

Kweldermonitoring in de Peazemerlannen
en het referentiegebied West-Groningen:
Jaarrapport 2017



W.E. van Duin



Artemisia-rapport 2017-03

Colofon

- Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Postbus 28000
9400 HH Assen
- Projectnummer: 2016-03/2017
- Publicatiedatum: 27 maart 2018
- Foto voorkant: Engels slijkgras omringd door Schorrenkruid en Kweldergras bij pq 5 in het westelijke deel van de Peazemerlannen
- Referentie: W.E. van Duin, 2018. Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2017. *Artemisia*-rapport 2017-03, *Artemisia*-kwelderonderzoek, Den Helder. 74 p.

© *Artemisia*



Artemisia - kwelderonderzoek

Adres: Graaf Willem II straat 258
1785 KL Den Helder

Telefoon: 0223-637176

E-mail: willem.vanduin@kpnmail.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1. Inleiding.....	11
1.1 Achtergrond.....	11
1.2 Keuze referentiegebied.....	11
1.3 Metingen door derden.....	13
1.4 Ervaring op basis van bodemdalingsonderzoek Ameland.....	14
2. Methodes.....	16
2.1 Globale werkwijze.....	16
2.2 Schaalniveaus.....	16
2.2.1 Peazemerlannen.....	16
2.2.2 Monitoring referentiegebied West-Groningen.....	17
2.3 Keuze ligging pq's.....	18
2.4 Opslibbing (SEB-meting bij vegetatie pq).....	20
2.5 Vegetatie (pq's).....	21
2.6 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten in 2008.....	22
2.7 Diepteloggers.....	23
3. Resultaten en discussie.....	24
3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen).....	24
3.2 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten.....	30
3.3 Vegetatie (pq's).....	30
3.4 Vegetatiekaarten RWS.....	37
3.5 Opslibbing en vegetatieontwikkeling RWS-meetvakken West-Groningen.....	41
3.6 Jaargemiddeld hoogwater.....	45
4. Conclusies.....	47
4.1 Peazemerlannen.....	47
4.2 Referentiegebied.....	48
4.3 Beweiding.....	48
4.4 Auditcommissie over rapport 2016.....	49
5. Referenties.....	51
BIJLAGEN.....	53
A. Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD).....	54
B. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 4-30.....	54
C. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 31-48.....	59
D. Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq.....	62

E. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen.....	64
F. Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen: afzonderlijke pq's	68
G. Vegetatieontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen 1996-2008...	70
H. Hoogteontwikkeling 5 RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen	73
I. Vertrappingsschade bij SEB-meting per pq en jaar in referentiegebied West-Groningen...	74

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de monitoring in het kader van de bodemdaling onder de kwelder de Peazemerlannen, gelegen aan de Friese noordoostkust. Er wordt een overzicht gegeven van de activiteiten en meetresultaten in de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen en het referentiegebied in de kwelderwerken in West-Groningen gedurende de jaren 2007 t/m 2017. De meeste gegevens worden weergegeven vanaf 2007, het startjaar van de gaswinning. Oudere data worden, waar nuttig, ook weergegeven of er wordt verwezen naar eerdere rapporten. Algemene en achtergrond-informatie wordt in elke jaarrapportage opgenomen, zodat het meest recente jaarrapport in principe alle nodige informatie bevat.

Puntmetingen in de Peazemerlannen en het referentiegebied

In 1995/1996 zijn 30 meetpunten uitgezet in de Peazemerlannen. Door de autonome ontwikkeling (maaiveldhoogteverandering, in dit rapport ook wel opslibbing genoemd, en vegetatiesuccessie) in de periode 1995-2007, die als nulmeting gezien kan worden, raakten vooral de meetpunten in de lagergelegen vegetatiezones ondervetegenwoordigd. Daarom zijn in 2007, vooral in die zones, 18 extra meetpunten aangelegd, waarmee het totale aantal meetpunten op 48 is gekomen.

Verder zijn in 2007 in de West-Groninger kwelderwerken 29 referentiemeetpunten uitgezet in vegetatiezones vergelijkbaar met die in de Peazemerlannen. De meetpunten zijn verdeeld over zes raaien van dijk naar wad in vijf meetvakken van Rijkswaterstaat (RWS).

Van alle meetpunten wordt jaarlijks in voor- en najaar de opslibbing en daarmee ook de maaiveldhoogte bepaald met de Sedimentatie-Erosie-Balk (SEB). In de nazomer wordt jaarlijks de vegetatie opgenomen in permanente kwadraten (pq's) bij de SEB-meetpunten. Van alle meetpunten is de maaiveldhoogte t.o.v. NAP bekend.

Meetvakken RWS en aanvullende transectmetingen referentiegebied verzameld door RWS

De kwelderwerken van West-Groningen zijn de vastelandskwelders zonder bodemdaling die dichtstbij de Peazemerlannen liggen. Daarnaast is van dit gebied een meetreeks van RWS beschikbaar betreffende de opslibbing en vegetatieontwikkeling van 1960 tot heden in 25 vaste meetvakken (400 m breed en van dijk tot wad). De hoogteontwikkeling wordt driejaarlijks door RWS bepaald via transectmetingen in dwarsraaien evenwijdig aan de dijk (elke honderd meter van dijk tot wad). De vegetatie wordt jaarlijks in alle meetvakken opgenomen. Deze transectmetingen vormen een tweede schaalniveau en zijn daarmee een waardevolle toevoeging aan de door *Artemisia* uitgevoerde puntmetingen aan de opslibbing en vegetatie.

Resultaten puntmetingen 2007-2017

Opslibbing pq's

Met de SEB-metingen wordt de verandering van de maaiveldhoogte gemeten. Dit is de resultante van sedimentatie, erosie, compactie (klink door uitdroging of rijping en vertrapping), bioturbatie en organische componenten, zoals plantenwortels. Bodemdaling is er niet in verrekend. De maaiveldhoogteverandering wordt in de verdere tekst meestal aangeduid met (netto-)opslibbing.

Peazemerlannen

In de Peazemerlannen was de gemiddelde maaiveldverandering over 2007-2017 bij alle pq's positief. De gemiddelde jaarlijkse netto-opslibbing gemeten van 2007-2017 in de pionierzone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 8-15 mm/j. De gemiddelde bodemdaling in deze zelfde periode was 3,3 mm/j en de GHW-stijging 1 mm/j (op basis van de meetgegevens van station Lauwersoog over de periode 1988-2017). In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 8 mm/j in de lage delen aan de oostkant en 3 mm/j in de kortgegrasde hoger gelegen delen aan de westkant. Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in hoogte gemeten van 15 mm/j. Tussen meetpunten in dezelfde vegetatiezone waren soms wel grote verschillen, vooral in de dynamische laaggelegen en weinig begroeide pre-pionierzone. Er zijn vier meetpunten die over de afgelopen 10 jaar een opslibbing hebben $\leq 4,3$ mm/j (een waarde die momenteel wordt aangehouden om de combinatie van GHW-stijging en bodemdaling minimaal te kunnen compenseren). Daarvan liggen er drie in het westelijke deel van de zomerpolder en een in een afwisselend natte en droge poel. Daarnaast zijn er ook nog vijf pq's met een opslibbing die maar net boven deze 4.3 mm/j ligt. Het betreft punten waarvoor in eerdere rapportages ook al een lage opslibbing werd gemeld, vooral vanwege een grote afstand tot een sedimentbron (wad of kreek). Uit eerdere metingen blijkt echter ook dat een aanvankelijke achterstand in een of enkele jaren kan worden ingelopen.

Ook dit jaar is een vergelijking gemaakt van de opslibbing van dicht bij elkaar liggende wadsedimentatie-metpunten van Natuurcentrum Ameland (NCA) en SEB-metpunten van *Artemisia* in de dynamische pre-pionierzone. Bij NCA-metingen worden de veranderingen aan het wadoppervlak gemeten ten opzichte van een ondergronds vast punt (grondanker), terwijl bij de SEB-metingen de bovenkant van de SEB-palen het vaste punt vormen. De uitgangshoogte van beide groepen meetpunten was verschillend. Er zijn duidelijk overeenkomsten in de ontwikkeling van de maaiveldhoogte bij sommige metingen, maar langzamerhand lijkt de trend in hoogteontwikkeling tussen de hoger en lager gelegen punten wat uiteen te gaan lopen. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt door de toenemende vegetatiebedekking bij hogergelegen punten, waardoor sediment daar eerder bezinkt.

Referentiegebied

In het referentiegebied, de meetvakken in West-Groningen, ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2017 lager dan in de Peazemerlannen en ligt tussen -1 en 3 mm/j in de kwelder en op 5 mm/j in de pionierzone. Het kale wad en de pre-pionierzone vertoonden gemiddeld een erosie van 2 mm/j. Tussen meetpunten in eenzelfde zone waren ook in het referentiegebied soms grote verschillen, vooral in de dynamische laaggelegen, weinig begroeide pre-pionierzone. Bij de start van de monitoring werd met name bij deze pq's op het wad en in de pre-pionierzone een verlaging van het maaiveld (erosie) gemeten. Doordat beweiding sinds de start van de monitoring is toegenomen wordt de maaiveldhoogte tegenwoordig echter ook in de begroeide kwelder sterk beïnvloed. De oorzaak ligt daar niet in bv. wegspoelen van sediment of afgenomen opslibbing, maar in een verlaging van het maaiveld door vertrapping. Gedurende de monitoringperiode vanaf 2007 is slechts één van de vijf meetvakken tot nu toe geheel onbeweid gebleven, terwijl in de vier andere referentiemeetvakken in één of meer jaren vee heeft gelopen met een wisselend effect op het maaiveld.

Vegetatie pq's

Peazemerlannen

De drie hooggelegen zomerpolder pq's niet mee gerekend, was de vegetatie in 25 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Er heeft in achttien pq's (lichte) successie of veroudering plaatsgevonden. Pq 24 en 39 vallen op basis van het verloop in

vegetatietype, net als in eerdere jaren, onder de categorie lichte regressie. Dit zijn beide pq's die dicht bij de doorbraak in de noordelijke zomerkade liggen, op de grens van lage kwelder en pionierzone. De oorzaak van de regressie ligt bij deze pq's vooral in het feit dat er een vrij sterke uitbreiding van Engels slijkgras heeft plaatsgevonden, die voor een klein deel ten koste is gegaan van Gewoon kweldergras, maar vooral 'ten koste van' onbegroeide delen. In dat opzicht is dus eigenlijk sprake van successie, maar voor het vegetatietype betekent het een lichte regressie. Deze ontwikkeling is dus niet veroorzaakt door bv. een slechtere ontwatering of bodemdaling.

Ondanks een lichte verbetering t.o.v. vorige jaren blijft pq 17 zowel in vegetatiebedekking als in opslibbing achter bij de andere pq's. De reden hiervan is echter bekend: de pq ligt al sinds 2004 in een slecht ontwaterende poel waardoor de vegetatie minimaal is en de bodem verweekt in natte jaren en inklinkt in droge jaren. De verwachting bij deze pq is dat zowel de opslibbing als vegetatieontwikkeling weer op gang komt als een dichtbijzijnde kreek door terugschrijdende erosie aansluiting maakt op de poel en de drainage en sedimentaanvoer herstelt.

Referentiegebied

Ook in het referentiegebied was de vegetatie in de meeste pq's stabiel (negentien, waarvan bij vier lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone). Bij vier pq's was sprake van (lichte) successie en bij twee pq's van regressie. Bij 359F is de regressie veroorzaakt door vertrapping. In de onbeweide pq 286I heeft op basis van het gevonden vegetatietype regressie plaatsgevonden die vernatting doet vermoeden, maar er is nog wel steeds Zeekweek aanwezig.

Resultaten transectmetingen RWS-meetvakken

Opslibbing

Uit de meetreeks van RWS blijkt dat de gemiddelde opslibbing in de vijf referentiemeetvakken in West-Groningen over de periode 2000-2008 in de pionierzone 4 mm/j bedroeg en in de kwelder 13 mm/j. In de periode 2008-2017 is de opslibbing in de pionierzone afgenomen naar 1 mm/j en die in de kwelder naar een gemiddelde van 4 mm/j.

Vegetatie

De vegetatieontwikkeling in de kwelder laat de laatste decennia over het geheel genomen een successie zien van een gevarieerde (lage) kwelder naar het climaxstadium met Zeekweek, behalve in intensief beweide delen. Deze autonome ontwikkeling hangt samen met de door opslibbing toenemende hoogte van het maaiveld. Tot 2013 ontbrak beweiding in de meeste meetvakken die als referentie gebruikt worden. De vanaf dat jaar breder ingezette beweiding zal de komende jaren een steeds duidelijker effect op de vegetatie krijgen, zoals nu al te zien is in MV 356-359, en (lokaal) ook op de maaiveldhoogte.

Conclusies

De conclusies die getrokken kunnen worden wijken weinig af van die uit het vorige jaarrapport en de evaluatie na 5 jaar monitoring.

Opslibbing Peazemerlannen:

- De gemiddelde gemeten maaiveldverandering over 2007-2017 in de Peazemerlannen was bij alle pq's positief en bij de meeste pq's voldoende om de gemeten bodemdaling over deze periode (3,3 mm/j) en een Gemiddeld Hoogwater-stijging van 1 mm/j (trend Lauwersoog 1988-2017) bij te houden. De verschillen tussen pq's kunnen echter groot zijn.
- Er zijn vier pq's die, over de hele meetperiode van 10 jaar genomen, een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 4,3$ mm/j. Daarvan liggen er drie in de zomerpolder, allen in het hooggelegen,

beweide westelijke deel. De vierde ligt in een vrijwel kale, afwisselend natte en droge poel waardoor verweking/erosie en inklink bepalend zijn voor de hoogteligging. Zodra de poel weer gedraineerd wordt door aansluiting op een kreek via terugschrijdende erosie zal ook de sedimentaanvoer en vegetatieontwikkeling op gang komen. De pq die naast een poel ligt is vaak vochtig waardoor de bodem niet goed consolideert.

- Daarnaast zijn er ook nog vijf pq's met een opslibbing die maar net boven deze 4.3 mm/j ligt. Het betreft punten waarvoor in eerdere rapportages ook al een lage opslibbing werd gemeld, vooral vanwege een grote afstand tot een sedimentbron (wad of kreek) en in één geval vanwege aanvankelijke erosie.
- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. Nu wordt er gemiddeld een opslibbing van 3 mm/j gemeten. Dat is bijna genoeg om de bodemdaling bij te houden, maar niet de daar bijkomende GHW-stijging. De beperkte aanvoer van sediment (o.a. door zomerkade(s) en/of (gedeeltelijk) door sediment en/of vegetatie geblokkeerde duikers) en de vrij hoge ligging van de pq's zorgen voor deze, in verhouding tot de kwelder, lage opslibbing. Daarnaast is in sommige delen van de zomerpolder de drainage beperkt, omdat de oorspronkelijke greppels deels zijn dichtgeslibd en/of dichtgegroeid met vegetatie. Daardoor is de waterafvoer na een hoog tij trager en kan er langer water blijven staan waardoor vegetatie kan afsterven. Sedimentatie en drainage in de zomerpolder verdienen daarom extra aandacht. Verder heeft compactie door de beweiding (vertrapping) ook invloed op de maaiveldhoogte en drainage in de zomerpolder.
- Uit zowel de metingen op het wad van zowel Natuurcentrum Ameland als *Artemisia* blijkt dat de opslibbing lokaal grote verschillen kan vertonen, niet alleen per locatie, maar ook per jaar. Zowel de spijker- als SEB-metingen laten echter een toename in maaiveldhoogte zien over de meetperiode. Deze toename in maaiveldhoogte lijkt wat sterker bij de hoger gelegen punten. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt door de toenemende vegetatiebedekking bij deze punten, waardoor sediment makkelijker bezinkt.

Vegetatieontwikkeling Peazemerlannen:

- De vegetatie bij de meeste pq's is stabiel of vertoont successie t.o.v. de situatie in 2007, wat verwacht kan worden bij de waargenomen positieve opslibblingsbalans. Dit laat verder zien dat er als gevolg van bodemdaling geen kritische grens is overschreden, wat ook de verwachting is bij de huidige snelheid van bodemdaling. Daarnaast liggen de pq's allemaal ver boven de theoretische ondergrens van hun vegetatiezone, waardoor ook niet te verwachten is dat er snel regressie van de vegetatie zal optreden door bodemdaling. Bij de monitoring van de bodemdaling op Ameland is gebleken dat zelfs een opslibbingsachterstand van ruim 15 cm vaak nog regressie van de vegetatie tot gevolg had.
- De twee pq's, die op basis van het vegetatietype, net zoals in eerdere jaren, een (schijnbare) lichte regressie lieten zien, lagen op de grens van lage kwelder en pionierzone dicht bij de doorbraak in het midden van de zomerkade. Bij deze pq's heeft er een vrij sterke uitbreiding van Engels slijkgras plaatsgevonden die vooral ten koste is gegaan van onbegroeide delen (poeltjes) en voor een klein deel ten koste van Gewoon kweldergras. In het eerste geval is dus eigenlijk sprake van successie, maar voor het vegetatietype betekent het een lichte regressie. Deze ontwikkeling van uitbreidend Engels slijkgras is ook in het referentiegebied waargenomen (buiten de pq's).

Opslibbing en vegetatieontwikkeling referentiegebied:

De meetpunten in het referentiegebied vertoonden, ondanks een lagere gemiddelde opslibbing (deels veroorzaakt door vertrapping/compactie door beweiding), een vergelijkbaar beeld: stabiele vegetatie of een (lichte) successie bij de meeste pq's. Vernatting en beweiding zijn de meest

waarschijnlijke oorzaken van de regressie bij elkele pq's. Regressie door beweiding kan komen door het wegeten van soorten, maar ook door vertrapping van vegetatie en bodem. Daarnaast wordt door verdichting van de bodem en/of sporen waar water in blijft staan de drainage beïnvloed wat ook grote gevolgen voor de vegetatiesamenstelling kan hebben. De verschuiving van Zoutmelde naar een grotere bedekking door Kweldergras in een aantal pq's is mogelijk ook veroorzaakt door beweiding.

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling Peazemerlannen en referentiegebied:

Eind 2016 is de RWS VEGWAD-kaart beschikbaar gekomen. Door veranderingen in aanlevering van de gegevens is de vergelijking met de eerdere vegetatiekaarten echter nog niet afgerond. De vergelijking met de vegetatiekaart uit 2008, rond de start van de gaswinning, zal daarom in het evaluatierapport gebeuren.

Beweiding referentiegebied:

Op het moment is slechts één van de vijf deelgebieden gedurende de hele monitoringperiode onbeweid, terwijl de overige vier gebieden alle of sommige jaren beweid zijn geweest. De sinds 2013 toegenomen beweiding in het referentiegebied vormt een knelpunt voor de bruikbaarheid van gegevens als referentiewaarden, zowel voor de opslibbing als de vegetatieontwikkeling. Het aangepaste beweidingsbeheer heeft/krijgt een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (vertrapping en compactie) en de vegetatie (vertrapping, verjonging/regressie) en lokaal ook op de drainage. Dit is nu al waargenomen bij sommige meetpunten.

Omgaan met veranderingen in het beheer

Aangezien de locaties waar vee ingezet gaat worden, het type vee en de duur en intensiteit niet vast ligt, maar grotendeels door de situatie van het moment zullen worden bepaald (o.a. vegetatiesamenstelling, beschikbaarheid vee en beheervergoeding), is het moeilijk te voorspellen hoe groot het effect in de toekomst eventueel zal zijn op de bruikbaarheid als referentiegebied. Het bijhouden van beweidingsgegevens is essentieel om de effecten van beweiding te kunnen evalueren. Bij de beheerders bestaat het voornemen om dit te gaan doen.

Het uitrasteren van de afzonderlijke pq's in combinatie met een weideklok (schrikdraad) is een arbeidsintensieve en daardoor kostbare optie om de referentiemeetpunten te beschermen tegen eventuele beweidingseffecten en zodoende te kunnen blijven gebruiken.

Na een veldbezoek aan de Peazemerlannen en het referentiegebied op 1 sept 2015 met drie leden van de auditcommissie en de NAM, is besloten om de bestaande referentiemeetpunten te blijven gebruiken, maar daarnaast ook het volgende te doen:

1. SEB-palen in beweidde delen van het referentiegebied dieper in de grond te slaan om te kijken of de aantrekkingskracht op het vee en daarmee de vertrappingschade vermindert. Als test is dit in het najaar van 2015 meteen uitgevoerd in meetvak 311, maar het is nog niet duidelijk of dit effect heeft gehad.
2. De vertrapingsintensiteit blijven vastleggen en in een aparte tabel opnemen in de jaarrapportage.
3. Onbeweidde meetpunten uit het SEB-meetnet van *Artemisia* en Wageningen Marine Research blijven meten en indien nodig toevoegen als alternatieve referentiepunten.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Midden jaren '90 heeft de NAM door middel van proefboringen 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 Waddenzeebeleid 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 in een kombergingsgebied de bodemdalingsnelheid door gaswinning niet groter mag worden dan de sedimentatiesnelheid, rekening houdend met de zeespiegelstijging, de natuurlijke bodemdaling en het aanbod van sediment.

Begin 2007 heeft de NAM het genoemde gasveld op de landlocatie Moddergat in productie genomen. In dit noordoostelijke deel van Friesland bevindt zich ook de Peazemerlannen, een natuurgebied bestaande uit een grotendeels beweide zomerpolder en een onbeweide kwelder. De beschikbare meetgegevens van de opslibbing en vegetatie van dit gebied tot en met 2006 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 gaswinningperiode jaarlijks op strategische punten 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.

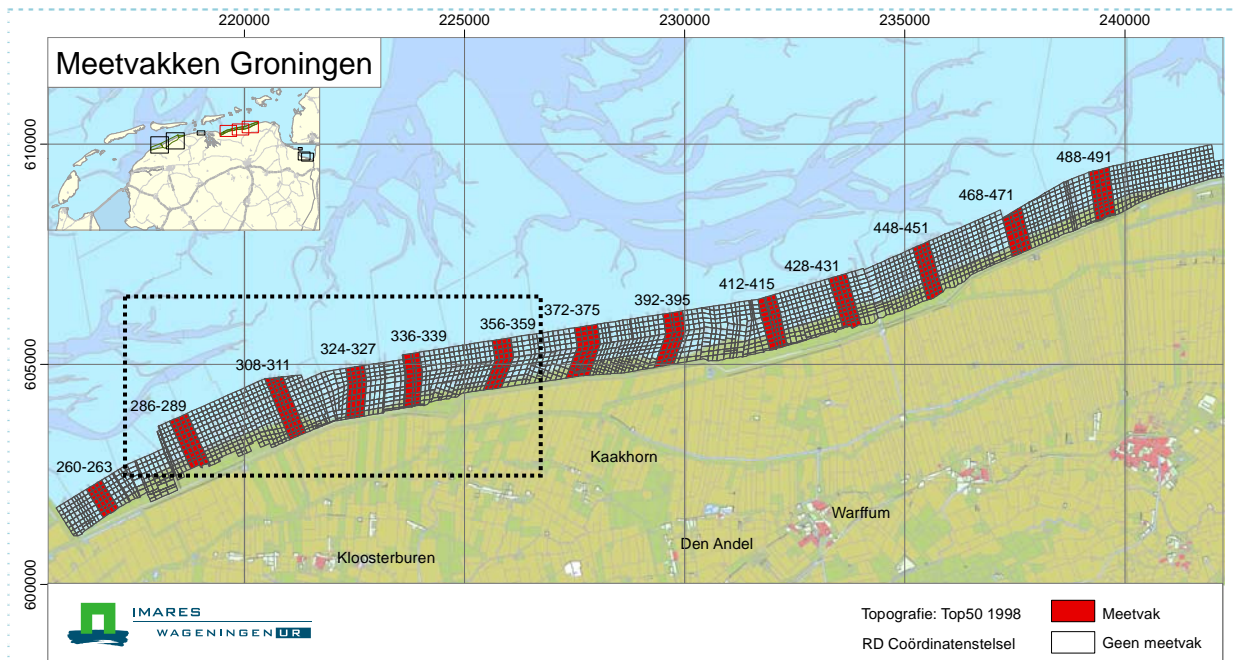
1.2 Keuze referentiegebied

Na aanbevelingen van 2 audits betreffende het bodemdalingonderzoek Ameland bleek een nul-referentie zonder bodemdaling wenselijk. Er was voor NO-Friesland al een nul-meetserie met Sedimentatie-Erosie-Balk (SEB)-metingen voor de opslibbing en permanent kwadraat (pq)-metingen voor de vegetatieontwikkeling van 1995-2006 in de Peazemerlannen zelf opgebouwd door het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en Alterra-Texel.

In de Groninger kwelderwerken liggen dertien zogenaamde Rijkswaterstaat-meetvakken (*Figuur 1.1*). Elk meetvak (MV) bestaat uit één reeks bezinkvelden (begrensd door rijshoutdammen) van de dijk naar het wad. De grootte per meetvak is circa 50 ha en een meetvak is representatief voor een kustgedeelte van circa twee kilometer.

Vanaf circa 1960 tot heden is door Rijkswaterstaat Noord-Nederland (RWS) 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 plaats in samenwerking met het Rijksinstituut voor Natuuronderzoek (RIN) en 'vervolginstituten' IBN, Alterra en Imares. Een 6-jaarlijkse vegetatiekaart van RWS-CIV (Centrale Informatievoorziening) dient voor een vlakdekkende controle van de meetvakkenmethode en voor

het vaststellen van de kwaliteit van de vegetatie op het niveau van vegetatietypen. Daarnaast bieden vegetatiekaarten de mogelijkheid te vergelijken met alle andere kwelders en schorren in Nederland.



Figuur 1.1 Nummering meetvakken Groninger kwelderwerken (:.....: = meetvakken die als referentie dienst doen).



Figuur 1.2 Ligging van de Peazemerlannen en de globale ligging van de vijf meetvakken in de Groninger kwelderwerken die als referentiegebied dienst doen.

De gegevens van de meetvakken zijn ondergebracht in het WOK-databestand. De vegetatiekaarten en het WOK-databestand van RWS zijn onder meer gebruikt bij studies naar de effecten van gaswinning, waaronder de bodemdalingstudie van 1993 en de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee van 1998. Het WOK-databestand heeft ook een belangrijke rol gespeeld in een studie (Hoeksema *et al.*, 2004) in opdracht van het kabinet naar de effecten van het Groningen gasveld (= "Slochteren").

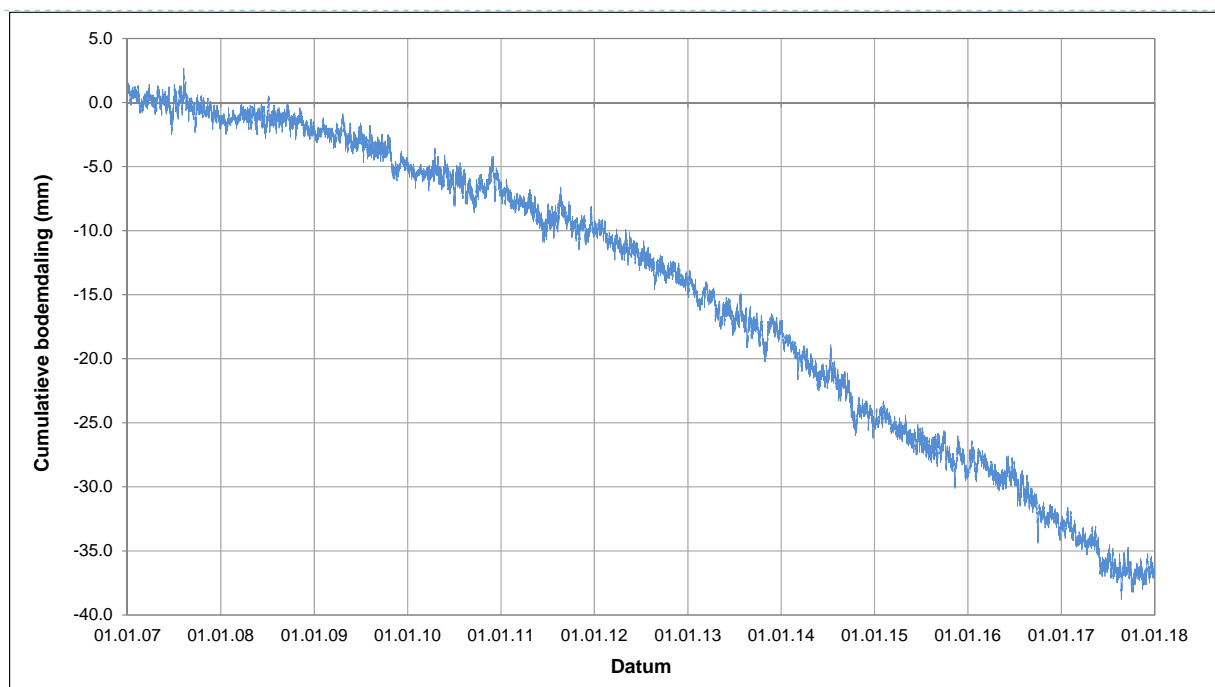
Vijf van de aan de westkant gelegen meetvakken van Rijkswaterstaat (RWS) in de kwelderwerken van Groningen zijn bij de start van de monitoring gekozen als referentie voor de Peazemerlanden (*Figuur 1.2*) vanwege de lange reeks beschikbare gegevens (1960-heden) betreffende opslibbing en vegetatie-ontwikkeling en vanwege de overeenkomsten met de Peazemerlanden.

Door een veranderd beweidingsbeheer in het referentiegebied, met gevolgen voor vegetatie-ontwikkeling en maaiveldverandering bij een deel van de meetpunten, is in overleg met de auditcommissie besloten om gegevens van opslibbing en vegetatie-ontwikkeling van enkele onbeweide andere locaties waarvan een meerjarige meetreeks bestaat, aanvullend/als back-up te verzamelen. Deze gegevens kunnen worden ingezet indien nodig.

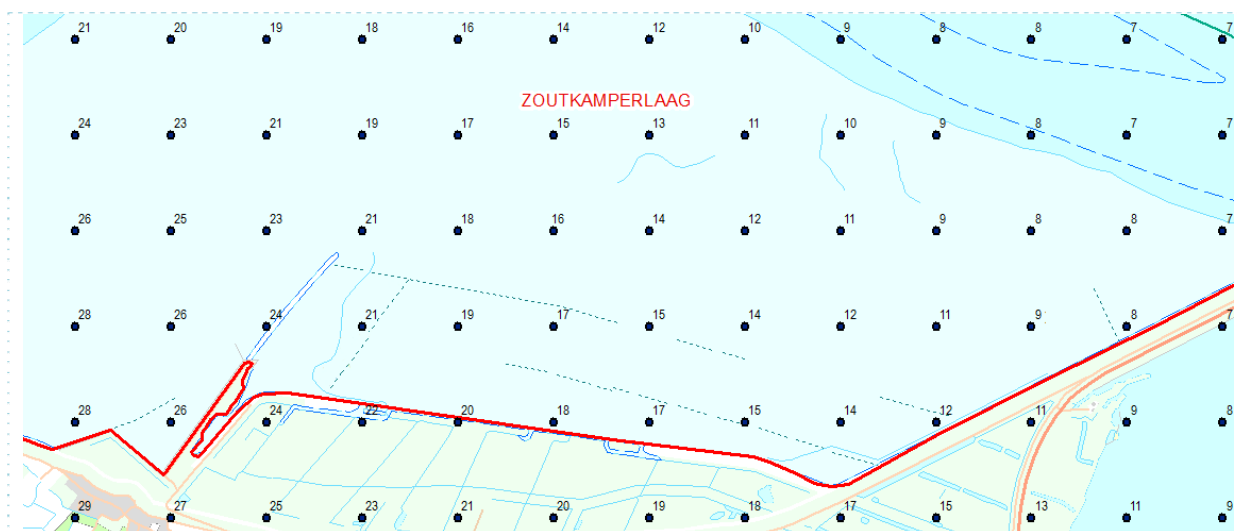
1.3 Metingen door derden

Sommige metingen die van belang zijn voor het projectresultaat worden niet door *Artemisia* zelf verricht:

- Data met betrekking tot de bodemdaling worden geleverd door de NAM (*Figuur 1.3 en 1.4*).



Figuur 1.3 De door gaswinning veroorzaakte diepe bodemdaling (mm) gemeten met behulp van de continue GPS-logger van de locatie Moddergat (NAM, 2018). Op basis van deze metingen is in dit rapport over de hele monitoringperiode een gemiddelde van 3,3 mm/j aangehouden.



Figuur 1.4 De daling (als positieve getallen weergegeven) in mm tussen 2010 en 2017 berekend met het Geomechanisch model in de Peazemerlannen en het voorliggende wad (data en kaart Harry Piening, NAM).

- Berekeningen van de hoogte van de SEB-palen en de vaste punten t.o.v. NAP en van de bodemdaling worden eens per ca. vijf jaar aangeleverd door de NAM. In geval van een verstoring zou een meting vervroegd kunnen worden. In de (na)zomer van 2008 en voorjaar van 2013 is de bepaling van de hoogte van de SEB-palen in opdracht van de NAM uitgevoerd door Fugro-Inpark. De hoogtes van de ijkpunten waaraan deze metingen worden gekoppeld zijn in 2009 door RWS aan de NAM geleverd.
- Van de getijhoogtes levert RWS Noord-Nederland jaarlijks de basisgegevens (10-minutenwaarden) aan of ze worden van <http://live.waterbase.nl> opgehaald, zodat de gemiddeld hoogwaters en overstromingsfrequenties bepaald kunnen worden. Deze gegevens komen meestal in de loop van januari van het opvolgende jaar beschikbaar.
- De vegetatie van de pionierzone (jaarlijks) en de hoogtemetingen van de meetvakken (vanaf 2013 driejaarlijks i.p.v. vierjaarlijks) worden door RWS Noord-Nederland aangeleverd en de vegetatiekaarten circa zesjaarlijks door RWS-CIV (zie *Bijlage A* voor het VEGWAD-tijdschema).
- Voor de jaarlijkse neerslag en verdamping wordt gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens die door Deltares voor het monitoringonderzoek bodemdaling Ameland worden geleverd.
- Gegevens betreffende opslibbing op het wad ('spijkermetingen') worden geleverd door Natuurcentrum Ameland (NCA).

