

Kweldermonitoring in de Peazemerlannen
en referentiegebieden: *Jaarrapport 2021*



W.E. van Duin



Artemisia- rapport 2022-01

Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en de referentiegebieden: *Jaarrapport 2021*

W.E. van Duin



Artemisia- rapport 2022-01

Colofon

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

Projectnummer: 2020-03/2021

Publicatiedatum: 15 april 2022

Foto voorkant: Peazemerlannen: kwelderrand met Zeekraal (september 2021)

Referentie: W.E. van Duin, 2022. Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en de referentiegebieden: Jaarrapport 2021. *Artemisia*-rapport 2022-01, *Artemisia*-kwelderonderzoek, Den Helder. 90 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.....	13
1.1 Achtergrond.....	13
1.2 Keuze referentiegebied.....	13
1.3 Metingen door derden.....	15
1.4 Ervaring op basis van bodemdalingsonderzoek Ameland.....	16
1.4.1 Opslibbingsbalans en zonehyothese.....	17
1.4.2 Huidige uitgangspunten.....	17
2. Methodes.....	19
2.1 Globale werkwijze.....	19
2.2 Monitoring.....	19
2.2.1 Peazemerlannen.....	19
2.2.2 Referentiegebied West-Groningen.....	20
2.2.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	21
2.3 Keuze ligging pq's.....	21
2.3.1 Peazemerlannen.....	21
2.3.2 Meetpunten referentiegebied.....	24
2.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	24
2.4 Opslibbing (SEB-meting bij pq's).....	25
2.5 Vegetatie (pq's).....	25
2.6 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten in 2008.....	26
3. Resultaten en discussie.....	29
3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen).....	29
3.1.1 Peazemerlannen.....	29
3.1.2 Referentiegebied.....	34
3.1.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	35
3.2 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-meetpunten.....	37
3.3 Vegetatie (pq's).....	37
3.3.1 Peazemerlannen.....	37
3.3.2 Referentiegebied.....	43
3.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	47
3.4 Vegetatiekaarten RWS (vlakdekkend).....	47
3.4.1 Peazemerlannen.....	47
3.4.2 Referentiegebied.....	49
3.5 Opslibbing en vegetatieontwikkeling RWS-meetvakken West-Groningen.....	50
3.6 Jaargemiddeld hoogwater.....	54
3.7 Neerslag en verdamping.....	55

4.	Conclusies.....	57
4.1	Peazemerlannen	57
4.2	Referentiegebied	58
4.3	Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	58
4.4	Omgaan met veranderingen in het beheer	59
	4.4.1 Beweiding	59
	4.4.2 Herinrichting Peazemerlannen	60
4.5	Eindconclusie	61
5.	Referenties.....	63
	BIJLAGEN	66
A.	Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD).....	67
B.	Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq	67
C.	Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen: afzonderlijke pq's.....	70
D.	Vertrappingsshade bij SEB-meting per pq en jaar in referentiegebied West-Groningen.....	73
E.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 4-30.....	75
F.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 31-48	79
G.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen	82
H.	Hoogteontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen.....	86
I.	Opslibbing aanvullende meetpunten (ter referentie).....	87
J.	Vegetatieontwikkeling aanvullende meetpunten (ter referentie)	89

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de kweldermonitoring in het kader van de Waddengaswinning en de daarbij gepaard gaande bodemdaling, onder het natuurgebied de Peazemerlannen, gelegen aan de Friese noordoostkust. In dit jaarrapport wordt een overzicht gegeven van de activiteiten en meetresultaten in de kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen, het referentiegebied in de kwelderwerken in West-Groningen en enkele aanvullende referentiepunten gedurende de jaren 2007 t/m 2021. De meeste gegevens worden weergegeven vanaf 2007, het startjaar van de gaswinning. Oudere data worden, waar nuttig, ook weergegeven of er wordt verwezen naar rapporten waarin de betreffende informatie gevonden kan worden. Algemene en achtergrondinformatie wordt in elke rapportage opgenomen, zodat het meest recente rapport in principe alle nodige informatie bevat.

De monitoring vindt plaats op drie schaalniveaus:

1. Puntmetingen in de Peazemerlannen en het (aanvullende) referentiegebied

In 1995/1996 zijn 30 meetpunten uitgezet in de Peazemerlannen. Door de autonome ontwikkeling (opslibbing en vegetatiesuccessie) in de periode 1995-2007 raakten vooral de meetpunten in de lagergelegen vegetatiezones ondervertegenwoordigd. Daarom zijn bij de start van de gaswinning in 2007, vooral in die lagergelegen zones, 18 extra meetpunten aangelegd, waarmee het totale aantal meetpunten op 48 kwam.

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).

Vanwege toenemende beweiding en daardoor veroorzaakte vertrapping in het referentiegebied tijdens de monitoringperiode zijn vanaf het vorige rapport ook gegevens opgenomen van onbeweide en niet (tot nauwelijks) vertrapte alternatieve/aanvullende referentiepunten in vastelandskwelders van Friesland en Groningen.

Van alle meetpunten wordt jaarlijks in voor- en najaar de opslibbing en daarmee ook de maaiveldhoogte bepaald met een Sedimentatie-Erosie-Balk (SEB)-meting. Met deze 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, danwel erosie.

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.

Er is een vergelijking gemaakt van de opslibbing van dicht bij elkaar liggende wadsedimentatie-meetpunten van Natuurcentrum Ameland (NCA) en SEB-meetpunten 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.

2. Transectmetingen in meetvakken referentiegebied door RWS

De kwelderwerken van West-Groningen zijn de vastelandskwelders zonder bodemdaling die het dichtstbij de Peazemerlannen liggen. Daarnaast is van dit gebied een meetreeks van RWS in 25 vaste meetvakken beschikbaar betreffende de hoogte- (opslibbing) en vegetatieontwikkeling van 1960 tot heden. De hoogteontwikkeling wordt driejaarlijks bepaald via transectmetingen in dwarsraaien evenwijdig aan de dijk. De vegetatie wordt jaarlijks in alle meetvakken opgenomen. Deze

transectmetingen vormen een tweede schaalniveau en zijn daarmee een waardevolle toevoeging aan de bovengenoemde door *Artemisia* uitgevoerde puntmetingen aan opslibbing en vegetatie.

3. Vlakdekkende vegetatiekaarten door RWS

De biodiversiteit van de kweldervegetatie in Nederland wordt door Rijkswaterstaat 6-jarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten, inclusief de boerenkwelders en (soms) zomerpolders. Van de vastelandskwelders langs de Friese en Groninger kust is de RWS VEGWAD-vegetatiekaart van 2014 de meest recente. Deze is vergeleken met de kaarten uit 2002 en 2008 om de trend in vegetatieontwikkeling op dit derde schaalniveau weer te geven. In 2022 verschijnt de VEGWAD-kaart gebaseerd op luchtfoto's uit 2020; deze was nog niet beschikbaar bij het verschijnen van dit rapport.

Resultaten puntmetingen 2007-2021

Opslibbing pq's

Peazemerlannen

- De gemiddelde jaarlijkse netto-opslibbing in de pionierzone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 6-15 mm/j.
- Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 17 mm/j.
- In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 7 mm/j in de lage delen aan de oostkant. Voor de kortgegraasde hoger gelegen delen aan de westkant kan alleen de opslibbing uit het jaarrapport over de periode 2007-2019 herhaald worden (2 mm/j), omdat in 2020 en 2021 SEB-palen zijn afgemaaid en geen meting kon worden gedaan in september.
- Tussen meetpunten in dezelfde vegetatiezone waren soms grote verschillen, vooral in de laaggelegen pre-pionierzone, omdat daar, naast de dynamiek, ook de vegetatiebedekking sterk kan verschillen waardoor sediment op de ene locatie beter wordt vastgelegd dan op de andere.
- Er zijn elf meetpunten die over de afgelopen 14 jaar een gemiddelde opslibbing hebben $\leq 5,5$ mm/j, de waarde die op dit moment wordt aangehouden om de combinatie van GHW-stijging (trend Lauwersoog 2007-2021: 2 mm/j) en bodemdaling (gemiddelde 2007-2021: 3,5 mm/j) minimaal te kunnen compenseren. Daarnaast zijn er nog twee met een gemiddelde opslibbing die daar maar net daarboven ligt (< 6 mm/j opslibbing).
- Bij vergelijking van de wadsedimentatie-meetpunten van Natuurcentrum Ameland (NCA) en SEB-meetpunten van *Artemisia* in de dynamische pre-pionierzone zijn duidelijk overeenkomsten in de opslibbingspatronen te herkennen. De gemiddelde opslibbing van de meetpunten samen bedraagt 14 mm/j.

Referentiegebied

- In het referentiegebied West-Groningen ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2021 lager dan in de Peazemerlannen en komt op 1 mm/j op het kale wad, in de pre-pionierzone en de lage kwelder en op 5 mm/j in de pionierzone.
- De middelhoge kwelder vertoont gemiddeld een afname van de maaiveldhoogte 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) kwelder.

Aanvullende referentiepunten

- De gemiddelde jaarlijkse opslibbing, gemeten met de SEB in de periode 2007-2021 in aanvullende meetpunten, komt voor de meeste vegetatiezones vrij goed overeen met die in de Peazemerlannen. De lagere opslibbing bij de aanvullende meetpunten in de middelhoge kwelder zou er mee te maken kunnen hebben dat de afstand tot het wad (als sedimentbron) bij deze punten vaak groter is dan in de Peazemerlannen.

- Er is wel een verschil tussen de drie gebruikte aanvullende locaties. De opslibbing in de Groninger Julianapolder ligt in lijn met die van de referentiepunten en de transectmetingen in de Groninger meetvakken, wat tevens inhoudt dat de opslibbing in verhouding tot die in de Peazemerlannen wat lager is. De resultaten van Noord-Friesland Buitendijks en Holwerd-oost komen vrij goed overeen met die van de Peazemerlannen en liggen dus hoger dan die in de Groninger deelgebieden. Dit is op zich niet verrassend, omdat het wad voor de Friese kust erg slibbrijk is en de kwelder bij Holwerd-oost bovendien tegenover een wantij ligt en in de luwte van een pier (net zoals de Peazemerlannen).

Vegetatie pq's

Peazemerlannen

- De drie hooggelegen zomerpolder pq's niet mee gerekend was de vegetatie in 26 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Verder heeft er in veertien pq's successie plaatsgevonden naar een andere vegetatiezone. De overige 5 pq's balanceren op de grens van stabiel tot lichte successie (meestal binnen dezelfde vegetatiezone). Er is geen regressie bij pq's gemeten.
- Zowel in vegetatiebedekking als in opslibbing blijft pq 17 achter bij de meeste 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 soms 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 van nature voorkomende 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 (22) vrij stabiel. Bij enkele is door beweiding lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone of verruiging opgetreden. Bij drie pq's was sprake van successie en bij drie pq's van regressie. Bij de regressie (en verjonging binnen de vegetatiezone) was vertrapping door beweiding de oorzaak.

Aanvullende referentiepunten

De vegetatieontwikkeling bij de aanvullende meetpunten laat dezelfde variatie in ontwikkeling zien, met name stabiel of successie en in één geval regressie door slechte ontwatering, wat gezien de overeenkomsten in opslibbing met de Peazemerlannen te verwachten valt.

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 begroeide pionierzone 4 mm/j bedroeg en in de kwelder 13 mm/j. In de periode 2008-2021 is de opslibbing in de pionierzone afgenomen naar 1 mm/j en die in de kwelder naar een gemiddelde van 3 mm/j.

Vegetatie

De vegetatieontwikkeling in de transecten van de kwelderwerken liet de laatste decennia over het geheel genomen een successie zien van een gevarieerde (lage) kwelder naar het climaxstadium met Zeekweek (behalve in intensief beweede of laaggelegen 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 op meer locaties ingezette beweiding zal de komende jaren een steeds duidelijker en grootschaliger effect op de vegetatie krijgen. Een effect is nu al te zien in bv. MV 356-359, waar de Zeekweek is teruggedrongen en grotendeels vervangen door lage kwelder soorten.

Resultaten vlakdekkende vegetatiekaarten RWS

Peazemerlannen

- Op de drie meest recente opeenvolgende vegetatiekaarten van de Peazemerlannen is de voortgaande successie/veroudering naar de middenkwelder met Zeekweek duidelijk zichtbaar. Dit is een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van opslibbing in combinatie met afwezige (of zeer extensieve) beweiding. Daarnaast is de uitbreiding van de (pre)pionierzone op het aangrenzende wad opvallend. Deze uitbreiding is rond 1992 gestart en de opslibbing die de laatste jaren op het wad heeft plaatsgevonden kan deze uitbreiding helpen verklaren.
- In de zomerpolder heeft zich in de loop der jaren een verschuiving voorgedaan van de hoge kwelderzone naar een gevarieerde mix van vegetatiezones. De toegenomen invloed van zout water door het geleidelijk aan verdwijnen/weghalen van de klepduikers tussen kwelder en zomerpolder heeft hieraan bijgedragen.

Referentiegebied

Op de vegetatiekaarten over de periode 2002-2014 is ook in de kwelderwerken van West-Groningen de successie/veroudering van de vegetatie te zien, ondanks de afgenomen gemiddelde opslibbing. Aan de andere kant valt daar het teruglopende oppervlak van de (pre-)pionierzone op. Dit komt deels door successie, maar ook omdat de uitbreiding richting wad afgenomen is. De beschermende werking van de dammen is tegenwoordig veel beperkter dan vroeger in deze zone door het afbouwen van onderhoud aan de rijshoutdammen in het derde bezinkveld om ruimte voor dynamiek en natuurlijke kwelderontwikkeling mogelijk te maken.

Conclusies

Peazemerlannen

Opslibbing pq's

- In de Peazemerlannen was er over de periode 2007-2021 bij alle pq's gemiddeld een toename van de maaiveldhoogte.
- Bij ruim 3/4 van de pq's is de opslibbing voldoende om de gemeten bodemdaling over 2007 t/m 2021 (3,5 mm/j) en een GHW-stijging van 2 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2021) bij te houden. Bij deze groep zitten twee pq's met een opslibbing die maar net boven de benodigde 5,5 mm/j ligt. Hier speelt de grote afstand tot een sedimentbron (wad of kreek) of de nabijheid van een poel (verweking en uitdroging) een rol, net zoals in eerdere jaren.
- Er zijn elf pq's die een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 5,5$ mm/j. De locatie (hooggelegen zomerpolder, naast of in een poel, grote afstand tot wad of kreek) al dan niet in combinatie met vertrapping door beweiding of de afwisselend natte en droge bodem van een poel waardoor verweking/erosie en inklink optreedt, is bepalend voor de lage opslibbing. Zodra een poel weer gedraineerd wordt, door aansluiting op een kreek via van nature voorkomende terugschrijdende erosie, zal ook de sedimentaanvoer en vegetatieontwikkeling op gang komen.
- Wat bij een aantal pq's met een beperkte opslibbing ook nog een rol gespeeld kan hebben is dat in 2018, 2019 en 2021 (op vrij grote schaal) schapenbeweiding heeft plaatsgevonden in een deel van de westelijke kwelder, wat bij enkele pq's tot vertrapping en daarmee inklink heeft geleid. Verder waren 2018, 2019 en 2020 erg droge jaren, wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019.
- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. Nu wordt er gemiddeld een opslibbing van 2 mm/j gemeten. Dat is genoeg om de GHW-stijging bij te houden, maar niet de daar bijkomende bodemdaling. De beperkte aanvoer van sediment (o.a. blokkade 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 lage opslibbing, in verhouding tot de kwelder.

Verder heeft ook compactie, veroorzaakt door de beweiding (vertrapping), invloed op de maaiveldhoogte en drainage in de zomerpolder. In droge jaren kan daar nog inklink door uitdroging aan worden toegevoegd.

- 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 en beter blijft liggen.

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 opslibbingsbalans, die bij de meeste pq's positief was. Er waren geen pq's die regressie van de vegetatie vertoonden. Dit laat zien dat er tot nu toe, zelfs bij een negatieve opslibbingsbalans (al dan niet als gevolg van bodemdaling), geen kritische grens is overschreden met gevolgen voor de vegetatie. Gezien de huidige snelheid van bodemdaling past dat bij de verwachting. 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 geen regressie van de vegetatie tot gevolg had.
- Het effect van de beweiding met schapen in het meest westelijke deel van de kwelder in 2018, 2019 en 2021 op de vegetatie is duidelijk zichtbaar. Mogelijk hebben de drie droge groeiseizoenen van 2018-2020 mede gezorgd voor de veranderingen.

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

- De trend die op basis van de vegetatiekaarten kan worden waargenomen is er een van natuurlijke successie/veroudering en uitbreiding van het areaal, met name (pre-) pionierzone, die ook na de start van de gaswinning is doorgegaan. Kanttekening hierbij is wel dat het de ontwikkeling tot 2014 betreft, omdat de nieuwe VEGWAD-kaart met de situatie van 2020 nog niet verschenen is.

Referentiegebied

Opslibbing en vegetatieontwikkeling pq's

- De meetpunten in het referentiegebied vertoonden een lagere gemiddelde opslibbing dan in de Peazemerlannen. 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 waarvan het maaiveld lager ligt dan in 2007 echter >50% van het totale aantal. De oorzaak hiervan ligt bij de meeste meetpunten niet aan wegspoelen van sediment (erosie) of afgenomen opslibbing, maar aan een verlaging van het maaiveld door vertrapping en compactie veroorzaakt door beweiding, die sinds 2013 op verschillende locaties is gestart of is toegenomen.
- Ondanks deze lagere gemiddelde opslibbing en beweiding vertoonden de meetpunten wat vegetatie betreft een beter met de Peazemerlannen vergelijkbaar beeld: een stabiele vegetatie bij de meeste pq's en in enkele gevallen (lichte) successie. Beweiding is de meest waarschijnlijke oorzaak van de (lichte) regressie bij enkele 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 (en daarmee meestal ook de redoxpotentiaal) beïnvloed, wat grote gevolgen voor de

vegetatiesamenstelling kan hebben. De verschuiving van Zoutmelde naar een grotere bedekking door Kweldergras in een aantal pq's is waarschijnlijk ook veroorzaakt door beweiding.

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

Ook in het referentiegebied is de waargenomen trend op basis van de vegetatiekaarten over de periode 2002-2014 een van natuurlijke successie/veroudering. Successie is ook een reden voor het afgenomen areaal aan pioniervegetatie. Omdat de beschermende werking van de dammen aan de wadkant tegenwoordig ontbreekt door afbouwen van het damonderhoud daar, heeft er geen aangroei kunnen plaatsvinden van de pioniervegetatie richting wad.

Aanvullende meetpunten (ter referentie)

Hoewel "een tweede Peazemerlannen" het meest ideaal zou zijn als referentiegebied, lijken de aanvullende meetpunten in de drie gebieden, die onderling wel verschillen, gemiddeld een goed beeld te kunnen geven van de historische opslibbing en vegetatie-ontwikkeling in de vastelandskwelders. Zodoende kunnen ze vervangend vergelijkingsmateriaal bieden voor de Peazemerlannen, nu de bestaande referentiepunten in Groningen minder geschikt zijn geworden door beweiding. Ook bij de aanvullende meetpunten zullen elk jaar echter vermoedelijk punten afvallen na vertrapping, indien beweiding ingevoerd of uitgebreid wordt.

Omggaan met veranderingen in het beheer

Beweiding

Vanaf 2018 komt bij enkele pq's in de westelijke kwelder van de Peazemerlannen soms schapenbeweiding voor. In het referentiegebied vormt de sinds 2013 toegenomen beweiding een knelpunt voor de bruikbaarheid van met name de pq-gegevens als referentiewaarden, zowel voor de opslibbing als de vegetatieontwikkeling. Het gevoerde beweidingsbeheer heeft een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (door vertrapping en compactie) en de vegetatie (door verjonging/regressie en vertrapping) en lokaal ook op de drainage. Omdat in de literatuur al veel bekend is over de effecten van beweiding en drainage op de vegetatieontwikkeling, wordt deze kennis benut bij het beoordelen van eventuele gemeten veranderingen.

De extra meetpunten, die gebruikt worden ter aanvulling van de oorspronkelijke referentiemeetpunten, blijken een goed alternatief, ook al is voor die meetpunten geen garantie te geven dat ze niet ook ooit door beweiding onbruikbaar zullen raken.

Herinrichting Peazemerlannen

It Fryske Gea heeft in 2020 een nieuw beheer- en inrichtingsplan voor de Peazemerlannen uitgewerkt. Aanvankelijk was het streven om na het broedseizoen 2021 met de herinrichting te beginnen, maar dat is uitgesteld naar 2022. Een deel van de kwelder gaat beweid worden met koeien en het oostelijke deel van de zomerpolder gaat verkwelderd worden. Er is bij de plannen geprobeerd rekening te houden met de monitoring, maar effecten geheel uitsluiten is niet mogelijk. Er kan o.a. verwacht worden dat de opslibbing in het oostelijke deel van de zomerpolder na verkwelderen zal toenemen en die in het westelijke deel van de zomerpolder door gebruik van stuwen mogelijk iets zal afnemen. Zolang de geplande beweiding van de kwelder beperkt blijft tot de delen zonder meetpunten, wordt daar geen effect van verwacht op de monitoring. Gezien het grote effect dat de onbedoelde beweiding door schapen gedurende 2 jaar in (een deel van) de westelijke kwelder heeft gehad op de metingen en de ervaring in de referentiegebieden, is het wel van groot belang dat koeien nooit bij de meetpunten kunnen komen.

Ingrepen in het drainagepatroon (geulen en greppels) in verband met veeveiligheid in het beweidingsgebied zullen waarschijnlijk vooral ter plekke een effect hebben op ontwatering en opslibbing, maar niet op de meetpunten, omdat die buiten het beweidingsgebied liggen.

Eindconclusies

- Hoewel de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) niet bij alle meetpunten in de Peazemerlannen gecompenseerd wordt door de opslibbing, heeft dit geen regressie van de vegetatie tot gevolg gehad.
- Factoren die gekoppeld konden worden aan een tijdelijk/jaar-effect op de vegetatie waren met name een slechte ontwatering (vernatting), droogte en beweiding.
- Uit de vlakdekkende vegetatiekaarten en de waarneming van de zich uitbreidende en dichter begroeid rakende pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen komt een beeld naar voren van successie.
- Een vertraagde netto-ophoging van het maaiveld tijdens de bodemdalingsperiode zou de veroudering van de kweldervegetatie op den duur mogelijk lokaal iets kunnen vertragen. Aangezien veroudering/successie de trend is, zou dit gezien kunnen worden als een tijdelijk positief neveneffect van gaswinning, maar de verwachte bodemdaling is te beperkt om het 'verouderingsprobleem' grootschalig en langdurig tegen te gaan.
- De hoofdconclusies die in dit rapport getrokken kunnen worden na 14 jaar monitoring wijken hiermee niet af van die in de evaluatie na 11 jaar monitoring of die in het vorige jaarrapport.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Midden jaren '90 heeft de Nederlandse Aardolie Maatschappij (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 bodemdalingssnelheid 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.

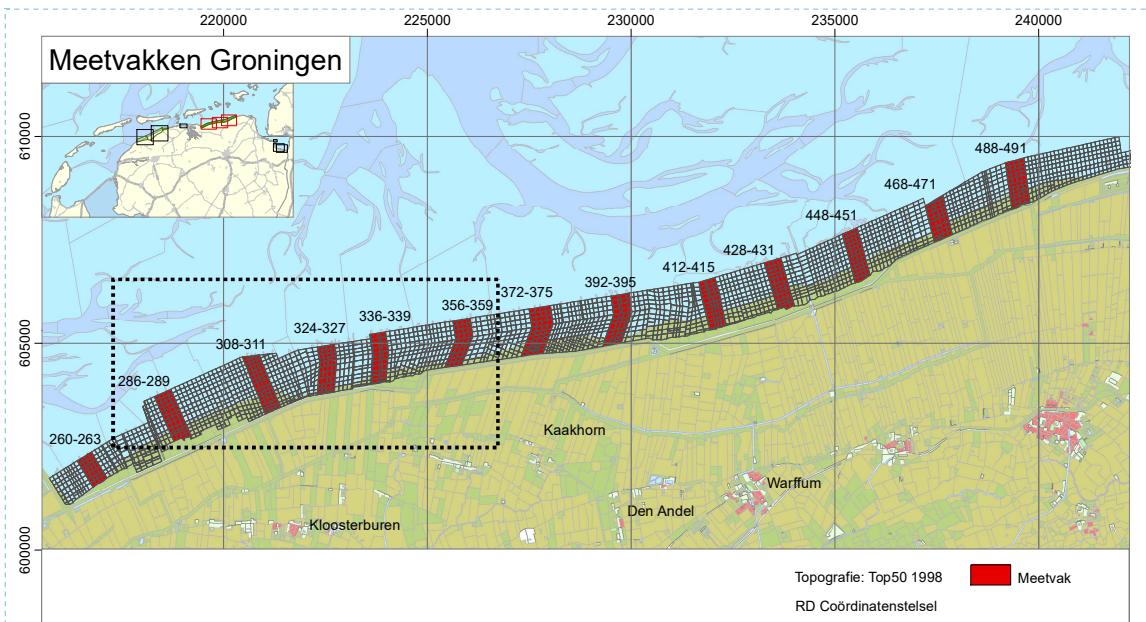
1.2 Keuze referentiegebied

Voor NO-Friesland was 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 opgebouwd door het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en Alterra- Texel. Na aanbevelingen van 2 audits betreffende het bodemdalingonderzoek Ameland bleek een nul-referentie zonder bodemdaling echter ook wenselijk.

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 en verwerking van de verzamelde gegevens plaats in samenwerking met het Rijksinstituut voor Natuuronderzoek (RIN) op Texel en daaruit door fusies, afsplitsingen of naamswijzigingen

ontstane ‘vervolg-instituten’ (IBN, Alterra, Imares en Wageningen Marine Research) en vanaf 2016 ook met *Artemisia*. 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 een vergelijking te maken met andere kwelders en schorren in Nederland.



Figuur 1.1 Nummering meetvakken Rijkswaterstaat in de Groninger kwelderwerken (Van Duin et al., 2016). = 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 eerdere studies naar mogelijke effecten van gaswinning, waaronder de bodemdalingsstudie van 1993 (Oost & Dijkema, 1993) en de Integrale Bodemdalingsstudie Waddenzee (Oost *et al.*, 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").

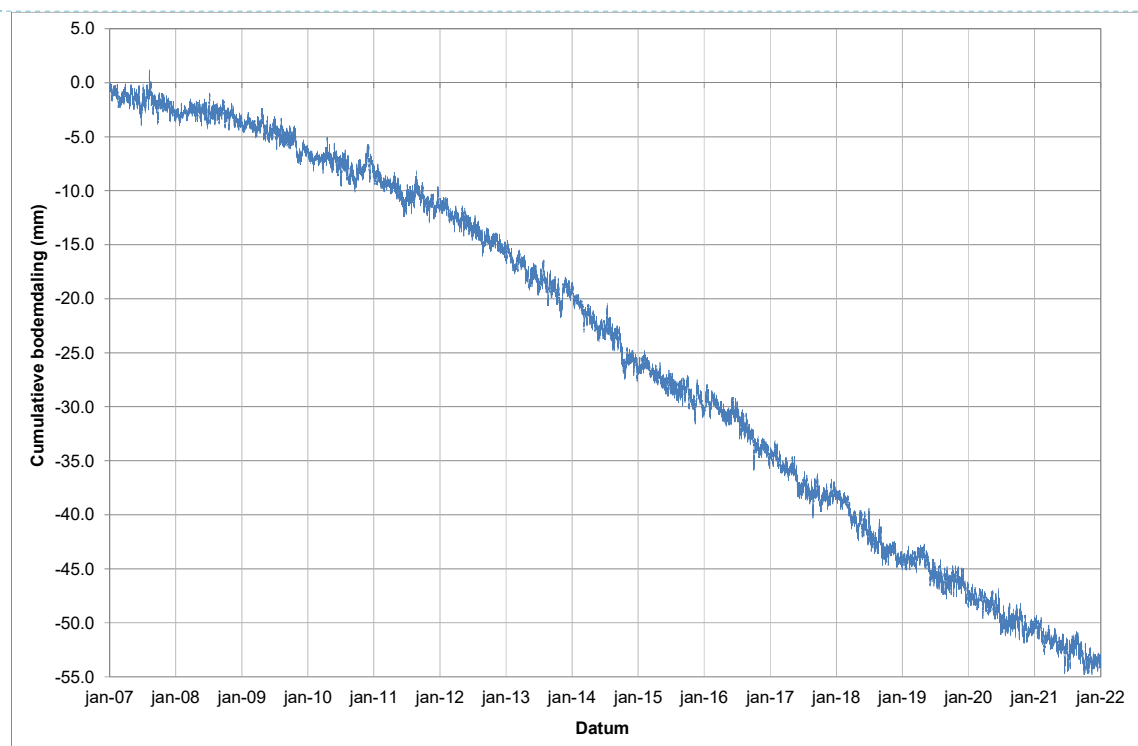
Vijf van de aan de westkant gelegen meetvakken van Rijkswaterstaat (RWS) in de kwelderwerken van Groningen zijn bij de start van de monitoring gekozen als referentie voor de Peazemerlannen (Figuur 1.2) vanwege de lange reeks beschikbare gegevens (1960-heden) betreffende opslibbing en vegetatie-ontwikkeling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

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 worden vanaf het evaluatierapport 2007-2018 (Van Duin, 2019) ook in de jaarrapportages vermeld en beknopt behandeld.

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).



Figuur 1.3 De door gaswinning veroorzaakte diepe bodemdaling (mm) gemeten met behulp van de continue GPS-logger van de locatie Moddergat. Op basis van deze metingen is in dit rapport over de monitoringperiode van 2007-2021 een gemiddelde daling van 3,5 mm/j aangehouden.

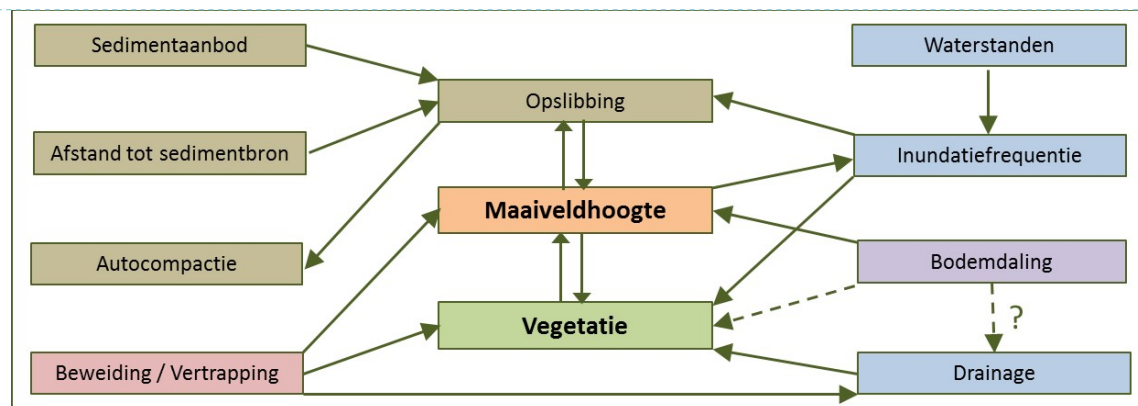
Op basis van de bodemdalingsdata van 1-1-2007 tot en met 31-12-2021 is in het voorliggende rapport gewerkt met een gemiddelde daling van 3,5 mm/j.

- 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.
- De basisgegevens (10-minuten-waarden) betreffende de getijhoogtes van meetstation Lauwersoog worden jaarlijks via <https://www.rijkswaterstaat.nl> aangevraagd. Deze gegevens komen meestal in de loop van januari van het opvolgende jaar beschikbaar. Op basis van die gegevens worden de gemiddeld hoogwaters en overstromingsfrequenties berekend.
- 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 (gewasverdamping volgens Makkink) wordt gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens voor Lauwersoog (station 277).
- 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

De opslibbingssnelheid en samenstelling van de kweldervegetatie zijn onder andere afhankelijk van de overvloedingsfrequentie (de regelmaat waarin het gebied onder water staat), die op haar beurt in belangrijke mate wordt bepaald door de hoogte van het maaiveld. Aangezien de bodemdaling direct de hoogte van het maaiveld beïnvloedt, kan bodemdaling consequenties hebben voor zowel de vegetatiesamenstelling als de opslibbingssnelheid. De terugkoppeling tussen hoogteligging en opslibbingssnelheid kan er echter voor zorgen dat de opslibbing de bodemdaling compenseert, wanneer sedimentbeschikbaarheid en transportcapaciteit voldoende zijn (Figuur 1.4). Daarnaast zijn de afstand tot het wad of tot kreken (de bronnen van het sediment) zeer belangrijk voor de snelheid van opslibbing (Stoddart *et al.*, 1989; Van Duin *et al.*, 1997; Esselink, 2000), vaak zelfs van groter belang dan de hoogteligging. Stormen spelen een grote rol bij de variatie van de opslibbing in de ruimte en in de tijd (Kamps, 1956, 1962; Van Duin *et al.*, 1997).



Figuur 1.4 Factoren die een rol spelen bij de maaiveldhoogte- en vegetatie-ontwikkeling op vastelandskwelders.

1.4.1 Opslibbingsbalans en zonehypothese ¹

In de Integrale Bodemdalingsstudie 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 jaargemiddelde waterstand, opslibbing en bodemdaling opschuiven.
- 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. Redenen daarvoor zijn: 1) Binnen een termijn van tien jaar zijn de jaar-op- jaar-veranderingen in GHW van meer belang; 2) De planten groeien lang niet altijd op de ondergrens van hun zone (Van Duin *et al.*, 1997).

