

Kweldermonitoring in de Peazemerlannen
en referentiegebieden: *Jaarrapport 2022*



W.E. van Duin



Artemisia-rapport 2023-01

Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en de referentiegebieden: *Jaarrapport 2022*

W.E. van Duin



Artemisia-rapport 2023-01

Colofon

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

Projectnummer: 2020-03/2022

Publicatiedatum: 17 april 2023

Foto voorkant: Peazemerlannen: Zeekweek bij pq 20 (september 2022)

Referentie: W.E. van Duin, 2023. Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en de referentiegebieden: Jaarrapport 2022. *Artemisia*-rapport 2023-01, *Artemisia*-kwelderonderzoek, Den Helder. 89 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	12
1.1 Achtergrond	12
1.2 Keuze referentiegebied	12
1.3 Metingen door derden	14
1.4 Ervaring op basis van bodemdalingsonderzoek Ameland	15
1.4.1 Opslibbingsbalans en zonehyothese	16
1.4.2 Huidige uitgangspunten	16
2. Methodes	18
2.1 Globale werkwijze	18
2.2 Monitoring	18
2.2.1 Peazemerlannen	18
2.2.2 Referentiegebied West-Groningen	19
2.2.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)	20
2.3 Keuze ligging pq's	20
2.3.1 Peazemerlannen	20
2.3.2 Meetpunten referentiegebied	23
2.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)	23
2.4 Opslibbing (SEB-meting bij pq's)	24
2.5 Vegetatie (pq's)	24
2.6 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-metpunten in 2008	25
3. Resultaten en discussie	27
3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen)	27
3.1.1 Peazemerlannen	27
3.1.2 Referentiegebied	32
3.1.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)	33
3.2 Bepaling maaiveldhoogte t.o.v. NAP bij de SEB-metpunten	35
3.3 Vegetatie (pq's)	35
3.3.1 Peazemerlannen	35
3.3.2 Referentiegebied	41
3.3.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)	45
3.4 Vegetatiekaarten RWS (vlakdekkend)	45
3.4.1 Peazemerlannen	45
3.4.2 Referentiegebied	47
3.5 Opslibbing en vegetatieontwikkeling RWS-metvakken West-Groningen	48
3.6 Jaargemiddeld hoogwater	52
3.7 Neerslag en verdamping	53

4.	Conclusies	55
4.1	Peazemerlannen	55
4.2	Referentiegebied	56
4.3	Aanvullende meetpunten (ter referentie).....	56
4.4	Omgaan met veranderingen in het beheer	57
	4.4.1 Beweiding.....	57
	4.4.2 Herinrichting Peazemerlannen.....	58
4.5	Eindconclusie	60
5.	Referenties.....	62
	BIJLAGEN	65
A.	Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD)	66
B.	Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq	66
C.	Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen: afzonderlijke pq's	70
D.	Vertrappingschade bij SEB-meting per pq en jaar in referentiegebied West-Groningen	72
E.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 4-30	74
F.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlannen: pq 31-48	78
G.	Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen	81
H.	Hoogteontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen.....	85
I.	Opslibbing aanvullende meetpunten (ter referentie)	86
J.	Vegetatieontwikkeling aanvullende meetpunten (ter referentie)	88

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 2022. 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 lageregelegen vegetatiezones ondervertegenwoordigd. Daarom zijn bij de start van de gaswinning in 2007, vooral in die lageregelegen 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 2020 de meest recente. De indeling in vegetatietypen, en daarmee de zonerings, van deze nieuwe kaart wijkt echter af van de eerdere kaarten waardoor de verwerking en analyse van de gegevens van deze nieuwe kaart extra tijd vergt. Daarom is het in dit rapport nog niet mogelijk een trend in de vegetatieontwikkeling over de periode 2002 t/m 2020 op dit derde schaalniveau weer te geven.

Resultaten puntmetingen 2007-2022

Opslibbing pq's

Peazemerlannen

- De gemiddelde jaarlijkse netto-opslibbing in de pionierzone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 7-15 mm/j.
- Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 16 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, omdat de palen nog niet vervangen konden worden wegens herinrichtingswerkzaamheden in het gebied.
- 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 15 jaar een gemiddelde opslibbing hebben $\leq 6,4$ mm/j, de waarde die op dit moment wordt aangehouden om de combinatie van GHW-stijging (trend Lauwersoog 2007-2022: 3 mm/j) en bodemdaling (gemiddelde 2007-2022: 3,4 mm/j) minimaal te kunnen compenseren. Daarnaast zijn er nog vier met een gemiddelde opslibbing die daar maar net daarboven ligt (< 7 mm/j opslibbing).
- Bij vergelijking van de wadsedimentatie-metpunten van Natuurcentrum Ameland (NCA) en SEB-metpunten van *Artemisia* in de dynamische pre-pionierzone zijn duidelijk overeenkomsten in de opslibbingspatronen te herkennen. De gemiddelde opslibbing van de meetpunten samen bedraagt ruim 14 mm/j.

Referentiegebied

- In het referentiegebied West-Groningen ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2022 lager dan in de Peazemerlannen en komt voor het kale wad, de pre-pionierzone en de lage kwelder op 1,5 mm/j en op 6 mm/j in de pionierzone.
- De middelhoge kwelder vertoonde 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 2007-2022 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 beter 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 slibrijk is en de kwelder bij Holwerd-oost niet alleen tegenover een wantij ligt, maar bovendien 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 28 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Verder heeft er in twaalf pq's successie plaatsgevonden naar een andere vegetatiezone. 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 (17) vrij stabiel. Bij vijf daarvan is door beweiding lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone opgetreden. Bij vier pq's was sprake van (lichte) successie en bij zeven pq's van (lichte) regressie. Bij de regressie (en verjonging binnen een vegetatiezone) was vertrapping door beweiding de oorzaak. Vertrapping zorgde soms niet alleen voor een lagere bedekking, maar ook voor vernatting.

Aanvullende referentiepunten

De vegetatieontwikkeling bij de aanvullende meetpunten laat dezelfde variatie in ontwikkeling zien, met name stabiel of successie, wat gezien de overeenkomsten in opslibbing met de Peazemerlannen te verwachten valt. In drie gevallen vond er regressie plaats door slechte ontwatering.

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 2008-2022 is de opslibbing in de pionierzone afgenomen naar 0 mm/j en die in de kwelder naar een gemiddelde van 2 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. In een pandje van meetvak 359 is zelfs een zodanige regressie opgetreden dat Zeekweek verdrongen is door Engels slijkgras.

Resultaten vlakdekkende vegetatiekaarten RWS

Peazemerlannen

- Op de opeenvolgende vegetatiekaarten van de Peazemerlannen van 2002, 2008 en 2014 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.
- De gegevens van de vegetatiekaart van 2020 zijn nog niet in dit rapport verwerkt (zie boven voor uitleg).

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.

- De gegevens van de vegetatiekaart van 2020 zijn nog niet in dit rapport verwerkt (zie boven voor uitleg).

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 2022 (3,4 mm/j) en een GHW-stijging van 3 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2022) bij te houden. Bij deze groep zitten vier pq's met een opslibbing die maar net boven de benodigde 6,4 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 $\leq 6,4$ mm/j. De locatie (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) en 2022 schapenbeweiding heeft plaatsgevonden in een deel van of de gehele (2022) 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. De drie opeenvolgende februari-stormen in 2022 met hoge waterstanden hebben bij diverse pq's echter weer eens voor een vrij grote sedimentaanvoer gezorgd.

- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. Nu wordt er gemiddeld een opslibbing van 2 mm/j gemeten. Dat is niet genoeg om de GHW-stijging bij te houden en dus ook niet voor 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 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, 2021 en 2022 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 dat het de ontwikkeling tot 2014 betreft, omdat de nieuwe VEGWAD-kaart met de situatie van 2020 nog niet verwerkt is.

Referentiegebied

Opslibbing en vegetatieontwikkeling pq's

- De meetpunten in het referentiegebied vertoonden in vergelijking met de Peazemerlannen een lagere gemiddelde opslibbing, deels veroorzaakt door vertrapping/compactie door beweiding. Desondanks vertoont de vegetatie een vergelijkbaar beeld: een stabiele vegetatie bij de meeste pq's of een verschuiving (verjonging) binnen dezelfde vegetatiezone 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 beïnvloed en daarmee meestal ook de

redoxpotentiaal, wat grote gevolgen voor de vegetatiesamenstelling kan hebben. De verschuiving (verjonging) 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. Dit ook met de kanttkening dat het de ontwikkeling tot 2014 betreft, omdat de nieuwe VEGWAD-kaart met de situatie van 2020 nog niet verwerkt is.

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 zonder bodemdaling. 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 bestaat echter de kans dat er in de toekomst meetpunten afvallen na vertrapping, indien beweiding ingevoerd of uitgebreid wordt.

Omgaan 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.

Herinrichting Peazemerlannen

It Fryske Gea heeft in 2020 een nieuw beheer- en inrichtingsplan voor de Peazemerlannen uitgewerkt. De herinrichting is in 2022 van start gegaan en loopt door tot 2023. Enkele voor de monitoring belangrijke aandachtspunten de komende jaren betreffen de kweldebeweiding, drainage, wandelroute en verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder. Er is bij de plannen door IFG geprobeerd rekening te houden met de monitoring, maar effecten geheel uitsluiten is niet mogelijk.

Wat de beweiding betreft is het van groot belang dat er goede blokkades op de zomerkade worden gerealiseerd, zodat er niet toch ook ongewenste beweiding op andere plekken in de kwelder kan plaatsvinden, zoals de afgelopen jaren met de schapenbeweiding is gebeurd. Daarnaast is het essentieel dat er duidelijke afspraken met de pachter worden gemaakt en dat daar op gehandhaafd wordt.

De ingrepen in het drainagepatroon (o.a. graven en/of verbreden en verdiepen van geulen en gebruik maken van stuwen) en ophogen van enkele oeverwallen in verband met vee(veiligheid) en wandelroute hebben mogelijk (lokaal) een effect op de water aan- en afvoer en daarmee op

sediment aan- en afvoer en ontwatering. Dit zou voor een aantal meetpunten gevolgen kunnen hebben, maar hoe groot die gevolgen zullen zijn, is moeilijk te voorspellen.

Wat betreft de geplande verkwelddering van het oostelijke deel van de zomerpolder wordt verwacht dat de opslibbing daar na verkweldderingen zal toenemen, omdat er vaker en meer water met sediment in het gebied zal komen.

Eindconclusies

- Hoewel de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) niet bij alle meetpunten in de Peazemerlanden 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 die voor dit rapport verwerkt zijn en de waarneming van de zich uitbreidende en dichter begroeide pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlanden 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 15 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.

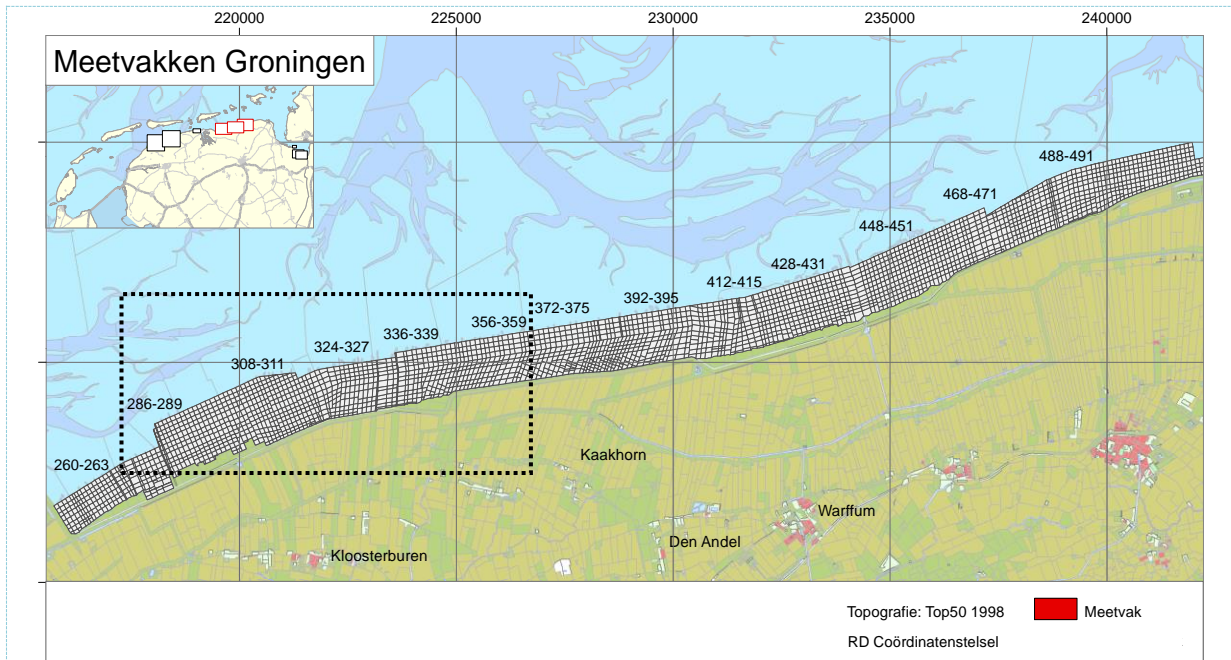
1.2 Keuze referentiegebied

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 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 (WMR) 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").

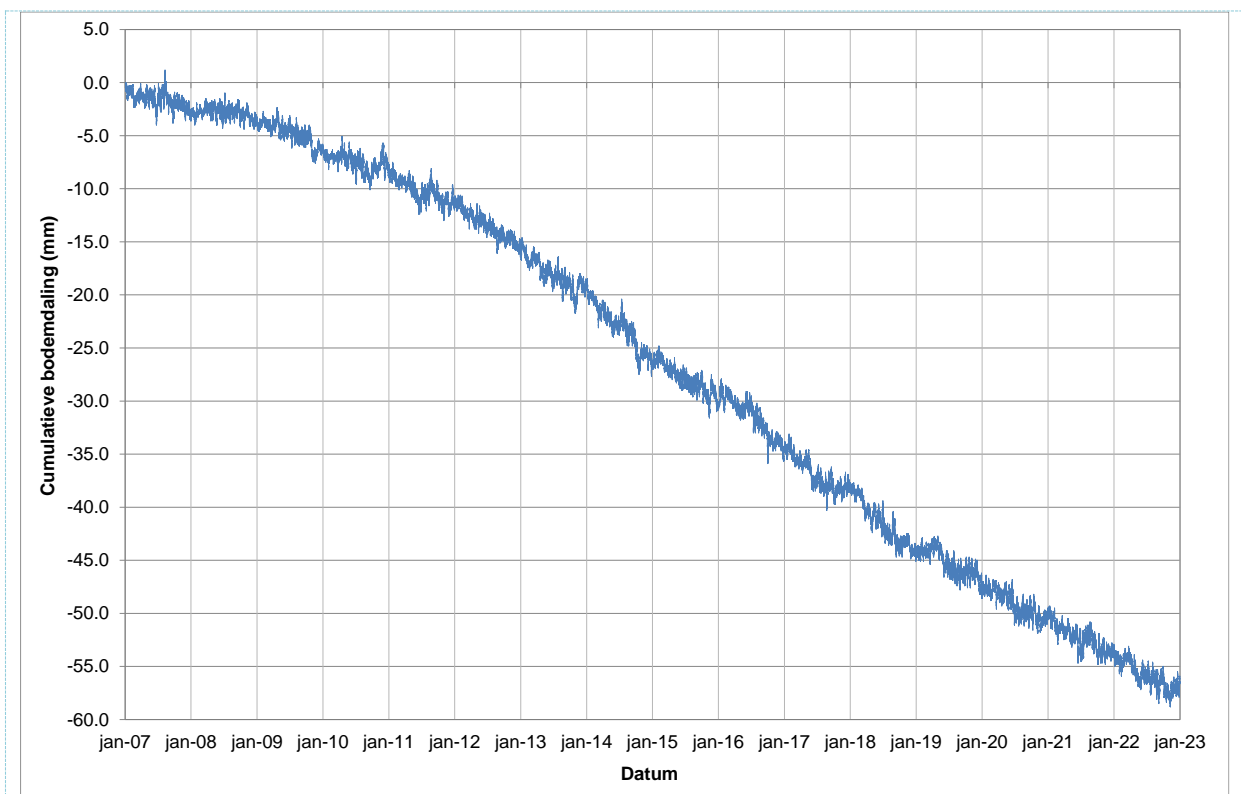
Vijf van de aan de westkant gelegen meetvakken van Rijkswaterstaat (RWS) in de kwelderwerken van Groningen zijn bij de start van de monitoring gekozen als referentie voor de Peazemerlannen (*Figuur 1.2*) vanwege de lange reeks beschikbare gegevens (1960-heden) betreffende opslibbing en vegetatie-ontwikkeling 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 2007-2022 een gemiddelde daling van 3,4 mm/j aangehouden.

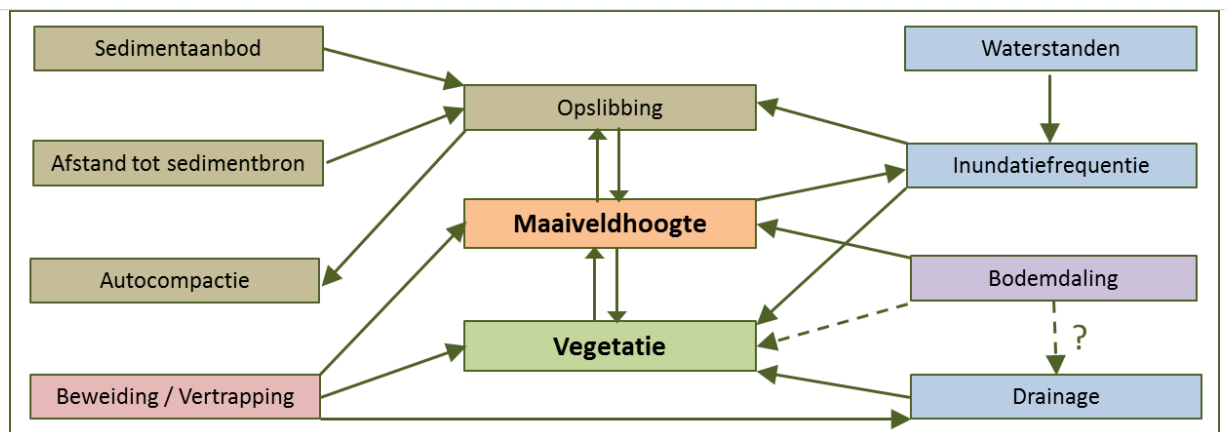
Op basis van de bodemdalingsdata van 1-1-2007 tot en met 31-12-2022 is in het voorliggende rapport gewerkt met een gemiddelde daling van 3,4 mm/j.

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

- Er treden geen veranderingen van de vegetatie op indien de opslibbing in balans is met de som van de bodemdaling en de zeespiegelstijging. Reden hiervoor is dat de kweldervegetatie in nauwkeurig vastgelegde zones ten opzichte van GHW groeit (Dijkema, 1997). De vegetatiezones zullen uiteindelijk parallel aan de trend in de 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 krekens.
- 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 krekens (de bronnen van het sediment) blijkt minstens zo belangrijk te zijn voor de snelheid van opslibbing als de hoogteligging.
- Er treedt soms lokaal regressie van de vegetatie op, maar die is niet per definitie negatief.

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 Peazemerlannen worden deze uitgangspunten ook gebruikt. Om de effecten van de gaswinning en de hieruit voortkomende bodemdaling op de Peazemerlannen 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 maaiveld daling 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, bijv. 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 WMR (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.

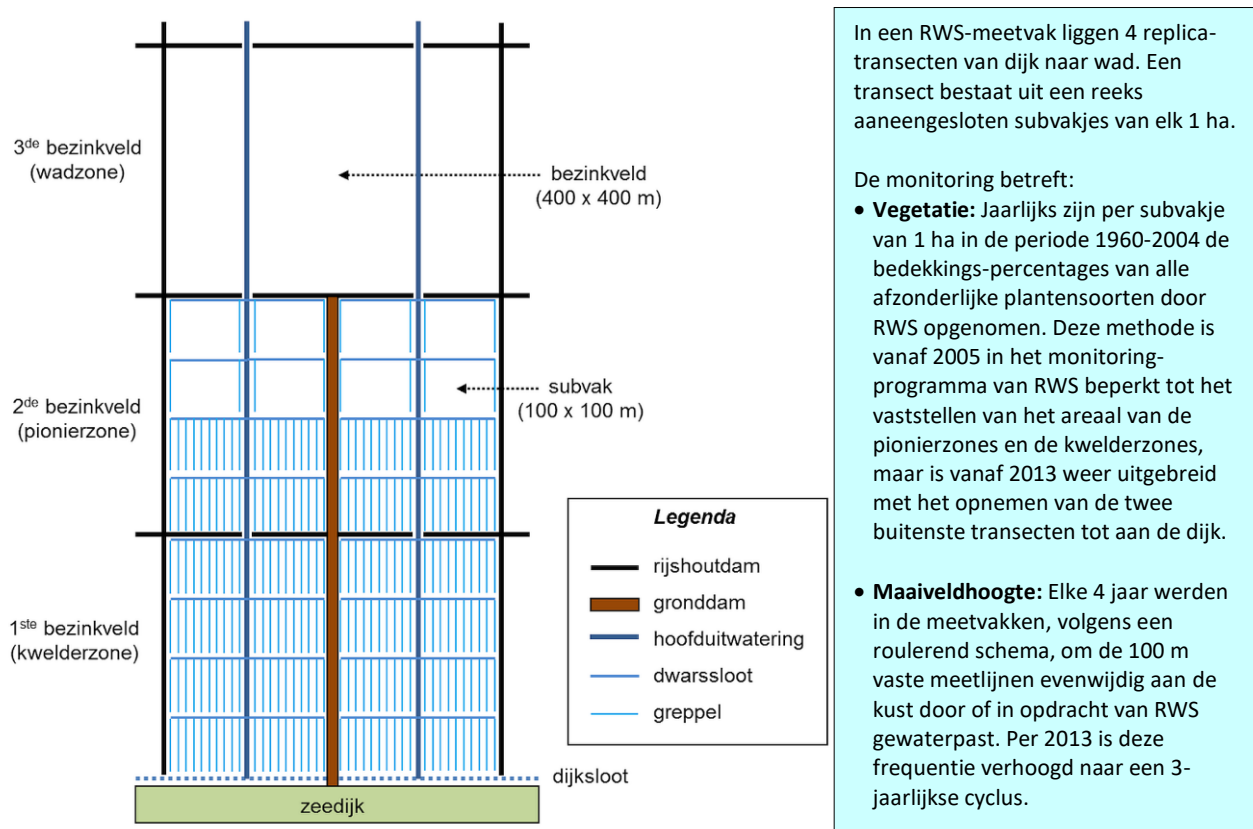
2. Vlakdekkende meting: vegetatiekartering. Vegetatiekaarten worden door RWS om de 6 jaar gemaakt en bieden, naast het waarnemen van trends in de ontwikkeling, de mogelijkheid de vegetatie te vergelijken met alle andere kwelders en schorren in Nederland om te zien of die een zelfde trend doorlopen. Dit is een bestaande, structureel vastgelegde monitoringactiviteit door RWS (VEGWAD-programma). Eerdere vegetatiekaarten van de vastelandkwelders in Groningen en Friesland (incl. Peazemerlannen) zijn bijv. van 2002, 2008 en 2014. Voor de meest recente, in 2022 opgeleverde kaart, zijn in 2020 luchtfoto's gemaakt, die zijn uitgewerkt en gecontroleerd in het veld in 2021.

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.

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 1960-2022. 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 bodemdalingstudies 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 2020 (opgeleverd in 2022; *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 2007-2022 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 (werkzaamheden aan herinrichting zijn gestart in 2022) 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. Het mogelijke effect van de verkweldering op de opslibbing en vegetatie kan daardoor nu voor beide hoogteniveaus gevolgd worden. 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 opslibbingmetingen voornamelijk via "spijkermetingen" verricht door Natuurcentrum Ameland (zie § 3.1). Om een indicatie te krijgen van de vegetatieontwikkeling en omdat er nauwelijks pionierzone is in de Peazemerlannen (zie hieronder) zijn er toch pq's uitgezet, zij het een beperkt aantal, met daaraan gekoppelde SEB-metingen.
- De **pionierzone:** de meest dynamische en daardoor ook de meest kwetsbare begroeide zone, zowel wat vegetatiebedekking als sedimentatie/erosie betreft. Er staat o.a. eenjarige vegetatie, met name Zeekraal, die grote jaar-op-jaar schommelingen kan vertonen wat bedekking betreft. Daarnaast wordt Engels slijkgras vaak aangetroffen en soms is Gewoon kweldergras in een lage bedekking (< 5%) aanwezig. Bij het verdwijnen van de pionierzone neemt de kans voor horizontale uitbreiding van de lage kwelder af en kan op klifvorming en regressie van de lage kwelder optreden. In de Peazemerlannen is de pionierzone nauwelijks aanwezig, wat te maken heeft met de historie van het gebied (Van Duin *et al.*, 1997).
- **Lage kwelder:** de zone waar de overblijvende vegetatie, waaronder kweldergras, voor stabiliteit en vastlegging van het sediment zorgt en de biodiversiteit een piek bereikt. In het bodemdalingsonderzoek op Ameland is de lage kwelder geen echt kwetsbare zone gebleken. Zelfs na daling van het maaiveld onder de zonegrens bleek de zone niet meteen over te gaan in pionierzone. Echter, aangezien het onwenselijk is dat de stabiele lage kwelder door regressie wel overgaat in 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 zomerpolders situatie 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 vertrappings schade 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 WMR 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*). Hiervan is 1 meetpunt uit deze serie afgevallen wegens vertrapping door uitbreiding van beweiding en een tweede wegens ernstige verstoring bij de aanleg van een elektriciteitskabel van Holwerd naar Ameland. 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 2022 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	20	5
32: middelhoge kwelder (met Zeekweek)	-	13	4
Totaal	14	35	13

2.4 Opslibbing (SEB-meting bij pq's)

Van 2007-2022 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 vegetatietypologie SALT97 (De Jong *et al.*, 1998). Door de gecombineerde opslibbings- en vegetatiemeting kan het vegetatietype volgens SALT97, het procentuele aandeel van soortengroepen per jaar (zie o.a. Dijkema *et al.*, 2005) in figuren gecombineerd worden met de cumulatieve maaiveldverandering.

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

De uitgangspunten vielen allemaal ruim binnen de afgesproken tolerantie van 2 cm. Wel waren er een aantal bijzonderheden gedurende de metingen. Een aantal NAP-bouten zijn niet gebruikt 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.

In 2023 wordt besloten wanneer een volgende controlemeting gaat plaatsvinden.