Waar van belang worden de door derden gebruikte methodes in hoofdstuk 2 toegelicht.

1.4 Ervaring op basis van bodemdalingsonderzoek Ameland

In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost *et al.*, 1998), uitgevoerd in het kader van de gaswinning onder Ameland, waren 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). Dit wil zeggen dat er verwacht wordt dat er geen effecten op de vegetatie zullen zijn indien de maaiveldhoogte tijdelijk met maximaal 5 cm meer afneemt (door bijvoorbeeld bodemdaling of inklink) dan er opslibbing is.

De resultaten van 30 jaar monitoring op Ameland (Dijkema *et al.*, 2005; Dijkema *et al.*, 2011; Elschot *et al.*, 2017) hebben echter tot een aantal nieuwe of bijgestelde uitgangspunten geleid:

- Bij het interpreteren van de opslibbingsbalans en de maaiveldhoogte zijn in 2011 nieuwe grenswaarden voor de zonehypothese vastgesteld:
 - De balans tussen opslibbing en bodemdaling kent geen grenswaarde meer (was -5 cm) voor veranderingen in de vegetatie.
 - De vegetatie verandert indien het maaiveld onder een grenswaarde van 10-15 cm beneden de theoretische ondergrens van een vegetatiezone zakt. In 2017 blijkt echter dat zelfs een dergelijke opslibbingstekort niet altijd een regressie van de vegetatie tot gevolg heeft (zie volgende punt).
- De ontwatering blijkt voor de kwelderzoning op Ameland, binnen onbekende marges, meer en in ieder geval sneller tot veranderingen in vegetatie te leiden dan de maaiveldhoogte. In komen wordt daarom geen grenswaarde voor maaiveldhoogte gebruikt, niet in positieve en niet in negatieve zin. De opslibbing en de ontwikkeling van de vegetatie in de kommen hangt namelijk vooral af van eventuele drainage door krekens.
- De afstand tot het wad of tot krekens (de bronnen van het sediment) blijkt minstens zo belangrijk te zijn voor de snelheid van opslibbing als de hoogteligging.
- Er treedt soms lokaal regressie van de vegetatie op, maar die is niet per definitie negatief.

Bij de monitoring in de Peazemerlanden worden deze uitgangspunten ook gebruikt.

2. Methodes

2.1 Globale werkwijze

Voor het monitoringonderzoek in de Peazemerlannen en het referentiegebied wordt gebruik gemaakt van beproefde methodes die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden toegelicht.

Jaarlijks worden twee Sedimentatie-Erosie-Balk (SEB)-metingen uitgevoerd (eind maart en in augustus/september) en worden vegetatieopnames gemaakt (pq's) bij de kwelder SEB-meetpunten in de Peazemerlannen en het referentiegebied. Met het oog op eventuele erosie wordt in de Peazemerlannen tevens de locatie van de kwelderrand en de grens van de pioniervegetatie bepaald in het centrale deel van het gebied waar de zomerkade ontbreekt. Aan het eind van het jaar worden de verzamelde gegevens uitgewerkt en verwerkt tot een jaarverslag. Een aantal basiszaken wordt elk jaar herhaald en er wordt naar gestreefd om het jaarrapport van 2007 steeds verder uit te breiden met de nieuwste gegevens, zodat voor een overzicht van de beschikbare informatie steeds alleen het laatste jaarrapport nodig is.

Om de vergelijking tussen het bodemdalinggebied en referentiegebied te vergemakkelijken worden de gegevens meestal vanaf 2007 weergegeven, het startjaar van de gaswinning. Dit geldt ook voor de reeds langer bestaande meetpunten in de Peazemerlannen. Waar van belang of nut worden oudere data ook weergegeven en in andere gevallen en voor een korte historische beschrijving van het gebied wordt verwezen naar van Duin *et al.*, 1997 en 2007.

2.2 Schaalniveaus

2.2.1 Peazemerlannen

Het monitoringonderzoek bestaat uit het periodiek opnemen van opslibbing en vegetatie (zie § 2.4 en 2.5 voor beschrijving gebruikte methodes) op twee schaalniveaus:

1. Puntmetingen: SEB-opslibbingsmeting gecombineerd met een vegetatie(pq)-meting.

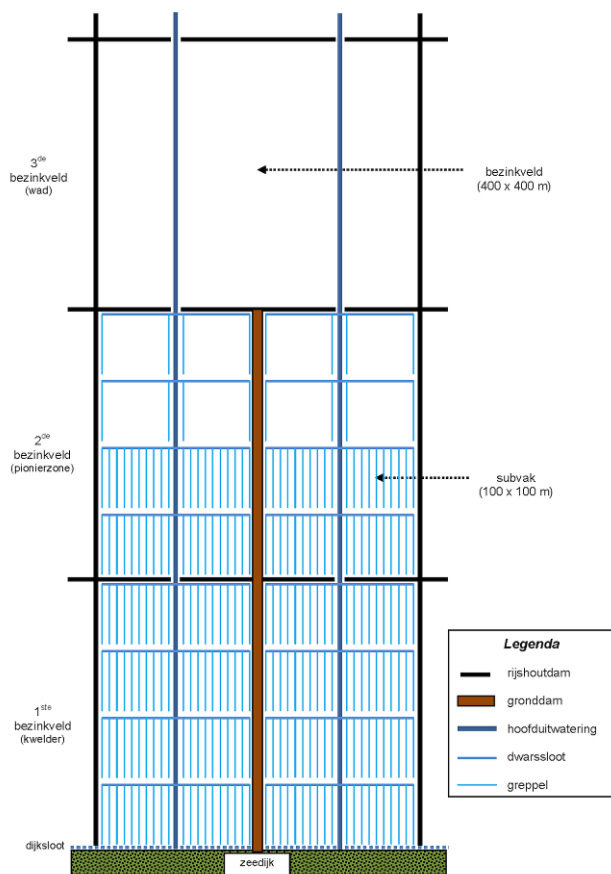
- De metingen van de opslibbing/inklink¹ op de 48 meetpunten uitgevoerd met de SEB-methode in de Peazemerlannen zijn al vanaf 1995 onderdeel van het SEB-meetnet van Wageningen Marine Research (vanaf 2016 i.s.m. *Artemisia*) in de Waddenzee. De opnamefrequentie van minimaal twee maal per jaar is noodzakelijk 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).
- De vegetatieopnames zijn in 1995 en 1996 en daarna vanaf 2000 elk jaar volgens de Schaal van Londo gemaakt in de pq's van 2 x 2 m.

2. Vlakdekkende meting: vegetatiekartering. Vegetatiekaarten worden door RWS om de 6 jaar gemaakt en bieden, naast het waarnemen van trends in de ontwikkeling, de mogelijkheid de vegetatie te vergelijken met alle andere kwelders en schorren in Nederland om te zien of die een zelfde trend doorlopen. De meest recente vegetatiekaart van de vastelandkwelders in Groningen en Friesland (incl. Peazemerlannen) is van 2014 (opgeleverd eind 2016). Dit is een bestaande, structureel vastgelegde monitoringactiviteit door RWS (VEGWAD-programma).

¹ Het bepalen van de balans tussen opslibbing, bodemdaling en veranderingen in GHW is een beproefde methode in de lopende monitoringsprogramma's in de Groninger en Friese kwelderwerken (beheermetingen) en op Ameland (monitoring effecten van bodemdaling door gaswinning). 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 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.

2.2.2 Monitoring referentiegebied West-Groningen

Naast puntmetingen en vlakdekkende metingen zoals in de Peazemerlannen worden in het referentiegebied ook nog metingen op een intermediair schaalniveau gedaan: transecten. RWS heeft in de kwelderwerken langs de Groningen noordkust 13 meetvakken met transect-data over de periode 1960-2016. Hiervan worden er vijf gebruikt als referentie voor de Peazemerlannen. Per meetvak liggen in 4 replica vegetatie-transecten totaal circa 50 subvakjes van 1 ha (Figuur 2.1). Sinds 2013 heeft RWS het veldwerk voor de monitoring uitbesteedt via de aannemer die het onderhoud aan de rijkshoutdammen doet. RWS doet het bestandbeheer. De uitwerking en de verslaglegging wordt gedaan in samenwerking met de Werk- en Stuurgroep Kwelderwerken. Deze lange reeks met WOK-gegevens (=Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken) heeft in de bodemdalingstudies 1993, 1999 en 2004 een grote rol voor de NAM gespeeld.



Figuur 2.1 Schematische voorstelling van de opbouw van een meetvak.

In een RWS-meetvak liggen 4 replica-transecten van dijk naar wad. Een transect bestaat uit een reeks aaneengesloten subvakjes van elk 1 ha.

De monitoring betreft:

- **Vegetatie:** Jaarlijks zijn per subvakje van 1 ha in de periode 1960-2004 de bedekkingspercentages van alle afzonderlijke plantensoorten door RWS opgenomen. Deze methode is vanaf 2005 in het monitoringprogramma van RWS beperkt tot het vaststellen van het areaal van de pionierzones en de kwelderzones, maar is vanaf 2013 weer uitgebreid met het opnemen van de twee buitenste transecten tot aan de dijk.
- **Maaiveldhoogte:** Elke 4 jaar werden in de meetvakken, volgens een roulerend schema, om de 100 m vaste meetlijnen evenwijdig aan de kust door of in opdracht van RWS gewaterpast. Per 2013 is deze frequente verhoogd naar een 3-jaarlijkse cyclus.

Samengevat houdt de monitoring van het referentiegebied in de meetvakken van de Groninger kwelderwerken in:

1. **Puntmetingen: SEB-opslibbingsmetingen** gecombineerd met **vegetatie(pq)-metingen** in 5 RWS-meetvakken t.b.v. vergelijking met de methode Ameland en Peazemerlannen. In de naamgeving van de meetpunten zit een koppeling met het subvakje van het RWS-meetvak waarin het meetpunt ligt. Zie voor beschrijving methode § 2.4 en 2.5.
2. **Transectmeting: Hoogtemetingen RWS-meetvakken** op meetlijnen (transecten met 100 punten per hectare) door alle subvakjes, meetcyclus voor alle meetvakken was 4 jaar, maar dit is per 2013 elke 3 jaar geworden. In 2004 van waterpassen naar RTK-GPS-methode overgegaan. Dit is een bestand onderdeel van de WOK-monitoring door RWS Noord-Nederland.
3. **Transectmeting: Vegetatie RWS-meetvakken.** De helft van de circa 50 subvakjes ligt aan de wadkant. De opname van deze vakjes gebeurt jaarlijks om het areaal van de kwelderwerken

(pionierzone en kweldergrens) te kunnen vaststellen. De jaarlijkse opname van de vegetatie in de overige subvakjes tot aan de dijkzijde is in 2005 gestopt, omdat het geen RWS-taak is de vegetatie-kwaliteit (biodiversiteit) in de kwelderwerken te meten. Om de WOK-opnamen in te zetten als referentie voor de Peazemerlannen zijn van 2006-2012 de subvakjes van de twee buitenste transecten jaarlijks door Imares weer tot aan de dijk opgenomen binnen het door de NAM gefinancierde monitoringprogramma. Vanaf 2013 zijn dit west- en oost-transect vanaf dijk tot wad weer in de standaard WOK-monitoring door RWS opgenomen.

4. **Vlakdekkende meting: Vegetatiekaarten** worden door RWS in het kader van de VEGWAD-monitoring om de 6 jaar gemaakt. Ze kunnen worden gebruikt voor een vlakdekkende controle van de meetvakkenmethode en bieden 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 2014 (opgeleverd eind 2016).

2.3 Keuze ligging pq's

De meetpunten in de Peazemerlannen waren van 1995 tot 2007 verdeeld over 5 groepen gebaseerd op de belangrijkste vegetatiezones. Deze 30 permanente kwadraten (verder pq's genoemd) in de Peazemerlannen, 3 in zomerpolder en 27 in kwelder, zijn uitgebreid naar 48 pq's (*Figuur 2.1*), zodat er nu 6 in de zomerpolder liggen en 42 in de kwelder en pionierzone. Deze uitbreiding was noodzakelijk om replica's te hebben op potentieel voor bodemdaling gevoelige plaatsen (langs de klifrand en in de kommen) en om onderbelichte zones beter te vertegenwoordigen.



Figuur 2.1 Overzicht Peazemerlannen en ligging van de 48 SEB- en vegetatiemeetpunten. (Foto: Google Earth)

De verdeling van de pq's over de vegetatiezones is weergegeven in *Tabel 2.1*. De keuze voor deze verdeling is niet random, maar onder andere gebaseerd op de ligging in het veld en de kwetsbaarheid van bepaalde vegetatiezones voor eventuele bodemdaling en/of zeespiegelstijging. De kwelder in de Peazemerlannen is in pincipe onbeweid, dus daar hoefde geen rekening mee gehouden worden bij de ligging van de pq's.

Per zone wordt kort ingegaan op de belangrijkste karakteristieken en hun kwetsbaarheid en/of het belang om zones op te nemen in de monitoring. Daarna wordt op de aantallen pq's per zone ingegaan:

- **Kaal wad en pre-pionierzone:** vormen de opmaat voor de (pre-) pionierzone. De vegetatiebedekking is nul of laag (<5% Zeekraal). Bij een te steile hellingshoek, te lage ligging t.o.v. NAP of te grote golfenergie is er geen kans voor de vegetatie om zich te vestigen en/of uit te breiden (bij verder gunstige omstandigheden) en daarmee door te groeien naar de pionierzone. In deze dynamische zones met relatief hoge stroomsnelheden leiden bovengrondse obstakels vaak tot uitspoeling van de omringende grond. Daarom worden in deze zones de opslibingsmetingen voornamelijk via "spijkermetingen" verricht door Natuurcentrum Ameland (zie § 3.1). Om een indicatie te krijgen van de vegetatieontwikkeling en omdat er nauwelijks pionierzone is in de Peazemerlannen (zie hieronder) zijn er toch pq's uitgezet, zij het een beperkt aantal, met daaraan gekoppelde SEB-metingen.
- De **pionierzone:** de meest dynamische en daardoor ook de meest kwetsbare begroeide zone, zowel wat vegetatiebedekking als sedimentatie/erosie betreft. Er staat o.a. eenjarige vegetatie, met name Zeekraal, die grote jaar-op-jaar schommelingen kan vertonen wat bedekking betreft. Daarnaast wordt Engels slijkgras vaak aangetroffen en soms is Gewoon kweldergras in een lage bedekking (<5%) aanwezig. Bij het verdwijnen van de pionierzone neemt de kans voor horizontale uitbreiding van de lage kwelder af en kan op klifvorming en regressie van de lage kwelder optreden. In de Peazemerlannen is de pionierzone nauwelijks aanwezig, wat te maken heeft met de historie van het gebied (Van Duin *et al.*, 1997).
- **Lage kwelder:** de zone waar de overblijvende vegetatie, waaronder kweldergras, voor stabiliteit en vastlegging van het sediment zorgt en de biodiversiteit een piek bereikt. In het bodemdalingsonderzoek op Ameland is de lage kwelder geen echt kwetsbare zone gebleken. Zelfs na daling van het maaiveld onder de zonegrens bleek de zone niet meteen over te gaan in pionierzone. Echter, aangezien het onwenselijk is dat de stabiele lage kwelder door regressie wel overgaat in onstabiele pionierzone is het van groot belang dat deze zone optimaal aandacht krijgt in de monitoring. Om deze reden liggen hier ook de meeste pq's. Potentieel voor bodemdaling extra gevoelige plaatsen (langs de klifrand en in de kommen) hebben hierbij extra aandacht gekregen. Bij de lage kwelder worden drie groepen meetpunten onderscheiden: de punten in de "gewone" lage kwelder, punten die in kommen liggen met een slechte ontwatering en de punten die langs de klifrand liggen. De keus om deze drie groepen te onderscheiden is van tevoren gemaakt op basis van de ligging en omdat door deze opsplitsing de oorzaak van eventuele veranderingen beter te achterhalen is.
- **Midden kwelder:** een vrij hooggelegen zone waarin de biodiversiteit steeds verder terugloopt tot een climaxstadium met vrijwel uitsluitend Zeekweek. Hoewel deze zone niet direct gevoelig is voor zeespiegelstijging of bodemdaling liggen er toch veel pq's. Door de autonome ontwikkeling (opslibbing en vegetatiesuccessie) sinds de start van de metingen in 1995/1996 zijn veel van deze pq's van de lage kwelder in middenkwelder pq's komen te liggen. Er is voor gekozen deze reeds bestaande meetpunten ook vanaf 2007 te blijven volgen hoewel het aantal punten in de middenkwelder daardoor nu misschien wat oververtegenwoordigd is. Een reden voor deze keuze is dat de meerjarige ontwikkeling van deze meetpunten bekend is en daardoor een eventueel optredende trendbreuk in opslibbing of vegetatieontwikkeling na 2007 eerder ontdekt kan worden.
- **Zomerpolder/boerenkwelder:** een door een zomerkade beschermde of zeer hooggelegen zone met incidentele overvloedingen, waardoor de opslibbing meestal lager is dan de inklink. Door een negatieve opslibbingsbalans kan het verschil in maaiveldhoogte met de aangrenzende,

normaal opslibbende kwelder toenemen. Zeespiegelstijging of bodemdaling zou dit verschil mogelijk kunnen vergroten. In de vegetatie hebben brakke soorten de overhand, soms in combinatie met “zoete soorten” (glycofyten). De vreemde soortencombinaties zorgen er voor dat er vaak geen vegetatietype benoemd kan worden m.b.v. het classificatieprogramma SALT97. In het Groninger referentiegebied zijn geen zomerpolders, maar wel boerenkwelders, die door hun hoge ligging de zomerpoldersituatie het meest benaderen. Aangezien de kans bestaat dat (het oostelijke deel van) de zomerpolder in de Peazemerlanden op niet al te lange termijn wordt uitgedijkt is daar bij het uitzetten van de pq's/SEB-meetpunten rekening mee gehouden. De zomerpolder in het oostelijke deel is daardoor nu ook vertegenwoordigd, zij het met een beperkt aantal meetpunten.

Tabel 2.1 Verdeling van de pq's over de verschillende vegetatiezones in de Peazemerlanden en het referentiegebied.

Vegetatiezone volgens SALT97	Aantal pq's Peazemerlanden	Aantal pq's referentiegebied
Kaal wad	2	4
11: pre-pionierzone	3	2
12: pionierzone	-	4
22: lage kwelder met pioniersoorten	6	-
21: lage kwelder (bij doorbraak en/of in kom)	16 (6+10)	10
32: midden kwelder	15	8
Zomerpolder hoog/Boerenkwelder	3	1
Zomerpolder laag (12: pionierzone en 22: lage kwelder met pioniersoorten)	3	-
Totaal	48	29

In het referentiegebied is de laatste jaren (meer) beweiding gekomen door uitvoering van het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor is er ook (meer) vertrapping opgetreden bij sommige pq's. Dit kan het moeilijker maken om een goede vergelijking met de Peazemerlanden te maken. Aanpassing of uitbreiding van het aantal meetpunten in het referentiegebied zou dit probleem niet oplossen, omdat momenteel onbeweide gebieden ook in beweiding genomen kunnen worden. Als alternatief kunnen opslibbings- en vegetatiemeetpunten op andere lokaties, die onbeweid zijn, eventueel gebruikt worden als aanvullende/vervangende referentiemeetpunten.

2.4 Opslibbing (SEB-meting bij vegetatie pq)

Twee maal per jaar (in maart en augustus/september) is van 2007-2017 de opslibbing gemeten met de Sedimentatie-Erosie-Balk (Van Duin *et al.*, 2007) bij alle 48 punten in de Peazemerlanden en de 29 punten in het referentiegebied.

De metingen worden in § 3.1 in grafieken gepresenteerd vanaf de nazomer-meting. Ook worden de gemiddelden over de jaren steeds berekend vanaf dit tijdstip. Daarvoor is gekozen, omdat vers sediment, dat tijdens de winterstormen afgezet kan zijn, dan de tijd heeft gehad in te klinken waardoor de schatting van de gemiddelde jaarlijkse opslibbing nauwkeuriger wordt (door minder kans op overschatting).

2.5 Vegetatie (pq's)

De vegetatie-opnames in de pq's, volgens Schaal van Londo, worden gemaakt in augustus/september, gelijk met de aan de pq gekoppelde SEB-meting. Van alle kwelder-pq's is de ontwikkeling van de vegetatie bepaald met behulp van de vegetatietypologie SALT97 (De Jong et al., 1998). Door de gecombineerde opslibbings- en vegetatiemeting kan het vegetatietype volgens SALT97, het procentuele aandeel van soortengroepen per jaar (zie o.a. Dijkema *et al.*, 2005) in figuren gecombineerd worden met de cumulatieve maaiveldverandering.

Door de hoge ligging bestaat de vegetatie in sommige pq's in de zomerpolder en boerenkwelder vaak uit soortencombinaties die niet door SALT97 herkend worden. Een tweede factor die vegetatieopnames in deze pq's soms bemoeilijkt is de zeer korte vegetatie door beweiding.

Als successie wordt verschuiving naar een ouder stadium gezien en als regressie verschuiving naar een jonger successiestadium. De successierichting van de vegetatie is een belangrijk gegeven om 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 is in de vegetatiekunde een standaardmethode en wordt toegepast in bijvoorbeeld de monitoringprogramma's in de kwelderwerken (meetvakken ten behoeve van 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. De jaarlijkse frequentie en vegetatieopnames in pq's volgens de gedetailleerde Schaal van Londo zijn noodzakelijk om de effecten van bodemdaling, beheer en die van andere oorzaken en natuurlijke veranderingen van elkaar te kunnen scheiden.

Uit het onderzoek aan de vegetatie in de Peazemerlanden en op Ameland in het verleden is het volgende reeds geleerd:

- Uit een vergelijking van de theoretische ondergrenzen van de vegetatiezones (*Tabel 2.2*) met de gemeten gemiddelde ondergrenzen in de Peazemerlanden in 2007 blijkt dat de vegetatiezones >30 cm boven de betreffende ondergrens liggen. 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 nog wel houdbaar is.
- De mate van ontwatering en de beweiding zijn eveneens van belang en beiden hebben een effect op de zoning. In de kommen van de Peazemerlanden is dit duidelijk waargenomen. De vegetatie groeit daar ruim boven de ondergrens, maar toch kan daar bij diverse pq's eenvoudig regressie optreden. 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 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 2.2 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)

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

2.6 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten in 2008

In de zomer van 2008 zijn in opdracht van de NAM door Fugro-Inpark de hoogtes van alle SEB-palen in de Peazemerlannen en het referentiegebied bepaald t.o.v. referentiepunten met behulp van doorgaande waterpassingen. In 2009 zijn de NAP-hoogtes van de ijkpunten beschikbaar gekomen die in 2008 door RWS zijn bepaald. Door koppeling van die ijkpunten aan de referentiepunten en de eerste SEB-meting is de maaiveldhoogte van alle meetpunten bepaald (zie Tabel 3.2 en 3.3).

Afgesproken is om elke 5 jaar de koppen van alle palen te meten om een extra controle te hebben en om de juiste hoogtes te hebben van palen die vervangen zijn na bv. schade/verstoring door ijsgang of onderslibbing. In maart 2013 heeft Fugro daarom wederom de hoogte van de SEB-palen bepaald, met nog een kleine aanvulling en controle begin mei. Hoewel doorgaande waterpassingen, zoals gebruikt in 2008, zeer precies zijn, zijn ze ook tijdrovend en sterk afhankelijk van de weersomstandigheden (met name wind). In overleg is daarom besloten de metingen nu met een RTK-DGPS uit te voeren.

De SEB-palen zijn in kleine kringen gemeten. Het voordeel hiervan is dat er geen of nauwelijks verstoring ontstaat door wijziging van ontvangst van het aantal satellieten. De nauwkeurigheid in Z wordt vast gesteld in ± 2 cm (verschil tussen starthoogte te meten kring en sluihoogte).

De uitgangspunten vielen allemaal ruim binnen de afgesproken tolerantie van 2 cm. Wel waren er een aantal bijzonderheden gedurende de metingen. Een aantal NAP-bouten zijn niet gebruikt. In het gebied Peazemerlannen zit NAP-bout 2G0090. Dit grondanker bleek los te zitten en is daarom niet gebruikt. Een andere NAP-bout (2G0103) zat oorspronkelijk in een hekpaal, maar deze paal is vervangen waardoor de bout is verdwenen. Voor deze twee bouten zijn alternatieven genomen. Verder waren sommige punten niet met de GPS-Rover te meten, omdat de NAP-bout in de gevel zat. Dit is opgelost door hier in de buurt een spijker te slaan en deze vanaf de NAP-bout te waterpassen. Het gaat hier om 1002 bij 3C0109 bij Pieterburen en 1006 bij 2G0091 en 2G0098 in het gebied bij Peazemerlannen.

De GPS-Basis is in het gebied bij Pieterburen ongeveer 2 meter vanaf NAP-bout 3C0113 gezet op punt 1001. Vanaf dit punt kon het hele gebied gemeten worden. In Peazemerlannen is de GPS-Basis in de buurt van 2G0091 gezet (op punt 1003). Hierbij is gelijk ook een spijker 1004 meegemeten, zodat er

een goede controle van de GPS-Basis/Rover was. Daarnaast lag dit punt 1003 ook mooi midden in het projectgebied, zodat het toestel maar één keer per dag opgesteld hoefde te worden, wat de kans op eventuele fouten beperkt. Ook is elke meetronde of meetdag geëindigd op hetzelfde punt als waar begonnen was. Dit om te controleren of de GPS-Basis gedurende de dag niet omhoog/omlaag is gekomen.

2.7 Diepteloggers

In samenwerking met Sovon (hoofdaannemer van het project) is in 2016 een onderzoek gestart om de overvloedingsfrequentie en -duur in de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen te meten. Dit om te onderzoeken of door de combinatie van bodemdaling door gaswinning, compactie, zeespiegelstijging en eventuele andere factoren het overstromingsrisico van nesten van vogels die in de Peazemerlannen broeden toeneemt. Er is een netwerk van 18 diepteloggers (*Figuur 2.2*) uitgezet verspreid over de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen om een beeld te krijgen van de ruimtelijke patronen in overvloedingsfrequentie en -duur en eventuele veranderingen in de tijd. De hoogteligging van de loggers is bekend. De loggers slaan elke 5 minuten een meting op en kunnen in principe vijf jaar lang continu metingen doen. Om het risico van *missing data* te beperken worden de loggers echter minimaal 3 maal per jaar uitgelezen. In de zomerpolder worden de loggers beschermd tegen vertrapping door vee. Een analyse van de resultaten en een rapportage daarover is voorzien in 2019, het laatste jaar van de in eerste instantie voor dit deelproject beoogde monitoringperiode 2016-2019.



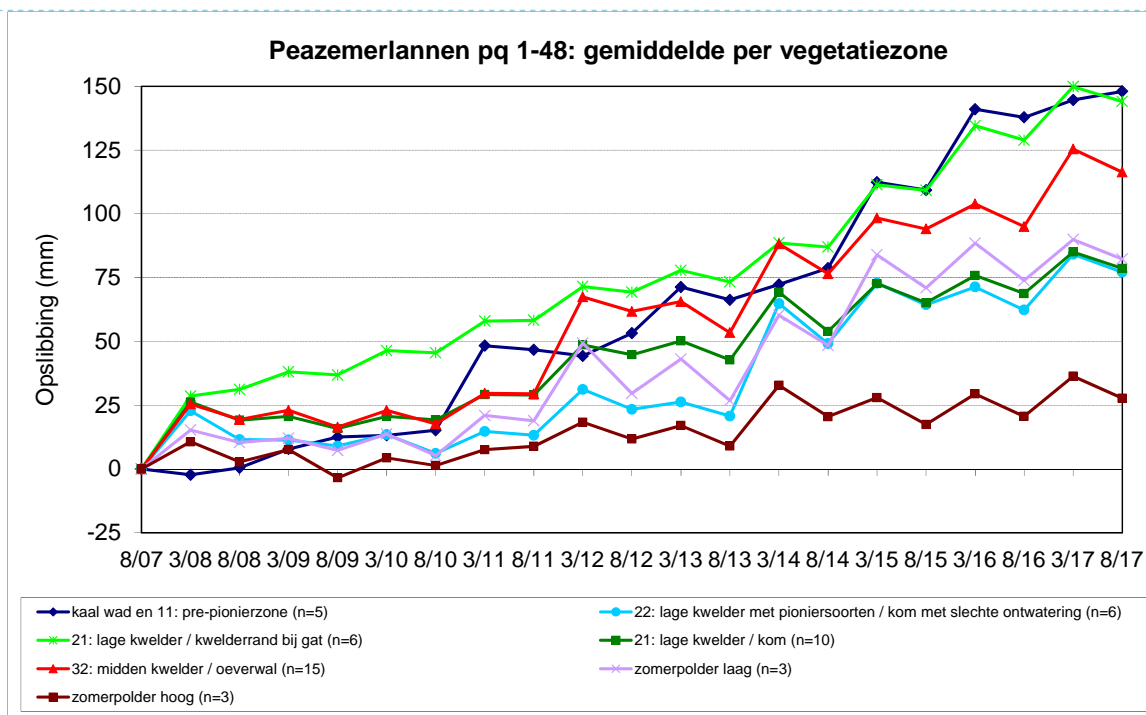
Figuur 2.2 Dieptelogger om de overvloedingsfrequentie en –duur te meten in de kwelder (links) en in de zomerpolder (midden) van de Peazemerlannen. Rechts een dieptelogger in de zomerpolder die twee dagen na een hoog tij tijdens laagwater nog onder water staat, terwijl de kwelder droog is.

3. Resultaten en discussie

3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen)

Met de SEB-metingen wordt de verandering van de maaiveldhoogte gemeten. Dit is de resultante van sedimentatie, erosie, compactie (klink van de kleilaag door uitdroging of rijping en vertrapping), bioturbatie en organische componenten, zoals plantenwortels. Bodemdaling is er niet in verrekend. De maaiveldhoogteverandering wordt in de verdere tekst meestal aangeduid met (netto-) opslibbing. In de Peazemerlanden was de gemiddelde maaiveldverandering over 2007-2017 bij alle pq's positief. De gemiddelde jaarlijkse netto-opslibbing gemeten van 2007-2017 in de pionierzone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 8-15 mm/j (Figuur 3.1). De gemiddelde bodemdaling in deze zelfde periode was 3,3 mm/j (Figuur 1.3) en de GHW-stijging 1 mm/j (Trend Lauwersoog 1988-2017; Figuur 3.12).

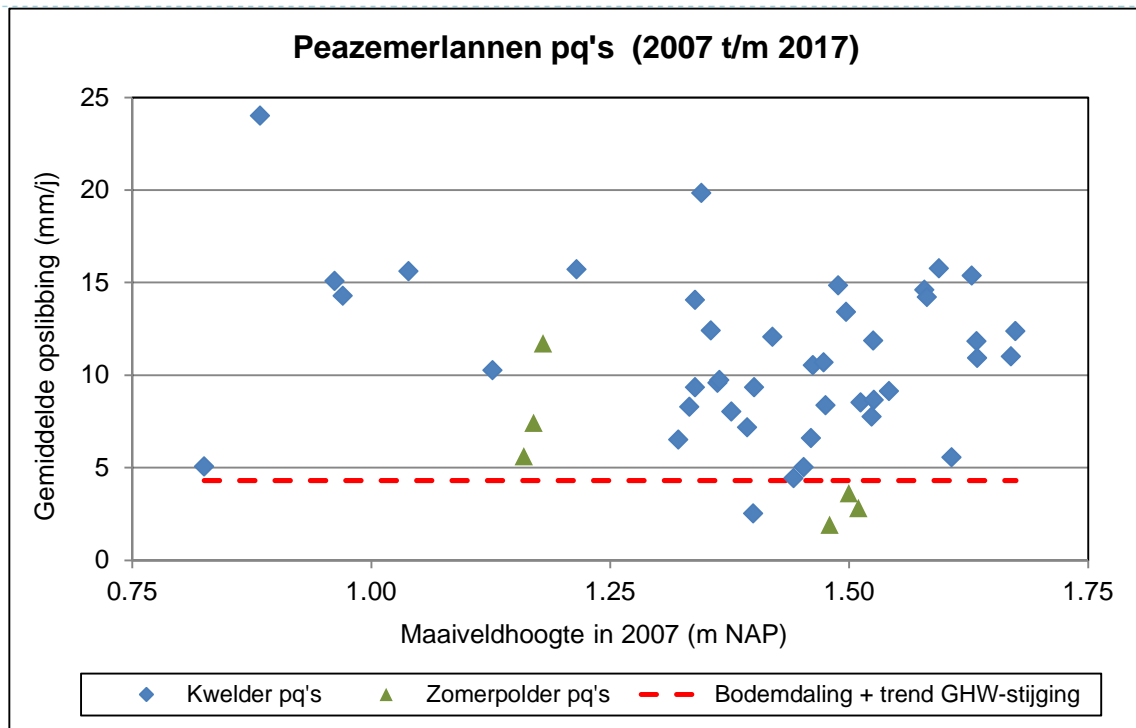
In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 8 mm/j in de lage delen aan de oostkant en 3 mm/j in de kortgegrasde hoger gelegen delen aan de westkant. Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in hoogte gemeten van 15 mm/j (Figuur 3.1). Tussen meetpunten in dezelfde vegetatiezone waren soms wel grote verschillen, vooral in de dynamische laaggelegen en weinig begroeide pre-pionierzone (zie ook Tabel 3.1). De opslibbing van alle afzonderlijke meetpunten is weergegeven in Bijlage D.



Figuur 3.1 Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone (met SALT97 code) in de kwelder en deelgebied in de zomerpolder op basis van SEB-metingen in de Peazemerlanden van augustus 2007-augustus 2017.

