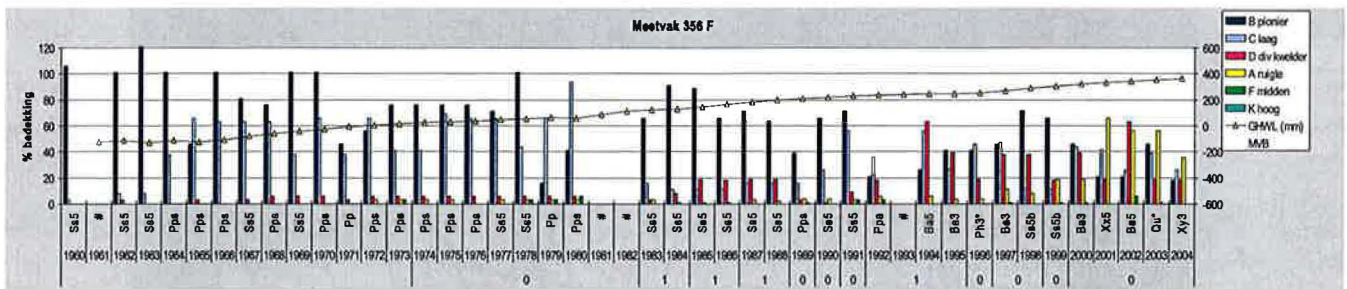
De gemiddelde opslibbing over de afgelopen 15 jaar in alle 5 referentie-meetvakken per (vegetatie)zone staat vermeld in Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Gemiddelde opslibbing in de 5 westelijke Groninger referentie-meetvakken over de periode 1992-2007.

	3 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld pionierzone	1 ^e bezinkveld kwelderzone
5 Referentie-meetvakken Groningen gemiddeld 1992-2007	-0,4 cm/j	0,3 cm/j	0,4 cm/j	1,4 cm/j

Vegetatie

In Figuur 3.4 staat de vegetatie- en hoogteontwikkeling van 1960 tot 2004 in één van de 100x100 m subvakjes uit referentie-meetvak 356. In principe is van elk van de subvakken een vergelijkbare figuur te maken, als de gegevens beschikbaar zijn. In de laatste jaren is duidelijk de toenemende successie/veroudering van de vegetatie te zien. Uiteindelijk leidt een toenemende hoogte van het maaiveld vrijwel altijd tot een soortenarme climaxvegetatie waarin Zeekweek en Spiesmelde domineren. Alleen beweiding en/of een slechte ontwatering kunnen deze ontwikkeling tegengaan of vertragen. In Tabel 3.5 is de vegetatieontwikkeling samengevat voor de 5 referentiemeetvakken.



Figuur 3.4 Voorbeeld van vegetatieontwikkeling en hoogteligging in een van de meetvakken behorend tot het referentiegebied west-Groningen.

Tabel 3.5 Samenvatting vegetatieontwikkeling in de 5 referentie-meetvakken.

Meetvak	1960-1970	1970-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2007
286-289	Blue	Blue	Red	Red	Red	Red	Yellow
308-311	Blue	Blue	Red	Red	Red	Yellow	Yellow
324-327	Blue	Blue	Blue	Blue	Red	Red	Yellow
336-338	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Red	Yellow
356-359	Dark Blue	Blue	Dark Blue	Dark Blue	Blue	Red	Yellow

Salt97 soortengroepen:

Pionierplanten

Zeekraal
Engels slijkgras

Lage kwelderplanten

Gewoon kweldergras
Gewone zoutmelde

Diverse zones (= Asteretea)

Zeeaster
Gerande schijnspurrie
Lamsoor
Zeeweegbree

Stuwplanten (= "veenbrij")