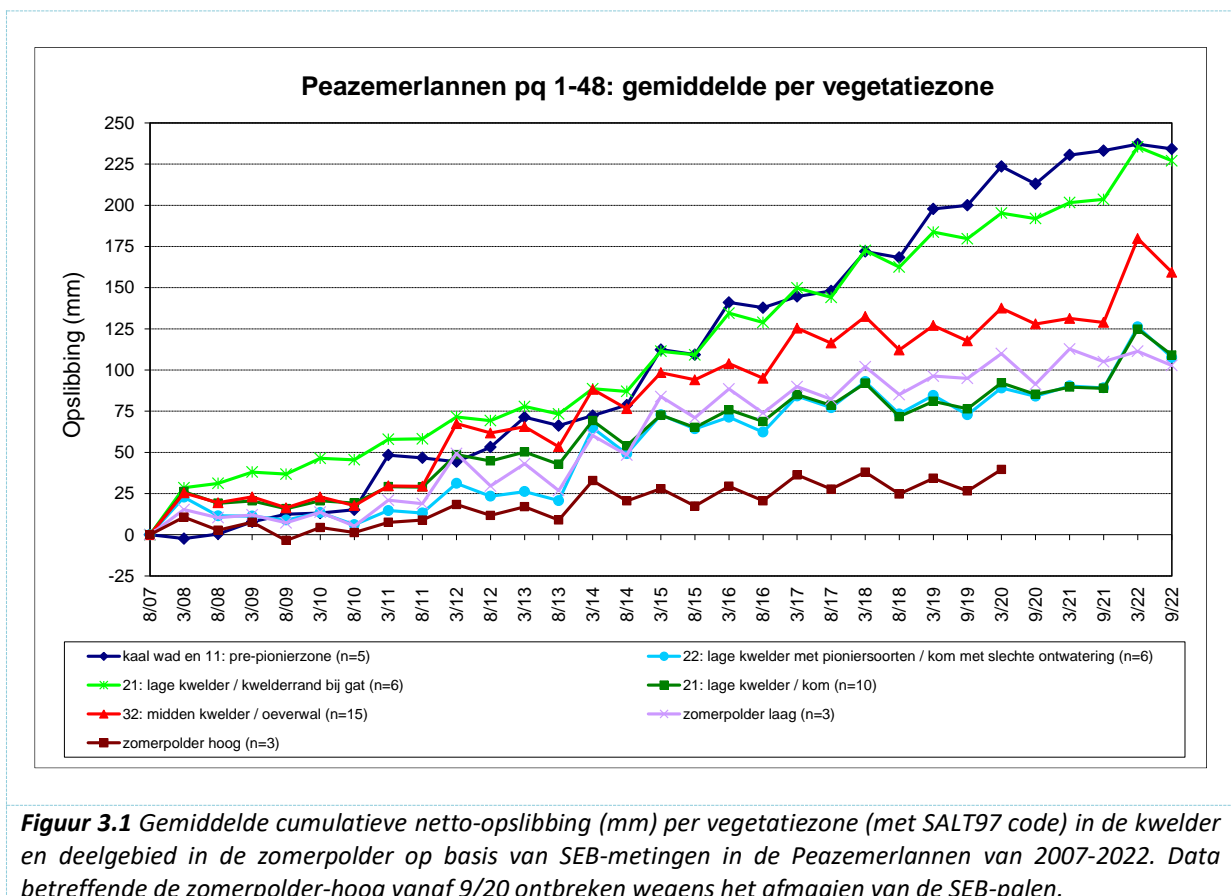
3. Resultaten en discussie

3.1 Maaiveldhoogteverandering (SEB-metingen)

3.1.1 Peazemerlannen

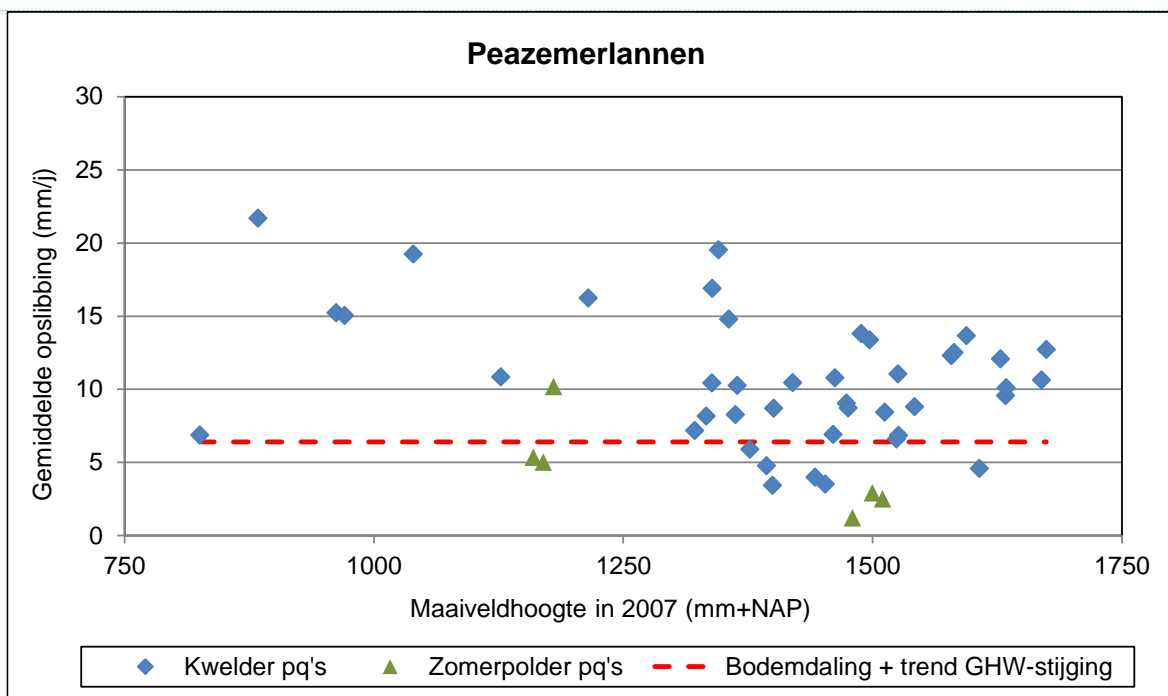
Met de SEB-metingen wordt de verandering van de maaiveldhoogte tussen opeenvolgende metingen gemeten. Het betreft de resultante van sedimentatie, erosie, compactie (klink van de kleilaag door uitdroging of rijping en vertrapping), bioturbatie en groei en afbraak van organische componenten, zoals plantenwortels. 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 2007-2022 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 7-15 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 kortgegraste 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, gestart in 2022, zijn voltooid. Op het kale wad en in de pre-pionierzone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 16 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 2022 was 3,4 mm/j (Figuur 1.3) en de GHW-stijging 3 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2022; Figuur 3.14).



Er zijn elf meetpunten die over de afgelopen 15 jaar een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 6,4$ 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 vier met een gemiddelde opslibbing die daar maar net daarboven ligt (< 7 mm/j opslibbing). De eerste categorie betreft drie pq's in het westelijke deel van de zomerpolder (pq 1, 2 en 3) en twee in het oostelijke deel (pq 47 en 48), een in een poel (pq 17; afwisselend verweking en uitdroging), een vlakbij een poel (pq 33; vaak vrij vochtig), drie ver weg van het wad en sediment aanvoerende geulen (pq 5, 21, 30) en tot slot pq 4 die eerder al een lage opslibbing had, maar ook enkele jaren door onbedoelde schapenbeweiding is vertrappt. Tot de tweede categorie behoort één op het kale wad (pq 32) en één ver weg van het wad en sediment aanvoerende geulen (pq 16) en twee vlakbij een poel (pq 41 en 43). 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 schapenbeweiding die in 2018, 2019, 2021 en 2022 (zelfs op vrij grote schaal) heeft plaatsgevonden in een deel van de of zelfs de gehele (in 2022) westelijke kwelder. Dit heeft bij enkele pq's tot vertrapping en compactie geleid.

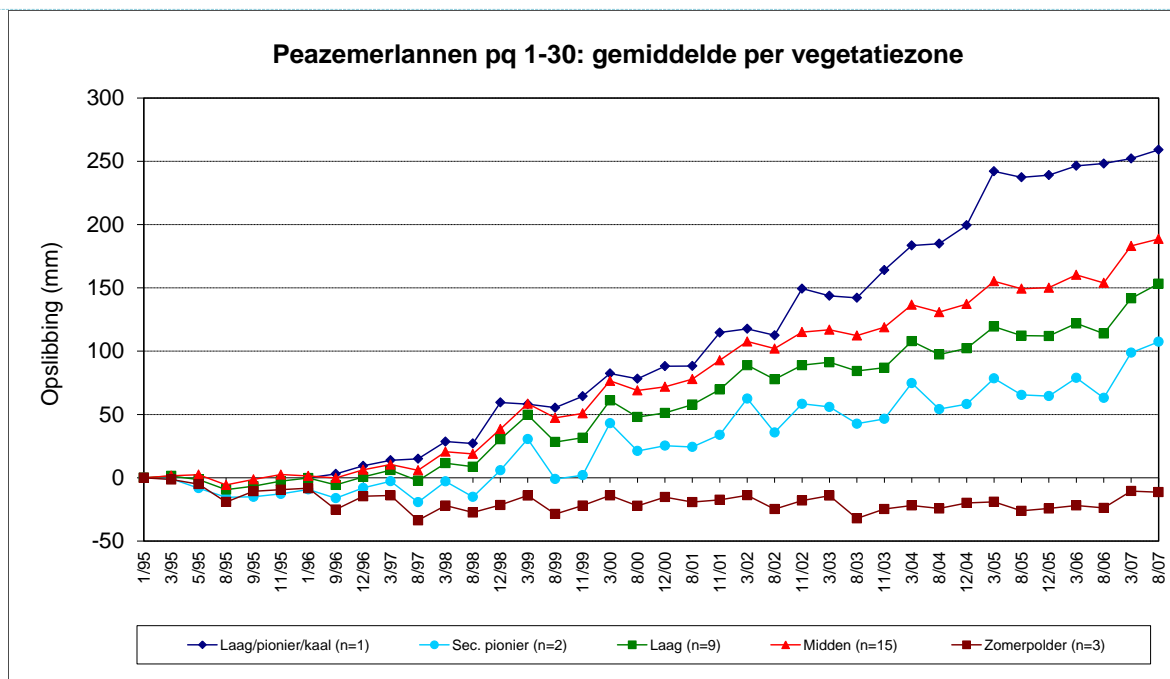
In sommige gevallen kan een aanvankelijke achterstand echter in één of enkele jaren worden ingelopen. Na stormen in het herfst/winterseizoen kunnen grote hoeveelheden sediment, die tijdens de zomer op het voorliggende wad zijn opgehoopt, verplaatst worden naar de kwelder. Dit is te zien aan de hoge opslibbing in de meeste vegetatiezones die vaak in maart na stormen wordt gemeten, zoals bijv. in 2022 na de drie opeenvolgende februari-stormen, Dudley, Eunice en Franklin. 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 2007-2022 in de Peazemerlannen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling over de periode 2007 t/m 2022 van 3,4 mm/j (zie ook Figuur 1.3) + de trend in GHW-stijging van 3 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 2007 t/m 2022 (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/compactie 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 een gemiddelde toename in maaiveldhoogte van 2 mm/j gemeten is. Er worden hier nog steeds de gegevens t/m 2019 aangehouden wegens het ontbreken van gegevens uit de jaren 2020-2022, omdat besloten is de afgemaaide SEB-palen van deze drie meetpunten pas te vervangen na voltooiing van de herinrichtingsmaatregelen door IFG. Onder invloed van waterverlies en waterabsorptie kunnen oude (=gerijpte) kleiige bodems door krimp en zwellung 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 dan 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 (bijv. afsterven van soorten waardoor kale plekken ontstaan, die in aanwezigheid van vee bovendien snel in omvang kunnen toenemen).



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-Vierhuizen wadsedimentatiemetingen uit, o.a. bij de Peazemerlannen. Bij deze metingen (zie Krol, 2023) 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* 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) loopt van augustus 2007 t/m augustus 2022, 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 voldoende is om 3,4 mm/j de bodemdaling en 3 mm/j GHW-stijging te compenseren. P32 zit na een flinke erosie bij de start van de metingen, gevolgd door verschillende jaren van opslibbing ook net boven deze grens, maar blijft wel nog steeds wat achter in opslibbing in vergelijking met de overige meetpunten. De gemiddelde sedimentatie van deze negen meetpunten samen is ruim 14 mm/j.

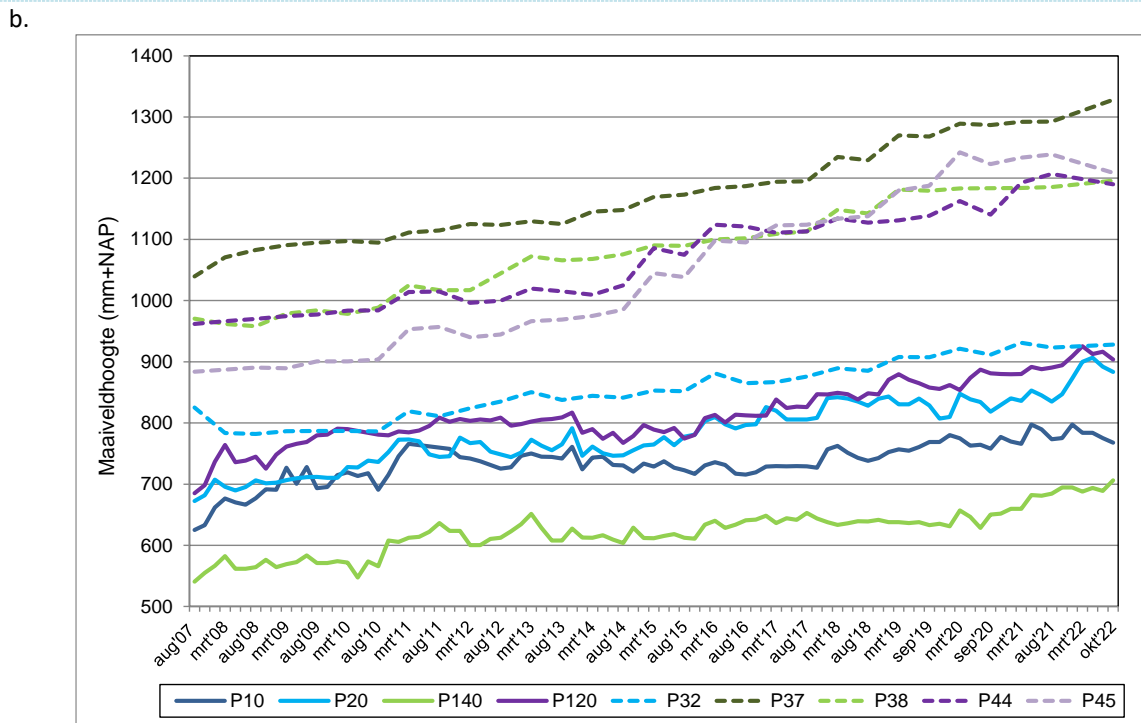
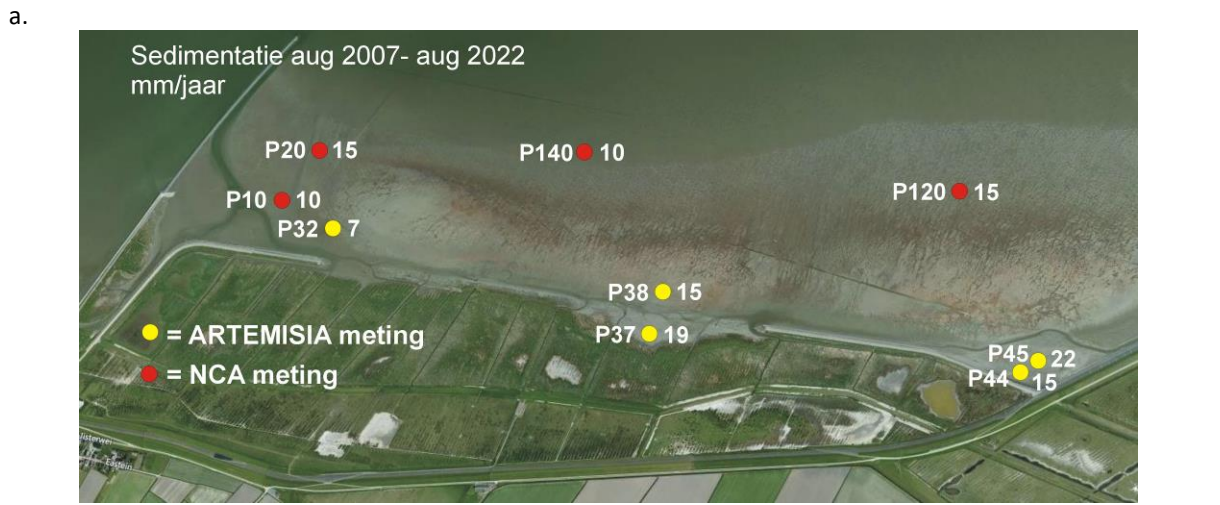
Tabel 3.1. Vergelijking van de sedimentatiemetingen van NCA en *Artemisia* op de overgang van kwelder naar wad. Er zijn drie groepjes onderscheiden van drie redelijk dicht bij elkaar liggende punten (zie ook *Figuur 3.5a*).

Meetpunt/Station	aug 2007-aug 2022 (mm/j)
P10 (NCA)	10,0
P20 (NCA)	14,6
P32 (<i>Artemisia</i>)	6,9
P140 (NCA)	9,9
P37 (<i>Artemisia</i>)	19,2
P38 (<i>Artemisia</i>)	15,0
P120 (NCA)	15,4
P44 (<i>Artemisia</i>)	15,2
P45 (<i>Artemisia</i>)	21,7
<i>Gemiddeld</i>	<i>14,2</i>



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 2022.

Deze opslibbing en de daardoor toegenomen maaiveldhoogte sluiten goed aan bij de waarneming dat het aanvankelijk kale wad de laatste jaren vooral in het midden en oosten voor een deel is veranderd in een met Zeekraal begroeide (pre) pionierzone, lokaal met een pol Engels slijkgras (zie bijv. Figuur 3.4 en § 3.4.1) of zelfs een beetje Kweldergras. Hierdoor neemt de opslibbing verder toe. In de zuidoosthoek, tegen de dijk aan, ontwikkelt zich een smalle strook waarin ook al diverse lage kweldersoorten te vinden zijn.



Figuur 3.5a Vergelijking van de opslibbingmetingen van NCA en Artemisia op de overgang van wad naar kwelder bij de Peazemerlannen over de periode aug. 2007- aug. 2022. De P met nummer betreft het meetpunt en het getal achter de stip de opslibbing in mm/j (Kaart gemaakt door Johan Krol; zie ook Krol, 2023); **b.** De ontwikkeling van de maaiveldhoogte (mm+NAP) bij de meetpunten van ca. aug. 2007-aug. 2022. De doorgetrokken lijnen betreffen de NCA-meetpunten en de gestippelde lijnen de Artemisia-meetpunten. De meetpunten die bij elkaar in de buurt liggen hebben vergelijkbare kleuren.

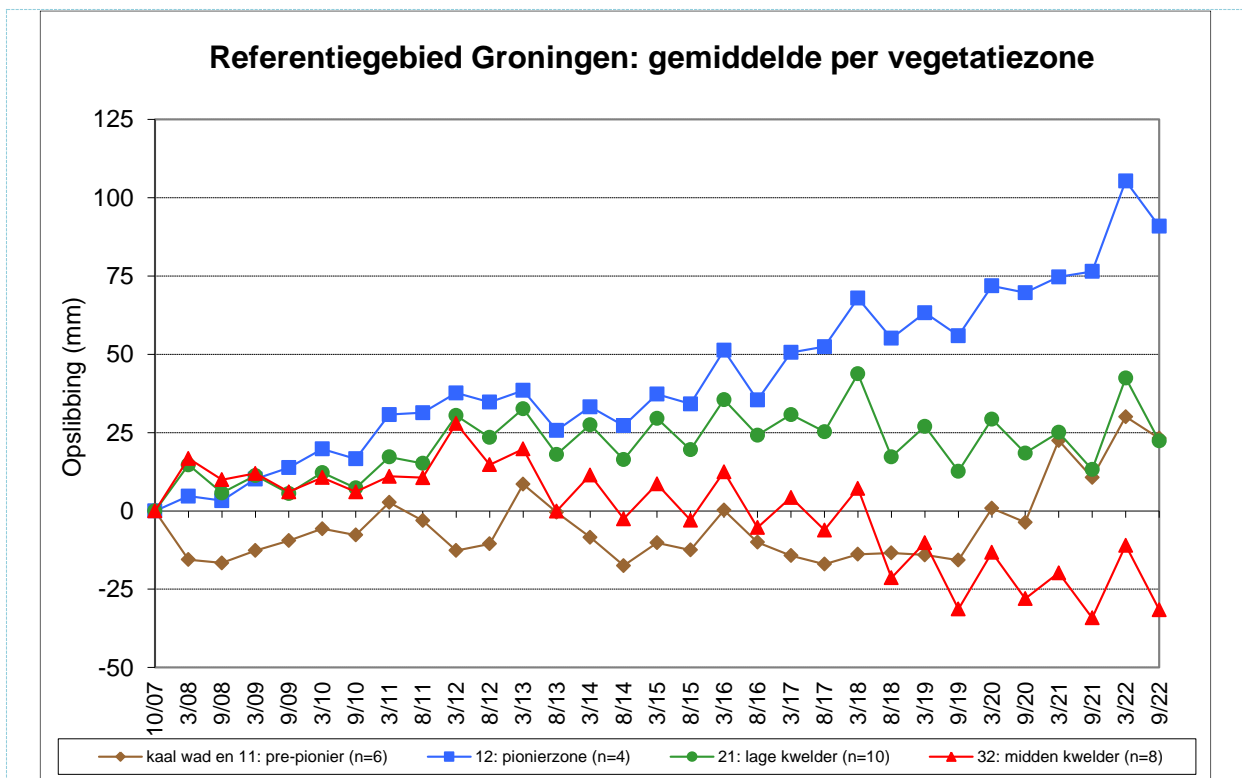
In *Figuur 3.5b* is de verandering in maaiveldhoogte van alle meetpunten in de tijd uitgezet. Ondanks de verschillende methodes, het feit dat ze niet als ‘replica-meetpunten’ zijn uitgezet en de grote

dynamiek in deze zone zijn er vergelijkbare patronen waar te nemen, vooral bij sterke opslibbingsperioden. 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 2007-2022 toegenomen. Het beeld bij de laaggelegen punten is echter wel wat grilliger, omdat perioden met opslibbing, 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 opslibbing. 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 echter beperkt is tot enkele planten, is de gevoeligheid voor wind en waterbeweging groot, wat kan leiden tot ronddraaiende bewegingen van de plant met erosie rond de stengel of hele plant 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

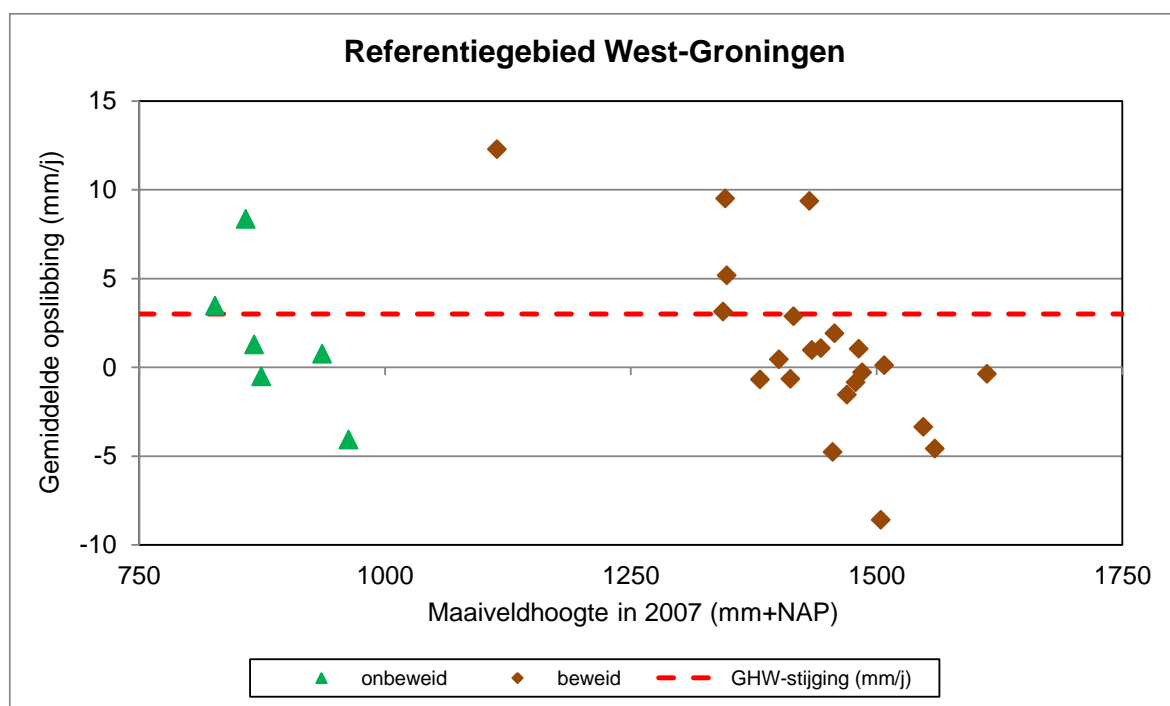
In het referentiegebied in West-Groningen ligt de gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2022 lager dan in de Peazemerlannen. Het kale wad, de pre-pionierzone en lage kwelder namen gemiddeld toe met 1,5 mm/j, de pionierzone met 6 mm/j. De middelhoge kwelder vertoonde gemiddeld een afname van de maaiveldhoogte van 2 mm/j (Figuur 3.6).



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 2007-2022.

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*.

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 en/of waarvan de opslibbing achterblijft bij de gemiddelde GHW-stijging echter ca. 75% van het totale aantal (Figuur 3.7). Hiervoor zijn enkele verklaringen te geven. 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 2007-2022 in het referentiegebied West-Groningen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde trend in GHW-stijging van 3 mm berekend voor Lauwersoog over de periode 2007 t/m 2022 (zie Figuur 3.14). Alleen de onbegroeide pq's op het wad zijn nog onbeweid.

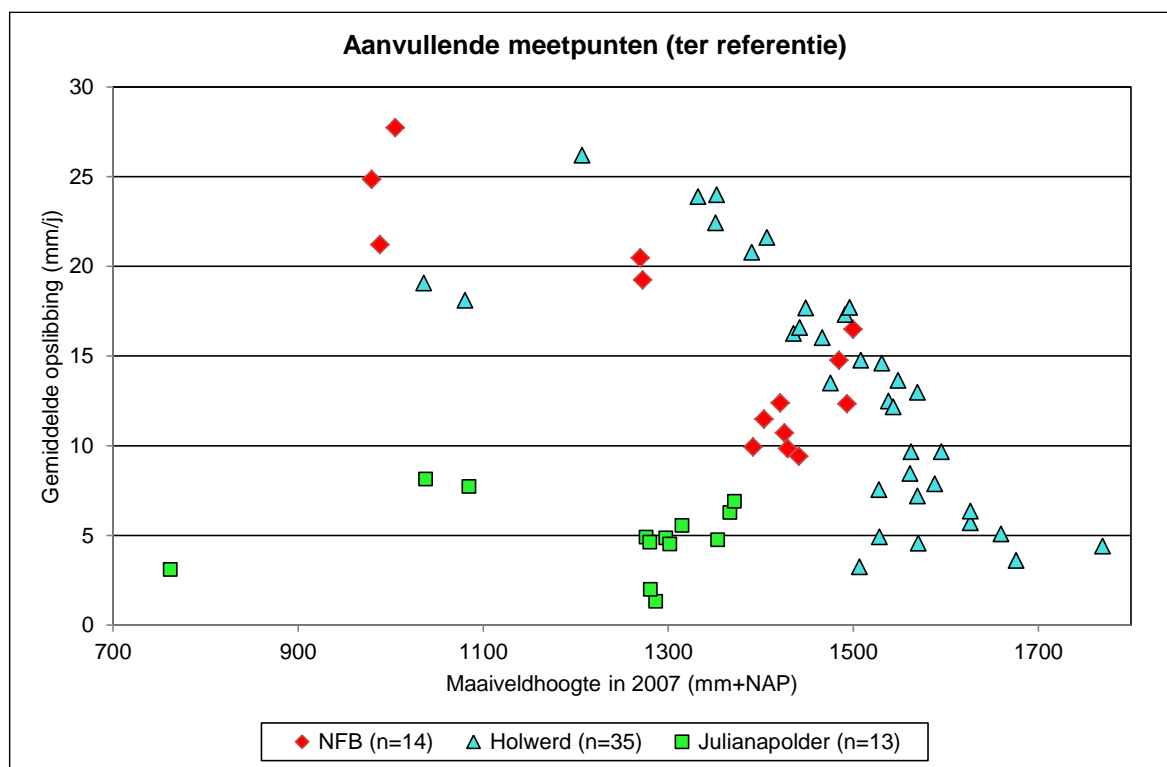
3.1.3 Aanvullende meetpunten (ter referentie)

De gemiddelde jaarlijkse opslibbing gemeten met de SEB in de periode 2007-2022 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 in de Julianapolder 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 bijv. *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 2007-2022 in de verschillende vegetatiezones (anno 2007) bij de 63 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) 2007-2022 (mm/j)	Aantal pq's per zone (2007)	Gem. opslibbing Peazemerlannen 2007-2022 (mm/j)	Aantal pq's per zone (2007)
Kaal wad	3,1	1	17,1	2
11: pre-pionierzone	21,7	3	14,6	3
12: pionierzone	14,7	7	-	-
22: lage kwelder met pioniersoorten	10,5	3	7,2	6
21: lage kwelder (en/of in kom)	14,1	31	11,2	16
32: middelhoge kwelder (met Zeekweek)	6,2	17	10,6	15
Totaal		62		42



Figuur 3.8 Gemiddelde netto-opslibbing in mm/j per kwelder-pq (inclusief pq's in de pionierzone) over de periode 2007-2022 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 tot nu toe in principe onbeweid (zie §4.4.2 voor toekomstige beweidingen). 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). In 2022 liepen er in het hele westelijke kwelderdeel ca. 150 schapen. Uit het feit dat de aangrenzende zomerkade met hekken afgesloten was aan de westelijke zijde (bitumen kade) en oostelijke zijde (duiker) blijkt dat de schapen niet per ongeluk in dit deel van de kwelder terecht zijn gekomen, maar dat het door de pachter in beweiding is genomen, zij het zonder goedkeuring en medeweten van IFG.