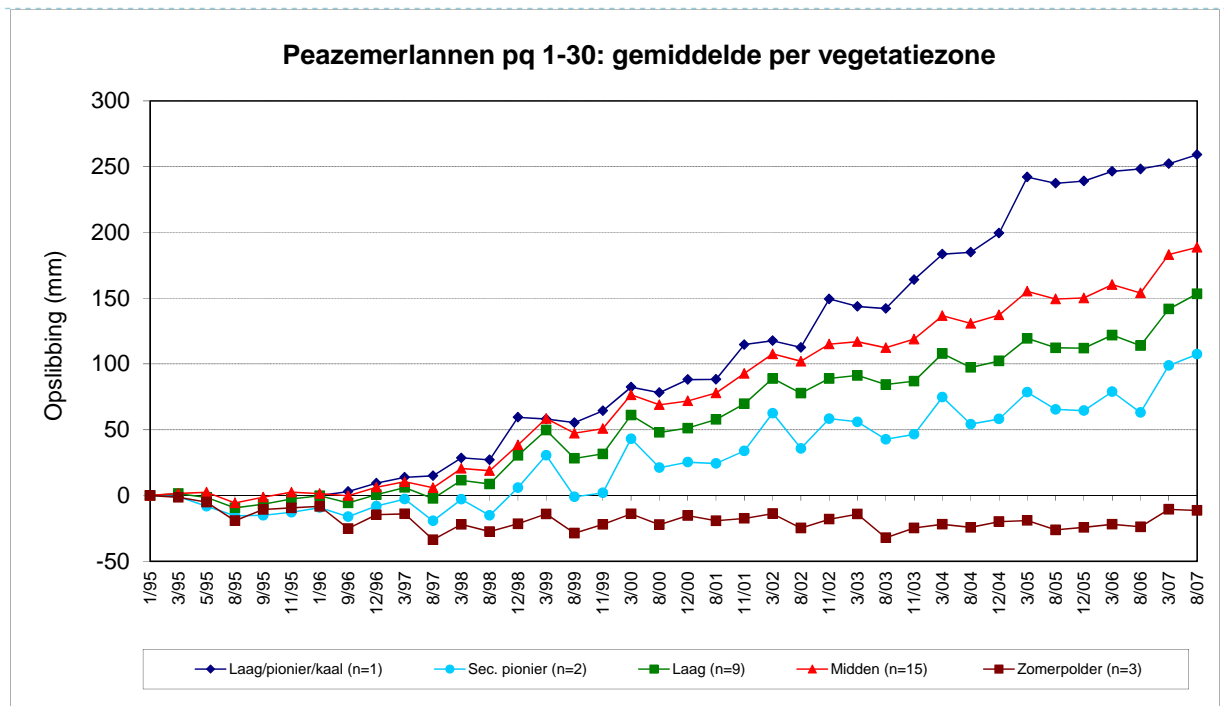
Er zijn vier meetpunten die over de afgelopen 10 jaar een gemiddelde opslibbing hebben $\leq 4,3$ mm/j, de waarde die op dit moment wordt aangehouden om de combinatie van GHW-stijging en bodemdaling minimaal te kunnen compenseren (Figuur 3.2). Daarnaast zijn er nog vijf met een gemiddelde opslibbing die daar maar net daarboven ligt. Het zijn dezelfde punten als in de vorige rapportage. De eerste categorie betreft drie pq's in de zomerpolder (pq 1, 2 en 3) en een in een poel (pq 17; afwisselend verweking en uitdroging). Tot de tweede categorie behoren een op het wad (pq 32; tot 2010 erosie, maar vervolgens enkele jaren een sterke opslibbing), een vlak bij een poel (pq 33;

vaak vrij vochtig), en drie ver weg van het wad en sediment aanvoerende geulen (pq 21, 30 in de kwelder en pq 48 in het oostelijke deel van de zomerpolder). In sommige gevallen kan een aanvankelijke achterstand echter in één of enkele jaren worden ingelopen. Na stormen in het herfst/winterseizoen kunnen grote hoeveelheden sediment, tijdens de zomer op het voorliggende wad opgehoopt, verplaatst worden naar de kwelder. Dit is te zien aan de hoge opslibbing gemeten in de meeste vegetatiezones die in maart na stormen wordt gemeten. Bij de metingen in augustus blijkt vaak dat dit sediment door uitdroging sterk is ingeklonken waardoor een deel van de ophoging uit maart teniet is gedaan.



Figuur 3.2 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per pq over de periode 2007-2017 in de Peazemerlannen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling over de periode 2007 t/m 2017 van 3,3 mm/j (NAM, 2018; zie ook Figuur 1.3) + de trend in GHW-stijging van 1 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 1988 t/m 2017 (zie Figuur 3.12).

Doordat in de zomerpolder in de Peazemerlannen de meeste kleppen in de duikers in de loop der jaren verdwenen zijn, en de zomerpolder dus vaker onder water komt te staan waardoor ook meer sediment aangevoerd kan worden, lijkt er nu een beter evenwicht tussen inklink en zwel en/of opslibbing te zijn ontstaan. Gemiddeld over de periode 1995-2007 was er in de hooggelegen westelijke zomerpolder nog een gemiddelde jaarlijkse afname van 2 mm, terwijl er van 2007-2017 een gemiddelde toename in maaiveldhoogte van 3 mm/j gemeten is. Onder invloed van waterverlies en waterabsorptie kunnen oude (=gerijpte) kleiige bodems door krimp en zwellen 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. De zomerpolder blijft echter wel de zone die met de huidige opslibbing niet de zeespiegelstijging kan bijhouden. In combinatie met bodemdaling zou het opslibbingstekort versterkt kunnen worden. Het feit dat de meetpunten aan de westkant van de zomerpolder hooggelegen zijn zorgt er aan één kant voor dat de opslibbing laag is, maar geeft daardoor ook ruimte voor een tijdelijke opslibbingsachterstand zonder directe gevolgen. De drainage moet dan echter niet minder worden, want dat kan gevolgen voor de vegetatie hebben.



Figuur 3.3 Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone op basis van SEB-metingen bij de 30 aanvankelijke meetpunten in de pionierzone, lage en midden kwelder en zomerpolder van 1995-2007.

Een exacte vergelijking met de opslibbing per vegetatiezone van 1995-2007 is lastig, niet alleen omdat het aantal meetjaren verschilt, maar ook omdat het aantal pq's en de indeling veranderd is (zie *Figuur 3.3*).

Voor de kwelder van de Peazemerlannen werd in Meesters *et al.* (2006) de verwachting uitgesproken dat de opslibbingsbalans nauwelijks door de voorspelde bodemdaling zal worden beïnvloed. Er werd daarbij 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 3.2*) namelijk dat de relatieve ophoging van de kwelder verder gaat, en daarmee ook de vegetatiesuccessie. De vertraagde netto-ophoging van het maaiveld tijdens de bodemdalingsperiode kan hooguit lokaal de veroudering van de kweldervegetatie vertragen. Aangezien veroudering de trend is in de meeste kwelders kan dit gezien worden als een positief neveneffect van gaswinning, maar de bodemdaling is niet groot genoeg om het 'verouderingsprobleem' grootschalig en langdurig op te lossen.

Vergelijking SEB-metingen met spijkermetingen NCA

Het Natuurcentrum Ameland (NCA) voert in het kader van hetzelfde monitoringonderzoek betreffende de gaswinning bij Moddergat-Lauwersoog wadsedimentatiemetingen bij de Paesens uit. Bij deze metingen (voor een uitgebreide beschrijving zie Krol, 2018) worden de veranderingen aan het wadoppervlak gemeten ten opzichte van een ondergronds vast punt (grondanker), terwijl bij de SEB-metingen de bovenkant van de SEB-palen het vaste punt vormen.

Uit de meetstations van het NCA en *Artemisia* die op de overgang van de kwelder naar het wad liggen zijn drie groepjes van drie stations gekozen die het dichtste bij elkaar in de buurt liggen om de opslibbingstrend te vergelijken. Omdat de meetreeks van *Artemisia* (en aanvankelijk Imares) vanaf augustus 2007 t/m augustus 2017 loopt, zijn de op zich reeds langer lopende metingen van NCA ook over deze zelfde periode berekend (zie *Tabel 3.1*). De data zijn ook op een kaartbeeld weergegeven in *Figuur 3.5a*.

De meeste meetpunten laten een opslibbing zien die ruim voldoende is om 3.3 mm bodemdaling en 1 mm GHW-stijging per jaar te compenseren, op P32 na die maar net boven deze grens zit. Dit lijkt vooral te komen door de erosie die bij dit meetpunt bij de start van de metingen is opgetreden, want de laatste jaren neemt de maaiveldhoogte geleidelijk toe. De gemiddelde sedimentatie van alle meetpunten samen is ruim 13 mm/j. Deze opslibbing en de daardoor toegenomen maaiveldhoogte sluiten goed aan bij de waarneming dat het kale wad voor de Peazemerlanden de laatste jaren in het midden en oosten voor een deel is veranderd in een met Zeekraal begroeide (pre)pionierzone, soms met lokaal een Engels slijkgras pol (zie bv. *Figuur 3.4* en § 3.4).

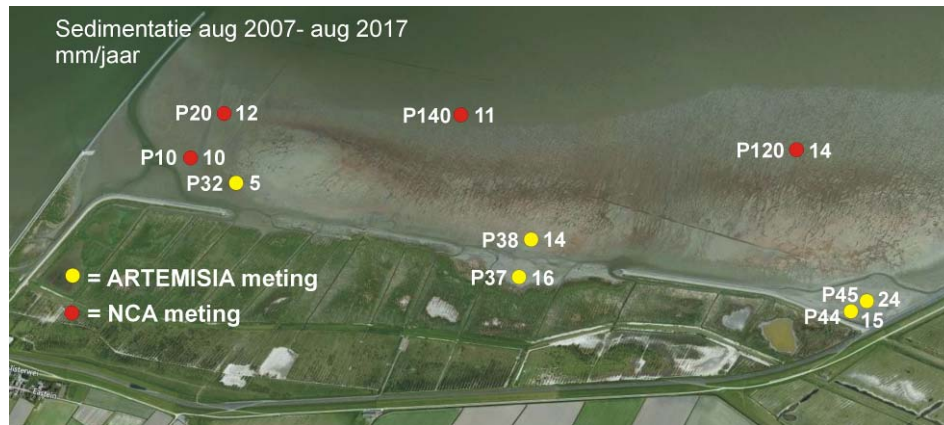
Tabel 3.1. Vergelijking van de sedimentatiemetingen van NCA en Artemisia op de overgang van kwelder naar wad. Er zijn drie groepjes onderscheiden van drie redelijk dicht bij elkaar liggende punten (zie ook *Figuur 3.5a*).

Meetpunt/Station	aug 2007-aug 2017 (mm/j)
P10 (NCA)	10
P20 (NCA)	12
P32 (Artemisia)	5
P140 (NCA)	11
P37 (Artemisia)	16
P38 (Artemisia)	14
P120 (NCA)	14
P44 (Artemisia)	15
P45 (Artemisia)	24
<i>Gemiddeld</i>	<i>13</i>

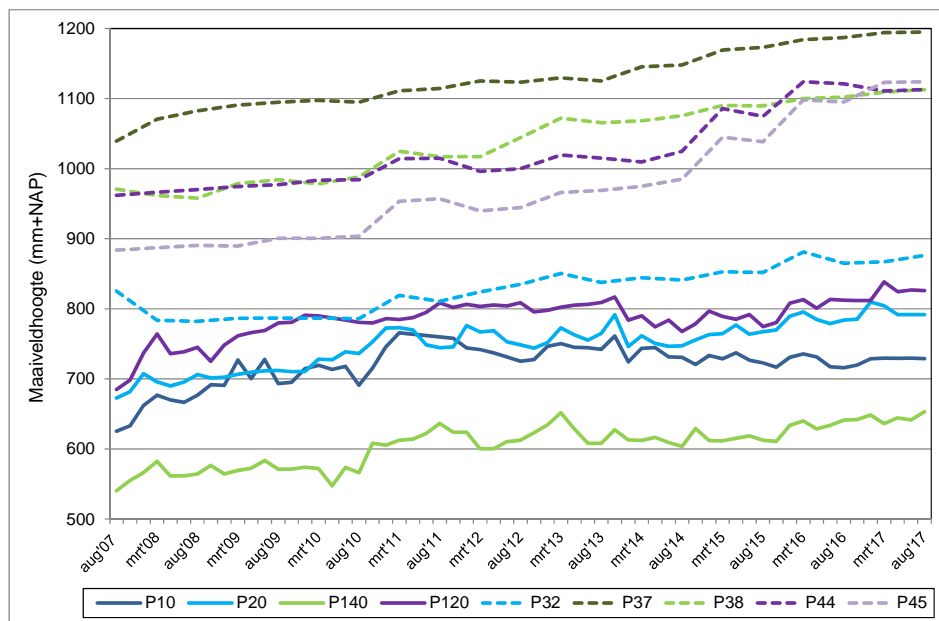


Figuur 3.4. Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij pq 38 (boven) en pq 44 (onder). Links situatie in 2007 en rechts die in 2017.

a.



b.



Figuur 3.5a. Vergelijking van de opslibingsmetingen van NCA en Artemisia op de overgang van wad naar kwelder bij de Peazemerlannen over periode aug 2007- aug 2017. De P met nummer betreft het meetpunt en het getal achter de stip de opslibing in mm/j (Kaart gemaakt door Johan Krol; zie ook Krol, 2018);
b. De ontwikkeling van de maaiveldhoogte (mm+NAP) bij de meetpunten van aug 2007-aug 2017. De doorgetrokken lijnen betreffen de NCA-meetpunten en de gestippelde lijnen de Artemisia-meetpunten. De meetpunten die bij elkaar in de buurt liggen hebben vergelijkbare kleuren.

In *Figuur 3.5b* is de verandering in maaiveldhoogte van alle meetpunten in de tijd uitgezet. Ondanks de verschillende methodes, het feit dat ze niet als ‘replica-meetpunten’ zijn uitgezet en de grote dynamiek in deze zone zijn er vergelijkbare patronen waar te nemen, vooral bij sterke opslibingsperiodes. Verder valt op dat de uitgangshoogte van de *Artemisia*-meetpunten hoger was dan de NCA-meetpunten. Dit is te verklaren doordat ze dicht tegen kwelder of zomerkade aan liggen. Bij deze hogergelegen punten wordt bijna bij alle punten van het begin af aan een continue toename van de hoogteligging gemeten. De laaggelegen punten vertonen een wat grilliger beeld, waarbij perioden met opslibing, erosie en stabiliteit elkaar afwisselen. Dit zou te maken kunnen hebben met de resp. aan- en afwezigheid van vegetatie, die op deze plek in de Waddenzee vanaf circa 0,84 m+NAP met een bedekking van >5% aanwezig kan zijn. Hoewel de aangetroffen vegetatie vrijwel uitsluitend uit de eenjarige Zeekraal bestaat, blijven er de laatste winters bij vier van de vijf *Artemisia*-meetpunten veel vrij dichte concentraties dode planten staan, die mogelijk luwte bieden

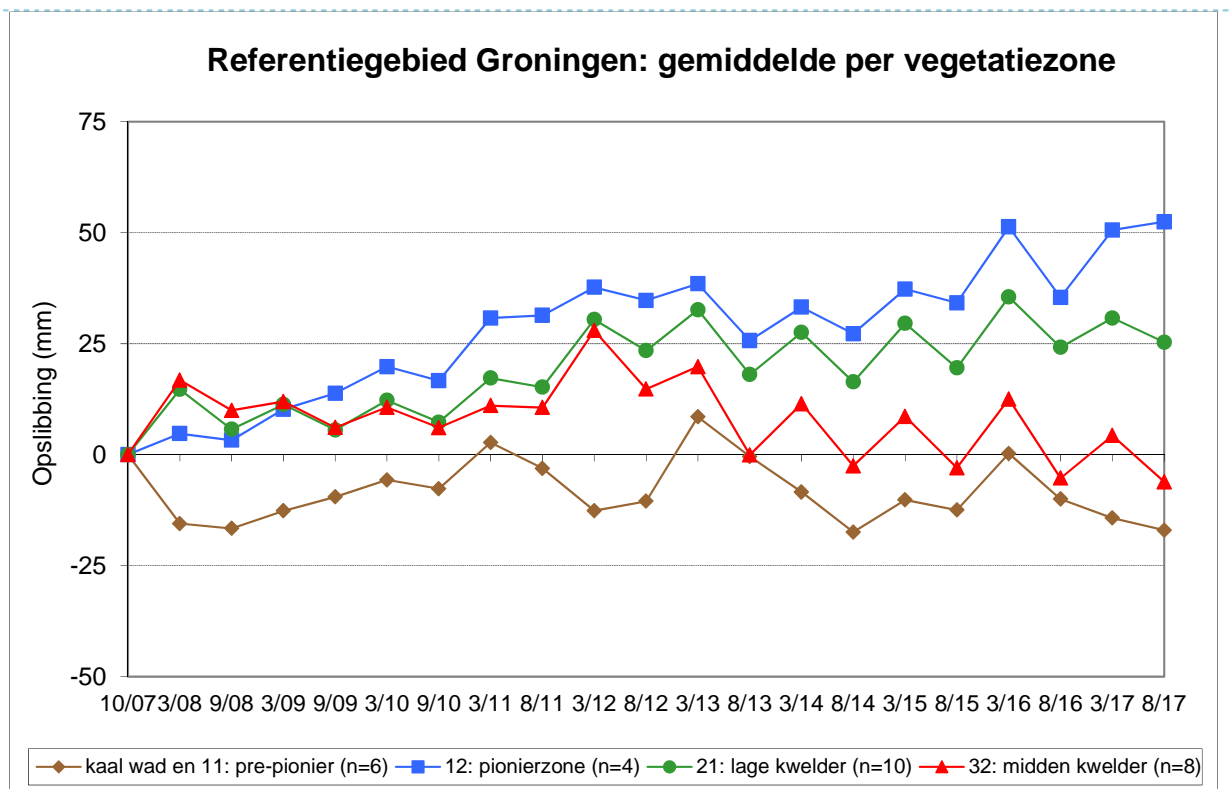
waardoor sediment eerder bezinkt en beter blijft liggen. Wanneer de Zeekraal-bedecking beperkt is tot enkele planten kan dat echter uitschuring en erosie veroorzaken.

De hoogte- en vegetatieontwikkeling in deze dynamische en daardoor ook kwetsbare zone is een interessante graadmeter voor de toestand van het gebied tijdens de gaswinningsperiode.

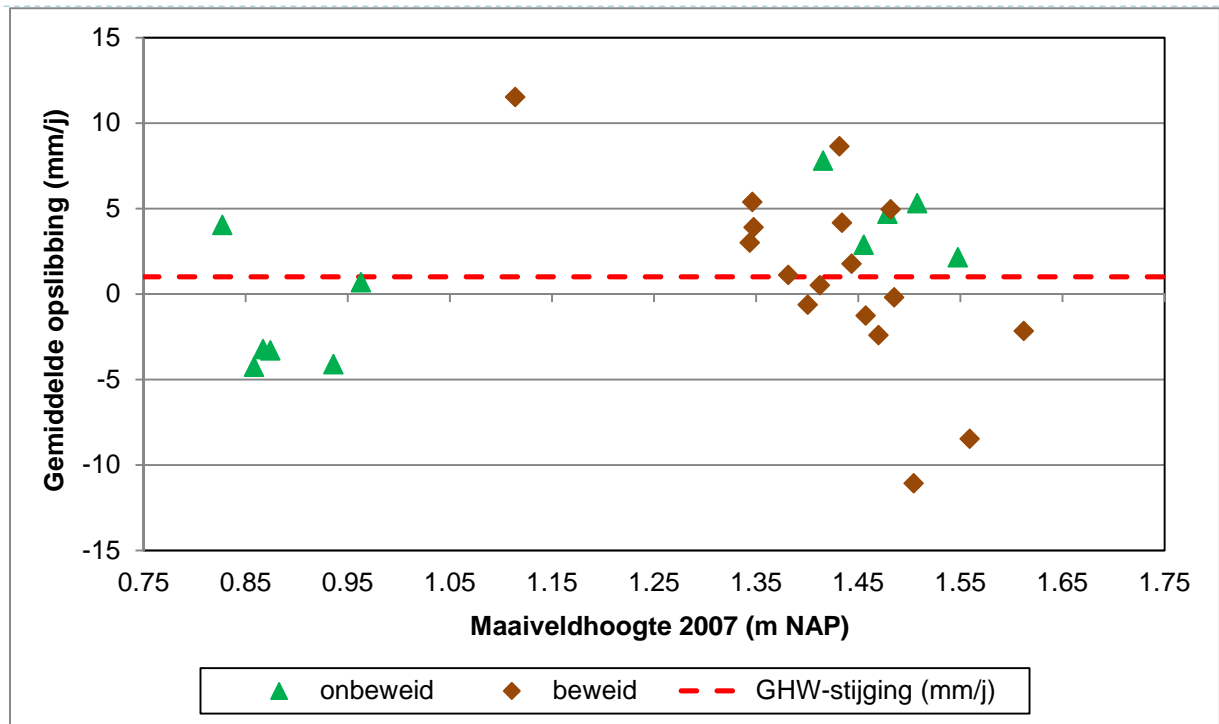
Referentiegebied

In het referentiegebied, de meetvakken in West-Groningen, ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2017 lager dan in de Peazemerlannen en ligt tussen -1 en 3 mm/j in de kwelder en op 5 mm/j in de pionierzone (Figuur 3.6). Het kale wad en de pre-pionierzone vertoonden gemiddeld een erosie van 2 mm/j. Tussen meetpunten in eenzelfde zone waren ook in het referentiegebied soms grote verschillen, niet alleen in de dynamische laaggelegen, weinig begroeide pre-pionierzone, maar ook in de beweide en onbeweide kwelder (zie ook Tabel 3.2). De opslibbing van alle afzonderlijke meetpunten is weergegeven in Bijlage F.

Er zijn enkele duidelijke verklaringen te geven voor de lagere opslibbing. Aanvankelijk werd er met name gemiddeld erosie (een verlaging van het maaiveld) gemeten bij de meetpunten op het dynamische wad en in de schaars begroeide pre-pionierzone. In de loop der jaren betreft het aantal pq's met erosie echter 40% van het totale aantal (Figuur 3.7). De oorzaak van de erosie ligt bij de meeste meetpunten echter niet aan wegspoelen van sediment of afgenomen opslibbing, maar aan een verlaging van het maaiveld door vertrapping veroorzaakt door beweiding die sinds 2013, ongeveer na voltooiing van de inrichtingswerkzaamheden voor het Kwelderherstelplan Groningen (Oranjewoud, 2010), op verschillende locaties is gestart of is toegenomen.



Figuur 3.6 Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone (met SALT97 code) op basis van de SEB-metingen in het referentiegebied West-Groningen vanaf 2007-augustus 2017.



Figuur 3.7 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per kwelder-pq (inclusief pq's in de pionierzone) over de periode 2007-2017 in het referentiegebied West-Groningen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde trend in GHW-stijging van 1 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 1988 t/m 2017 (zie Figuur 3.12).

3.2 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten

De meeste palen waarbij grote verschillen zijn gemeten tussen 2008 en 2013 betrof palen die vervangen zijn na schade door ijsgang in een van de drie winters waarin dit voorkwam, of palen die vervangen/herplaatst zijn na verstoring door inrichtingswerkzaamheden voor het Groninger kwelderherstelplan, of na onderslibbing. Alleen het vrij constante verschil van circa 5 cm tussen de metingen van 2008 en 2013 voor de SEB-palen in meetvak 339 kon niet verklaard worden. Daarom is deze meting op 1 mei 2013 herhaald door Fugro. Aangezien deze meting zeer goed overeenkwam met de meting uit maart 2013 is geconcludeerd dat er waarschijnlijk bij de meting uit 2008 iets niet goed is gegaan. Besloten is de gemeten NAP-hoogtes uit 2008 te vervangen door die van 2013. Hierdoor wijken sommige getallen en figuren voor de metingen in meetvak 339 vanaf jaarrapport 2013 iets af van die uit eerdere rapporten.

3.3 Vegetatie (pq's)

Peazemerlannen

De hele kwelder in de Peazemerlannen is in principe onbeweid. In het westelijke kwelderdeel vindt vrijwel elk jaar toch beweiding plaats op beperkte schaal, omdat er schapen onder het prikkeldraad door kruipen. De afscheiding tussen de kwelder en de zomerkade, met paaltjes en prikkeldraad, is op veel plekken in slechte staat. In 2017 zijn op een deel van de zomerkade voor het eerst ook koeien voor beweiding gebruikt met veel vertrappingsschade tot gevolg. De zomerpolder wordt elk jaar beweid met schapen en/of koeien en soms jongvee in wisselende dichtheden. Hierdoor varieert de beweiding tussen extensief, matig tot (lokaal) intensief. In 2017 liepen er in het westelijke deel alleen schapen (ca. 100). Er waren ook enkele sporen en vlaaien van koeien, maar het aantal dieren is onbekend. In het oostelijke deel van de zomerpolder (met uitzondering van het meest oostelijke

puntje bij de poel en pq 48, dat afgezet was met schrikdraad) liepen 30 pinken. Het vee concentreert zich op de meer grazige stukken waardoor de delen met vooral Zeekraal en Schorrenkruid minder bezocht worden.

In *Tabel 3.2* wordt een samenvatting gegeven van de resultaten voor de Peazemerlannen en in *Tabel 3.3* voor het referentiegebied. Voor alle meetpunten wordt de uitgangssituatie vermeld en de ontwikkeling van 2007 naar 2017. Van alle kwelder-pq's is de ontwikkeling van de vegetatie, zoals bepaald met behulp van SALT97, weergegeven in Bijlage B-C.

De drie hooggelegen zomerpolder pq's niet mee gerekend was de vegetatie in 25 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Verder heeft er in twaalf pq's successie plaatsgevonden naar een andere vegetatiezone en in zes pq's successie binnen dezelfde vegetatiezone (veroudering). Pq 24 en 39 vallen op basis van het verloop in vegetatietype, net als in eerdere jaren, onder de categorie lichte regressie. Dit zijn beide pq's die dicht bij de doorbraak in de noordelijke zomerkade, op de grens van lage kwelder en pionierzone liggen. De oorzaak van de regressie ligt bij deze pq's vooral in het feit dat er een vrij sterke uitbreiding van Engels slijkgras heeft plaatsgevonden, die voor een klein deel ten koste is gegaan van Gewoon kweldergras, maar vooral 'ten koste van' onbegroeide delen. In dat opzicht is dus eigenlijk sprake van successie, maar voor het vegetatietype betekent het een lichte regressie. Deze ontwikkeling is dus niet veroorzaakt door bv. een slechtere ontwatering of bodemdaling.

Ondanks een lichte verbetering t.o.v. vorige jaren blijft pq 17 zowel in vegetatiebedekking als in opslibbing achter bij de andere pq's. De reden hiervan is echter bekend: de pq ligt al sinds 2004 op de rand van een slecht ontwaterende poel waardoor de vegetatie minimaal is en de bodem verweekt in natte jaren en inklinkt in droge jaren. De verwachting bij deze pq is dat zowel de opslibbing als vegetatieontwikkeling weer op gang komt als een dichtbijzijnde kreek door terugschrijdende erosie aansluiting maakt op de poel en de drainage en sedimentaanvoer herstelt.

Tabel 3.2 Vegetatiekarakterisering bij start gaswinning in 2007 en samenvatting van de gemiddelde jaarlijkse maaiveldhoogteverandering (opslibbing of erosie) en vegetatieontwikkeling van de meetpunten in de Peazemerlannen van 2007-2017.

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2017	Bijzonderheden 2017
37	kaal wad	kaal wad	1,04	15,6	Qq3: 12 pionierzone; lichte successie, Zeekraal (ca. 40% bedekking)	
38	kaal wad	kaal wad	0,97	14,3	Qq3: 12 pionierzone; lichte successie, Zeekraal (ca. 50% bedekking)	
32	Qq0	11: pre-pionierzone	0,83	5,1	Kaal: stabiel, wisselend kaal tot zeer lage bedekking Zeekraal of Engels slijkgras	
44	Ss0	11: pre-pionierzone	0,96	15,1	Qq3: vrij stabiel met lage Zeekraal bedekking	
45	Qq0	11: pre-pionierzone	0,88	24,0	Qq3: pionierzone, vrij stabiel met lage Zeekraal bedekking	
47	Qq3	12: pionierzone (zomerpolder laag)	1,17	7,4	Qu: 22 lage kwelder met pioniersoorten; stabiel Zeekraal/Schorrenkruid	Geen tot extensieve beweiding; 30 pinken; matige vertrapping

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2017	Bijzonderheden 2017
4	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,39	7,2	Pp-u: 21 lage kwelder; successie van Schorrenkruid naar Kweldergras met Schorrenkruid	
5	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,38	8,0	Pp-u: 21 lage kwelder; successie Schorrenkruid naar Schorrenkruid met Kweldergras)	
6	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	9,6	Pp-u: 21 lage kwelder; successie van Schorrenkruid naar Kweldergras met Schorrenkruid	
8	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	9,7	Xy3: 32 midden kwelder; successie van Schorrenkruid naar Zeekweek codominant met Kweldergras	
12	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,34	9,3	Ppa: 21 lage kwelder; successie Schorrenkruid naar Kweldergras met Zeeaster	
46	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten (zomerpolder laag)	1,18	11,7	Qu: Vrij stabiel (wel hogere bedekking), Zeekraal en Schorrenkruid	Geen tot extensieve beweiding; 30 pinken; lichte vertrapping
48	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten (zomerpolder laag)	1,16	5,6	Pp: 21 lage kwelder; successie, Zeekraal/ Schorrenkruid naar Kweldergras	Afgeschermd met schrikdraad: onbeweid
14	Pp	21: lage kwelder	1,33	8,3	Pp: stabiel Kweldergras	
17	kaal	(oorspronkelijk lage kwelder)	1,40	2,5	Qu: 22 lage kwelder met pioniersoorten; lichte successie, kaal naar vooral Schorrenkruid (vrij lage bedekking)	Op rand poel (droog in 2017)
19	Pp	21: lage kwelder	1,58	14,2	Xy5: 32 midden kwelder; successie van Kweldergras naar Zeekweek	
21	Ph3	21: lage kwelder	1,45	5,0	Xy3: 32 midden kwelder; successie van Zoutmelde en Kweldergras naar Fioringras en Zeekweek	
24	Pp	21: lage kwelder	1,36	12,4	Ss5b: 12 pionierzone; schijnbare regressie is eigenlijk successie: van kaal naar Engels slijkgras en van Kweldergras naar Zeeweegbree	
25	Pp	21: lage kwelder	1,48	8,3	Xy5: 32 midden kwelder; successie: Kweldergras	

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2017	Bijzonderheden 2017
					naar Kweldergras met Fioringras en Zeekweek met Spijesmelde	
29	Pp-b	21: lage kwelder	1,54	9,1	Xy5: 32 midden kwelder; successie Kweldergras naar Zeekweek	
31	Pp-u	21: lage kwelder	1,32	6,5	Ppa: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras met Zeeaster	
33	Pp	21: lage kwelder	1,44	4,4	Ppa: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras (met Zeeaster)	
34	Pp	21: lage kwelder	1,35	19,8	Xy5: 32 midden kwelder; successie van Kweldergras naar Zeekweek en Rood Zwenkgras	
35	Pp	21: lage kwelder	1,42	12,1	Xy3: 32 midden kwelder; successie Kweldergras naar Fioringras en Zeekweek	
36	Pp	21: lage kwelder	1,34	14,0	Pps: 21 lage kwelder; lichte successie van Kweldergras naar grote diversiteit aan soorten	
39	P	21: lage kwelder	1,22	15,7	Ss5: 12 lage kwelder met pioniersoorten; lichte regressie, van Kweldergras naar Engels slijkgras, maar met toenemende bedekking	
40	P	21: lage kwelder	1,13	10,3	Pp: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras, met toenemende bedekking	
41	Pp	21: lage kwelder	1,53	8,6	Jj: 33 midden kwelder met hoge kwelder-soorten; successie van Kweldergras naar Zilte rus en Zeekweek	
42	Pp	21: lage kwelder	1,51	8,5	Ba5: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras met codominante Zeeaster	Grenst aan poel; bij regen of hoog water kans op stagnant water
43	Ppa	21: lage kwelder	1,52	7,7	Xy5: 32 midden kwelder, successie van Kweldergras met Zeeaster naar Zeekweek	
7	Xy5	32: midden kwelder	1,49	14,8	Xx5: stabiel Zeekweek (met veel Spijesmelde)	
9	Xy5	32: midden kwelder	1,50	13,4	Xx5: stabiel Zeekweek)met veel Spijesmelde)	
10	Xy5	32: midden kwelder	1,67	11,0	Xy5: stabiel Zeekweek	
11	Xy5	32: midden kwelder	1,53	11,9	Xy5: stabiel Zeekweek	

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2017	Bijzonderheden 2017
13	Xy5	32: midden kwelder	1,40	9,3	Xy5: stabiel Zeekweek	
15	Xx5	32: midden kwelder	1,46	10,5	Xxk: stabiel Zeekweek (met veel Strand- en Spiesmelde)	
16	Xy5	32: midden kwelder	1,46	6,6	Xy5: stabiel Zeekweek	
18	Xy5	32: midden kwelder	1,47	10,7	Xy5: stabiel Zeekweek	
20	Xy5	32: midden kwelder	1,63	10,9	Xy5: stabiel Zeekweek	
22	Xy5	32: midden kwelder	1,63	11,8	Xy5: stabiel Zeekweek	
23	Xy5	32: midden kwelder	1,63	15,4	Xy5: stabiel Zeekweek	
26	Xy5	32: midden kwelder	1,67	12,4	Xy5: stabiel Zeekweek	
27	Xy5	32: midden kwelder	1,59	15,8	Xy5: stabiel Zeekweek	
28	Xy5	32: midden kwelder	1,58	14,6	Xy5: stabiel Zeekweek	
30	Xy5	32: midden kwelder	1,61	5,5	Xy5: stabiel Zeekweek	
1		(zomerpolder hoog)	1,50	3,6		Meestal matig - intensief beweid; in 2017 schapen (wel koeien geweest)
2		(zomerpolder hoog)	1,51	2,8		Zie PQ 1
3		(zomerpolder hoog)	1,48	1,9		Zie PQ 1

Referentiegebied

Ook in het referentiegebied was de vegetatie in de meeste pq's stabiel (19, waarvan vier lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone). Bij vier pq's was sprake van (lichte) successie (311L, 339I, 356F en 356H) en bij twee pq's van regressie. Bij 359F is de regressie veroorzaakt door vertrapping. Hoewel in pq 286I op basis van het gevonden vegetatietype regressie heeft plaatsgevonden die vernatting doet vermoeden, is er nog wel steeds Zeekweek aanwezig.