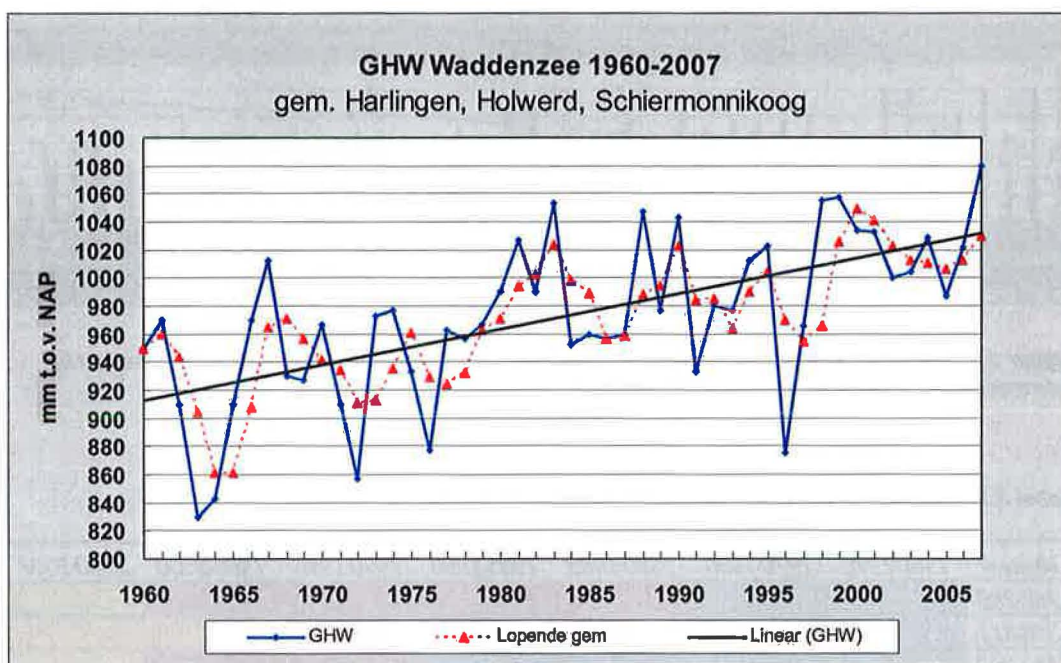
Zeekweek
Spiesmelde
Strandmelde

3.5 Bepaling NAP-hoogte SEB-meetpunten

In juli 2008 zullen in samenwerking met de NAM de NAP-hoogtes van alle SEB-palen en enkele ijkpunten in de Peazemerlannen en het referentiegebied bepaald worden.

3.6 Jaargemiddeld hoogwater

Het jaargemiddelde hoogwater van 2007 is met NAP + 1080 mm de hoogste in de meetreeks. De jaargemiddelde GHW-lijn voor de Waddenzee wordt grotendeels bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). Deze hoge waarde over 2007 lijkt een gevolg van het weerpatroon, met name de langdurige westcirculaties in de periode januari-februari en vanaf medio juni tot en met medio december.