1.4.2 Huidige uitgangspunten

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 bleek echter dat zelfs een dergelijk 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 krekten.
- Op hooggelegen delen van de kwelder wordt de vegetatiezoning, behalve door drainage, ook bepaald door het zoutgehalte van de bodem en concurrentie tussen de plantensoorten.
- De afstand tot het wad of tot krekten (de bronnen van het sediment) blijkt minstens zo belangrijk te zijn voor de snelheid van opslibbing als de hoogtelegging.
- Er treedt soms lokaal regressie van de vegetatie op, maar die is niet per definitie negatief.

¹ De opslibbingbalans is het verschil tussen de gemeten opslibbing (inclusief autocompactie en vertrapping, in geval van beweiding) en bodemdaling. Bij onvoldoende compensatie van de bodemdaling door opslibbing daalt het maaiveld en is de opslibbingbalans negatief.

De zonehypothese, die in 1986 is opgesteld voor Ameland om de mogelijke effecten van bodemdaling op de vegetatie te helpen verklaren, gaat uit van effecten van bodemdaling op de kweldervegetatie indien de maaiveldhoogte daalt, d.w.z. indien de opslibbingbalans negatief is.

Bij de monitoring in de Peazemerlanden worden deze uitgangspunten ook gebruikt. Om de effecten van de gaswinning en de hieruit voortkomende bodemdaling op de Peazemerlanden in kaart te brengen resulteert dat in de volgende te beantwoorden hoofdvragen:

1. Wat is de verandering van maaiveldhoogte (bodemdaling + opslibbing) en hoe verhoudt deze zich tot de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) en grenswaarde (10-15 cm onder de ondergrens van een vegetatiezone) voor maaivelddaling voor de vegetatiesamenstelling?
2. Wat zijn de veranderingen in vegetatie (successierichting) en areaal van de vegetatiezones, en welke factoren, incl. opslibbingbalans, ontwatering, beweiding, veranderingen in GHW, kunnen de verandering verklaren? Hierbij moet ook aandacht zijn voor eventuele cumulatie van effecten veroorzaakt door deze factoren.

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 hierna 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. Aan het eind van het jaar worden de verzamelde gegevens uitgewerkt en verwerkt tot een jaarverslag of evaluatierapport (ca. om de 5-6 jaar).

Het eerste jaarrapport uit 2007 wordt jaarlijks uitgebreid met de meest recente gegevens en een aantal basiszaken wordt in elk vervolgrapport opgenomen, zodat voor een overzicht van de beschikbare informatie steeds alleen het laatste jaarrapport of evaluatierapport 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, bv. om een langjariger trend te tonen, worden oudere data ook weergegeven. Voor aanvullende informatie en een korte historische beschrijving van het gebied wordt verwezen naar van Duin *et al.* (1997 en 2007) en Wiersma (2018).

2.2 Monitoring

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/inklink² 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, klink en krimp van de bodem in de zomer en compactie of vertrapping in het beweidingsseizoen).
- De vegetatieopnames zijn in 1995 en 1996 en daarna vanaf 2000 elk jaar volgens de decimale 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. Dit is een bestaande, structureel vastgelegde monitoringactiviteit door RWS (VEGWAD-programma). De meest recente vegetatiekaart van de vastelandkwelders in Groningen en Friesland (incl. Peazemerlannen) is van 2014 (opgeleverd eind 2016). In 2020 zijn luchtfoto's gemaakt, die zijn uitgewerkt en gecontroleerd in het veld in 2021. De oplevering van de nieuwe vegetatiekaart wordt verwacht in april/mei 2022. Omdat deze kaart dus nog niet

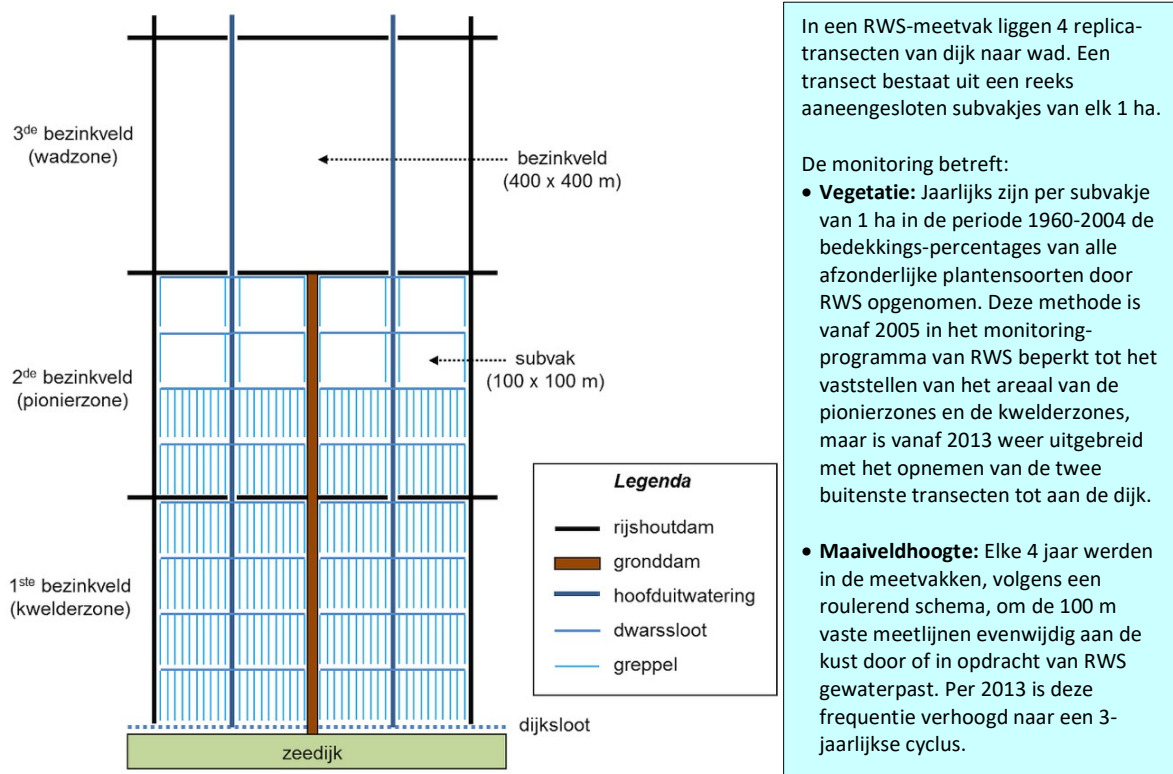
² Het bepalen van de balans tussen opslibbing, bodemdaling en veranderingen in GHW is een beproefde methode in de lopende monitoringsprogramma's waaronder die op Ameland (monitoring effecten bodemdaling door gaswinning). De methode wordt o.a. aanbevolen door de Raad voor de Natuur in haar advies over bodemdaling door gaswinning. De methode is gebaseerd op opslibbing/inklinkmetingen gekoppeld aan pq's. Deze metingen vormen een betrouwbare basis voor interpretatie van de waargenomen processen op één bepaalde locatie.

beschikbaar was ten tijde van de afronding van het voorliggende rapport, zal deze pas in het volgende jaarrapport worden behandeld.

2.2.2 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 uitbesteed via de aannemer die het onderhoud aan de rijshoutdammen 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 bodemdalingsstudies 1993, 1999 en 2004 een grote rol voor de NAM gespeeld.



Figuur 2.1 Schematische voorstelling van de opbouw van een meetvak.

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

1. **Puntmetingen: SEB-opslibingsmetingen** 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 bestaand 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: vegetatiekartering.** 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 andere kwelders en schorren in Nederland. De meest recente beschikbare vegetatiekaart van de vastelandkwelders in Groningen en Friesland, incl. Peazemerlannen, is van 2014 (opgeleverd eind 2016; *Bijlage A*).

2.2.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

In het referentiegebied is de laatste jaren steeds meer beweiding gekomen na uitvoering van het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor is er echter in toenemende mate vertrapping opgetreden bij diverse pq's. Dit maakte het steeds moeilijker om een goede vergelijking met de Peazemerlannen te maken. Aanpassing of uitbreiding van het aantal meetpunten in het referentiegebied zou dit probleem niet oplossen. Als alternatief zijn gegevens gebruikt afkomstig van meetpunten uit het SEB-meetnet, dat vanaf 1993 is opgebouwd en via verschillende projecten steeds verder is uitgebreid met nieuwe locaties. Van de locaties Noord-Friesland Buitendijks (drie deelgebieden in de Friese kwelderwerken tussen Hallum en Ferwerd), Holwerd (oostelijk van de pier naar Amelanderveerboot) en Julianapolder (ligt binnen de kwelderwerken van west-Groningen) zijn gegevens over de periode 2007-2020 van opslibbings- en vegetatiemeetpunten, die de afgelopen jaren onbeweid en/of niet vertrapt zijn, gebruikt als aanvulling op (of ter vervanging van) de gegevens van de referentiemeetpunten. Het betreft in alle gevallen puntmetingen (SEB- en vegetatie(pq)-meetpunten).

2.3 Keuze ligging pq's

2.3.1 Peazemerlannen

De meetpunten in de Peazemerlannen waren van 1995 tot 2007 verdeeld over vijf groepen gebaseerd op de belangrijkste vegetatiezones. Deze 30 permanente kwadraten (verder pq's genoemd) in de Peazemerlannen, drie in zomerpolder en 27 in kwelder, zijn uitgebreid naar 48 pq's (*Tabel 2.1* en *Figuur 2.2*), zodat er vanaf 2007 zes 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.

De verdeling van de pq's over de vegetatiezones anno 2007 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 principe onbeweid, dus daar hoefde geen rekening mee gehouden worden bij de ligging van de pq's.

Tabel 2.1 Verdeling van de pq's over de verschillende vegetatiezones (anno 2007) in de Peazemerlannen en het referentiegebied Groningen.

Vegetatiezone volgens SALT97	Aantal pq's Peazemerlannen	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: middelhoge kwelder	15	8
Zomerpolder hoog/Boerenkwelder	3	1
Zomerpolder laag (12: pionierzone en 22: lage kwelder met pioniersoorten)	3	-
Totaal	48	29

Met het oog op de door It Fryske Gea (IFG) geplande verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder in de Peazemerlannen (start werkzaamheden gepland na broedseizoen 2021) zijn daar op 7 nov. 2019 drie pq's/SEB-meetpunten in het hoger gelegen deel uitgezet, in aanvulling op de drie al sinds 2007 aanwezige meetpunten in het laaggelegen deel. De zomerpolder in het oostelijke deel is daardoor nu met zes meetpunten vertegenwoordigd. Gegevens van de drie nieuwe punten zullen worden toegevoegd aan een volgend jaarrapport, zodra er voldoende data verzameld zijn.

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 opslibbingsmetingen 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 slijkgas 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 een 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.

- **Middelhoge 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 middelhoge kwelder 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 middelhoge kwelder 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 gesproken, 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 soortencombinaties zorgen er daardoor 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.



Figuur 2.2 Overzicht Peazemerlannen en ligging van de 48 SEB- en vegetatiemeetpunten. (Foto: Google Earth)

2.3.2 Meetpunten referentiegebied

De verdeling van de pq's over de vegetatiezones anno 2007 voor het referentiegebied is weergegeven in *Tabel 2.1*. De keuze voor deze verdeling is met name gekoppeld aan de vegetatiezones die in de Peazemerlannen worden onderzocht.

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 dat heeft niet voldoende het gewenste effect gehad.
- De vertrappingsintensiteit blijven vastleggen en in een aparte tabel opnemen in de rapportages (zie Bijlage D).
- Onbeweidde meetpunten uit het SEB-meetnet van *Artemisia* en Wageningen Marine Research waar al vanaf eerder dan 2007 opslibbings- en vegetatiemetingen worden gedaan, indien nodig toevoegen aan de rapporten als alternatieve referentiepunten om een aanvullend beeld te krijgen van trends in opslibbing en vegetatieontwikkeling. Dit is vanaf het evaluatierapport 2007-2018 gedaan (Van Duin, 2019; zie ook § 2.3.3).

2.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

Net zoals bij de meetpunten in West-Groningen is bij de meetpunten, die ter aanvullende/vervangende referentie ingezet worden, met name gekeken naar pq's die rond 2007 een ligging hadden in een met de Peazemerlannen vergelijkbare vegetatiezone in dat jaar. Er zijn uit drie gebieden aanvankelijk 64 pq's geselecteerd waar geen beweiding (of hooguit extensieve beweiding met weinig tot geen effect op de meetpunten) heeft plaatsgevonden (*Tabel 2.2*). Ten opzichte van de vorige rapportage is 1 meetpunt uit deze serie afgevallen wegens vertrapping door uitbreiding van beweiding. Bij de aanvullende meetpunten worden de opslibbings- en vegetatiemetingen net zo uitgevoerd als in de Peazemerlannen en het referentiegebied, zij het dat in Holwerd de vegetatiemetingen t/m 2017 volgens de Tansleyschaal gingen en pas vanaf 2018 volgens de schaal van Londo. Het vegetatietype voor de jaren 2007-2017 is daardoor in sommige gevallen (met name bij een lage bedekking) wat lastiger te bepalen. De uitwerking van de gegevens van de aanvullende meetpunten is beknopt gehouden.

Tabel 2.2 Verdeling van de meetpunten die in 2021 ter aanvulling van de referentiemeetpunten zijn gebruikt over de verschillende vegetatiezones (anno 2007) per deelgebied.

Vegetatiezone volgens SALT97	Aantal pq's		
	Noord-Friesland Buitendijks	Holwerd(Fr.)	Julianapolder(Gr.)
Kaal wad	-	-	1
11: pre-pionierzone	2	1	-
12: pionierzone	3	1	3
22: lage kwelder met pioniersoorten	3	-	-
21: lage kwelder (en/of in kom)	6	21	5
32: middelhoge kwelder (met Zeekweek)	-	13	4
Totaal	14	36	13

2.4 Opslibbing (SEB-meting bij pq's)

Van 2007-2021 is twee maal per jaar (in maart en augustus/september) de opslibbing gemeten met de Sedimentatie-Erosie-Balk (Van Duin *et al.*, 2007), in principe bij alle 48 punten in de Peazemerlannen, de 29 punten in het referentiegebied Groningen en de punten in de aanvullende referentiegebieden. Deze metingen zijn gekoppeld aan de vegetatie-opnames in de pq's.

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 vegetatietyologie 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 vaak 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 die bijvoorbeeld wordt toegepast in de Kwelderwerken (beheeronderzoek) en op Ameland (monitoring effecten 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 Peazemerlannen en op Ameland in het verleden is het volgende reeds geleerd:

- Uit een vergelijking van de theoretische ondergrenzen van de vegetatiezones (*Tabel 2.3*) met de gemeten gemiddelde ondergrenzen in de Peazemerlannen in 2007 blijkt dat de vegetatiezones >30 cm boven de betreffende ondergrens liggen. De uitkomsten van de kweldermonitoring op Ameland hebben echter 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 Peazemerlannen 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 2.3 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
Middelhoge 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.

Afgesproken is om ongeveer 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, erg nauwkeurig 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 sluielhoogte).

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 vanwege zichtbare verstoringen. In de Peazemerlannen bleek het grondanker van NAP-bout 2G0090 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 NAP-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.

Er is nog niet besloten wanneer een volgende controlemeting gaat plaatsvinden.

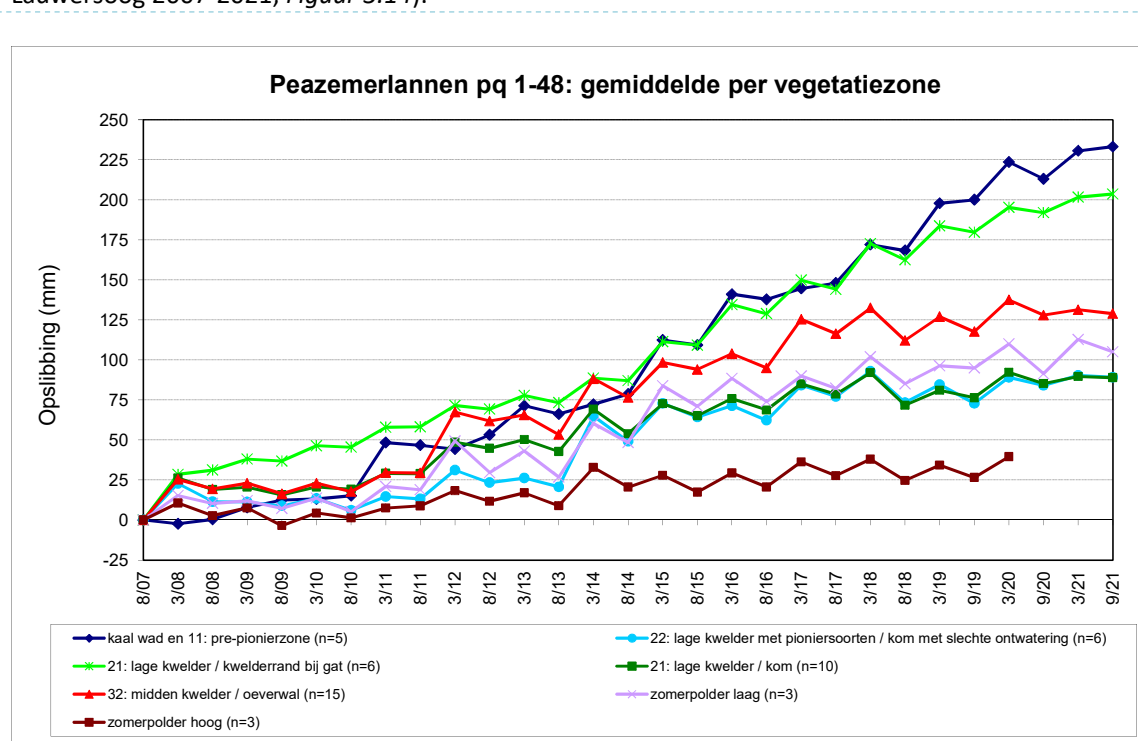
3. Resultaten en discussie

3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen)

3.1.1 Peazemerlannen

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

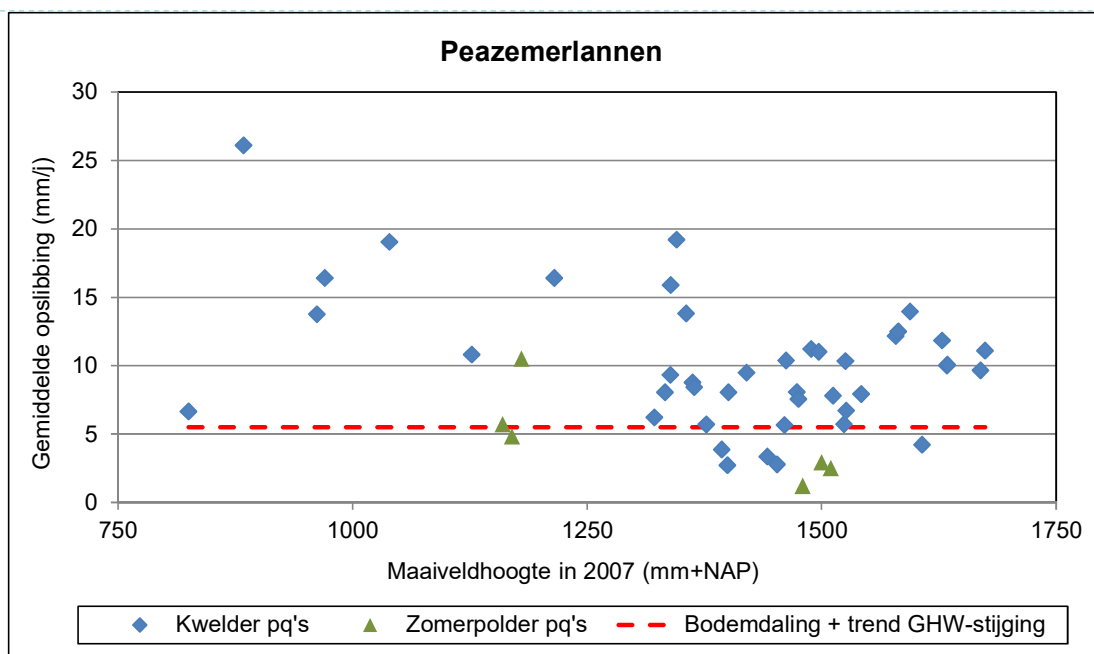
In de Peazemerlannen was er over de periode 2007-2021 bij alle pq's waar gemeten is gemiddeld een toename van de maaiveldhoogte. De gemiddelde jaarlijkse netto-opslibbing in de pionierzone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 6-15 mm/j (Figuur 3.1). In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 7 mm/j in de lage delen aan de oostkant. Voor de kortgegrasde hoger gelegen delen aan de westkant kan weer alleen de opslibbing uit het jaarrapport over de periode 2007-2019 herhaald worden (2 mm/j), omdat in 2020 en 2021 SEB-palen zijn afgemaaid waardoor geen meting gedaan kon worden. De palen worden herplaatst als de herinrichtingswerkzaamheden in het gebied zijn voltooid. Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 17 mm/j (Figuur 3.1). Tussen meetpunten in dezelfde vegetatiezone waren soms wel grote verschillen, vooral in de laaggelegen pre-pionierzone (zie ook Tabel 3.1), omdat daar naast de dynamiek ook de vegetatiebedekking sterk kan verschillen, waardoor sediment op de ene locatie beter wordt vastgelegd dan op de andere. De opslibbing van alle afzonderlijke meetpunten is weergegeven in Bijlage B. De gemiddelde bodemdaling van 2007 t/m 2021 was 3,5 mm/j (Figuur 1.3) en de GHW-stijging 2 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2021; Figuur 3.14).



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 Peazemerlannen van 2007-2021. Data betreffende de zomerpolder-hoog vanaf 9/20 ontbreken wegens het afmaaien van de SEB-palen.

Er zijn elf meetpunten die over de afgelopen 14 jaar een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 5,5$ 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 twee met een gemiddelde opslibbing die daar maar net daarboven ligt (< 6 mm/j opslibbing). De eerste categorie betreft drie pq's in het westelijke deel van de zomerpolder (pq 1, 2 en 3) en een in het oostelijke deel (pq 48), een in een poel (pq 17; afwisselend verweking en uitdroging), twee vlakbij een poel (pq 33 en 43; vaak vrij vochtig), drie ver weg van het wad en sediment aanvoerende geulen (pq 16, 21, 30) en tot slot en pq 4 die eerder al een lage opslibbing had, maar ook enkele jaren door onbedoelde schapenbeweiding is vertrapt. Tot de tweede categorie behoort een ver weg van het wad en sediment aanvoerende geulen (pq 5) en een vlakbij een poel (pq 31). Wat bij een aantal van deze pq's met een beperkte opslibbing een rol gespeeld kan hebben is dat 2018, 2019 en 2020 bijzonder droog waren wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019. Als laatste mogelijke oorzaak wordt gewezen op de schapenbeweiding die in 2018, 2019 en 2021, soms op vrij grote schaal, heeft plaatsgevonden in een deel van de westelijke kwelder, wat bij enkele pq's tot vertraging en inklinking heeft geleid.

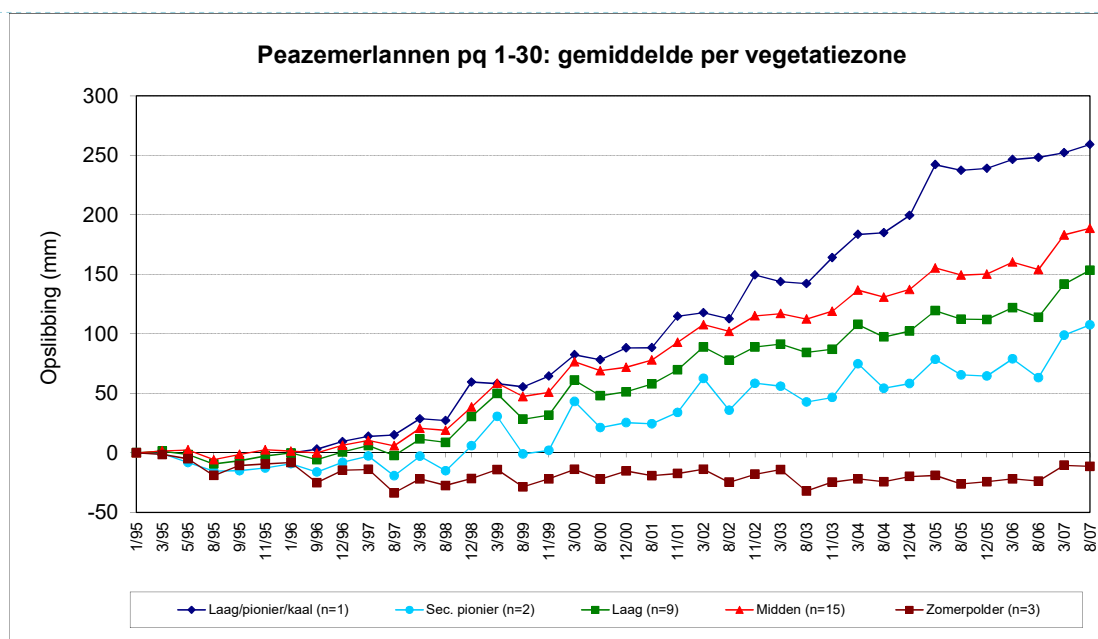
In sommige gevallen kan een aanvankelijke achterstand echter in één of enkele jaren worden ingelopen. Na stormen in het herfst/winterseizoen kunnen grote hoeveelheden sediment, die tijdens de zomer op het voorliggende wad zijn opgehoopt, verplaatst worden naar de kwelder. Dit is te zien aan de hoge opslibbing in de meeste vegetatiezones die vaak in maart na stormen wordt gemeten. Er wordt dan ook uitgekeken naar de resultaten van maart-meting in 2022, omdat verwacht wordt dat door de drie opeenvolgende februari-stormen veel sediment in de kwelder is afgezet. Bij de metingen in augustus blijkt wel vaak dat dit vers gedeponeerde sediment door uitdroging sterk is ingeklonken waardoor de in maart gemeten ophoging (deels) teniet is gedaan.



Figuur 3.2 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per pq over de periode 2007-2021 in de Peazemerlannen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling over de periode 2007 t/m 2021 van 3,5 mm/j (zie ook Figuur 1.3) + de trend in GHW-stijging van 2 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 2007 t/m 2021 (zie Figuur 3.14).

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 2007-2019 (hier is 2019 aangehouden wegens het ontbreken van gegevens uit 2020) een gemiddelde toename in maaiveldhoogte van 2 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 snelle gevolgen voor de vegetatie hebben (bv. afsterven van soorten waardoor kale plekken ontstaan).



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

Een exacte vergelijking met de opslibbing per vegetatiezone van 1995-2007 is lastig, omdat het aantal pq's en de indeling van de pq's in de vegetatiezones door successie veranderd is (zie *Figuur 3.3*).

Vergelijking SEB-metingen met spijkermetingen NCA

Natuurcentrum Ameland (NCA) voert in het kader van hetzelfde monitoringonderzoek betreffende de gaswinning bij Moddergat-Lauwersoog wadsedimentatiemetingen uit, o.a. bij de Peazemerlannen. Bij deze metingen (zie Krol, 2022) 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 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* (gestart door Imares) vanaf augustus 2007 t/m augustus 2021 loopt, zijn de al langer lopende metingen van NCA ook over deze periode berekend (zie *Tabel 3.1*). De data zijn ook op een kaartbeeld weergegeven in *Figuur 3.5a*.

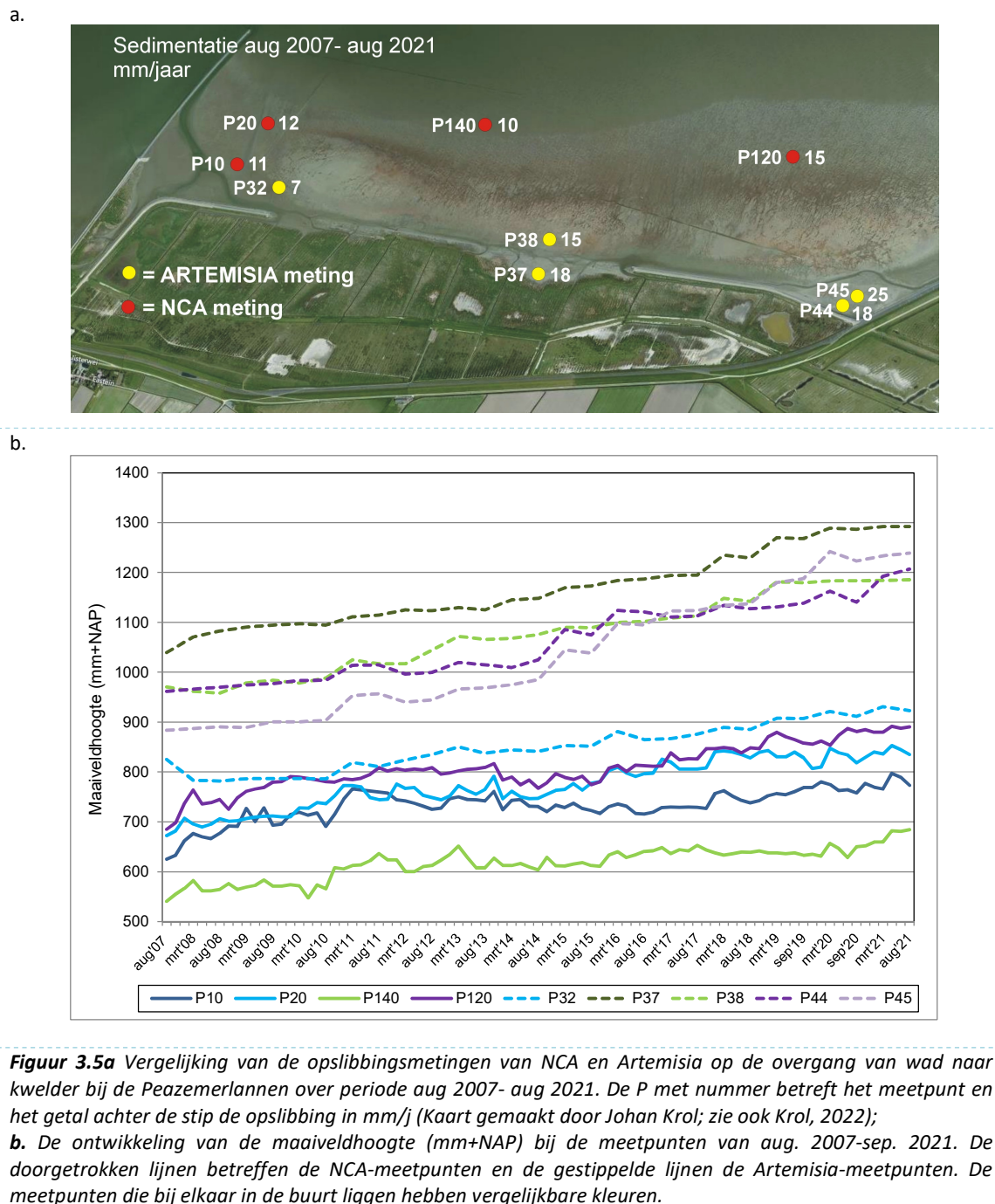
Alle meetpunten laten een opslibbing zien die (ruim) voldoende is om 3,5 mm/j de bodemdaling en 2 mm/j GHW-stijging te compenseren. P32 zit na een periode van erosie bij de start van de metingen gevolgd door verschillende jaren van opslibbing ook net boven deze grens. De gemiddelde sedimentatie van alle meetpunten samen is 14 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 § 3.4.1). Hierdoor neemt de opslibbing ook toe. In de zuidoosthoek, tegen de dijk aan, ontwikkelt zich zelfs een smalle strook waarin ook al lage kweldersoorten te vinden zijn.

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 2021 (mm/j)
P10 (NCA)	10,5
P20 (NCA)	11,5
P32 (Artemisia)	6,8
P140 (NCA)	10,2
P37 (Artemisia)	18,1
P38 (Artemisia)	15,4
P120 (NCA)	14,6
P44 (Artemisia)	17,5
P45 (Artemisia)	25,4
Gemiddeld	14,4



Figuur 3.4 Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij pq 38 (boven) en pq 45 (onder). Links situatie in aug/sept 2007 en rechts die in 2021.



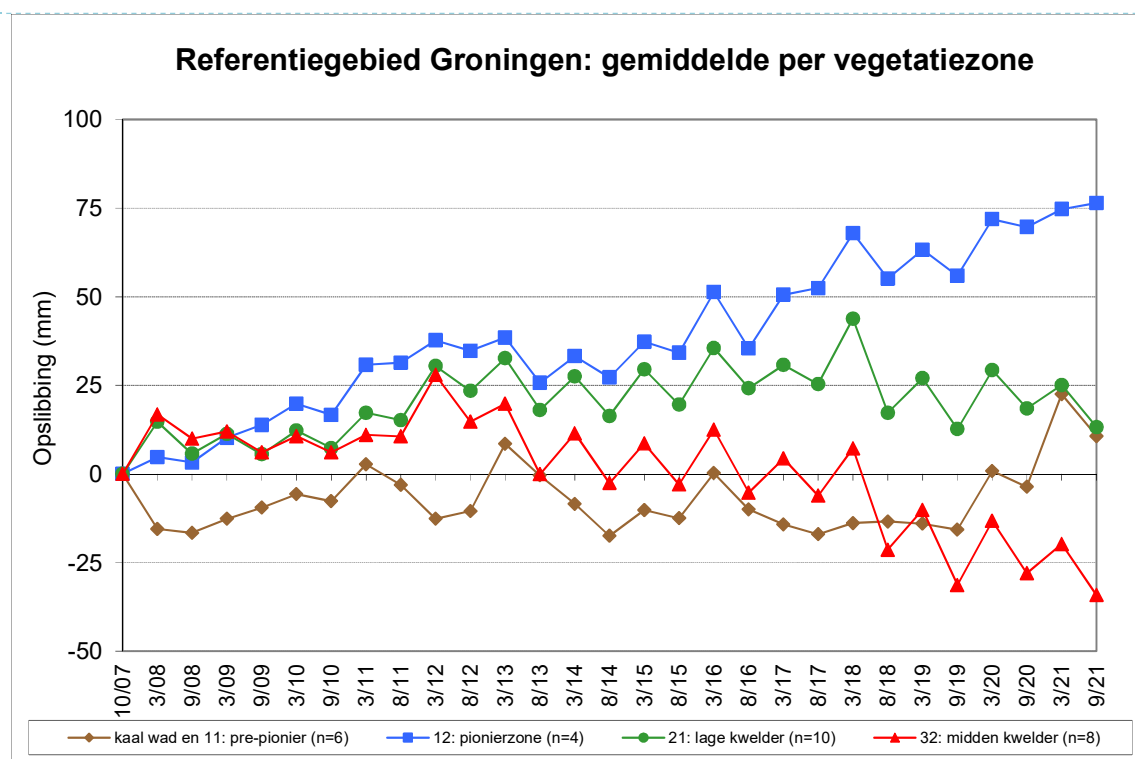
In *Figuur 3.5b* is de verandering in maaiveldhoogte van alle meetpunten in de tijd uitgezet. Ondanks de verschillende methodes, het feit dat ze niet als ‘replica-meetpunten’ zijn uitgezet en de grote dynamiek in deze zone zijn er vergelijkbare patronen waar te nemen, vooral bij sterke opslibingsperiodes. 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 alle punten is de hoogteligging van 2007-2021 toegenomen. Het beeld bij de laaggelegen punten is echter wel wat grilliger, omdat perioden met opslibing, erosie en stabiliteit elkaar afwisselen. De aan- of afwezigheid van vegetatie, die op deze plek in de Waddenzee vanaf circa 0,84 m+NAP met een bedekking van >5% aanwezig kan zijn kan een rol spelen bij de opslibing.