Met betrekking tot de beweiding in het referentiegebied heeft zich sinds de start van de monitoring in 2007 een ongeplande verandering voorgedaan. Gedurende de monitoringperiode is alleen MV 286 tot nu toe geheel onbeweid gebleven, net zoals (het grootste deel van) de kwelder van de Peazemerlannen. De overige vier RWS-meetvakken waarin de SEB- en vegetatie-metingen worden gedaan zijn in alle of sommige jaren beweid geweest, terwijl er oorspronkelijk alleen sprake was van jaarlijks extensieve beweiding met 10-13 paarden in MV 339. De beweiding was als volgt:

- In 2009 heeft eenmalige beweiding door paarden in MV 324 voor flinke vertrapping gezorgd waardoor tijdelijk kale plekken zijn ontstaan bij de pq's.
- In 2010 zijn de pq's in meetvak 359 van circa juni tot 21 oktober beweid geweest door zes vleeskoeien (Blonde d'Aquitaine) met kalveren.
- In 2011 werd MV 356 beweid met zes stieren, ook weer tot na de formele einddatum van 15 oktober. De opslibbings- en vegetatieopnames hebben daardoor toen pas vrij laat kunnen plaatsvinden.
- In 2012 hebben er dertien pinken in MV 311 gelopen.
- In 2013 liepen in MV 339 twee paarden en 30 schapen, in MV 311 zijn een deel van het beweidingseizoen 30 koeien geweest en in MV 356/359 tien koeien en vier paarden.
- In 2014 liep er in MV 311 en MV 324 geen vee tijdens de opname, maar er waren wel sporen te zien. In MV 339 liepen vijf paarden en in MV 356 liepen dertien koeien, die waarschijnlijk waren omgeweid uit MV 359 waar wel sporen te zien waren, maar geen vee meer liep.

- In 2015 liepen er 30 stuks jongvee in MV 311, werd MV 324 extensief beweide met schapen, liepen er 125 schapen in MV 339 en geen paarden. In MV 356 liepen negen stuks jongvee en in MV 359 was geen vee, maar wel verse sporen die vermoedelijk waren veroorzaakt door het vee dat tijdens de metingen in MV 356 liep.
- In 2016 liepen er in MV 311 tijdens de metingen 20 koeien in het naburige vak, maar die waren, gezien de aanwezige verse sporen, waarschijnlijk omgeweid uit vak 311. In vak 324 liepen dertien pony's en in vak 339 stonden vijf paarden en twee koeien. In MV 356 stond geen vee tijdens de metingen, maar er waren wel diepe (ogenschijnlijk oude) sporen met water. In MV 359 stonden zes koeien/pinken.
- In 2017 liepen er in MV 311 negentien pinken en een vervelende stier. In MV 324 liepen 15 pony's/paarden en in MV 339 liepen 3 paarden. In MV 356 stond tijdens de najaarsmeting geen vee, maar aan de sporen te zien had er waarschijnlijk het vee gestaan (10 pinken) dat omgeweid was naar MV 359.

Het Groninger kwelderherstelplan, waarvoor de afgelopen jaren inrichtingswerkzaamheden zijn uitgevoerd, houdt onder meer in dat er op meer locaties èn regelmatig/langer beweiding zal gaan plaatsvinden in de kwelder. Dit aangepaste beweidingsbeheer heeft een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (vertrapping en compactie) en de vegetatie (vertrapping, verjonging/regressie) en lokaal ook op de drainage. Dit is reeds waargenomen bij sommige pq's vanaf 2013 (*Bijlage I*) en het is ook uitgebreid beschreven in vele artikelen (zie o.a. Esselink *et al.*, 2002). De locaties waar vee ingezet gaat worden, het type vee en de duur en intensiteit ligt niet vast, maar worden door de beheerder grotendeels door de situatie van het moment bepaald (o.a. vegetatiesamenstelling, beschikbaarheid vee en beheervergoeding). Beheerders/eigenaren streven er naar om vanaf 2017 de beweidingsgegevens te gaan bijhouden en de gegevens eventueel beschikbaar te stellen aan derden. De invloed van de toegenomen beweiding is nu al duidelijk zichtbaar en meetbaar. Deze beheereffecten beïnvloeden de bruikbaarheid van sommige delen van het referentiegebied. Vandaar dat vanaf de huidige rapportage ook over de ontwikkeling van maaiveldhoogte en vegetatie zal worden gerapporteerd van een aantal onbeweide alternatieve meetpunten waar al minimaal sinds 2007 wordt gemeten.

In *Tabel 3.3* wordt een samenvatting gegeven van de resultaten voor de pq's in het referentiegebied. Voor alle meetpunten wordt de uitgangssituatie vermeld en de ontwikkeling van 2007 naar 2017. In *Bijlage E* is van alle pq's de ontwikkeling van de vegetatie, zoals bepaald met behulp van SALT97, weergegeven.

Tabel 3.3 Vegetatiekarakterisering uitgangssituatie in 2007 en samenvatting van de gemiddelde jaarlijkse maaiveldhoogteverandering (positieve waarde betreft opslibbing en negatieve erosie) en vegetatieontwikkeling van de meetpunten in het referentiegebied van 2007-2017. * Bij meetpunt 339 is voor de bepaling van de maaiveldhoogte uit 2007 de NAP-meting van de paalkoppen uit 2013 gebruikt (zie ook § 3.2).

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2017	Bijzonderheden 2017
286K	Kaal	-	0,83	4,0	Stabiel, kaal	
311N	Kaal	-	0,87	-3,2	Qq0: 11 pre-pionierzone, stabiel, (vrijwel) kaal	
324K	Kaal	-	0,96	0,7	Qq3: 12 pionierzone, stabiel tot lichte successie; (vrijwel) kaal	
359I	Kaal	-	0,87	-3,3	Ss3: 12 pionierzone, stabiel - lichte successie, lage bedekking Engels slijkgras	

<i>PQ</i>	<i>Vegetatie-type 2007</i>	<i>Vegetatiezone 2007 (SALT97)</i>	<i>Maaiveld 2007 (m+NAP)</i>	<i>Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j</i>	<i>Ontwikkeling vegetatie 2007->2017</i>	<i>Bijzonderheden 2017</i>
339K	Sso	11: pre-pionierzone	0,94 *	-4,1	Qq0: 11 pre-pionierzone, stabiel, (vrijwel) kaal	
356I	Qqo	11: pre-pionierzone	0,86	-4,3	Stabiel, (vrijwel) kaal	
339I	Ss3	12: pionierzone	1,34 *	3,0	P: 21 lage kwelder, stabiel tot lichte successie; Engels slijkgras naar Kweldergras, maar lage bedekking	3 paarden; zware vertrapping
356F	Ss5	12: pionierzone	1,38	1,1	Pps: 21 lage kwelder; lichte successie; Engels slijkgras naar Kweldergras	10 pinken geweest; matige vertrapping
356H	Ss5	12: pionierzone	1,35	5,4	Pps: 21 lage kwelder; successie; Engels slijkgras naar Kweldergras	10 pinken geweest; zware vertrapping
359H	Ss3	12: pionierzone	1,11	11,5	Ss5: 12 pionierzone, stabiel, Engels slijkgras	10 pinken ; zware vertrapping
286C	Ppa	21: lage kwelder	1,46	2,9	Ppsb: 21 lage kwelder; lichte regressie door vernatting, Kweldergras met Zeeaster naar Engels slijkgras met Zeeaster	
286I	Ph5	21: lage kwelder	1,42	7,8	Ss5b: 12 pionierzone; regressie van Zoutmelde naar Engels slijkgras, maar ook Zeekweek aanwezig	
311L	Ph5	21: lage kwelder	1,46	-1,3	Xy3: 32 midden kwelder; successie Zoutmelde naar Zeekweek door beweiding teruggezet naar Zeekweek met Kweldergras	20 pinken; zware vertrapping
311M	Ph3	21: lage kwelder	1,40	-0,6	Pp: 21 lage kwelder; stabiel/verjonging, verschuiving van Zoutmelde naar Kweldergras	20 pinken; zware vertrapping
324H	Pp	21: lage kwelder	1,41	0,5	Pp: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras met beetje Zeekweek	15 pony/paard; zware vertrapping
324I	Pps	21: lage kwelder	1,43	4,2	Ph3: 21 lage kwelder; vrij stabiel, Kweldergras/ Engels slijkgras/ Zoutmelde	15 pony/paard; zware vertrapping
339F	Ph3	21: lage kwelder	1,35 *	3,9	Pp: 21 lage kwelder; redelijk stabiel, verschuiving van Zoutmelde naar Kweldergras	3 paarden; geen vertrapping
339H	Pp	21: lage kwelder	1,43 *	8,6	Pp: 21 lage kwelder;	3 paarden;

<i>PQ</i>	<i>Vegetatie- type 2007</i>	<i>Vegetatiezone 2007 (SALT97)</i>	<i>Maaiveld 2007 (m+NAP)</i>	<i>Gem. opslibbing 2007-2017 mm/j</i>	<i>Ontwikkeling vegetatie 2007->2017</i>	<i>Bijzonderheden 2017</i>
					stabiel, Kweldergras	lichte vertrapping
356G	Pp/Ph3	21: lage kwelder	1,47	-2,4	Ppa: 21 lage kwelder; stabiel Kweldergras (door beweiding met Zeeaster)	10 pinken geweest; matige vertrapping
359G	Ph5	21: lage kwelder	1,44	1,8	Pp: 21 lage kwelder; verschuiving van Zoutmelde naar Kweldergras	10 pinken ; zware vertrapping
286D	Xy5	32: midden kwelder	1,55	2,1	Xy5: stabiel, Zeekweek	
286F	Xy5	32: midden kwelder	1,48	4,7	Xy5: stabiel, Zeekweek	
286H	Xy5	32: midden kwelder	1,51	5,3	Xy5: stabiel, Zeekweek	
311G	Xy5	32: midden kwelder	1,50	-11,1	Xy5: stabiel, Zeekweek, maar met Kweldergras door beweiding	20 pinken; zware vertrapping
311I	Xx5	32: midden kwelder	1,56	-8,5	Xy5: stabiel, Zeekweek	20 pinken; zware vertrapping
311K	Xy5	32: midden kwelder	1,61	-2,2	Xy5: stabiel, Zeekweek	20 pinken; lichte vertrapping
324G	Xy5	32: midden kwelder	1,48	4,9	Xy5: stabiel, Zeekweek	15 pony/paard; zware vertrapping
359F	Xy5	32: midden kwelder	1,49	-0,2	Pp-b: 21 lage kwelder; regressie (beweiding), Zeekweek -> Kweldergras met Zeekweek en Zeeaster	10 pinken ; zware vertrapping
339D	-----	Soortensamen- stelling niet in SALT97; zie tekst	1,98 *			Vervallen als pq

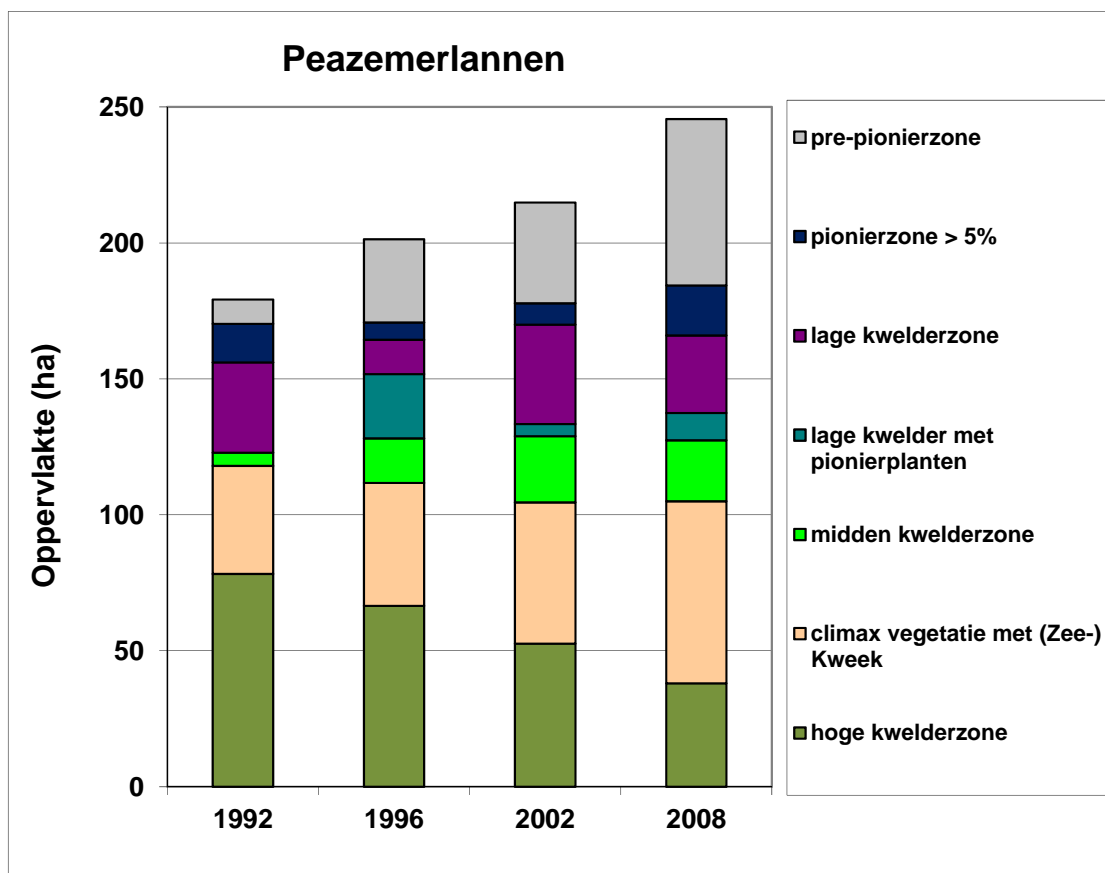
Pq 339D ligt in de hoge boerenkwelder en is in 2007 toegevoegd aan de reeks meetpunten ter vergelijking met de zomerpolder in de Peazemerlanden. Er vindt beweiding plaats en vanaf 2012 wordt er ook regelmatig gemaaid, vooral ter bestrijding van distels en andere ruigtesoorten die in een deel van de boerenkwelder voorkomen. Daarbij zijn echter al enkele keren één of beide SEB-palen beschadigd of zelf helemaal afgemaaid. Gezien de kans op herhaling in geval van herplaatsing van de palen is besloten deze pq te laten vervallen.

3.4 Vegetatiekaarten RWS

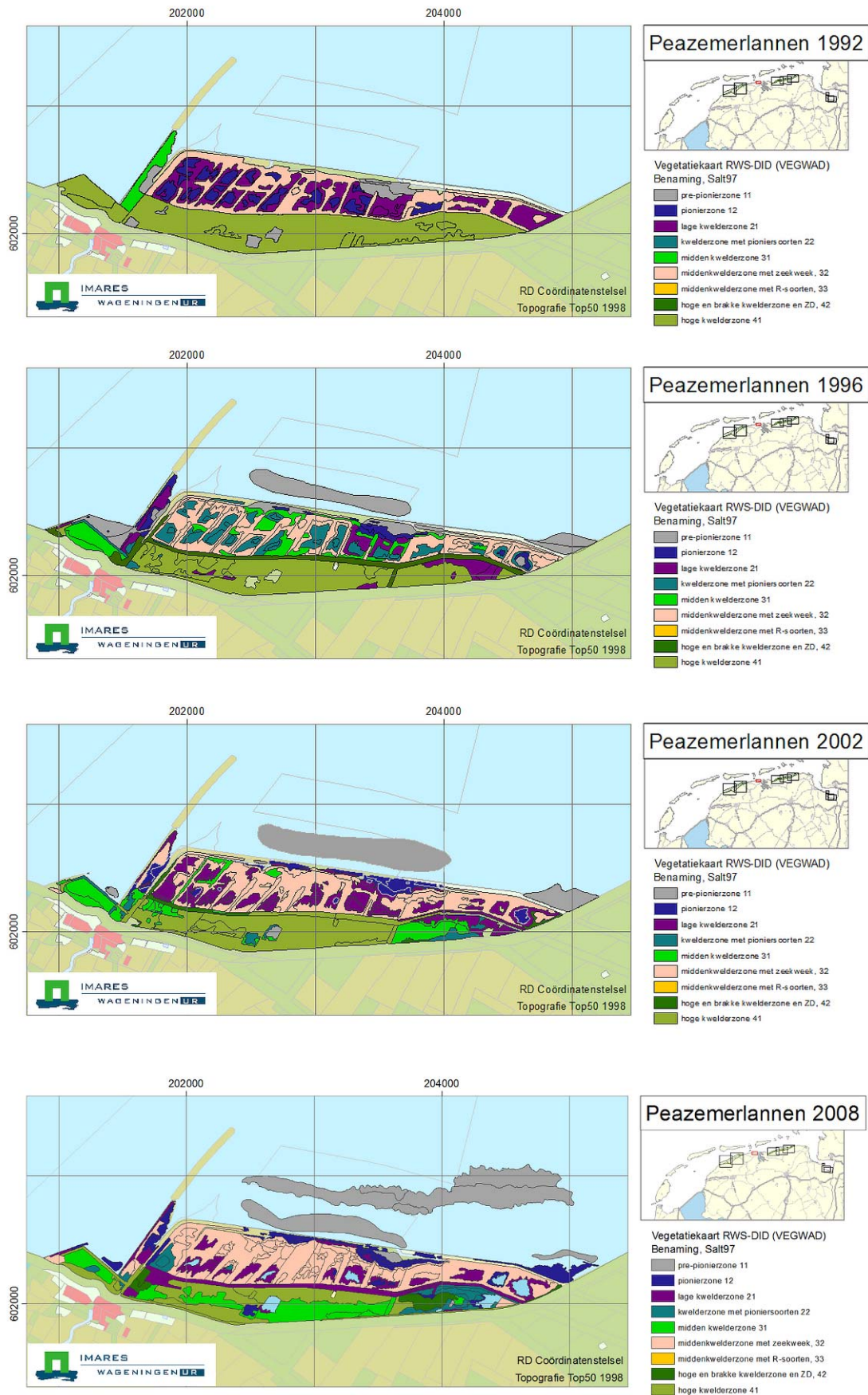
De biodiversiteit van de kweldervegetatie wordt door RWS 6-jarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten, inclusief de boerenkwelders en soms zomerpolders. Van de vastelandskwelders langs de Friese en Groninger kust is eind 2016 de RWS VEGWAD-vegetatiekaart van 2014 beschikbaar gekomen (op basis van de luchtfoto uit 2014 en veldwerk uit 2015). Aangezien er veranderingen in de wijze van uitwerken van de kaart zijn doorgevoerd vergt de vergelijking met de vegetatiekaart uit 2008, rond de start van de gaswinning, meer tijd. De rapportage daarover zal daarom in het komende evaluatierapport gebeuren.

In dit rapport zijn van een aantal eerdere vegetatiekaarten de afgeleide vereenvoudigde zonekaarten opgenomen van de Peazemerlannen (*Figuur 3.9*) en het referentiegebied (*Figuur 3.10*), om een beeld te geven van de vegetatieontwikkeling voor de gaswinning van start is gegaan. Op deze zonekaarten en in *Figuur 3.8*, waar de zoneverschuivingen in de Peazemerlannen zijn samengevat, is vooral de successie/veroudering naar Zeekweek duidelijk zichtbaar. Dit is een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van opslibbing in combinatie met afwezige en/of afnemende beweiding. Opvallend voor de Peazemerlannen is verder de toename van de (pre-)pionierzone op het wad vanaf 1992. De opslibbing die de laatste jaren op het wad heeft plaatsgevonden (zie § 3.1) zou de uitbreiding van de (pre-)pionierzone kunnen helpen verklaren.

In de zomerpolder heeft zich in de loop der jaren een verschuiving voorgedaan van de hoge kwelderzone naar een gevarieerde mix van zones. De toegenomen invloed van zout water door het geleidelijk verdwijnen van de klepduikers tussen kwelder en zomerpolder heeft hieraan bijgedragen.



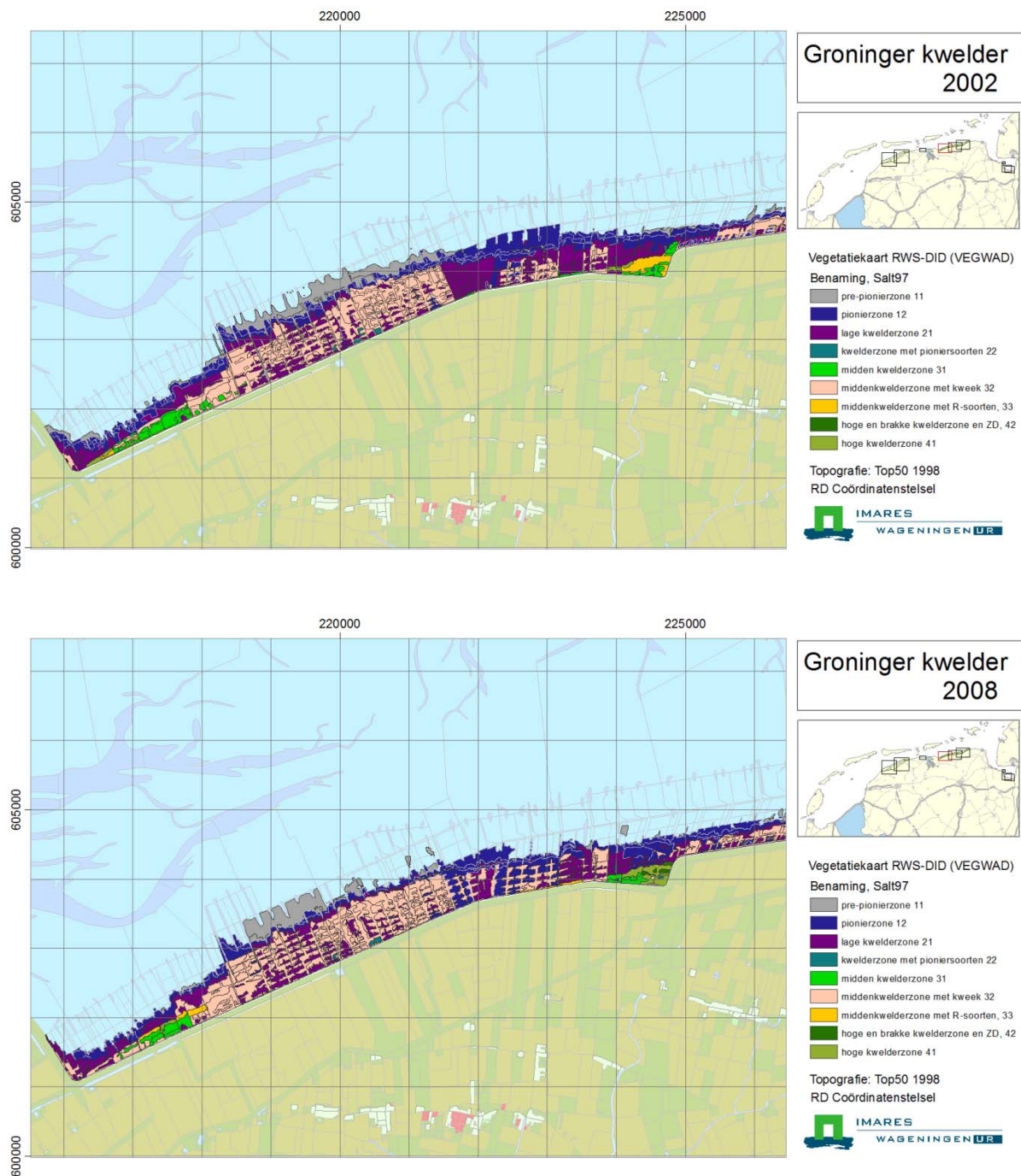
Figuur 3.8 Ontwikkeling vegetatiezones in de Peazemerlannen van 1992-2008 (gebaseerd op gegevens van de VEGWAD-vegetatiekaarten van RWS).



Figuur 3.9 Zoneringskaarten van de vegetatie in de Peazemerlannen van 1992-2008 (lichtblauw=water) (gebaseerd op gegevens van de VEGWAD-vegetatiekaarten van RWS).

In de westelijke Groninger kwelderwerken, langs de Negenboerenpolder, is opmerkelijk dat circa 20 ha lage kwelderzone is veranderd in pionierzone (zie *Bijlage G*). Het patroon van de verandering ligt op het midden van de pandjes, wat duidt op vernatting door dichtgeslibde greppels. Hiermee wordt ook meteen duidelijk dat drainage een groot effect kan hebben op de vegetatieontwikkeling en samenstelling.

In *Bijlage G* is een uitsnede van de vegetatiekaarten van 1996, 2002 en 2008 gemaakt voor de vijf referentiemeetvakken om de vegetatieontwikkeling in meer detail te laten zien.



Figuur 3.10 Zoneringskaarten van de vegetatie in de westelijke Groninger kwelderwerken in 2002 en 2008 (gebaseerd op gegevens van de VEGWAD-vegetatiekaarten van RWS).

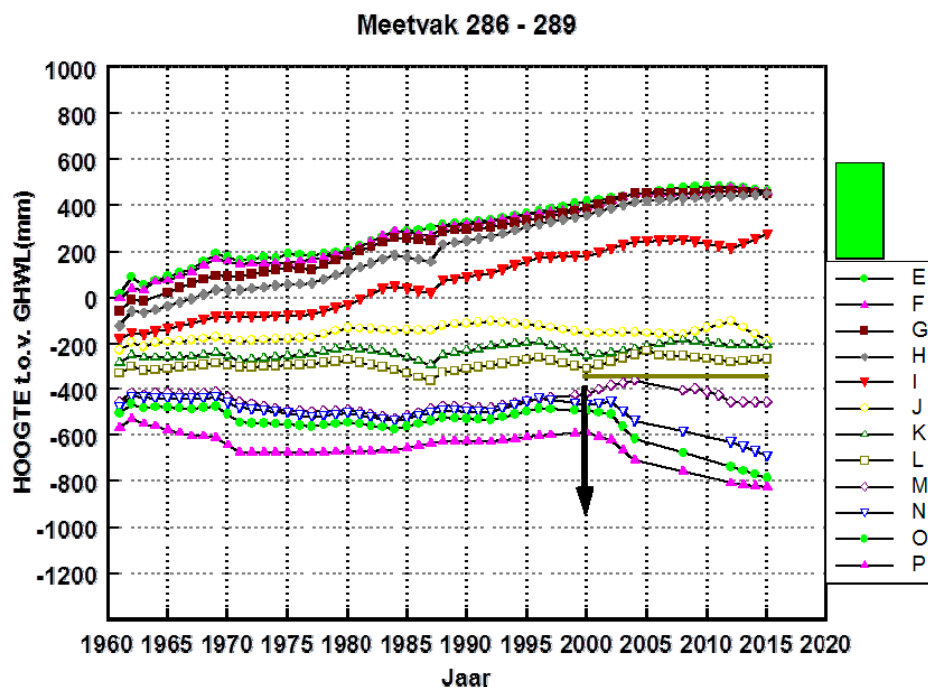
3.5 Opslibbing en vegetatieontwikkeling RWS-meetvakken West-Groningen

De opslibbing en vegetatieontwikkeling in de RWS-meetvakken geven de trends aan op transectniveau en vormen daardoor een aanvulling op de puntmetingen van SEB met bijbehorende vegetatie-pq en de vlakdekkende vegetatiekaarten. Daarnaast zijn door de lange tijdserie verschillende trends reeds beschreven die als achtergrondinformatie kunnen dienen voor het bodemdalingsonderzoek.

Van deze dataset van RWS worden in deze rapportage slechts enkele voorbeelden gegeven ter illustratie. Voor uitgebreide en aanvullende informatie wordt verwezen naar Dijkema *et al.*, 2001 en 2013 en Van Duin *et al.*, 2016.

Opslibbing

In *Bijlage H* staat de hoogteontwikkeling van de vijf referentiemeetvakken weergegeven. De maaiveldhoogte van een meetvak wordt elke drie jaar gemeten en in de tussenliggende jaren wordt de hoogte geïnterpoleerd. Door deze meetcyclus van drie jaar lopen de grafieken van verschillende meetvakken niet altijd tot hetzelfde eindjaar. Als voorbeeld worden aan de hand van de gemiddelde hoogteontwikkeling vanaf 1960 vanaf de dijk (subvak E) tot aan het kale wad (subvak P) in meetvak 286-289 (*Figuur 3.11*) enkele opvallende zaken die zich in deze figuren kunnen voordoen behandeld.



Figuur 3.11 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 (hierdoor is de beschermende werking verdwenen en is in de vakken M-P vervolgens verlagings van het maaiveld te zien door erosie en het niet meer optreden van sedimentatie). De horizontale dikke groene balk geeft aan dat in 2000 een nieuwe dwarsdam is aangelegd tussen vak L en M (hierdoor is de sedimentatie in vak K en L toegenomen).

De kweldervakken E t/m I (1^{ste} bezinkveld) van 286-289 laten aanvankelijk een duidelijk stijgende lijn zien. De laatste jaren is echter een afvlakking of zelfs verlagings van het maaiveld te zien (zie ook *Tabel 3.5*). Hier zijn verschillende mogelijke oorzaken voor aan te dragen:

- Door de toenemende hoogteligging neemt het aantal overvloedingen af en daardoor de hoeveelheid afgezet sediment.

- Hoe breder een kwelder wordt hoe moeilijker het sediment de delen dicht bij de dijk kan bereiken. De zwaardere deeltjes zijn meestal al eerder bezonken waardoor er een hogere zone kan ontstaan dicht bij het wad.
- In beweide vakken kan nog meespelen dat het maaiveld wordt verlaagd door vertrapping/compactie. Bij de Groninger referentiemeetvakken kan de toegenomen beweidingsintensiteit door het Groninger kwelderherstelplan daar nog aan toegevoegd worden.
- Ook ander aangepast beheer kan een rol hebben gespeeld. 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 (zie ook *Tabel 3.4*). Daarnaast is hierdoor een groot areaal waar fijn sediment kon bezinken en dat vervolgens tijdens hoge tijden afgezet kon worden op de kwelder, in de loop der jaren verdwenen.

Beheermaatregelen of ingrepen kunnen snel effect op de hoogteontwikkeling hebben. Een voorbeeld is de nieuwe dwarsdam tussen de subvakken L en M uit 2000 die direct een (tijdelijke) toename van de opslibbing tot gevolg heeft gehad.

Uit de transecthoogtemetingen van RWS (*Tabel 3.4*) blijkt, net zoals uit de SEB-metingen (§ 3.1), dat de opslibbing in het referentiegebied over de periode 2008-2017 lager is dan in de Peazemerlannen.

Tabel 3.4 Gemiddelde opslibbing (mm/j) in de 5 Groninger referentie-meetvakken over de periodes 2000-2008 (vóór de start van de gaswinning) en 2008-2017 (tijdens gaswinning in de Peazemerlannen) op basis van de transecthoogtemetingen van RWS.

Tijdvak	3 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld pionierzone	1 ^e bezinkveld kwelderzone
2000-2008	- 12 mm/j	1 mm/j	4 mm/j	13 mm/j
2008-2017	- 10 mm/j	-1 mm/j	1 mm/j	4 mm/j

Vegetatie

In de laatste jaren is in de meetvaktransecten duidelijk de toenemende successie/veroudering van de vegetatie te zien (*Bijlage G*), ondanks de afgenomen gemiddelde opslibbing. 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 kan deze ontwikkeling tegen gaan of vertragen.

De verandering van de biodiversiteit van de kweldervegetatie als gevolg van mate van beweidingsintensiteit werd in vorige jaarrapporten ook in beeld gebracht voor de 5 meetvakken. De laatste jaren is de beweidingsintensiteit in veel meetvakken echter nogal veranderd, soms door een verminderd vee-aanbod en soms door intensivering van beweiding, zoals bv. mogelijk gemaakt door het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor zijn de voorheen gebruikte beweidingsklassen (onbeweid, extensief en intensief beweid) in de meeste gevallen niet meer van toepassing op de betreffende meetvakken zoals vroeger. Bovendien varieert de beweiding tussen jaren sterker dan vroeger. Daardoor kunnen de effecten van beweiding hier niet meer op dezelfde wijze worden gepresenteerd als voorheen.

Om toch het effect van beweiding als beheermaatregel op de vegetatieontwikkeling te kunnen illustreren zijn de resultaten van de vegetatie-opnamen in de RWS-meetvakken in de Groninger kwelderwerken die als referentie dienen voor de Peazemerlannen weergegeven voor alle subvakken voor de periode 2007-2017 (*Tabel 3.5*). Per pandje van 100x100 m, waarin ook een vegetatieopname

in een pq van 2x2 m wordt gemaakt en opslibingsmetingen worden gedaan, wordt voor elk jaar sinds de start van de gaswinning het vegetatietype vermeld op basis van SALT97 (De Jong *et al.* 1998). Op basis van het vegetatietype kan de ontwikkeling per pandje gevolgd worden en de vastgestelde beweiding (zie Bijlage I) geeft een indicatie over een eventueel effect van de beweiding op het vegetatietype.