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. Net zoals in 2021 was het westelijke deel in 2022 alleen bereikbaar voor schapen, terwijl in het aangrenzende deel naast koeien ook weer paarden liepen. De zomerpolder wordt niet alleen beweid, maar soms ook (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 opslibingsmetingen uitgevoerd konden worden. Vanwege de kans op wederom schade bij de, aanvankelijk voor 2021 geplande, herinrichtingswerkzaamheden zijn deze palen niet meteen vervangen. De werkzaamheden zijn echter uitgesteld naar 2022 en 2023, zodat in ieder geval ook nog in de voorliggende rapportage nieuwe data betreffende deze drie meetpunten 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 2022. 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 28 kwelder-pq's in de Peazemerlannen stabiel ten opzichte van het beginjaar 2007. Verder heeft er in twaalf pq's successie plaatsgevonden naar een andere vegetatiezone. 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 opslibing 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 opslibing 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 (opslibing of erosie) en vegetatieontwikkeling van de meetpunten in de Peazemerlannen van 2007-2022. * Bij pq 1-3 staat de gemiddelde opslibing 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. opslibing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007-2022
37	kaal wad	kaal wad	1,04	19,2	P: 21 lage kwelder; successie, kaal naar Zeekraal met enige Kweldergras	
38	kaal wad	kaal wad	0,97	15,0	Qq3: 12 pionierzone; successie, toenemende Zeekraal bedekking	
32	Qq0	11: pre-pionierzone	0,83	6,9	Kaal: vrij stabiel, kaal tot soms een enkele Engels Slijkgras of Zeekraal	
44	Ss0	11: pre-pionierzone	0,96	15,2	Qq3: 12 pionierzone; vrij stabiel, Zeekraal (vaak in lage bedekking)	

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007-2022
45	Qq0	11: pre-pionierzone	0,88	21,7	Qq3: 12 pionierzone; vrij stabiel, Zeekraal (vaak in lage bedekking)	
47	Qq3	12: pionierzone (zomerpolder laag)	1,17	5,0	Qu: 22 lage kwelder met pioniersoorten; vrij stabiel, Schorrenkruid, soms met Zeekraal	Extensieve of geen beweiding (schapen en/of pinken); matige vertrapping soms
4	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,39	4,8	Qu: vrij stabiel, Schorrenkruid naar Schorrenkruid met Kweldergras en soms ook (veel) Zeeaster	Extensieve beweiding met schapen vanaf 2018 beïnvloed vegetatie sterk
5	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,38	5,9	Qu: vrij stabiel, Schorrenkruid, soms met Kweldergras	Zie pq 4
6	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	8,3	Qu: vrij stabiel, Schorrenkruid, soms met Kweldergras	Zie pq 4
8	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,36	10,3	Pp-u: 21 lage kwelder; successie, Schorrenkruid naar Kweldergras met Schorrenkruid en Zeekweek	Beweiding met schapen in 2019 en 2022
12	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten	1,34	10,4	Ph5: 21 lage kwelder; successie, Schorrenkruid naar Zoutmelde met Kweldergras	
46	Qu	22: lage kwelder met pioniersoorten (zomerpolder laag)	1,18	10,2	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 met Zeekraal	Afgeschermd met schrikdraad: onbeweid
14	Pp	21: lage kwelder	1,33	8,2	Pp: zone stabiel, Kweldergras (met Zoutmelde)	
17	kaal	(tot poel groter werd in 2004: 21 lage kwelder)	1,40	3,4	Qq0: 11 pionierzone; lichte successie, vrijwel kaal tot enige Zeekraal en Schorrenkruid	Aan rand van natte en soms droge poel -> heeft effect op vegetatie
19	Pp	21: lage kwelder	1,58	12,5	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek (met Spijmelde)	
21	Ph3	21: lage kwelder	1,45	3,5	Ph3: lichte successie (soms nat), Kweldergras+ Zoutmelde-> Zoutmelde + Zeeaster+ Zeekweek	

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007-2022
24	Pp	21: lage kwelder	1,36	14,8	Pps: 21; lichte successie: toename bedekking door Engels slijkgras en toename Zeekweek, maar nog wel soortenrijk	Engels slijkgras herstel na sterke daling bedekking door droogte in 2019
25	Pp	21: lage kwelder	1,48	8,7	Jfa: 31 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Spiesmelde, Zeekweek en Zeeaster	
29	Pp-b	21: lage kwelder	1,54	8,8	Xxk: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Spies- en Strandmelde en Zeekweek	
31	Pp-u	21: lage kwelder	1,32	7,2	Pp-u: stabiel, Kweldergras (met Schorrenkruid en Zeeaster)	
33	Pp	21: lage kwelder	1,44	4,0	Pp-a: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras met Zeeaster (en soms ook Schorrenkruid)	
34	Pp	21: lage kwelder	1,35	19,5	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek (met Spiesmelde)	
35	Pp	21: lage kwelder	1,42	10,4	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek en Spiesmelde	
36	Pp	21: lage kwelder	1,34	16,9	Ph3: 21 lage kwelder; lichte successie, Kweldergras naar divers met o.a. Zoutmelde, Zeeweegbree en Schorrezoutgras	
39	P	21: lage kwelder	1,22	16,2	Ss5: 12 pionierzone; vrij stabiel, maar wel toename bedekking Engels slijkgras. Daardoor andere vegetatiezone	Engels slijkgras herstel na sterke daling bedekking door droogte in 2019. Daardoor nu weer afname Schorrezoutgras
40	P	21: lage kwelder	1,13	10,8	Pp: 21; stabiel tot lichte successie, uitbreiding Kweldergras en Schorrenzoutgras (vrij soortenrijk)	
41	Pp	21: lage kwelder	1,53	6,9	Xx5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras -> Zilte rus + Spiesmelde	

PQ	Vegetatie- type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007-2022
42	Pp	21: lage kwelder	1,51	8,4	Xy5: 32 middelhoge kwelder; successie, Kweldergras naar Zeekweek met Spijesmelde	
43	Ppa	21: lage kwelder	1,52	6,6	Xx5: 32 middelhoge kwelder, successie, Kweldergras met Zeeaster naar Spijesmelde met Zeekweek	
7	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,49	13,8	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spijesmelde)	Beweiding met schapen in 2019 en 2022
9	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,50	13,4	Xy5: stabiel, Zeekweek, soms met veel Spijesmelde (en Strandmelde)	Beweiding met schapen in 2019 en 2022
10	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,67	10,6	Xy5: stabiel Zeekweek	
11	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,53	11,1	Xy5: stabiel, Zeekweek (+ Strand- /Spijesmelde)	
13	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,40	8,7	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spijesmelde)	
15	Xx5	32: middelhoge kwelder	1,46	10,8	Xy5: stabiel, Zeekweek, soms wel (veel) Strand- en Spijesmelde	
16	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,46	6,9	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spijesmelde)	
18	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,47	9,1	Xy5: stabiel, Zeekweek	
20	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	10,1	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spijesmelde)	
22	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	9,6	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spijesmelde)	
23	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,63	12,1	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spijesmelde)	
26	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,67	12,7	Xx5: stabiel, wel verruiging, Spijesmelde met Zeekweek	
27	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,59	13,7	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spijesmelde)	
28	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,58	12,3	Xy5: stabiel, Zeekweek (soms met Spijesmelde)	
30	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,61	4,6	Xy5: stabiel Zeekweek	
1		(zomerpolder hoog)	1,50	2,9 *(2019)		Meestal matig tot intensief beweid met schapen en/of pinken/koeien

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007-2022
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 2007-2022 per pq in de Peazemerlanden. In de legenda ligt de nadruk op de hoofdvegetatiezone. * Schapenbeweiding; # Extensieve schapenbeweiding (en soms ook pinken).

PQ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
4	Qu	Qu	Qu	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp-u	Qu *	Ba5 *	Qu *	Pp-u *	Qu
5	Qu	Qu	Qu	P	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u *	Qu *	Qu *	Pp-u *	Qu
6	Qu	Qu	Qu	Qu	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u *	Qu *	Qu *	Qu *	Qu
7	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	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	Pp-u
9	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xx5 *	Xx5	Xy5	Xy5
10	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
11	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
12	Qu	Pp-u	Pp	Ppa	Pp	Pp-u	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Ph3	Ph5
13	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
14	Pp	Pp-u	Pp-u	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ph3	Pp	Pp	Pp
15	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xxk	Xx5	Xxk	Xxk	Xy5	Xy5
16	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
17	kaal	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qq0	Qq0
18	Xy5	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	Xy5
20	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
21	Ph3	Ph5	Ph3	Ph3	Ph3	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Xy3	Ppa	Ba3	Xy3	Xy5	Ph3
22	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	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	Xy5
24	Pp	Ppa	Pp	Pps	Pps	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5b	Pps	Ss5b	Ss5	Ss3b	P	Xy3	Pps
25	Pp	Pps	Ppa	Ppsb	Ppsb	Pp-b	Ppab	Ppab	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Jfa
26	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5
27	Xy5	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	Xy5
29	Ppb	Ppb	Ppab	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xxk
30	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	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	Pp-u
32	Qq0	kaal	Ss0	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	Ss0	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal
33	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp-u	Ppa	Ppa
34	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Pp	Xy5	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	Xy5
36	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Pps	Pps	Pps	Pps	Bt	Pps	Pps	Bt	Ph3	Ph3	Ph3	Ph3
37	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	P
38	kaal	Qq0	kaal	Qq0	Qq3	Qq3	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	Ss5
40	P	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	P	Pp	Bt	Pp
41	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppab	Jj	Jj	Jj	Jja	Jj	Jj	Xx5	Xx5	Ba5	Xx5	Xx5
42	Pp	P	Pp-u	Pp	Ppa	Ppa	Ba5	Pp	Ppa	Ba5	Ba5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
43	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa	Ppab	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5
44	Ss0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3	Qq3
45	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq0	Qq3	Qq3
46 #	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qq3	Qq3	P	(Qu)	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu	Qu
47 #	Qq3	Qu	Qu	Qu	Qu	Qq3	Qu	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	Qu

X	middelhoghe kwelder met Zeekweek (y)/ Spiesmelde (x)
J	middelhoghe kwelder met Zilte rus (j)/ Rood zwenkgras (f)
B	brakke lage kwelder met Zeeaster (a)/ Schorrenzoutgras (t)
P	lage kwelder met Kweldergras (p)/ Zoutmelde (h)
S	(pre-) pionierzone met Engels slijkgras
Q	(pre-) pionierzone met Zeekraal (q)/ Schorrenkruid (u)

3.3.2 Referentiegebied

Ook in het referentiegebied was de vegetatie in de meeste pq's (17) vrij stabiel, waarvan bij vijf door beweiding lichte verjonging binnen dezelfde vegetatiezone is opgetreden. Bij vier pq's was sprake van (lichte) successie (324I, 339I, 356F en 356H) en bij zeven pq's van (lichte) regressie (286C, D, F en H, 311G, 324G en 359F). Bij de regressie en verjonging binnen een vegetatiezone was vertrapping door beweiding de oorzaak. Vertrapping zorgde soms niet alleen voor een lagere bedekking, maar ook voor vernatting.

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 de veeveiligheid werd verbeterd, zodat er op meer locaties en regelmatig/langer beweiding zou kunnen plaatsvinden in de kwelder om de biodiversiteit te doen toenemen. 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). Beweidingsgegevens worden, waar mogelijk, tijdens het veldwerk zelf verzameld om de effecten van de toegepaste beweiding op de vegetatie te kunnen beoordelen.

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 beweiding op de metingen steeds verder is toegenomen, zijn veel van deze meetpunten niet meer goed bruikbaar voor het oorspronkelijke doel: dienen als referentie voor de Peazemerlannen. Ze kunnen echter eventueel nog wel van nut zijn om het effect van beweiding op de maaiveldhoogte en vegetatie te laten zien zonder dat er sprake is van bodemdaling.

Om toch een beeld te krijgen van opslibbing en vegetatieontwikkeling in onbeweide gebieden zonder bodemdaling wordt sinds enkele jaren gerapporteerd over een aantal alternatieve referentiemeetpunten waar al minimaal sinds 2007 op dezelfde wijze gegevens worden verzameld (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 2022. 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 2007-2022. * 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 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007->2022
286K	Kaal	-	0,83	3,5	Kaal: stabiel, (meestal) kaal	
311N	Kaal	-	0,87	1,3	Kaal: stabiel, (meestal) kaal	
324K	Kaal	-	0,96	-4,1	Ss3: 12 pionierzone; vrij stabiel, kaal of enige Zeekraal en/of Engels slijkgras	
359I	Kaal	-	0,87	-0,5	Kaal: vrij stabiel, kaal of enige Zeekraal en/of Engels slijkgras	
339K	Ss0	11: pre-pionierzone	0,94 *	0,8	Kaal: vrij stabiel, kaal of enige Zeekraal en/of Engels slijkgras	
356I	Qq0	11: pre-pionierzone	0,86	8,3	Qq0: vrij stabiel, kaal of enige Zeekraal	
339I	Ss3	12: pionierzone	1,34 *	3,1	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	-0,7	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	9,5	Pps: 21 lage kwelder; successie; Engels slijkgras -> Kweldergras (met Engels slijkgras)	Vanaf 2011 vaak beweid en vertrapping
359H	Ss3	12: pionierzone	1,11	12,3	Ss5: 12 pionierzone, stabiel, Engels slijkgras (met Kweldergras)	Vanaf 2010 vaak beweid en vertrapping
286C	Ppa	21: lage kwelder	1,46	-4,8	Qq3: 12 pionierzone; regressie, Kweldergras naar Zeekraal en Schorrenkruid	Regressie door vernatting en vertrapping (vanaf 2018 beweid)
286I	Ph5	21: lage kwelder	1,42	2,9	Pp: zelfde vegetatiezone, maar van Zoutmelde naar Kweldergras met Zoutmelde	Vanaf 2018 beweid; verjonging door vertrapping
311L	Ph5	21: lage kwelder	1,46	1,9	Pp: 21 lage kwelder; na successie Zoutmelde-> Zeekweek, regressie -> Kweldergras	Afwisselende successie en regressie door beweiding vanaf 2012
311M	Ph3	21: lage kwelder	1,40	0,5	Pp: 21 lage kwelder; stabiel/verjonging, van Zoutmelde->Kweldergras	Effect beweiding vanaf 2012

<i>PQ</i>	<i>Vegetatie-type 2007</i>	<i>Vegetatiezone 2007 (SALT97)</i>	<i>Maaiveld 2007 (m+NAP)</i>	<i>Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j</i>	<i>Ontwikkeling vegetatie 2007->2022</i>	<i>Bijzonderheden 2007->2022</i>
324H	Pp	21: lage kwelder	1,41	-0,6	Pp: 21 lage kwelder; vrij stabiel, Kweldergras	In 2009 en vanaf 2018 lage bedekking door vertrapping
324I	Pps	21: lage kwelder	1,43	1,0	Pp: zelfde vegetatiezone; lichte successie door verschuiving Engels slijkgras -> Kweldergras (en Zoutmelde)	Bweid in 2009 en vanaf 2014; In 2019 Engels slijkgras bijna verdwenen door droogte
339F	Ph3	21: lage kwelder	1,35 *	5,2	Ph5: 21 lage kwelder; vrij stabiel, Zoutmelde met enige Kweldergras	Vrijwel alle jaren beweid, maar weinig vertrapping
339H	Pp	21: lage kwelder	1,43 *	9,4	Pp: stabiel, Kweldergras	Vrijwel alle jaren beweid, maar weinig vertrapping
356G	Pp/Ph3	21: lage kwelder	1,47	-1,5	Pp: 21 lage kwelder; stabiel, Kweldergras	Na successie -> Zeekweek, door beweiding vanaf 2011 terug naar Kweldergras
359G	Ph5	21: lage kwelder	1,44	1,1	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	-3,3	Xy3: lichte regressie, Zeekweek naar Zeekweek met Kweldergras	Vanaf 2018 beweid; kaler + iets natter door vertrapping
286F	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,48	-0,8	Pp: 21 lage kwelder; regressie, van Zeekweek naar Kweldergras met Zeekweek	Vanaf 2018 beweid; kaler + natter door vertrapping
286H	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,51	0,1	Pp: 21 lage kwelder; regressie, van Zeekweek naar Kweldergras met Schorrenkruid	Vanaf 2018 beweid; kaler + natter door vertrapping
311G	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,50	-8,6	Pp: 21 lage kwelder; regressie, van Zeekweek naar Kweldergras (met Schorrenkruid en Zeeaster)	Door beweiding vanaf 2012 vertrapping en natter
311I	Xx5	32: middelhoge kwelder	1,56	-4,6	Xy5: stabiel, Zeekweek (met Spiesmelde)	Vanaf 2012 beweid en vertrapping
311K	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,61	-0,4	Xy5: stabiel, Zeekweek	Vanaf 2012 beweid en vertrapping
324G	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,48	1,0	Xy3: regressie, Zeekweek afnemend, Kweldergras (met Zeeaster)	Beweid in 2009 en >2012; in 2009 + vanaf

PQ	Vegetatie-type 2007	Vegetatiezone 2007 (SALT97)	Maaiveld 2007 (m+NAP)	Gem. opslibbing 2007-2022 mm/j	Ontwikkeling vegetatie 2007->2022	Bijzonderheden 2007->2022
					toenemend	2019 lagere bedekking door vertrapping
359F	Xy5	32: middelhoge kwelder	1,49	-0,3	Pp: 21 lage kwelder; regressie, Zeekweek -> Kweldergras	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 2007-2022 per pq in het referentiegebied. De pq's zijn per meetvak gerangschikt van dijk naar wad. De jaren met beweiding zijn aangegeven met 'bew'. * Lage bedekking en vegetatietype o.b.v. soorten lastig vast te stellen. In de legenda ligt de nadruk op de hoofdvegetatiezone.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
286												bew	bew	bew	bew	bew
C	Ppa	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Ppa	Ppab	Pps	Ba3	Ppsb	Ss3	~	Qq3	Qq3	Qq3
D	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xx5	Xy3	Xy5	Xy3
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy5	Pp
H	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	P	Pp	Pp
I	Ph5	Ph5	Ph5	Ss5	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Pp	Pp	Pp	Pp
K	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	kaal	Ss0	kaal
311						bew	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	Pp-b
I	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
K	Xy5	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	Pp
M	Ph3	Ph3	Ph3	Ph5	Ph3	Xy3	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
N	kaal	kaal	Qq0	Ss3	kaal	kaal	Qq0	kaal	kaal	kaal	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal	kaal
324						bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3
H	Pp	Ph3	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xy3	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
I	Pps	Ph5	Ph3	Ppa	Ppa	Pp	Pps	Ph3	Ph3	Ph3	Pps	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
K	kaal	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq0	Ss3	kaal	Qq0	kaal	Qq3	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0	Ss3
339	bew	bew	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	Ph5
H	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pp	Pp
I	Ss3	Qq3	P	Qq3	Qq3	P	P	P	P	P	P	P	P	Ss3	P	P
K	Ss0	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal	Qq0	kaal	kaal	kaal	kaal	Ss3
356					bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Ss5	Ph3	Ph3	Ss5b	Ss3	Ss5	Pps	Ppa	Pps	Pps	Pps	Pps	Ss5	Ss5	Pp	Pp
G	Ph3	Ph5	Ph3	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Ppa	Pp	Pp	Pp
H	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss3	Ss3	Pps	Pp	Pps	Pp	Pps	Pps	Pps	Pps	Pps	Pps
I	Qq0	kaal	kaal	kaal	kaal	Qq0	kaal	kaal	Qq0	kaal	*	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0
359					bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Ppab	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
G	Ph5	Ph5	Ph5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Ppab	Xy3	Pp-b	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp
H	Ss3	Ss5	Ss5	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5	Ss5
I	kaal	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	kaal	Ss3	kaal	Ss3	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0	kaal

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)

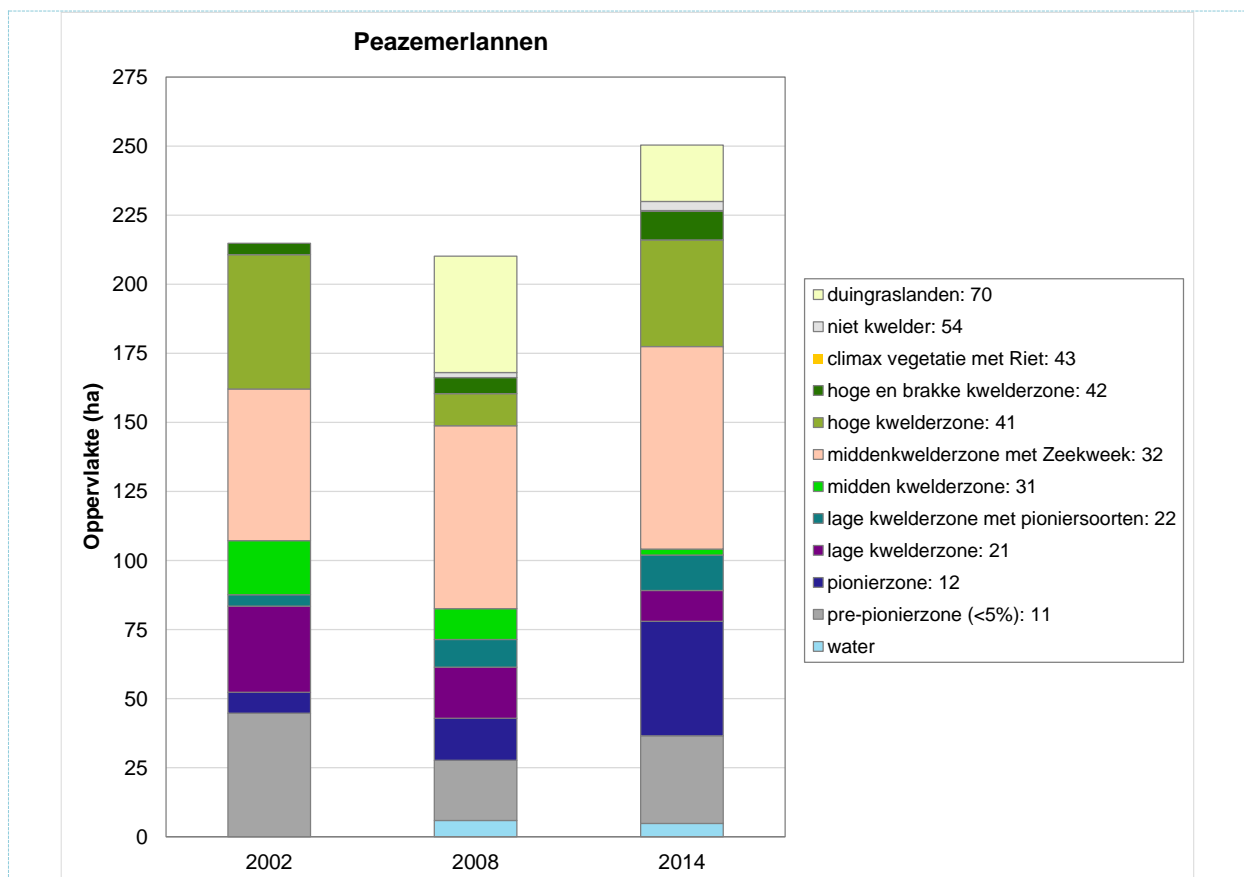
Wat gezien de overeenkomsten in opslibbing met de Peazemerlannen te verwachten valt is dat de vegetatieontwikkeling bij de aanvullende meetpunten in Noord-Friesland Buitendijks, Holwerd en Julianapolder dezelfde variatie in ontwikkeling zien, met name stabiel of successie. Er zijn wel drie gevallen van regressie veroorzaakt door slechte ontwatering. Een samenvattende tabel van de vegetatieontwikkeling door de jaren in de drie gebieden is opgenomen in *Bijlage J*.

3.4 Vegetatiekaarten RWS (vlakdekkend)

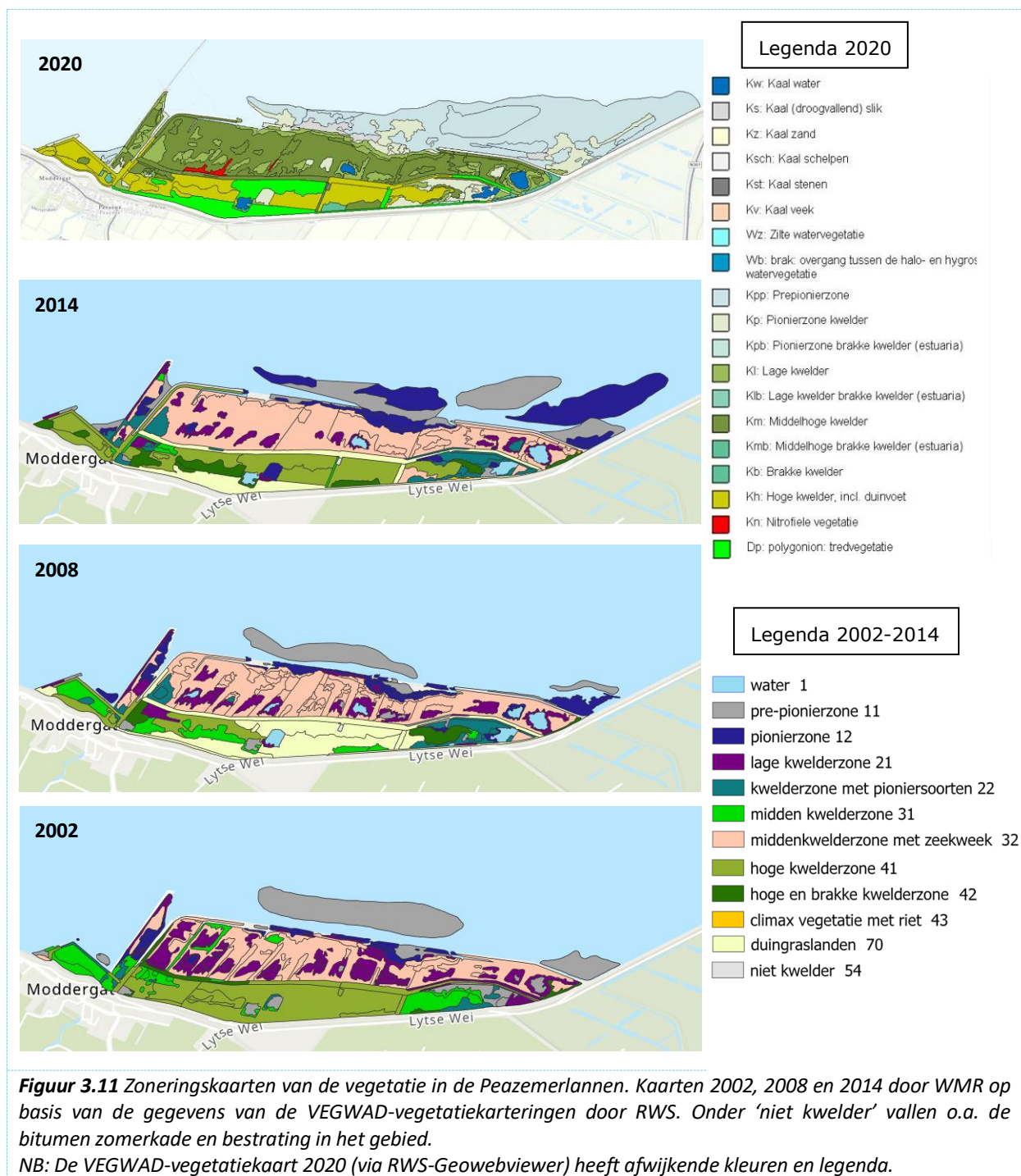
3.4.1 Peazemerlannen

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 in 2022 de VEGWAD-vegetatiekaart van 2020 beschikbaar gekomen op basis van de luchtfoto uit 2020 en veldwerk uit 2021 (Tolman & Pranger, 2022).

De indeling in vegetatietypen, en daarmee de zonerings, van deze nieuwe kaart wijkt echter af van de eerdere kaarten, waardoor de verwerking en analyse van de gegevens van deze nieuwe kaart extra tijd vergt. Daarom is het in dit rapport nog niet mogelijk een trend in de vegetatieontwikkeling over de periode 2002 t/m 2020 weer te geven en worden alleen de drie voorlaatste kaarten en zoneringsgegevens die daarop gebaseerd zijn in deze rapportage behandeld. De vegetatiekaart van 2020 (met afwijkende kleuren en legenda) wordt ter globale vergelijking wel getoond in *Figuur 3.11*.