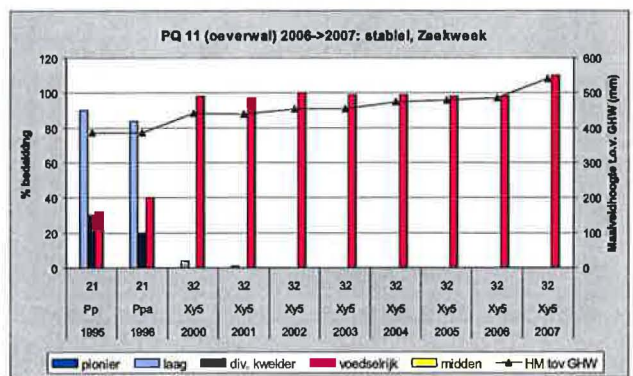
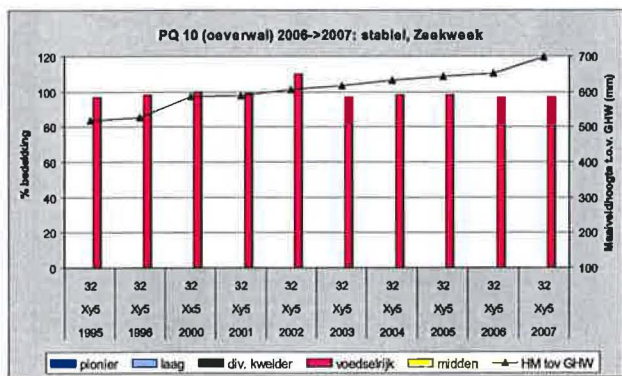
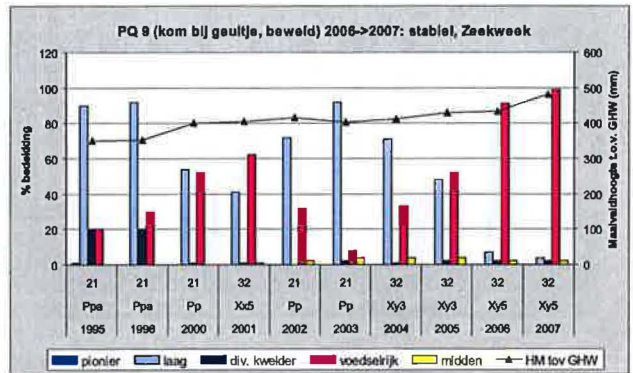
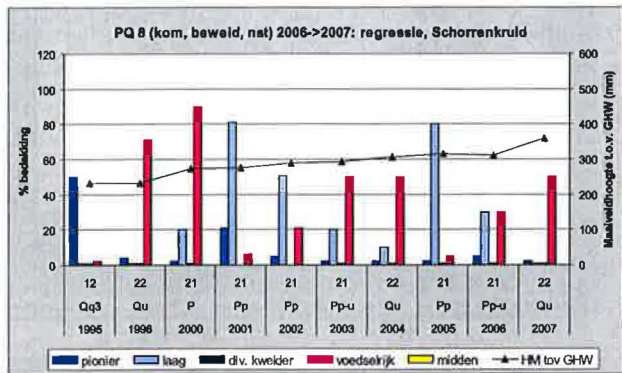
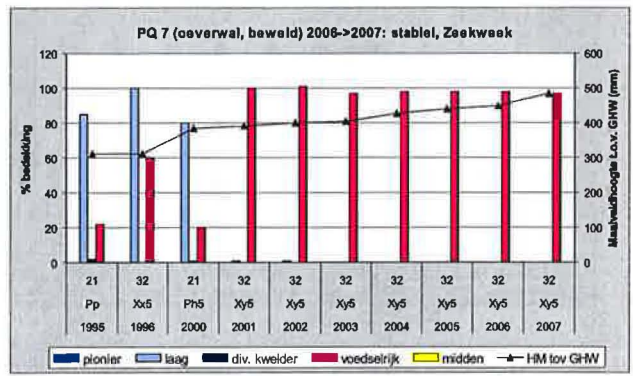
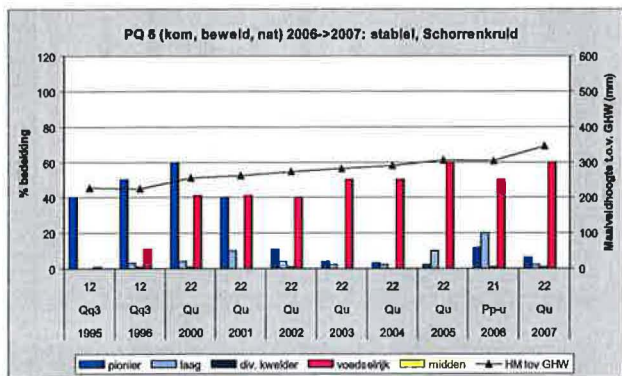
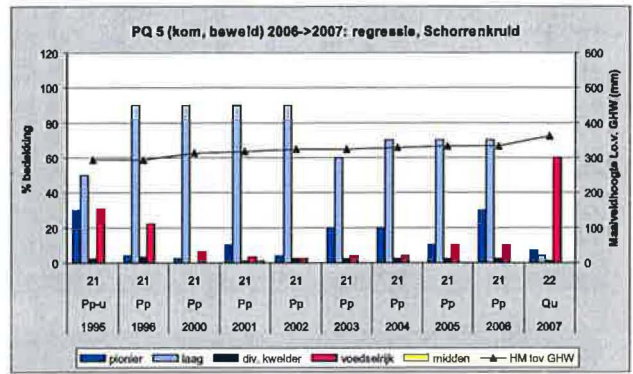
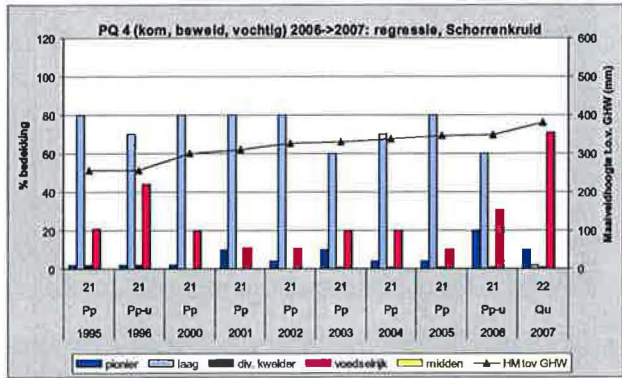