Tabel 3.5 Vegetatietype per jaar over de periode 2007-2017 per meetvakpandje (100x100 m) in de Groninger kwelderwerken waarin ook pq-opnames (2x2 m) en SEB-metingen worden uitgevoerd. De pandjes zijn per meetvak (MV) gerangschikt van dijk naar wad. In de legenda is alleen de hoofdvegetatiezone aangegeven. De jaren met beweiding zijn per meetvak aangegeven met 'bew'. Data RWS.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MV 286											
C	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
D	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
H	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Pps	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
I	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b
K	kaal	kaal	Sso	Ss3	Qqo	Ss3	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz
MV 311						<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	NA
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
K	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
L	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
M	Ss5	Ss5	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps
N	Sso	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss0	Ss0	Ss3
MV 324			<i>bew</i>					<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
H	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3
K	Qqo	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3
MV 339	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>		<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>
F	Pp	Qu*	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u
H	Ph5	Pp	Ph5	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa
I	Ss5	Qq3	P	Qq3	P	P	P	Pp	Pp	Pp	Pp
K	Ss0	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo
MV 356					<i>bew</i>		<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>		<i>bew</i>
F	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Xy5	Pp-u	Pps	Pps	Pps	Ppa	Ppa
G	Xy3	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Pp	Pp	Ppa	Ppa
H	Ss5	Ss3	Ss3	Ss3b	Ss3b	Ss5	Ss3	Pps	Ss3	Pps	Pps
I	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo
MV 359					<i>bew</i>		<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>	<i>bew</i>
F	Xy5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy3	Ba5	Xy5	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa
G	Xy3	Ss5b	Xy3	Xy5	Ppa	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Ppa	Ppa
H	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Pps	Pps	Ss3b	Ss3
I	Qqo	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	kaal	Qqo	Qqo	Ss3

X	midden kwelder met Zeekweek
B	lage kwelder met Zeeaster
P	lage kwelder met Kweldergras
S	(pre) pionierzone met Engels slijkgras
Q	(pre) pionierzone met Zeekraal

In het onbeweide MV 286 heeft de natuurlijke successie in 2007 al het stadium met dominantie van Zeekweek bereikt in alle pandjes aan de dijkzijde. Meestal wordt in een onbeweide situatie door successie circa 25 jaar na de pioniervegetatie dit climax-stadium met Zeekweek bereikt. Hoewel de biodiversiteit in vegetatiekundig opzicht laag is, hoort deze Zeekweekzone thuis in het volledige spectrum en biedt het een leefomgeving aan een deels eigen fauna (bv. arthropoden, woelmuizen en velduilen). De specifieke bodemeigenschappen spelen daarbij ook een rol (zie onder bij intensieve beweiding). In brede (van dijk tot wad gerekend) delen van de kwelderwerken wordt aan de dijkzijde soms regressie van Zeekweek naar bv. Engels slijkgras waargenomen. De grote afstand tot het wad (belangrijke sedimentbron) en/of verminderde ontwatering spelen hierbij een rol.

In MV 311 en MV 324 heeft de extensieve beweiding, die met name de laatste jaren standaard plaatsvindt, de Zeekweek nog niet op grote schaal kunnen terugdringen.

In het bijna alle jaren extensief beweidde MV 339 houdt de lage kwelder met Kweldergras stand en wordt successie naar de middenkwelder met Zeekweek als dominante soort vertraagd/voorkomen.

In MV 356 en 359 heeft de extensieve beweiding van de laatste jaren een veel duidelijker effect op de vegetatie: Zeekweek is verdrongen door Kweldergras als dominante soort. Daarbij heeft echter ook een rol gespeeld dat de kwelder van dijk tot wad niet erg breed is en het maaiveld iets lager is dan bij de andere meetvakken. Daardoor is het aantal overvloedingen wat hoger en kunnen er makkelijker sporen van het vee ontstaan waar water in kan blijven staan, omstandigheden waar Zeekweek minder tegen kan dan Kweldergras.

In de betreffende meetvakken vindt geen intensieve beweiding plaats. Daardoor wordt de climaxvegetatie met Zeekweek overigens meestal hooguit vertraagd. Een ander belangrijk punt bij (intensieve) beweiding is dat een door vee verstoorde bodem andere abiotische eigenschappen heeft (bv. grotere compactie, lagere zuurstof- en waterdoorlaatbaarheid, wat leidt tot een andere mineralisatie en nutriëntensamenstelling). Dit heeft directe gevolgen voor flora en fauna (Van Klink *et al.*, 2015ab).

Om een idee te krijgen hoeveel vee beheerders inzetten op de kwelder wordt verwezen naar *Tabel 3.6*. Deze tabel vat de getallen voor onbemeste vastelandskwelders samen voor de situatie in de internationale Waddenzee rond 1980. Aangezien er toen nog volop werd begreppeld zijn deze getallen aan de hoge kant. De getallen in het beheerplan van It Fryske Gea voor de kwelders in Noard Fryslân Bûtendyks wijzen daar ook op (Jager & Rintjema, 2003). Kleyer *et al.* (2003) noemen 0,6 runderen per ha op GrootVeeEenheid (GVE) basis optimaal voor de biodiversiteit van de vegetatie. Dit komt overeen met 1,2 pinken per ha en betreft een extensieve tot matige beweiding. De meest geschikte veebezetting bij een gewenste vegetatiestructuur is trouwens ook afhankelijk van de ontwatering, het kleigehalte, het weer en de maaiveldhoogte.

Tabel 3.6 Beweidingsklassen in de internationale Waddenzee (Dijkema, 1983) en in het IFG-beheerplan voor Noard Fryslân Bûtendyks (Jager & Rintjema, 2003).

Beweidings-intensiteit	Vegetatie-structuur (Dijkema, 1983)	Schapen incl. lam. (per ha)	Jongvee (per ha)	Grootvee (GVE per ha)	Noard Fryslân (GVE per ha)
Zeer extensief } Extensief }	Patroon van kort en lang gewas	2 - 3	0,7 - 1	0,3 - 0,5	< 0,4 0,4 - 0,7
Matig	Productie bijna verwijderd	5 - 6	1 - 1,5	0,5 - 0,8	
Intensief	Kort gewas < 10 cm	9 - 10	2 - 2,5	1 - 1,3	max. 0,75

Door de Trilaterale (TMAP) kwelderexpertgroep is de intensiteit van de beweiding overigens gedefinieerd op basis van de structuur van de vegetatie (Bakker *et al.*, 2005):

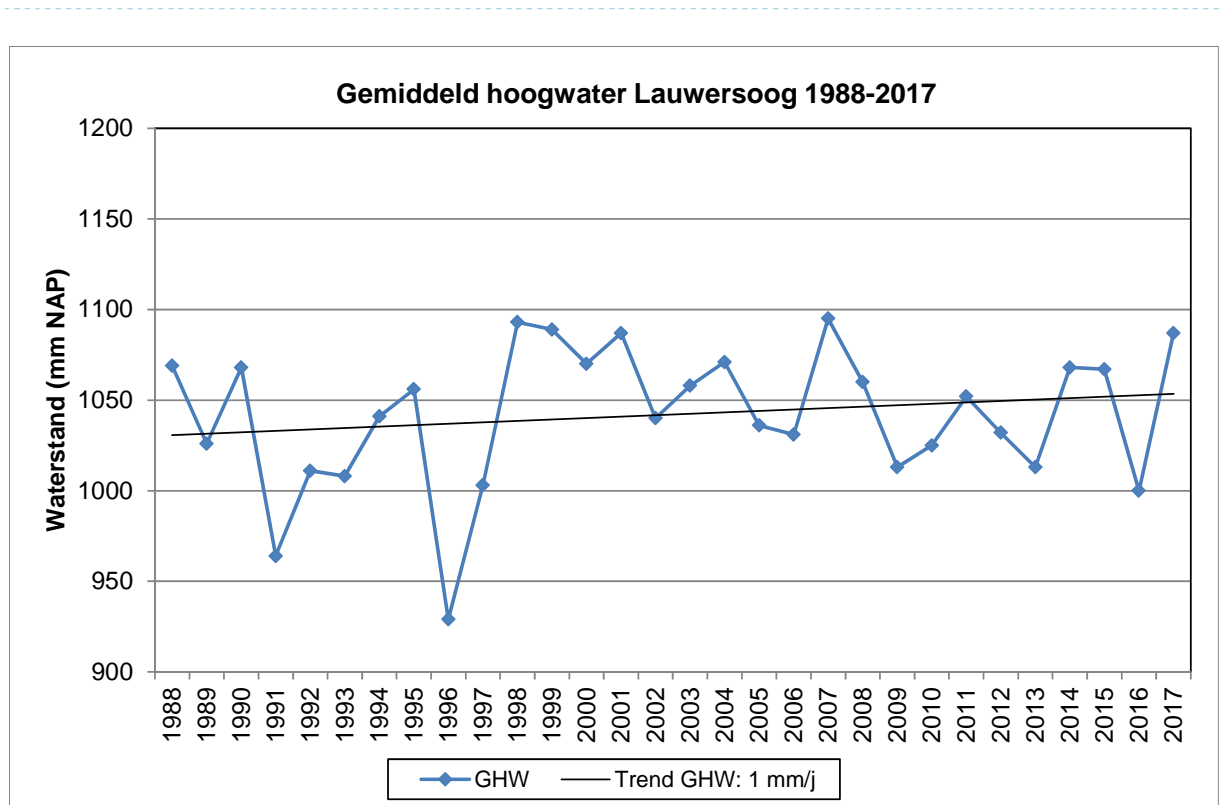
- intensieve beweiding = uniforme korte grasmat;
- matige beweiding = patroon van korte grasmat en langer gewas;
- geen beweiding = uniform langer gewas.

3.6 Jaargemiddeld hoogwater

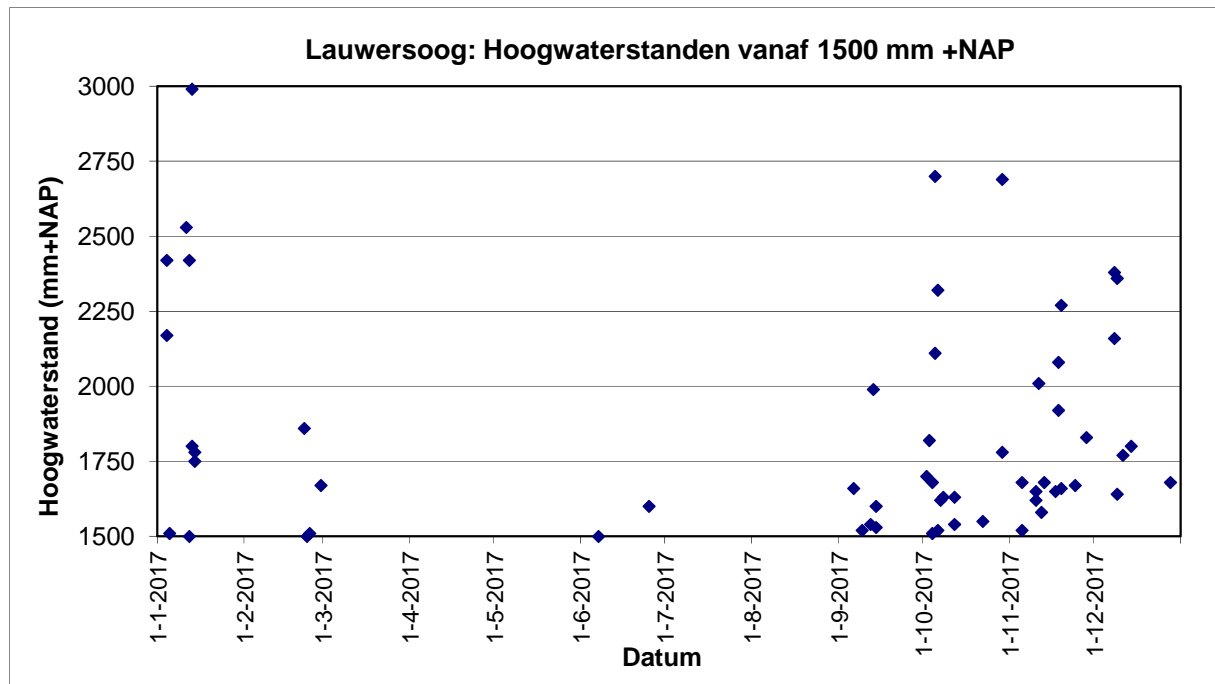
Het jaargemiddelde hoogwater van 1988-2017 voor Lauwersoog is weergegeven in *Figuur 3.12*. Het jaargemiddelde hoogwater wordt grotendeels bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). De trend voor toename van het gemiddeld hoogwater (GHW) voor Lauwersoog over de weergegeven periode is 1 mm/j. Het GHW in 2017 (1087 mm+NAP) was het hoogste sinds de start van de gaswinning in 2007.

In *Figuur 3.13* zijn de hoogwaters ≥ 1500 mm NAP voor meetstation Lauwersoog weergegeven. Een groot deel van de kwelder ligt onder water bij een waterstand van 1500 mm NAP en rond 1800 mm ligt vrijwel de gehele kwelder onder water. Bij hogere waterstanden komt ook de zomerpolder (deels) onder water te staan (*Figuur 3.14*)

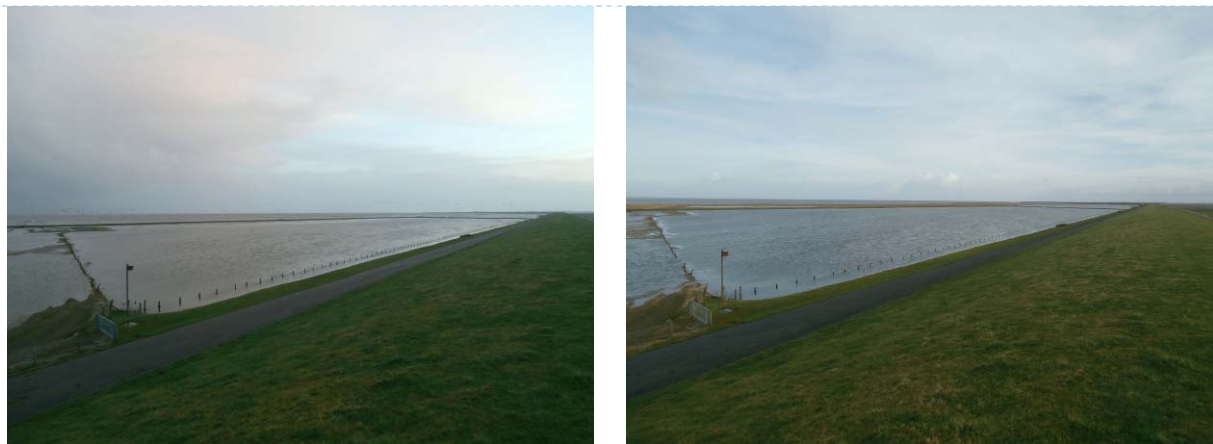
In vergelijking met 2016 zijn er twee maal zo veel tijen ≥ 1500 mm NAP zijn geweest, en negen hoge vloedten ($>2,30$ m NAP) tegen één in 2016. Dit hoeft echter niet te betekenen dat er daardoor meer opslibbing plaatsvindt, omdat naast het aantal overvloedingen ook bijvoorbeeld het sedimentaanbod bij een enkel extreem hoog tij bepalend kan zijn.



Figuur 3.12 Jaargemiddelde hoogwater van 1988-2017 op basis van hoogwater-data van Rijkswaterstaat voor Lauwersoog.



Figuur 3.13 Hoogwaters vanaf 1500 mm +NAP voor Lauwersoog in 2017 op basis van RWS-data.



Figuur 3.14 Hoog tij op 12 januari 2017: zowel de kwelder als zomerpolder staan onder water op een enkel hooggelegen stukje en de zomerkade na. Op de rechter foto is de kwelder weer grotendeels zichtbaar, terwijl de zomerpolder nog onder water staat.

4. Conclusies

De conclusies die getrokken kunnen worden na 10 jaar monitoring wijken weinig af van die in het vorige jaarrapport (Van Duin, 2017) en de evaluatie na 5 jaar monitoring (Van Duin *et al.*, 2013).

4.1 Peazemerlannen

Opslibbing pq's

- De gemiddelde gemeten maaiveldverandering over 2007-2017 in de Peazemerlannen was bij alle pq's positief en bij de meeste pq's voldoende om de gemeten bodemdaling over deze periode (3,3 mm/j) en een Gemiddeld Hoogwater-stijging van 1 mm/j (trend Lauwersoog 1988-2017) bij te houden. De verschillen tussen pq's kunnen echter groot zijn.
- Er zijn vier pq's die, over de hele meetperiode van 10 jaar genomen, een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 4,3$ mm/j. Daarvan liggen er drie in de zomerpolder, allen in het hooggelegen, beweide westelijke deel. De vierde ligt in een vrijwel kale, afwisselend natte en droge poel waardoor verweking/erosie en inklink bepalend zijn voor de hoogteligging. Zodra de poel weer gedraineerd wordt door aansluiting op een kreek via terugschrijdende erosie zal ook de sedimentaanvoer en vegetatieontwikkeling op gang komen. De pq die naast een poel ligt is vaak vochtig waardoor de bodem niet goed consolideert.
- Daarnaast zijn er ook nog vijf pq's met een opslibbing die maar net boven deze 4.3 mm/j ligt. Het betreft punten waarvoor in eerdere rapportages ook al een lage opslibbing werd gemeld, vooral vanwege een grote afstand tot een sedimentbron (wad of kreek) en in één geval vanwege aanvankelijke erosie.
- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. Nu wordt er gemiddeld een opslibbing van 3 mm/j gemeten. Dat is bijna genoeg om de bodemdaling bij te houden, maar niet de daar bijkomende GHW-stijging. De beperkte aanvoer van sediment (o.a. door zomerkade(s) en/of (gedeeltelijk) door sediment en/of vegetatie geblokkeerde duikers) en de vrij hoge ligging van de pq's zorgen voor deze, in verhouding tot de kwelder, lage opslibbing. Daarnaast is in sommige delen van de zomerpolder de drainage beperkt, omdat de oorspronkelijke greppels deels zijn dichtgeslibd en/of dichtgegroeid met vegetatie. Daardoor is de waterafvoer na een hoog tij trager en kan er langer water blijven staan waardoor vegetatie kan afsterven. Sedimentatie en drainage in de zomerpolder verdienen daarom extra aandacht. Verder heeft compactie door de beweiding (vertrapping) ook invloed op de maaiveldhoogte en drainage in de zomerpolder.
- Uit zowel de metingen op het wad van zowel Natuurcentrum Ameland als *Artemisia* blijkt dat de opslibbing lokaal grote verschillen kan vertonen, niet alleen per locatie, maar ook per jaar. Zowel de spijker- als SEB-metingen laten echter een toename in maaiveldhoogte zien over de meetperiode. Deze toename in maaiveldhoogte lijkt wat sterker bij de hoger gelegen punten. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt door de toenemende vegetatiebedekking bij deze punten, waardoor sediment makkelijker bezinkt.

Vegetatieontwikkeling pq's

- De vegetatie bij de meeste pq's is stabiel of vertoont successie t.o.v. de situatie in 2007, wat verwacht kan worden bij de waargenomen positieve opslibbingsbalans. Dit laat verder zien dat er als gevolg van bodemdaling geen kritische grens is overschreden, wat ook de verwachting is bij de huidige snelheid van bodemdaling. Daarnaast liggen de pq's allemaal ver boven de theoretische ondergrens van hun vegetatiezone, waardoor ook niet te verwachten is dat er snel regressie van de vegetatie zal optreden door bodemdaling. Bij de monitoring van de bodemdaling op Ameland is gebleken dat zelfs een opslibbingsachterstand van ruim 15 cm vaak nog regressie van de vegetatie tot gevolg had.

- De twee pq's, die op basis van het vegetatietype, net zoals in eerdere jaren, een (schijnbare) lichte regressie lieten zien, lagen op de grens van lage kwelder en pionierzone dicht bij de doorbraak in het midden van de zomerkade. Bij deze pq's heeft er een vrij sterke uitbreiding van Engels slijkgras plaatsgevonden die vooral ten koste is gegaan van onbegroeide delen (poeltjes) en voor een klein deel ten koste van Gewoon kweldergras. In het eerste geval is dus eigenlijk sprake van successie, maar voor het vegetatietype betekent het een lichte regressie. Deze ontwikkeling van uitbreidend Engels slijkgras is ook in het referentiegebied waargenomen (buiten de pq's).

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

- De vegetatiekaart van 2008 is één jaar na de start van de gaswinning is verschenen. Aangezien de bodemdaling het eerste jaar zeer gering was (*Figuur 1.3*) kan deze kaart nog worden beschouwd als van vóór de start van de gaswinning. De trend die op basis van deze en eerdere kaarten waargenomen kan worden is er een van natuurlijke successie/veroudering en uitbreiding van het areaal, met name (pre) pionierzone. Na het verschijnen van de vegetatiekaart van 2014 kan bekeken worden of deze trend doorbroken wordt na de start van de gaswinning.
- Eind 2016 is de RWS VEGWAD-kaart (op basis van de luchtfoto uit 2014 en veldwerk uit 2015) beschikbaar gekomen. Door veranderingen in aanlevering van de gegevens is de vergelijking met de eerdere vegetatiekaarten echter nog niet afgerond. De vergelijking met de vegetatiekaart uit 2008, rond de start van de gaswinning, zal daarom in het komende evaluatierapport gebeuren.

4.2 Referentiegebied

Opslibbing en vegetatieontwikkeling pq's

De meetpunten in het referentiegebied vertoonden, ondanks een lagere gemiddelde opslibbing (deels veroorzaakt door vertrapping/compactie door beweiding), een vergelijkbaar beeld: stabiele vegetatie of een (lichte) successie bij de meeste pq's. Vernatting en beweiding zijn de meest waarschijnlijke oorzaken van de regressie bij elke pq's. Regressie door beweiding kan komen door het wegeten van soorten, maar ook door vertrapping van vegetatie en bodem. Daarnaast wordt door verdichting van de bodem en/of sporen waar water in blijft staan de drainage beïnvloed wat ook grote gevolgen voor de vegetatiesamenstelling kan hebben. De verschuiving van Zoutmelde naar een grotere bedekking door Kweldergras in een aantal pq's is mogelijk ook veroorzaakt door beweiding.

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

- Op basis van de verwerkte vegetatiekaarten (tot 2008) is de waargenomen trend in het referentiegebied ook een van natuurlijke successie/veroudering. Daarnaast is er door verminderde drainage in centrale delen en ophoging van de omringende delen lokaal regressie opgetreden van lage kwelder naar pionierzone.
- De verschijningsdatum van de vegetatiekaarten van het referentiegebied loopt synchroon met die van de Peazemerlannen. Ook hier is een vergelijking tussen vegetatiekaarten die voor en tijdens de gaswinningsperiode zijn gemaakt nog niet voltooid, waardoor er pas over gerapporteerd zal worden in het evaluatierapport (zie § 4.1).

4.3 Beweiding

Beweiding referentiegebied

Op het moment is slechts één van de vijf deelgebieden gedurende de hele monitoringperiode onbeweid, terwijl de overige vier gebieden alle of sommige jaren beweid zijn geweest. De sinds 2013

toegenomen beweiding in het referentiegebied vormt een knelpunt voor de bruikbaarheid van gegevens als referentiewaarden, zowel voor de opslibbing als de vegetatieontwikkeling. Het aangepaste beweidingsbeheer heeft/krijgt een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (vertrapping en compactie) en de vegetatie (vertrapping, verjonging/regressie) en lokaal ook op de drainage. Dit is nu al waargenomen bij sommige meetpunten en het is ook uitgebreid beschreven in vele artikelen (zie o.a. Esselink *et al.*, 2002).

Omgaan met veranderingen in het beheer

Aangezien de locaties waar vee ingezet gaat worden, het type vee en de duur en intensiteit niet vast ligt, maar grotendeels door de situatie van het moment zullen worden bepaald (o.a. vegetatiesamenstelling, beschikbaarheid vee en beheervergoeding), is het moeilijk te voorspellen hoe groot het effect in de toekomst eventueel zal zijn op de bruikbaarheid als referentiegebied. Het bijhouden van beweidingsgegevens is essentieel om de effecten van beweiding te kunnen evalueren. Bij de beheerders bestaat het voornemen om dit te gaan doen.

Het uitrasteren van de afzonderlijke pq's in combinatie met een weideklok (schrikdraad) is een arbeidsintensieve en daardoor te kostbare optie om de referentiemeetpunten te beschermen tegen eventuele beweidingseffecten en zodoende te kunnen blijven gebruiken.

Na een veldbezoek aan de Peazemerlannen en het referentiegebied op 1 sept 2015 met drie leden van de auditcommissie en de NAM, is besloten om de bestaande referentiemeetpunten te blijven gebruiken, maar daarnaast ook het volgende te doen:

- SEB-palen in beweidde delen van het referentiegebied dieper in de grond te slaan om te kijken of de aantrekkingskracht op het vee en daarmee de vertrappingsschade vermindert. Als test is dit in het najaar van 2015 meteen uitgevoerd in meetvak 311, maar het is nog niet duidelijk of dit effect heeft gehad.
- De vertrappingsintensiteit blijven vastleggen en in een aparte tabel opnemen in de jaarrapportage (zie Bijlage I).
- Onbeweidde meetpunten uit het SEB-meetnet van *Artemisia* en Wageningen Marine Research blijven meten en indien nodig toevoegen als alternatieve referentiepunten.

In 2017 heeft It Fryske Gea verschillende veldbezoeken georganiseerd, onder meer naar de Peazemerlannen, om het beheer van de afgelopen jaren te evalueren betreffende drie thema's: Natuurbeheer, Beleving en Water en Cultuurhistorie. Hiervoor waren vele partijen uitgenodigd, waaronder *Artemisia*, die belangen in en/of wensen/ideeën met betrekking tot de (beheer)gebieden van IFG hebben. Daarbij zijn onder andere de mogelijkheden besproken hoe eventuele beweiding van (een deel) van de kwelder of verkwelders van (een deel van) de zomerpolder te combineren zou zijn met de monitoringactiviteiten in de Peazemerlannen.

Op basis van de bevindingen en adviezen tijdens deze veldbezoeken heeft IFG een intern startdocument opgesteld als uitgangspunt voor de beheerplannen voor de komende jaren.

4.4 Auditcommissie over rapport 2016

In hun verslag van 7 dec. 2017 aan de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft de auditcommissie het volgende advies opgenomen betreffende de kweldermonitoring: *“De Auditcommissie adviseert de minister in de rapportage over meetjaar 2017 aandacht te laten besteden aan de vraag of er in de meetnetopzet voldoende lager gelegen opnamevakken beschikbaar zijn om een eventueel effect van bodemdaling te kunnen detecteren. Immers, bij eventueel optredende bodemdaling zal een effect vooral op de lage delen van de kwelders verwacht kunnen worden”* (Commissie MER, 2017).

Omdat veel van de dertig, sinds 1995/1996 in de Peazemerlannen, aanwezige meetpunten door opslibbing en vegetatiesuccessie niet meer tot de potentieel kwetsbare delen voor bodemdaling behoorden in 2007, is toen het aantal meetpunten met 18 punten uitgebreid. Deze zijn met name uitgezet op de lageregelegen en daardoor voor bodemdaling mogelijk kwetsbaardere delen. Bij deze nieuwe punten is de afgelopen 10 jaar bijna overal meer opslibbing gemeten dan de opgetreden bodemdaling, waardoor successie van de vegetatie kan plaatsvinden. De hoogte- en vegetatieontwikkeling op het voorliggende wad (ten oosten van de strekdam) wijst ook op een netto-opslibbing op een groot deel van het wad (zie o.a. § 3.1: Vergelijking SEB-metingen met spijkermetingen NCA en Lidar-kaart in Krol, 2018).

Misschien is het volgen van de vegetatiebedekking² in combinatie met de hoogteligging (bv. via RTK-DGPS-meting) op dit voorliggende wad een waardevolle aanvulling op de huidige monitoring.

² De vegetatie bestaat daar momenteel voornamelijk uit Zeekraal en sporadisch enig Engels slijkgras en Kweldergras. Zeekraal is eenjarig en kan grote jaar-op-jaar veranderingen in de bedekking laten zien. Dit kan bv. komen door erosie waarbij zowel zaden als sediment wegspoelen, of door opslibbing, indien de zaden door een te dikke laag sediment worden bedekt, zodat kieming niet mogelijk is.

5. Referenties

- Bakker, J.P., J. Bunje, K.S. Dijkema, J. Frikke, N. Hecker, B. Kers, P. Körber, J. Kohlus & M. Stock, 2005. 7. Salt Marshes. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerssen, H. Marencic & W. Wiersinga (eds). *Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.* 163-179.
- Bossinade, J.H., J. van den Bergs & K.S. Dijkema, 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.
- Commissie voor de milieueffectrapportage, 2017. *Monitoring van aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies Auditcommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2016.* 17 p. + bijlagen
- Dijkema, K.S. 1983. *The salt-marsh vegetation of the mainland coast, estuaries and Halligen.* In: K.S. Dijkema & W.J. Wolff (eds), *Flora and vegetation of the Wadden Sea island and coastal areas.* Balkema, Rotterdam; 185-220.
- Dijkema, K.S., 1997. *Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea.* *Journal of Coastal Research* 13: 1294-1304.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, J. van den Bergs & T.A.G. Kroeze, 1991. *Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. Nota GRAN 1991-2002/RIN-rapport 91/10. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Groningen/Texel.* 156 p.
- Dijkema, K.S., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta, 2001. *Van landaanwinning naar kwelderwerken. Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland, Leeuwarden en Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Texel.* 68 p.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin & H.F. van Dobben, 2005. *Kweldervegetatie op Ameland: effecten van veranderingen in de maaiveldhoogte van Nieuwlandsrijd en De Hon.* In: *Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Ameland.* 97 p.
- Dijkema, K.S., H.F. van Dobben, E.C. Koppenaar, E.M. Dijkman & W.E. van Duin, 2011. *Kweldervegetatie Ameland 1986-2010: effecten van bodemdaling en opslibbing op Neerlands Reid en De Hon.* In: *Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; Evaluatie na 23 jaar gaswinning. Deel 2, hoofdstuk 3.1: 1-150.*
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, H.J. Venema & J.J. de Jong, 2013. *Monitoring en beheer van de kwelderwerken in Friesland en Groningen 1960-2010. Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK), Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken augustus 2008-juli 2010. Wettelijke Onderzoekstaken WOt-rapport 122. Imares- Texel; Rijkswaterstaat, Leeuwarden/Buitenpost.* 124 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.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & P.-W. van Leeuwen, 2007. *Uitgangssituatie maaiveldhoogte en kweldervegetatie in de Peazemerlannen (2006). Wageningen Imares, Texel. Rapport C128/07.* 79 p.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema, P.-W. van Leeuwen & C. Sonneveld, 2013. *Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Evaluatie 2007-2012. Imares Wageningen UR, Rapport C082/13, Texel.* 59 p.
- Van Duin, W.E., 2017. *Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2016. Artemisia-rapport 2016-03, Artemisia-kwelderonderzoek, Den Helder.* 68 p.