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 grote oppervlaktes dode planten staan, die mogelijk luwte creëren waardoor sediment eerder bezinkt en beter blijft liggen. Wanneer de Zeekraal-bedekking beperkt is tot enkele planten, is de gevoeligheid voor wind en waterbeweging groot wat tot ronddraaiende bewegingen van de plant kan leiden met uitschuring/erosie tot gevolg.

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. Daarom is in 2020 als pilot (en 'nul-meting'), in samenwerking met NCA, in een deel van dit gebied (circa 3000 x 300 m) met behulp van een RTK-GPS de maaiveldhoogte gemeten in een 100 m (W-O) x 50 m (N-Z) grid en is bij elk meetpunt de vegetatiebedekking geschat. Door deze meting op termijn te herhalen kan een aanvullend beeld verkregen worden van de ontwikkelingen in deze zone.

3.1.2 Referentiegebied

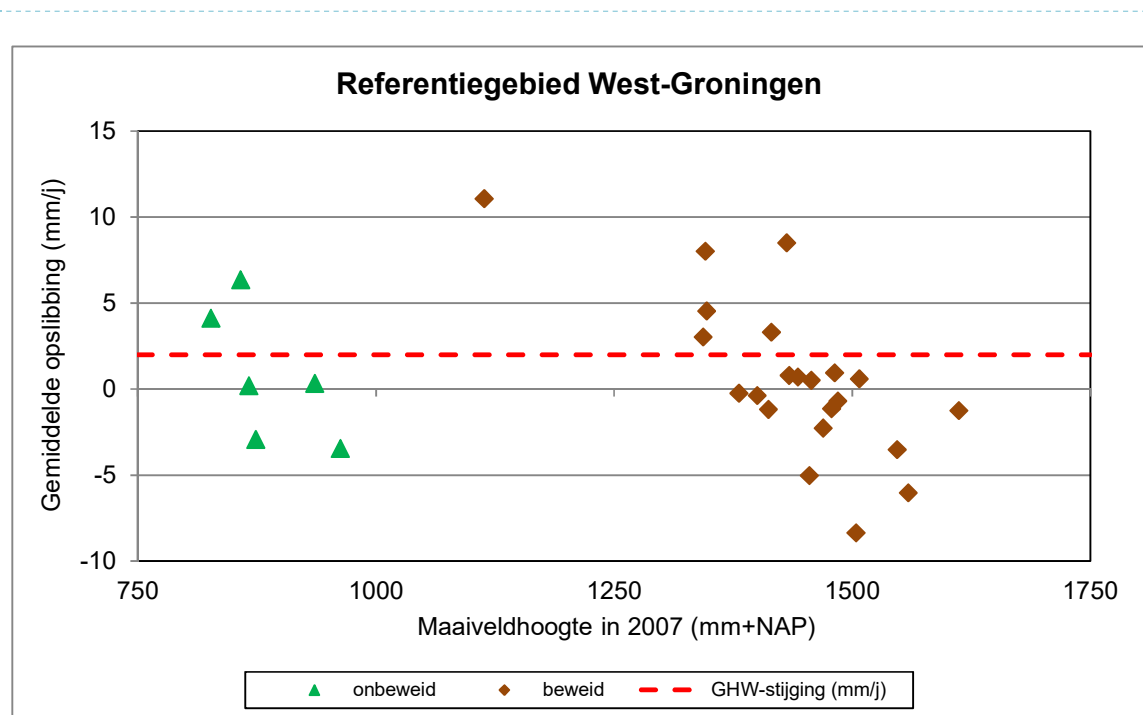
In het referentiegebied in West-Groningen ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2021 lager dan in de Peazemerlannen. Het kale wad en de pre-pionierzone namen gemiddeld toe met bijna 1 mm/j, de pionierzone met 5 mm/j en de lage kwelder met 1 mm/j. De middelhoge kwelder vertoonde gemiddeld een afname van de maaiveldhoogte van 2 mm/j (Figuur 3.6). 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) kwelder (zie ook § 3.3.2). De opslibbing van de afzonderlijke meetpunten is weergegeven in Bijlage C.



Figuur 3.6 Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone (met SALT97 code) op basis van de SEB-metingen in het referentiegebied West-Groningen van 2007-2021.

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 waarvan het maaiveld lager ligt dan in 2007 echter ruim 70% van het totale aantal (Figuur 3.7). Er zijn enkele verklaringen te geven voor de lagere waarden voor de opslibbing. De ogenschijnlijke erosie ligt bij de meeste meetpunten namelijk niet aan wegspoelen van sediment of afgenomen opslibbing, maar aan een verlaging van het maaiveld door vertrapping en compactie veroorzaakt door beweiding. Die is op verschillende locaties gestart of toegenomen (Bijlage D) vanaf 2013, ongeveer na voltooiing van de inrichtingswerkzaamheden voor het Kwelderherstelplan Groningen (Oranjewoud, 2010). Bij andere meetpunten komt het door de ligging op het dynamische kale wad.



Figuur 3.7 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per kwelder-pq (inclusief pq's in de pionierzone) over de periode 2007-2021 in het referentiegebied West-Groningen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde trend in GHW-stijging van 2 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 2007 t/m 2021 (zie Figuur 3.14). Alleen de onbegroeide pq's op het wad zijn nog onbeweid, want de laatste vijf vanaf 2007 permanent onbeweide kwelder-pq's in meetvak 286 zijn vanaf 2018 ook beweid.

3.1.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

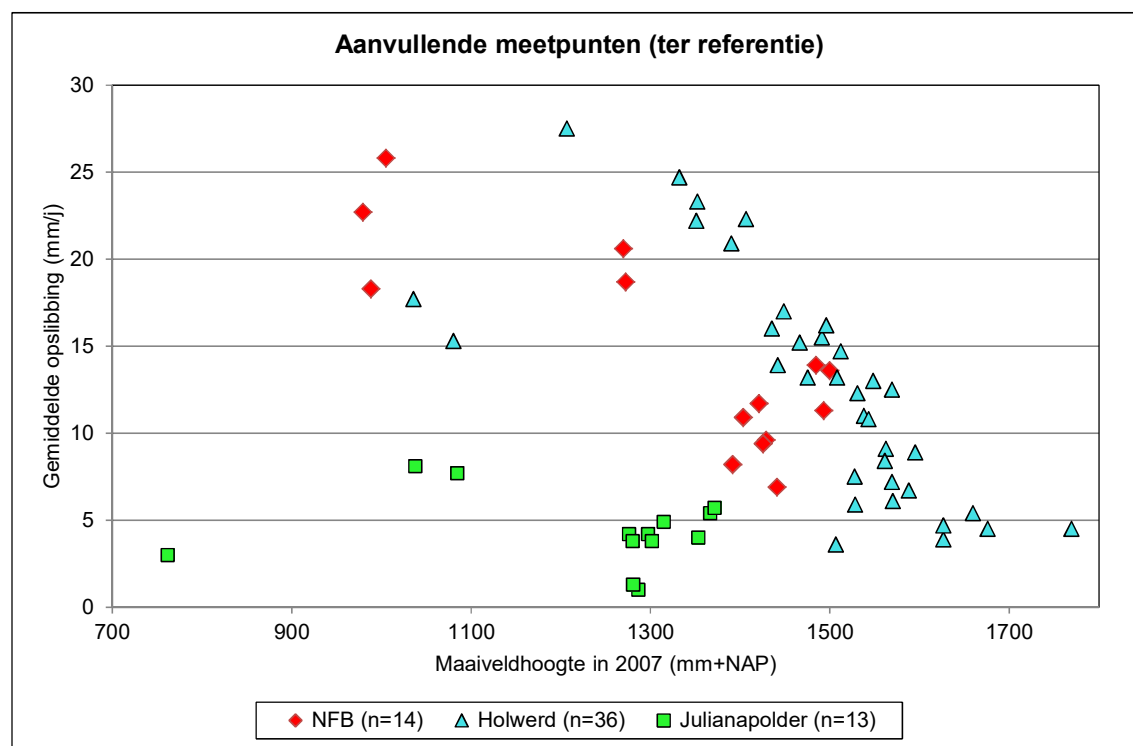
De gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2021 in aanvullende meetpunten komt voor de meeste vegetatiezones vrij goed overeen met die in de Peazemerlannen (Tabel 3.2 en Bijlage I). De lagere opslibbing bij de aanvullende meetpunten in de middelhoge kwelder zou er mee te maken kunnen hebben dat de afstand tot het wad (als sedimentbron) bij deze punten vaak groter is dan in de Peazemerlannen. De lagere opslibbing op het kale wad bij het aanvullende meetpunt komt omdat die kaal gebleven is, terwijl de in 2007 kale meetpunten in de Peazemerlannen in de loop der tijd begroeid zijn geraakt en daardoor meer sediment zijn gaan invangen, terwijl dat bij het referentiemeetpunt niet is gebeurd.

Er is echter wel een verschil tussen de drie gebruikte aanvullende locaties (Figuur 3.8). De opslibbing in de Groninger Julianapolder ligt aardig in lijn met die van de referentiepunten en de transectmetingen in de Groninger meetvakken, wat tevens inhoudt dat de opslibbing in verhouding

tot die in de Peazemerlannen wat lager is. De resultaten van Noord-Friesland Buitendijks en Holwerd-oost komen vrij goed overeen met die van de Peazemerlannen (zie bv. *Figuur 3.2*) en liggen dus hoger dan die in de Groninger deelgebieden. Dit is op zich niet verrassend, omdat het wad voor de Friese kust erg slibrijk is en de kwelder bij Holwerd-oost bovendien tegenover een wantij ligt en in de luwte van een pier (net zoals de Peazemerlannen).

Tabel 3.2 Gemiddelde opslibbing per jaar over de periode 2007-2021 in de verschillende vegetatiezones (anno 2007) bij de 64 meetpunten die ter aanvulling van de referentiemeetpunten zijn gebruikt. Ter vergelijking zijn de gegevens betreffende de Peazemerlannen-kwelder in de laatste twee kolommen toegevoegd.

Vegetatiezone volgens SALT97 in 2007	Gem. opslibbing referentie (extra) 2007-2021 (mm/j)	Aantal pq's per zone (2007)	Gem. opslibbing Peazemerlannen 2007-2021 (mm/j)	Aantal pq's per zone (2007)
Kaal wad	3,0	1	16,7	2
11: pre-pionierzone	19,6	3	16,6	3
12: pionierzone	13,9	7	-	-
22: lage kwelder met pioniersoorten	9,1	3	6,4	6
21: lage kwelder (en/of in kom)	13,3	32	10,7	16
32: middelhoge kwelder (met Zeekweek)	5,9	17	9,2	15
Totaal		63		42



Figuur 3.8 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per kwelder-pq (inclusief pq's in de pionierzone) over de periode 2007-2021 in de aanvullende meetpunten ter referentie in de deelgebieden Noord-Friesland Buitendijks (NFB), Holwerd (Fr.) en Julianapolder (Gr.).

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)

3.3.1 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 soms schapen onder het prikkeldraad doorkruipen. De laatste jaren was de afscheiding, met paaltjes en prikkeldraad, tussen de kwelder en de zomerkade op veel plekken in steeds slechtere staat. Daarnaast bleek in 2018 een deel van het westelijke kwelderdeel zelfs ingericht voor schapenbeweiding: het prikkeldraad tussen kwelder en zomerkade lag plat en in de kwelder was langs diepe krekken schrikdraad aangebracht. Hierdoor waren er ca. 100 schapen aanwezig in het deel waarin zich pq 4 t/m 6 bevinden.

Ook in 2019 waren er maatregelen genomen om schapenbeweiding mogelijk te maken. Het prikkeldraad en paaltjes lagen op de grond op veel plaatsen en langs diepe krekken was gemaaid. Beweiding vond toen plaats bij pq 4 t/m 9 en vooral de effecten op Zeeaster waren groot (Fig. 3.9). In 2020 werden geen sporen van beweiding door schapen in de kwelder waargenomen en de vegetatiebedekking nam weer toe, zij het met veel eenjarig Klein schorrenkruid. In 2021 konden er schapen bij pq 4-6 komen, maar niet bij pq 7-9 wat duidelijk aan de vegetatie te zien was (Fig. 3.9).



Figuur 3.9 De kale grond en kale Zeeasterstengels na schapenbeweiding bij pq 8 in 2019 (links) en Zeeaster in 2021 zonder schapenbeweiding (rechts).

De zomerpolder wordt elk jaar beweid met schapen en/of koeien en soms jongvee in wisselende dichtheden. Hierdoor varieert de beweiding tussen extensief en matig tot (lokaal) intensief. In 2021 was het westelijke deel alleen bereikbaar voor schapen, terwijl in het aangrenzende deel naast koeien ook voor het eerst paarden liepen. Verder wordt de zomerpolder soms (gedeeltelijk)

gemaaid. In 2020 zijn daarbij 4 van de 6 SEB-palen bij de pq's 1-3 afgemaaid en in 2021 de overige 2 palen, waardoor daar geen opslibbingmetingen uitgevoerd konden worden. Vanwege de kans op hernieuwde schade bij de voor 2021 geplande herinrichtingswerkzaamheden zijn deze palen nog niet vervangen. Helaas zijn de werkzaamheden uitgesteld naar 2022, zodat nog een jaar data zullen ontbreken. In het laaggelegen oostelijke deel van de zomerpolder concentreert het vee zich op de meer grazige stukken waardoor de delen met vooral Zeekraal en Schorrenkruid minder bezocht worden. Het meest oostelijke deel van dit gebied (bij de poel en pq 48) is soms afgezet met schrikdraad, zodat er helemaal geen vee kan komen.

In *Tabel 3.3* en *3.4* wordt een samenvatting gegeven van de resultaten voor de Peazemerlannen. Voor alle meetpunten wordt de uitgangssituatie vermeld en de ontwikkeling van 2007 naar 2021. Van alle kwelder-pq's is de ontwikkeling van de vegetatie, zoals bepaald met behulp van SALT97, weergegeven in *Bijlage E-F*.

De drie hooggelegen zomerpolder pq's niet mee gerekend was de vegetatie in 26 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Verder heeft er in veertien pq's successie plaatsgevonden naar een andere vegetatiezone. De overige 5 pq's balanceren op de grens van stabiel tot lichte successie (meestal binnen dezelfde vegetatiezone). Er is geen regressie bij pq's gemeten.

Zowel in vegetatiebedekking als in opslibbing blijft pq 17 achter bij de meeste 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, met name in jaren met veel regen of hoge tijen, minimaal is en de bodem verweekt, terwijl die 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 het natuurlijke proces van terugschrijdende erosie aansluiting maakt op de poel en de drainage en sedimentaanvoer herstelt.

Tabel 3.3 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 2007-2021. * Bij pq 1-3 staat de gemiddelde opslibbing van 2007-2019 wegens het ontbreken van data vanaf 2020 (zie tekst voor reden).

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007-2021
37	kaal wad	kaal wad	1,04	18,1	Qq3: 12 pionierzone; successie, toenemende Zeekraal bedekking	
38	kaal wad	kaal wad	0,97	15,4	Qq3: 12 pionierzone; successie, toenemende Zeekraal bedekking	
32	Qq0	11: pre-pionierzone	0,83	7,0	Kaal: vrij stabiel, kaal tot soms een enkele Engels Slijkgras of Zeekraal	
44	Ss0	11: pre-pionierzone	0,96	17,5	Qq3: 12 pionierzone; vrij stabiel, Zeekraal (vaak in lage bedekking)	
45	Qq0	11: pre-pionierzone	0,88	25,4	Qq3: 12 pionierzone; vrij stabiel, Zeekraal (vaak in lage bedekking)	
47	Qq3	12: pionierzone (zomerpolder laag)	1,17	6,4	Qu: 22 lage kwelder met pioniersoorten; vrij stabiel, Schorrenkruid, soms met Zeekraal	Extensieve of geen beweiding (schapen en/of pinken); matige vertrapping soms

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007-2021
4	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,39	3,9	Pp-u: 21 lage kwelder; vrij stabiel tot lichte successie; Schorrenkruid naar Schorrenkruid met Kweldergras (+Zeeaster)	Extensieve beweiding met schapen vanaf 2018 beïnvloed vegetatie sterk
5	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,38	5,7	Pp-u: 21 lage kwelder; vrij stabiel tot lichte successie, Schorrenkruid naar Schorrenkruid met Kweldergras	Zie pq 4
6	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	8,5	Qu: 22 lage kwelder met pioniersoorten; vrij stabiel, Schorrenkruid	Zie pq 4
8	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	8,1	Xy3: 32 middelhoge kwelder; successie, Schorrenkruid naar Kweldergras, Zeekweek en Zeeaster	Beweiding met schapen in 2019
12	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,34	8,7	Ph3: 21 lage kwelder; successie Schorrenkruid naar Kweldergras met Zoutmelde (en Zeeaster)	
46	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten (zomerpolder laag)	1,18	10,7	Qu; stabiel (bedekking wel hoger), vooral Schorrenkruid (soms met Zeekraal)	Extensieve of geen beweiding (schapen en/of pinken); lichte vertrapping soms
48	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten (zomerpolder laag)	1,16	5,4	Qu: vrij stabiel, Schorrenkruid (soms met Zeekraal en/of Kweldergras)	Afgeschermd met schrikdraad: onbeweid
14	Pp	21: lage kwelder	1,33	7,4	Pp: zone stabiel, Kweldergras (met Zoutmelde)	
17	kaal	(tot poel groter werd in 2004: 21 lage kwelder)	1,40	3,2	Qq0: 11 pionierzone; lichte successie, vrijwel kaal tot enige Zeekraal en Schorrenkruid	Grens van soms droge soms natte poel -> effect op vegetatie
19	Pp	21: lage kwelder	1,58	12,0	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek (met Spiesselde)	
21	Ph3	21: lage kwelder	1,45	2,9	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie (wel vrij nat), Kweldergras+ Zoutmelde naar Zeekweek met Zoutmelde en Zeeaster	
24	Pp	21: lage kwelder	1,36	14,4	Xy3: 32 middelhoge kwelder; successie: toename bedekking en toename Zeekweek, maar nog wel soortenrijk	Achteruitgang Engels slijkgras door droogte in 2019

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007-2021
25	Pp	21: lage kwelder	1,48	7,5	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek met Zeeaster (+ Spiesmelde)	
29	Pp-b	21: lage kwelder	1,54	7,5	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
31	Pp-u	21: lage kwelder	1,32	5,9	Pp-a: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras (met Zeeaster en Schorrenkruid)	
33	Pp	21: lage kwelder	1,44	3,7	Pp-a: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras met Zeeaster en Schorrenkruid	
34	Pp	21: lage kwelder	1,35	18,3	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek (met Spiesmelde)	
35	Pp	21: lage kwelder	1,42	9,6	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek en Spiesmelde	
36	Pp	21: lage kwelder	1,34	15,8	Ph3: 21 lage kwelder; lichte successie, Kweldergras naar divers met o.a. Zoutmelde, Zeeweegbree en Schorrezoutgras	
39	P	21: lage kwelder	1,22	16,0	Bt: 42 brakke kwelder; vrij stabiel ondanks andere vegetatiezone, Schorrezoutgras profiteert van afname Engels slijkgras	Engels slijkgras in 2019 deels dood gegaan door droogte -> lagere bedekking
40	P	21: lage kwelder	1,13	10,7	Bt: 41 brakke kwelder; stabiel tot lichte successie, uitbreiding Kweldergras en Schorrenzoutgras (vrij soortenrijk)	
41	Pp	21: lage kwelder	1,53	6,3	Xx5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras -> Zilte rus + Spiesmelde	
42	Pp	21: lage kwelder	1,51	7,3	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek	

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007-2021
43	Ppa	21: lage kwelder	1,52	5,4	Xy5: 32 middelhoge kwelder, successie, Kweldergras met Zeeaster naar Zeekweek	
7	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,49	10,6	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	Beweiding met schapen in 2019
9	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,50	11,1	Xy5: stabiel, Zeekweek, soms met (veel) Spies- en Strandmelde	Beweiding met schapen in 2019
10	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,67	8,9	Xy5: stabiel Zeekweek	
11	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,53	9,3	Xy5: stabiel, Zeekweek (+ Strand- /Spiesmelde)	
13	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,40	7,7	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	
15	Xx5	32: middelhoge kwelder	1,46	9,3	Xy5: stabiel, Zeekweek, soms wel (veel) Strand- en Spiesmelde	
16	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,46	5,3	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	
18	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,47	7,6	Xy5: stabiel, Zeekweek	
20	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	9,4	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	
22	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	9,8	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
23	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	11,3	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
26	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,67	10,4	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
27	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,59	12,5	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
28	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,58	10,8	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spiesmelde)	
30	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,61	4,1	Xy5: stabiel Zeekweek	
1		(zomerpolder hoog)	1,50	2,9 *(2019)		Meestal matig tot intensief beweid met schapen en/of pinken/koeien
2		(zomerpolder hoog)	1,51	2,5 *(2019)		Zie PQ 1, in 2021 ook enkele paarden
3		(zomerpolder hoog)	1,48	1,2 *(2019)		Zie PQ 1 en 2

Tabel 3.4 Vegetatietype per jaar over de periode 2007-2021 per pq in de Peazemerlannen. In de legenda ligt de nadruk op de hoofdvegetatiezone.

PQ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4	Qu	Qu	Qu	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp-u	Qu *	Ba5 *	Qu *	Pp-u *
5	Qu	Qu	Qu	P	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u *	Qu *	Qu *	Pp-u *
6	Qu	Qu	Qu	Qu	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u *	Qu *	Qu *	Qu *
7	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5 *	Xy5	Xy5
8	Qu	Qu	Qu	Pp-u	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Ppa	Xy3	Ppa	Xy3 *	Pp-u	Xy3
9	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xx5 *	Xx5	Xy5
10	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
11	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
12	Qu	Pp-u	Pp	Ppa	Pp	Pp-u	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Ph3
13	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
14	Pp	Pp-u	Pp-u	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ph3	Pp	Pp
15	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xxk	Xx5	Xxk	Xxk	Xy5
16	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
17	kaal	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qq0
18	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
19	Pp	Ppa	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
20	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
21	Ph3	Ph5	Ph3	Ph3	Ph3	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Xy3	Ppa	Ba3	Xy3	Xy5
22	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
23	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
24	Pp	Ppa	Pp	Pps	Pps	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5b	Pps	Ss5b	Ss5	Ss3b	P	Xy3
25	Pp	Pps	Ppa	Ppsb	Ppsb	Pp-b	Ppab	Ppab	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
26	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
27	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
28	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
29	Ppb	Ppb	Ppab	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
30	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
31	Pp-u	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Pp-u	Ppa
32	Qq0	kaal	Ss0	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	Ss0	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal
33	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp-u	Ppa
34	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Pp	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
35	Pp	Pp-u	Pp-u	Ppa	Pp	Pp	Ppab	Ppab	Ss3b	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
36	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Pps	Pps	Pps	Pps	Bt	Pps	Pps	Bt	Ph3	Ph3	Ph3
37	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3
38	kaal	Qq0	kaal	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3
39	P	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Pps	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Pps	Bt	Bt
40	P	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	P	Pp	Bt
41	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppab	Jj	Jj	Jj	Jja	Jj	Jj	Xx5	Xx5	Ba5	Xx5
42	Pp	P	Pp-u	Pp	Ppa	Ppa	Ba5	Pp	Ppa	Ba5	Ba5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
43	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppab	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5
44	Ss0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3
45	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3
46 #	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qq3	Qq3	P	(Qu)	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu
47 #	Qq3	Qu	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu
48	Qu	Qu	Qu	Qq3	Pp	Qu	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp-u	Qu	Qu	Qu

X	middelhoge kwelder met Zeekweek (y)/ Spiemelde (x)
Jj	middelhoge kwelder met Zilte rus
Ba/t	lage kwelder met Zeeaster/Schorrenzoutgras
P	lage kwelder met Kweldergras
S	(pre-) pionierzone met Engels slijkgas
Q	(pre-) pionierzone met Zeekraal (q)/ Schorrenkruid (u)
*	Schapenbeweiding
#	Meestal extensieve beweiding met pinken en/of schapen

3.3.2 Referentiegebied

Ook in het referentiegebied was de vegetatie in de meeste pq's (22) vrij stabiel, waarvan bij enkele door beweiding lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone of verruiging is opgetreden. Bij drie pq's was sprake van successie (356F, 356H en 311L) en bij drie pq's van regressie (286C, 286H en 359F). Bij de regressie (en verjonging binnen een vegetatiezone) was vertrapping door beweiding de oorzaak.

Met betrekking tot de beweiding in het referentiegebied heeft zich sinds de start van de monitoring in 2007 een ongeplande verandering voorgedaan door het Groninger kwelderherstelplan. Hiervoor zijn tussen 2012-2014 inrichtingswerkzaamheden uitgevoerd, die onder meer tot doel hadden dat er op meer locaties èn regelmatigier/langer beweiding zou kunnen plaatsvinden in de kwelder. De locaties waar vee ingezet wordt, het type vee en de duur en intensiteit ligt niet vast, maar wordt door de eigenaar, beheerder of pachter grotendeels door de situatie van het moment bepaald (o.a. vegetatiesamenstelling, beschikbaarheid vee en beheervergoeding). Om de effecten van de toegepaste beweiding op de vegetatie goed te kunnen beoordelen zouden alle beweidingsgegevens nauwkeurig bijgehouden moeten worden.

Het veranderde beweidingsbeheer heeft in de loop der jaren bij diverse pq's een duidelijk effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (vertrapping en compactie) en de vegetatie (vertrapping, verjonging/regressie) en lokaal ook op de drainage (zie *Bijlage D* voor vertrappingsschade en veedichtheden en veesamenstelling tijdens de pq-metingen). De effecten van beweiding zijn ook uitgebreid beschreven in vele artikelen en rapporten (zie o.a. Esselink *et al.*, 2002 en 2019).

Gedurende de monitoringperiode vanaf 2007 was tot en met 2017 alleen MV 286 steeds geheel onbeweid gebleven, net zoals (het grootste deel van) de kwelder van de Peazemerlannen, maar vanaf 2018 is ook MV 286 beweid. De overige vier RWS-meetvakken waarin de SEB- en vegetatiemetingen worden gedaan zijn in vrijwel alle of sommige jaren beweid geweest, terwijl er bij de start van de metingen in 2007 alleen sprake was van jaarlijks extensieve beweiding in MV 339.

Omdat de invloed van de toegenomen beweiding vaak een duidelijk effect heeft op de metingen, zijn sommige delen van het referentiegebied door deze beheereffecten niet meer goed bruikbaar. Vandaar dat in de huidige rapportage ook over de ontwikkeling van maaiveldhoogte en vegetatie wordt gerapporteerd van een aantal onbeweide alternatieve meetpunten waar al minimaal sinds 2007 wordt gemeten (zie §3.3.3).

In *Tabel 3.5* en *3.6* 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 2021. In *Bijlage G* is van alle pq's de ontwikkeling van de vegetatie, zoals bepaald met behulp van SALT97, weergegeven.

Pq 339D in de hoge boerenkwelder was in 2007 toegevoegd aan de meetpunten ter vergelijking met de zomerpolder in de Peazemerlannen. Vanaf 2012 werd er regelmatig gemaaid, vooral ter bestrijding van distels en andere ruigtesoorten die in de hooggelegen boerenkwelder kunnen voorkomen. Nadat daarbij verschillende keren één of beide SEB-palen beschadigd of zelfs helemaal afgemaaid waren, is in 2016 besloten deze pq te laten vervallen.