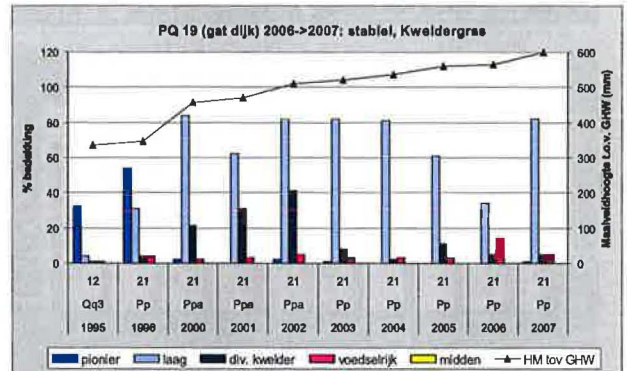
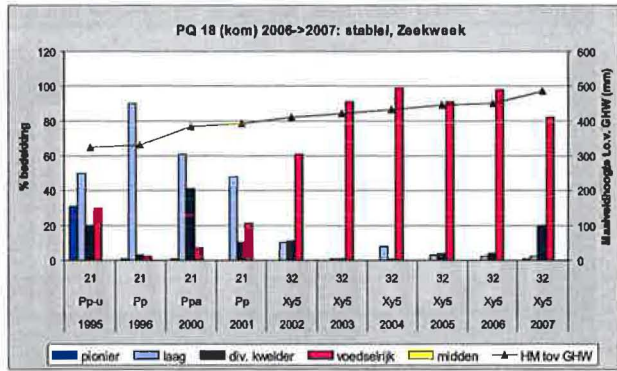
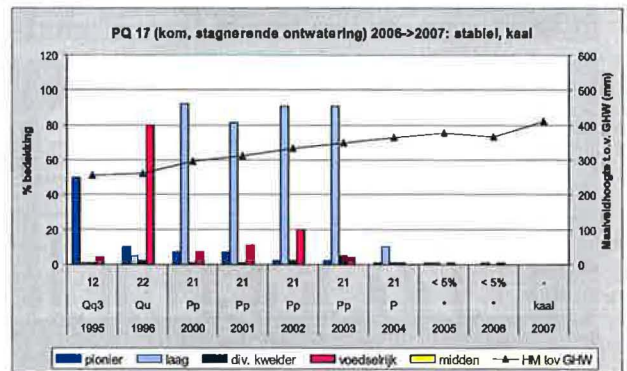
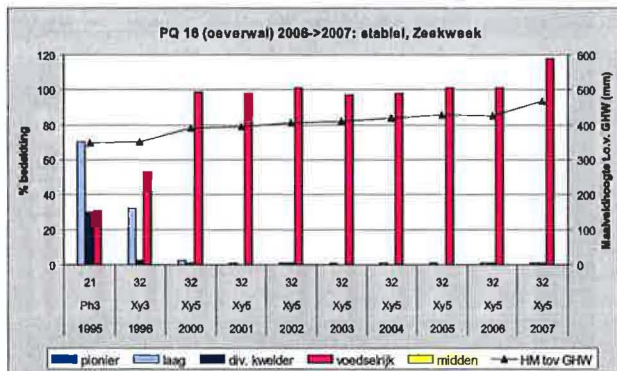
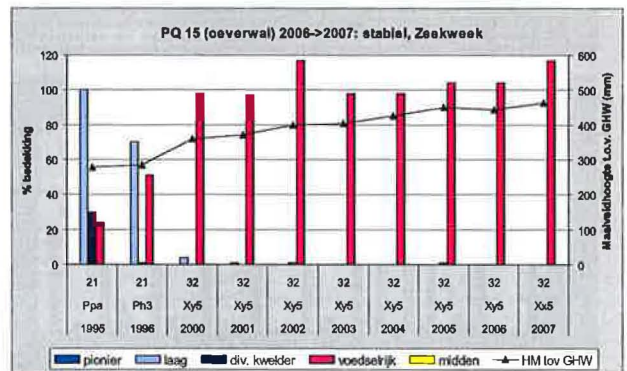
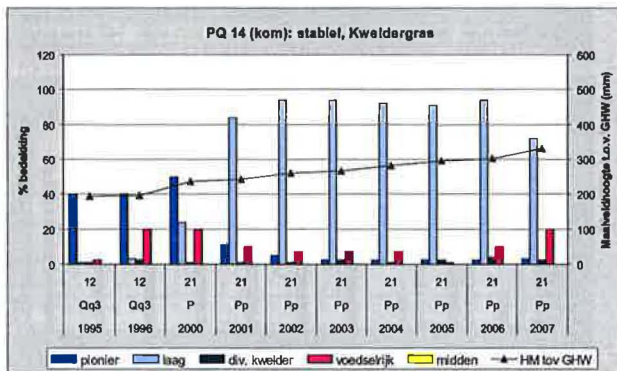
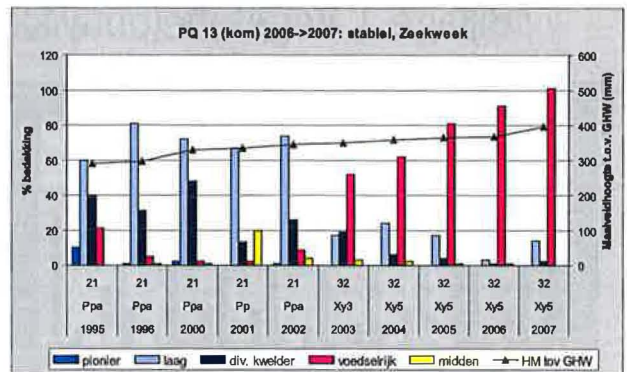
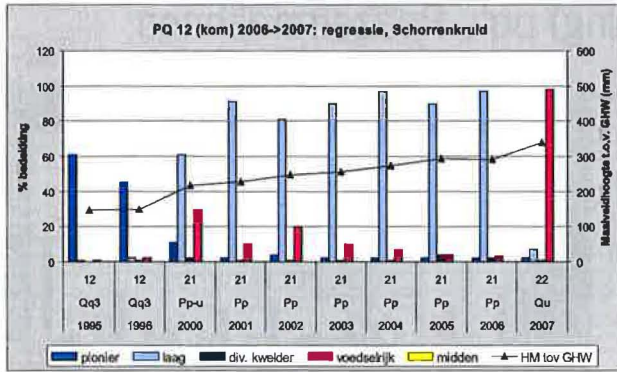
Figuur 3.5 Jaargemiddelde hoogwaters voor de kwelderwerken van 1960-2007.