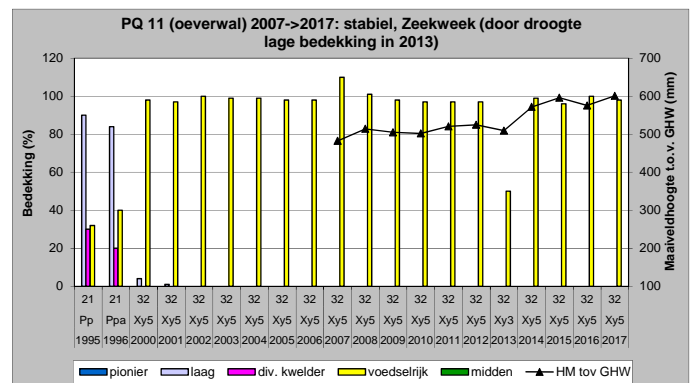
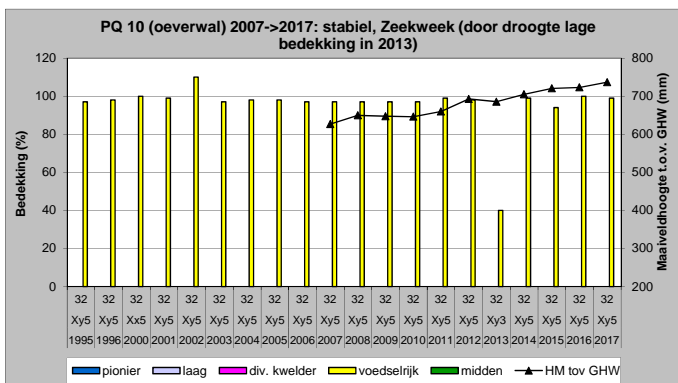
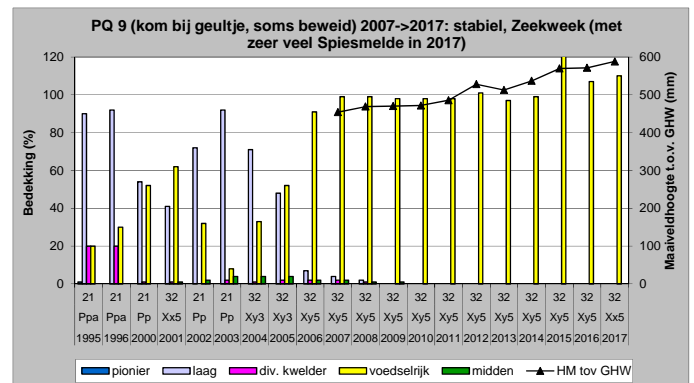
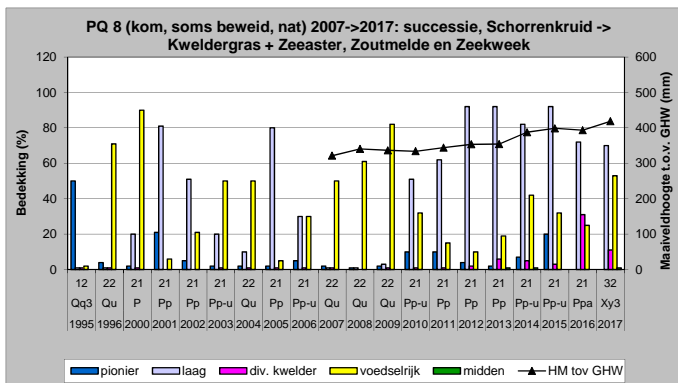
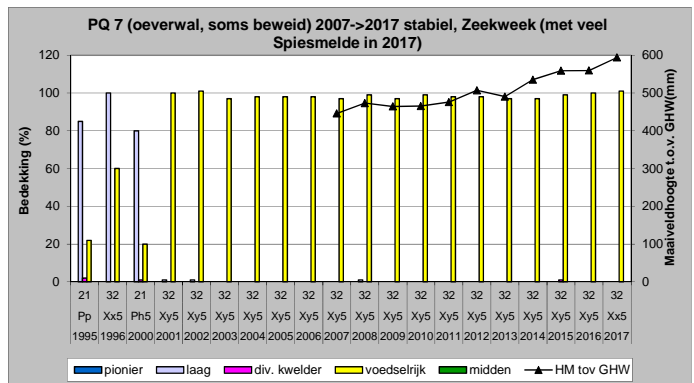
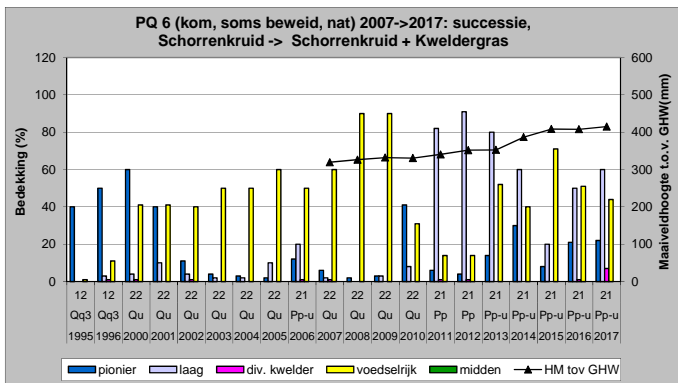
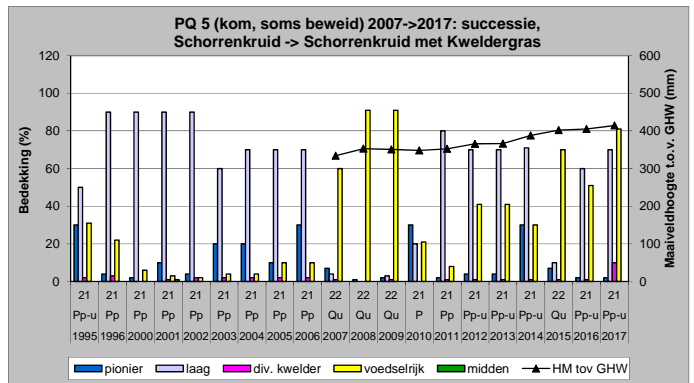
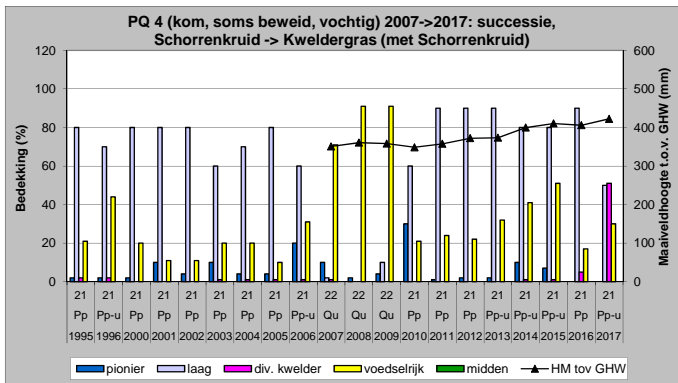
- Van Duin, W. E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld, 2016. *Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen University & Research, WOt-technical report 68, Den Helder. 91 p.
- Elschot, K., de Groot, A., Dijkema, K., Sonneveld, C., van der Wal, J.T., de Vries, P., Brinkman, A.G., Van Duin, W., Molenaar, W., Krol, J., Kuiters, A.T., De Vries, D., Wegman, R.M.A., Slim, P.A., Koppenaar, E.C. & De Vlas, J., 2017. Hoofdstuk 4. *Ontwikkeling kwelder Ameland-Oost: Evaluatie bodemdalingsonderzoek 1986-2016*. In: J. de Vlas (ed), *Monitoring effecten van bodemdaling op Oost-Ameland: 185-328*.
- Esselink, P., L.F.M. Fresco & K.S. Dijkema, 2002. *Vegetation change in a man-made salt marsh affected by a reduction in both grazing and drainage*. *Applied Vegetation Science* 5: 17-32.
- Eysink, W.D., K.S. Dijkema & W.E. van Duin, 2000. *Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Peazemerlanden*. Rapport H3740, WL/Delft Hydraulics en Alterra. 35 p.+ bijlagen.
- 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.
- Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas, 2004. *Bodemdelingstudie Waddenzee 2004, Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd, Rapport RIKZ 2004-025*.
- Jager, H.J. & S. Rintjema, 2003. *Beheerplan Noard-Fryslân Bûtendyks*. Werkdocument 2003-2028. *It Fryske Gea, Olterterp*. 66 p. + bijlagen
- De Jong, D.J., K.S. Dijkema, J.H. Bossinade & J.A.M. Janssen, 1998. *SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties*. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO.
- Kleyer, M., H. Feddersen & R. Bockholt, 2003. *Secondary succession on a high salt marsh at different grazing intensities*. *Journal of Coastal Conservation* 9: 123-134.
- Van Klink, R., M. Schrama, S. Nolte, J.P. Bakker, M.F. WallisDeVries & M.P. Berg, 2015a. *Defoliation and soil compaction jointly drive large-herbivore grazing effects on plants and soil arthropods on clay soil*. *Ecosystems* 18: 671-685.
- Van Klink, R., F. van der Plas, C.G.E. van Noordwijk, M.F. WallisDeVries & H. Olf, 2015b. *Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity*. *Biological Reviews* 90: 347-366.
- Krol, J., 2018. *Wadsedimentatiemetingen Ameland, Piet Scheveplaat, Engelsmanplaat, Paesens en Schiermonnikoog 2007-2017*. Natuurcentrum Ameland, Nes. 39 p.
- 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 kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning*. *Alterra-rapport 1310, Alterra-Texel*. 191 p.
- NAM, 2018. *Continue GPS hoogtemetingen NAM Waddenzee. Rapportage december 2017 (EP201801200847)*. 7 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.
- Oranjewoud, 2010. *Beheer- en inrichtingsplan Kwelders Groninger Noordkust en Dollard*. 80 p. + bijlagen
- 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.

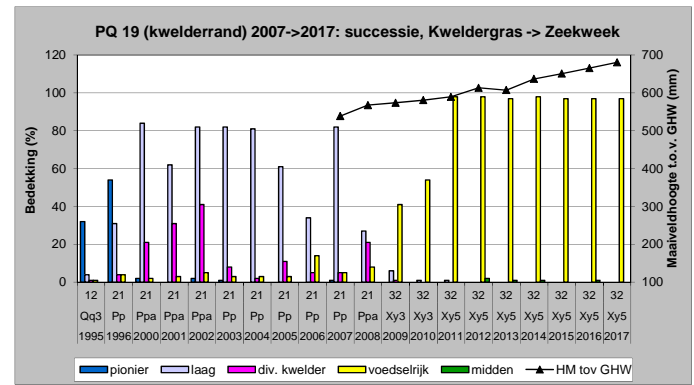
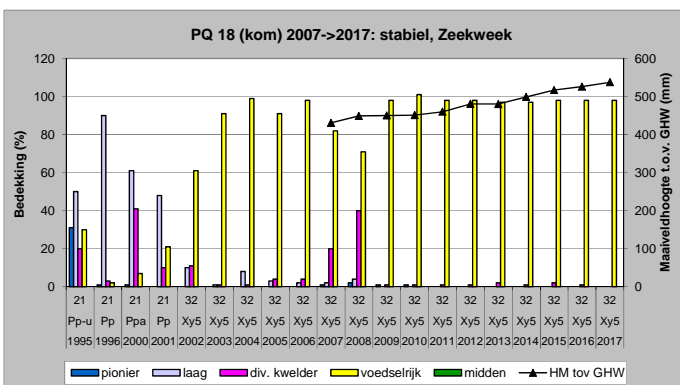
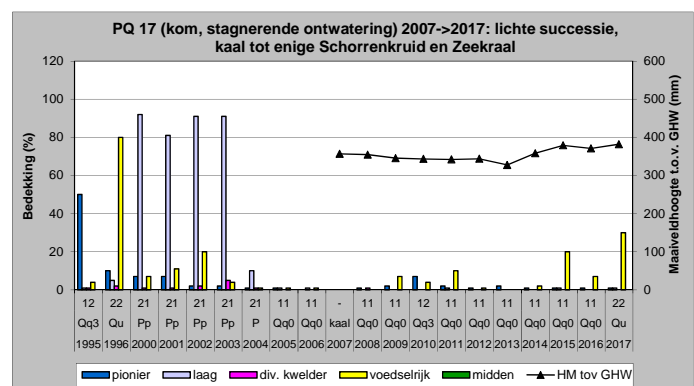
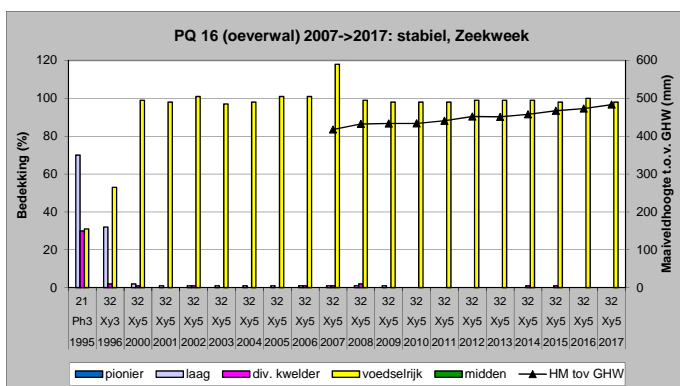
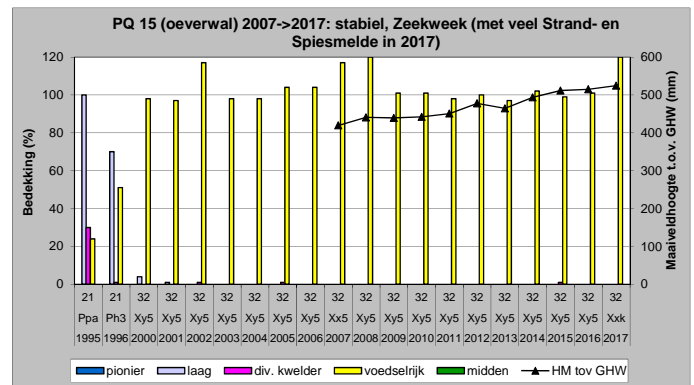
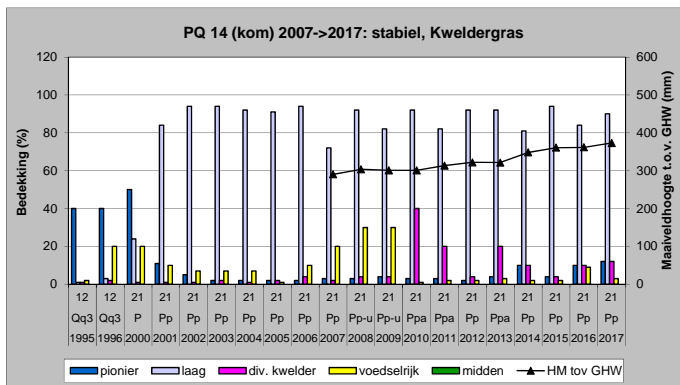
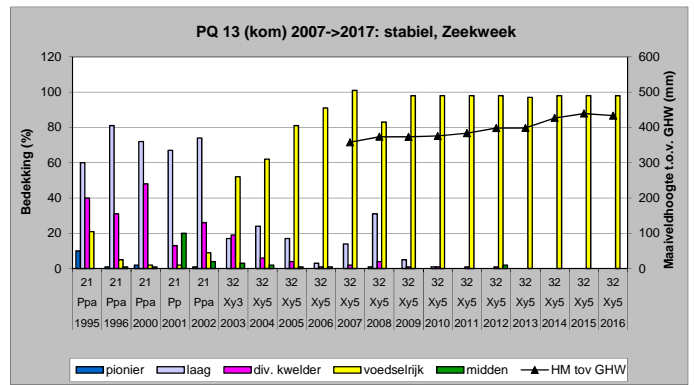
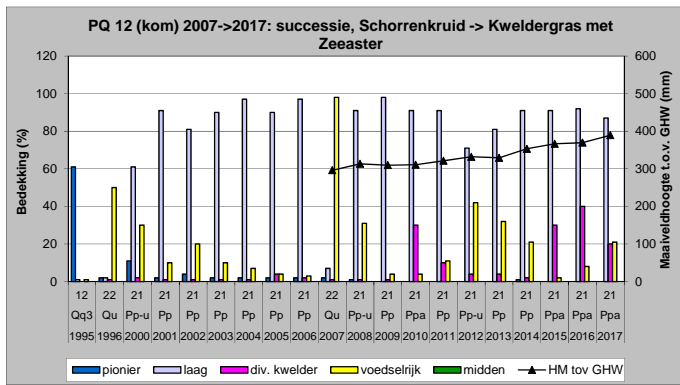
BIJLAGEN

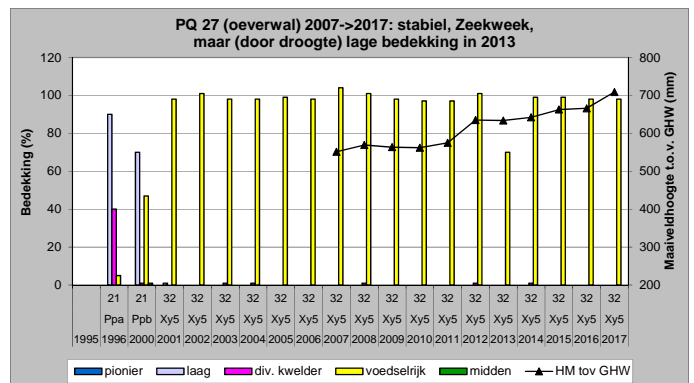
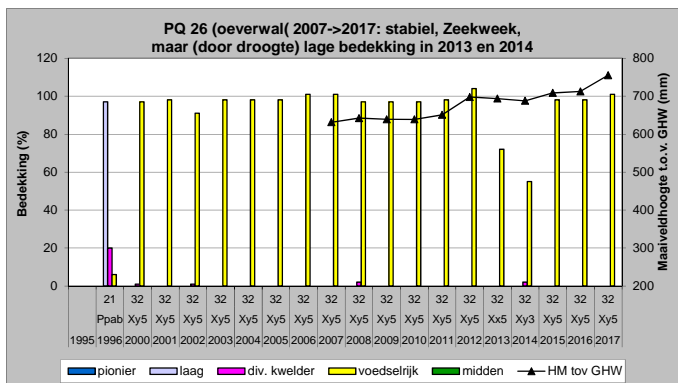
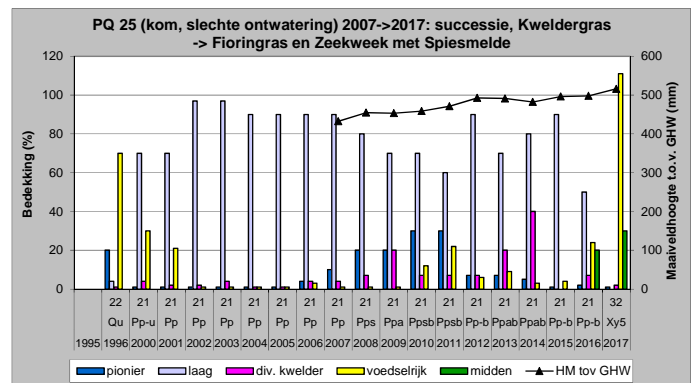
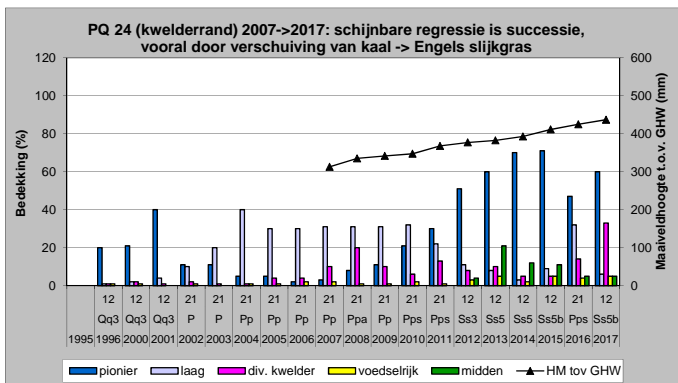
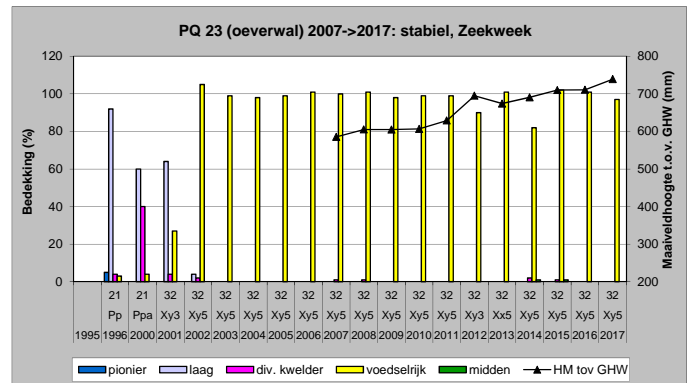
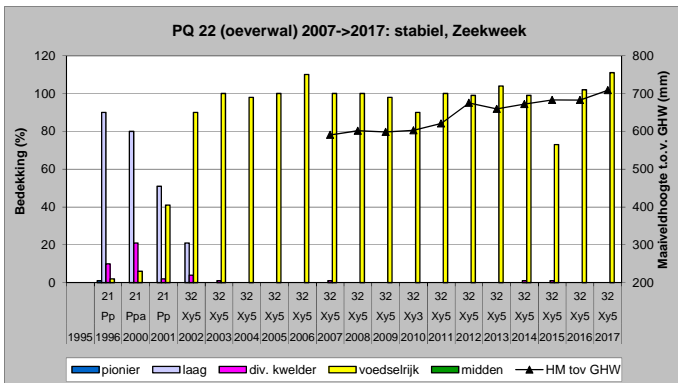
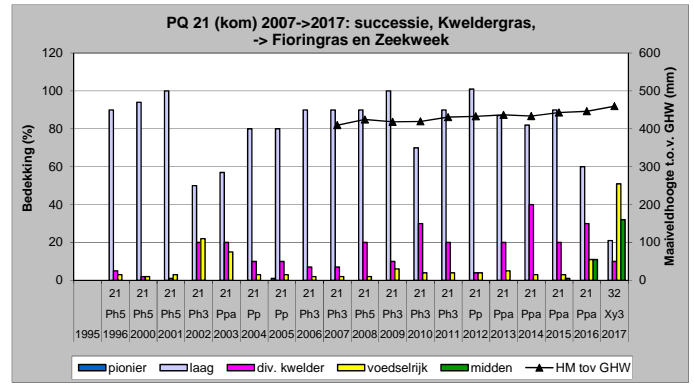
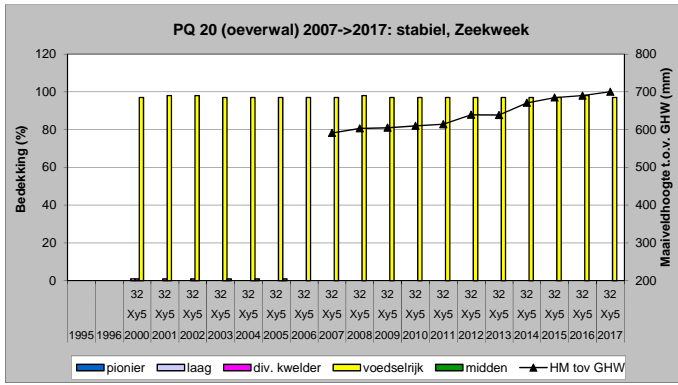
A. Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD)

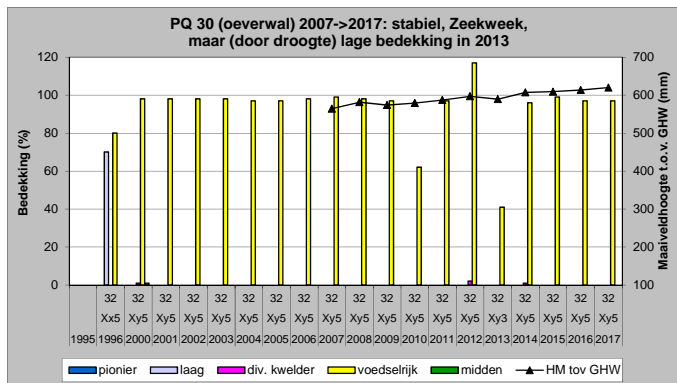
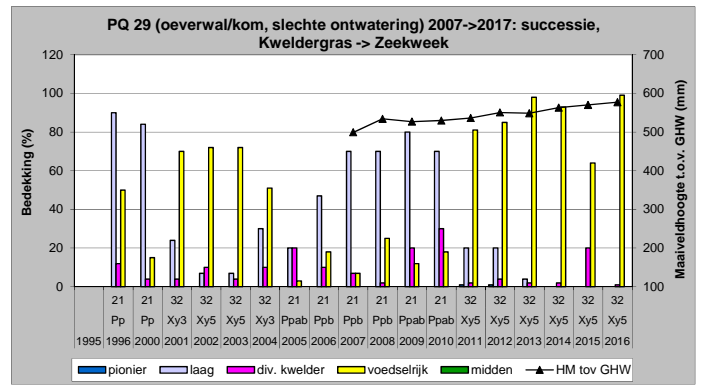
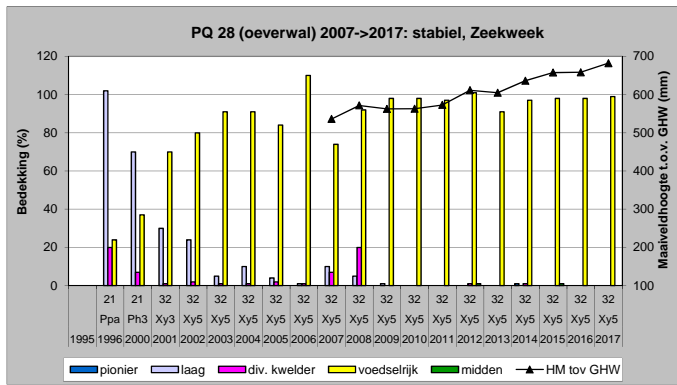
	Meest recente VEGWAD fotovlucht													
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024			
Oosterschelde	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding						
Westerschelde-mond	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding						
Kweldwerken Friesland + Groningen	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding					
Ameland	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding					
Kroonspolders (+Westerveld) Vlieland		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				
Noordvaarder + Groen strand Terschelling		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				
Schiermonnikoog			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Rottum			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Westerschelde			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Kwelders Noord-Holland				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Kwelders Texel				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Slufter Texel				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Boschplaat Terschelling	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Dollard + Punt van Reide	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Griend	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Haringvliet-monding	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	

B. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlanden: pq 4-30

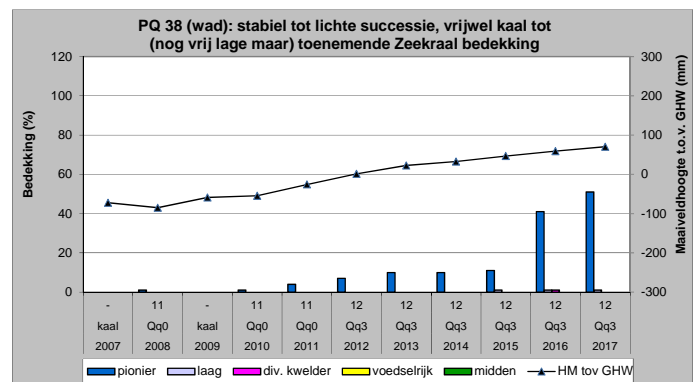
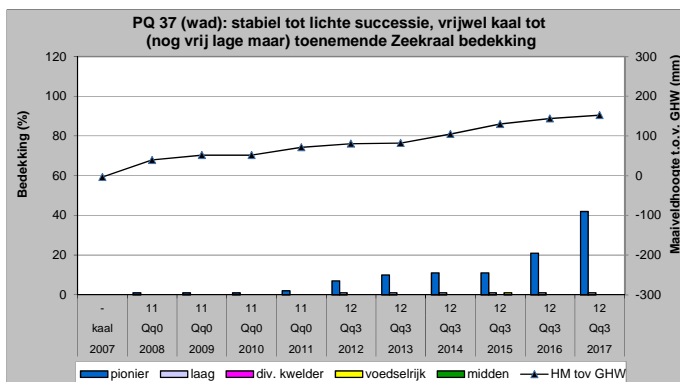
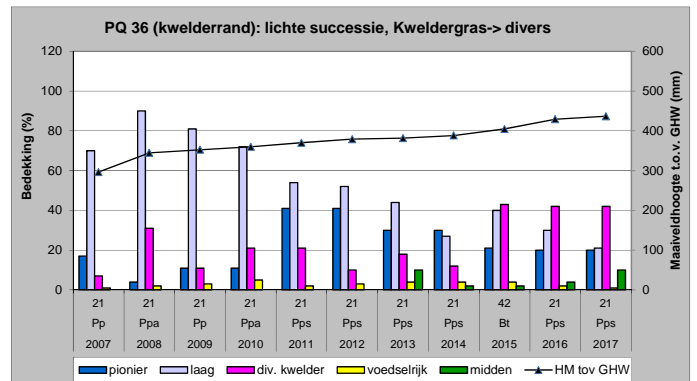
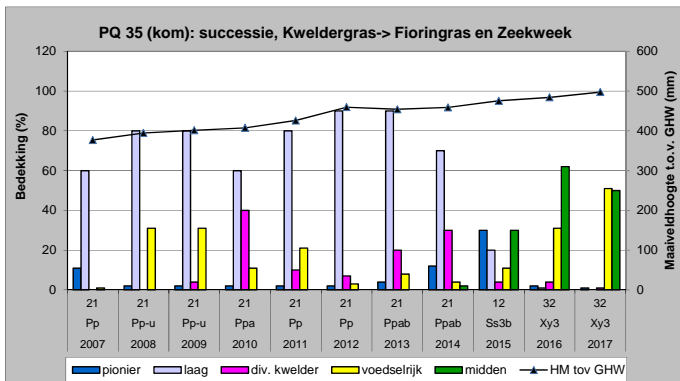
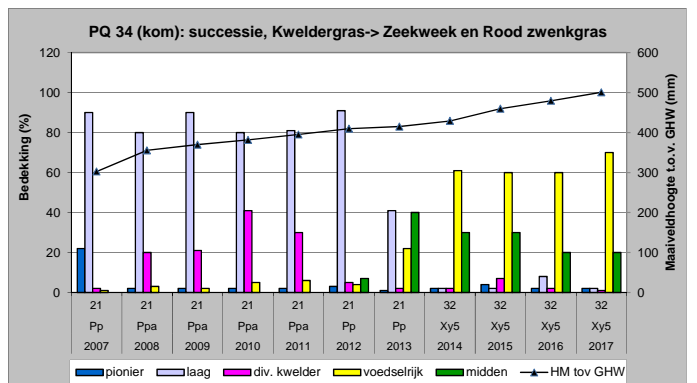
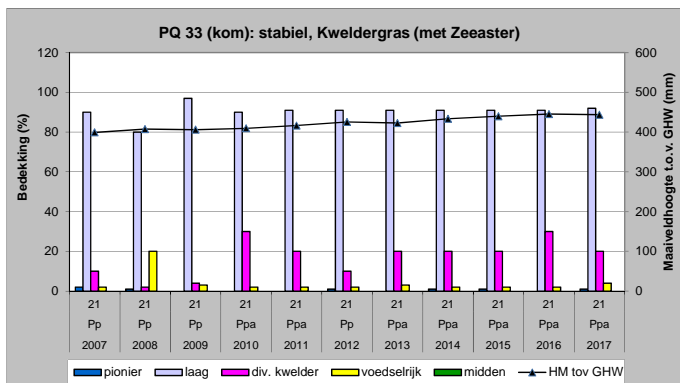
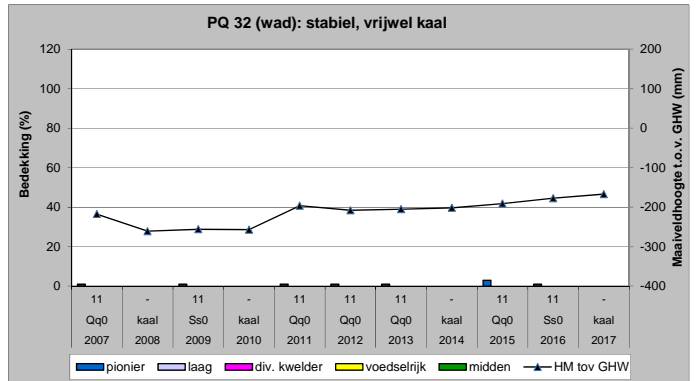
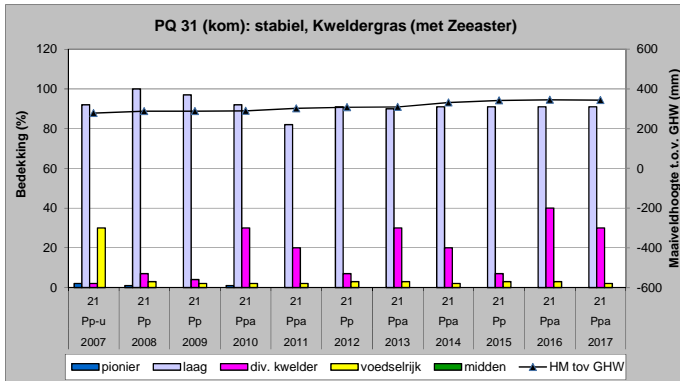


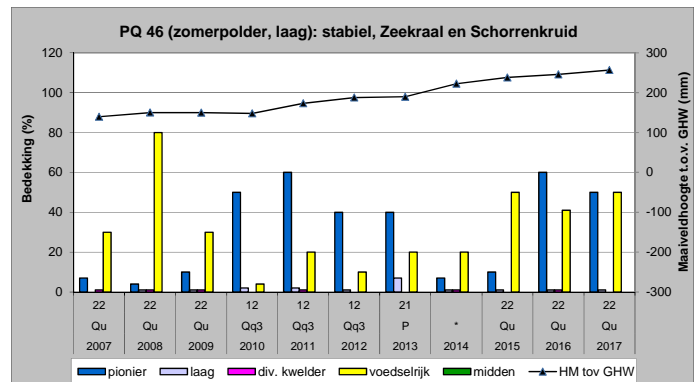
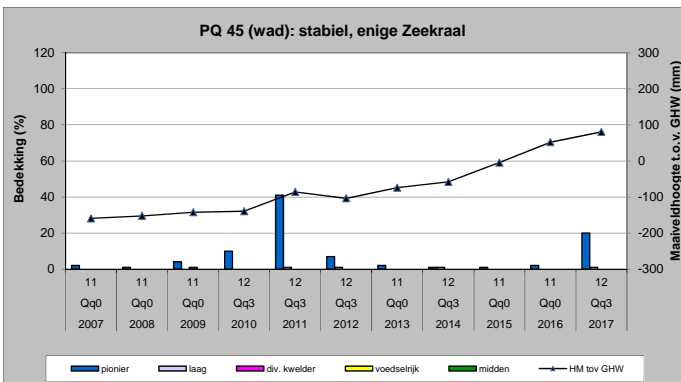
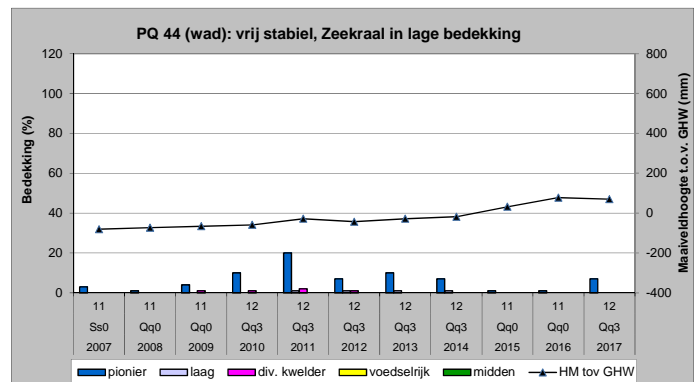
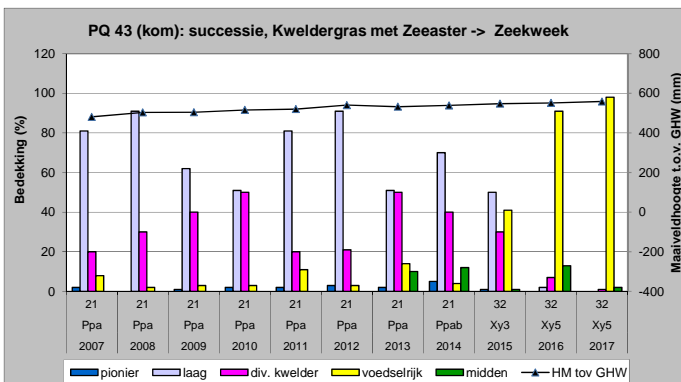
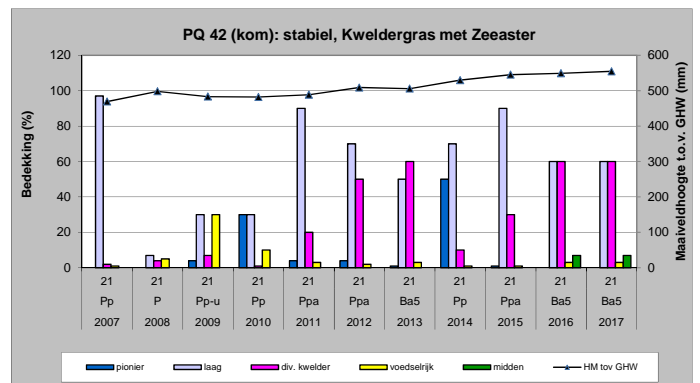
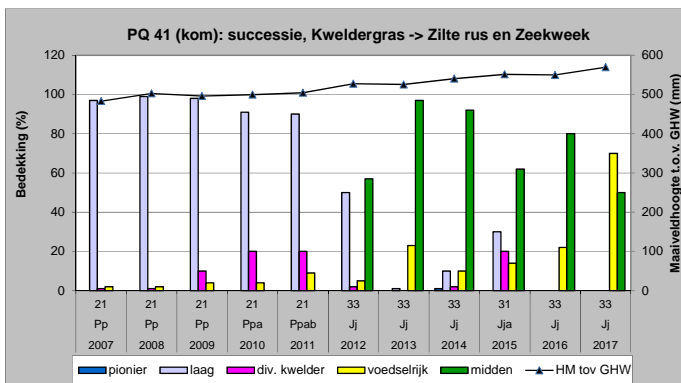
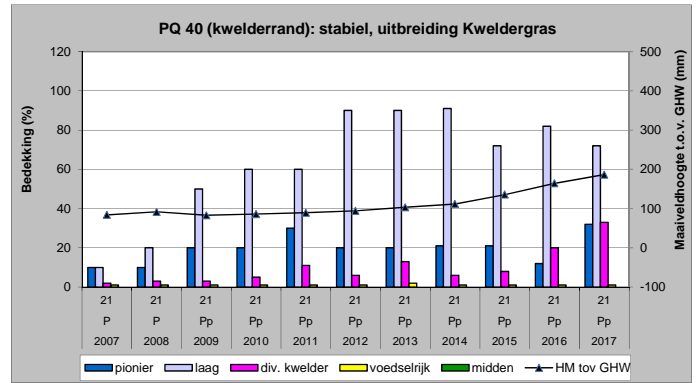
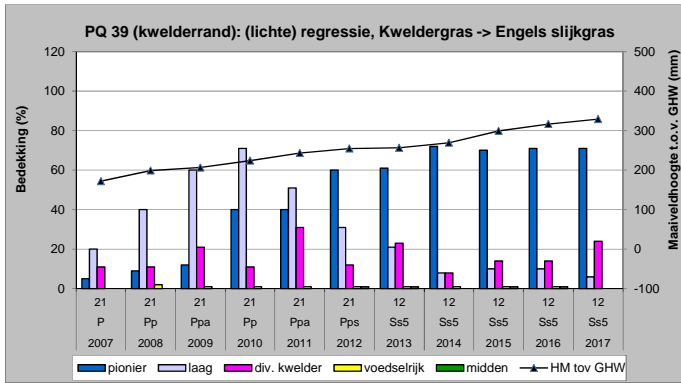