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



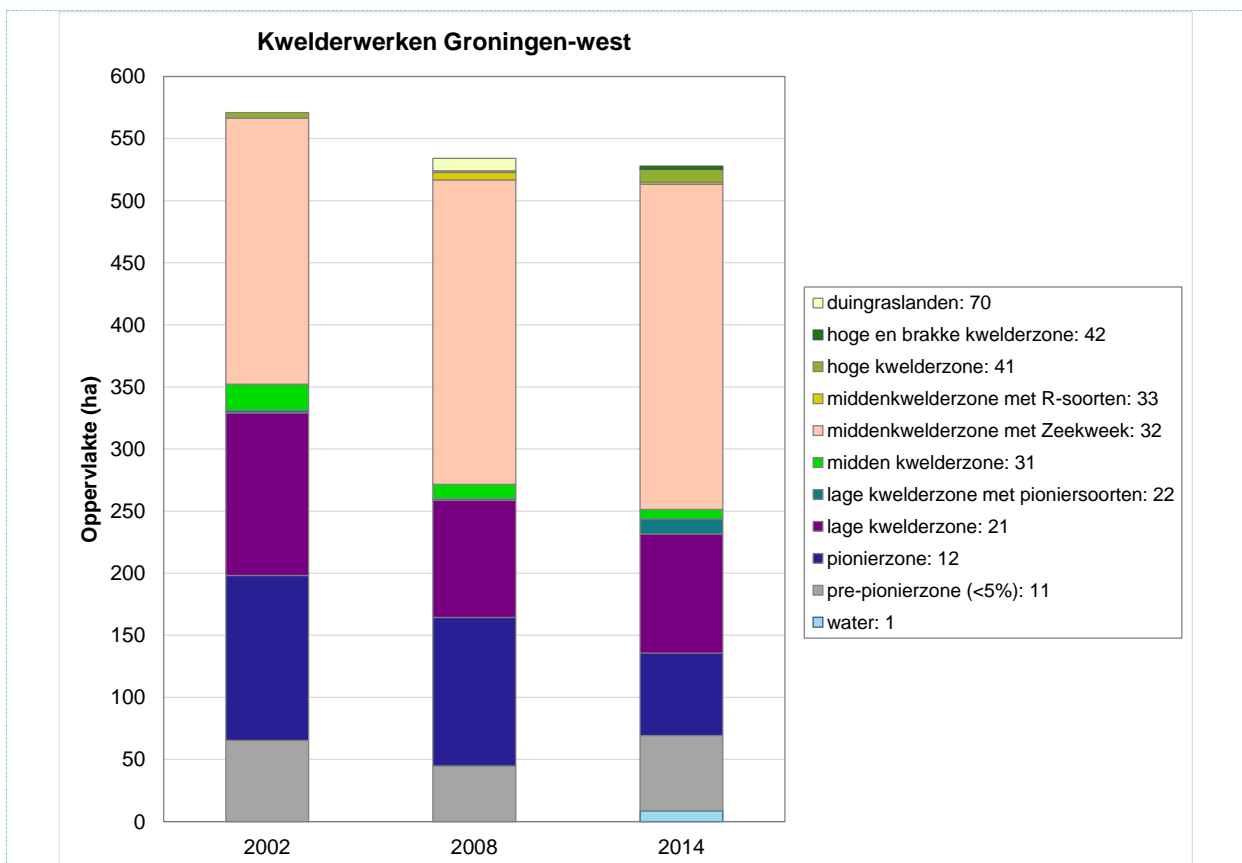
In *Figuur 3.10*, waar de verschuivingen in de vegetatiezones in de Peazemerlannen zijn samengevat en op de zoneringskaarten (*Figuur 3.11*), is de voortgaande successie/veroudering naar de middelhoge kwelder met Zeekweek duidelijk zichtbaar. Dit is een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van opslibbing 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.

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 redenen onder de categorie duingraslanden komen te vallen. Dit moet nader onderzocht worden.

3.4.2 Referentiegebied

Ook voor het referentiegebied is de nieuwe vegetatiekaart (Tolman & Pranger, 2022) nog niet bewerkt tot een versie die vergelijkbaar is met de eerdere zoneringskaarten van 2002, 2008 en 2014. Daarom worden alleen de zoneringsgegevens die op deze drie voorlaatste kaarten gebaseerd zijn in deze rapportage getoond en behandeld.

Uit de verschuiving in vegetatiezoning in 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.



Figuur 3.12 Ontwikkeling vegetatiezones in de de kwelderwerken van West-Groningen van 2002-2014. Gebaseerd op gegevens van WMR berekend uit de VEGWAD-vegetatiekarteringen door RWS.

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 vegetatiekaart van 2020 dan ook duidelijk te zien zal zijn.

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 (bijv. 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 2008-2022 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 2008-2022 (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
2008-2022	- 5 mm/j	0 mm/j	0 mm/j	2 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 324 beschreven (*Figuur 3.13*). De trend per meetvak kan iets verschillen, bijv. door uitgangshoogte, breedte van de kwelder of een ander (beweidings)beheer.

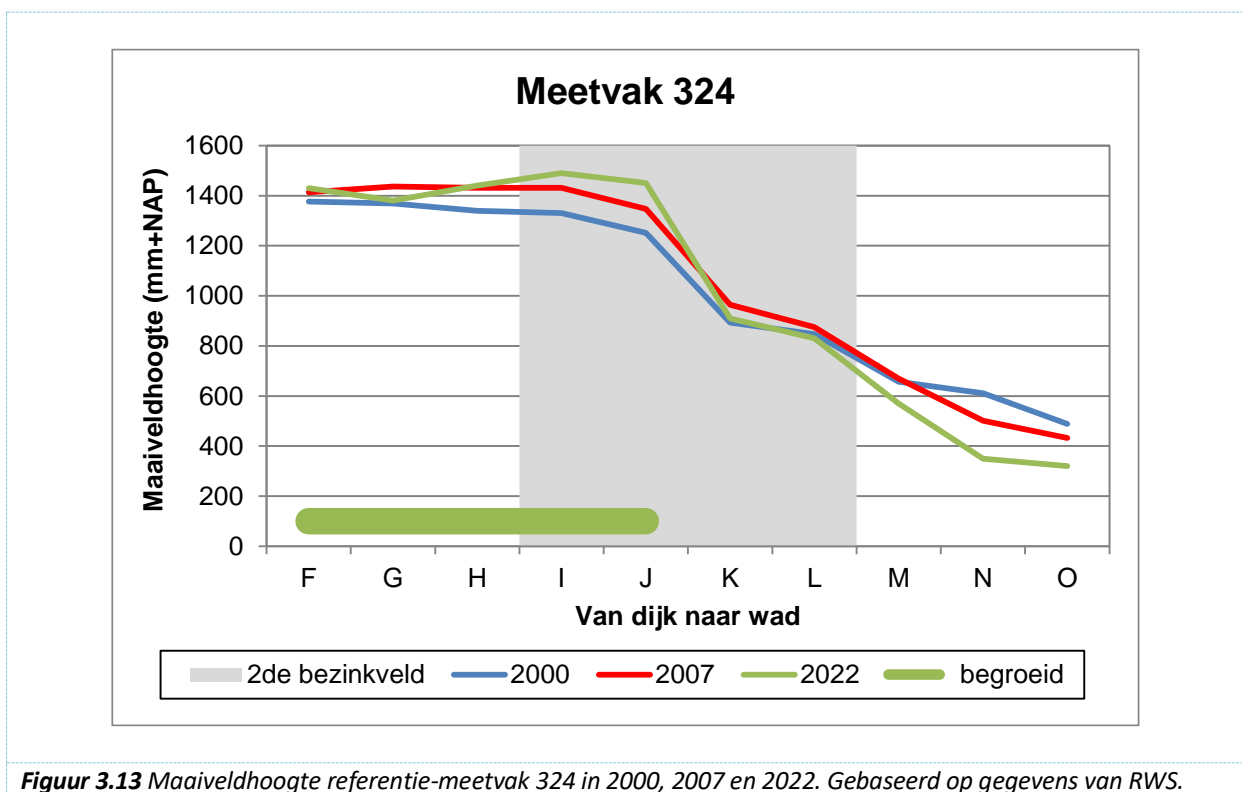
In de meeste begroeide vakken is de trend een toename in hoogte, behalve in vak 324G. Daar is de maaiveldhoogte geleidelijk afgenomen. Hiervoor zijn verschillende mogelijke oorzaken aan te dragen:

- Hoe breder een kwelder is/wordt hoe moeilijker het sediment de delen dicht bij de dijk kan bereiken. 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 (324I). Hierdoor ontstaat een omgekeerd profiel (hoog aan de wadkant en lager aan de dijkkant). Dit kan vernatting aan de dijkkant veroorzaken, met regressie van de vegetatie tot gevolg.

- In beweide vakken kan nog meespelen dat het maaiveld niet ophoogt of zelfs wordt verlaagd door vertrapping/compactie.

Waar de begroeiing beperkt is of ontbreekt (vanaf vak 324K), is niet alleen de maaiveldhoogte veel lager, maar er is zelfs een steeds verder gaande verlaging van het maaiveld te zien (zie ook *Tabel 3.7*). 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 324K; 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 zeer snel een groot effect op de maaiveldontwikkeling hebben, zowel op toename van de hoogte (bijv. door het plaatsen van een rijshoutdam kan opslibbing toenemen) als afname (bijv. inzet van beweiding, in nooit eerder beweid gebied waar de bodem relatief luchtig is, kan maaiveld >10 cm doen afnemen door compactie).



Figuur 3.13 Maaiveldhoogte referentie-meetvak 324 in 2000, 2007 en 2022. Gebaseerd op gegevens van RWS.

Vegetatie

De verandering van de biodiversiteit van de kweldervegetatie als gevolg van mate van beweidingsintensiteit werd in vorige jaarrapporten ook in beeld gebracht voor de 5 meetvakken. De laatste jaren is de beweidingsintensiteit in veel meetvakken echter nogal veranderd, soms door een verminderd vee-aanbod en soms juist door intensivering van beweiding, zoals bijv. mogelijk gemaakt door het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor zijn de voorheen gebruikte beweidingsklassen (onbeweid, extensief en intensief beweid) 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 bijv. *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 2007-2022 (*Tabel 3.8*). Per pandje van 100x100 m, waarin ook een

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

Tabel 3.8 Vegetatietype per jaar over de periode 2007-2022 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	2022
MV 286												bew	bew	bew	bew	bew
C	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Pp	Xy3
D	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	P	Xy5	Xy5
F	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy3
H	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Pps	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy3	Xy3
I	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Pp	Pp	Pp
K	kaal	kaal	Sso	Ss3	Qq0	Ss3	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz	Qz
MV 311						bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew	bew
G	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	NA	Xy3	Xy3	Xy3	Qu	Xy3
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3
K	Xy5	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	Xy5
M	Ss5	Ss5	Ss5b	Ss5b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps	Ss3b	Ss3b	Pps	Pps	Pps	Pps	Ppa	Pps
N	Sso	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss0	Ss0	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3
MV 324			bew				bew	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	Xy5
H	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3
I	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5
K	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3
MV 339	bew	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	Pp
H	Ph5	Pp	Ph5	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ph3*	Jfh	Jfh	Xy3	Xy3
I	Ss5	Qq3	P	Qq3	P	P	P	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	P	Ss3	P	Ss3
K	Ss0	Ss3	Qq0	Ss3	Qq0	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0	Qq0	Ss3	Ss3	Ss0	Ss3	Ss3	Ss3
MV 356						bew	bew	bew	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	Ppa
G	Xy3	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Pp	Pp	Ppa	Ppa	Pps	Ppa	Ppa	Ppa	Ppa
H	Ss5	Ss3	Ss3	Ss3b	Ss3b	Ss5	Ss3	Pps	Ss3	Pps	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5	Ss5b	Ss5b
I	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Ss3	Qq0	Qq0	Ss3	Ss3	*	*	Ss3
MV 359						bew	bew	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	Ss5b
G	Xy3	Ss5b	Xy3	Xy5	Ppa	Xy5	Xy5	Xy3	Ppa	Ppa	Ppa	Xy3	Pps	Ppa	Ppa	Ppa
H	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Pps	Pps	Ss3b	Ss3	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5
I	Qq0	Ss3	Qq0	Ss3	Qq0	Ss3	Qq0	kaal	Qq0	Qq0	Ss3	Ss3	Qq0	Ss3	Ss3	Ss3

X	middelhogewelder met Zeekweek
Jfh	middelhogewelder 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 zee gras (z)

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 25-30 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 (bijv. 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 bijv. 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 286I 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. Vanaf 2020 lijkt het beweidingseffect zichtbaar te worden in enkele vakken door de afname van Zeekweek ten gunste van Kweldergras, mede veroorzaakt door vernatting.

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, zoals uit vak 339H blijkt.

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 bijv. Kweldergras, Zeeaster en Engels slijkgras.

Een ander belangrijk punt bij (intensieve) beweiding is, dat een door vee verstoorde bodem andere abiotische eigenschappen heeft (bijv. 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).

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

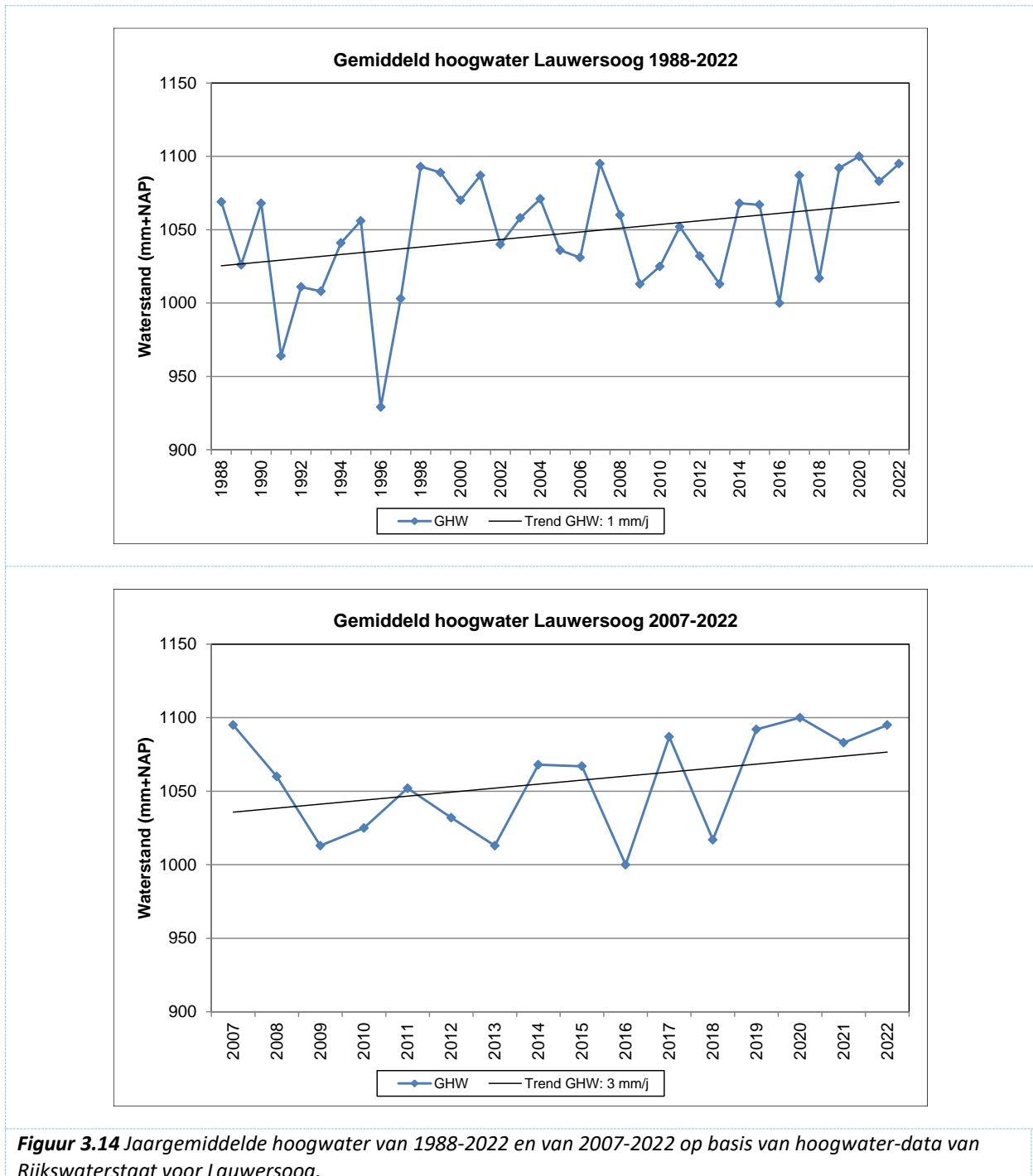
- intensieve beweiding = uniforme korte grasmat;
- matige beweiding = patroon van korte grasmat en langer gewas;
- geen beweiding = uniform langer gewas.

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).

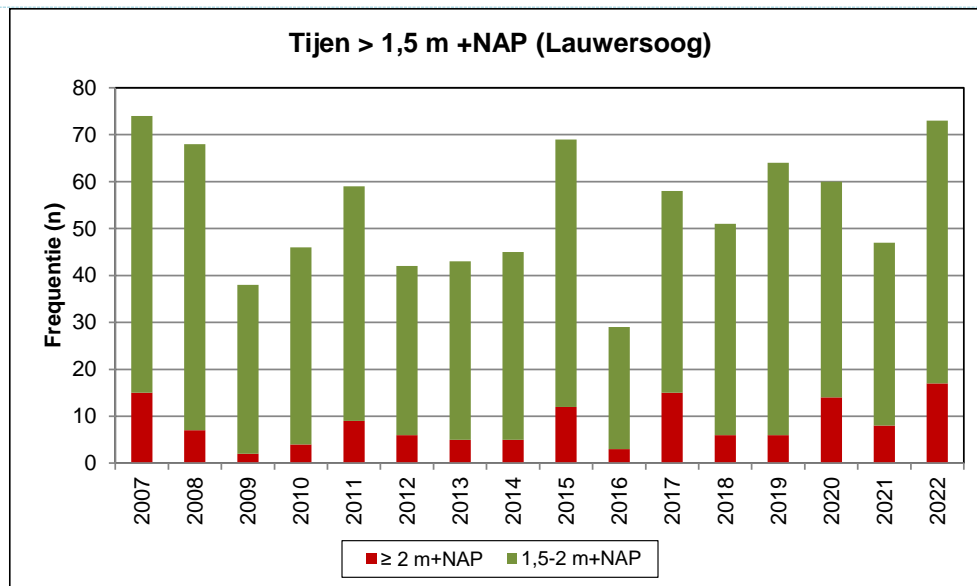
3.6 Jaargemiddeld hoogwater

Het jaargemiddelde hoogwater van 1988-2022 voor Lauwersoog is weergegeven in *Figuur 3.14*.



Figuur 3.14 Jaargemiddelde hoogwater van 1988-2022 en van 2007-2022 op basis van hoogwater-data van Rijkswaterstaat voor Lauwersoog.

Het jaargemiddelde hoogwater wordt grotendeels bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). Het gemiddeld hoogwater (GHW) over de periode 1988-2022 (1047 mm+NAP) ligt iets lager dan het GHW over de periode 2007-2022 (1056 mm+NAP). De trend voor toename van het gemiddeld hoogwater voor Lauwersoog over 1988-2021 is 1 mm/j, maar over de periode 2007-2022 is dat 3 mm/j. In eerdere rapporten is met de trendwaarde vanaf 1988 gerekend, maar om eventuele effecten van bodemdaling tijdens de gaswinningsperiode waar te nemen is het beter de trendwaarde vanaf 2007 aan te houden.



Figuur 3.15 Aantal tijen >1,5 m +NAP voor Lauwersoog van 2007-2022 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.

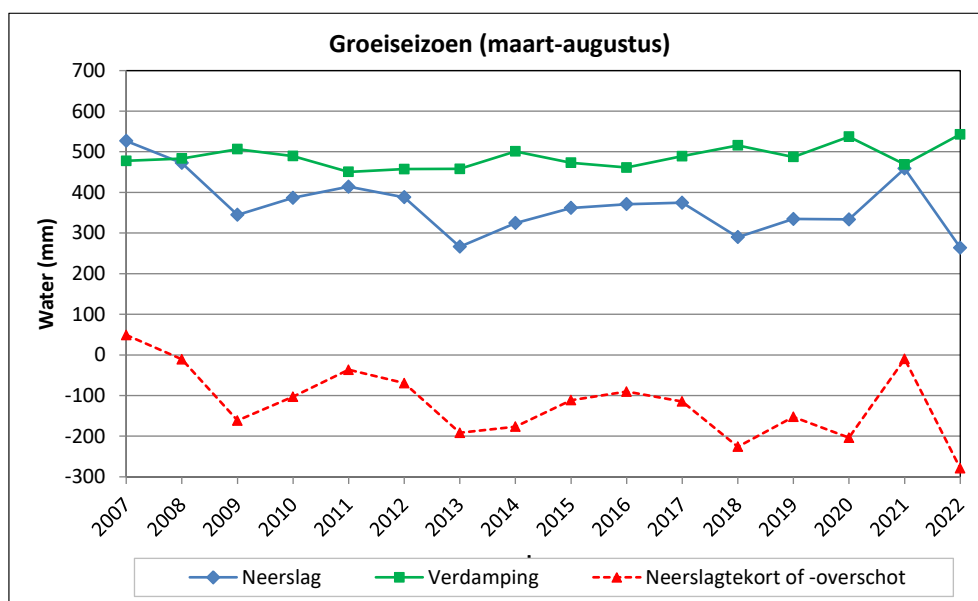
Een groter aantal hoge tijen hoeft niet per se te betekenen dat er daardoor meer opslibbing plaatsvindt, omdat niet alleen het aantal overvloedingen, maar ook met name het sedimentaanbod bij een hoog tij bepalend kan zijn. Een enkel hoog tij kan daardoor soms verantwoordelijk zijn voor vrijwel de gehele 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 2007-2022 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, de drie opeenvolgende jaren 2018-2020 en 2022.

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. In 2022 was het voorjaar redelijk gemiddeld, zij het wat zonniger in maart en mei en wat kouder in april. De zomer was echter één van de warmste sinds het begin van de metingen in 1901. In juli en augustus liep de temperatuur regelmatig op tot boven de 30°C en er viel weinig neerslag, waardoor het neerslagtekort opliep tot bijna 300 mm.



Figuur 3.16 Neerslag, verdamping en neerslagtekort in het groeiseizoen (maart t/m augustus) voor Lauwersoog (station 277) van 2007-2022 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 2007-2022.
- Bij ruim 3/4 van de pq's is de opslibbing voldoende om de gemeten bodemdaling over 2007 t/m 2022 (3,4 mm/j) en een GHW-stijging van 3 mm/j (trend Lauwersoog 2007-2022) bij te houden. De verschillen tussen pq's kunnen echter groot zijn. Bij deze groep zitten ook vier pq's met een opslibbing die maar net boven de benodigde 6,4 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 15 jaar, een gemiddelde opslibbing hebben van $\leq 6,4$ mm/j. Daarvan liggen er vijf in de zomerpolder, drie in het hooggelegen, beweide westelijke deel en twee 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 zesde 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 vier pq's die ver weg van het wad en sedimentaanvoerende geulen liggen en waarbij in twee gevallen vertrapping door schapenbeweiding aanvullend een rol speelt.
- Wat bij een aantal pq's met een beperkte opslibbing ook nog een rol gespeeld kan hebben is dat in 2018, 2019, 2021 (op vrij grote schaal) en 2022 schapenbeweiding heeft plaatsgevonden in een deel van of de gehele (2022) 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, zoals bij de 3 opeenvolgende februari-stormen in 2022, kan dat de gemiddelde opslibbing ineens sterk laten toenemen.
- In de westelijke zomerpolder was vroeger inklink het bepalende proces. De gemiddelde meest recent gemeten opslibbing ligt op 2 mm/j. Dat is niet genoeg om de GHW-stijging bij te houden en dus ook niet voor 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 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, 2021 en 2022 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 kaart uit 2014 als laatste is gebruikt, omdat de nieuwste kaart van 2020 nog niet is meebehandeld in de analyse (zie §3.4.1), en dat de bodemdaling in 2014 nog zeer beperkt was. Aan de andere kant laten de waarnemingen tijdens de veldbezoeken van de laatste jaren 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 of een verschuiving (verjonging) binnen dezelfde vegetatiezone 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 beïnvloed en daarmee meestal ook de redoxpotentiaal, wat grote gevolgen voor de vegetatiesamenstelling kan hebben (Davy *et al.*, 2011). De verschuiving (verjonging) 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. De nieuwste vegetatiekaart van 2020 moet nog worden verwerkt en is nog niet meebehandeld in de analyse.

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 zonder bodemdaling. 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

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 beweidingsintensiteit, 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.

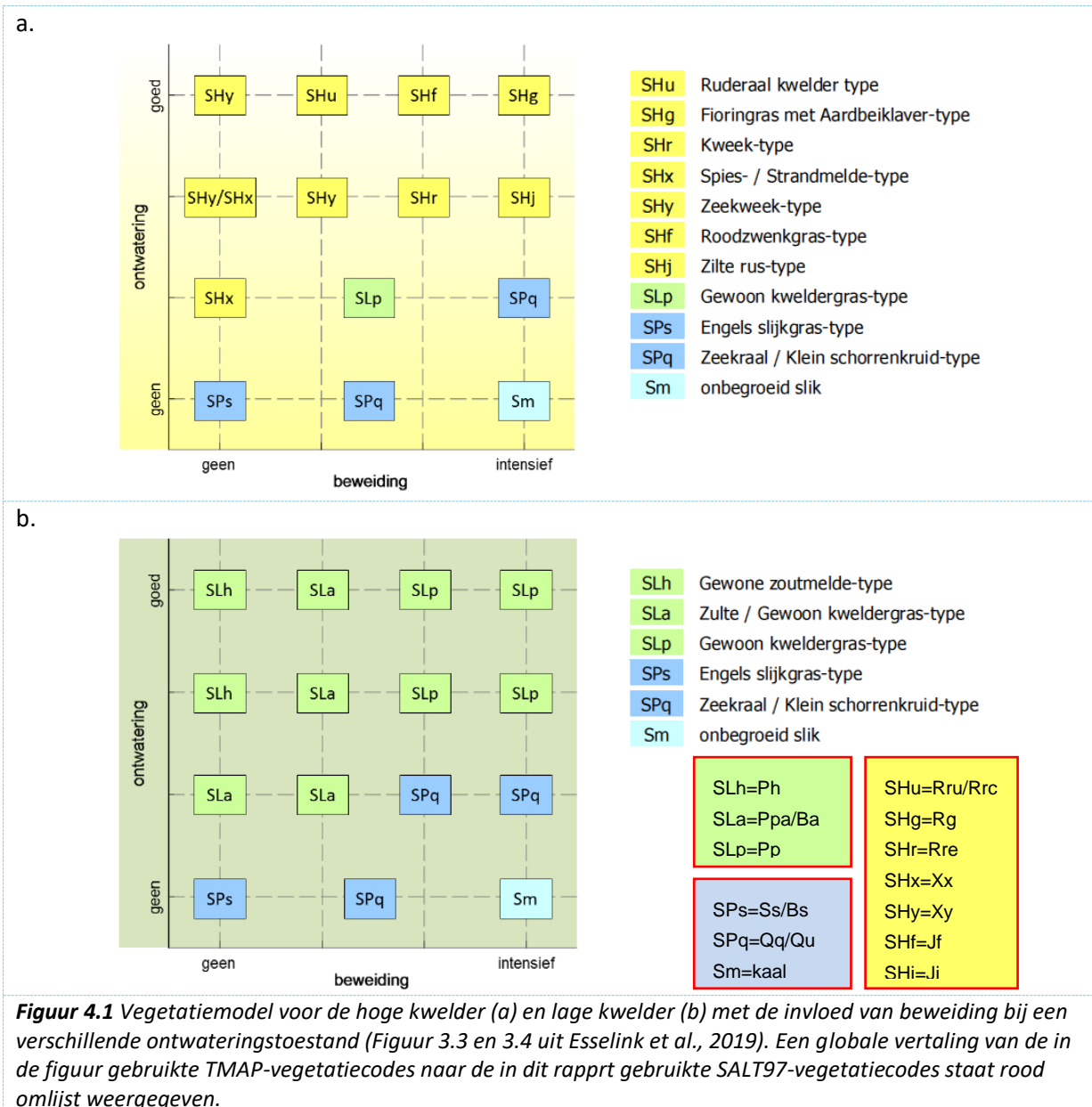
Referentiegebied

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).

In *Figuur 4.1* worden twee figuren uit Esselink *et al.* (2019) getoond 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 TMAP-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). Feit is echter dat drainage door compactie en vertrapping zelfs na 1 jaar beweiding al gedurende vele jaren zal afwijken van een voorheen onbeweide situatie. 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 ooit door beweiding ook onbruikbaar zullen raken.



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 verkwelderden 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 en 2023. Als de werkzaamheden voltooid zijn zullen alle eerder beschadigde SEB-palen in de zomerpolder vervangen worden. Enkele onderdelen van het plan, waarvan een mogelijk direct of indirect effect op de monitoringresultaten niet is uit te sluiten, worden hieronder kort behandeld.



Figuur 4.2 Globale locatie wandelroute door de kwelder (rood), kwelderbeweiding (geel) en verkweldering (groen) als enkele herinrichtingsonderdelen in de Peazemerlannen.

Kwelderbeweiding

Aangezien, volgens het huidige plan, de beweiding van de kwelder met koeien beperkt zou moeten blijven tot het deel zonder meetpunten (*Figuur 4.2*), zou het effect daarvan op de monitoring naar verwachting gering moeten zijn. Ter plekke zal het maaiveld door vertrapping en compactie echter flink verlagen en mogelijk lokaal vernatten en kaal worden (ook omdat de drinkbakken in de kwelder staan). 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. Voor het totale gebied zal dit dan een verschuiving in het aandeel van verschillende vegetatiezones kunnen betekenen.

Omdat overall tussen zomerpolder en kwelder de afscheiding van paaltjes met prikkeldraad is verwijderd, is het wel van groot belang dat er goede blokkades op de zomerkade worden gerealiseerd, zodat er niet toch ook beweiding op andere, ongewenste plekken in de kwelder kan plaatsvinden. Bij vertrapping door koeien kan de schade aan vegetatie en bodem groot en langdurig 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. Daarnaast is het essentieel dat er duidelijke afspraken met de pachter worden gemaakt en dat daar op gehandhaafd wordt. Dit gezien de eigenlijk niet geoorloofde beweiding met schapen van het westelijke deel van de kwelder die de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden.

Ingrepen in het drainagepatroon (geulen en greppels)

In verband met veeveiligheid in het beweidingsgebied en als afgrenzing zijn in de kwelder enkele bestaande geulen loodrecht op de zomerkade verbreed en verdiept en enkele greppels verondiept. Daarnaast zijn als veescheiding tussen zomerpolder en kwelder brede diepe nieuwe geulen gegraven. Deze moeten permanent met water zijn gevuld en kunnen daarom niet natuurlijk via de getijden vullen en ontwateren, maar ontwateren alleen vanaf een vastgesteld niveau en stuwen in de aanwezige duikers.