Tabel 3.5 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 2007-2021. * Bij meetpunten in vak 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 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007->2021
286K	Kaal	-	0,83	4,1	Ss0: 11 pre-pionierzone; lichte successie, maar wel vrijwel kaal	
311N	Kaal	-	0,87	0,2	Kaal: stabiel, (meestal) kaal	
324K	Kaal	-	0,96	-3,5	Qq0: 11 pre-pionierzone; stabiel, vrijwel kaal	
359I	Kaal	-	0,87	-2,9	Qq0: 11 pre-pionierzone; stabiel, vrijwel kaal	
339K	Ss0	11: pre-pionierzone	0,94 *	0,3	Ss3: 12 pionierzone; stabiel, Engels slijkgras, maar (vrijwel) kaal	
356I	Qq0	11: pre-pionierzone	0,86	6,4	Qq0: stabiel, Zeekraal, maar (vrijwel) kaal	
339I	Ss3	12: pionierzone	1,34 *	3,0	P: 21 lage kwelder; vrij stabiel tot lichte successie, bedekking laag; Engels slijkgras (met Kweldergras)	Vrijwel alle jaren beweid en vertrapping
356F	Ss5	12: pionierzone	1,38	-0,2	Pp: 21 lage kwelder; successie door toename Kweldergras ten koste van Engels slijkgras	Vanaf 2011 vaak beweid en vertrapping
356H	Ss5	12: pionierzone	1,35	8,0	Pps: 21 lage kwelder; successie; Engels slijkgras -> Kweldergras met Engels slijkgras	Vanaf 2011 vaak beweid en vertrapping
359H	Ss3	12: pionierzone	1,11	11,1	Ss5: 12 pionierzone, stabiel, Engels slijkgras (met Kweldergras)	Vanaf 2010 vaak beweid en vertrapping
286C	Ppa	21: lage kwelder	1,46	-5,0	Qq3: 12 pionierzone; regressie, Kweldergras naar Zeekraal en Schorrenkruid	Regressie door vernatting en vertrapping (vanaf 2018 beweid)
286I	Ph5	21: lage kwelder	1,42	3,3	Pp: zelfde vegetatiezone, maar van Zoutmelde naar Kweldergras	Vanaf 2018 beweid; kaal en verruiging door vertrapping
311L	Ph5	21: lage kwelder	1,46	0,5	Xy3: 32 middelhoge kwelder; successie Zoutmelde-> Zeekweek, regressie -> Kweldergras (+Zeeaster), successie door toename Zeekweek	Afwisselende successie en regressie door beweiding vanaf 2012
311M	Ph3	21: lage kwelder	1,40	-0,4	Pp: 21 lage kwelder; stabiel/verjonging, verschuiving Zoutmelde naar Kweldergras	Effect beweiding vanaf 2012

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007->2021
324H	Pp	21: lage kwelder	1,41	-1,2	Pp: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras (soms met enige Zeekweek)	In 2009, 2018 en 2019 lage bedekking door vertrapping
324I	Pps	21: lage kwelder	1,43	0,8	Pp: zelfde vegetatiezone; lichte successie door verschuiving Engels slijkgras -> Kweldergras (en Zoutmelde)	In 2009 en vanaf 2014 beweid; 2019 Engels slijkgras door droogte minimaal
339F	Ph3	21: lage kwelder	1,35 *	4,5	Ph5: 21 lage kwelder; vrij stabiel, Zoutmelde met enige Kweldergras en Schorrenkruid	Vrijwel alle jaren beweid, maar weinig vertrapping
339H	Pp	21: lage kwelder	1,43 *	8,5	Pp: stabiel, Kweldergras (soms met Zeeaster)	Vrijwel alle jaren beweid, maar weinig vertrapping
356G	Pp/Ph3	21: lage kwelder	1,47	-2,3	Pp: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras (met Zeeaster)	Na successie -> Zeekweek, door beweiding vanaf 2011 terug naar Kweldergras
359G	Ph5	21: lage kwelder	1,44	0,7	Pp: 21 lage kwelder; stabiel/verjonging, verschuiving Zoutmelde naar Kweldergras	Na successie -> Zeekweek, door beweiding vanaf 2011 naar Kweldergras
286D	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,55	-3,5	Xy5: stabiel, Zeekweek	Vanaf 2018 beweid; kaler + iets natter door vertrapping
286F	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,48	-1,1	Xy5: vrij stabiel, Zeekweek (in 2021 Kweldergras sterk toegenomen)	Vanaf 2018 beweid; kaler + natter door vertrapping
286H	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,51	0,6	Pp: 21 lage kwelder; regressie, van Zeekweek naar Kweldergras met Zeekraal	Vanaf 2018 beweid; kaler + natter door vertrapping
311G	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,50	-8,4	Xy3: zelfde vegetatiezone, lichte regressie, Zeekweek met toenemend Kweldergras	Door beweiding vanaf 2012 vertrapping en natter
311I	Xx5	32: middelhoge kwelder	1,56	-6,0	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	Vanaf 2012 beweid en vertrapping
311K	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,61	-1,3	Xy5: stabiel, Zeekweek	Vanaf 2012 beweid en vertrapping
324G	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,48	0,9	Xy5: lichte regressie, afnemende Zeekweek en toenemende Zeeaster en Kweldergras	Beweid in 2009 en >2012; in 2009 + vanaf 2019 lagere

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2021 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2021	Bijzonderheden 2007->2021
359F	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,49	-0,7	Pp: 21 lage kwelder; regressie, Zeekweek -> Kweldergras (+ Zeekraal en Schorrenkruid)	bedekking door vertrapping Regressie door beweiding en vertrapping vanaf 2010
339D	-----	Soortensamenstelling niet in SALT97; zie tekst	1,98 *			Vervallen als pq (zie tekst)

Tabel 3.6 Vegetatietype per jaar over de periode 2007-2021 per pq in het referentiegebied. De pq's zijn per meetvak gerangschikt van dijk naar wad. De jaren met beweiding zijn aangegeven met 'bew'. In de legenda ligt de nadruk op de hoofdvegetatiezone.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
286													bew	bew	bew
C	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Ppab	Pps	Ba3	Ppsb	Ss3	~	Qq3	Qq3
D	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xx5	Xy3	Xy5
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy5
H	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	P	Pp
I	Ph5	Ph5	Ph5	Ss5	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Pp	Pp	Pp
K	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	Ss0
311						bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xx5	Xy3	Xy3	Xy3
I	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
K	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
L	Ph5	Ph5	Ph5	Ph5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Pp	Xy3	Xy3	Xy3	Ppa	Xy3
M	Ph3	Ph3	Ph3	Ph5	Ph3	Xy3	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
N	kaal	kaal	Qq0	Ss3	kaal	kaal	Qq0	kaal	kaal	kaal	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal
324								bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
H	Pp	Ph3	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xy3	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
I	Pps	Ph5	Ph3	Ppa	Ppa	Pp	Pp	Pps	Ph3	Ph3	Ph3	Pp	Pp	Pp	Pp
K	kaal	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Ss3	kaal	Qq0	kaal	Qq3	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0
339	bew	bew	bew	bew	bew		bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Ph3	Ph3	Ph3	Ph3	Pp-u	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp	Ph3	Ph5	Ph5	Ph5
H	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pp
I	Ss3	Qq3	P	Qq3	Qq3	P	P	P	P	P	P	P	P	Ss3	P
K	Ss0	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal	Qq0	kaal	kaal	kaal	Ss3
356								bew	bew	bew		bew	bew	bew	bew
F	Ss5	Ph3	Ph3	Ss5b	Ss3	Ss5	Pps	Ppa	Pps	Pps	Pps	Pps	Ss5	Ss5	Pp
G	Ph3	Ph5	Ph3	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Pp
H	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss3	Ss3	Pps	Pp	Pps	Pp	Pps	Pps	Pps	Pps	Pps
I	Qq0	kaal	kaal	kaal	kaal	Qq0	kaal	kaal	Qq0	kaal	*	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0
359								bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Ppab	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
G	Ph5	Ph5	Ph5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Ppab	Xy3	Pp-b	Ppa	Pp	Pp	Pp
H	Ss3	Ss5	Ss5	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5
I	kaal	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal	Ss3	kaal	Ss3	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0

X	middelhoge kwelder met Zeekweek (y)/ Spiesmilde (x)
Jj	middelhoge kwelder met Zilte rus
Ba	lage kwelder met Zeeaster
P	lage kwelder met Kweldergras
S	(pre-) pionierzone met Engels slijkgras
Q	(pre-) pionierzone met Zeekraal (q)/ Schorrenkruid (u)

3.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

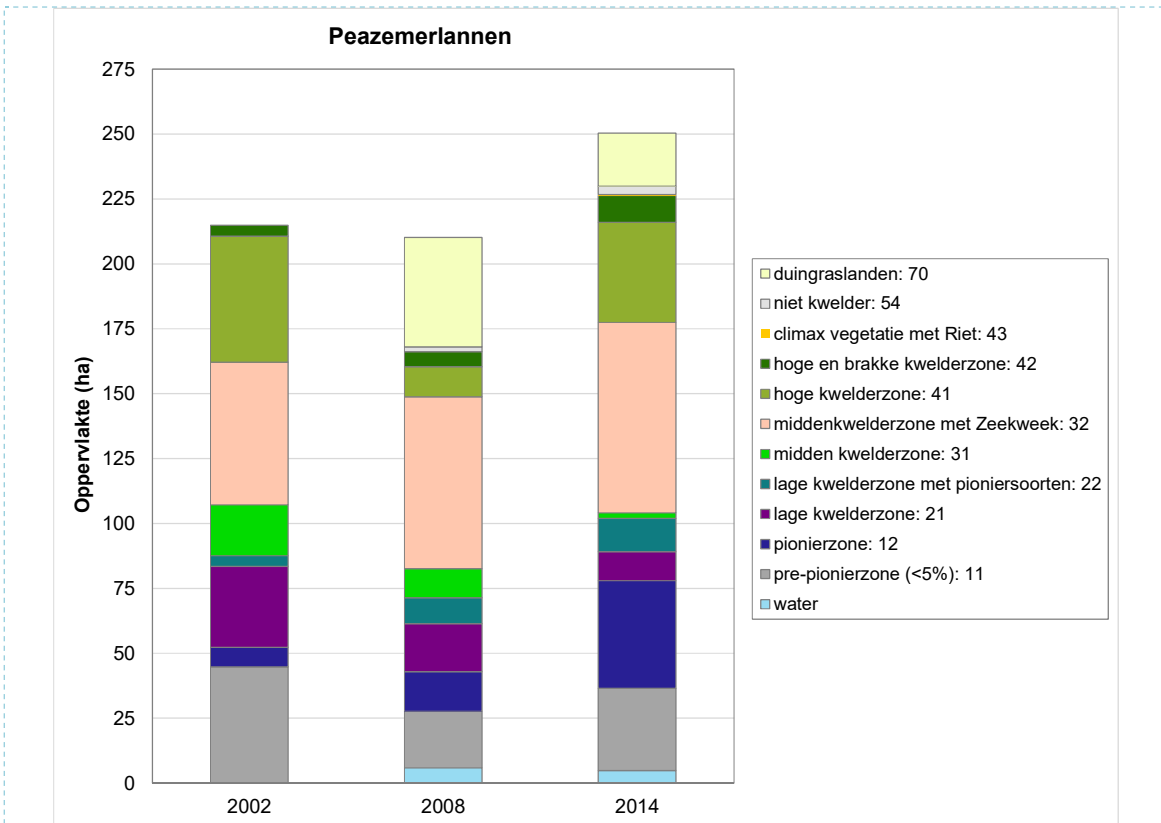
De vegetatieontwikkeling bij de aanvullende meetpunten in Noord-Friesland Buitendijks, Holwerd en Julianapolder laat dezelfde variatie in ontwikkeling zien, met name stabiel of successie en in een enkel geval regressie door slechte ontwatering, wat gezien de overeenkomsten in opslibbing met de Peazemerlannen te verwachten valt. Een samenvattende tabel van de vegetatieontwikkeling door de jaren in de drie gebieden is opgenomen in *Bijlage J*.

3.4 Vegetatiekaarten RWS (vlakdekkend)

3.4.1 Peazemerlannen

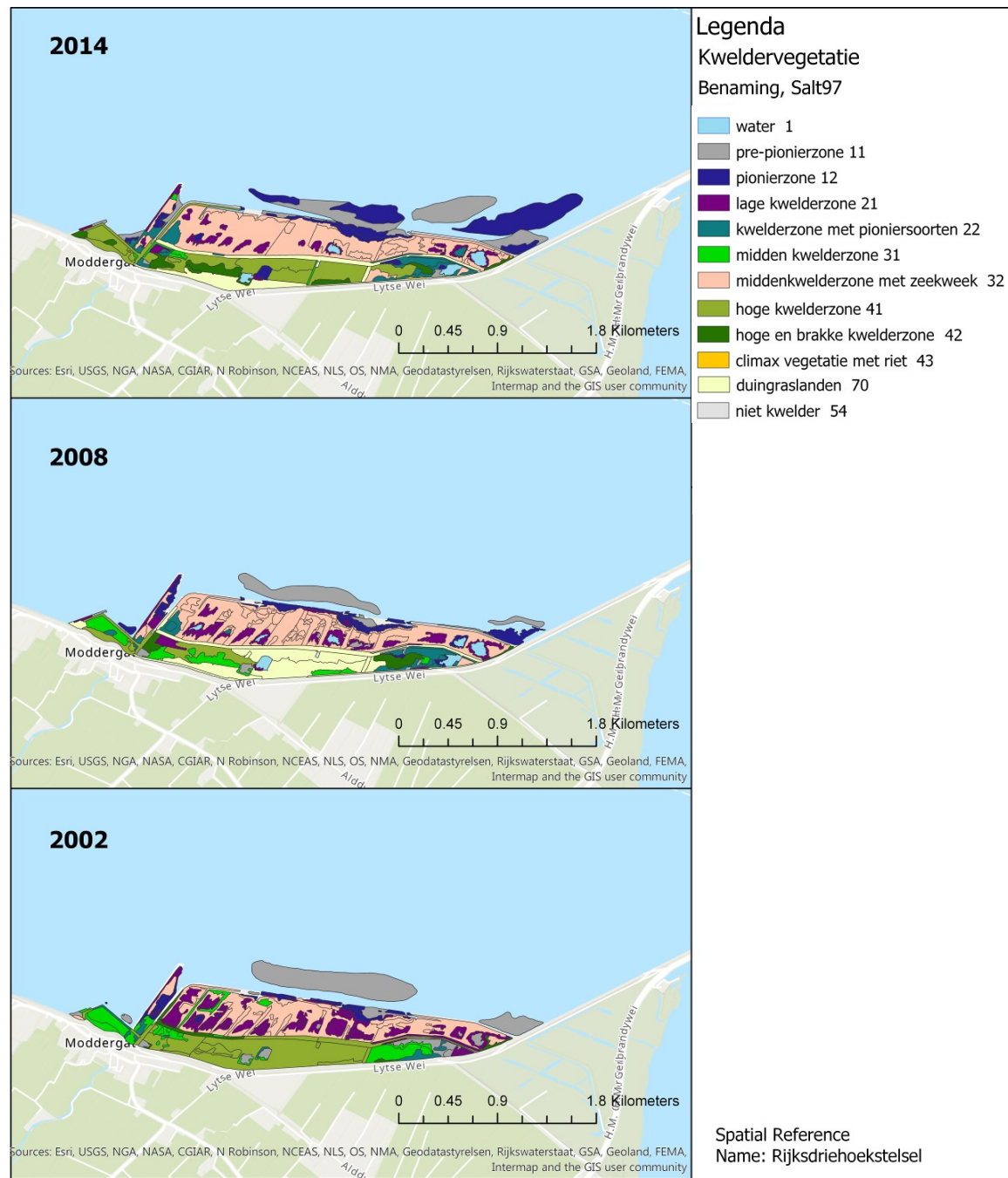
De biodiversiteit van de kweldervegetatie wordt door RWS 6-jarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten, inclusief de boerenkwelders en soms zomerpolders. Van de vastelandskwelders langs de Friese en Groninger kust is eind 2016 de RWS VEGWAD-vegetatiekaart van 2014 beschikbaar gekomen (op basis van de luchtfoto uit 2014 en veldwerk uit 2015). Aangezien er door RWS veranderingen in de wijze van uitwerken van de vegetatiekaarten zijn doorgevoerd moesten ook de kaarten uit eerdere jaren worden aangepast om een vergelijking mogelijk te maken.

In dit rapport zijn (met dank aan Wageningen Marine Research) de van de vegetatiekaarten uit 2002, 2008 en 2014 afgeleide vereenvoudigde zoneringskaarten van de Peazemerlannen opgenomen om een beeld te geven van de vegetatieontwikkeling van vóór en na de start van de gaswinning. In de loop van 2022 zal de volgende vegetatiekaart verschijnen (luchtfoto 2020 en uitwerking in 2021), maar de kaart was nog niet beschikbaar bij de voltooiing van dit jaarrapport, zodat de gegevens daarvan pas in het volgende jaarrapport opgenomen kunnen worden.



Figuur 3.10 Ontwikkeling vegetatiezones in de Peazemerlannen van 2002-2014. Gebaseerd op gegevens van Wageningen Marine Research berekend uit de VEGWAD-vegetatiekarteringen door RWS.

In *Figuur 3.10*, waar de verschuivingen in de vegetatiezones in de Peazemerlannen zijn samengevat en op de zoneringskaarten (*Figuur 3.11*), is de voortgaande successie/veroudering naar de middelhoge kwelder met Zeekweek duidelijk zichtbaar. Dit is een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van opslibbing in combinatie met afwezige (of zeer extensieve) beweiding. Daarnaast is de uitbreiding van de (pre-)pionierzone op het aangrenzende wad opvallend. Deze uitbreiding is rond 1992 gestart en de opslibbing die de laatste jaren op het wad heeft plaatsgevonden (zie § 3.1) zou deze uitbreiding kunnen helpen verklaren.



Figuur 3.11 Zoneringskaarten van de vegetatie in de Peazemerlannen in 2002, 2008 en 2014. Kaarten door Wageningen Marine Research op basis van de gegevens van de VEGWAD-vegetatiekarteringen door RWS. Onder 'niet kwelder' vallen o.a. de bitumen zomerkade en bestrating in het gebied.

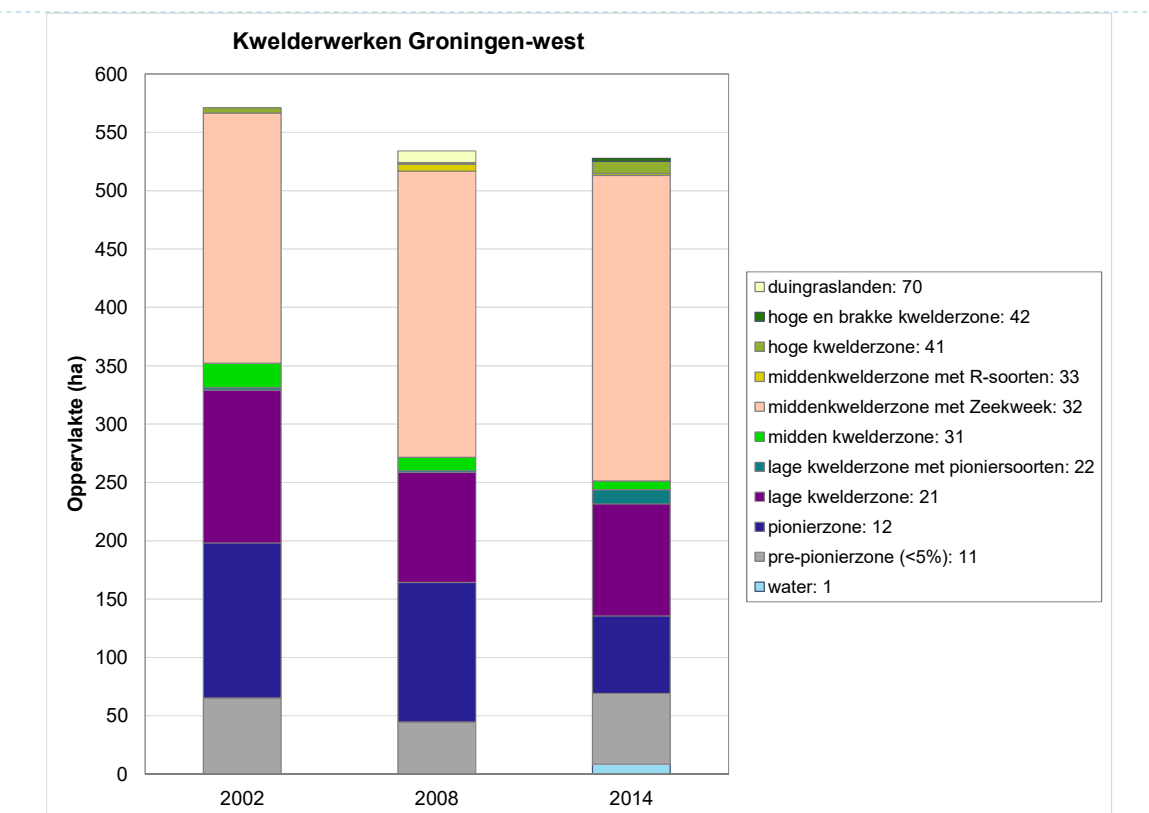
In de zomerpolder heeft zich in de loop der jaren een verschuiving voorgedaan van de hoge kwelderzone naar een gevarieerde mix van zones. De toegenomen invloed van zout water door het geleidelijk aan verdwijnen van de klepduikers tussen kwelder en zomerpolder heeft hieraan bijgedragen. In de analyses is een deel van de grazige vegetatie om nog niet geheel duidelijke reden onder de categorie duingraslanden komen te vallen. Dit moet nader onderzocht worden.

3.4.2 Referentiegebied

Op de vegetatiekaarten over de periode 2002-2014 is ook in de kwelderwerken van West-Groningen de successie/veroudering van de vegetatie te zien (Figuur 3.12; Tolman & Pranger, 2004; Reitsma *et al.*, 2010; Reitsma & De Jong, 2016), ondanks de afgenomen gemiddelde opslibbing.

Aan de andere kant valt ook het teruglopende oppervlak van de (pre-)pionierzone op. Dit komt deels door successie, maar ook omdat de uitbreiding richting wad afgenomen is. De beschermende werking van de dammen is nu veel beperkter dan vroeger in deze zone door het afbouwen van onderhoud aan de rijshoutdammen in het derde bezinkveld om ruimte voor dynamiek en natuurlijke kwelderontwikkeling mogelijk te maken. Het systeem is daardoor momenteel nog op weg naar een nieuw evenwicht.

Uiteindelijk leidt een toenemende hoogte van het maaiveld vrijwel altijd tot een soortenarme climaxvegetatie waarin Zeekweek en Spiesmelde domineren (of Riet onder brakke omstandigheden). Alleen beweiding en/of een slechte ontwatering kan deze ontwikkeling tegen gaan of vertragen. Gezien de toegenomen beweiding de laatste jaren wordt verwacht dat het effect daarvan op de volgende vegetatiekaart van 2020 (verschijningsdatum 2022) dan ook te zien zal zijn.



Figuur 3.12 Ontwikkeling vegetatiezones in de de kwelderwerken van West-Groningen van 2002-2014. Gebaseerd op gegevens van Wageningen Marine Research berekend uit de VEGWAD-vegetatiekarteringen door 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 rapporten betreffende de Kwelderwerken (bv. Dijkema *et al.*, 2001 en 2013, Van Duin *et al.*, 2016 en Elschot *et al.*, 2020).

Opslibbing

Uit de transecthoogtemetingen van RWS (*Tabel 3.7*) blijkt, net zoals uit de SEB-metingen (§ 3.1), dat de opslibbing in het referentiegebied over de periode 2008-2021 lager is dan in de Peazemerlannen.

Tabel 3.7 Gemiddelde opslibbing (mm/j) in de 5 Groninger referentie-meetvakken over de periodes 2000-2008 (vóór de start van de gaswinning) en 2008-2021 (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
2008-2021	- 6 mm/j	-1 mm/j	0 mm/j	3 mm/j

In *Bijlage H* is de hoogteontwikkeling van de vijf referentiemeetvakken weergegeven. De maaiveldhoogte van dijk naar wad voor de jaren 2000, 2007 (of 2008 als data van 2007 ontbreken) en het meest recente gemeten jaar wordt getoond. De maaiveldhoogte van een meetvak wordt elke drie jaar gemeten en in de tussenliggende jaren wordt de hoogte geïnterpoleerd. Doordat deze meetcyclus van drie jaar verschilt tussen groepen meetvakken, lopen de grafieken van verschillende meetvakken niet altijd tot hetzelfde eindjaar.

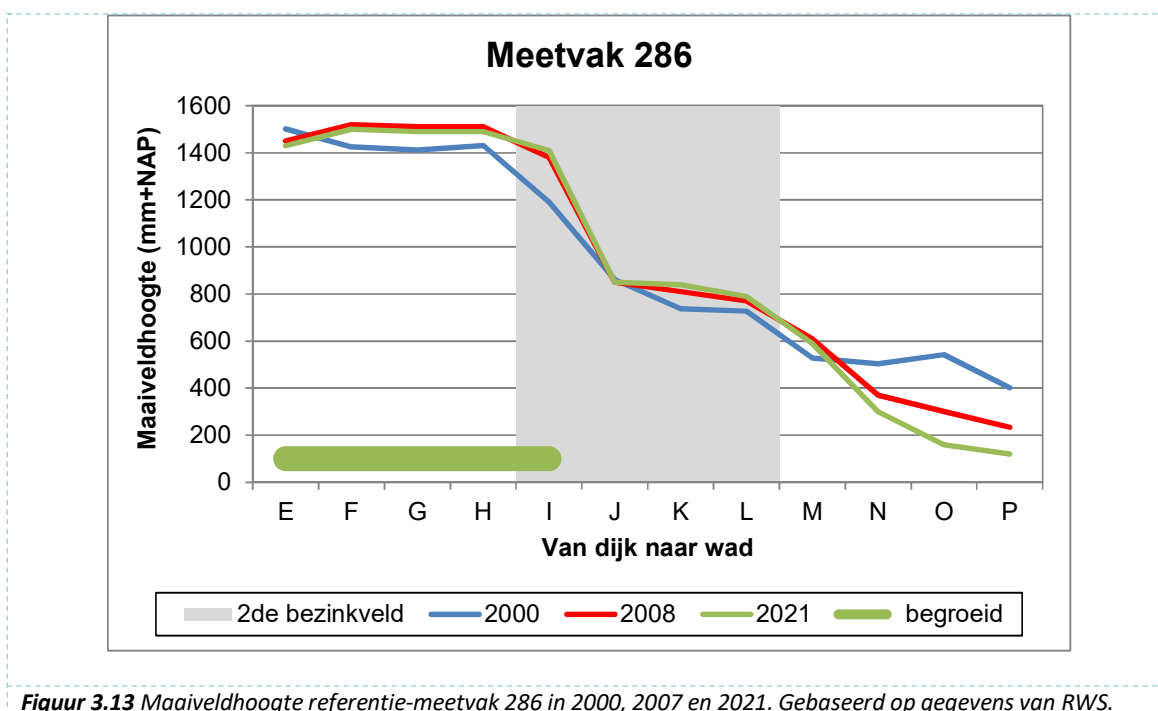
Als voorbeeld worden de ontwikkelingen van meetvak 286 beschreven (*Figuur 3.13*). De trend per meetvak kan iets verschillen, bv. door uitgangshoogte, breedte van de kwelder of een ander (beweidings)beheer.

In de begroeide vakken (286 F-I) is de trend een toename in hoogte. Waar de begroeiing beperkt is of ontbreekt (vanaf vak 286 J), is niet alleen de maaiveldhoogte veel lager, maar ook de opslibbing beperkter. De laatste jaren is in sommige vakken echter een afvlakking of zelfs verlagings van het maaiveld te zien (zie ook *Tabel 3.7*). Hiervoor zijn verschillende mogelijke oorzaken aan te dragen:

- Door de toenemende hoogteligging neemt het aantal overvloedingen af en daardoor de hoeveelheid sediment die afgezet kan worden.
- Hoe breder een kwelder is/wordt hoe moeilijker het sediment de delen dicht bij de dijk kan bereiken (zie bv. 286 E). Bovendien bezinken de zwaardere (zand)deeltjes meestal al dicht bij het wad waardoor er daar een hogere zone kan ontstaan die ook weer sediment afvangt.
- In beweide vakken kan nog meespelen dat het maaiveld niet ophoogt of zelfs wordt verlaagd door vertrapping/compactie. Bij de Groninger referentiemeetvakken kan de toegenomen inzet van beweiding als beheermaatregel, na aanpassingen in de kwelder in het kader van het Groninger kwelderherstelplan, daar nog aan toegevoegd worden.

Op basis van een beleidskeuze wordt vanaf 2000 van het derde bezinkveld de buitenste dwarsdam (=evenwijdig aan de kust) niet meer onderhouden. De gevolgen hiervan zijn terug te vinden in de erosie van de buitenste subvakken (vanaf 286 M; zie ook *Tabel 3.7*). 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 soms zeer snel een effect op de hoogteontwikkeling hebben, zowel richting opslibbing (bv. plaatsen rijshoutdam) als richting erosie (bv. inzet van beweiding in nooit eerder beweide gebied waar de bodem relatief luchtig is, kan maaiveld >10 cm doen inklinken).



Figuur 3.13 Maaiveldhoogte referentie-meetvak 286 in 2000, 2007 en 2021. Gebaseerd op gegevens van RWS.

Vegetatie

De verandering van de biodiversiteit van de kweldervegetatie als gevolg van mate van beweidingintensiteit werd in vorige jaarrapporten ook in beeld gebracht voor de 5 meetvakken. De laatste jaren is de beweidingintensiteit in veel meetvakken echter nogal veranderd, soms door een verminderd vee-aanbod en soms juist door intensivering van beweiding, zoals bv. mogelijk gemaakt door het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor zijn de voorheen gebruikte beweidingklassen (onbeweid, extensief en intensief beweide) in de meeste gevallen niet meer, zoals vroeger, eenduidig van toepassing op de betreffende meetvakken. Bovendien varieert de beweiding tussen jaren sterker dan vroeger. Daardoor kunnen de effecten van beweiding hier niet meer op dezelfde wijze worden gepresenteerd zoals vroeger (zie bv. *Tabel 4.1* in *Dijkema et al., 2013*).

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 2007-2021 (*Tabel 3.8*). Per pandje van 100x100 m, waarin ook een vegetatieopname in een pq van 2x2 m wordt gemaakt en opslibbingmetingen 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 D*) geeft een indicatie over een eventueel effect van de beweiding op het vegetatietype.

Tabel 3.8 Vegetatietype per jaar over de periode 2007-2021 per meetvakpandje (100x100 m) in de Groninger kwelderwerken waarin ook pq-opnames (2x2 m) en SEB-metingen worden uitgevoerd. De pandjes (C-N) 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'. NA=geen data beschikbaar. * Lage bedekking en vegetatietype o.b.v. soorten lastig vast te stellen. Data RWS.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
MV 286												bew	bew	bew	bew
C	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Pp
D	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	P	Xy5
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5
H	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Pps	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy3
I	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Pp	Pp
K	kaal	kaal	Sso	Ss3	Qqo	Ss3	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz
MV 311							bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	NA	NA	Xy3	Xy3	Qu
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
K	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
L	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
M	Ss5	Ss5	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps	Pps	Pps	Pps	Ppa
N	Sso	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss0	Ss0	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3
MV 324			bew					bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
H	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3
K	Qqo	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3
MV 339	bew	bew	bew	bew	bew		bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Pp	Qu*	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Ppa	Pp-u	Pp-u	Pp-u
H	Ph5	Pp	Ph5	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ph3*	Jfh	Jfh	Xy3
I	Ss5	Qq3	P	Qq3	P	P	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	P	Ss3	P
K	Ss0	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo	Ss3	Ss0	Ss3	Ss3
MV 356							bew	bew	bew		bew	bew	bew	bew	bew
F	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Xy5	Pp-u	Pps	Pps	Pps	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa
G	Xy3	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pps	Ppa	Ppa	Ppa
H	Ss5	Ss3	Ss3	Ss3b	Ss3b	Ss5	Ss3	Pps	Ss3	Pps	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5	Ss5b
I	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Qqo	Ss3	Qqo	Qqo	Ss3	Ss3	*	*
MV 359							bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Xy5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy3	Ba5	Xy5	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pps	Ppa	Pps
G	Xy3	Ss5b	Xy3	Xy5	Ppa	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Ppa	Ppa	Xy3	Pps	Ppa	Ppa
H	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Pps	Pps	Ss3b	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5
I	Qqo	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	Ss3	Qqo	kaal	Qqo	Qqo	Ss3	Ss3	Qqo	Ss3	Ss3

X	middelhoge kwelder met Zeekweek
Jfh	middelhoge kwelder met Rood zwenkgras en
Ba	lage kwelder met Zeeaster
P	lage kwelder met Kweldergras
S	(pre) pionierzone met Engels slijkgras
Qu	meestal sec. pionierzone met Schorrenkruid
Q	(pre) pionierzone met Zeekraal (q) of Klein zeegras

In het t/m 2017 onbeweide MV 286 heeft de natuurlijke successie in 2007 al het stadium met dominantie van Zeekweek bereikt in alle pandjes aan de dijkzijde. Meestal bereikt pioniervegetatie, in een onbeweide situatie, door successie na circa 25 jaar dit climax-stadium met Zeekweek. 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 2019 was het opvallend dat in 286l door de droogte vrijwel alle Engels slijkgras leek te zijn doodgegaan, een verschijnsel dat toen op veel meer locaties werd waargenomen in greppels en krekens en ook zelfs op de grens met het wad. Latere successiestadia profiteerden daarvan. In 2020 lijkt het beweidingseffect zichtbaar te worden in enkele vakken door de afname van Zeekweek ten gunste van Kweldergras.

In MV 311 en MV 324 blijkt dat de extensieve beweiding, die met name de laatste jaren standaard plaatsvindt, de Zeekweek (nog) niet heeft kunnen terugdringen. Dit is echter ook niet waarschijnlijk, omdat dit meestal alleen bij intensieve beweiding mogelijk is (Esselink *et al.*, 2019).

In het bijna alle jaren extensief beweidde MV 339 houdt de lage kwelder met Kweldergras stand en wordt successie naar de middelhoge kwelder met Zeekweek als dominante soort weliswaar vertraagd, maar kan waarschijnlijk niet voorkomen worden.

In MV 356 en 359 lijkt de extensieve beweiding sinds 2013 een veel duidelijker effect op de vegetatie te hebben gehad: Zeekweek is verdrongen door Kweldergras als dominante soort. Hierbij hebben echter ook andere zaken een rol gespeeld, namelijk dat de kwelder van dijk tot wad niet erg breed is en dat het maaiveld iets lager ligt 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 goed tegen kan dan Kweldergras en Zeeaster.

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 3.9*. 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 (zie ook Esselink *et al.*, 2019).

Tabel 3.9 Beweidingsklassen in de internationale Waddenzee (Dijkema, 1983) en in het IFG-beheerplan voor Noard Fryslân Bûtendyks (Jager & Rintjema, 2003).

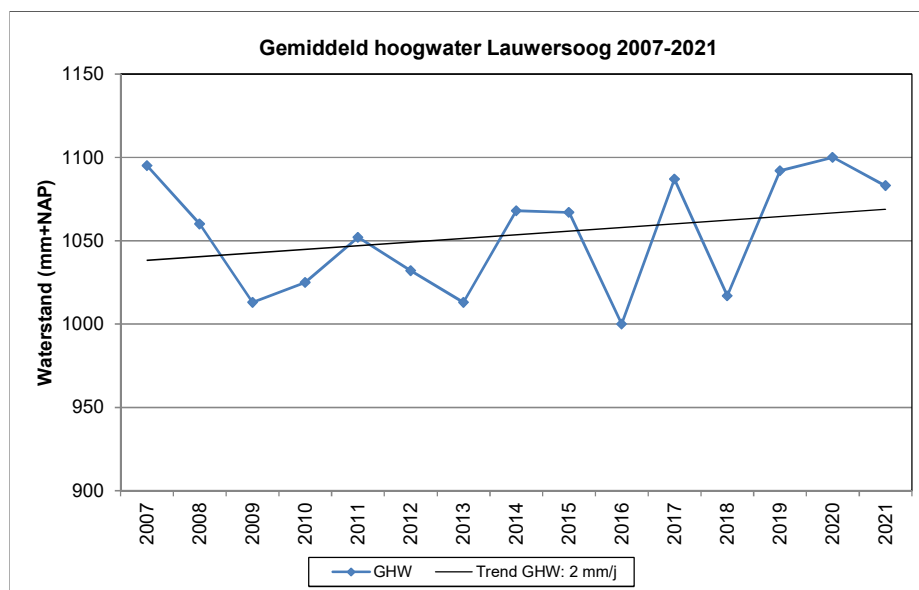
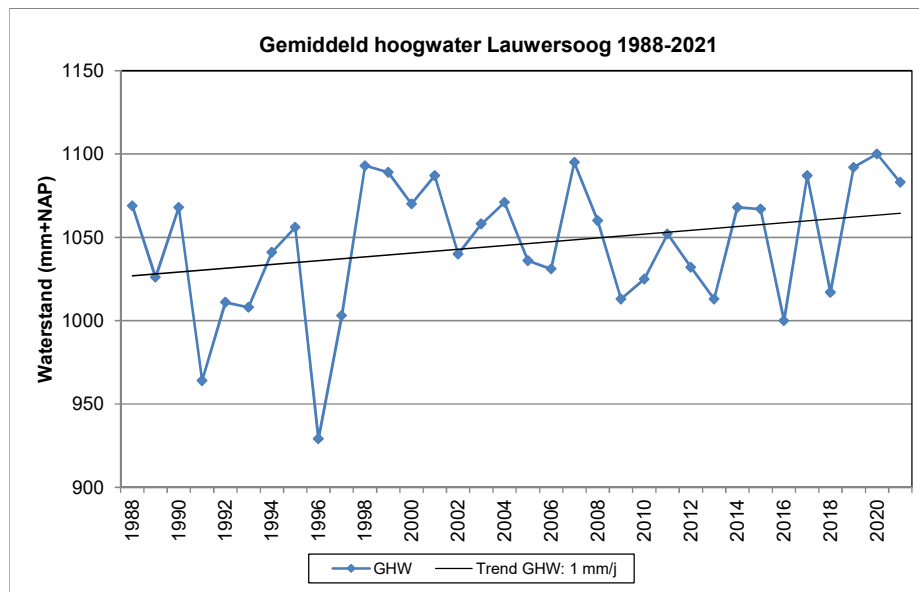
Beweidings-intensiteit	Vegetatiestructuur (Dijkema, 1983)	Schape incl. lam. (per ha)	Jongvee (per ha)	Grootvee (GVE per ha)	Noard Fryslân (GVE per ha)
Zeer extensief } Extensief }	Patroon van kort en lang gewas	2 - 3	0,7 - 1	0,3 - 0,5	< 0,4 0,4 - 0,7
Matig	Productie bijna verwijderd	5 - 6	1 - 1,5	0,5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

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):

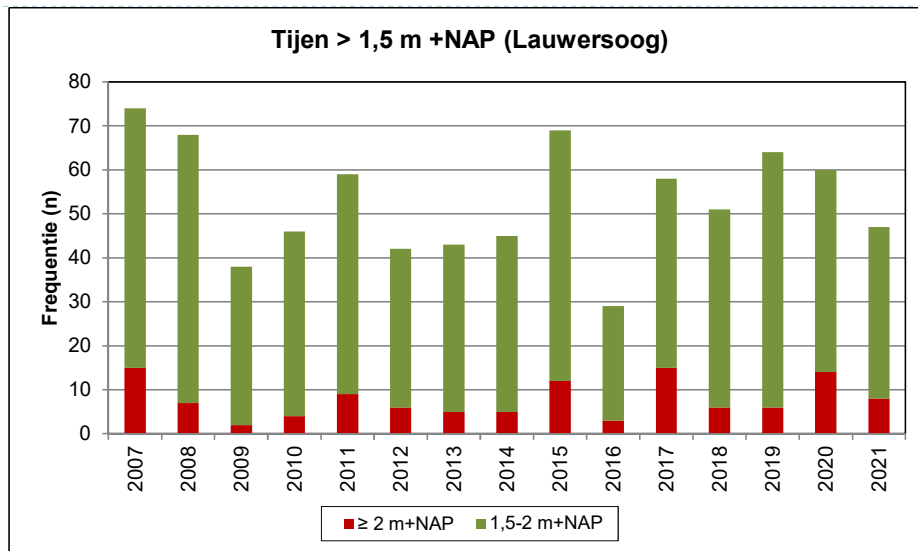
- intensieve beweiding = uniforme korte grasmat;
- matige beweiding = patroon van korte grasmat en langer gewas;
- geen beweiding = uniform langer gewas.