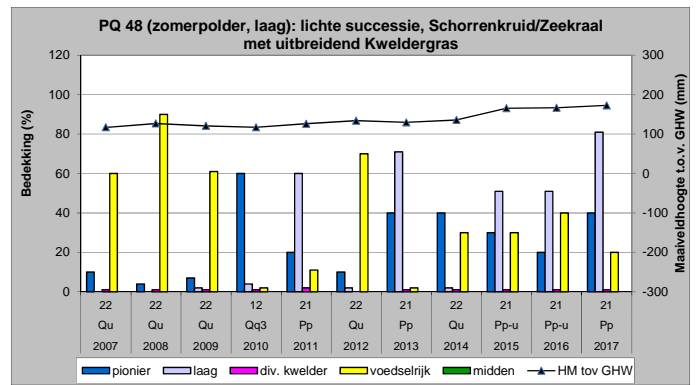
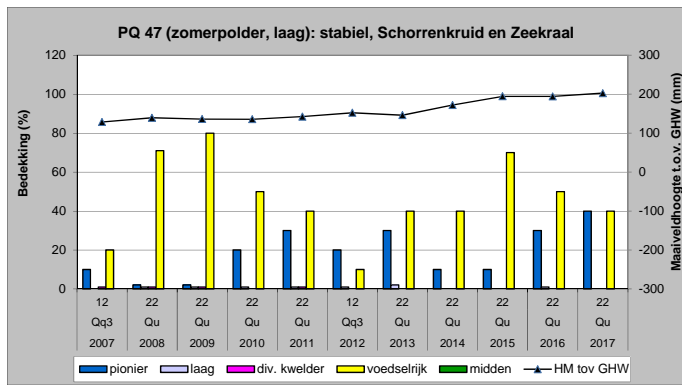




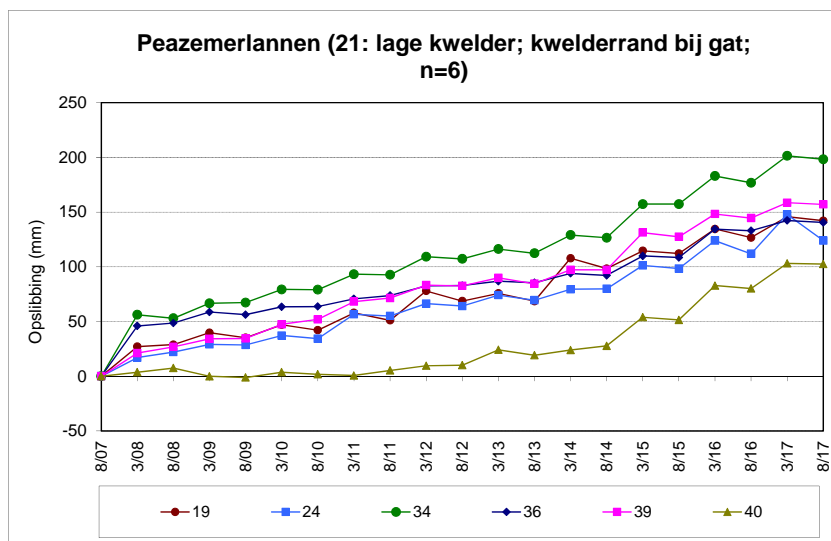
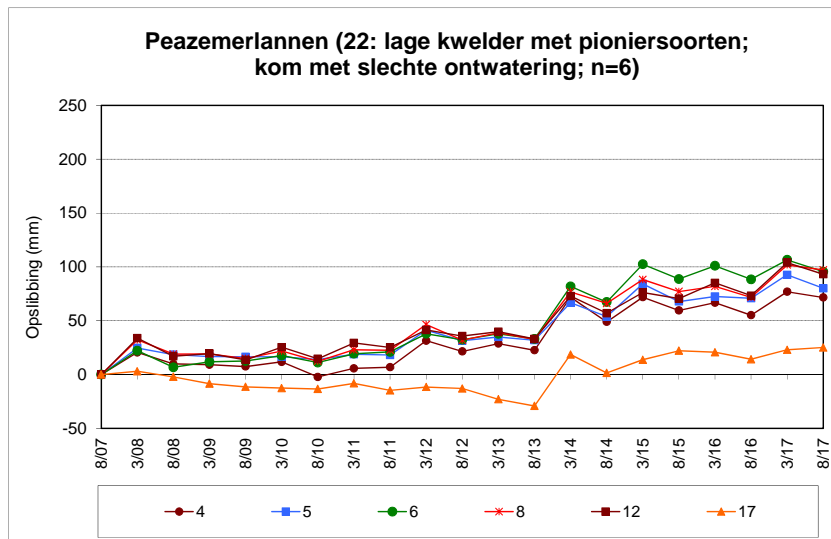
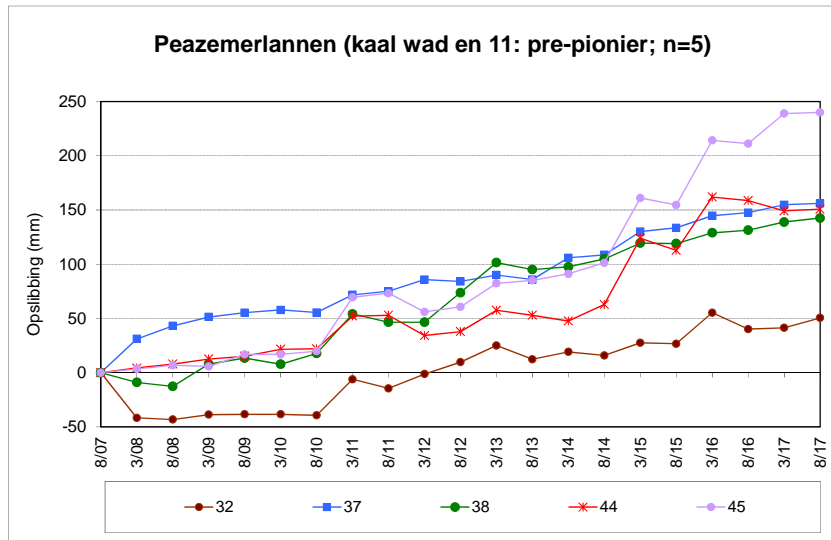
C. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 31-48

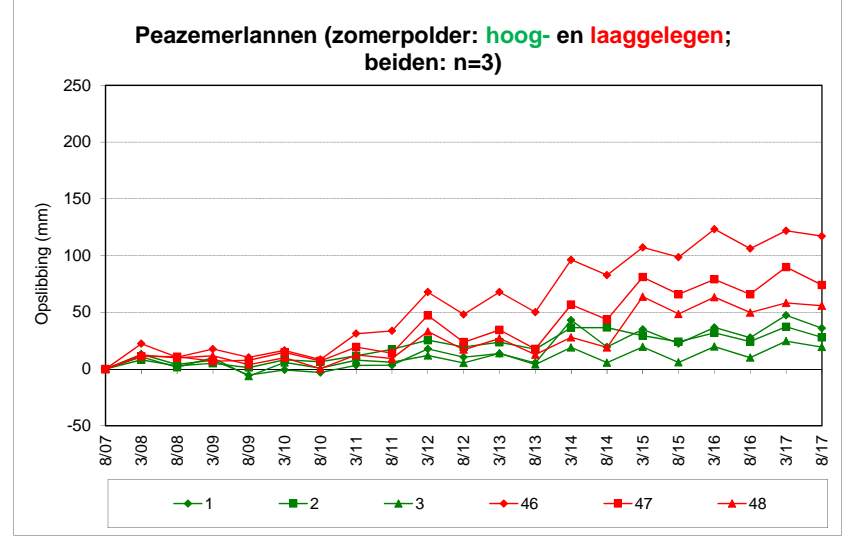
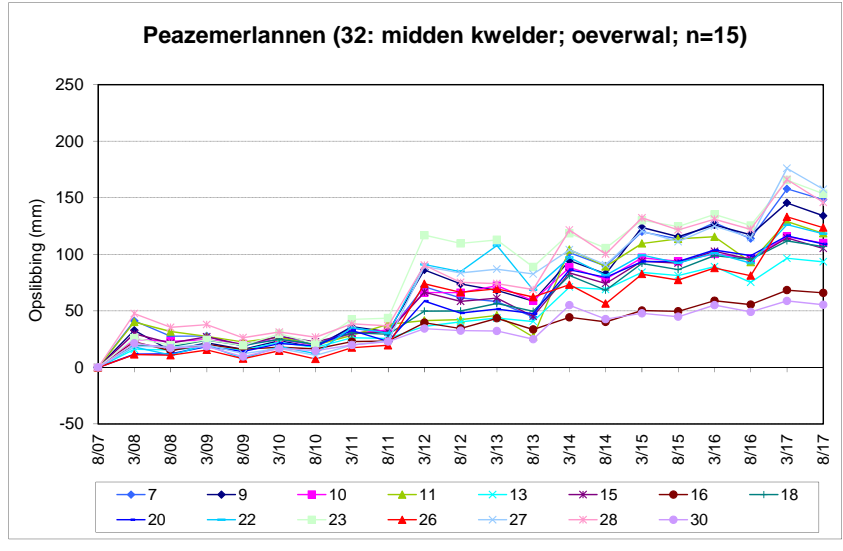
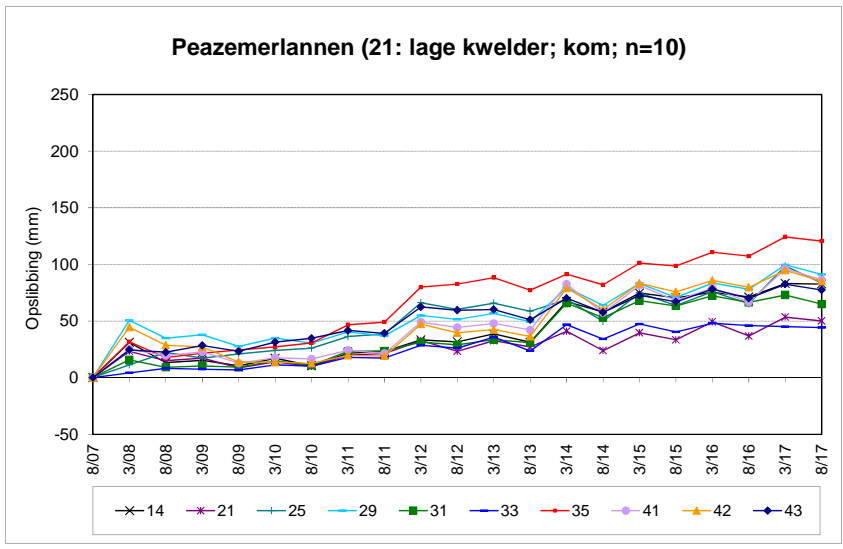




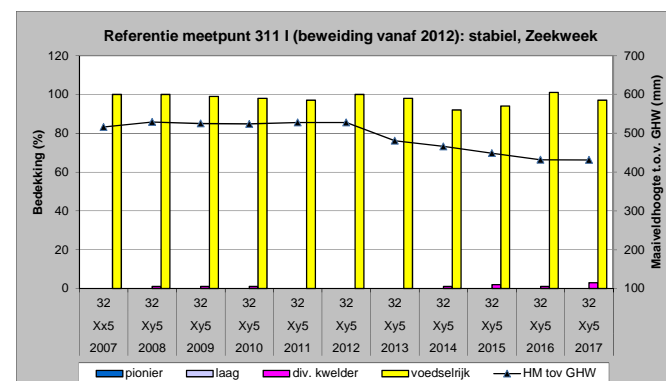
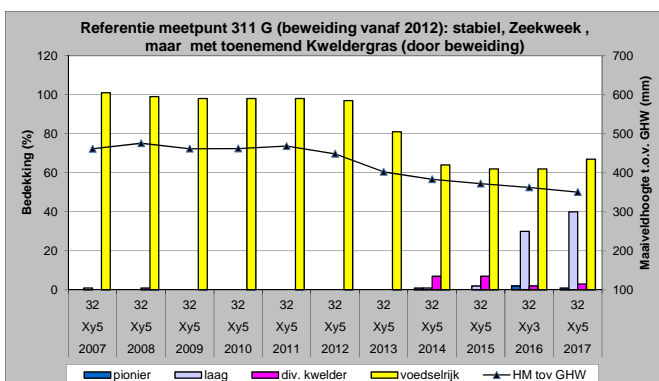
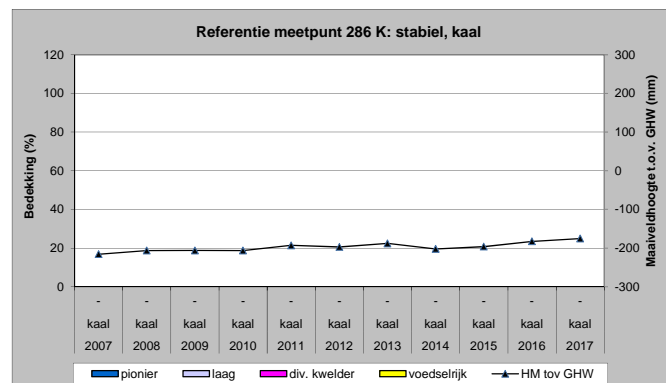
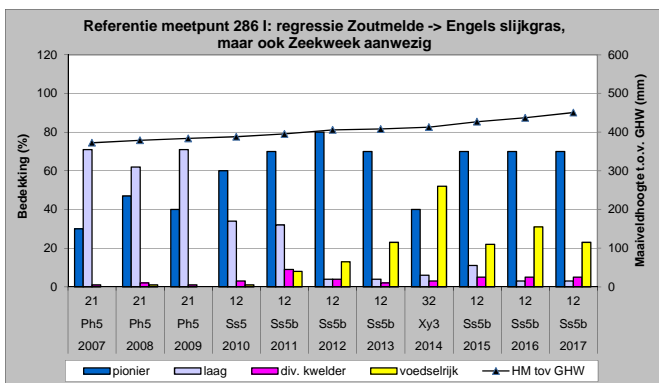
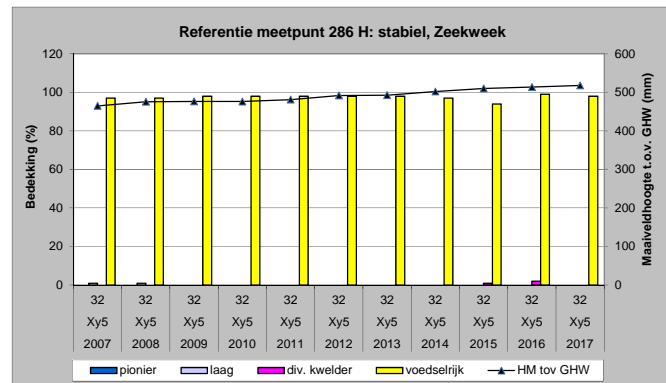
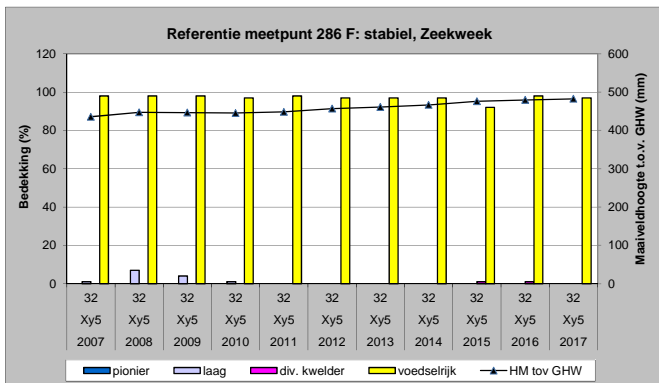
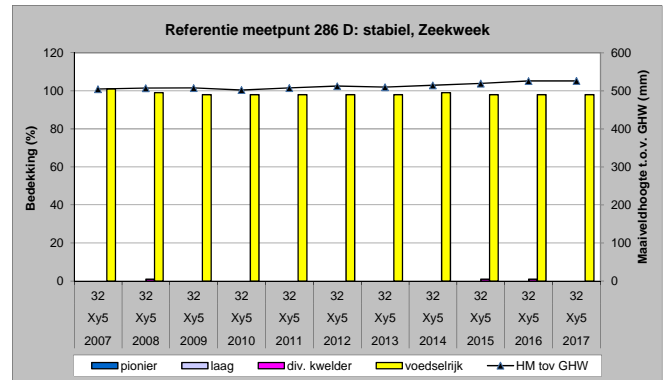
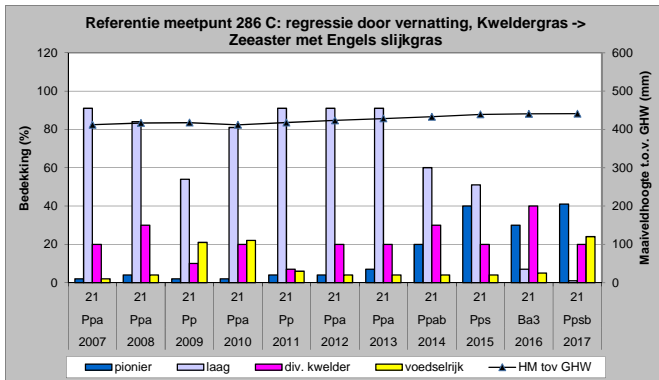


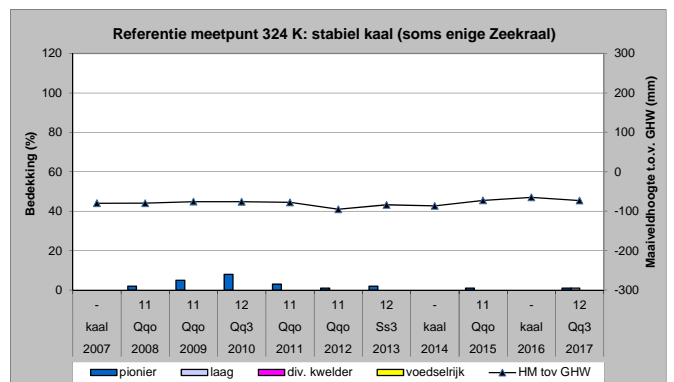
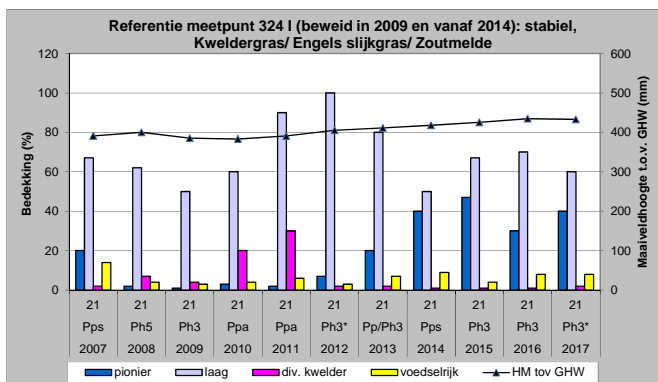
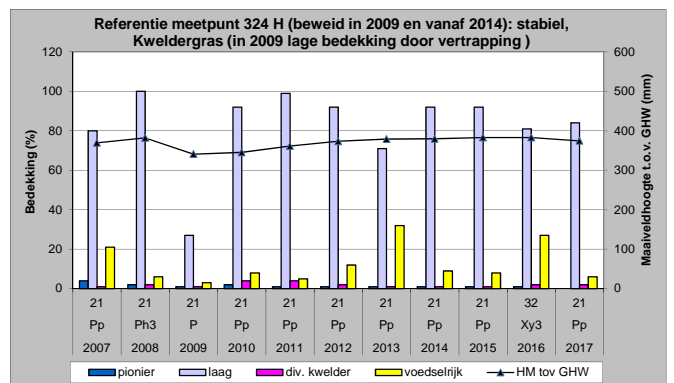
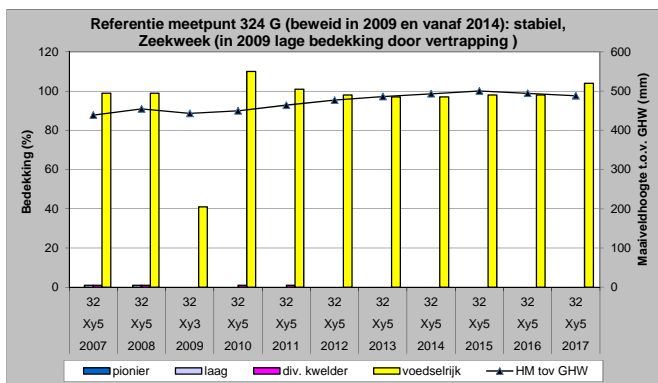
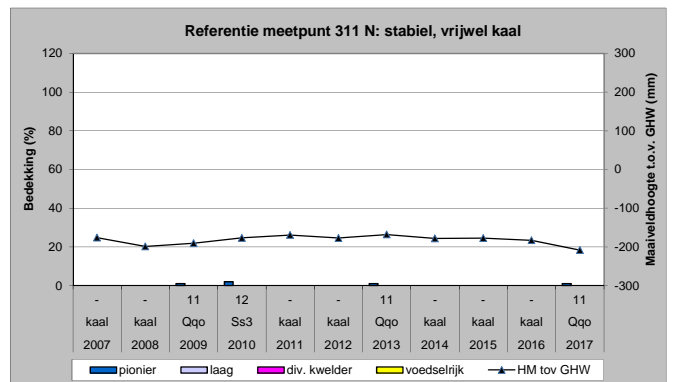
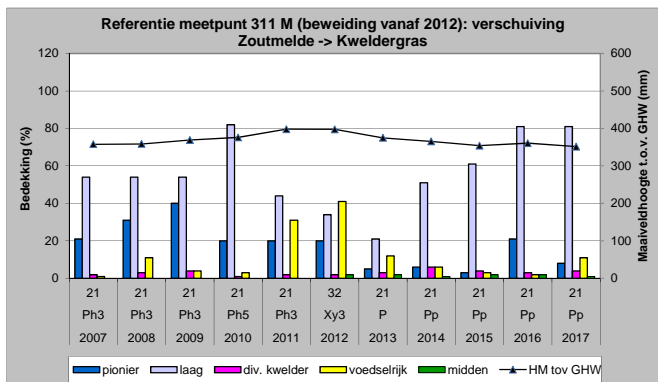
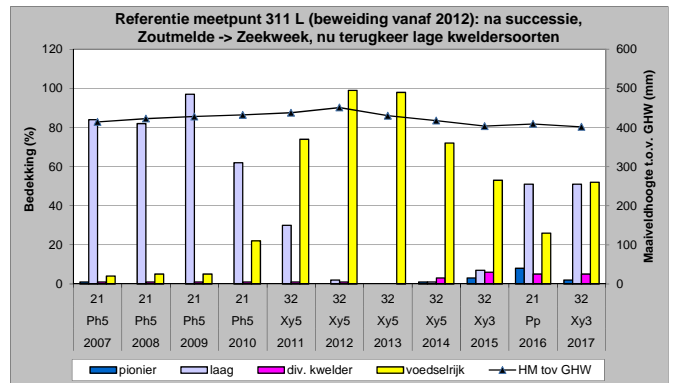
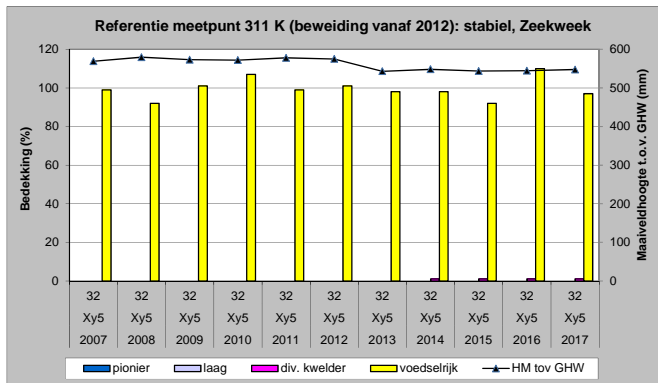
D. Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq

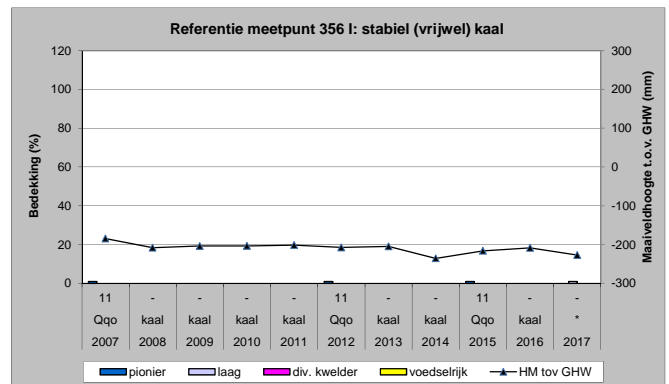
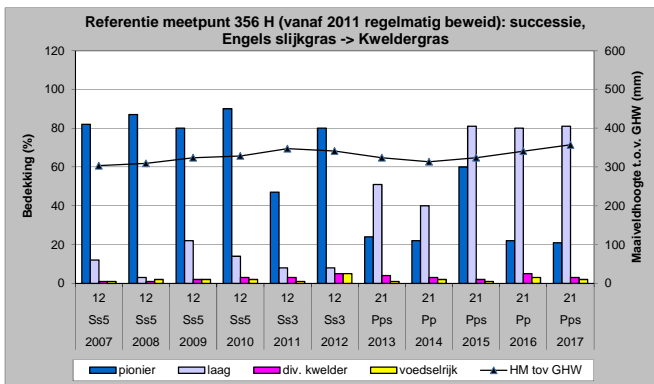
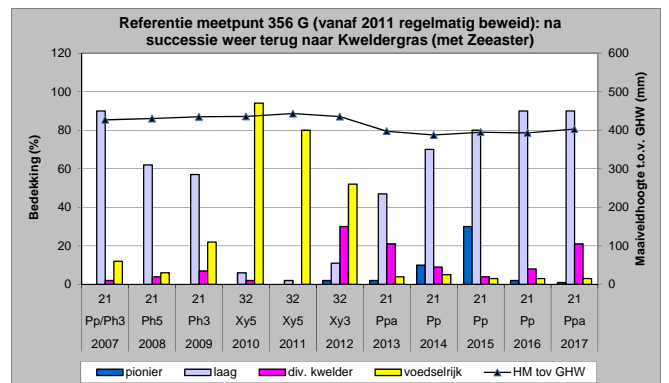
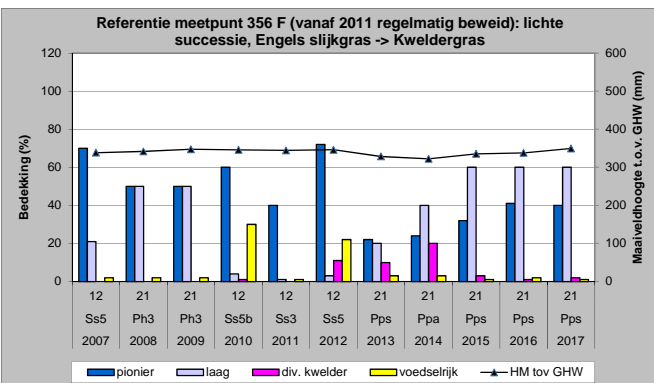
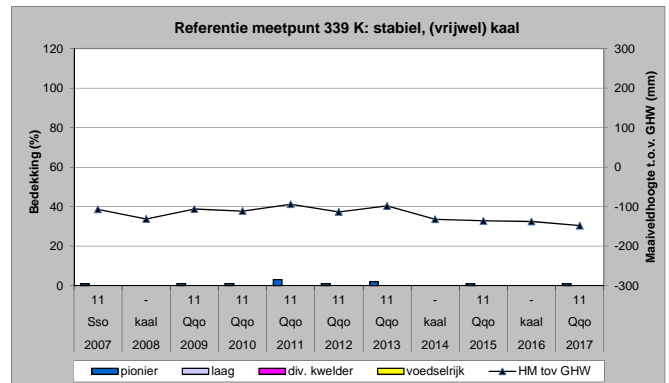
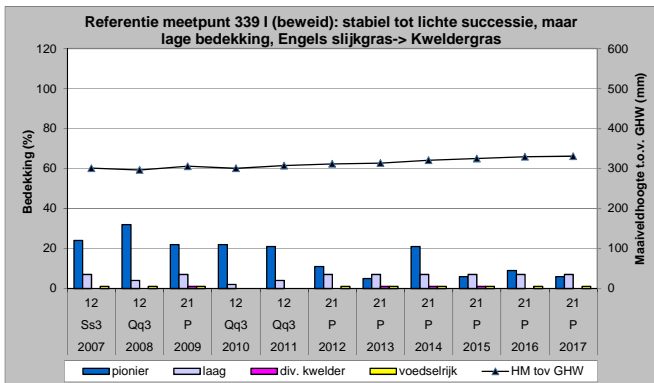
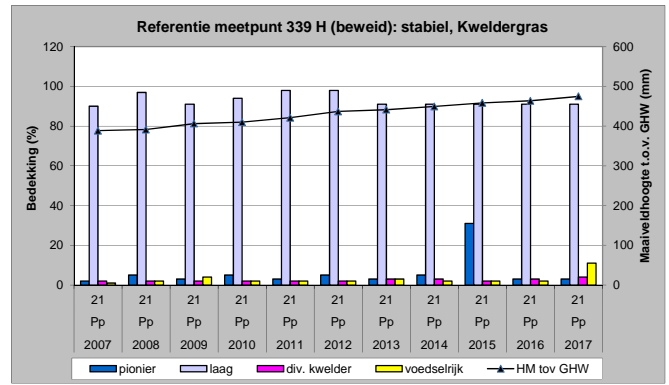
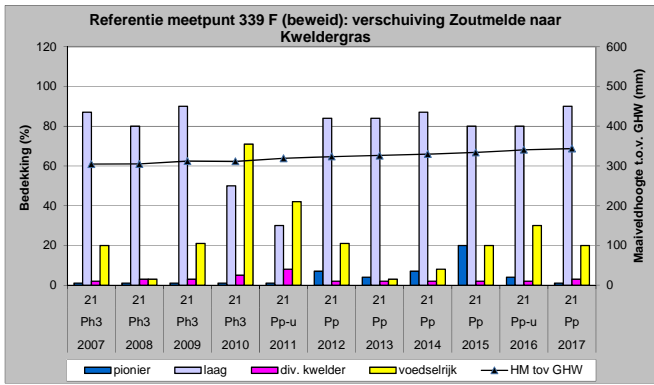