In de zomerpolder zullen deze veranderingen in het watermanagement mogelijk een (lokaal) effect gaan hebben op de maaiveldhoogte, omdat de vochtigheidstoestand in dit deelgebied naar verwachting zal toenemen in sommige periodes en de aanvoer van sediment mogelijk iets zal afnemen. Dit zou gevolgen voor de monitoring kunnen hebben, maar hoe groot die gevolgen zullen zijn, is moeilijk te voorspellen.

Wandelroute

Voor de geplande wandelroute door de kwelder aan de westkant van het beweidingsgebied zijn helaas ook enkele geulen verbreed en is de uitgegraven grond op de kant gelegd om als verhoogde wandelroute dienst te doen. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid een effect op de aan- en afvoer van het water gaan hebben en daarmee op de ontwatering en opslibbing.

Verkweldering

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.

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 maaiveldddaling 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 van 2002-2014 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 laatste voor deze rapportage gebruikte vegetatiekaart uit 2014 is, en er sindsdien circa 3,5 cm aanvullende bodemdaling heeft plaatsgevonden, correspondeert de waarneming van de zich uitbreidende en dichter begroeid rakende 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 15 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, 2022).

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. Olf & 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/Txel*. 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. Koppelaar, 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., 2022. *Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2021*. Artemisia-rapport 2022-01, Artemisia-kwelderonderzoek, Den Helder. 89 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., Koppelaar, 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. *Bodemdalingstudie 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 Noord-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. Olf, 2015b. *Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity*. *Biological Reviews* 90: 347-366.

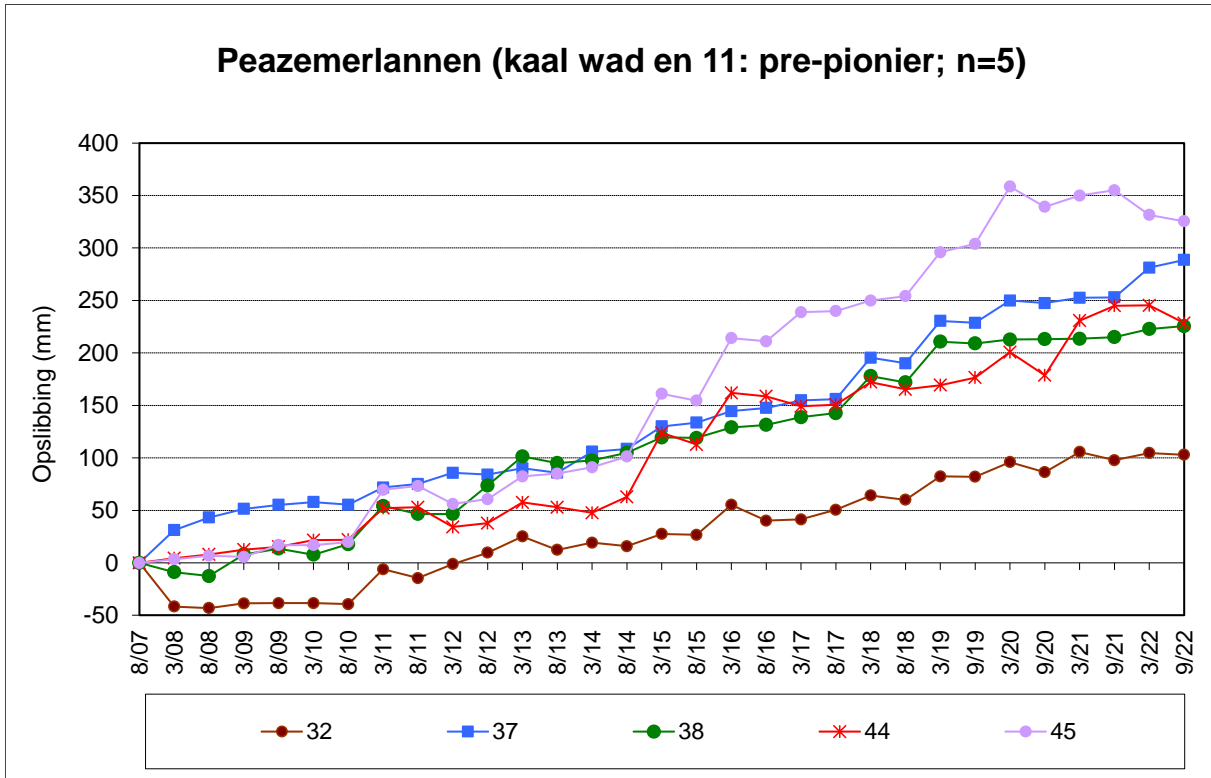
- Krol, J., 2023. *Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Paesens, Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog: Rapport 2022*. Natuurcentrum Ameland, Nes. 42 p.
- Meesters, H.W.G., K.S. Dijkema, W.E. van Duin, C.J. Smit, N. Dankers, P.J.H. Reijnders, R.K.H. Kats & M.L. de Jong, 2006. *Natuurwaarden 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
- Tolman, M.E. & Pranger, D.P., 2022. *Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2020*. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000. Rijkswaterstaat, Centrale Informatievoorziening (CIV), Delft. 122 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

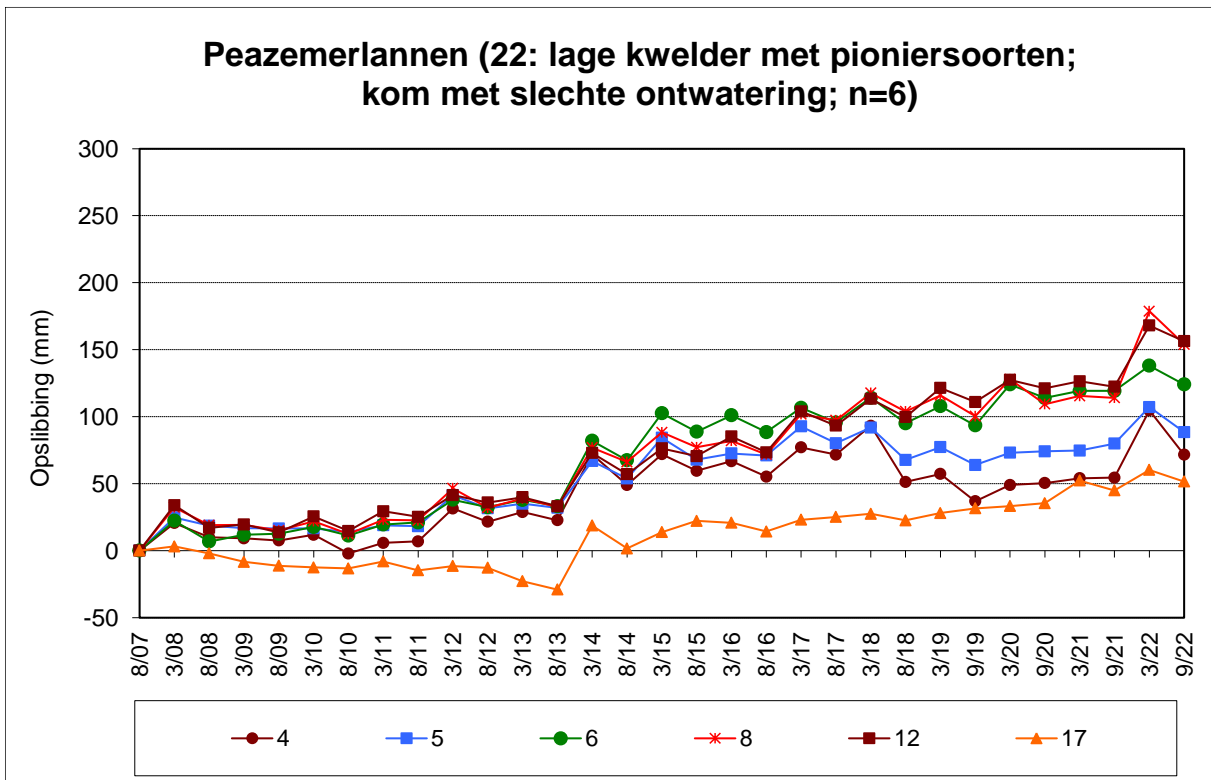
A. Programma vegetatiekarteringen kwelders RWS (VEGWAD)

	Meest recente VEGWAD fotovlucht		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	Oosterschelde (+ Rammegors in 2019)	2019	2019				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Westerschelde-mond						fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking
Kwelderwerken Friesland + Groningen	2020	2020	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Ameland			afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht
Kroonspolders (+Westerveld) Vlieland	2021	2021	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Noordvaarder + Groen strand Terschelling	2021	2021	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding			
Schiermonnikoog	2022	2022	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Rottum	2022	2022	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Westerschelde	2022	2022	fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding		
Kwelders Noord-Holland	2017	2017		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Kwelders Texel	2017	2017		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Slufter Texel	2017	2017		fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding	
Boschplaat Terschelling	2018	2018			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding
Dollard + Punt van Reide	2018	2018			fotovlucht	uitwerking	afrondding				uitwerking	afrondding	
Griend	2018	2018			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding
Haringvliet-monding	2018	2018			fotovlucht	uitwerking	afrondding				fotovlucht	uitwerking	afrondding

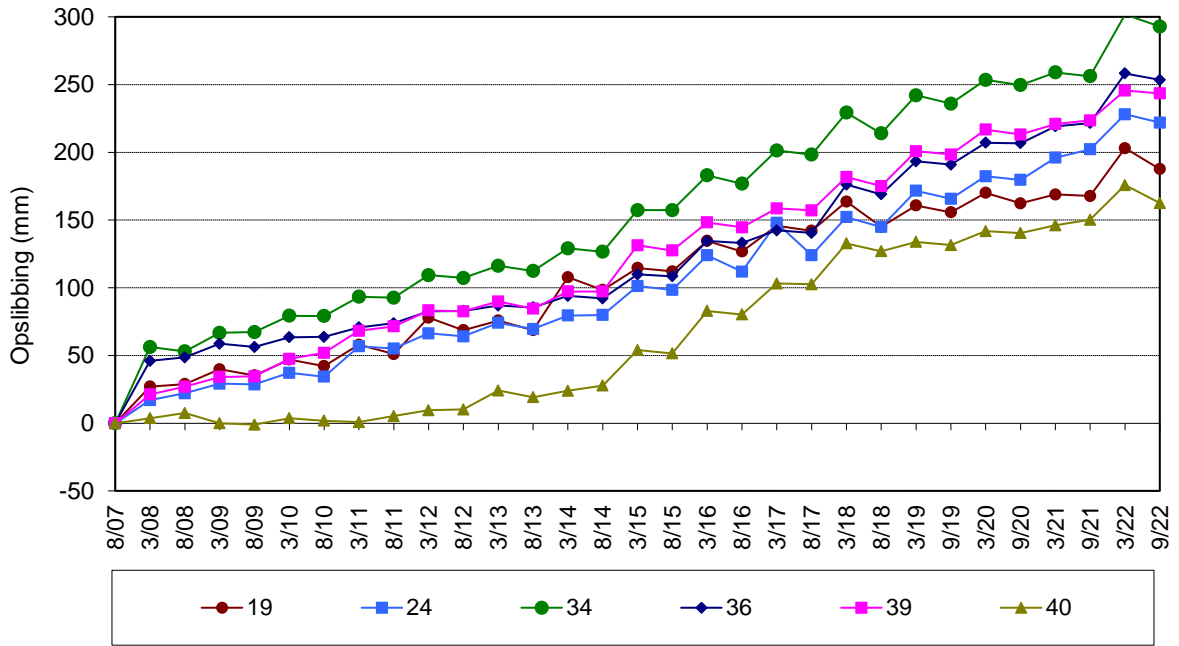
B. Cumulatieve netto-opslibbing Peazemerlannen per pq



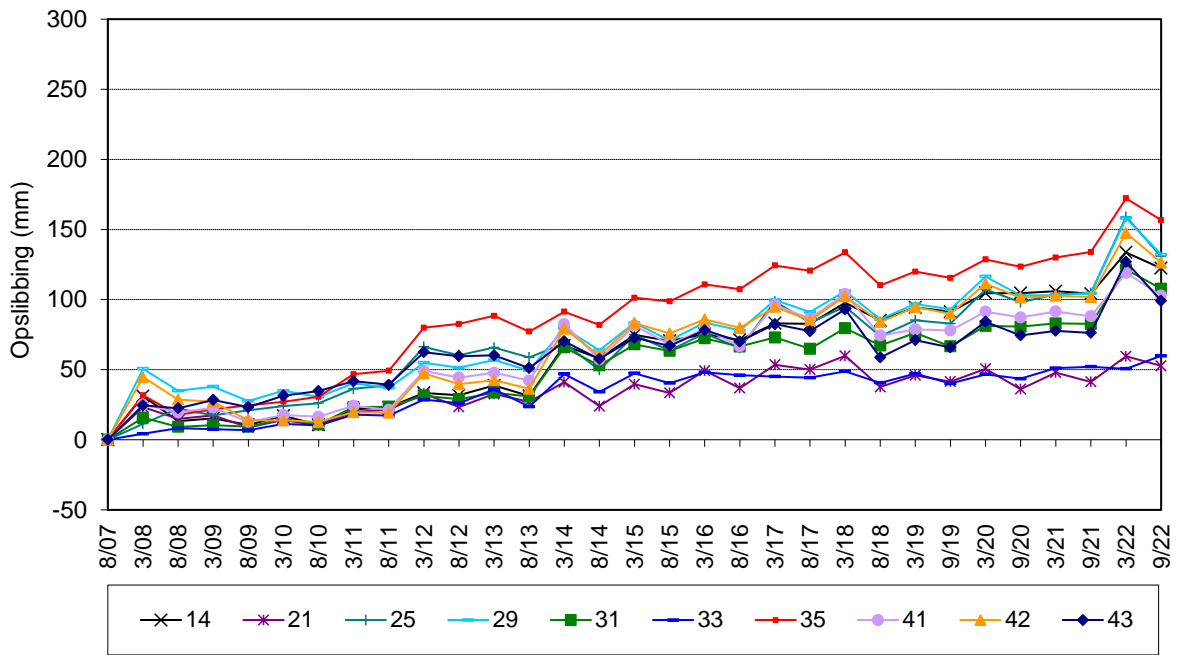
NB: Y-as bij bovenstaande figuur wijkt iets af van de overige figuren uit deze bijlage



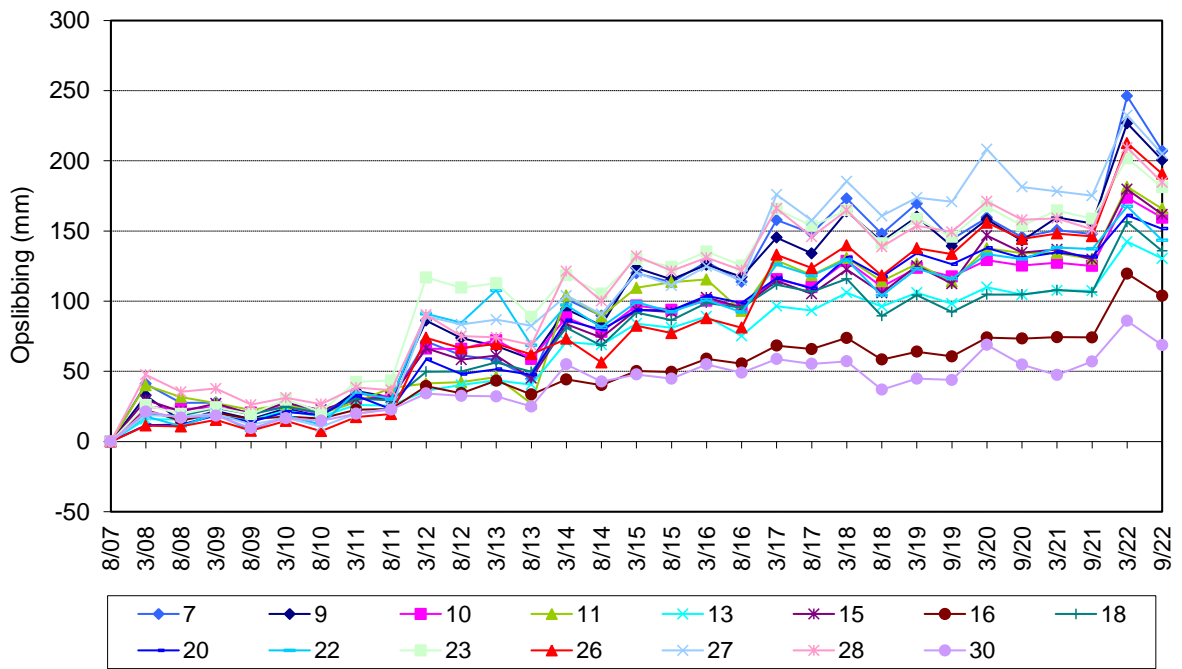
Peazemerlannen (21: lage kwelder; kwelderrand bij gat; n=6)



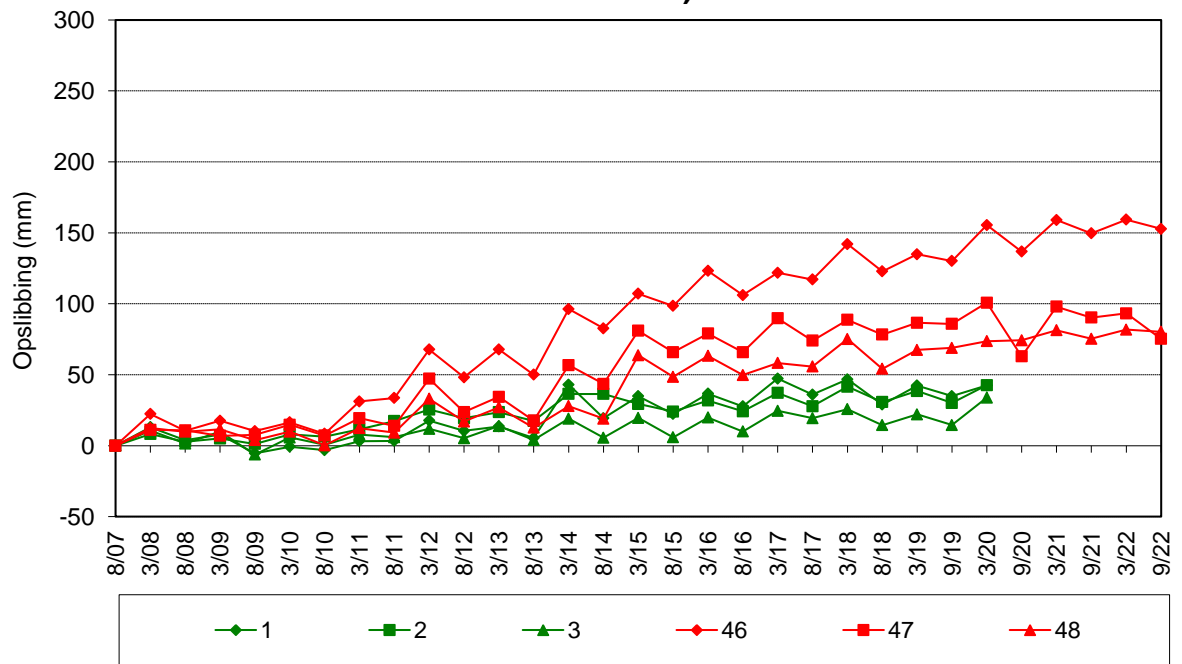
Peazemerlannen (21: lage kwelder; kom; n=10)



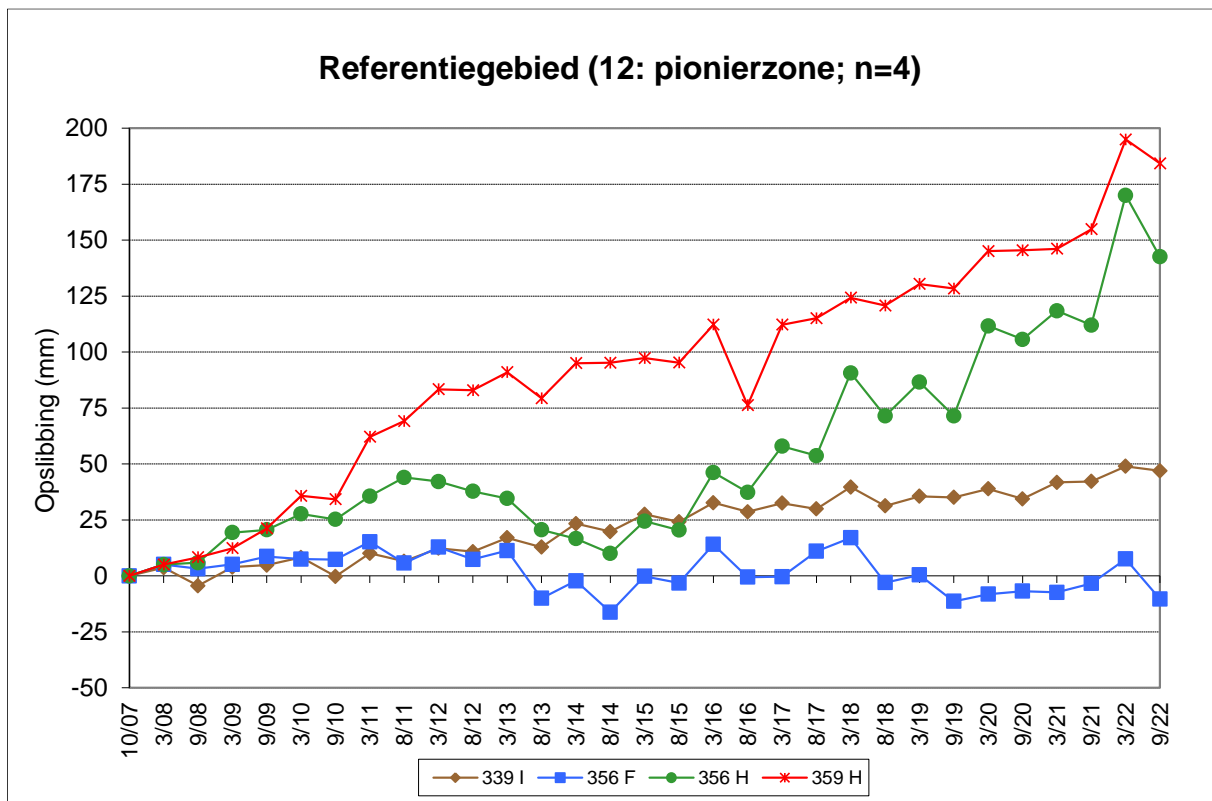
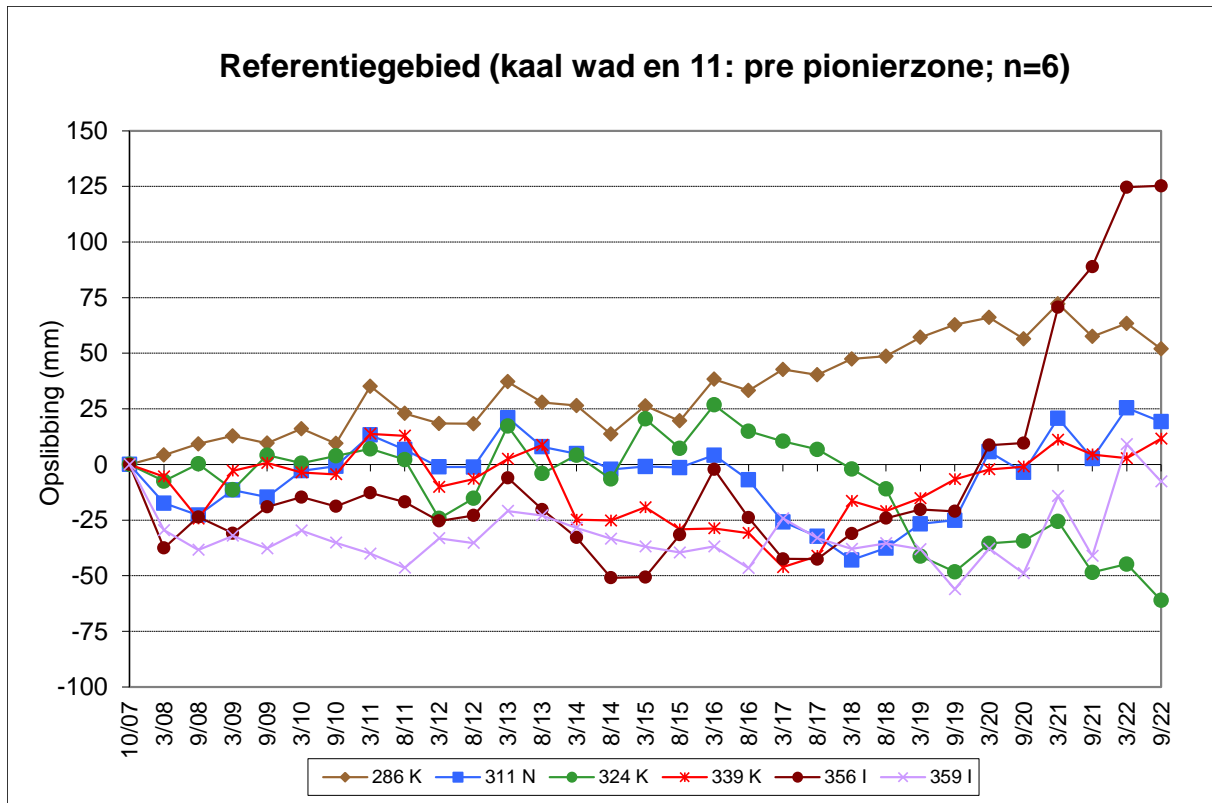
Peazemerlannen (32: midden kwelder; oeverwal; n=15)

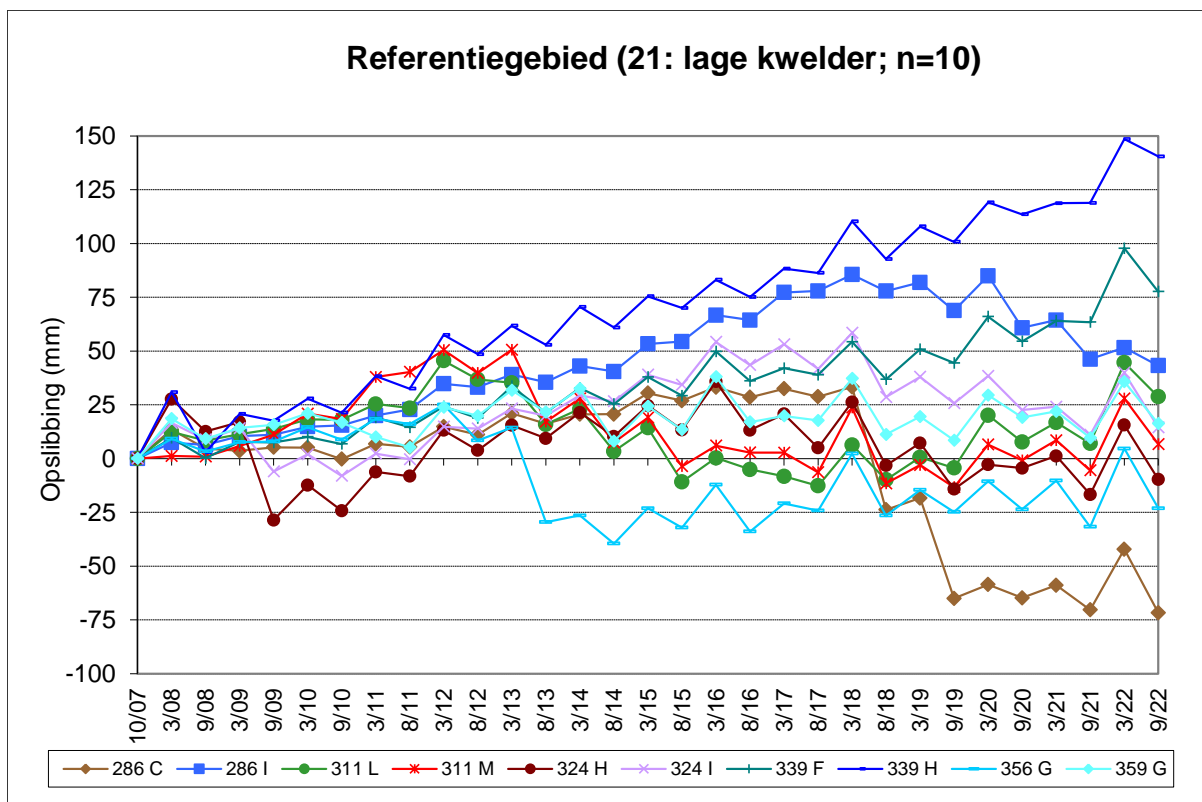


Peazemerlannen (zomerpolder: hoog- en laaggelegen; beiden: n=3)

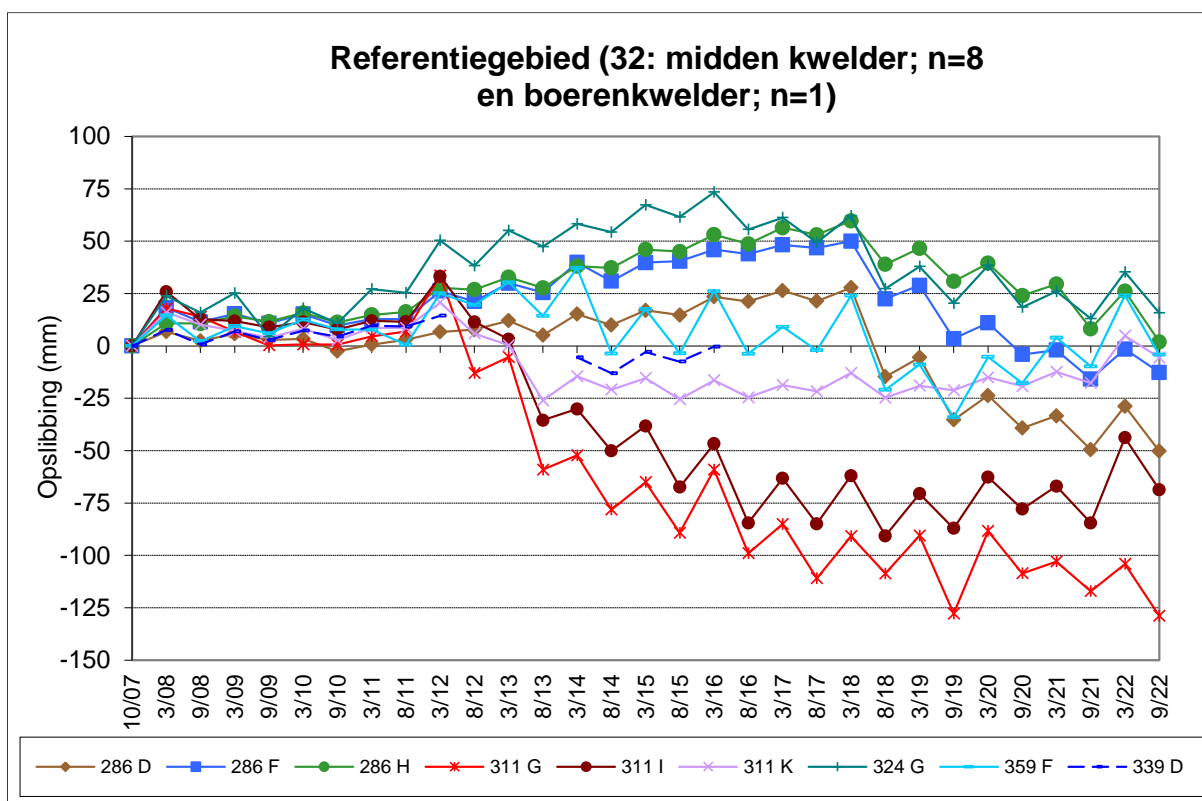


**C. Cumulatieve netto-opslibbing referentiegebied West-Groningen:
afzonderlijke pq's**





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	2022
286 C												+	++	+	+	+
286 D												±	+	+	-	++
286 F												±	+	+	±	++
286 H												-	+	+	±	++
286 I												±	+	+	++	++
286 K												n.v.t.	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.	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.	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.	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.	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.	n.v.t.