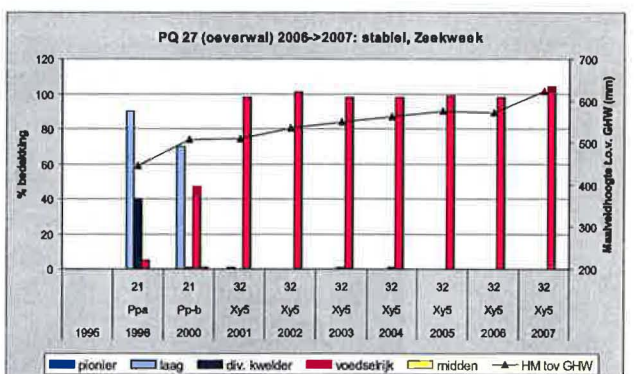
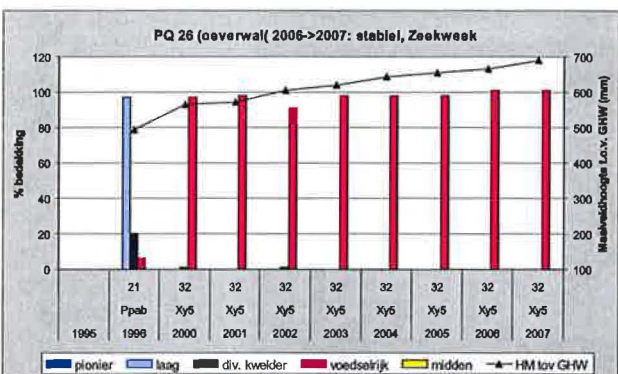
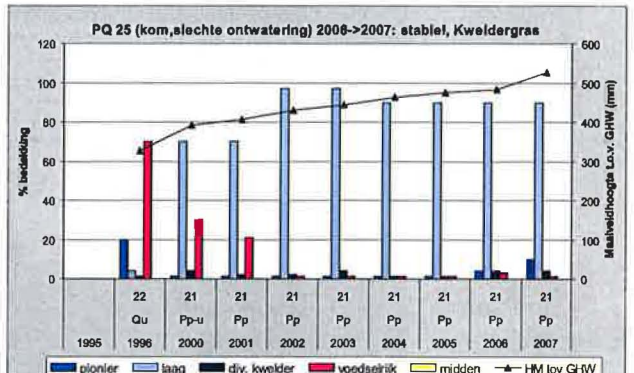
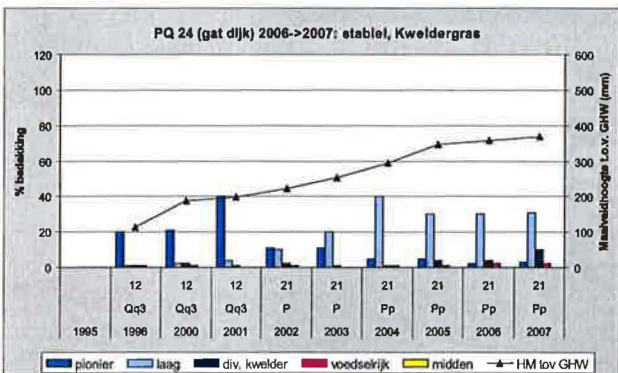
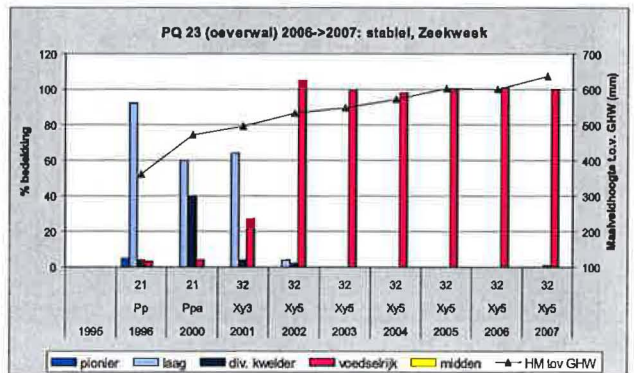
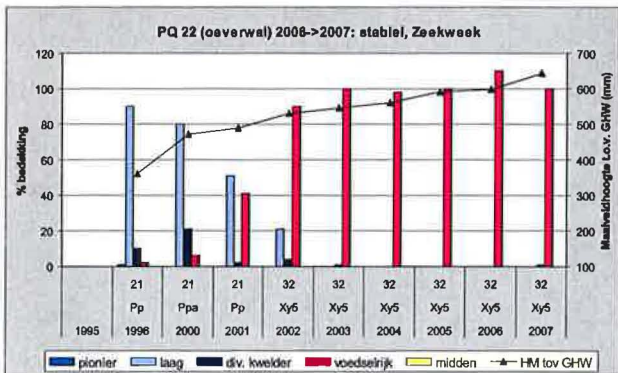
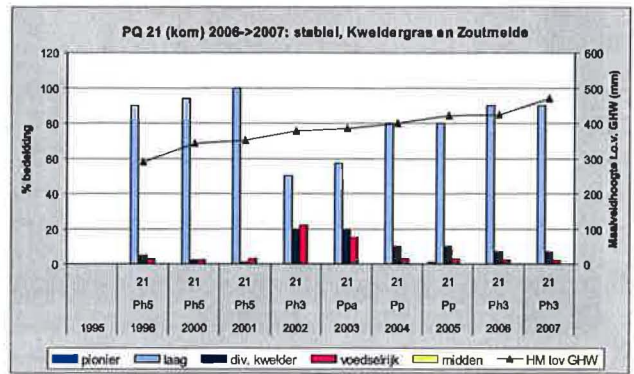
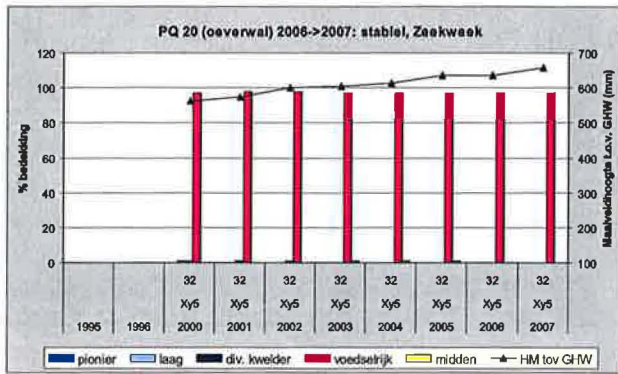
4 Literatuur