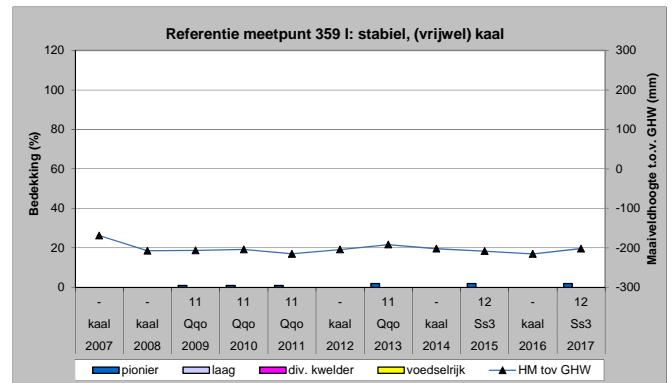
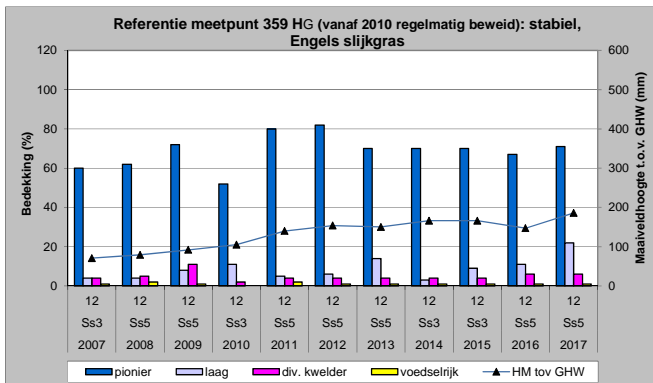
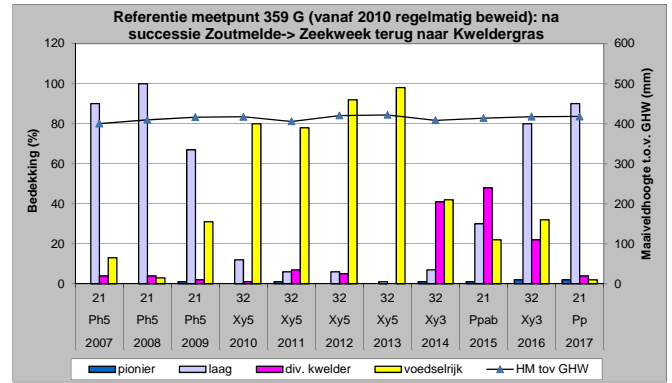
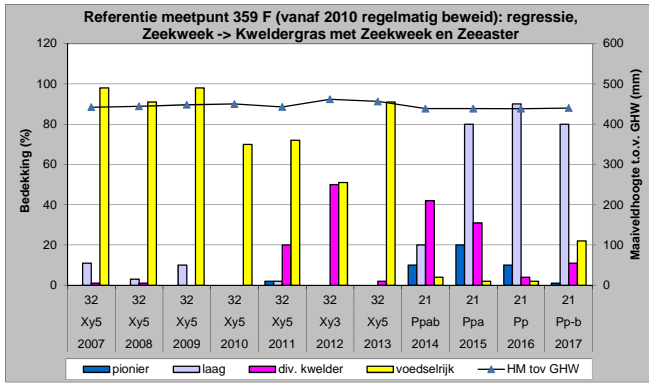


E. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen

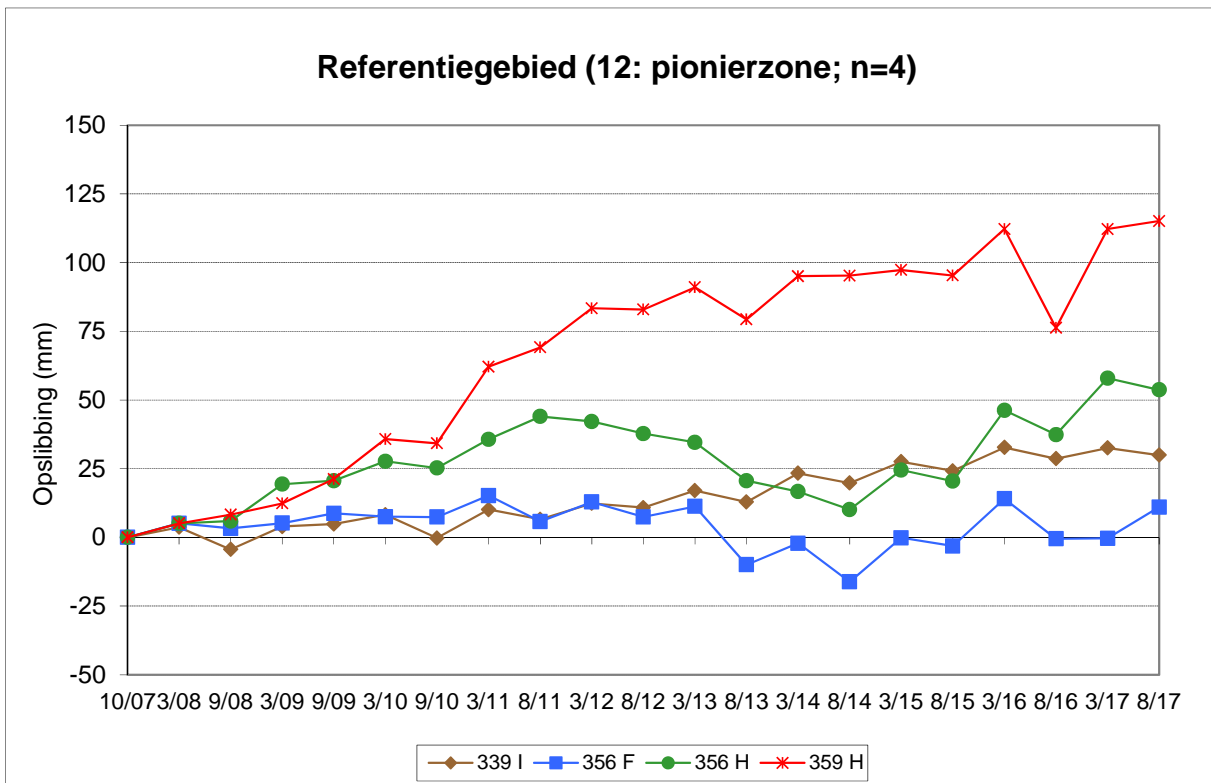
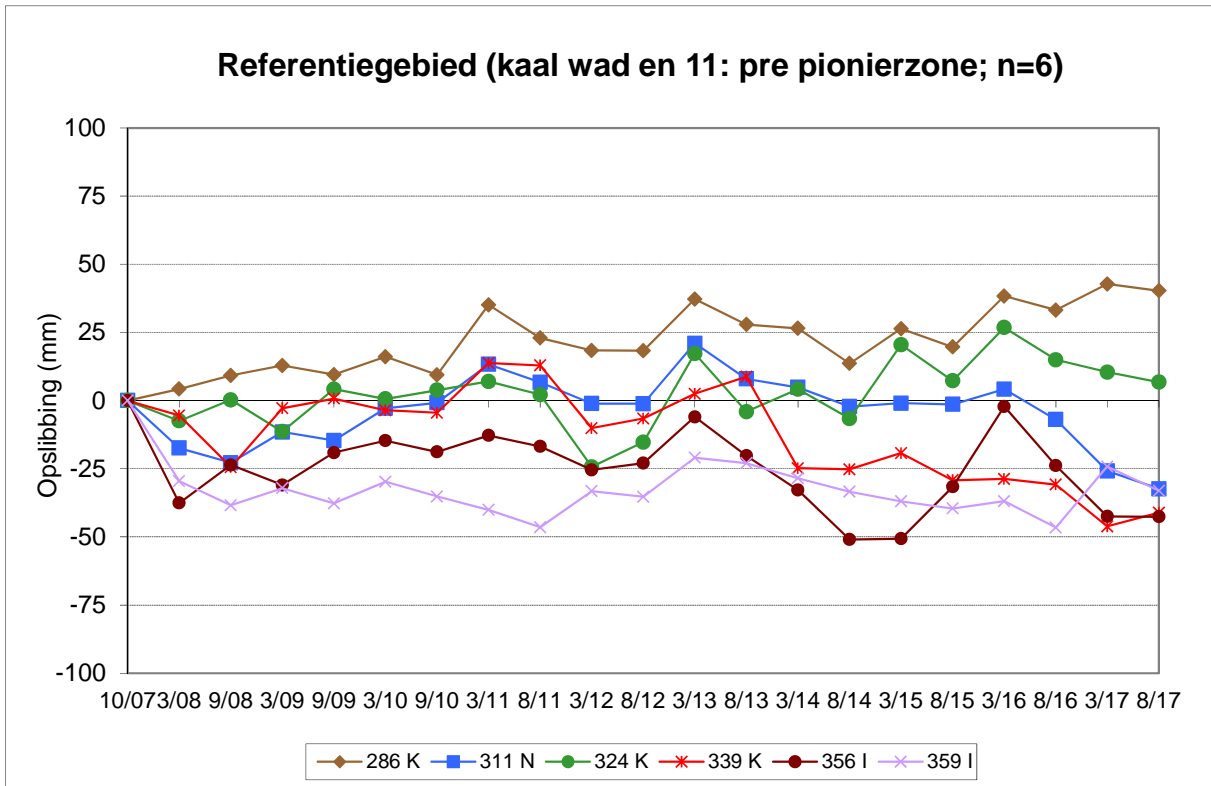


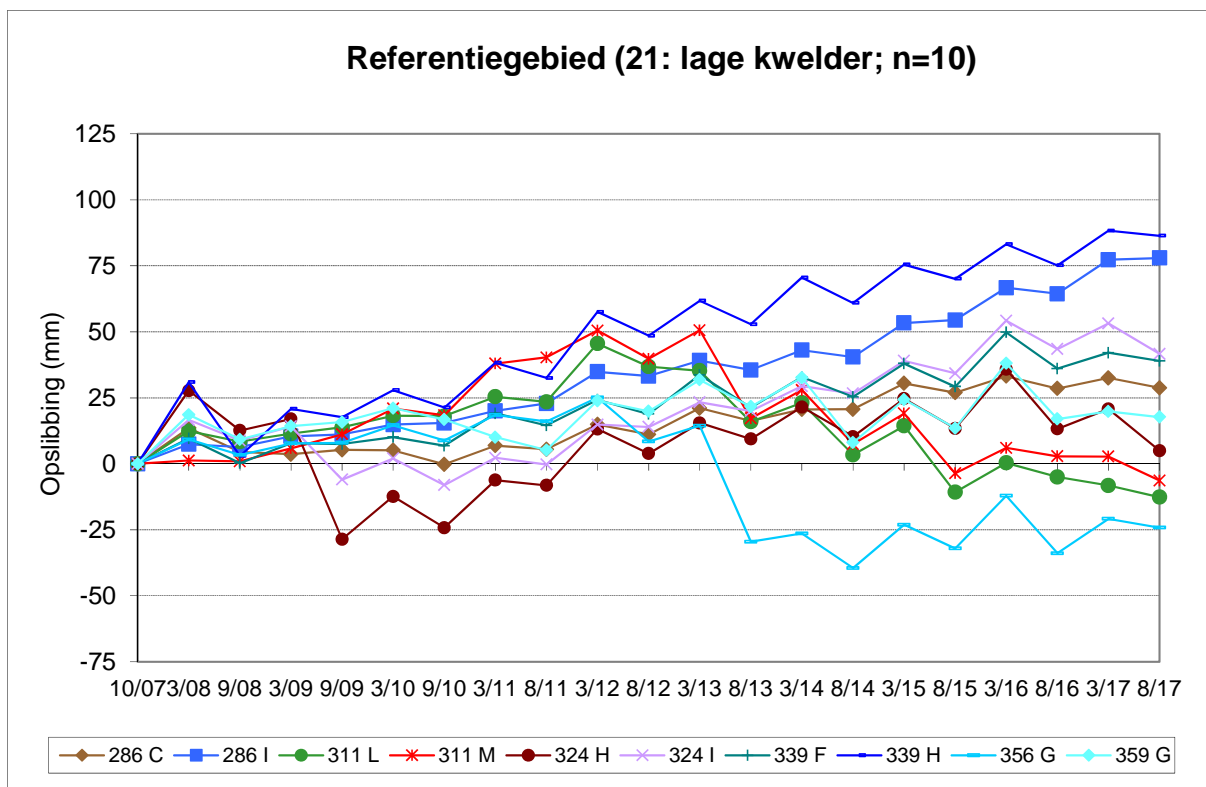




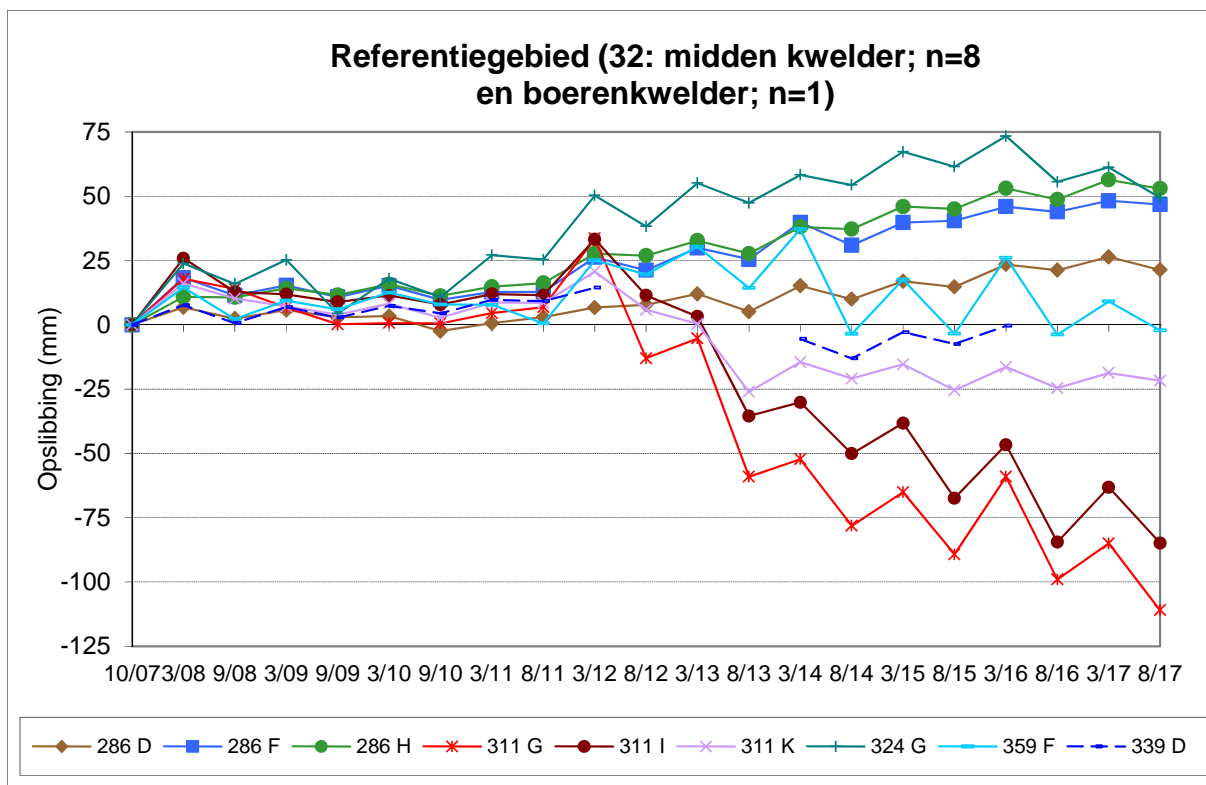


**F. Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen:
afzonderlijke pq's**





286 onbeweid, de overige meetpunten in sommige of (vrijwel) alle jaren beweid (zie ook Bijlage I).

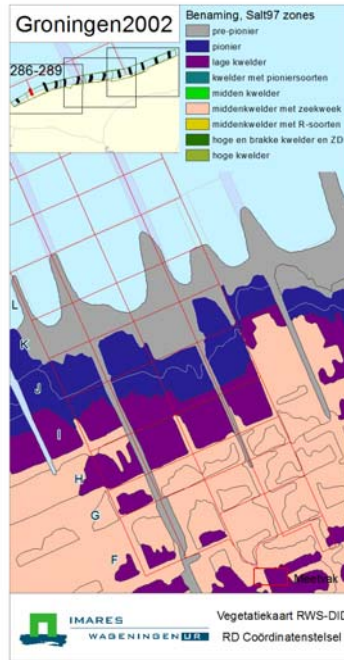
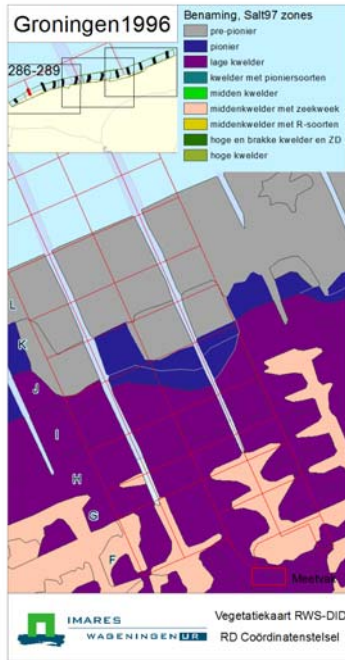


286 onbeweid, de overige meetpunten in sommige of (vrijwel) alle jaren beweid (zie ook Bijlage I).
Wegens afmaaien van SEB-palen ontbreken enkele datapunten voor 339D (boerenkwelder).

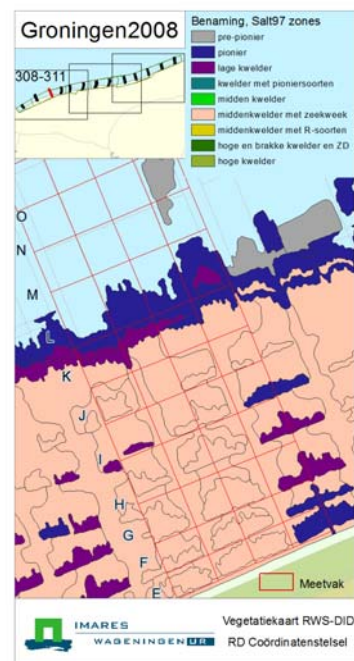
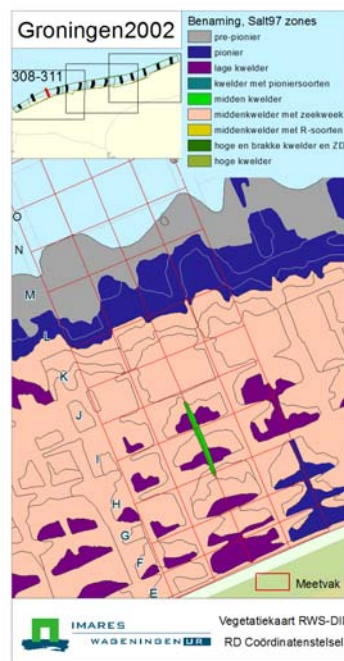
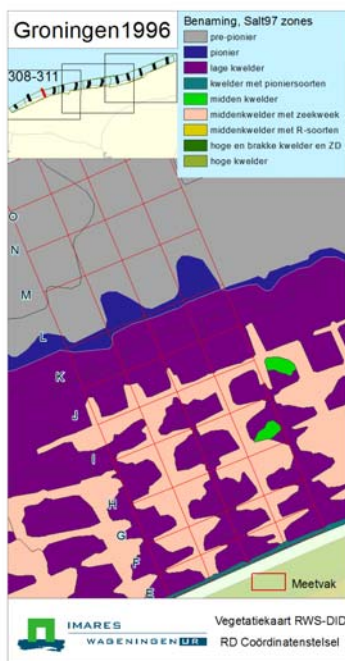
G. Vegetatieontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen 1996-2008

(Gebaseerd op gegevens van de VEGWAD-vegetatiekaarten van RWS)

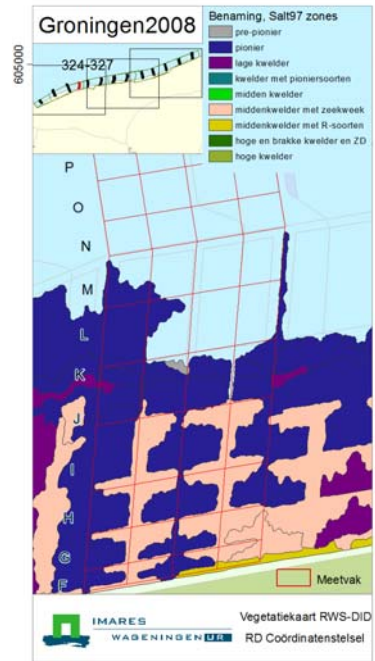
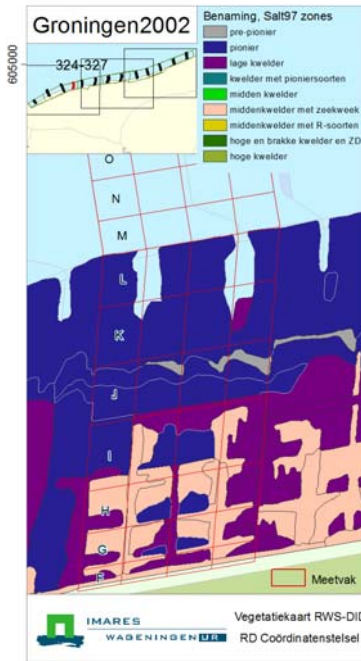
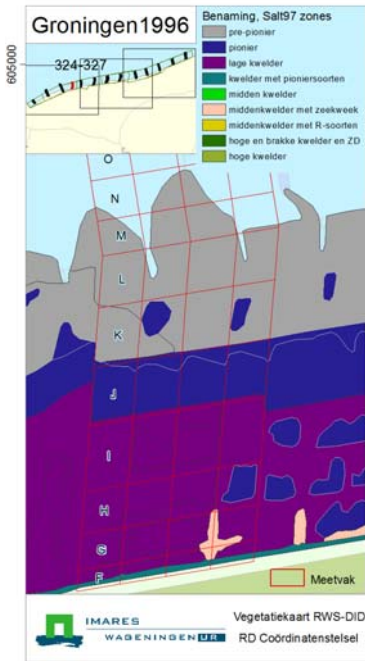
Meetvak 286-289 (Julianapolder):



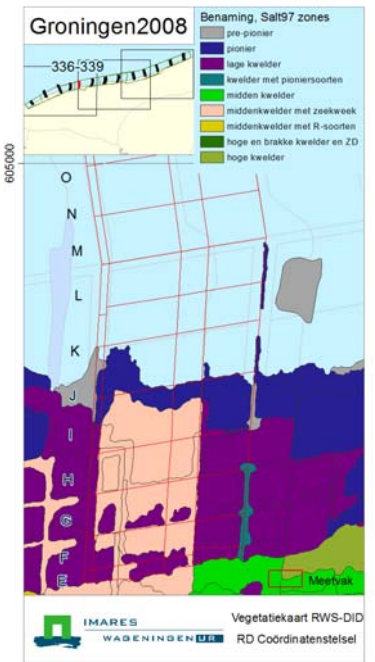
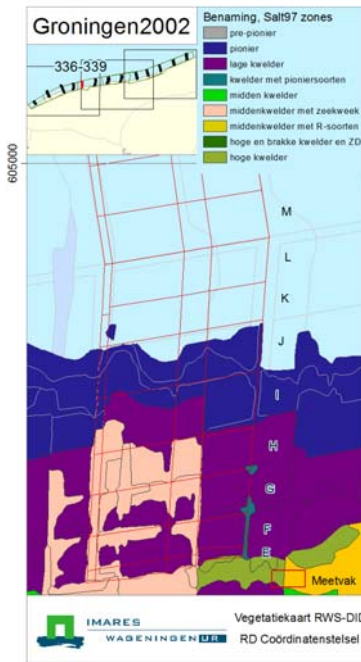
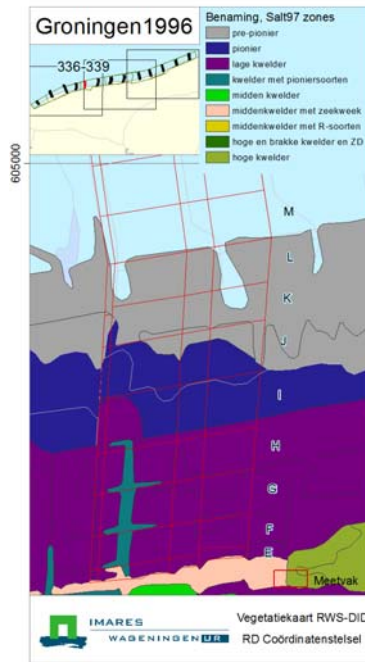
Meetvak 308-311 (Negenboerenpolder):



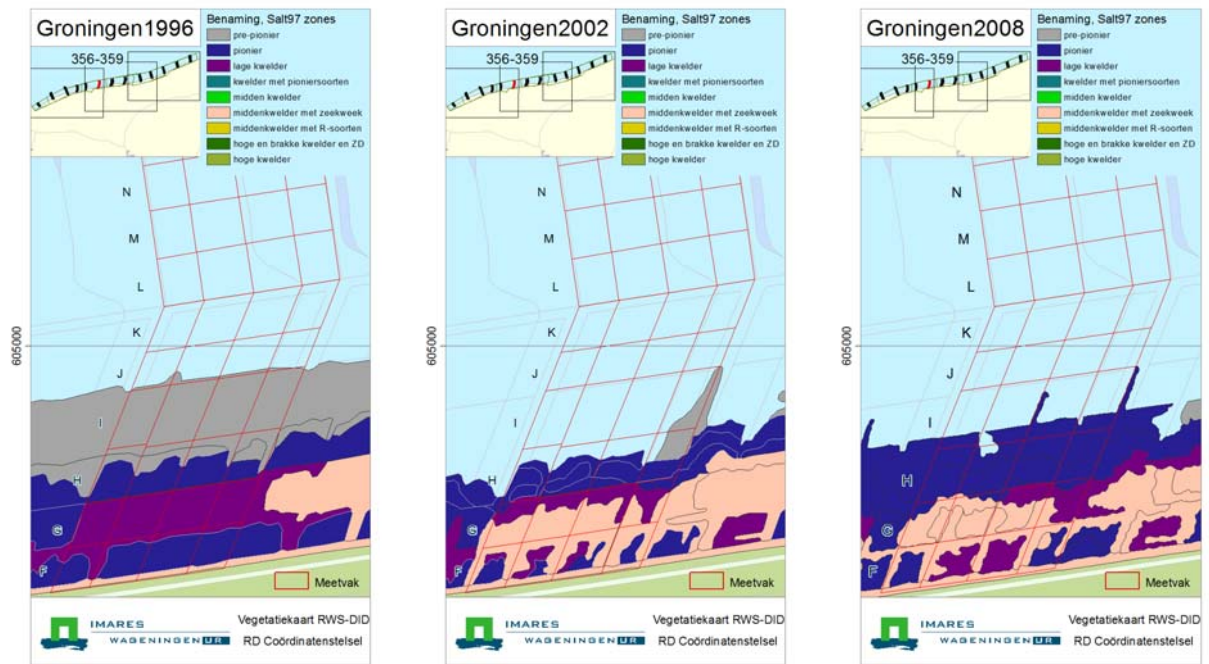
Meetvak 324-327 (Negenboerenpolder):



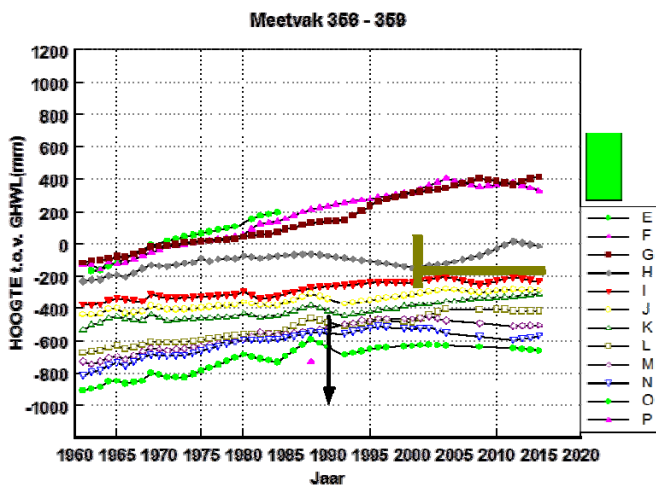
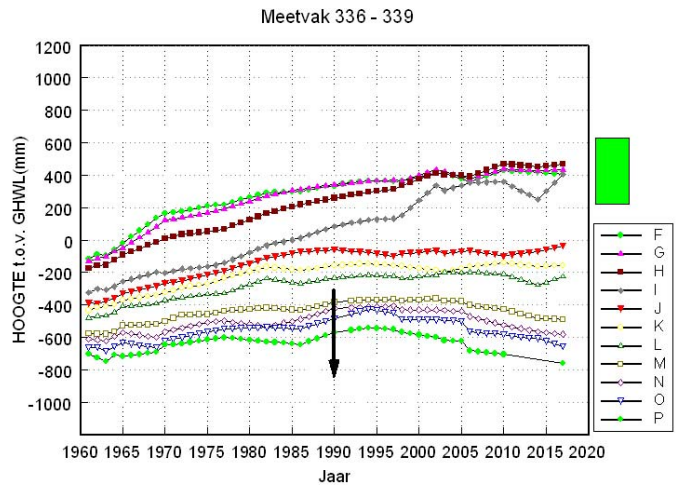
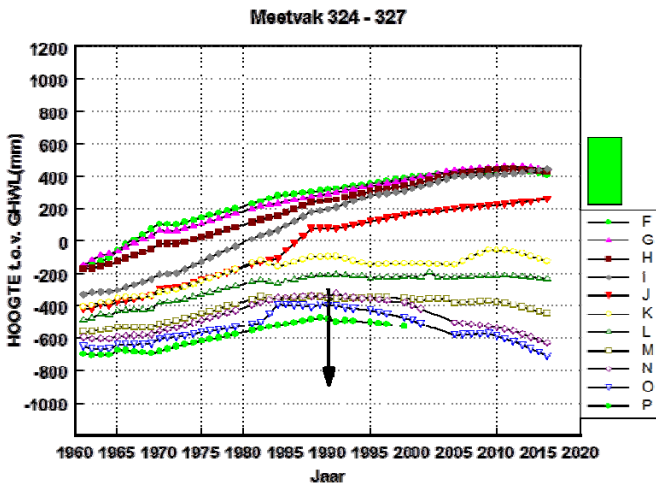
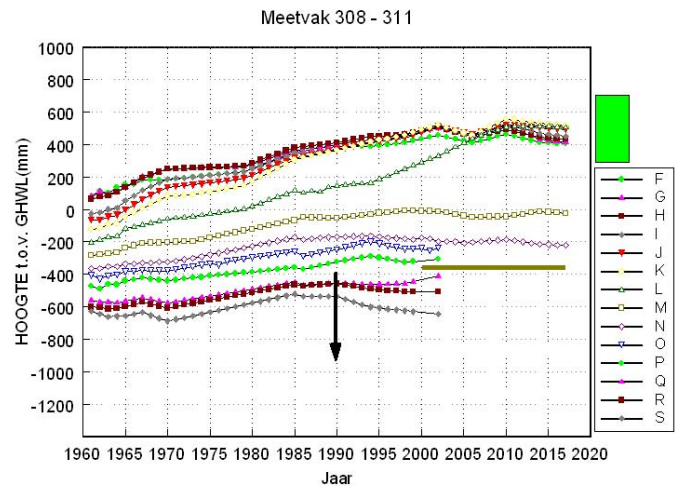
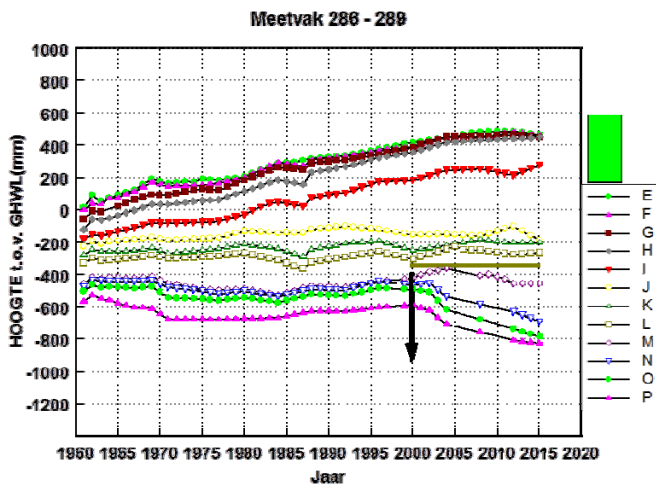
Meetvak 336-339 (Negenboerenpolder):



Meetvak 356-359 (Linthorst-Homanpolder):



H. Hoogteontwikkeling 5 RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen



Legenda

- kwelderzone
- Jaar en locatie verlaten
buitenste dwarsdam
(= evenwijdig aan de kust)
- Jaar en locatie nieuwbouw
tussendam (= langsdam
loodrecht op de kust)
- Jaar en locatie nieuwbouw
dwarsdam

De maaiveldhoogte van een meetvak wordt elke drie jaar gemeten en in de tussenliggende jaren wordt de hoogte geïnterpoleerd. Door deze meetcyclus van drie jaar lopen de grafieken van verschillende meetvakken niet altijd tot hetzelfde eindjaar.

I. Vertrappingschade bij SEB-meting per pq en jaar in referentiegebied West-Groningen

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
286 C											
286 D											
286 F											
286 H											
286 I											
(286 K)											
311 G						-	+	++	++	++	+
311 I						-	+	+	++	+	+
311 K						-	±	-	+	±	-
311 L						-	±	+	++	+	+
311 M						+	+	+	++	+	+
(311 N)						n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
324 G			+					0	0	-	+
324 H			++					0	0	+	+
324 I			+					0	0	-	+
(324 K)			n.v.t.					n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
339 D	0	0	-	0	0		0	0	0	0	0
339 F	0	0	-	-	0		-	±	-	0	0
339 H	±	0	-	-	-		-	-	±	0	-
339 I	+	±	-	0	+		+	+	-	-	+
(339 K)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
356 F					±		+	+	+		±
356 G					±		+	+	+		±
356 H					+		++	+	+		+
(356 I)					n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
359 F				+			±	+	++	+	+
359 G				+			-	+	+	+	+
359 H				±			±	±	0	0	+
(359 I)				n.v.t.			n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

☐ = geen beweiding; 0= geen vertrappingschade; - = licht (een enkel spoor, nauwelijks kaal); ± = matig (meer sporen en kleine kale plekken); + = zwaar (kale stukken, vaak met duidelijke sporen); ++ = zeer zwaar (vrijwel kaal en diepe sporen waar soms water in staat).

De pq's op het (vrijwel) kale wad staan tussen haakjes. Omdat het vee daar normaal gesproken niet komt en er daarom ook geen vertrapping optreedt, staat daar n.v.t. vermeld.

De waarnemingen betreffen alleen 'verse' vertrappingschade die is aangericht tijdens het beweidingseizoen in het meetjaar. Eventuele schade aangericht in eerdere jaren valt niet onder de score.