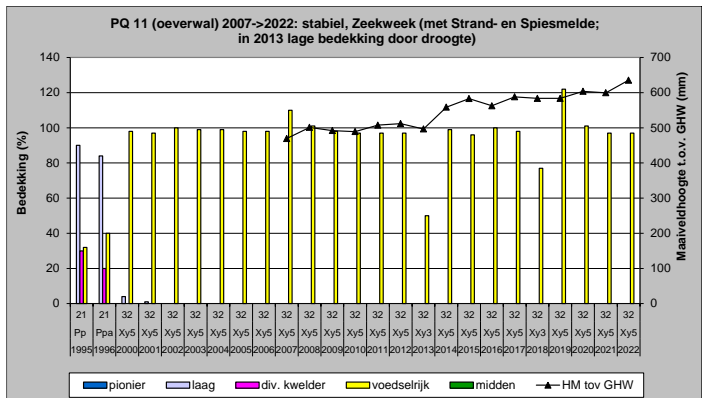
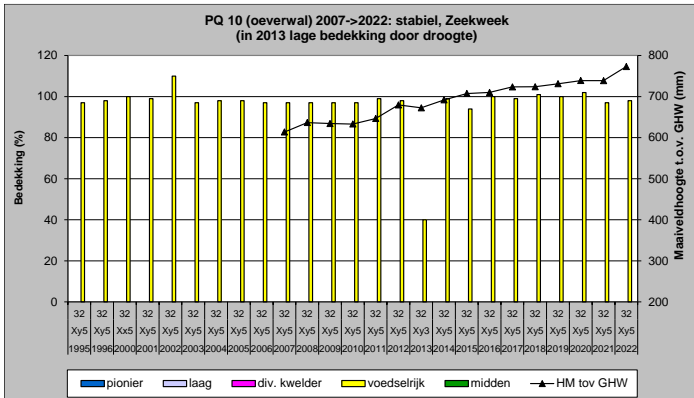
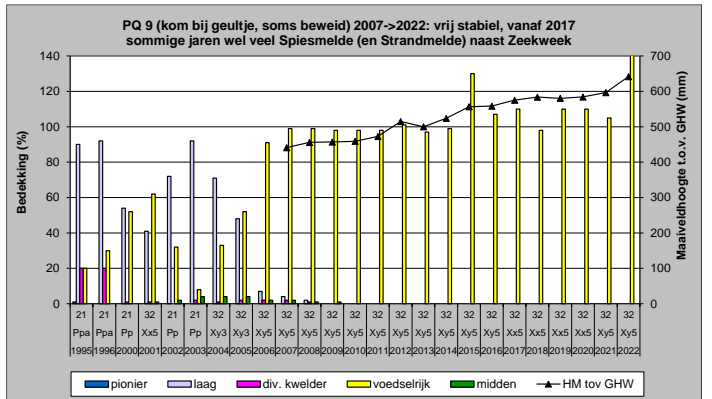
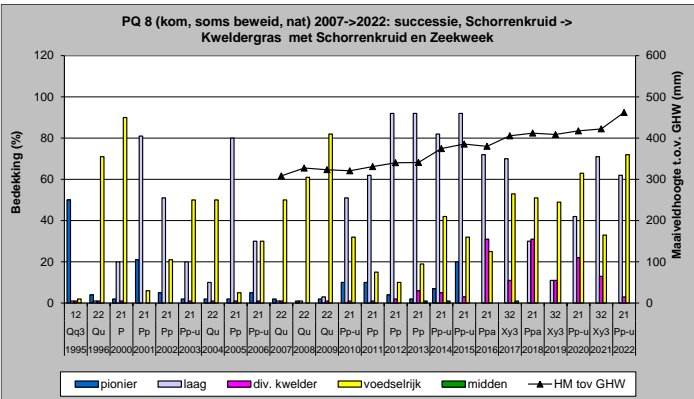
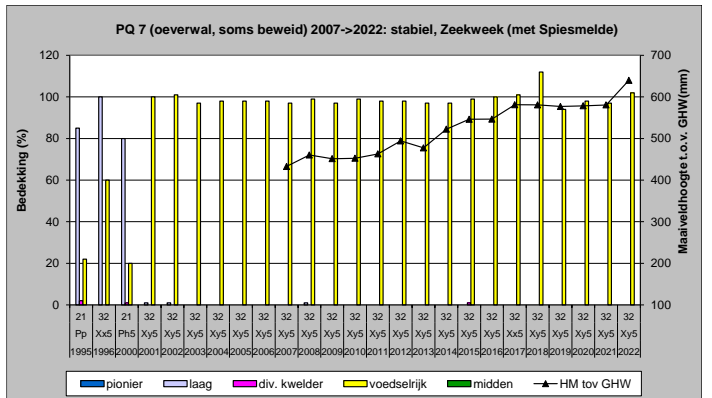
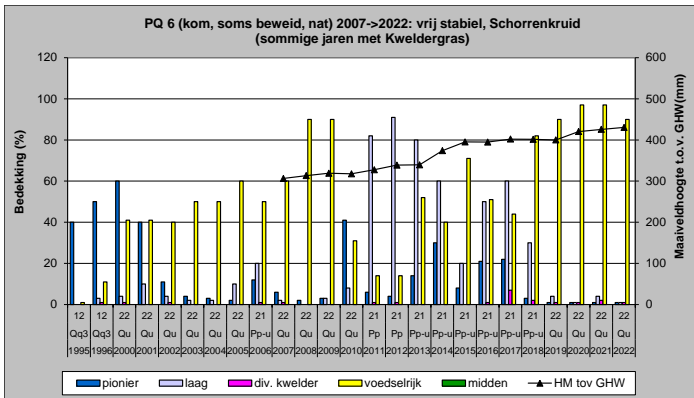
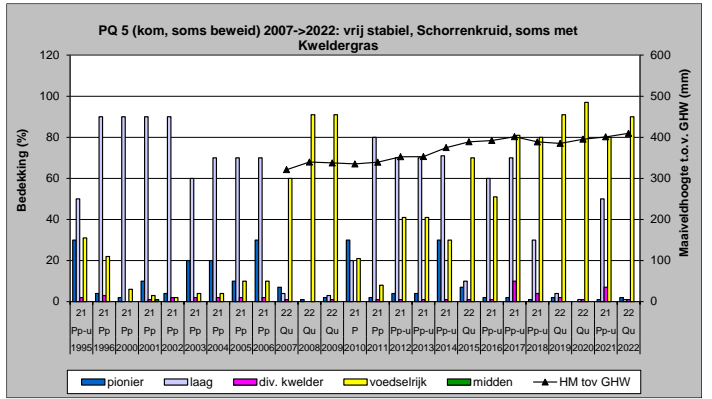
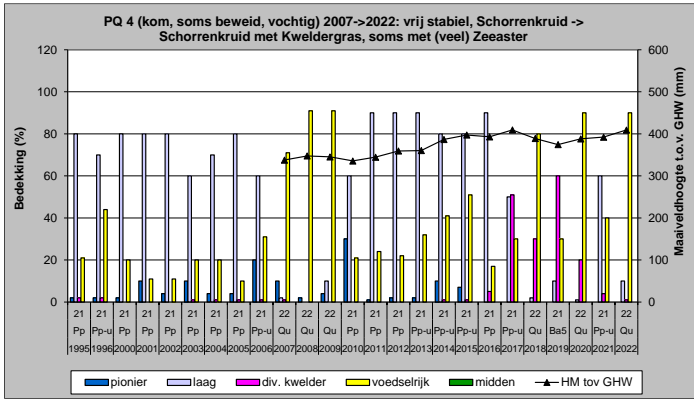
= geen beweiding; 0= geen vertrappingschade; - = licht (een enkel spoor, nauwelijks kaal);
 ± = matig (meer sporen en kleine kale plekken); + = zwaar (kale stukken, vaak met duidelijke sporen);
 ++ = zeer zwaar (vrijwel kaal en diepe sporen waar soms water in staat).
 n.v.t.= omdat deze pq's op het (vrijwel) kale wad staan komt het vee daar normaal gesproken niet en daarom treedt er ook geen vertrapping op.
 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 vanaf 2016 komen te vervallen wegens het diverse keren stuk maaien van de pq-palen.

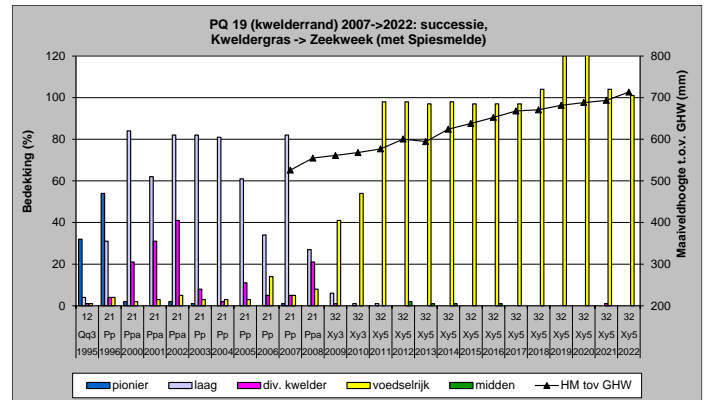
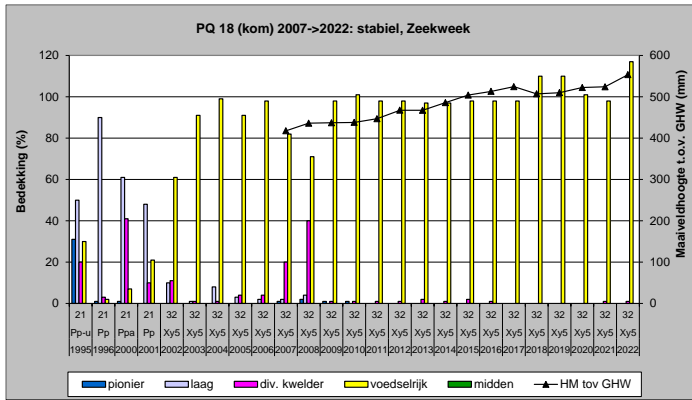
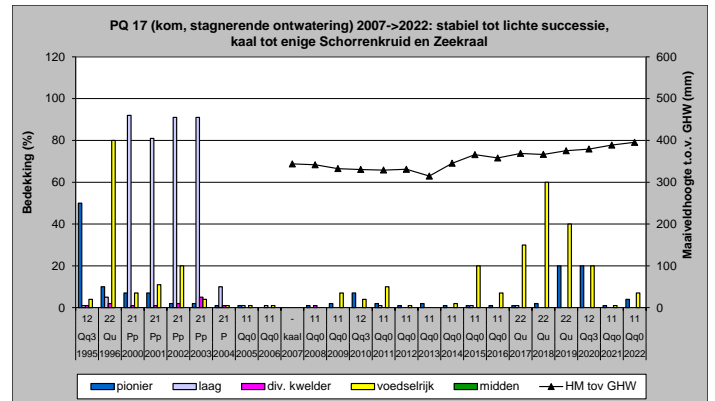
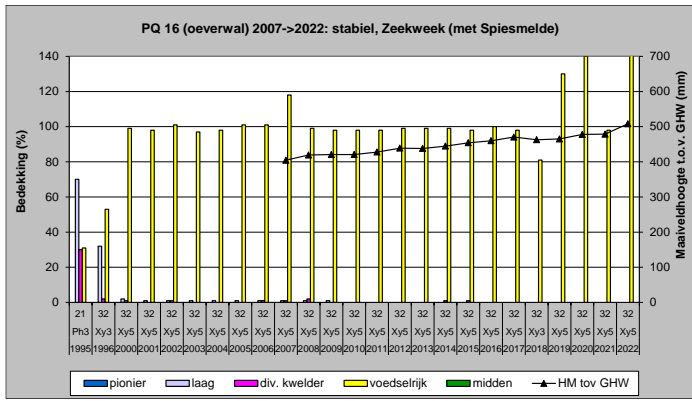
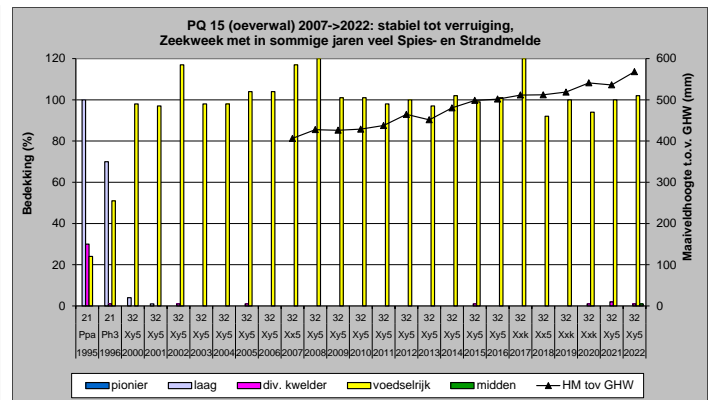
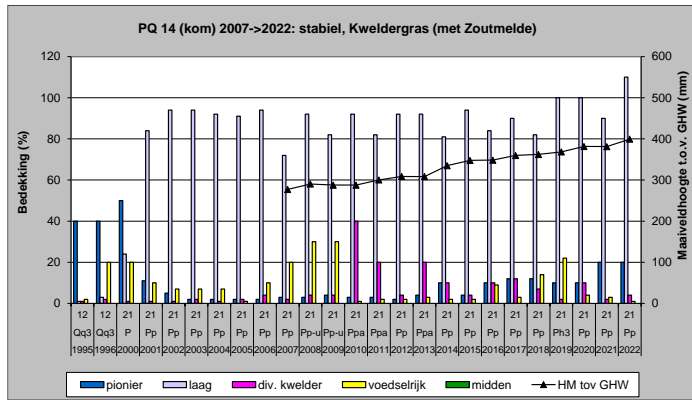
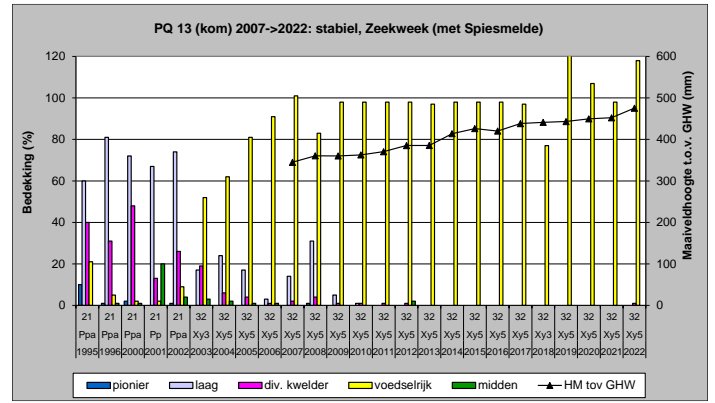
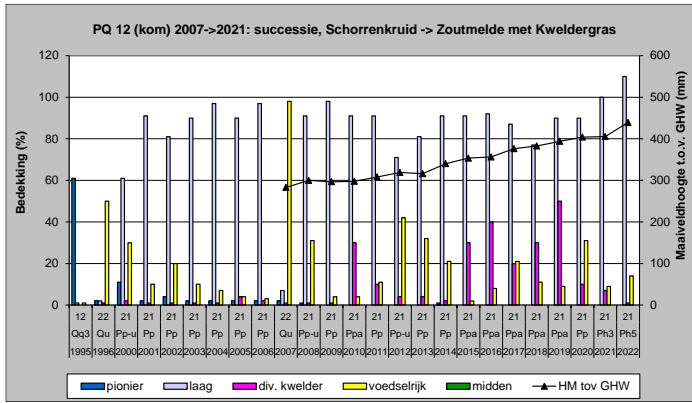
De veesamenstelling in de beweide meetvakken van 2007-2022:

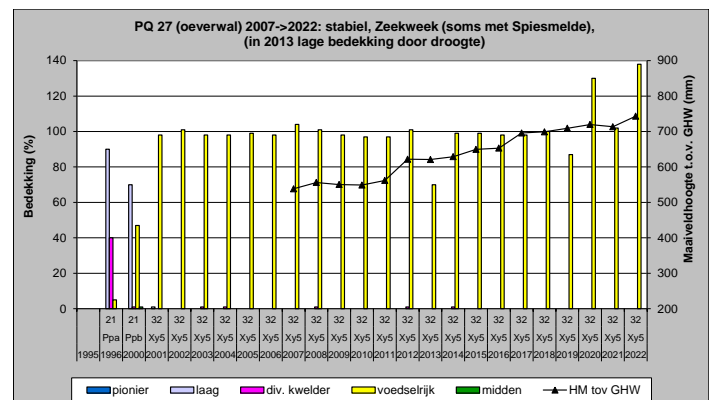
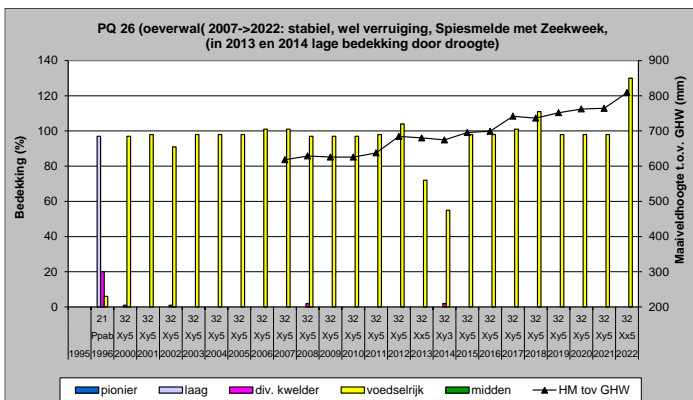
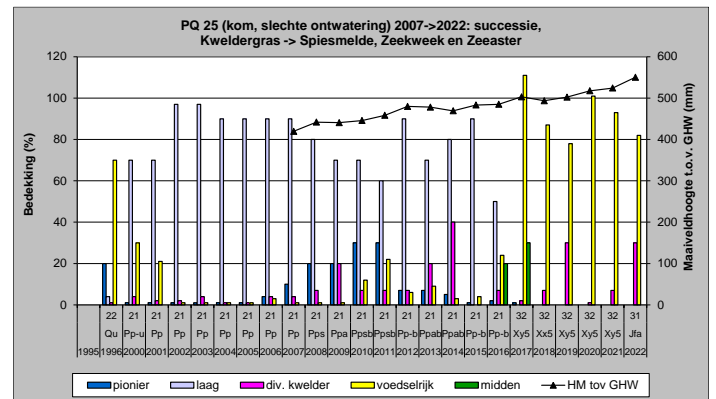
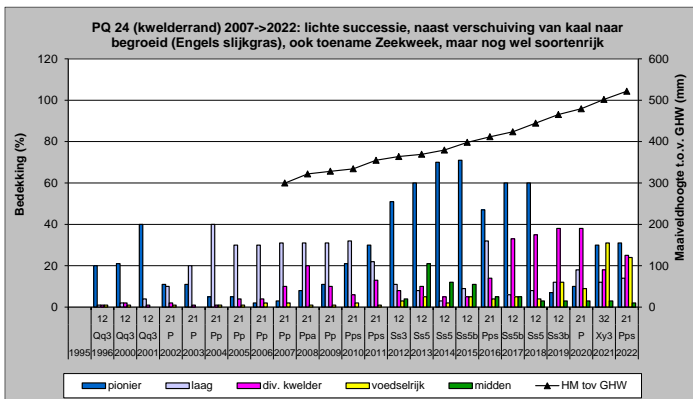
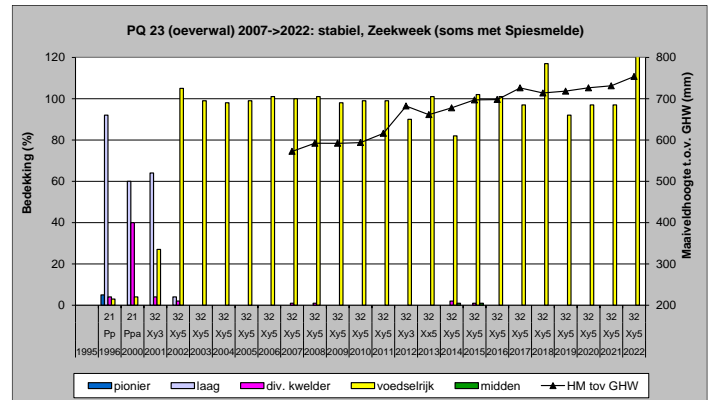
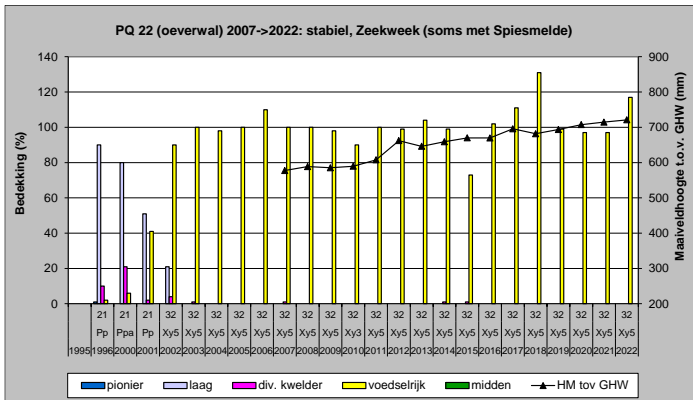
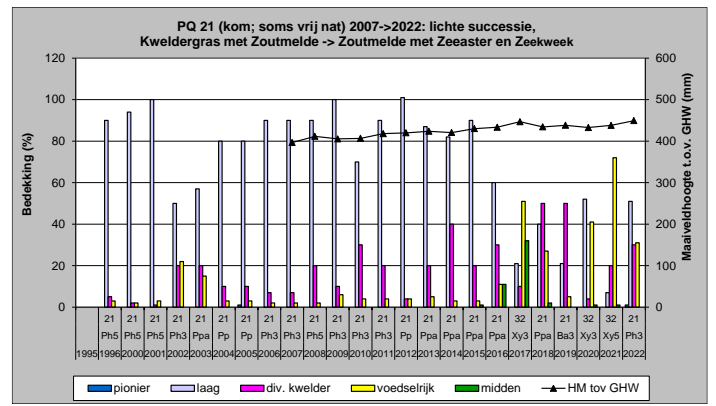
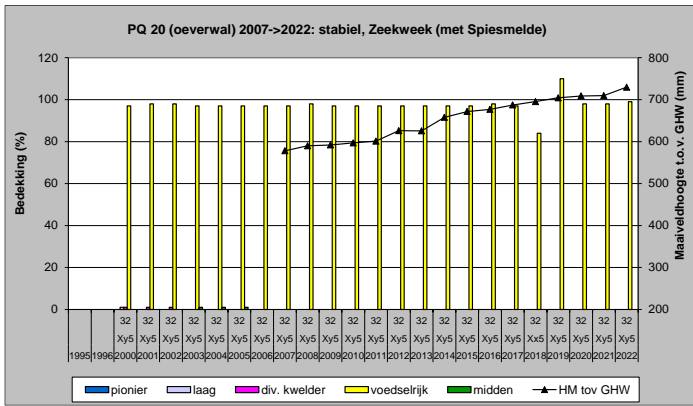
- Van 2007-2011 was MV 339 (in combinatie met het naastliggende vak 340) beweide met 10-13 paarden.
- In 2009 heeft eenmalige beweiding door paarden in MV 324 voor flinke vertrapping gezorgd waardoor tijdelijk kale plekken zijn ontstaan bij de pq's.
- In 2010 zijn de pq's in meetvak 359 van circa juni 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.
- In 2022 liepen er 17 runderen (koeien en kalveren) en 10 paarden in MV 286. In MV 311 (en 312) liepen 18 runderen. In MV 324 liepen 20 paarden. In MV 339 (en 340) waren ca. 125 schapen geweest (tijdens de opname echter geen schapen aanwezig). MV 356-359 werd beweide met 10 runderen (blaarkopkruising).

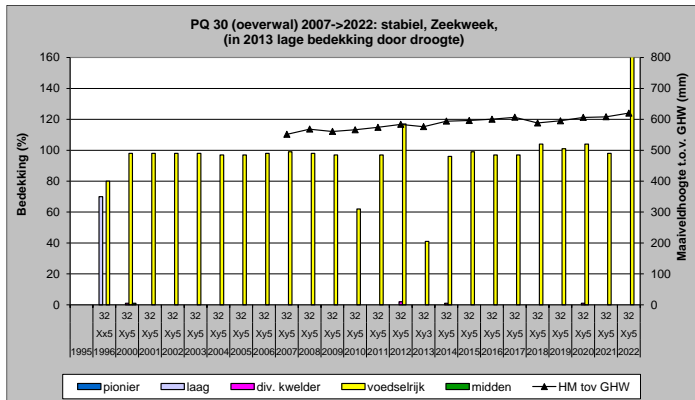
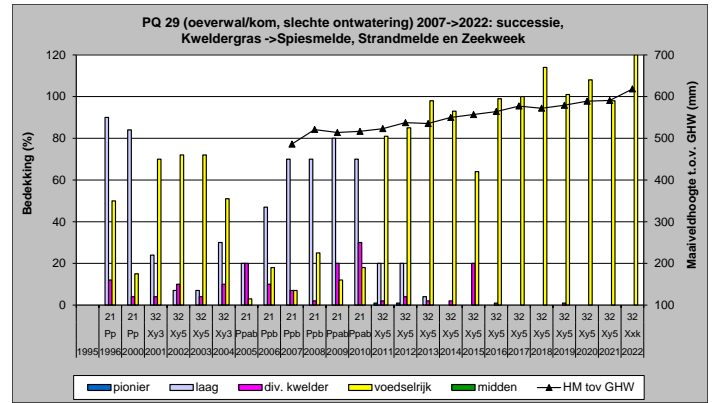
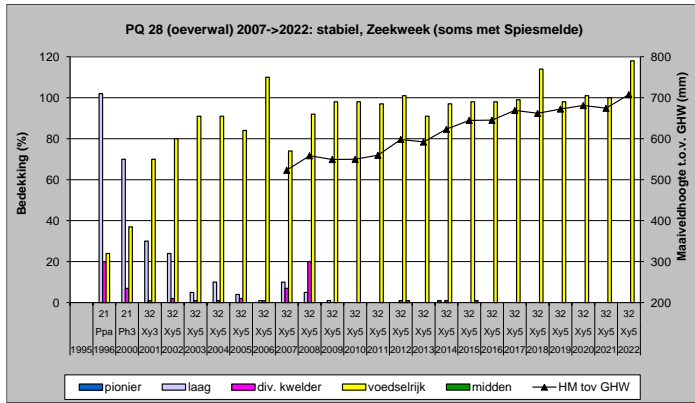
De beweiding is altijd extensief.