3.6 Jaargemiddeld hoogwater

Het jaargemiddelde hoogwater van 1988-2021 voor Lauwersoog is weergegeven in *Figuur 3.14*. Het jaargemiddelde hoogwater wordt grotendeels bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). Het gemiddeld hoogwater (GHW) over de periode 1988-2021 (1046 mm+NAP) ligt iets lager dan het GHW over de periode 2007-2021 (1054 mm+NAP). De trend voor toename van het gemiddeld hoogwater voor Lauwersoog over 1988-2021 is 1 mm/j, maar over de periode 2007-2021 is dat 2 mm/j. In eerdere rapporten is met de trendwaarde vanaf 1988 gerekend, maar om eventuele effecten van bodemdaling waar te nemen tijdens de gaswinningsperiode is het beter de trendwaarde vanaf 2007 aan te houden.



Figuur 3.14 Jaargemiddelde hoogwater van 1988-2021 en van 2007-2021 op basis van hoogwater-data van Rijkswaterstaat voor Lauwersoog.



Figuur 3.15 Aantal tijen >1,5 m +NAP voor Lauwersoog van 2007-2021 op basis van RWS-data.

In *Figuur 3.15* zijn de hoogwaters $\geq 1,50$ m+NAP voor meetstation Lauwersoog weergegeven. Een groot deel van de kwelder ligt onder water bij een waterstand van 1,50 m+NAP en rond 1,80 m ligt vrijwel de gehele kwelder onder water. Bij hogere waterstanden komt ook de zomerpolder (deels) onder water te staan. De water aan- en afvoer gaat aanvankelijk alleen via de duikers in de zomerkade tussen kwelder en zomerpolder, maar bij waterstanden $> 2,25$ m+NAP stroomt het water ook over de zomerkade.

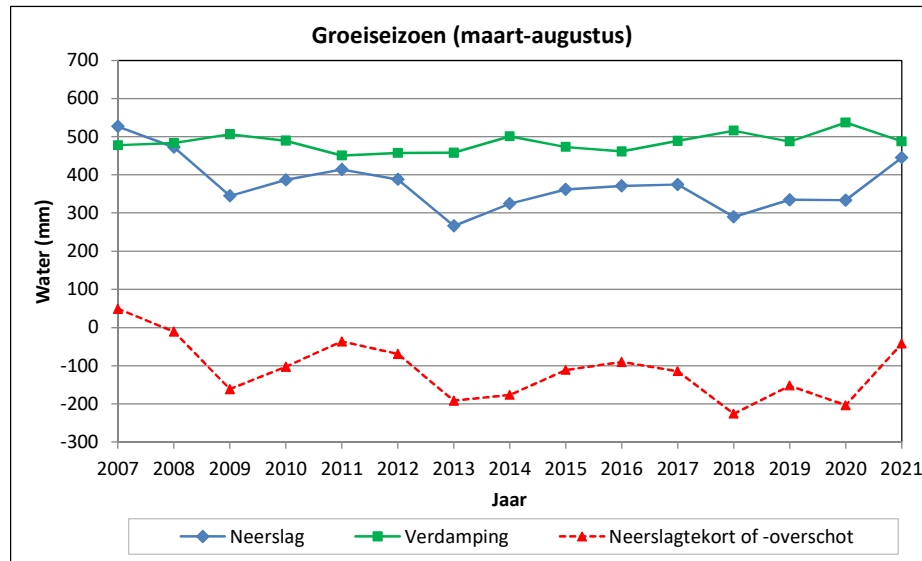
Een groter aantal hoge tijen hoeft niet per se te betekenen dat er daardoor meer opslibbing plaatsvindt, omdat niet alleen het aantal overvloedingen, maar ook met name het sedimentaanbod bij een hoog tij bepalend kan zijn. Een enkel hoog tij kan daardoor soms verantwoordelijk zijn voor vrijwel de gehele opslibbing in een jaar.

3.7 Neerslag en verdamping

Gegevens van neerslag en verdamping (Lauwersoog, station 277) zijn verzameld van de KNMI-website. Het neerslagtekort of -overschot voor het groeiseizoen (maart-augustus) in de periode 2007-2021 is bepaald door de potentiële verdamping (gewasverdamping volgens Makkink) af te trekken van de neerslag in diezelfde periode (*Figuur 3.16*). Natte jaren waren: 2007-2008 en 2011-2012. Vrij droge jaren waren: 2009, 2013 en de drie opeenvolgende jaren 2018-2020.

Een neerslagtekort of overschot gedurende het groeiseizoen speelt een rol bij de soortensamenstelling en biomassa van de kweldervegetatie in de midden en hoge kwelderzones (De Leeuw *et al.*, 1990). Natte jaren kunnen leiden tot de vestiging van of een verschuiving richting brakke kwelderplantensoorten of zelfs glycofyten ("zoete" soorten). Deze kunnen na een droge periode waardoor de saliniteit toeneemt echter weer verdwijnen ten gunste van de oorspronkelijke halofyten. Bij langdurige droogte kunnen zouten uit de diepere lagen naar het oppervlak komen waardoor hypersaliniteit kan optreden. In die situatie kunnen sommige halofyten het moeilijk krijgen en zelfs afsterven. Engels slijkgras kan op zich tegen hogere zoutconcentraties dan die van zeewater, maar slecht tegen landurige droogte (Ranwell, 1972). De sterfte van deze soort in uitgedroogde greppels en kommen op diverse locaties in 2019 is daarom vermoedelijk vooral veroorzaakt door de droogte. In 2020 was het neerslagtekort vooral in de maanden april en mei hoog (ca. 75 mm). Vooral op de hogere delen van de kwelder is dat nadelig voor de dan ontwikkelende kiemplanten.

In 2021 was het begin van het groeiseizoen erg wisselend van temperatuur: eind maart was warm, april en mei waren koud, terwijl de eerste helft van juni ook erg warm was. Dit heeft ook dit jaar weer een nadelig effect gehad op de ontwikkeling van kiemplanten. In april en juni was er bovendien een neerslagtekort van ca. 40 mm, maar daarna was het erg groeizaam weer.



Figuur 3.16 Neerslag, verdamping en neerslagtekort in het groeiseizoen (maart t/m augustus) voor Lauwersoog (station 277) op basis van KNMI-gegevens.

4. Conclusies

4.1 Peazemerlannen

Opslibbing pq's

- Bij alle pq's in de Peazemerlannen is een toename van de maaiveldhoogte gemeten in de periode 2007-2021.
- Bij ruim 3/4 van de pq's is de opslibbing voldoende om de gemeten bodemdaling over 2007 t/m 2021 (3,5 mm/j) en een GHW-stijging van 2 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2021) bij te houden. De verschillen tussen pq's kunnen echter groot zijn. Bij deze groep zitten ook twee pq's met een opslibbing die maar net boven de benodigde 5,5 mm/j ligt. Hier speelt de grote afstand tot een sedimentbron (wad of kreek) of de nabijheid van een poel (verweking en uitdroging) een rol, net zoals in eerdere jaren.
- Er zijn elf pq's die, over de hele meetperiode van 14 jaar, een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 5,5$ mm/j. Daarvan liggen er vier in de zomerpolder, drie in het hooggelegen, beweide westelijke deel en een in het oostelijke deel. Ook al ontbreken van de drie eerste pq's de aug/sept-metingen vanaf 2020 wegens het afmaaien van de SEB-palen, toch kunnen ze gezien de hoogteontwikkeling in het verleden nog steeds bij deze groep gerekend worden. De vijfde pq 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 natuurlijke terugschrijdende erosie zal naast de sedimentaanvoer ook de vegetatieontwikkeling op gang komen. Een andere pq die naast een poel ligt, is vaak vochtig waardoor de bodem niet goed consolideert. Tot slot zijn er nog vijf pq's die ver weg van het wad en sedimentaanvoerende geulen liggen en die andere jaren nog net boven de benodigde gemiddelde opslibbing lagen.
- Wat bij een aantal pq's met een beperkte opslibbing ook nog een rol gespeeld kan hebben is dat in 2018, 2019 en 2021 (op vrij grote schaal) schapenbeweiding heeft plaatsgevonden in een deel van de westelijke kwelder, wat bij enkele pq's tot vertrapping en daarmee inklink heeft geleid. Verder waren 2018, 2019 en 2020 erg droge jaren, wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019. Wanneer er in een jaar wel stormtijden voorkomen met hoge waterstanden kan dat de gemiddelde opslibbing ineens sterk laten toenemen.
- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. Nu wordt er gemiddeld een opslibbing van 2 mm/j gemeten. Dat is genoeg om de GHW-stijging bij te houden, maar niet de daar bijkomende bodemdaling. De beperkte aanvoer van sediment (o.a. blokkade 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 lage opslibbing, in verhouding tot de kwelder. Naast inklink door uitdroging in droge jaren, heeft ook compactie, veroorzaakt door de beweiding (vertrapping), 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 en beter blijft liggen.

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 opslibblingsbalans, die bij de meeste pq's positief was. Er waren geen pq's die regressie van de vegetatie vertoonden. Dit laat zien dat er tot nu toe, zelfs bij een negatieve opslibblingsbalans (al dan niet als gevolg van bodemdaling), geen

kritische grens is overschreden met gevolgen voor de vegetatie. Gezien de huidige snelheid van bodemdaling past dat bij de verwachting. 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 geen regressie van de vegetatie tot gevolg had.

- Het effect van de beweiding met schapen in het meest westelijke deel van de kwelder in 2018, 2019 en 2021 op de vegetatie is duidelijk zichtbaar. Mogelijk hebben de drie droge groeiseizoenen van 2018-2020 mede gezorgd voor de veranderingen.

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

- De trend die op basis van de vegetatiekaarten kan worden waargenomen is er een van natuurlijke successie/veroudering en uitbreiding van het areaal, met name (pre-) pionierzone, die ook na de start van de gaswinning is doorgegaan. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat de meest recente kaart uit 2014 is en dat de bodemdaling toen nog zeer beperkt was. Aan de andere kant laten de waarnemingen tijdens de veldbezoeken zien dat de uitbreiding van de (pre-)pionierzone ook na 2014 is doorgegaan en dat naast Zeekraal ook vaker Engels slijkgras wordt aangetroffen.

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: een stabiele vegetatie bij de meeste pq's en in enkele gevallen (lichte) successie. Beweiding is de meest waarschijnlijke oorzaak van de (lichte) regressie bij enkele 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 (en daarmee meestal ook de redoxpotentiaal) beïnvloed, wat grote gevolgen voor de vegetatiesamenstelling kan hebben (Davy *et al.*, 2011). De verschuiving van Zoutmelde naar een grotere bedekking door Kweldergras in een aantal pq's is waarschijnlijk ook veroorzaakt door beweiding (zie ook §4.4.1).

Vlakdekkende vegetatieontwikkeling

Ook in het referentiegebied is de waargenomen trend op basis van de vegetatiekaarten over de periode 2002-2014 een van natuurlijke successie/veroudering. Successie is ook een reden voor het afgenomen areaal aan pioniervegetatie. Omdat de beschermende werking van de dammen aan de wadkant tegenwoordig ontbreekt (deze dammen worden niet meer onderhouden), heeft er geen aangroei kunnen plaatsvinden van de pioniervegetatie richting wad.

4.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

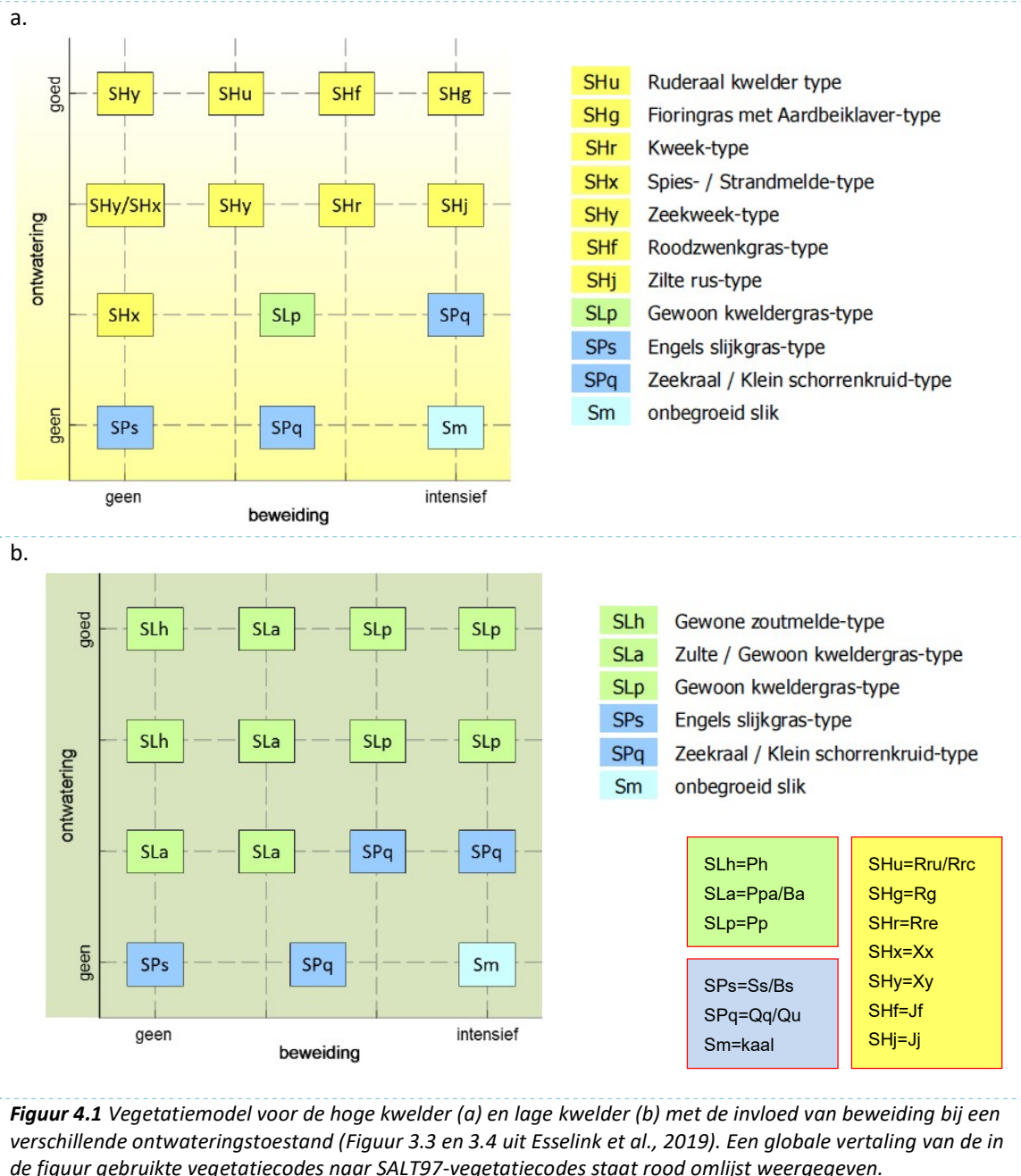
De drie gebieden waar meetpunten zijn geselecteerd om als alternatieve referentie te dienen, mede na overleg met de auditcommissie, verschillen onderling en hebben hun eigen bijzonderheden. Hoewel "een tweede Peazemerlannen" het meest ideaal zou zijn als referentiegebied, lijken deze drie gebieden een goed beeld te geven van de historische opslibbing en vegetatieontwikkeling in de vastelandskwelders. Zodoende kunnen ze vervangend vergelijkingsmateriaal bieden voor de Peazemerlannen, nu de bestaande referentiepunten in Groningen minder geschikt zijn geworden door beweiding. Er zou misschien een nadere selectie kunnen plaatsvinden binnen de nu gebruikte grote verzameling meetpunten, maar aan de andere kant blijkt dat er jaarlijks ook in deze groep meetpunten kunnen afvallen door (toenemende) beweiding en daardoor veroorzaakte vertrapping.

4.4 Omgaan met veranderingen in het beheer

4.4.1 Beweiding

Referentiegebied

Vanaf 2018 is ook het laatste van de vijf deelgebieden in het referentiegebied beweid. De overige vier gebieden zijn sinds 2007 alle of sommige jaren beweid geweest. De sinds 2013 toegenomen beweiding in het referentiegebied vormt een knelpunt voor de bruikbaarheid van met name de pq-gegevens als referentiewaarden, zowel voor de opslibbing als de vegetatieontwikkeling. Het beweidingsbeheer heeft een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (door vertrapping en compactie) en de vegetatie (vertrapping, verjonging/regressie) en lokaal ook op de drainage. Dit is ook uitgebreid beschreven in vele artikelen en rapporten (zie o.a. Esselink *et al.*, 2002 en 2019).



Figuur 4.1 Vegetatiemodel voor de hoge kwelder (a) en lage kwelder (b) met de invloed van beweiding bij een verschillende ontwateringstoestand (Figuur 3.3 en 3.4 uit Esselink *et al.*, 2019). Een globale vertaling van de in de figuur gebruikte vegetatiecodes naar SALT97-vegetatiecodes staat rood omlijst weergegeven.

In Figuur 4.1 worden twee figuren uit Esselink *et al.* (2019) getoont om te illustreren hoe in een vastelandskwelder de vegetatie op de lage en hoge kwelder beïnvloed kan worden door de mate van beweiding en een goede of slechte ontwateringstoestand. De in de figuren gebruikte vegetatiecodes zijn globaal vertaald de SALT97-codes die in dit rapport worden gebruikt. Duidelijk is te zien dat naar mate de beweiding intensiever wordt, er verjonging of regressie optreedt bij de vegetatie, vooral als de ontwatering slecht tot matig is.

Het is moeilijk te voorspellen hoe langdurig en hoe groot het effect van beweiding in de toekomst eventueel zal zijn op de bruikbaarheid van de meetpunten in West-Groningen als referentie. Dit komt deels doordat de locaties waar vee ingezet wordt, het type vee en de duur en intensiteit niet vastliggen, maar grotendeels door de situatie van het moment worden bepaald (o.a. afhankelijk van de eigenaar en vegetatiesamenstelling ter plekke, beschikbaarheid vee en beheervergoeding). 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 ze zodoende te kunnen blijven gebruiken.

Het gebruiken van de aanvullende meetpunten ter referentie blijkt echter een goed alternatief, ook al is voor die meetpunten geen garantie te geven dat ze niet ook ooit door beweiding onbruikbaar zullen raken.

Peazemerlannen

In de Peazemerlannen wordt, in principe, alleen de zomerpolder extensief beweid, maar sinds 2018 komen er ook regelmatig schapen in een deel van de kwelder aan de westkant. Hoewel dit bij een aantal van de daar aanwezige pq's een duidelijk effect op hoogteligging en/of vegetatie heeft gehad, kan mede met behulp van vegetatiemodellen, zoals in Figuur 4.1, en het monitoren van de beweidingintensiteit, een goede inschatting gemaakt worden van de effecten die direct of indirect aan deze beweiding toe te schrijven zijn. Echter, hoe meer factoren er een rol spelen, hoe moeilijker het op een gegeven moment wordt om de factoren goed van elkaar te kunnen onderscheiden bij het aanwijzen van de veroorzaker van een effect.

4.4.2 Herinrichting Peazemerlannen

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 met koeien van een deel van de kwelder of verkwelderen van het oostelijke 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 een beheerplan voor de komende jaren.

In 2020 zijn verschillende onderdelen van het beheerplan verder uitgewerkt en op uitnodiging van IFG besproken met diverse belanghebbenden, waaronder *Artemisia*, waarmee gehoor gegeven is aan het advies van de auditcommissie (Commissie MER, 2020).

In het definitieve plan wordt geprobeerd zoveel mogelijk rekening te houden met de monitoringactiviteiten in het gebied. Aanvankelijk was het streven van IFG om na het broedseizoen 2021 met de herinrichting te beginnen, maar dat is uitgesteld naar 2022. Als de werkzaamheden voltooid zijn zullen de eerder beschadigde SEB-palen in de zomerpolder vervangen worden.

Aangezien de voorgenomen beweiding van de kwelder (met koeien), volgens het huidige plan, beperkt blijft tot het deel zonder meetpunten, zal het effect op de monitoring naar verwachting gering zijn. Ingrepen in het drainagepatroon (geulen en greppels) in verband met veeveiligheid in het beweidinggebied zullen waarschijnlijk vooral ter plekke een effect hebben op ontwatering en

opslibbing. Waar de beweiding wordt ingezet zal het maaiveld door vertrapping en compactie flink verlagen en mogelijk lokaal vernatten. Dit en de begrazing zal een zodanig groot effect hebben op de vegetatie dat dit waarschijnlijk op de VEGWAD-vegetatiekaart van 2026 als regressie te zien zal zijn.

Gezien het feit dat de onbedoelde beweiding door schapen in (een deel van) de westelijke kwelder in 2018, 2019 en 2021 al duidelijke effecten heeft gehad op de metingen, is het wel zaak dat er geen koeien kunnen ontsnappen naar kwelderdelen buiten het beweidingsgebied. Bij vertrapping door koeien zal de schade aan vegetatie en bodem groter en langduriger zijn (zoals blijkt uit de metingen in het referentiegebied Groningen), waardoor het onmogelijk zou worden eventuele effecten van bodemdaling te scheiden van de beweidings- en vertrappingseffecten.

Wat betreft de geplande verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder wordt verwacht dat de opslibbing daar na verkwelderen zal toenemen, omdat er vaker en meer water met sediment in het gebied zal komen. Dit zal ook gevolgen hebben voor de omvang en locatie van de op dit moment aanwezige greppels en geulen (en de eventueel bij de inrichting aangebrachte geulen). Met het oog op de verkweldering zijn in november 2019 drie extra SEB-meetpunten toegevoegd in het hogere deel van de zomerpolder. Deze zullen in de jaarrapportages worden opgenomen zodra er voldoende data zijn om te presenteren. Van deze SEB-palen bleek er ook een stukgemaaid bij de najaarsmeting in 2021. Ook deze zal na voltooiing van de inrichtingswerkzaamheden vervangen worden.

In het westelijke deel van de zomerpolder zullen met name veranderingen in het watermanagement mogelijk een effect gaan hebben op de maaiveldhoogte (door het gebruik van stuwen zal de vochtigheidstoestand in dit deelgebied naar verwachting toenemen in sommige periodes en de aanvoer van sediment zal mogelijk iets afnemen).

Voor zover nu kan worden ingeschat zullen er, met name in de zomerpolder, (lokaal) effecten optreden met mogelijke gevolgen voor de monitoring, maar hoe groot de gevolgen zullen zijn, is moeilijk te voorspellen.

4.5 Eindconclusie

Om de effecten van de gaswinning en de hieruit voortkomende bodemdaling op de Peazemerlannen in kaart te brengen moeten de volgende twee hoofdvragen beantwoord worden:

- 1. Wat is de verandering van maaiveldhoogte (bodemdaling + opslibbing) en hoe verhoudt deze zich tot de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) en grenswaarde (10-15 cm onder de ondergrens van een vegetatiezone) voor maaivelddaling voor de vegetatiesamenstelling?*

Hoewel de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) in de Peazemerlannen niet bij alle meetpunten gecompenseerd wordt door de opslibbing, heeft dit geen regressie van de vegetatie tot gevolg gehad. De vegetatie bij de meetpunten blijkt stabiel of successie te vertonen. Uit de vlakdekkende vegetatiekaarten komt ook een beeld naar voren van successie. Wat hierbij ook een rol speelt is, dat alle meetpunten boven de ondergrens van de betreffende vegetatiezone liggen.

- 2. Wat zijn de veranderingen in vegetatie (successierichting) en areaal van de vegetatiezones, en welke factoren, incl. opslibbingbalans, ontwatering, beweiding, veranderingen in GHW, kunnen de verandering verklaren? Hierbij moet ook aandacht zijn voor eventuele cumulatie van effecten veroorzaakt door deze factoren.*

Uit de vlakdekkende vegetatiekaarten komt ook een beeld naar voren van successie. Hoewel de meest recente vegetatiekaart uit 2014 is, en er sindsdien circa 3,5 cm aanvullende bodemdaling heeft plaatsgevonden, correspondeert de waarneming van de zich uitbreidende en dichter begroeide pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen nog steeds met dat beeld. Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemdaling tot nu toe nadelige effecten

op de vegetatie heeft gehad. Factoren die wel gekoppeld konden worden aan een tijdelijk/jaar-effect op de vegetatie waren met name een slechte ontwatering (vernatting), droogte en beweiding.

Een vertraagde netto-ophoging van het maaiveld tijdens de bodemdalingsperiode zou de veroudering van de kweldervegetatie op den duur mogelijk lokaal iets kunnen vertragen. Aangezien in de Peazemerlanden (en de meeste andere vastelandskwelders) veroudering de trend is, zou dit gezien kunnen worden als een tijdelijk positief neveneffect van gaswinning, maar de verwachte bodemdaling is te beperkt om het 'verouderingsprobleem' grootschalig en langdurig tegen te gaan.

De hoofdconclusies die in dit jaarrapport getrokken kunnen worden na 14 jaar monitoring wijken hiermee niet af van die in het evaluatierapport na 11 jaar monitoring (Van Duin *et al.*, 2019) of die in het vorige jaarrapport (Van Duin, 2021).

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 MER, 2020. *Monitoring aardgaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Advies Auditcommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2019. Projectnummer: 3467*. 17 p.
- Davy, A.J., M.J. H. Brown, H.L. Mossman & A. Grant, 2011. *Colonization of a newly developing salt marsh: disentangling independent effects of elevation and redox potential on halophytes. Journal of Ecology* 99: 1350–1357.
- De Leeuw, J., H. Olff & J.P. Bakker, 1990. *Year-to-year variation in peak above-ground biomass of six salt marsh angiosperm communities as related to rainfall deficit and inundation frequency. Aquatic Botany* 36: 139-151.
- 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. Rapport 326, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel*. 104 p.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & P.-W. van Leeuwen, 2007. *Uitgangssituatie maaiveldhoogte en kweldervegetatie in de Peazemerlannen (2006). Rapport C128/07, Wageningen Imares, Texel*. 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*. Rapport C082/13, Imares Wageningen UR, Texel. 59 p.
- Van Duin, W.E., 2019. *Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Evaluatierapport 2007-2018*. Artemisia-rapport 2018-02, Artemisia-kwelderonderzoek, Den Helder. 79 p.
- Van Duin, W.E., 2020. *Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2019*. Artemisia-rapport 2020-01, Artemisia-kwelderonderzoek, Den Helder. 80 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*.
- Elschot, K., M.E.B. van Puijenbroek, D.D.G. Lagendijk, J.-T. van der Wal & C. Sonneveld, 2020. *Lange-termijn ontwikkeling van kwelders in de Waddenzee (1960-2018)*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 182. Wageningen Marine Research, Den Helder. 100 p.
- Esselink, P., 2000. *Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics*. Thesis University of Groningen. 253 p.
- 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.
- Esselink, P., H. Jager, W.E. van Duin & A. Wielemaker, 2019. *Variatie op de kwelder door beweiding: een handreiking aan natuurbeheerders*. PUCCIMAR-rapport 15. PUCCIMAR Ecologisch Onderzoek & Advies, Vries. 83 p.
- Eysink, W.D., K.S. Dijkema & W.E. van Duin, 2000. *Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Peazemerlannen*. 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. *Bodemdalingsstudie Waddenzee 2004. Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd*. Rapport RIKZ/2004.025, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren. 138 p.
- 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; Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel.
- Kamps, L.F., 1956. *Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk waddengebied*. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo, 93 p.
- Kamps, L.F., 1962. *Mud distribution and land reclamation in eastern wadden shallows*. Rijkswaterstaat Communications 4: 1-73.
- 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. Olff, 2015b. *Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity*. *Biological Reviews* 90: 347-366.

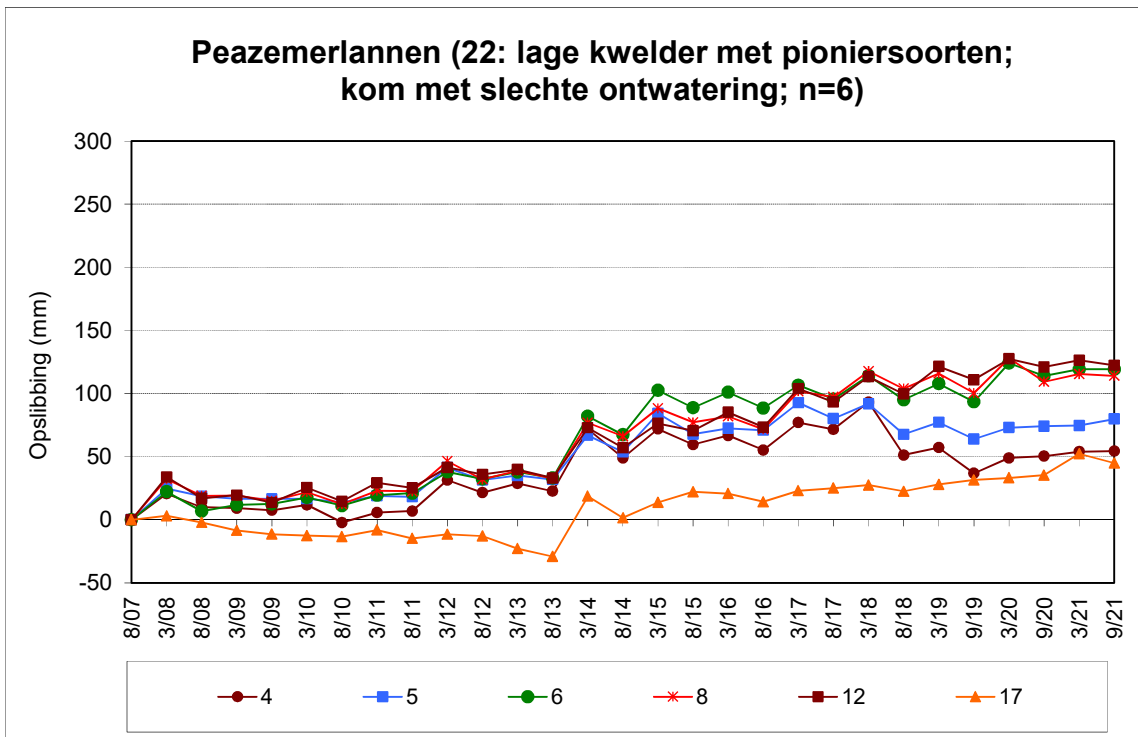
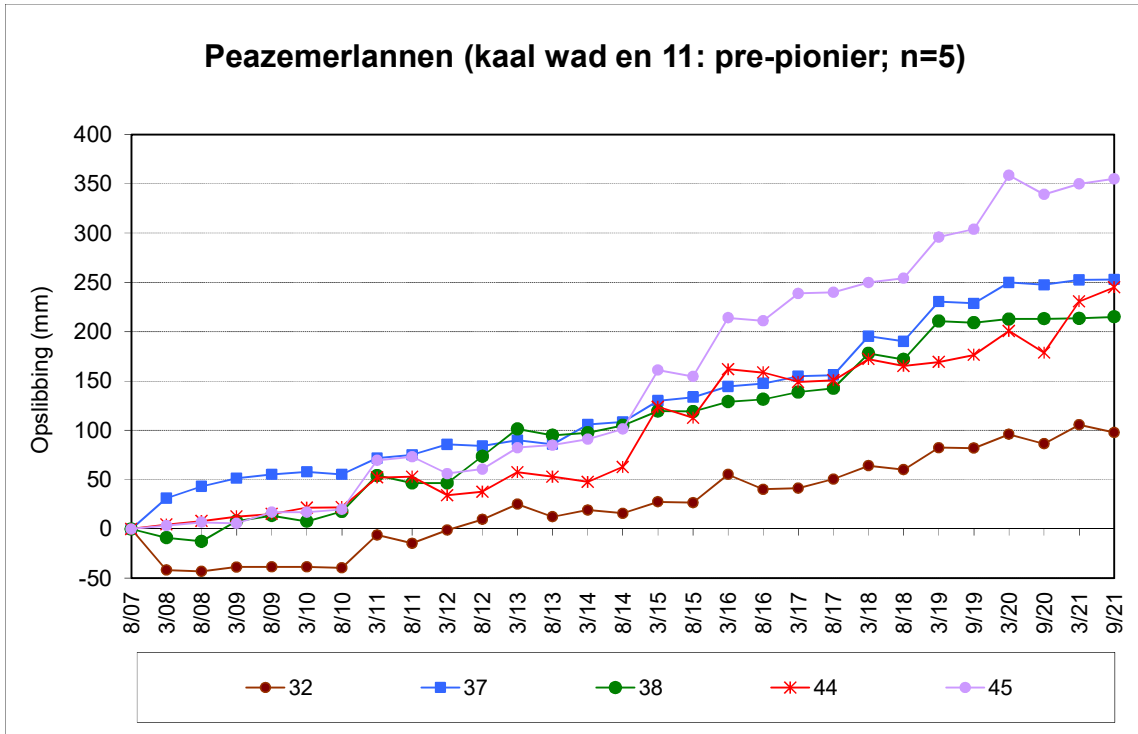
- Krol, J., 2022. *Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Paesens, Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog: Rapport 2021*. Natuurcentrum Ameland, Nes. 43 p.
- Meesters, H.W.G., K.S. Dijkema, W.E. van Duin, C.J. Smit, N. Dankers, P.J.H. Reijnders, R.K.H. Kats & M.L. de Jong, 2006. *Natuurwaarden in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. Rapport 1310, Alterra-Texel*. 191 p.
- Oost, A.P. & K.S. Dijkema, 1993. *Effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. IBN-rapport 025*. Universiteit Utrecht, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 133 p.+ bijlagen
- 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
- Ranwell, D.S., 1972. *Ecology of salt marshes and sand dunes*. Chapman & Hall, London. 258 p.
- Reitsma, J.M., G. Hoefsloot & L.S.A. Anema, 2010. *Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2008. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000*. RWS-DID, Servicedesk Geo-informatie, Delft. 96 p. + bijlagen
- Reitsma, J.M. & J. de Jong, 2016. *Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2014. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000*. RWS-CIV, Servicedesk Geo-informatie, Delft. 102 p. + bijlagen
- Stoddart, D.R., D.J. Reed & J.R. French, 1989. *Understanding salt marsh accretion, Scolt Head Island, Norfolk, England*. *Estuaries* 12: 228-236.
- Tolman, M.E. & Pranger, D.P., 2004. *Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2002. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000*. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Geo-informatie en ICT, Delft. Rapport AGI-GAE-2004.24. 42 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, Kampen.
- Wiersma, J., 2018. *Quickscan cultuurhistorie Peazemerlannen*. Landschapsbeheer Friesland. 20 p.