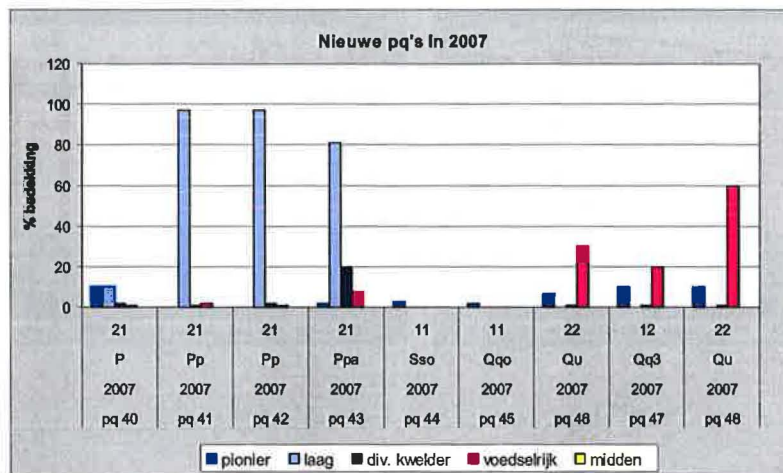
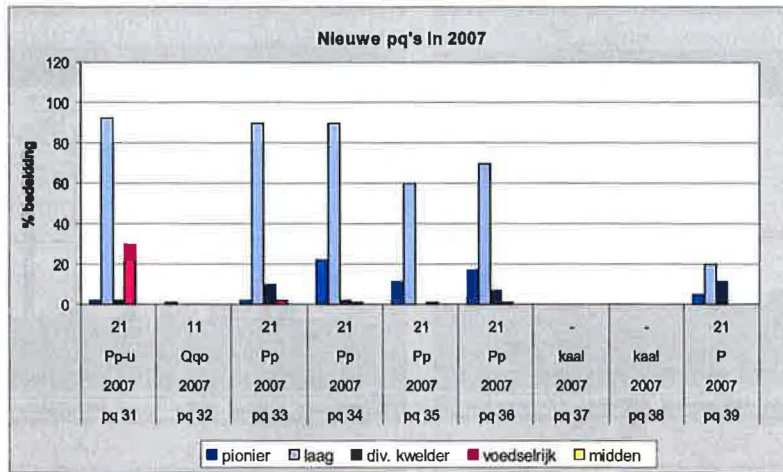
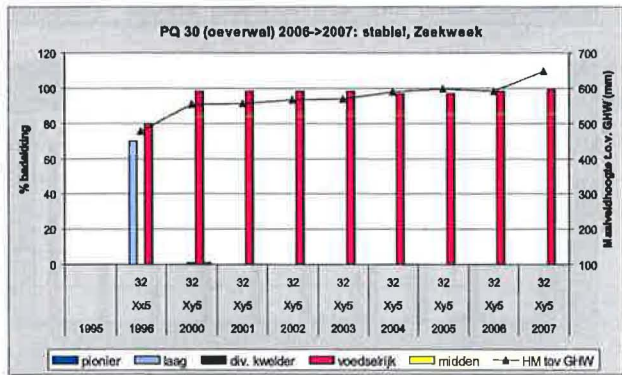
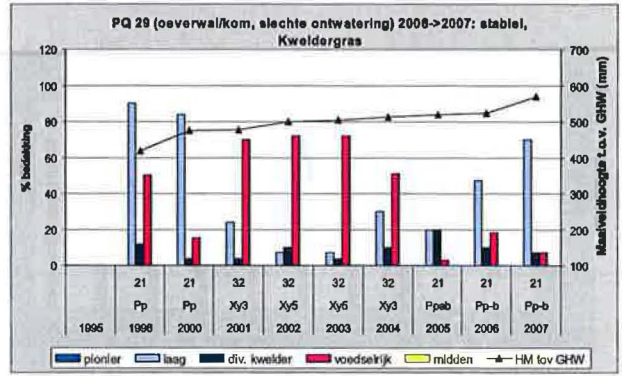
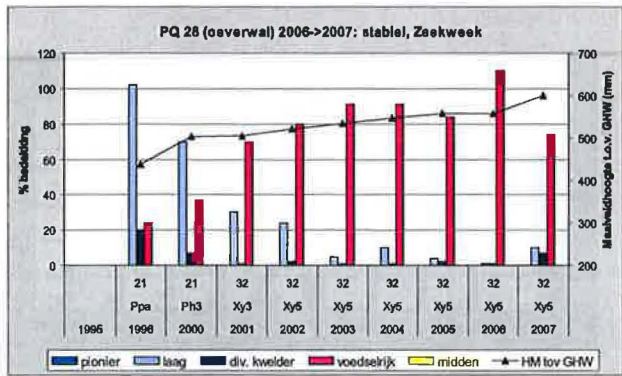
- Bossinade, J.H., van den Berghs, J. & Dijkema, K.S., 1993. De invloed van de wind op het jaargemiddelde hoogwater langs de Friese en Groninger waddenkust. Rijkswaterstaat Directie Groningen/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 22 p.
- De Glopper, R.J., 1973. Subsidence after drainage of the deposits in the former Zuyder Zee and in the brackish and marine forelands in The Netherlands. Van Zee tot Land 50, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, 's-Gravenhage. 205 p.
- Dijkema, K.S., 1997. Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Research* 13 (4): 1294-1304.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, P. Bouwsema & R.J. de Glopper 1990. Salt marshes in the Netherlands Wadden Sea: rising high tide levels and accretion enhancement. In: J.J. Beukema, W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (eds), *Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht; 173-188.
- Dijkema, K.S., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta, 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. Leeuwarden, Rijkswaterstaat dir Noord-Nederland en Texel, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. 68 p.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin & H.F. van Dobben, 2005. Kweldervegetatie op Ameland: effecten van veranderingen in de maaiveldhoogte van Nieuwlandsdijk en De Hon. In: *Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning*. Begeleidingscommissie Monitoring Ameland. 97 p.
- Dijkema, K.S., Nicolai, A., Frankes, J., Jongerius, H., Keegstra, H. & Swierstra, J., 2007. Monitoring en beheer van de kwelderwerken in Friesland en Groningen 1960-2006. Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken over de periode augustus 2006 - juli 2007. 48 p. + bijlagen