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

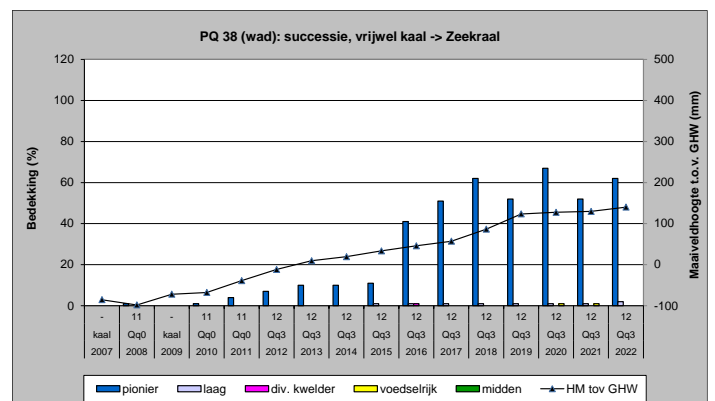
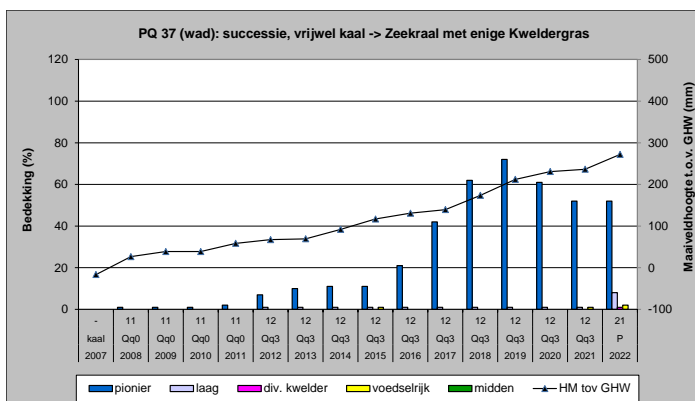
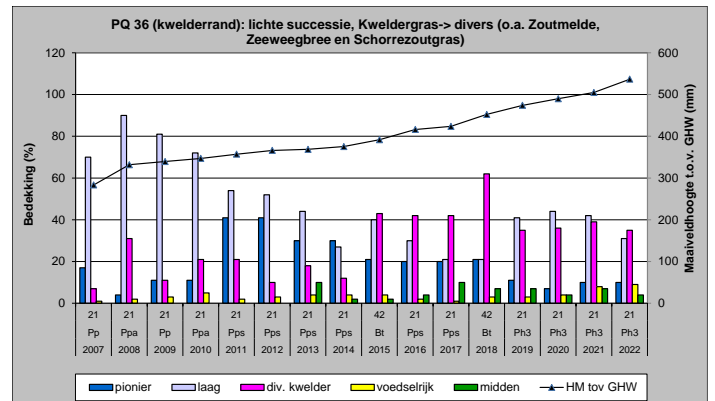
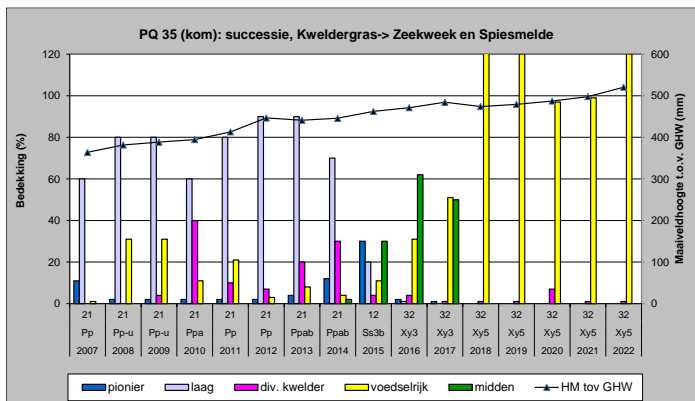
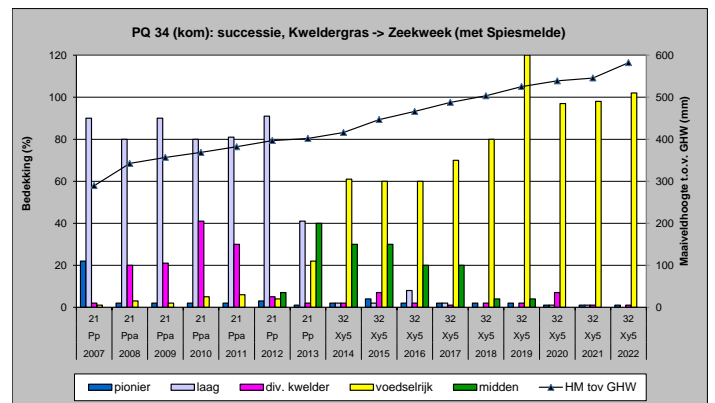
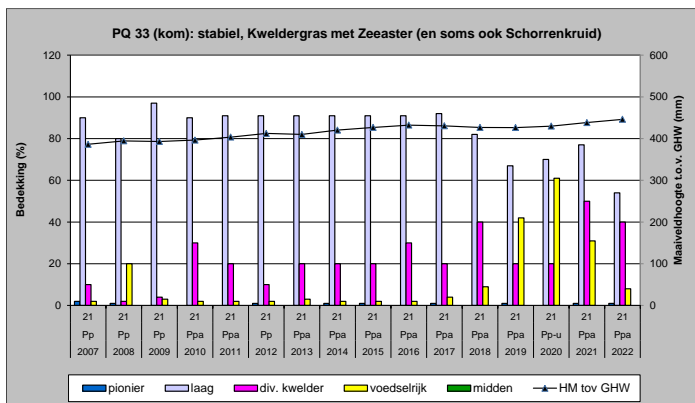
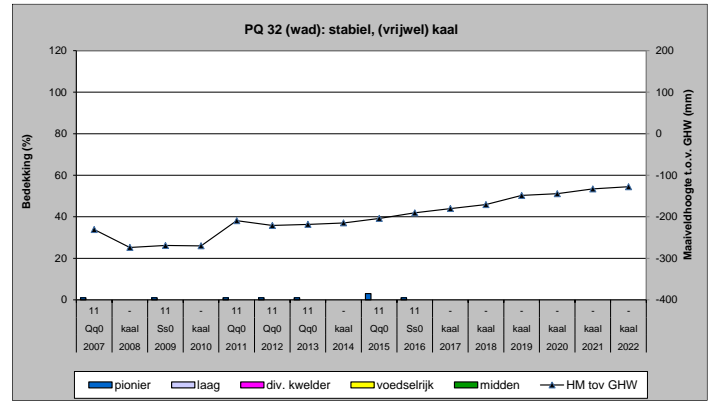
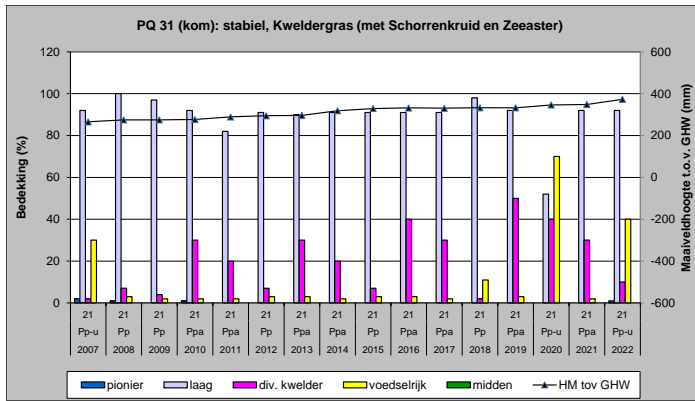


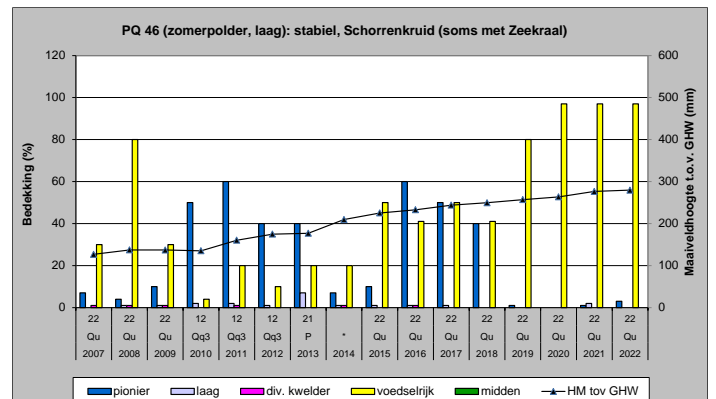
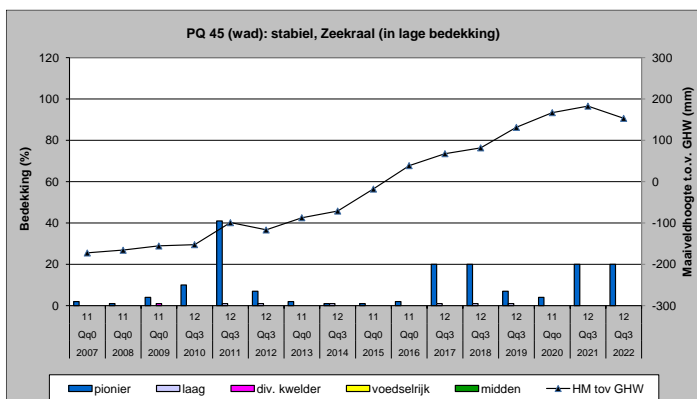
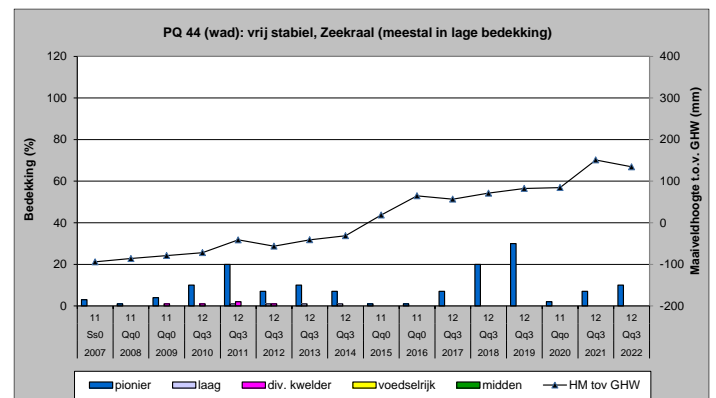
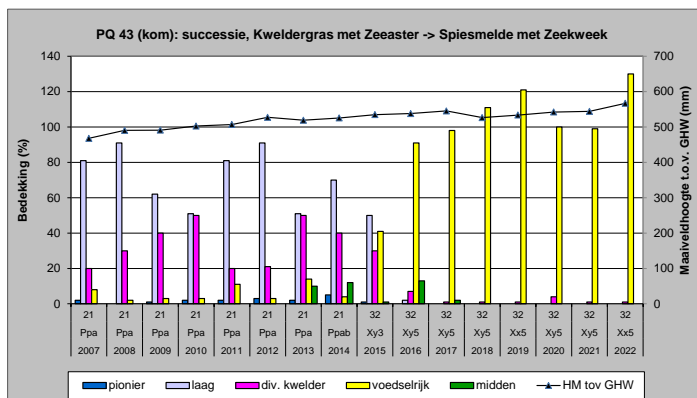
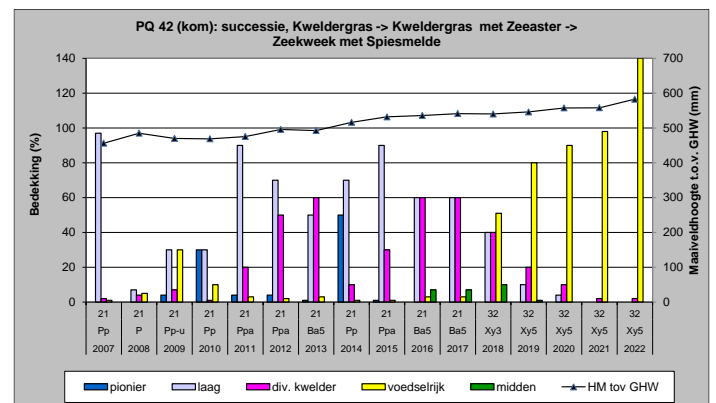
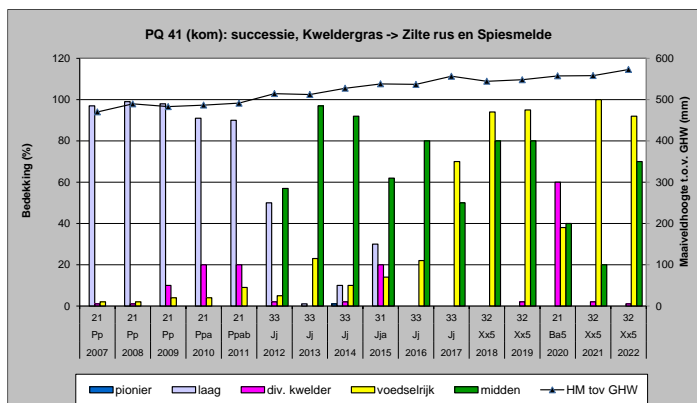
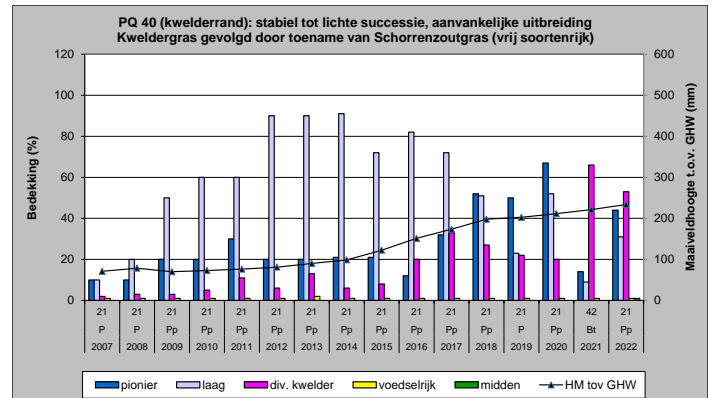
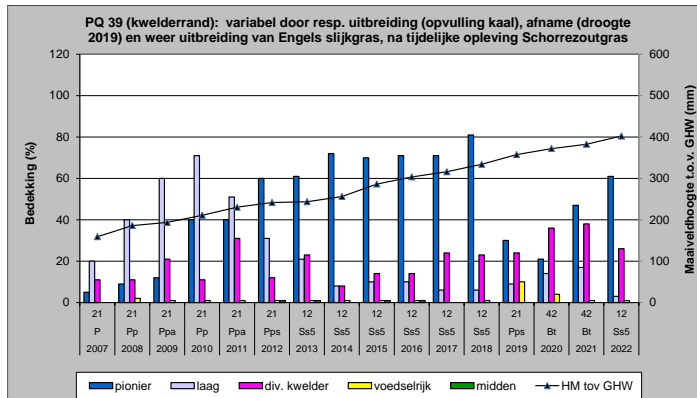


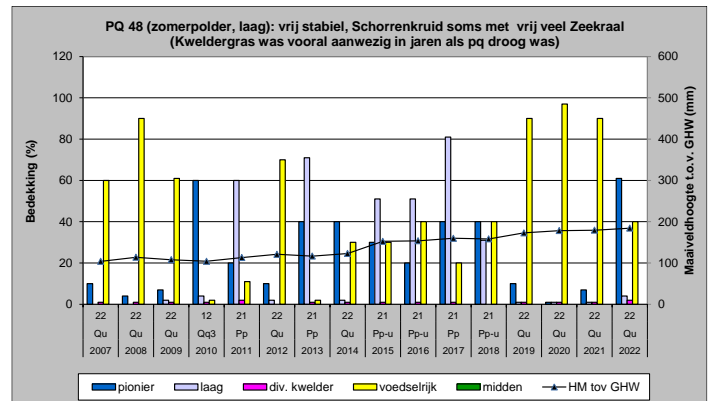
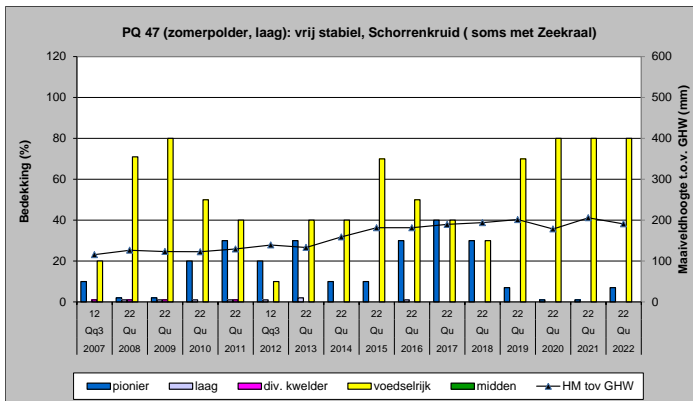




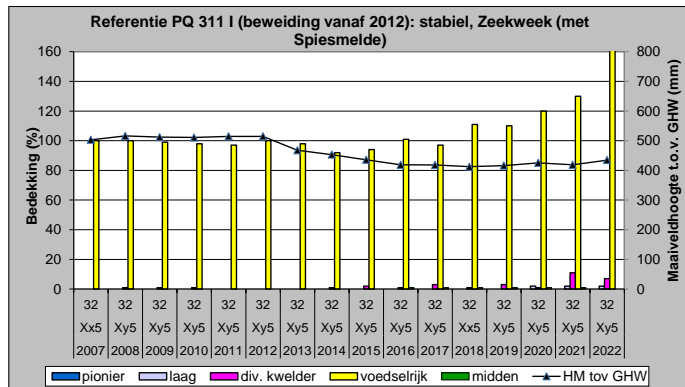
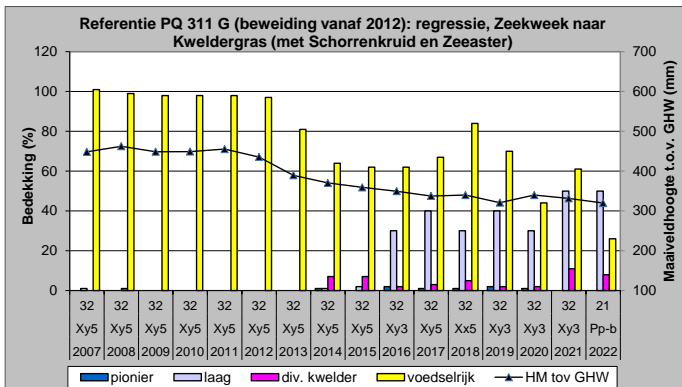
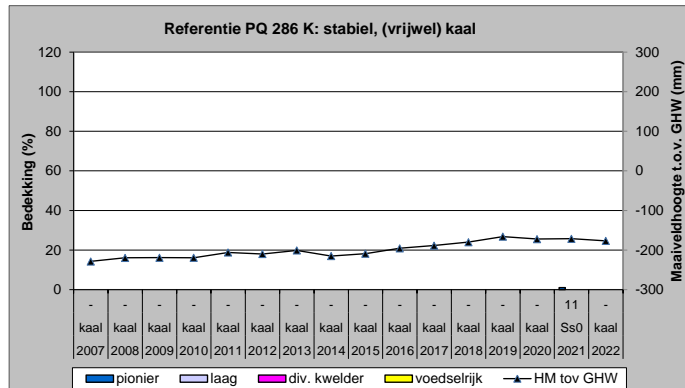
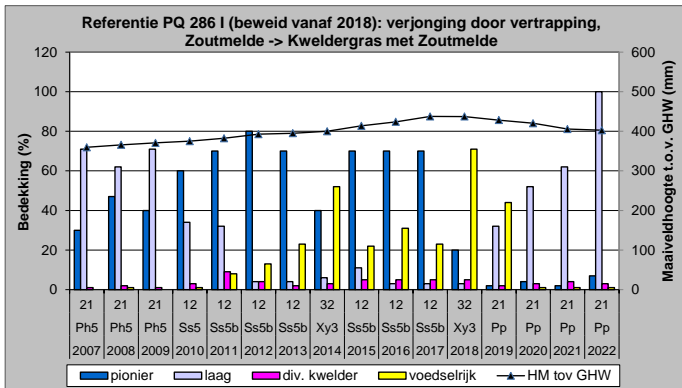
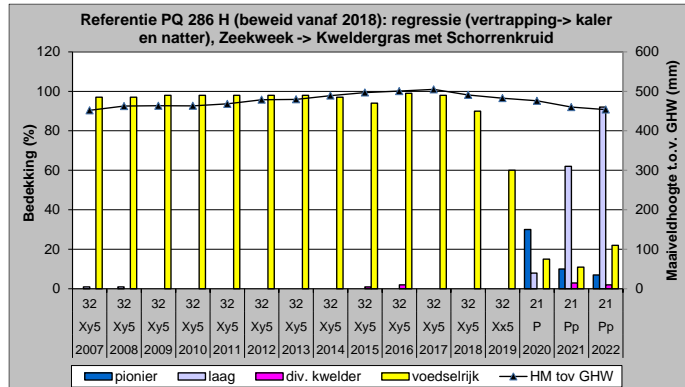
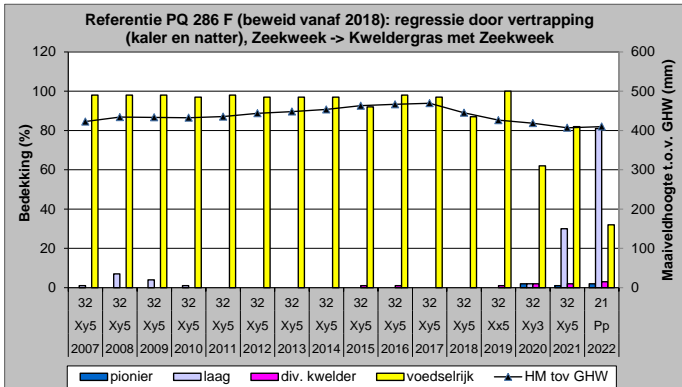
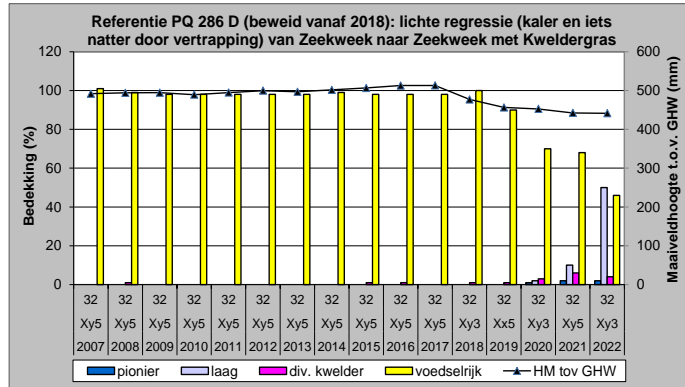
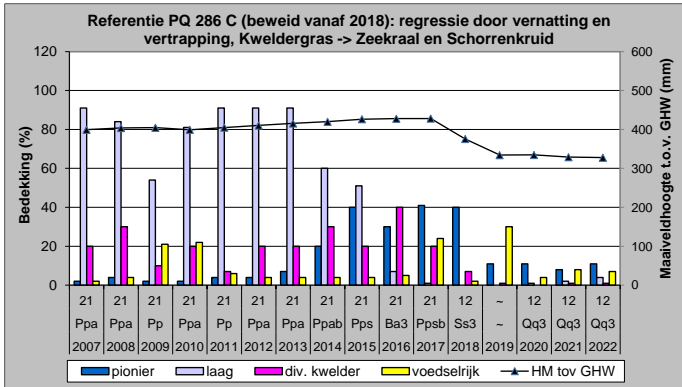
F. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling Peazemerlanden: pq 31-48

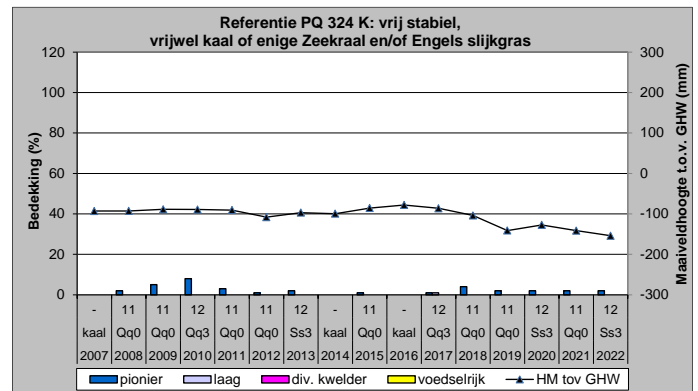
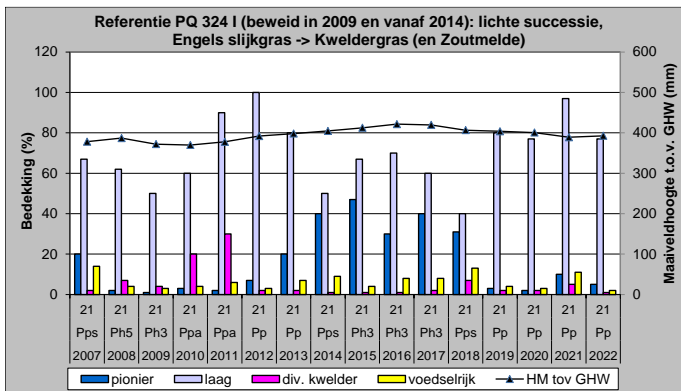
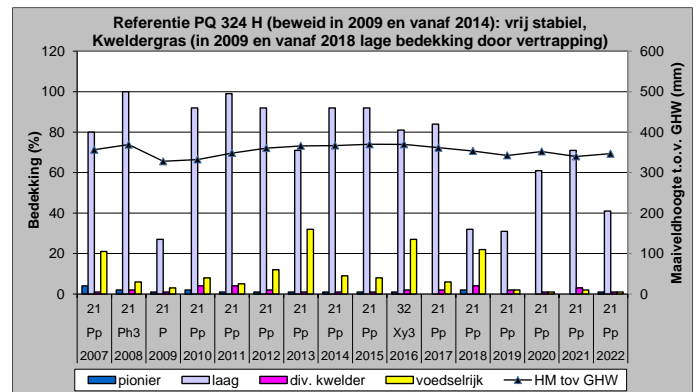
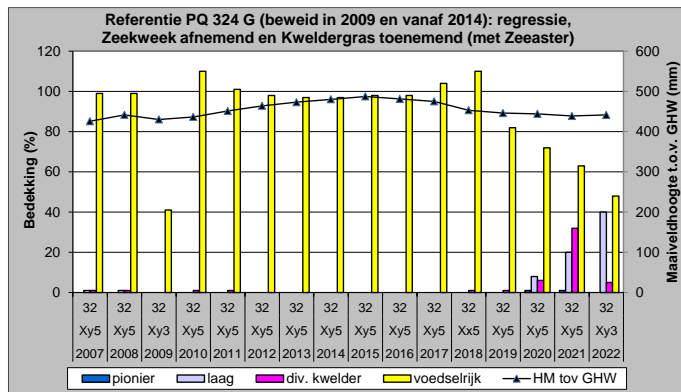
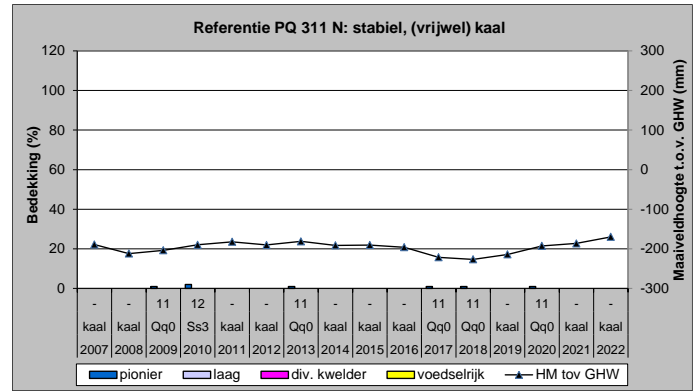
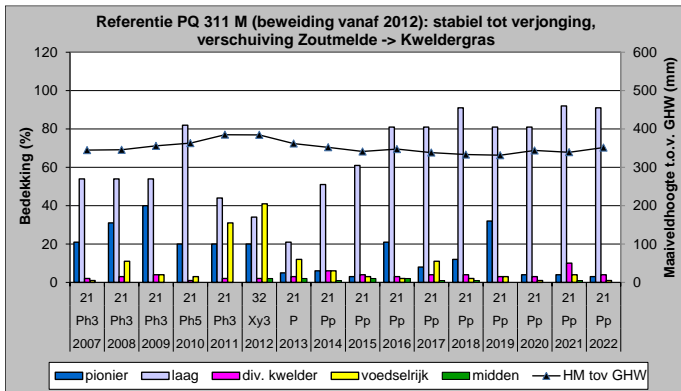
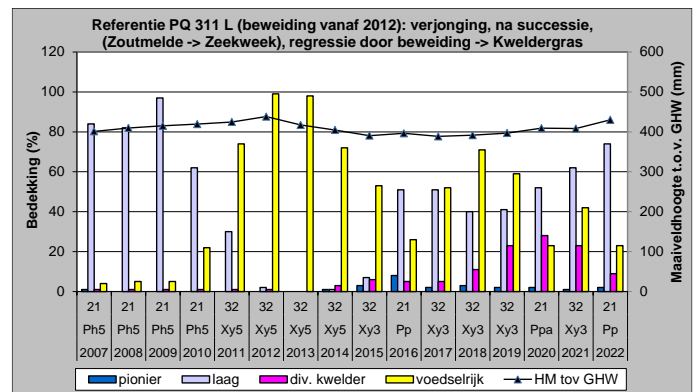
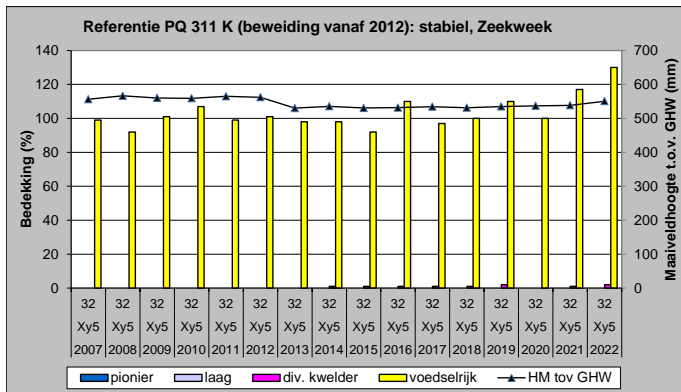


