



Friese en Groninger Kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960 – 2014

W.E. van Duin, H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld

| WOt-technical report 68



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

De reeks 'Wot-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

Wot-technical report 68 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ).

Dit rapport is ook uitgebracht als IMARES-rapport C042/16 (mei 2016)

Friese en Groninger kwelderwerken

Monitoring en beheer 1960-2014

W.E. van Duin, H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, augustus 2016

WOt-technical report 68

IMARES rapport C042/16

ISSN 2352-2739

<http://dx.doi.org/10.18174/391649>

Referaat

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. 94 blz.; 30 fig.; 3 tab.; 62 ref; 9 Bijlagen.

Een belangrijk ecologisch doel voor de Waddenzee is een zo groot en natuurlijk mogelijk areaal kwelders. Mede daarom wordt in de half-natuurlijke kwelderwerken langs Friese en Groninger vastelandskust het beheer geleidelijk aangepast naar duurzamer en minder kunstmatig. Langetermijnmonitoring door Rijkswaterstaat van hoogte- en vegetatieontwikkeling begeleidt deze verandering. Het gemiddelde areaal kwelder en pionierzone voldoet ruimschoots aan de voor de kwelderwerken gestelde eisen. Echter door opslibbing worden kwelders hoger, waarbij de vegetatie door successie verandert en er uiteindelijk een soortenarme vegetatie van Zeekweek kan ontstaan. Een bijkomend effect in de kwelderwerken is dat er door successie, op termijn, weinig ruimte overblijft in de overgangszone van laaggelegen wad naar hooggelegen horizontaal uitbreidende kwelder voor pioniervegetatie met Zeekraal, terwijl de Waddenzee daar het belangrijkste gebied voor is. Beweiding vertraagt weliswaar de ontwikkeling naar climaxvegetatie, maar voor grotere algehele natuurlijkheid zou meer dynamiek, waarbij aangroei en afslag van kwelders in evenwicht zijn door cyclische successie, uitkomst kunnen bieden. Er gaat onderzocht worden of een aangepast beheer van de rijnshoutdammen hierbij kan helpen.

Trefwoorden: Waddenzee, vastelandskwelders, kwelderwerken, monitoring, kwelderareaal, opslibbing, vegetatie, biodiversiteit, successie, veroudering, natuurbeheer, beweiding.

Abstract

Van Duin, W.E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld (2016). *Salt-marsh works in Friesland and Groningen: Monitoring and management 1960–2014*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), Wageningen University & Research Centre. WOT-technical report 68. 94 p.; 30 Fig.; 3 Tabs; 62 Refs; 9 Appendices.

An important ecological goal for the Wadden Sea is to maximise the area of natural salt marsh. With this in mind, the management of the semi-natural salt-marsh works along the mainland coast of the provinces of Friesland and Groningen is gradually being altered to make it more sustainable and less artificial. This process of change is being overseen by Rijkswaterstaat, which is conducting a long-term monitoring of marsh elevation and vegetation development. The average salt-marsh area and pioneer salt-marsh area more than satisfies the stated objectives for the salt-marsh works. However, the accumulation of mud raises the level of the marsh, which stimulates the vegetation succession and can eventually lead to a species-poor climax vegetation dominated by sea couch. A side-effect of the vegetation succession in the salt-marsh works is that in time there will be little space left in the transitional zone from the lower lying tidal flat to the expanding area of salt marsh for pioneer vegetation with samphire, a particular concern because the Wadden Sea is the most important area for this type of vegetation. Although grazing delays the succession to the climax vegetation, a more dynamic system could help to create a more natural marsh in which accretion and erosion are kept in balance by cyclic succession. Research will be done to see whether changing the management of the brushwood groynes can help in this regard.

Keywords: Wadden Sea, mainland salt marsh, salt-marsh works, monitoring, salt-marsh area, sedimentation, vegetation, biodiversity, succession, maturation, nature management, grazing.