- Esselink, P., 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 256 p.
- Eysink, W.D., K.S. Dijkema & W.E. van Duin, 2000. Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Peazemerlannen. WL/Delft Hydraulics en Alterra. 35 p. + bijlagen.
- Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas, 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004, Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd, Rapport RIKZ 2004-025.
- Janssen, J. A. M., 2001. Monitoring of salt-marsh vegetation by sequential mapping. Proefschrift, Universiteit Amsterdam.
- Meesters, H.W.G., K.S. Dijkema, W.E. van Duin, C.J. Smit, N. Dankers, P.J.H. Reijnders, R.K.H. Kats & M.L. de Jong, 2006. Natuurwaarden in de kombegingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. Alterra-rapport 1310, Alterra- Texel. 191 p.
- Oost, A.P., B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh, 1998. *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee*. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.
- Storm, K., 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Nota AX-99.007. 68 p.
- van Duin, W.E., K.S. Dijkema & J. Zegers, 1997. Veranderingen in bodemhoogte (opslibbing, erosie en inklink) in de Peazemerlannen. IBN-rapport 326. 104 p.
- Veenstra, K., 1965. De invloed van het vochtgehalte van de grond op de hoogte van het maaiveld bij een zware vaste kleigrond. Intern rapport Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Baflo.
- Westhoff, V., J.H.J. Schaminee & K.S. Dijkema, 1998. 26. *Asteretea tripolii*. In: J.H.J. Schaminee, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds.). *De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus*. Opulus Press, Uppsala. 89-130.