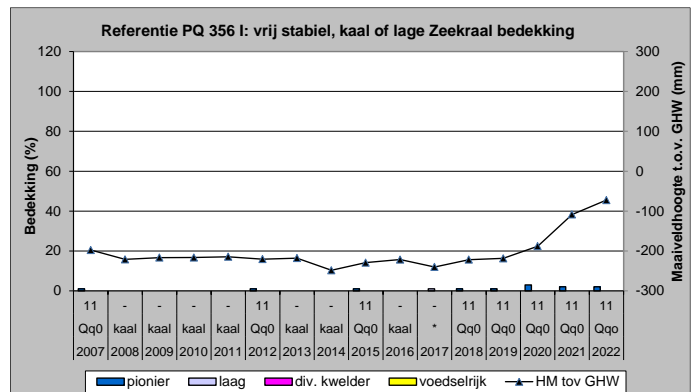
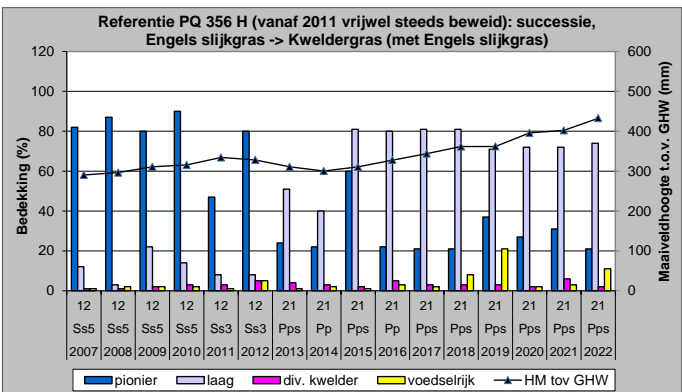
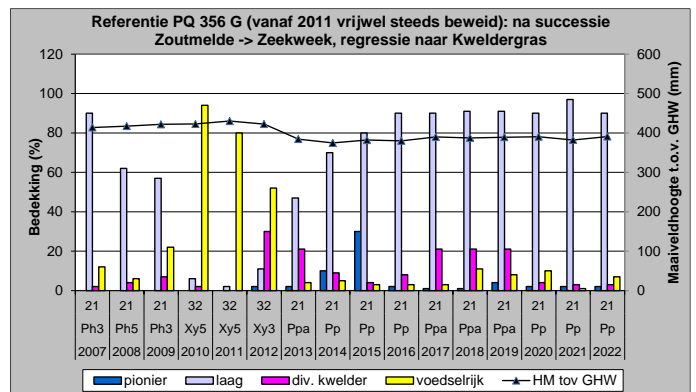
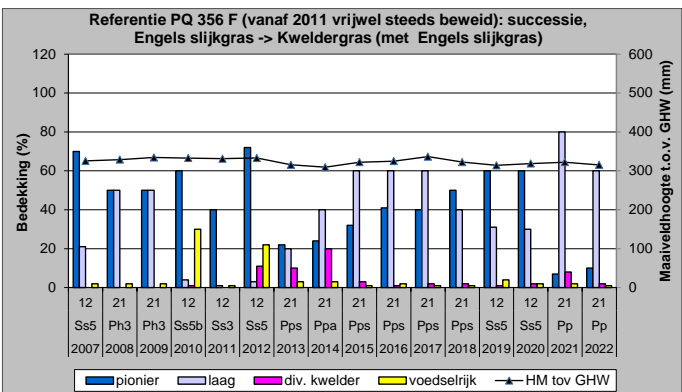
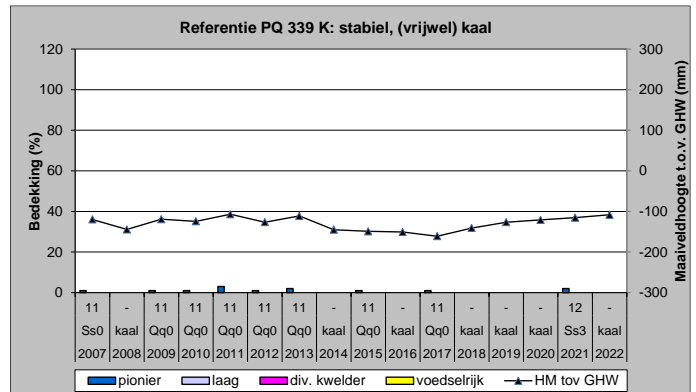
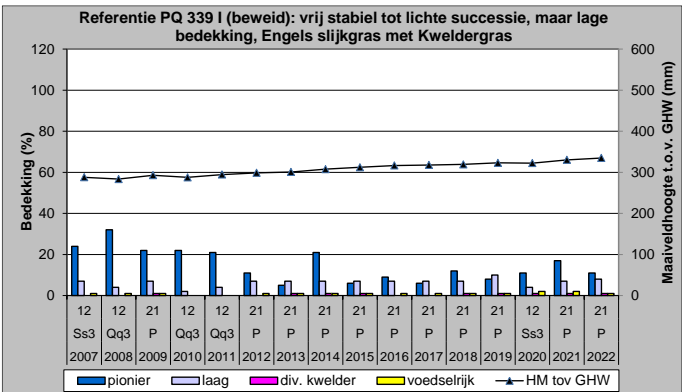
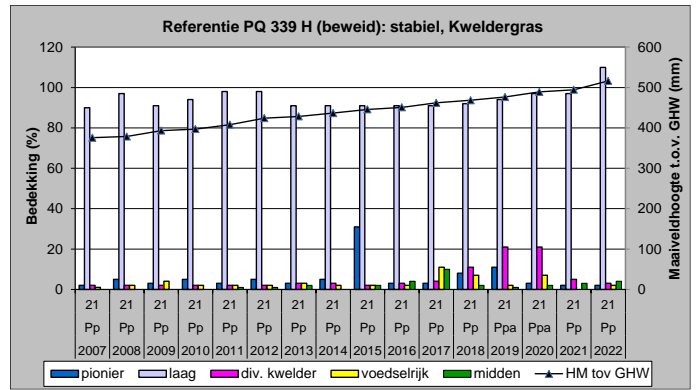
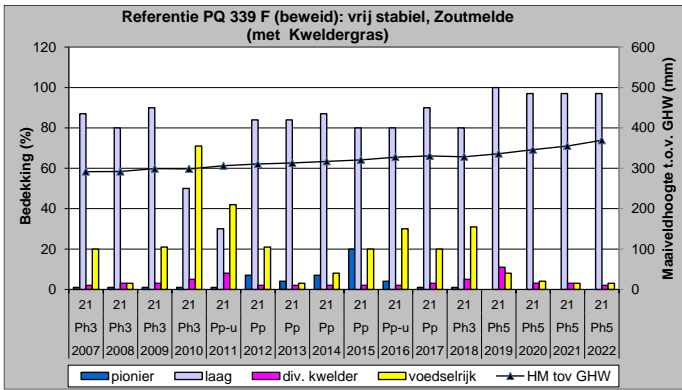


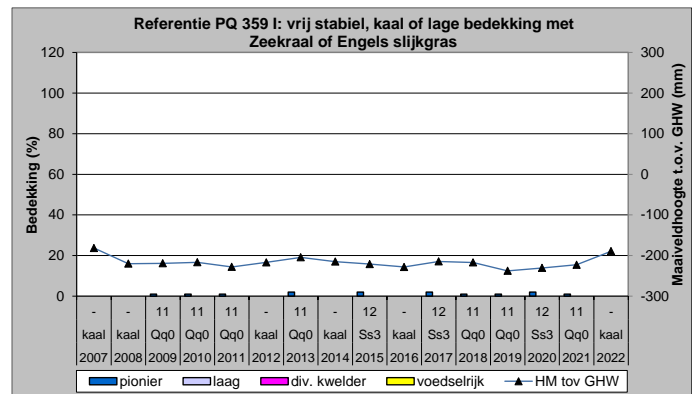
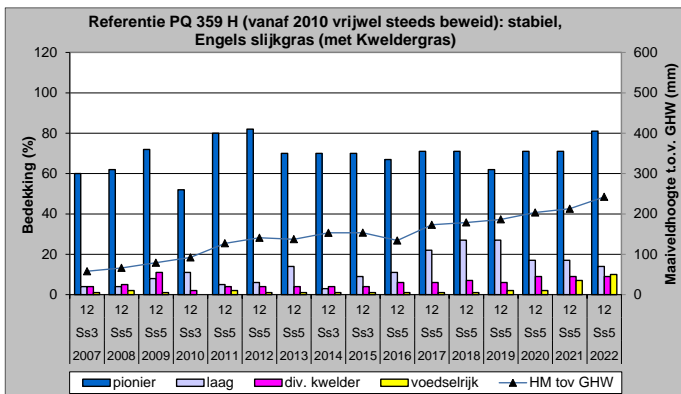
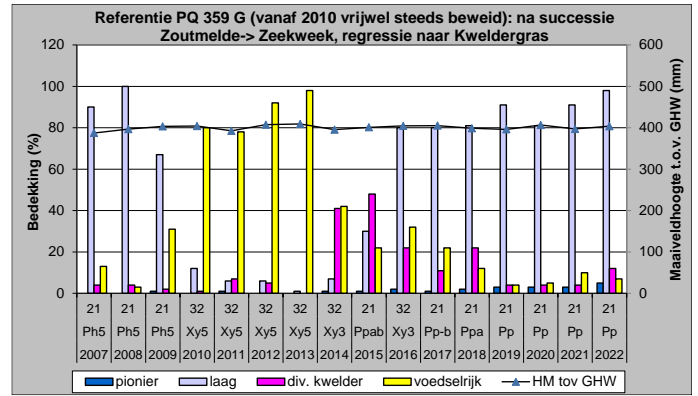
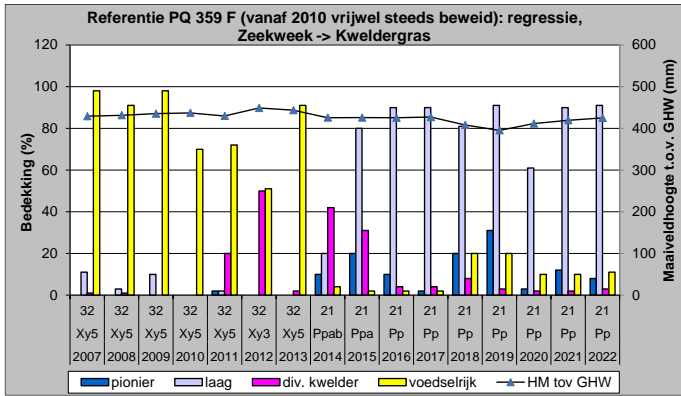


G. Vegetatie- en maaiveldhoogteontwikkeling pq's referentiegebied Groningen

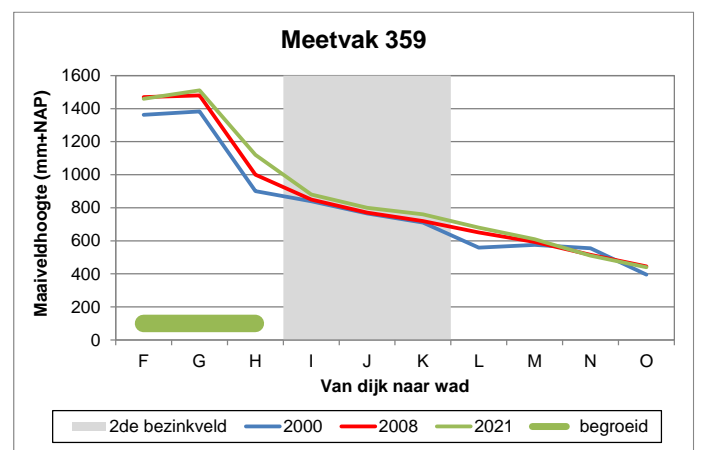
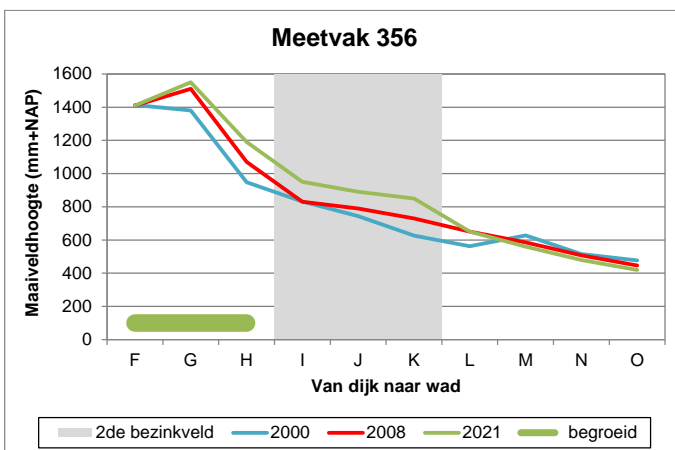
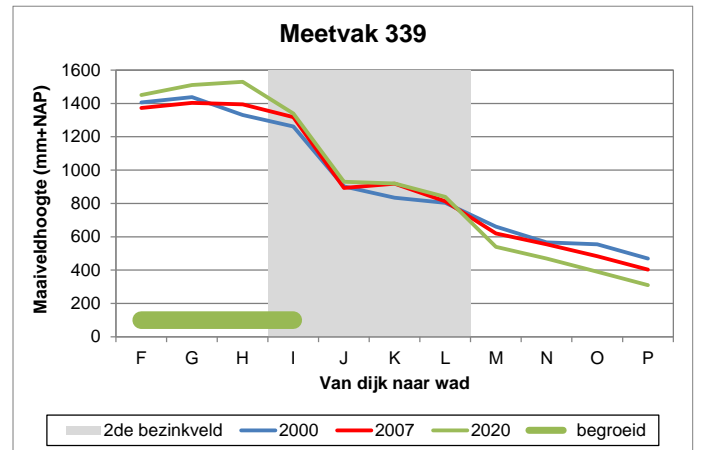
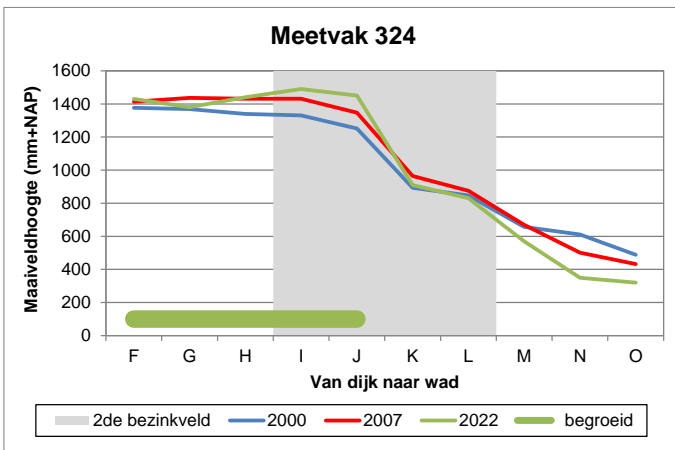
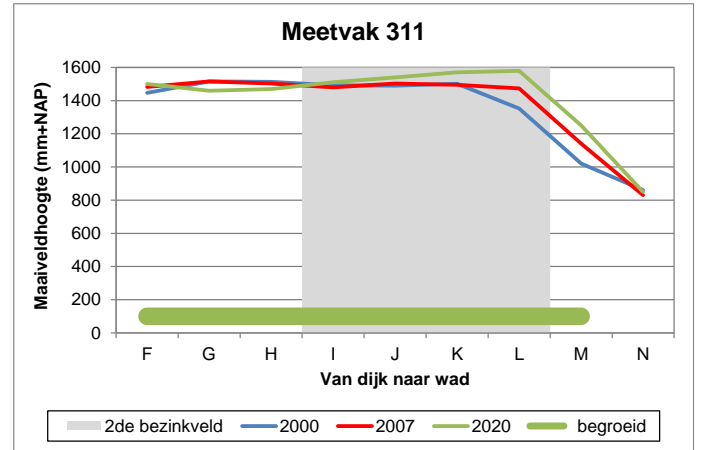
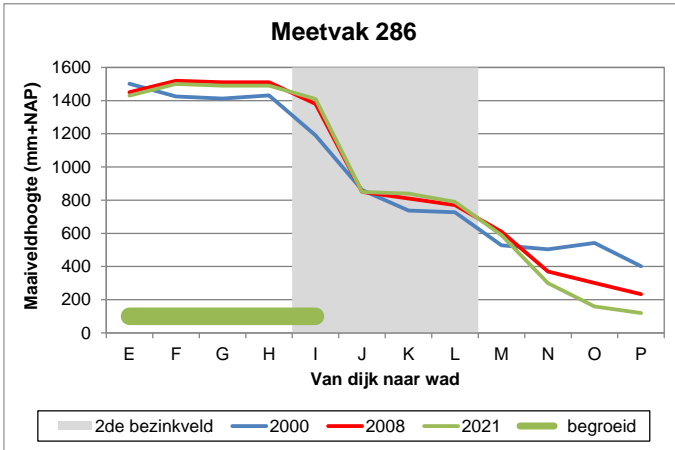








H. Hoogteontwikkeling RWS-meetvakken referentiegebied West-Groningen



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.	Maaielhooogte 2007 mm+NAP	Vegetatietype in 2007/2005(NFB) SALT97-code	Vegetatietype in 2022 SALT97-code	Gem.opslibbing aug'07-aug'22 mm/j	Gem. opslibbing per zone aug'07-aug'22 mm/j
Kaal wad						
Julianapolder	6	762	Kaal	Kaal	3,1	3,1
Pre-pionierzone (11)						
NFB *	29-1	988	Qq0	Pps	21,2	
NFB	29-2	980	Qq0	Pps	24,8	
Holwerd	46	1036	Qq0	Pp	19,1	21,7
Pionierzone (12)						
NFB	23-1	1270	Qq3	P	20,5	
NFB	23-2	1273	Ss3	Pp	19,2	
NFB	29-3	1005	Qq3	Pp-u	27,7	
Holwerd	40	1080	Ss3	Pps	18,1	
Julianapolder	9	1038	Ss5	Ss5	8,1	
Julianapolder	10	1085	Ss3	Pps	7,7	
Julianapolder	20	1287	Ss3	Xy3	1,3	14,7
Lage kwelder (21)						
NFB	22-2	1429	Pp-u	Ss3	9,8	
NFB	22-3	1392	Pp-u	Qu	9,9	
NFB	25-1	1421	Pp-u	Pp-u	12,4	
NFB	28-1	1485	Pp-u	Pp	14,8	
NFB	28-2	1493	Pp	Pp	12,3	
NFB	28-3	1500	Pp	Pp-b	16,5	
Holwerd	8	1475	Pp	Xy5	13,5	
Holwerd	16	1435	Ph3	Xy5	16,3	
Holwerd	49	1442	Pp	Xx5	16,6	
Holwerd	50	1531	Pp	Xx5	14,6	
Holwerd	55	1491	Pps	Xy5	17,3	
Holwerd	56	1352	Pp	Xy5	24,0	
Holwerd	59	1508	Pp	Xy5	14,8	
Holwerd	60	1390	Pps	Ppa	20,8	
Holwerd	61	1449	Ph3	Xy5	17,7	
Holwerd	62	1351	Pp	Xy5	22,4	
Holwerd	63	1588	Ppa	Xy5	7,9	
Holwerd	65	1562	Ppa	Xy5	9,7	
Holwerd	66	1569	Pp	Xy5	13,0	
Holwerd	67	1512	Pp	#	#	
Holwerd	68	1538	Pp	Xy5	12,5	
Holwerd	69	1548	Ppa	Xy5	13,6	
Holwerd	70	1496	Pp	Xy3	17,7	
Holwerd	71	1407	Pp	Xy3	21,6	
Holwerd	72	1466	Pp	Xy5	16,0	

Locatie en vegetatiezone in 2007/2005	PQ-nr.	Maaielhoopte 2007 mm+NAP	Vegetatietype in 2007/2005(NFB) SALT97-code	Vegetatietype in 2022 SALT97-code	Gem.opslibbing aug'07-aug'22 mm/j	Gem. opslibbing per zone aug'07-aug'22 mm/j
Holwerd	73	1332	Pps	Ppab	23,9	
Holwerd	74	1207	Pps	Ppa	26,2	
Julianapolder	15	1280	Pp	Xy3	4,6	
Julianapolder	16	1298	Pp	Ph3	4,9	
Julianapolder	17	1315	Ph5	Xy5	5,5	
Julianapolder	18	1276	Ph5	Xy5	4,9	
Julianapolder	19	1281	Pp	Pp-u	2,0	14,1
Lage kwelder met pioniersoorten (22)						
NFB	22-1	1441	Qu	Pps	9,4	
NFB	25-2	1404	Qu	Pp-u	11,5	
NFB	25-3	1426	Qu	Ss5	10,7	10,5
Middelhoge kwelder (32)						
Holwerd	2	1507	Xy5	Xy3	3,3	
Holwerd	3	1528	Xy5	Xy5	4,9	
Holwerd	5	1676	Xy5	Xy3	3,6	
Holwerd	6	1570	Xy5	Xy5	4,6	
Holwerd	7	1660	Xy5	Xy5	5,1	
Holwerd	10	1528	Xy5	Xy5	7,6	
Holwerd	11	1569	Xy5	Xy5	7,2	
Holwerd	12	1769	Xy5	Xy5	4,4	
Holwerd	14	1561	Xy5	Xy5	8,5	
Holwerd	15	1595	Pp	Xy5	9,7	
Holwerd	57	1627	Xy5	Xy5	6,4	
Holwerd	58	1627	Xy5	Xy5	5,7	
Holwerd	64	1543	Pp	Xy5	12,2	
Julianapolder	11	1372	Xy5	Xy5	6,9	
Julianapolder	12	1367	Xy3	Xy5	6,3	
Julianapolder	13	1302	Xy5	Xy5	4,5	
Julianapolder	14	1354	Xy5	Xy5	4,8	6,2

* : NFB = Noord-Friesland-Buitendijks

: Afgevallen in 2022 wegens grote verstoring bij aanleg stroomkabel van Holwerd naar Ameland

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 eerdere beschikbare jaren vanaf 2000 het vegetatietype ook weergegeven. Bij eventuele sprongen in successie of regressie voorafgaand aan 2014 moet er op gelet worden of dit kan komen door een langere periode tussen opnamejaren.

NFB	2000	2002	2003	2004	2005	2011	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pre-pionierzone															
29-1	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq0	Qq3	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Pp	Pps
29-2	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	P	Pp	Pps	Pps
Pionierzone															
23-1	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Qq3	Qu	Pp	Qu	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps	P
23-2	Qq0	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u	Pp
29-3	Qq3	Qq3	Qq3	Ss3	Qq3	Ss3	Qq3	Qq3	P	Ss5	Pps	Pp-u	Pp-u	Pps	Pp-u
Lage kwelder															
22-2	Pp	P	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pps	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps	Ss3
22-3	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps	Qu
23-3	Qq0	Qq3	Qq3	Ss3	Pps	Pp	Pp	Pp-u	Ppa	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Pp-u	Pp
25-1	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Ppa	Pp-u	Pp	Pp-u	Ppa	Pp-u
28-1	P	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pps	Pp-u	Pps	Pp	Qu	Pp-u	Ppa	Pp	
28-2	Pp	Pp	Pp	Pp-u	Pp	Pp	Pps	Pps	Pp	Jfa	Ppa	Jfa	Pp-u	Ppa	Pp
28-3	Pp	Pp	Pp-u	Pp-u	Pp	Pp	Ppa	Pp-u	Ppa	Ppa	Ppa	Ba5	Xx5	Ppab	Pp-b
Lage kwelder met pioniersoorten															
22-1	P	P	Pp	Qu	Qu	Pp	Pp	P	Pp	Pps	Pp-u	Pp-u	Qu	Pps	Pps
25-2	P	Pp	Pp	Pp-u	Qu	Pp	Qu	Pp-u	Pp-u	Pp	Qu	Pp-u	Qu	Ppa	Pp-u
25-3	P	P	P	Pp-u	Qu	Pp	Ss3	Pp-u	Pp-u	Pp-u	Qu	Ss3	Qu	Ss5	Ss5

Julianapolder	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Kaal wad																
6	kaal	kaal	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	kaal	Qq0	Qq0	kaal
Pionierzone																
9	Ss5	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	Pps
20	Ss3	Ss3	Ph3	Ss5b	Ss5b	Xy3	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Ss5b	Xy3	Xy3	Pp-u	Xy3
Lage kwelder																
15	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xy3	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	Ph3
17	Ph5	Ph5	Ph5	Xy3	Xy5	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	Xy5
19	Pp	Ph3	Ph3	Pps	Pps	Pps	Pps	Xy3	Ss3b	Xy3	Ss5b	Ss3b	Xy3	Qu	Qu	Pp-u
Middelhoge kwelder																
11	Xy5	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	Xy5
13	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
14	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xx5	Xy5	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	2022
Pre-pionierzone																
46	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq0	Qq3	Qq3	P	Qq3	Pp	Qq3	Qq3	P	Qq3	Qq3	Pp
Pionierzone																
40	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss3	Ss5	Ss5	Ss5	Pp	Pp	Pps	Pps
Lage kwelder																
8	Pp	Ppa	Ph3	Ba3	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
16	Ph3	Ba3	Ph3	Ph3	Xx5	Pp	Xy3	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Ppa	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
38	Pp	Ppa	Xx5	Ba3	Xx5	Xx5	Xy5	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	Xx5
50	Pp	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Xx5	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5	Xx5
55	Pps	Ss5	Pps	Xx5	Pp	Pp	Pp	Ppa	Ppab	Pp-b	Xy3	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
56	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Xx5	Ba5	Ppa	Pp	Pp-b	Ppab	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
59	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Pp	Pp	Xx5	Ppab	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy3	Xy3	Xy5	Xy5
60	Pps	Pps	Pps	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Ppa
61	Ph3	Pp	Pp	Pp	Xx5	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Xy3	Xx5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5
62	Pp	Pp	Pps	Pps	Pp	Pp	Xx5	Ppa	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Ba5	Xy3	Xy5	Xy5
63	Ppa	Pp	Pp	Ba3	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5
65	Ppa	Xx5	Xx5	Xx5	Xx5	Ppab	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5
66	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Xx5	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
68	Pp	Ppa	Xx5	Xx5	Pp	Pp-b	Pp-b	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
69	Ppa	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp-b	Ppab	Ba5	Xy5	Xy5	Xx5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
70	Pp	Pp	Pp	Xx5	Pp	Pp	Pp	Ba5	Ppab	Ppab	Ppab	Pp-b	Xy3	Xy5	Xy5	Xy3
71	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	NA	Ppa	Pp-b	Xx5	Xx5	Xx5	Ppab	Pp-b	Xy3
72	Pp	Pp	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Ppab	Pp-b	Xy3	Xy5	Xx5	Xx5	Ppab	Xy5	Xy5
73	Pps	Pps	Pps	Ppa	Pp	Ppa	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Xx5	Ppab
74	Pps	Ss5	Ss5	Ss5	Pps	Pps	Ss5b	Ss5b	Ss5	Pps	Pps	Xx5	Ppa	Ppa	Pp	Ppa
Middelhoge kwelder																
2	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Ba5	Ppab	Xy3	Xy3
3	Xy5	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	Xy3
6	Xy5	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	Xy5
10	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy3	Ba5	Xy5	Xy5
11	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
12	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
14	Xy5	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	Xy5
57	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5
58	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy5	Xy3	Xy5	Xy3	Xy5	Xy5
64	Pp	Xx5	Xx5	Xx5	Pp	Pp	Xx5	Xx5	Xy5	Xx5	Xx5	Xx5	Xy5	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)