BIJLAGEN

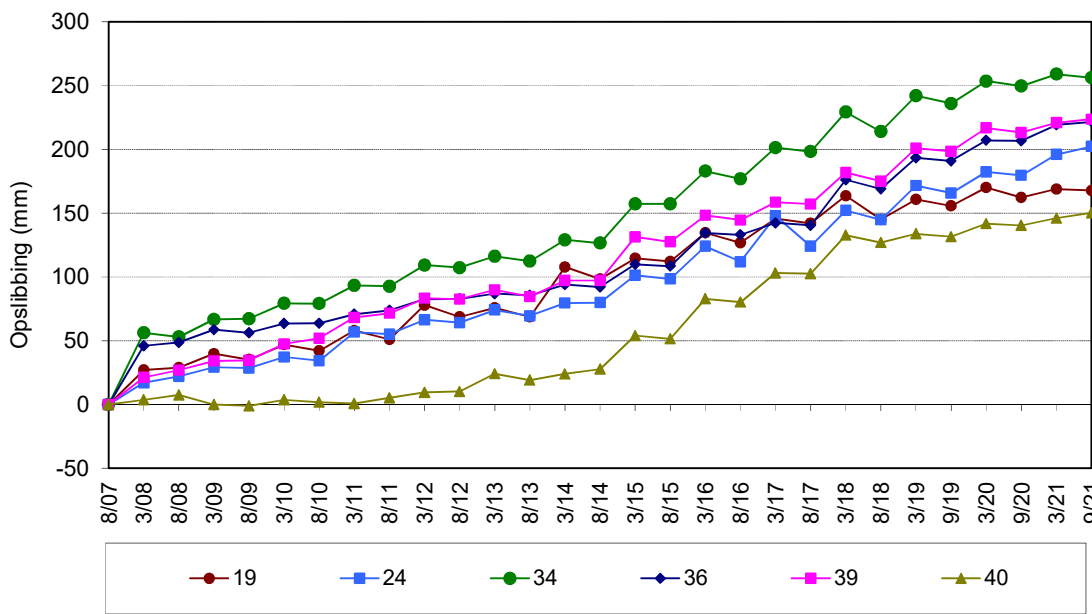
A. Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD)

	Meest recente VEGWAD fotovlucht		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	Oosterschelde	2013	2013	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Westerschelde-mond			uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Kwelderwerken Friesland + Groningen	2014	2014	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Ameland			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Kroonspolders (+Westerveld) Vlieland	2015	2015		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Noordvaarder + Groen strand Terschelling	2015	2015		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Schiermonnikoog	2016	2016			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding
Rottum	2016	2016			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding
Westerschelde	2016	2016			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding
Kwelders Noord-Holland	2017	2017				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking
Kwelders Texel	2017	2017				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking
Slufter Texel	2017	2017				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking
Boschplaat Terschelling	2012	2012	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Dollard + Punt van Reide	2012	2012	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Griend	2012	2012	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Haringvliet-monding	2012	2012	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht

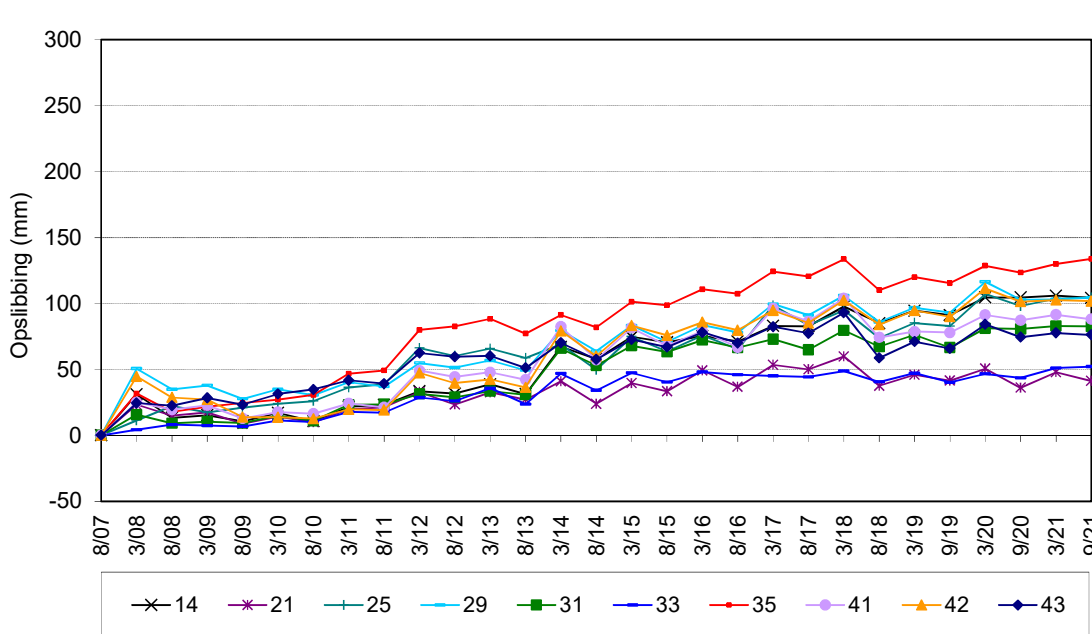
B. Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq

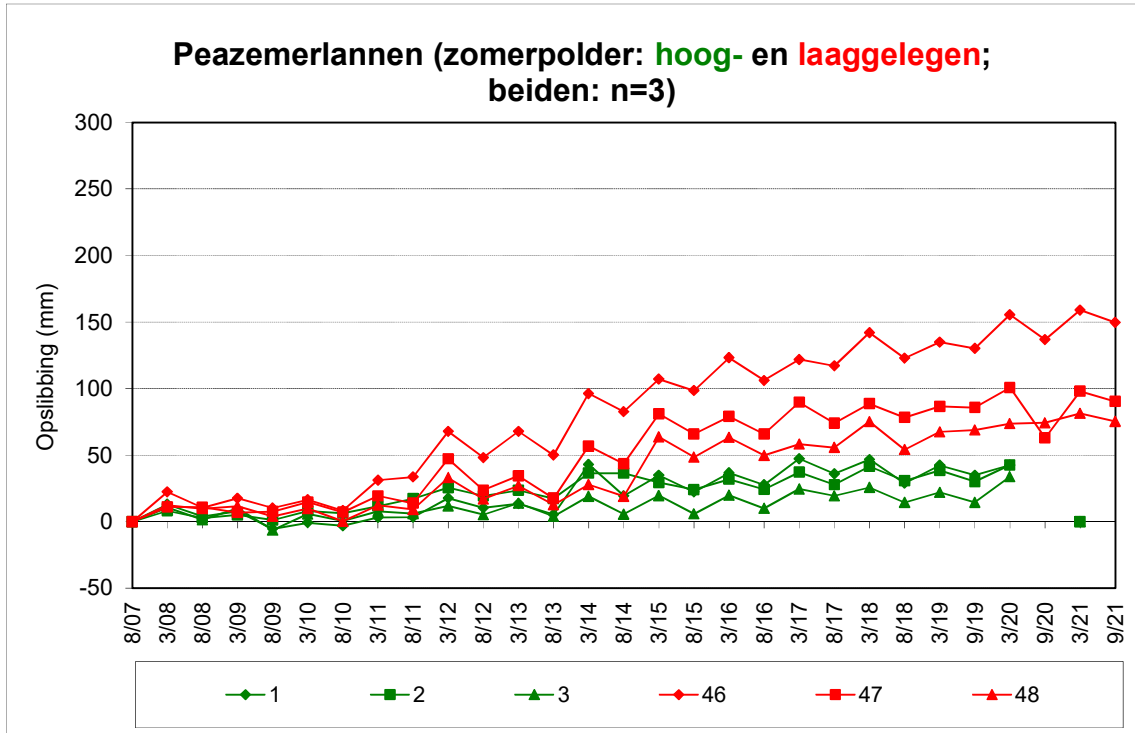
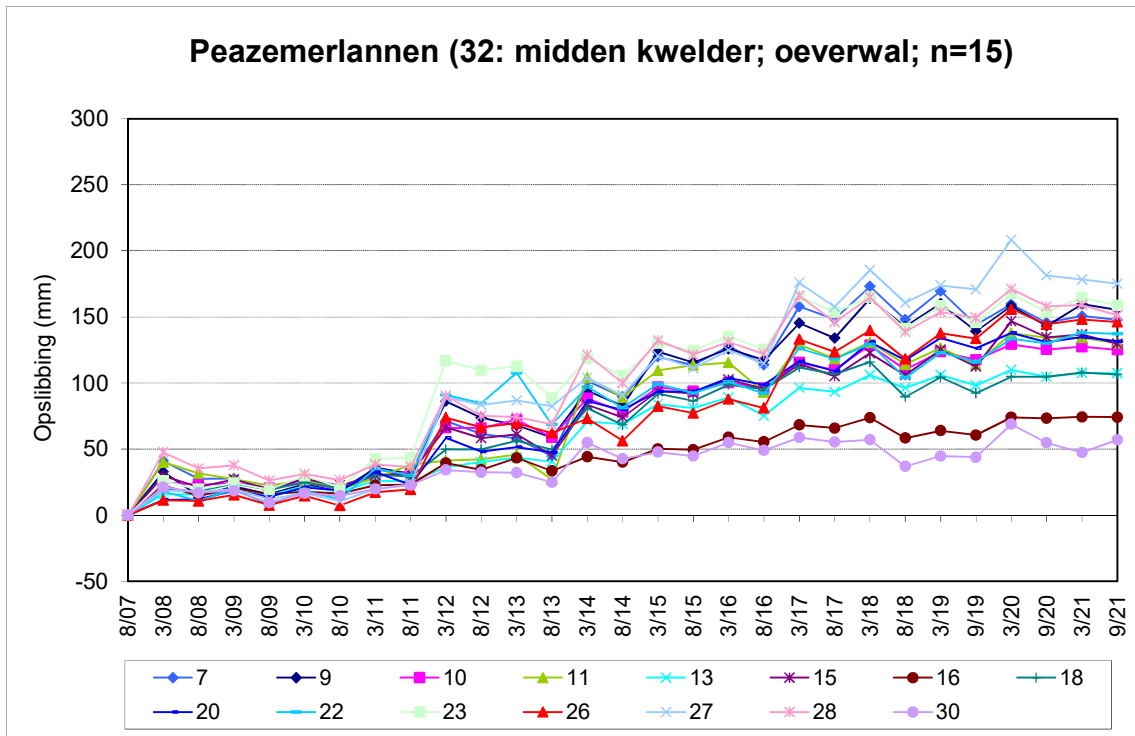


Peazemerlannen (21: lage kwelder; kwelderrand bij gat; n=6)

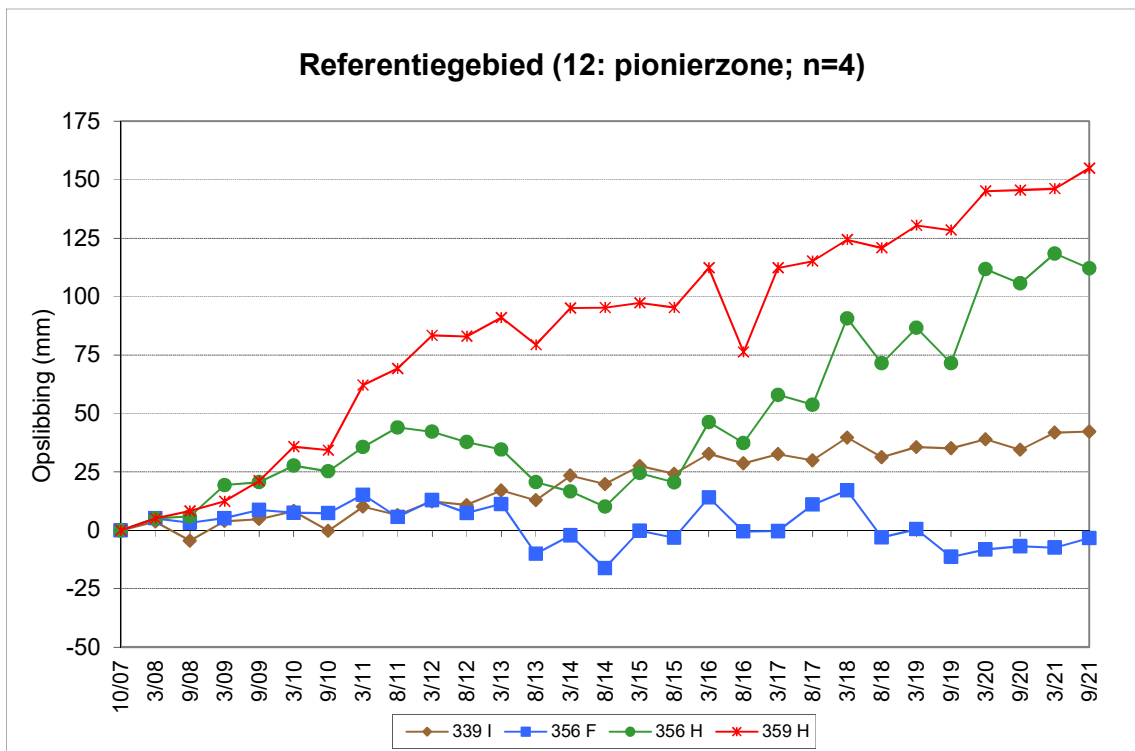
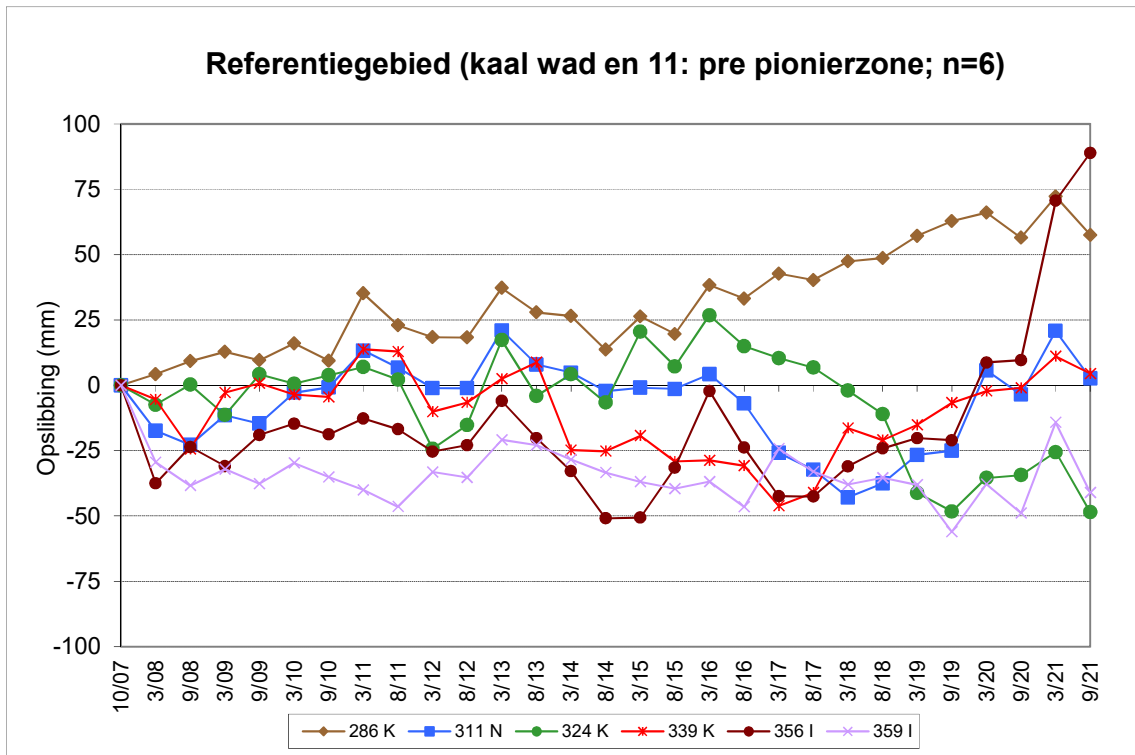


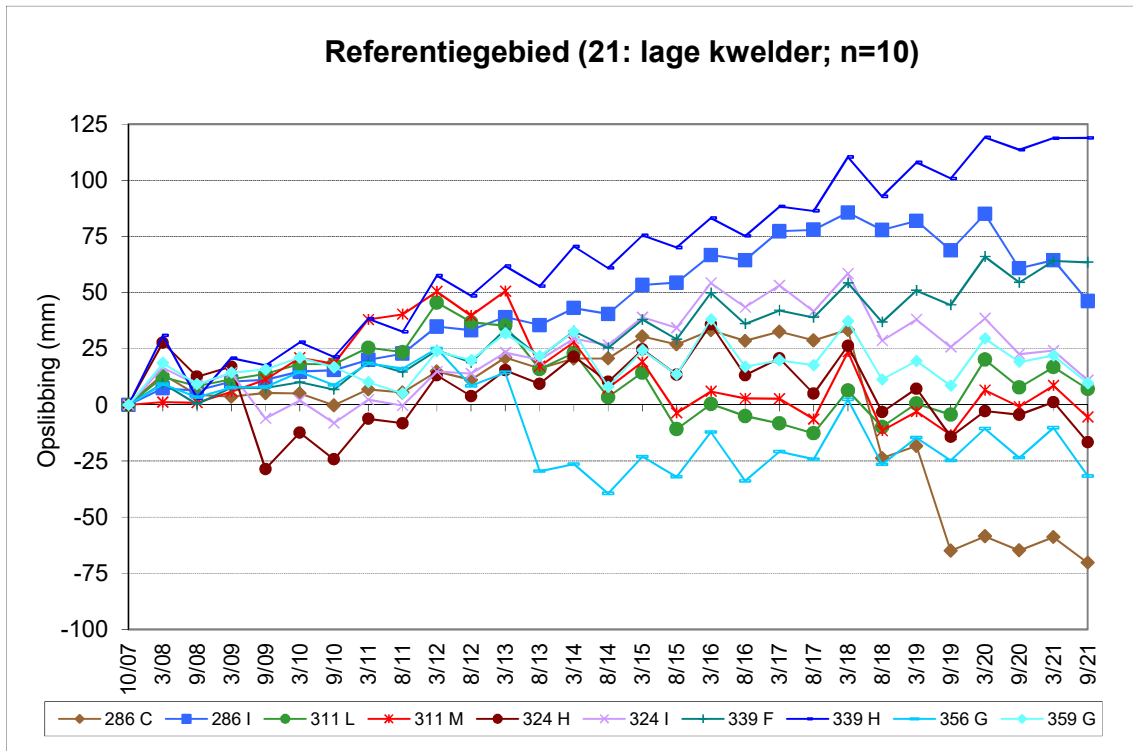
Peazemerlannen (21: lage kwelder; kom; n=10)



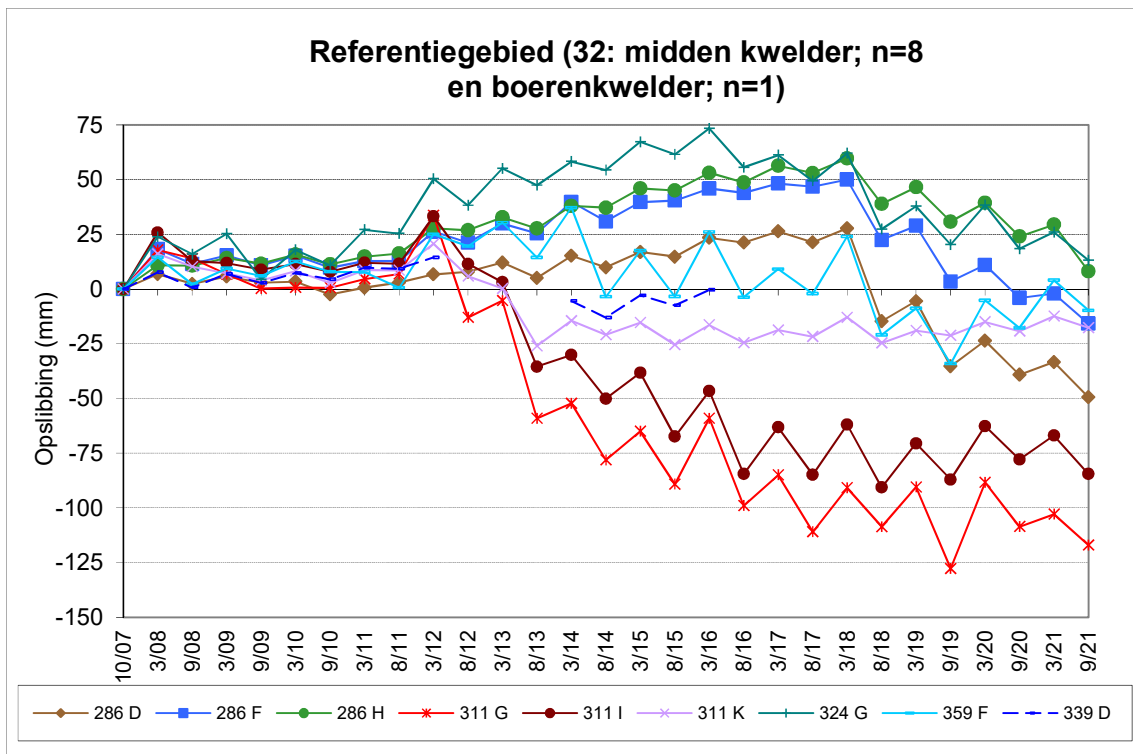


C. Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen: afzonderlijke pq's





286 vanaf 2018 beweid, de overige meetpunten in sommige of (vrijwel) alle jaren beweid (zie ook Bijlage D).



286 vanaf 2018 beweid, de overige meetpunten in sommige of (vrijwel) alle jaren beweid (zie ook Bijlage D).

Wegens herhaaldelijk afmaaien van SEB-palen ontbreken datapunten voor 339D (boerenkwelder) en is de PQ in 2016 geschrapt als meetpunt.

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

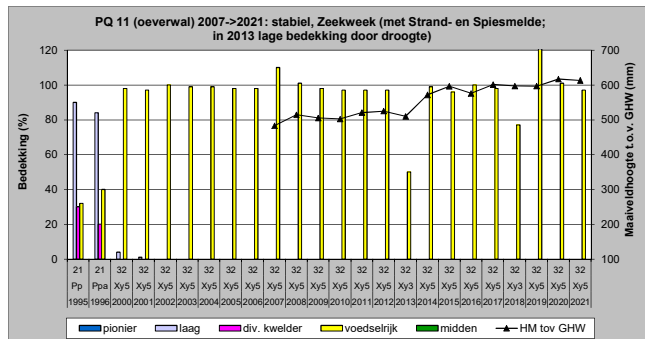
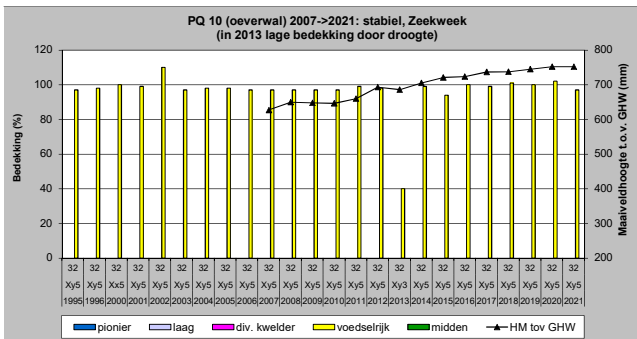
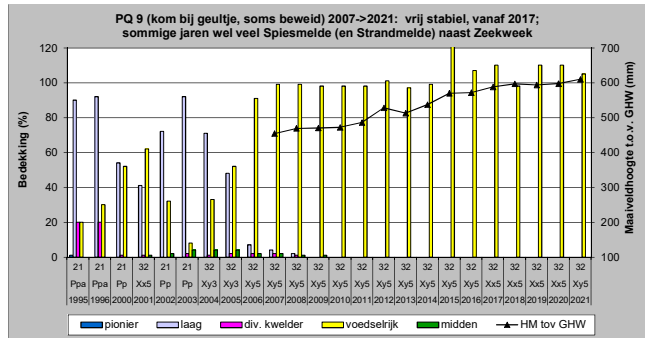
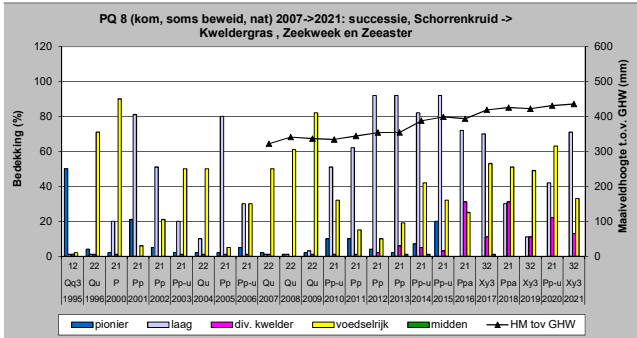
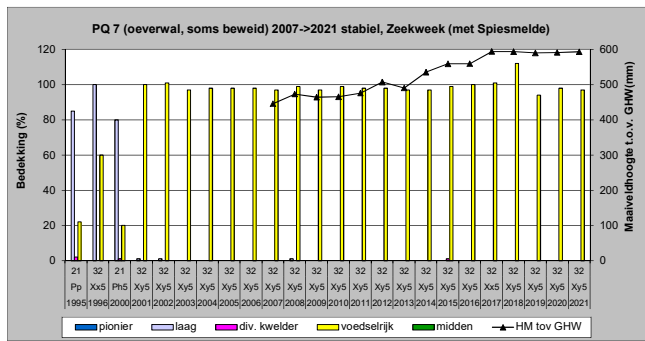
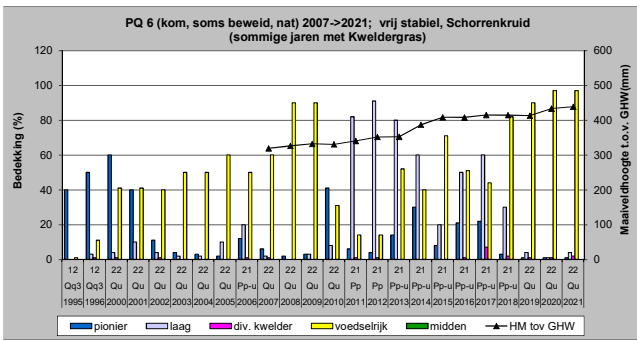
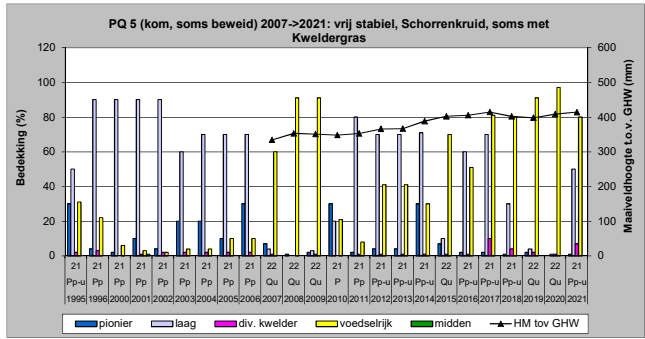
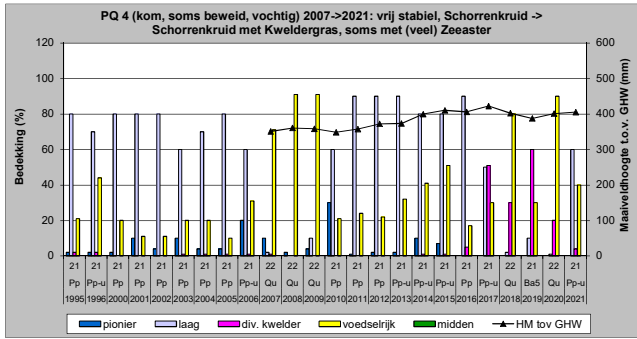
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
286 C												+	++	+	+
286 D												±	+	+	-
286 F												±	+	+	±
286 H												-	+	+	±
286 I												±	+	+	++
(286 K)												n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
311 G						-	+	++	++	++	+	++	++	++	++
311 I						-	+	+	++	+	+	+	+	+	+
311 K						-	±	-	+	±	-	-	0	0/-	0
311 L						-	±	+	++	+	+	+	++	++	++
311 M						+	+	+	++	+	+	++	++	++	++
(311 N)						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.
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.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
339 D	0	0	-	0	0		0	0	0						
339 F	0	0	-	-	0		-	±	-	0	0	0	0	-	±
339 H	±	0	-	-	-		-	-	±	0	-	0	0	-	-
339 I	+	±	-	0	+		+	+	-	-	+	-	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.	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.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
359 F				+			±	+	++	+	+	+	++	++	++
359 G				+			-	+	+	+	+	+	++	++	++
359 H				±			±	±	0	0	+	0	±	0	-
(359 I)				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.