Bijlage 1 Vegetatie(ontwikkeling) pq's Peazemerlanden

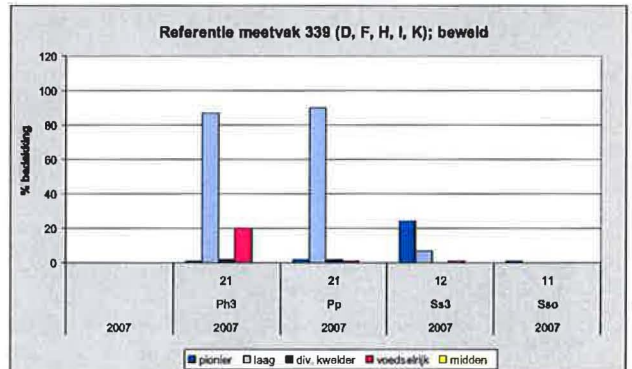
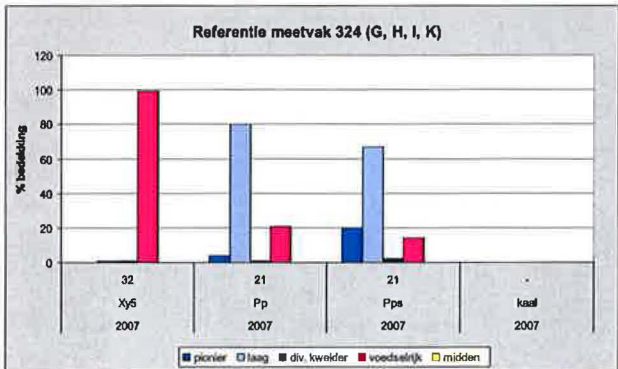
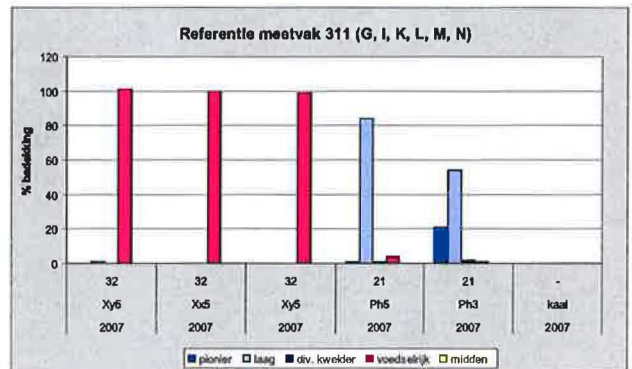
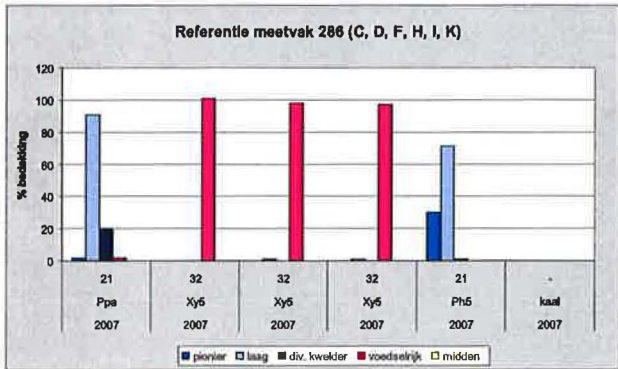








Bijlage 2 Vegetatie pq's referentiegebied west-Groningen



Meetvak 339D was zeer kort afgegrasd en de vegetatie was daardoor niet goed op te nemen. De bedekking is geschat op 65% grassen en 20% kruiden en de bijbehorende zone als Rre.