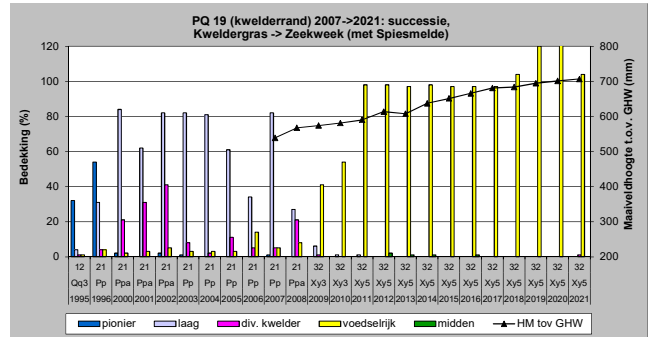
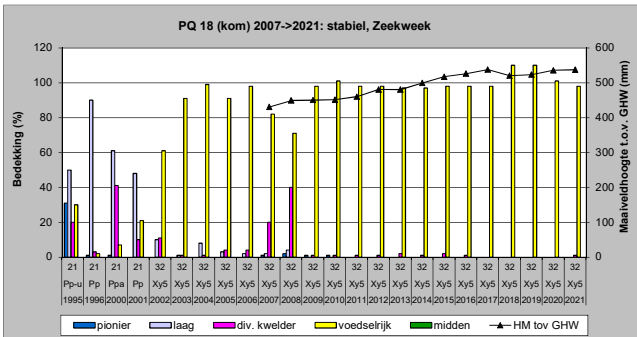
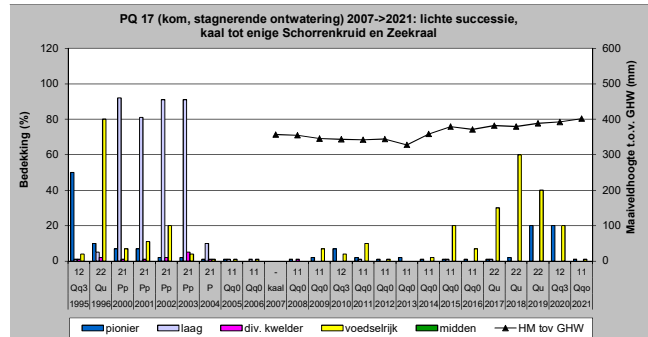
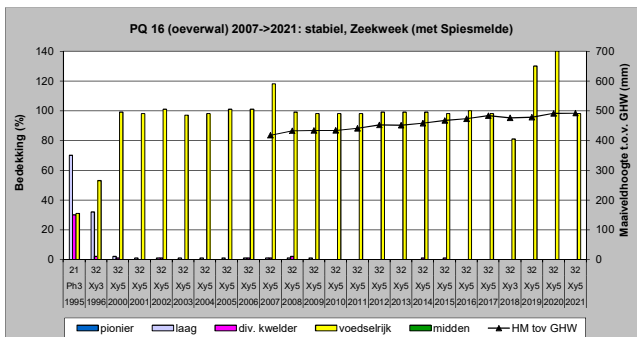
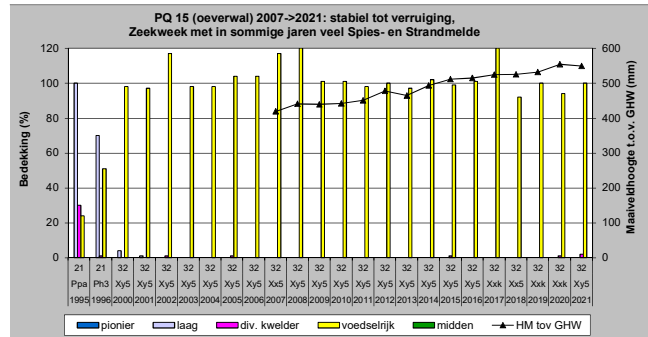
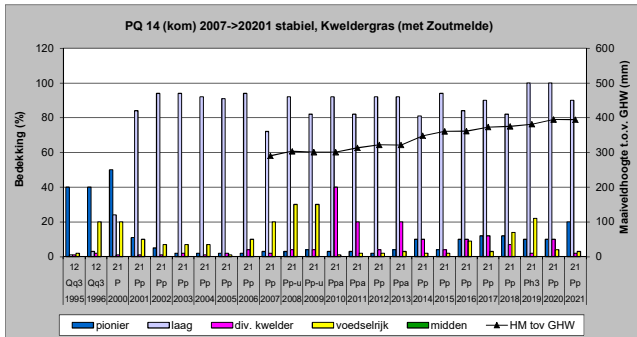
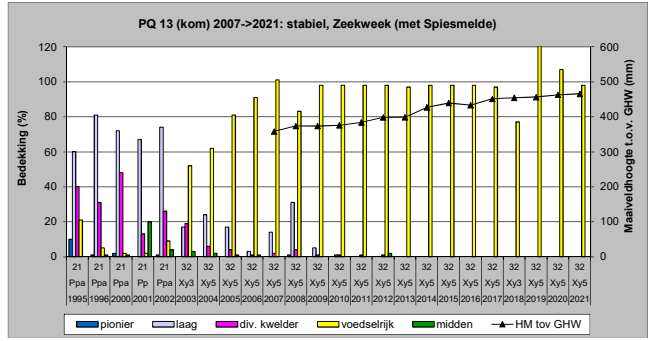
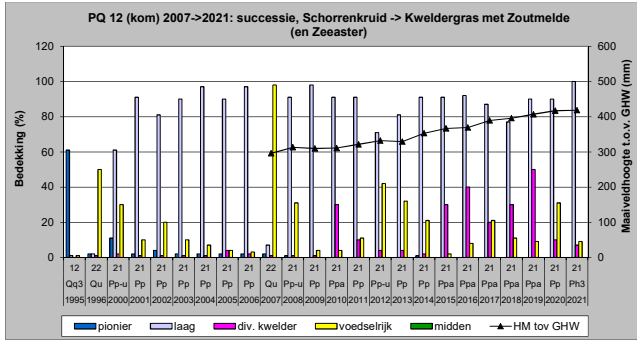
= geen beweiding; 0= geen vertrappingschade; - = licht (een enkel spoor, nauwelijks kaal);
 ± = matig (meer sporen en kleine kale plekken); + = zwaar (kale stukken, vaak met duidelijke sporen);
 ++ = zeer zwaar (vrijwel kaal en diepe sporen waar soms water in staat).
 n.v.t.= de pq's op het (vrijwel) kale wad staan tussen haakjes, omdat het vee daar normaal gesproken niet komt en er daarom ook geen vertrapping optreedt.
 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. PQ 339 D is komen te vervallen wegens het diverse keren stuk maaien van de pq-palen.

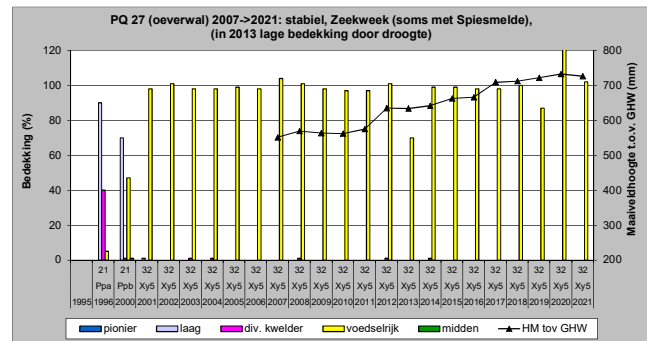
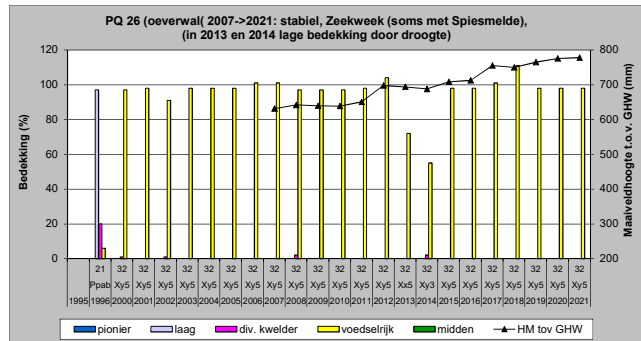
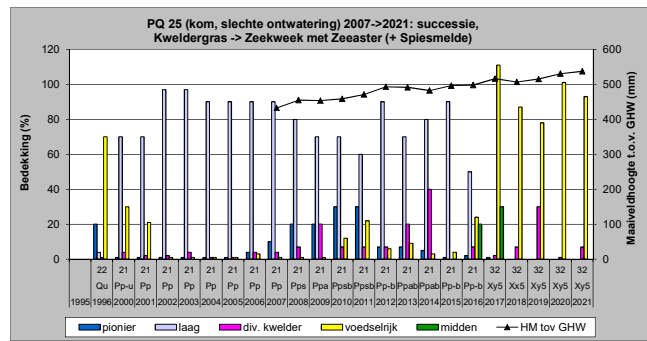
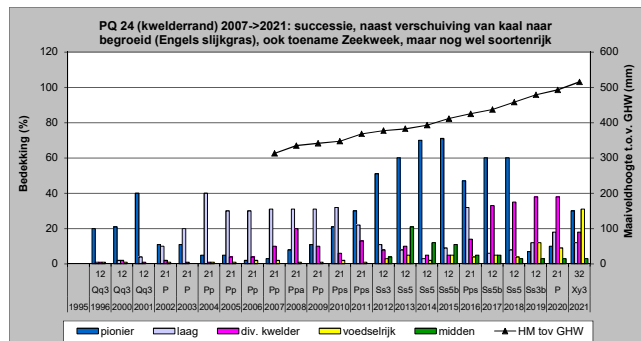
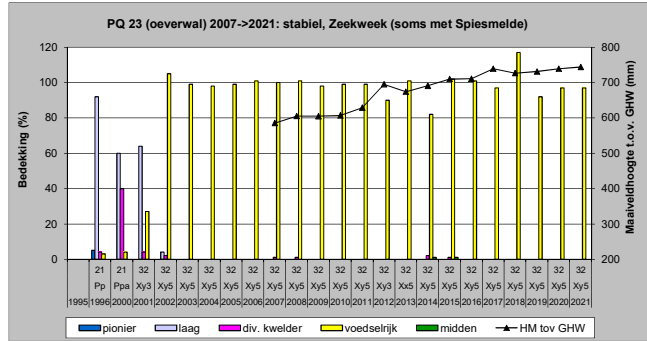
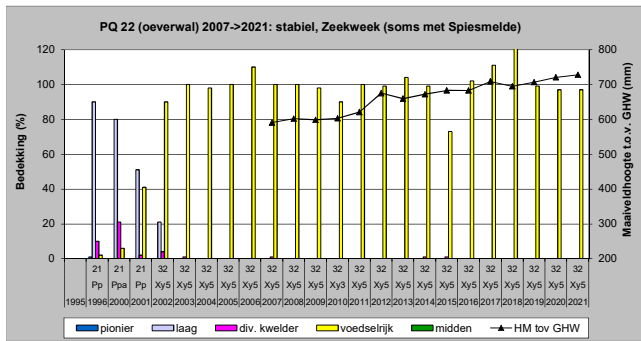
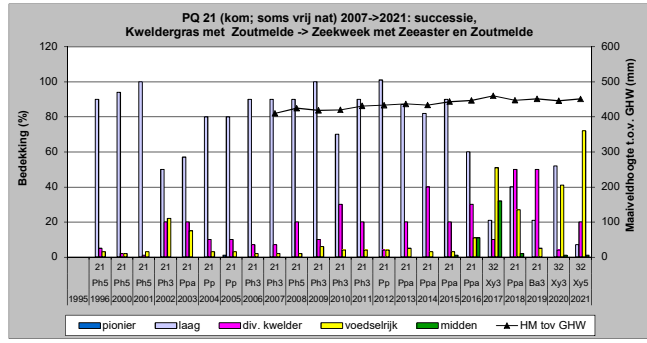
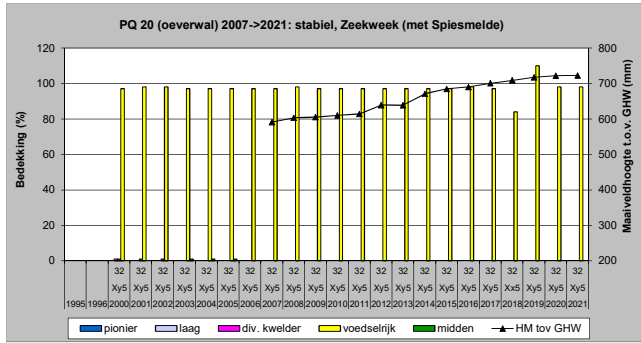
De veesamenstelling in de beweide meetvakken van 2007-2021:

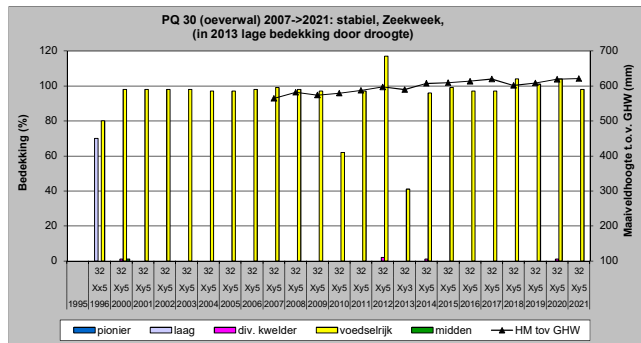
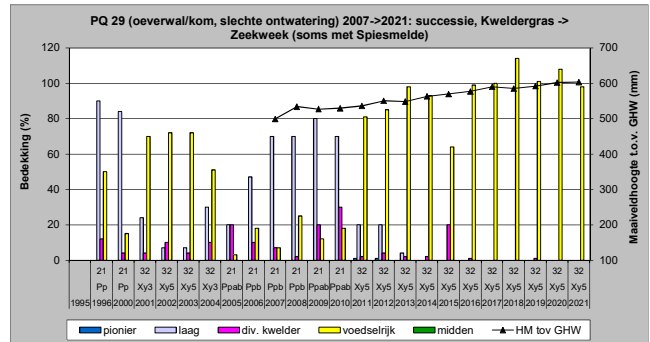
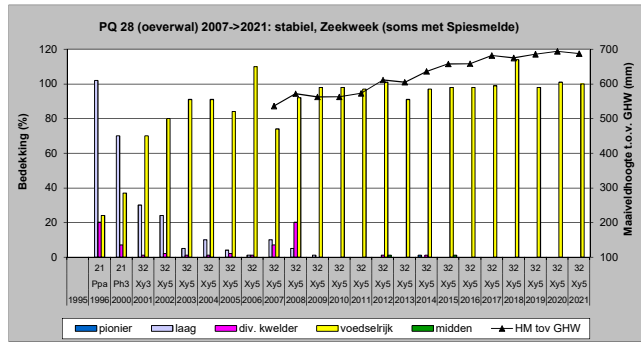
- Van 2007-2011 was MV 339 (in combinatie met het naastliggende vak 340) beweide met 10-13 paarden.
- In 2009 heeft eenmalige beweiding door paarden in MV 324 voor flinke vertrapping gezorgd waardoor tijdelijk kale plekken zijn ontstaan bij de pq's.
- In 2010 zijn de pq's in meetvak 359 van circa juni tot 21 oktober beweide geweest door 6 vleeskoeien (Blonde d'Aquitaine) met kalveren.
- In 2011 werd MV 356 beweide met 6 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 13 pinken in MV 311 gelopen.
- In 2013 liepen in MV 339 2 paarden en 30 schapen, in MV 311 zijn een deel van het beweidingseizoen 30 koeien geweest en in MV 356/359 10 koeien en 4 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 5 paarden en in MV 356 liepen 13 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 9 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 13 pony's en in vak 339 stonden 5 paarden en 2 koeien. In MV 356 stond geen vee tijdens de metingen, maar er waren wel diepe (ogenschijnlijk oude) sporen met water. In MV 359 stonden 6 koeien/pinken.
- In 2017 liepen er in MV 311 19 pinken en een 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 vee gestaan (10 pinken) dat omgeweid was naar MV 359.
- In 2018 liepen er in MV 286 20 paarden (voor het eerst beweide!), in MV 311 25 runderen. In MV 324 liepen 11 pony's/paarden en in MV 339 liepen 6 paarden. In MV 356 stonden 14 pinken, die waarschijnlijk waren omgeweid uit MV 359 (daar tijdens de meting namelijk geen vee, maar wel vrij verse rundersporen te zien).
- In 2019 liepen er in MV 286 20 paarden en 30 runderen (15 koeien en 15 kalveren). In MV 311 zijn waarschijnlijk de 30 runderen geweest die tijdens opname in het naburige vak liepen. In MV 324 liepen 11 pony's en 1 paard en in MV 339 liepen ca. 300 schapen. MV 356 en MV 359 werden beweide met 12 pinken.
- In 2020 liepen er in MV 286 20 pony's/paarden. In MV 311 (en 312) liepen 20 runderen. In MV 324 liepen 6 pony's en 1 paard en er was een onbekend aantal schapen geweest. In MV 339 (en 340) liepen ca. 80 schapen, die ook op de aangrenzende dijk konden komen. MV 356 werd beweide met 10 runderen. In MV 359 was beweiding geweest (waarschijnlijk met de 10 runderen die in MV 356 liepen), maar niet tijdens de opname.
- In 2021 liepen er 20 paarden in MV 286. In MV 311 (en 312) liepen 20 runderen. In MV 324 liepen 10 pony's/paarden. In MV 339 (en 340) waren tijdens de opname geen schapen aanwezig, maar er was wel een onbekend aantal schapen geweest. MV 356 werd beweide met 11 runderen, net zoals MV 359. De beweiding is altijd extensief.

E. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 4-30

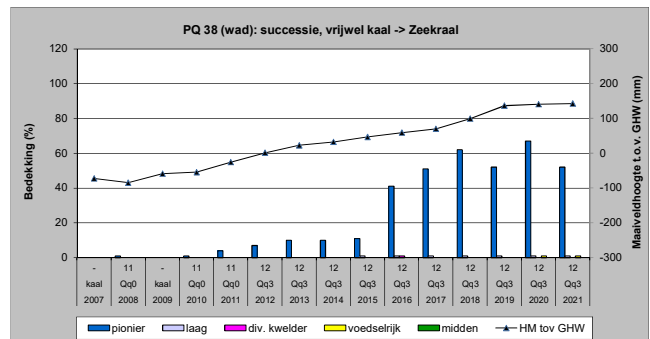
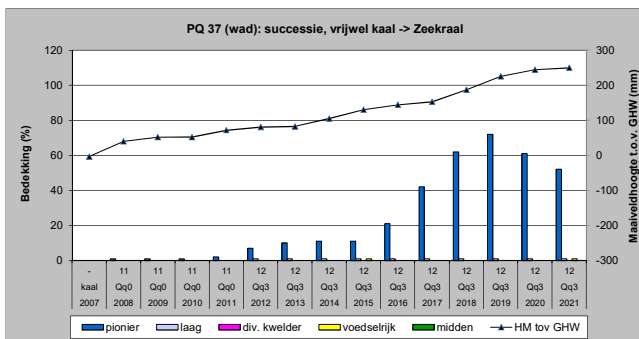
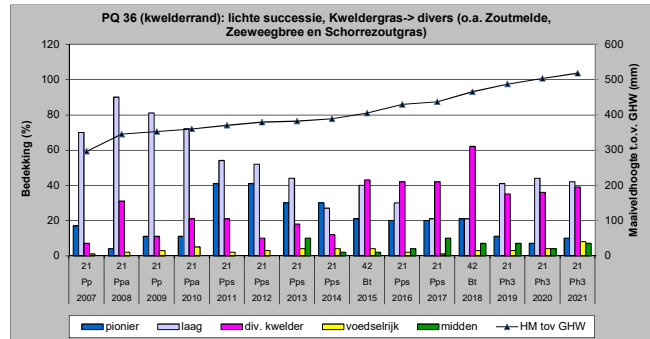
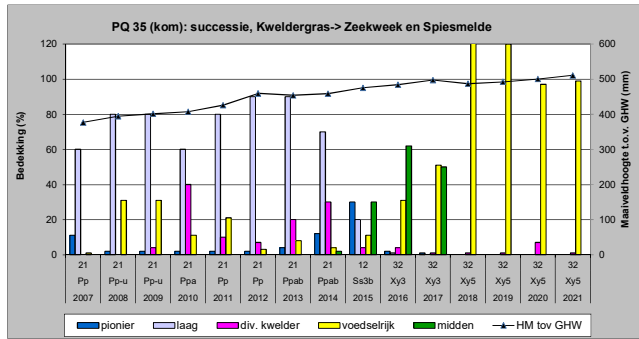
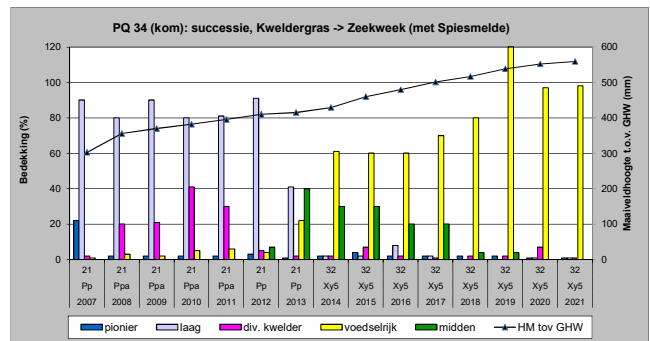
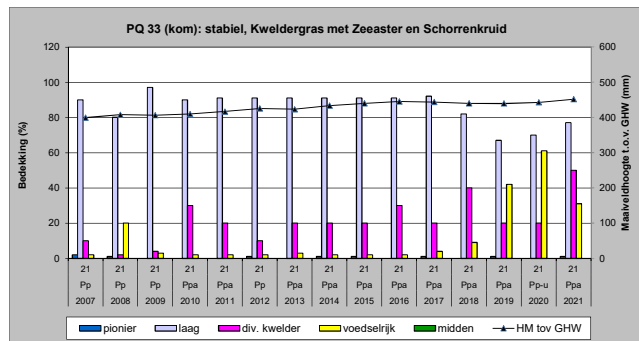
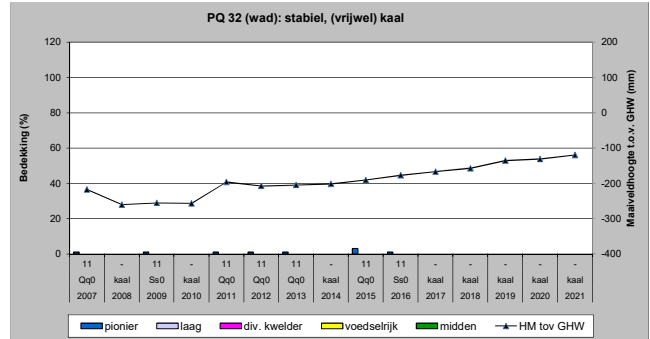
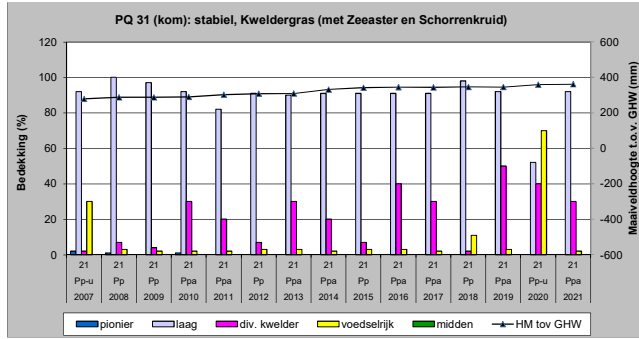


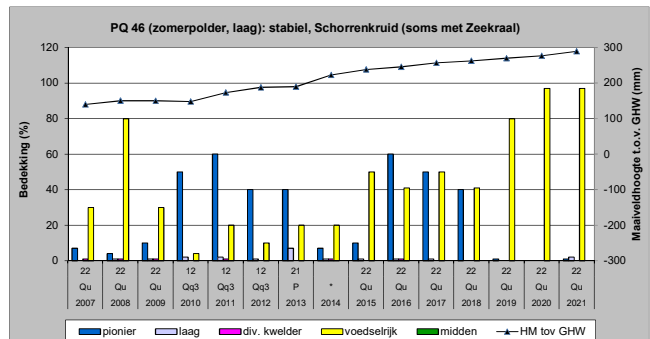
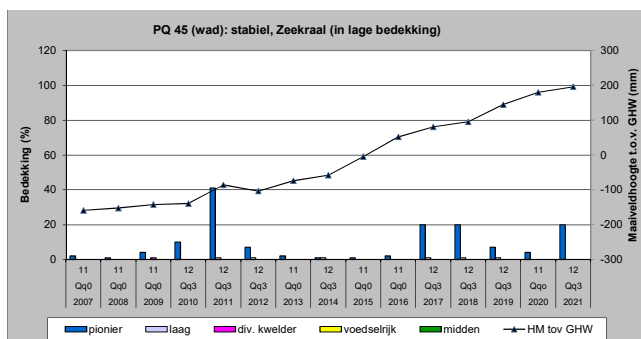
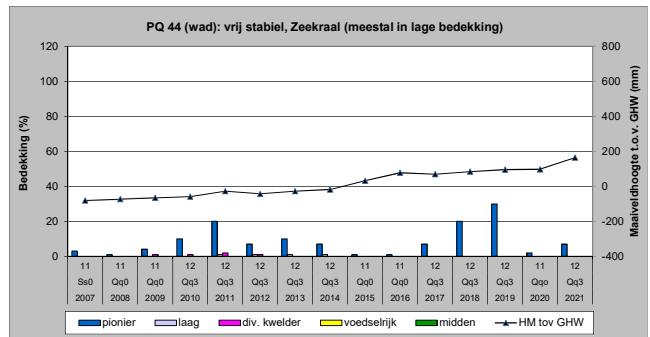
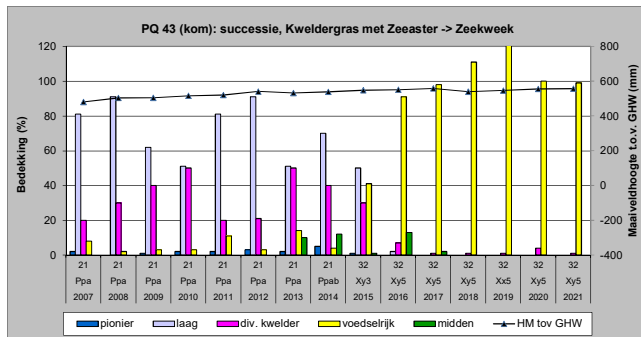
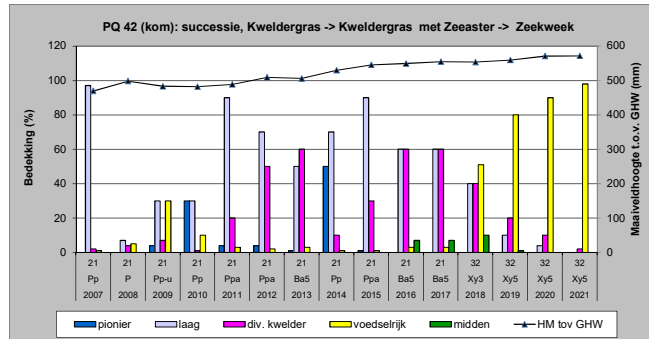
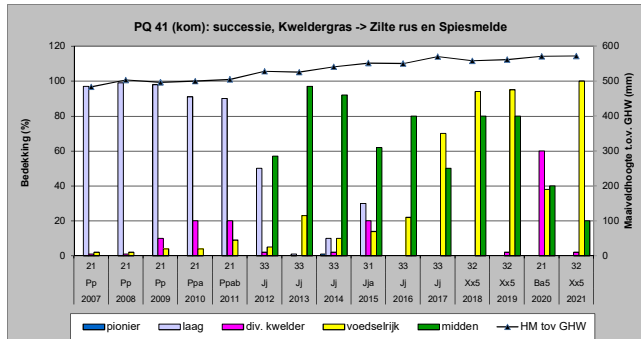
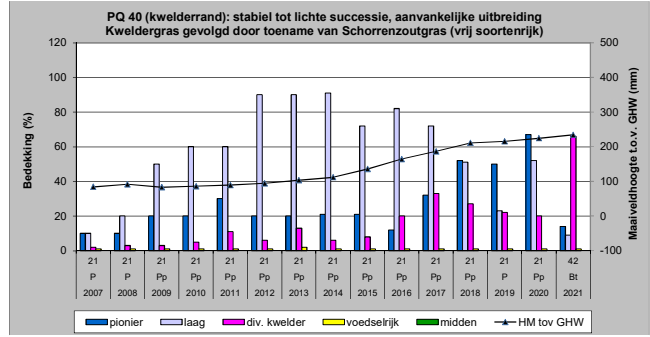
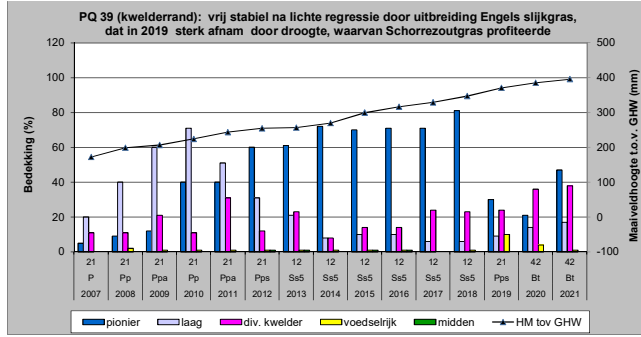


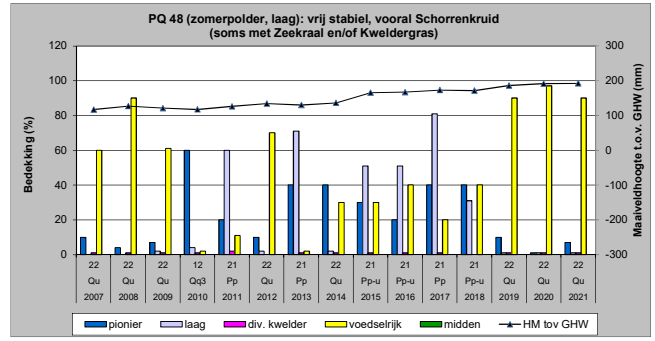
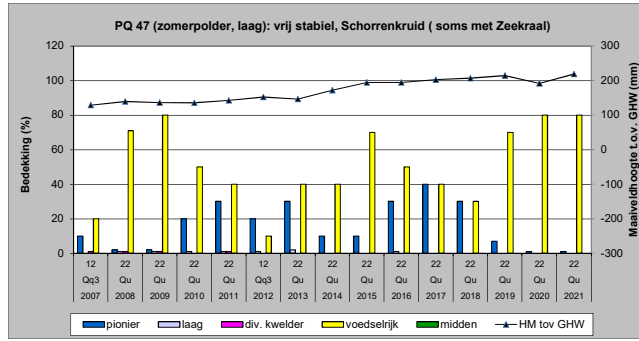




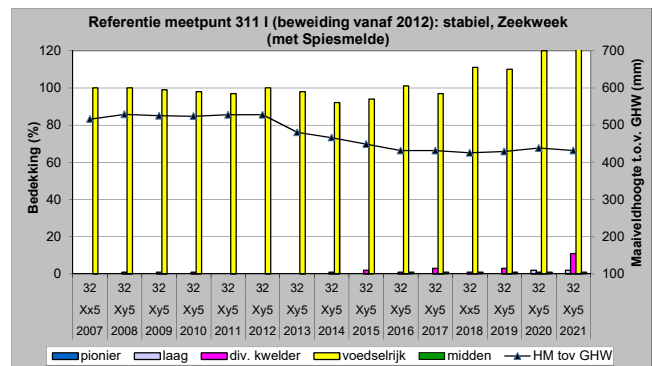
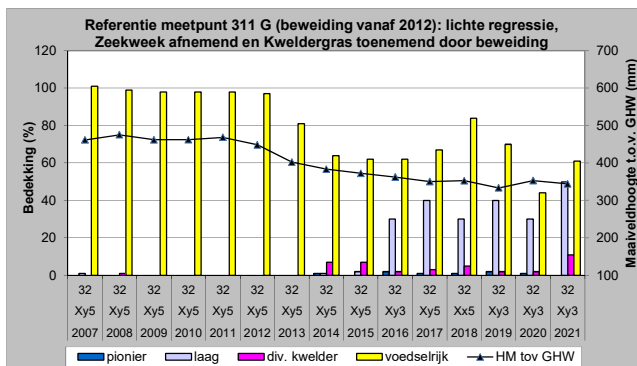
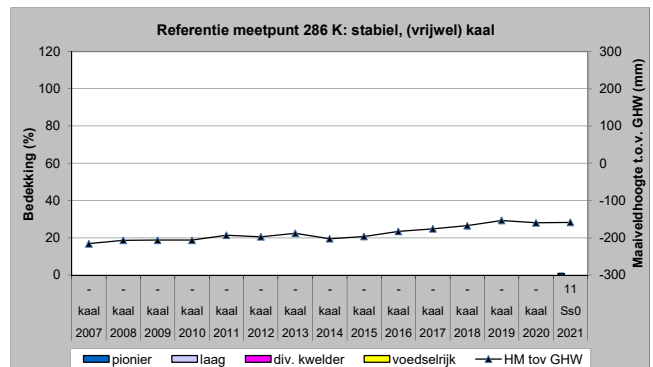
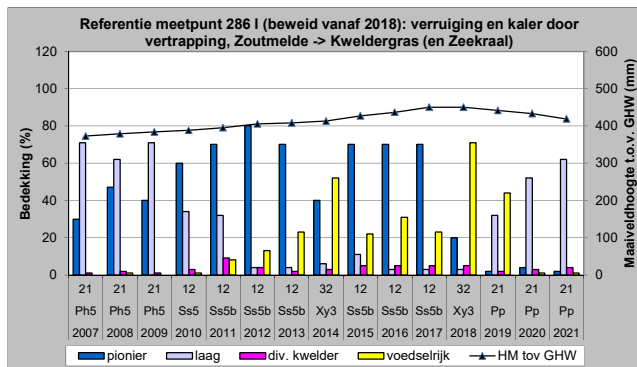
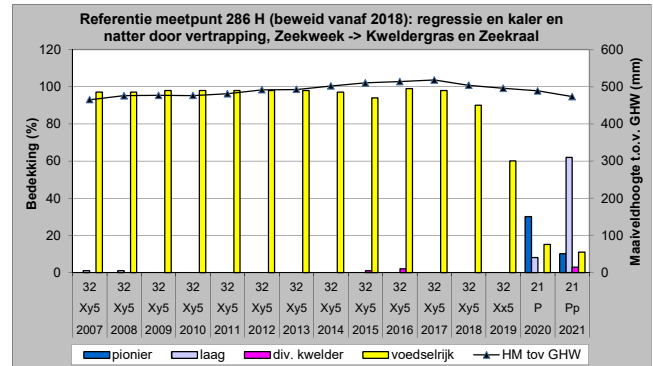
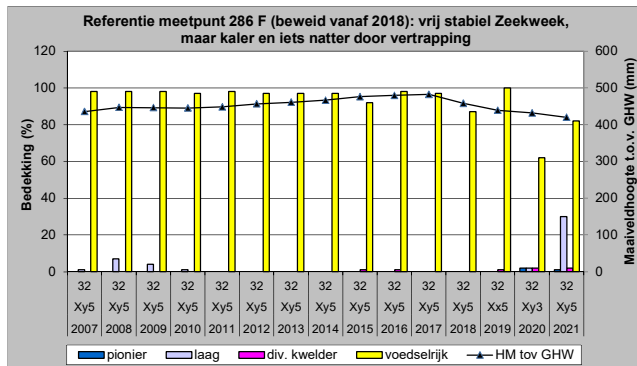
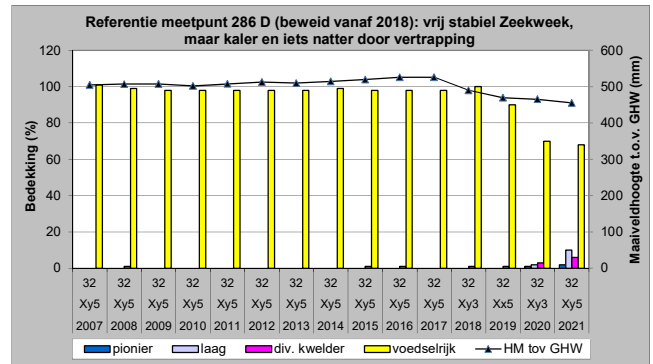
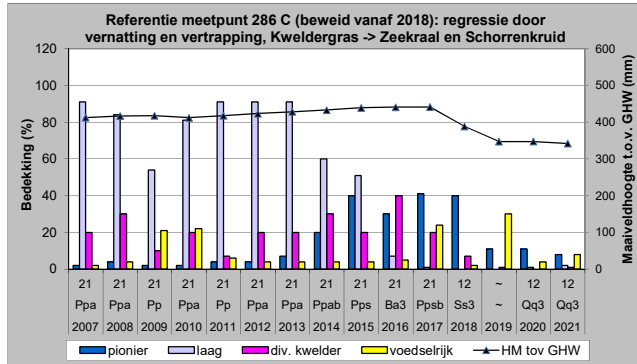
F. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 31-48

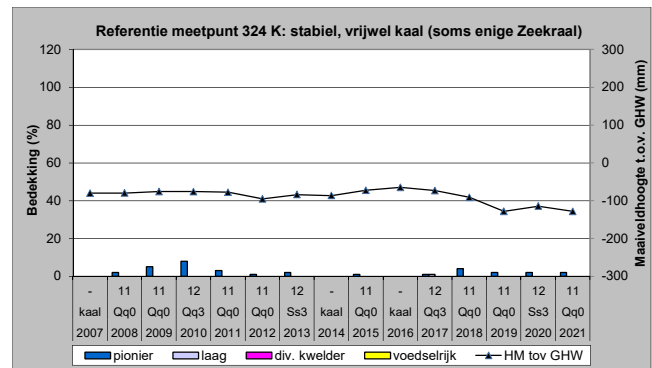
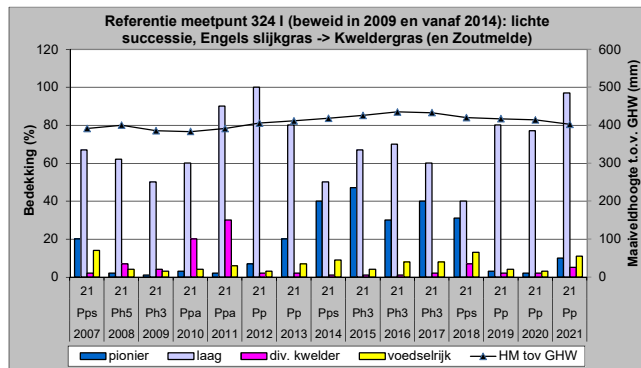
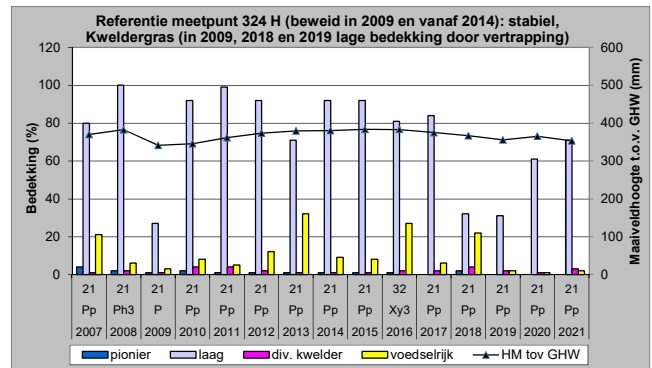
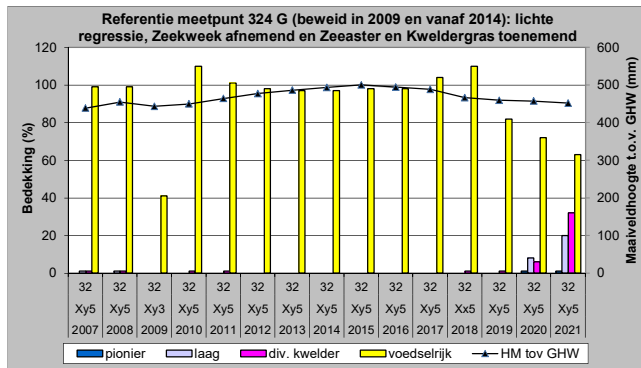
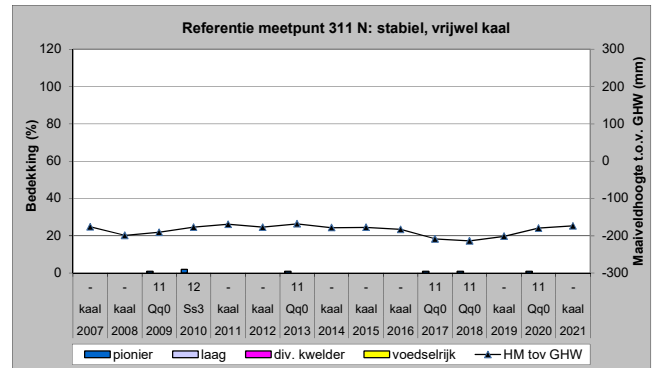
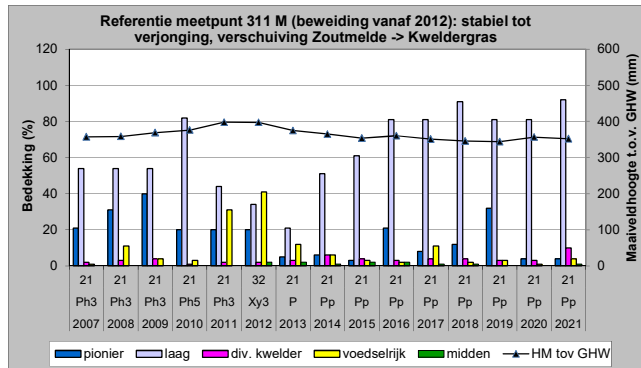
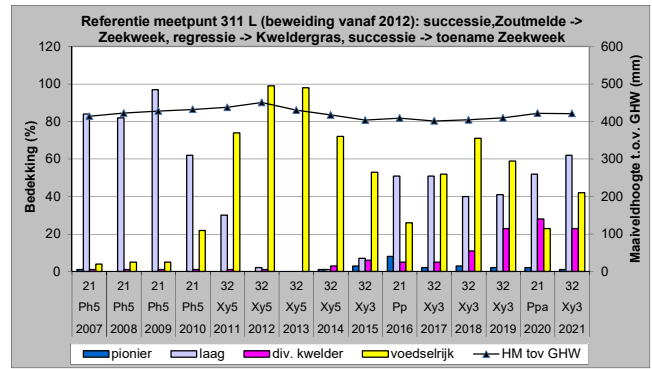
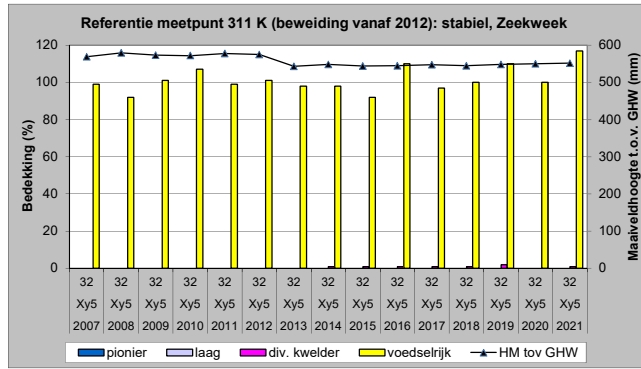


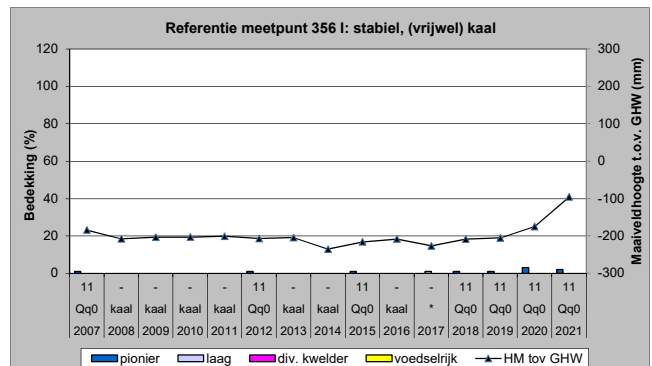
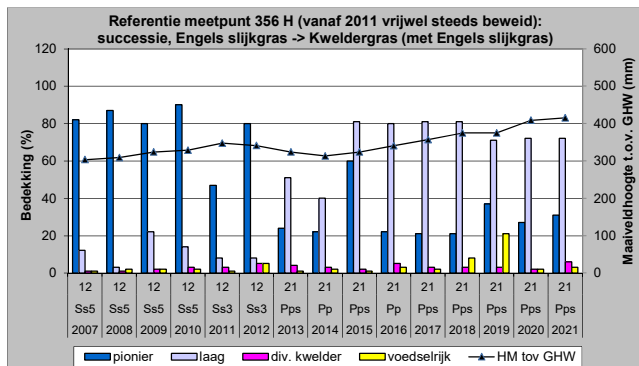
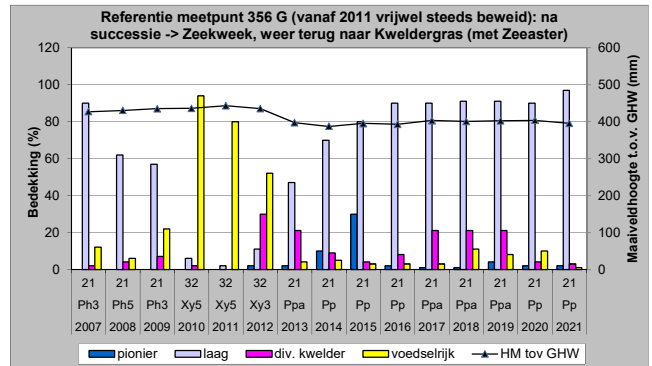
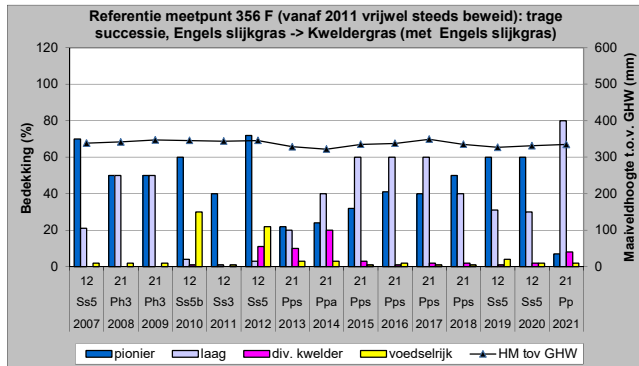
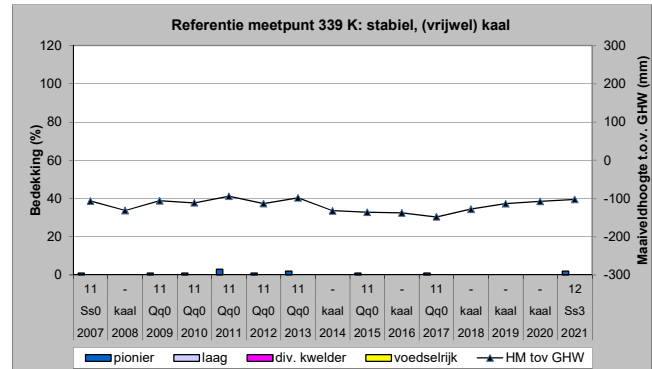
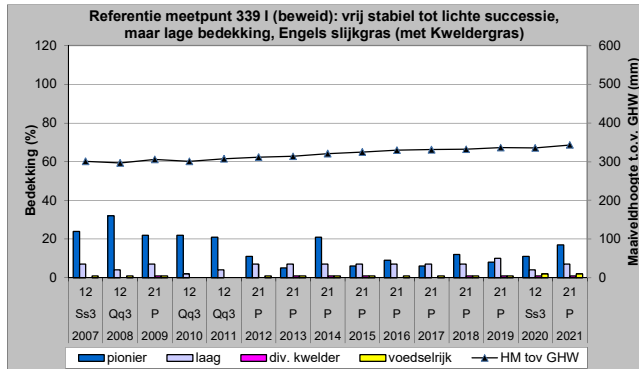
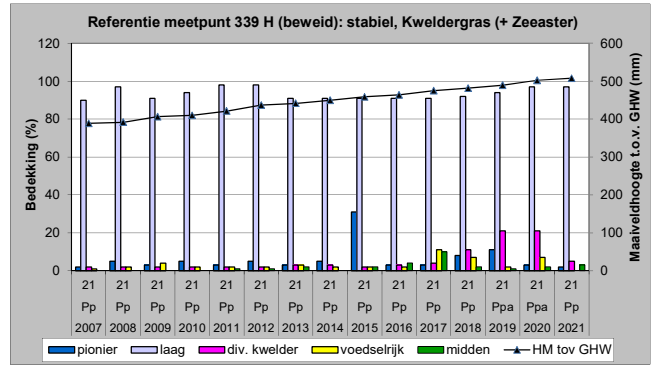
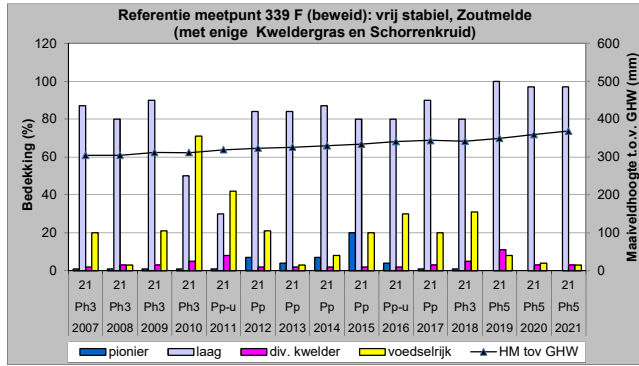


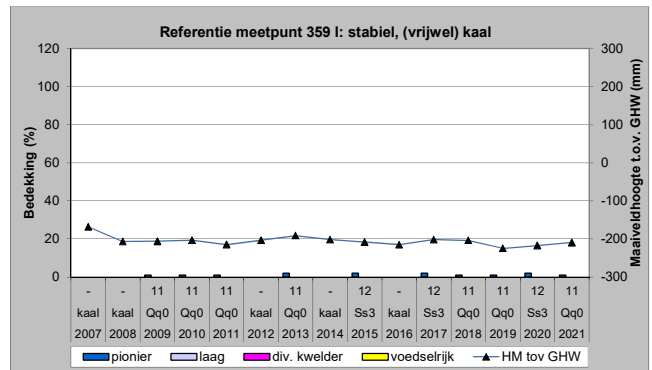
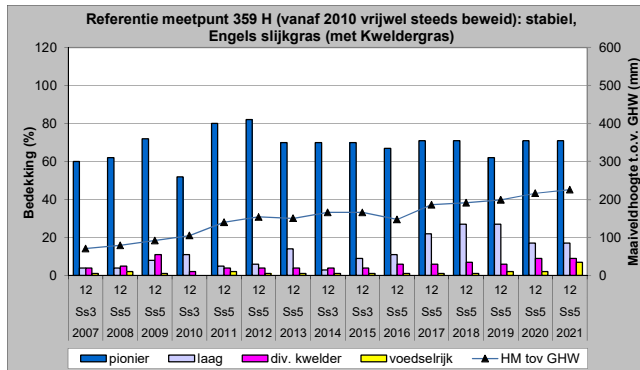
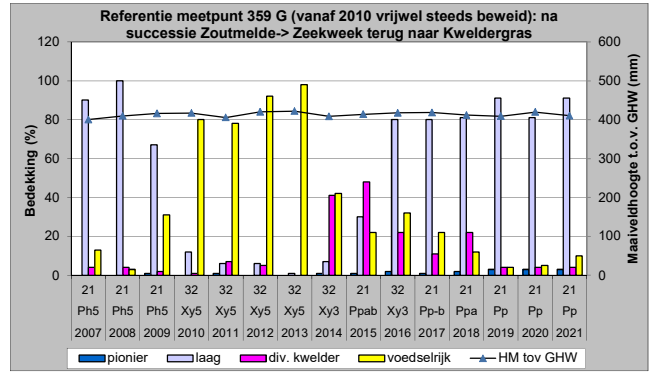
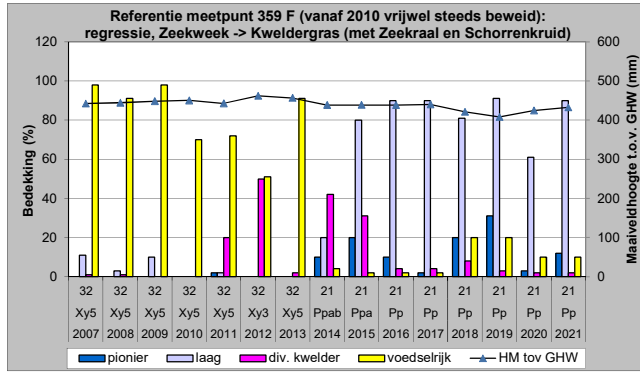


G. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen

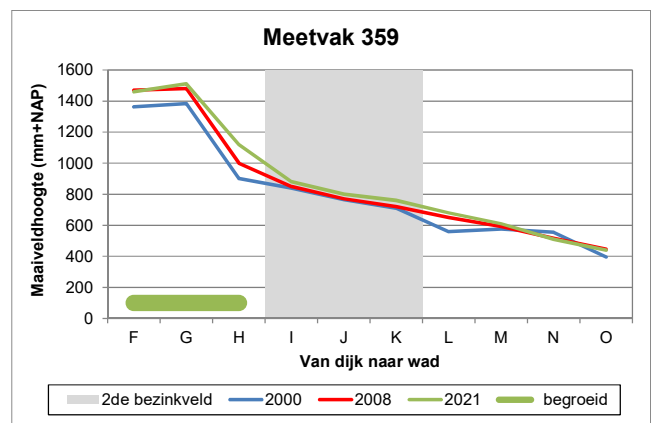
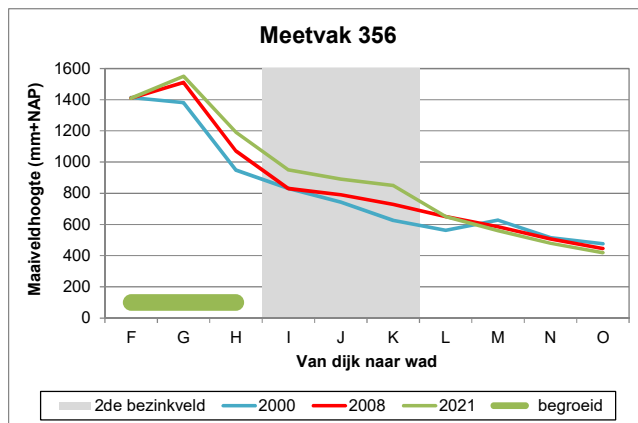
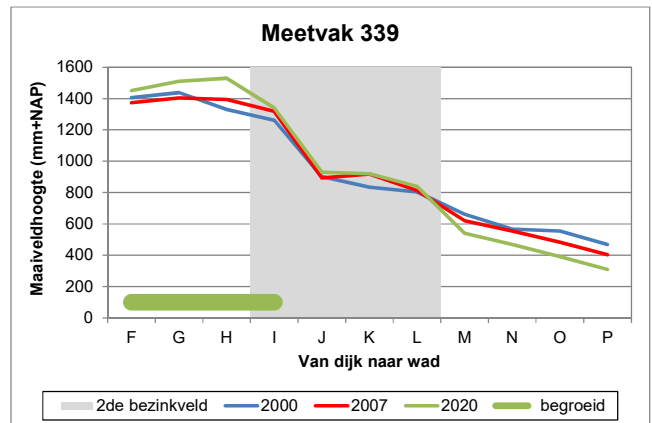
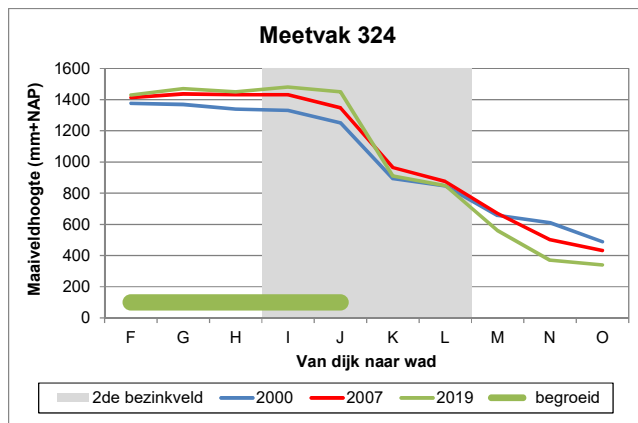
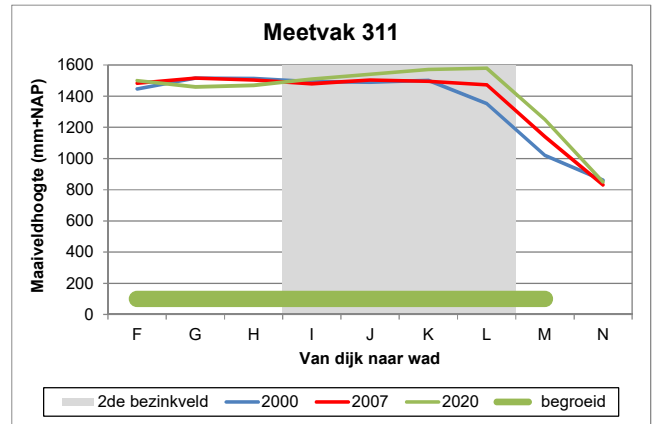
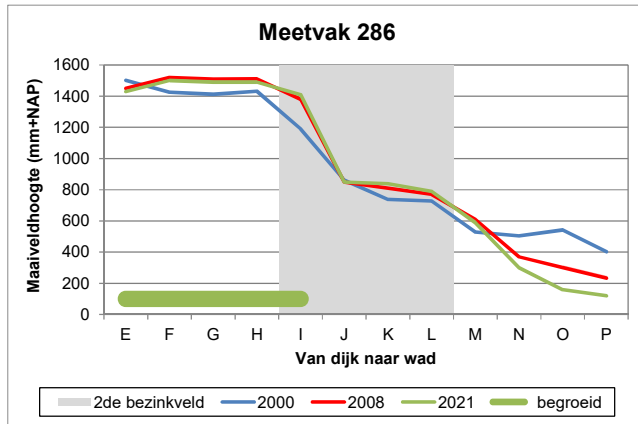








H. Hoogteontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen



De maaiveldhoogte van een meetvak wordt elke drie jaar gemeten en in de tussenliggende jaren wordt de hoogte geïnterpoleerd. Doordat de 25 RWS-meetvakken over drie meetgroepen/meetjaren zijn verdeeld en lopen de grafieken van verschillende meetvakken niet altijd tot hetzelfde eindjaar. Waar data uit 2007 ontbreken zijn data uit 2008 gebruikt.

I. Opslibbing aanvullende meetpunten (ter referentie)

Locatie en vegetatiezone in 2007/2005	PQ-nr.	Maaiveldhoogte 2007 mm+NAP	Vegetatietype in 2007/2005(NFB) SALT97-code	Vegetatietype in 2021 SALT97-code	Gem.opslibbing aug'07-aug'21 mm/j	Gem. opslibbing per zone aug'07-aug'21 mm/j
Kaal wad						
Julianapolder	6	762	Kaal	Qq0	3,0	3,0
Pre-pionierzone (11)						
NFB *	29-1	988	Qq0	Pp	18,3	
NFB	29-2	980	Qq0	Pps	22,7	
Holwerd	46	1036	Qq0	Qq3	17,7	19,6
Pionierzone (12)						
NFB	23-1	1270	Qq3	Pps	20,6	
NFB	23-2	1273	Ss3	Pp-u	18,7	
NFB	29-3	1005	Qq3	Pps	25,8	
Holwerd	40	1080	Ss3	Pps	15,3	
Julianapolder	9	1038	Ss5	Ss5	8,1	
Julianapolder	10	1085	Ss3	Ph3	7,7	
Julianapolder	20	1287	Ss3	Pp-u	1,0	13,9
Lage kwelder (21)						
NFB	22-2	1429	Pp-u	Pps	9,6	
NFB	22-3	1392	Pp-u	Pps	8,2	
NFB	23-3	1313	Pps	Pp-u	#	
NFB	25-1	1421	Pp-u	Ppa	11,7	
NFB	28-1	1485	Pp-u	Ppa	13,9	
NFB	28-2	1493	Pp	Ppa	11,3	
NFB	28-3	1500	Pp	Ppab	13,6	
Holwerd	8	1475	Pp	Xy5	13,2	
Holwerd	16	1435	Ph3	Xy5	16,0	
Holwerd	49	1442	Pp	Xy5	13,9	
Holwerd	50	1531	Pp	Xy5	12,3	
Holwerd	55	1491	Pps	Xy5	15,5	
Holwerd	56	1352	Pp	Xy5	23,3	
Holwerd	59	1508	Pp	Xy5	13,2	
Holwerd	60	1390	Pps	Pp	20,9	
Holwerd	61	1449	Ph3	Xy5	17,0	
Holwerd	62	1351	Pp	Xy5	22,2	
Holwerd	63	1588	Ppa	Xy5	6,7	
Holwerd	65	1562	Ppa	Xy5	9,1	
Holwerd	66	1569	Pp	Xy5	12,5	
Holwerd	67	1512	Pp	Xy5	14,7	
Holwerd	68	1538	Pp	Xy5	11,0	
Holwerd	69	1548	Ppa	Xy5	13,0	
Holwerd	70	1496	Pp	Xy5	16,2	
Holwerd	71	1407	Pp	Pp-b	22,3	

Locatie en vegetatiezone in 2007/2005	PQ-nr.	Maaiveldhoogte 2007 mm+NAP	Vegetatietype in 2007/2005(NFB) SALT97-code	Vegetatietype in 2021 SALT97-code	Gem.opslibbing aug'07-aug'21 mm/j	Gem. opslibbing per zone aug'07-aug'21 mm/j
Holwerd	72	1466	Pp	Xy5	15,2	
Holwerd	73	1332	Pps	Xx5	24,7	
Holwerd	74	1207	Pps	Pp	27,5	
Julianapolder	15	1280	Pp	Xy3	3,8	
Julianapolder	16	1298	Pp	Xy3	4,2	
Julianapolder	17	1315	Ph5	Xy5	4,9	
Julianapolder	18	1276	Ph5	Xy5	4,2	
Julianapolder	19	1281	Pp	Qu	1,3	13,3
Lage kwelder met pioniersoorten (22)						
NFB	22-1	1441	Qu	Pps	6,9	
NFB	25-2	1404	Qu	Ppa	10,9	
NFB	25-3	1426	Qu	Ss5	9,4	9,1
Middelhoge kwelder (32)						
Holwerd	2	1507	Xy5	Xy3	3,6	
Holwerd	3	1528	Xy5	Xy5	5,9	
Holwerd	5	1676	Xy5	Xy5	4,5	
Holwerd	6	1570	Xy5	Xy5	6,1	
Holwerd	7	1660	Xy5	Xy5	5,4	
Holwerd	10	1528	Xy5	Xy5	7,5	
Holwerd	11	1569	Xy5	Xy5	7,2	
Holwerd	12	1769	Xy5	Xy5	4,5	
Holwerd	14	1561	Xy5	Xy5	8,4	
Holwerd	15	1595	Pp	Xy5	8,9	
Holwerd	57	1627	Xy5	Xy5	4,7	
Holwerd	58	1627	Xy5	Xy5	3,9	
Holwerd	64	1543	Pp	Xy5	10,8	
Julianapolder	11	1372	Xy5	Xy5	5,7	
Julianapolder	12	1367	Xy3	Xy5	5,4	
Julianapolder	13	1302	Xy5	Xy5	3,8	
Julianapolder	14	1354	Xy5	Xy5	4,0	5,9

* : NFB = Noord-Friesland-Buitendijks

: Afgevallen wegens beweiding en te veel vertrapping in 2021

J. Vegetatieontwikkeling aanvullende meetpunten (ter referentie)

De vegetatie van de pq's in Noord-Friesland Buitendijks (NFB) wordt pas vanaf 2014 jaarlijks opgenomen. Om een beeld te geven van een iets langere historische trend, wordt van alle beschikbare jaren het vegetatietype weergegeven. Bij eventuele sprongen in successie of regressie voorafgaand aan 2014 moet er op gelet worden of dit kan komen omdat er opnamejaren ontbreken.

NFB	2000	2002	2003	2004	2005	2011	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pre-pionierzone														
29-1	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq3	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Pp
29-2	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	P	Pp	Pps
Pionierzone														
23-1	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qu	Pp	Qu	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps
23-2	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u
29-3	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Qq3	Ss3	Qq3	Qq3	P	Ss5	Pps	Pp-u	Pp-u	Pps
Lage kwelder														
22-2	Pp	P	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pps	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps
22-3	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps
23-3	Qq0	Qq3	Qq3	Ss3	Pps	Pp	Pp	Pp-u	Ppa	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u
25-1	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Ppa	Pp-u	Pp	Pp-u	Ppa
28-1	P	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pps	Pp-u	Pps	Ppa	Qu	Pp-u	Pp-u	Ppa
28-2	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp	Pp	Pps	Pps	Pp	Jfa	Ppa	Jfa	Pp-u	Ppa
28-3	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Ppa	Pp-u	Ppa	Ppa	Ppa	Ba5	Xx5	Ppab
Lage kwelder met pioniersoorten														
22-1	P	P	Pp	Qu	Qu	Pp	Pp	P	Pp	Pps	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps
25-2	P	Pp	Pp	Pp-u	Qu	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp	Qu	Pp-u	Qu	Ppa
25-3	P	P	P	Pp-u	Qu	Pp	Ss3	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Ss3	Qu	Ss5

Julianapolder	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kaal wad															
6	kaal	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	Qq0
Pionierzone															
9	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5
10	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss3	Pps	Ph3
20	Ss3	Ss3	Ph3	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Xy3	Pp-u
Lage kwelder															
15	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xy3	Xy3	Xy3	Xy3	Xy3	Xy3	Xy3	Xy3
16	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Xy3	Xy3	Pp	Xy3	Xy3	Pp	Xy3	Ph3	Xy3
17	Ph5	Ph5	Ph5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
18	Ph5	Ph5	Ph5	Ph5	Ppa	Pps	Pps	Pps	Pps	Xy3	Xy5	Ss3b	Xx5	Xx5	Xy5
19	Pp	Ph3	Ph3	Pps	Pps	Pps	Pps	Xy3	Ss3b	Xy3	Ss5b	Ss3b	Xy3	Qu	Qu
Middelhoge kwelder															
11	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
12	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
13	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
14	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xx5	Xy5

In Holwerd worden de vegetatieopnames vanaf 2018 uitgevoerd volgens de Schaal van Londo (gebaseerd op bedekkingspercentages). Daarvoor gebeurde dit volgens de Schaal van Tansley (gebaseerd op dominantie). Van deze oudere vegetatieopnames is geprobeerd ze zo goed mogelijk te vertalen naar een vegetatietype. NA=geen data beschikbaar.

Holwerd	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pre-pionierzone															
46	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	P	Qq3	Pp	Qq3	Qq3	P	Qq3	Qq3
Pionierzone															
40	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Pp	Pp	Pps
Lage kwelder															
8	Pp	Ppa	Ph3	Ba3	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
16	Ph3	Ba3	Ph3	Ph3	Xx5	Pp	Xy3	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Ppa	Xy5	Xy5	Xy5
38	Pp	Ppa	Xx5	Ba3	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
49	Pp	Pps	Ph5	Ph5	Ph3	Pp	Xx5	Ppa	Pp	Xy3	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
50	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Xx5	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5
55	Pps	Ss5	Pps	Xx5	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppab	Pp-b	Xy3	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5
56	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Xx5	Ba5	Ppa	Pp	Pp-b	Ppab	Xx5	Xy5	Xy5
59	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Pp	Pp	Xx5	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy3	Xy5
60	Pps	Pps	Pps	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp
61	Ph3	Pp	Pp	Pp	Xx5	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Xy3	Xx5	Xy3	Xy5	Xy5
62	Pp	Pp	Pps	Pps	Pp	Pp	Xx5	Ppa	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Ba5	Xy3	Xy5
63	Ppa	Pp	Pp	Ba3	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5
65	Ppa	Xx5	Xx5	Xx5	Xx5	Ppab	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5
66	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Xx5	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
67	Pp	Pp	Pp	Ba5	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Ba5	Xy5
68	Pp	Ppa	Xx5	Xx5	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
69	Ppa	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp-b	Ppab	Ba5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
70	Pp	Pp	Pp	Xx5	Pp	Pp	Pp	Ba5	Ppab	Ppab	Ppab	Pp-b	Xy3	Xy5	Xy5
71	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	NA	Ppa	Pp-b	Xx5	Xx5	Xx5	Ppab	Pp-b
72	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppab	Pp-b	Xy3	Xy5	Xx5	Xx5	Ppab	Xy5
73	Pps	Pps	Pps	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xx5
74	Pps	Ss5	Ss5	Ss5	Pps	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5	Pps	Pps	Xx5	Ppa	Ppa	Pp
Middelhoge kwelder															
2	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Ba5	Ppab	Xy3
3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	NA	NA	NA	NA	NA	Xy3
6	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
7	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
10	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy3	Ba5	Xy5
11	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
12	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
14	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
15	Pp	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
57	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
58	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5
64	Pp	Xx5	Xx5	Xx5	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Xy5	Xx5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5

X	middelhoge kwelder met Zeekweek (y)/ Spiesmelde (x)
Jf	middelhoge kwelder met Rood zwenkgras/ en Zeeaster (a)
Ba	lage kwelder met Zeeaster
P	lage kwelder met Kweldergras
S	(pre-) pionierzone met Engels slijkgras
Q	(pre-) pionierzone met Zeekraal (q)/ Schorrenkruid (u)