© 2016

Wageningen Marine Research

Postbus 57, 1780 AB Den Helder

Tel: (0317) 48 09 00; e-mail: imares@wur.nl

De reeks WOT-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research. Dit report is verkrijgbaar bij het secretariaat. De publicatie is ook te downloaden via www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

Dit rapport is tot stand gekomen mede dankzij de onmisbare hulp van twee 'WOKkers' van het eerste uur: Kees Dijkema en Jaap Bossinade. Vanuit Frankrijk heeft Jaap de oplossing aangedragen voor het weer toegankelijk maken van de monitoringdata en het bruikbaar maken van zijn Fortran-programma's op de huidige generatie computers. Kees heeft een aantal 'geheimen' onthuld over de verwerking van de gegevens en heeft de review van het rapport gedaan. Zonder hun bijdragen was dit rapport er niet geweest!

In de jaren 2007-2012 heeft Piet-Wim van Leeuwen geholpen bij het maken van de vegetatieopnames in de meetvakken. Elze Dijkman en Jenny Cremer (Wageningen Marine Research) hebben de vegetatiekaarten van Rijkswaterstaat bewerkt naar vegetatiezones.

De resultaten uit dit rapport zijn ook gebruikt tijdens een in opdracht van Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) en Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) georganiseerde workshop op 28 oktober 2015 om te praten met eigenaren, beheerders en gebruikers over de toekomst van vastelandskwelders en mogelijkheden tot verjonging van de climax-stadia (zie voor de presentaties en een verslag: <http://www.rijkwaddenzee.nl/nieuws/nieuws/workshop-vastelandskwelders:-ruimte-voor-experimenten-tegen-veroudering>).

Dit rapport van de Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken is de start van een nieuwe reeks jaarrapporten over de monitoring en ontwikkeling van de kwelderwerken.

De auteurs

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	13
1 Historie Friese en Groninger kwelderwerken	17
1.1 Landaanwinning	17
1.2 Delimitatiecontracten	17
1.3 Technische aspecten van de landaanwinningswerken	18
1.4 Van landaanwinning naar kwelderwerken	19
1.5 Natuurdoelen	20
1.6 Veranderingen in beheer	21
1.6.1 Rijshoutdammen	21
1.6.2 Stoppen met grondwerk/onderhoud aan het ontwateringssysteem	24
1.6.3 Beweiding	27
2 Monitoring van hoogteligging en areaal kwelderwerken	29
2.1 Methode: de meetvakken	29
2.2 Hoogteontwikkeling 1960-2014	30
2.3 Hoogteligging boerenkwelder	35
2.4 Jaargemiddeld hoogwater	36
2.5 Areaal (pre-)pionierzone	37
2.6 Areaal kwelderzone	40
3 Toetsing aan de functie-eisen van RWS	43
3.1 Functie-eis 1	43
3.2 Functie-eis 2	43
3.3 Functie-eis 3	44
3.4 Functie-eis 4	44
4 Monitoring van de biodiversiteit van de kweldervegetatie	45
4.1 Biodiversiteit en beweiding in de kwelderwerken	45
4.2 Vegetatiekaarten van de Friese en Groninger vastelandkwelders	49
5 Huidig beheer gericht op natuurdoelen	51
5.1 Achtergrond	51
5.2 Rijshoutdammen	51
5.3 Grondwerk	52
5.4 Morfologie	53
5.5 Beweiding	54
5.5.1 Beweidingspatroon	54
5.5.2 Beweidingsintensiteit	55
6 Conclusies & discussie	57
6.1 Monitoring	57
6.2 Aandachtspunten	58
6.3 Dilemma's	59
6.4 Afwegingen voor pilot met lokale afbouw van het onderhoud van de rijshoutdammen	59

Literatuur	61	
Verantwoording	65	
Bijlage 1	Meetprogramma damonderhoud 2009-2017	67
Bijlage 2	Programma hoogtemetingen meetvakken kwelderwerken 2009-2018	69
Bijlage 3	VEGWAD-monitoringprogramma kweldervegetatie 2008-2018	71
Bijlage 4	Hoogteontwikkeling en zeewaartse grens vegetatiezones meetvakken	73
Bijlage 5	Areaal kwelder en (pre-) pionierzone 1960-2014 in de kwelderwerken	81
Bijlage 6	Vegetatiekaart Friese en Groninger kwelderwerken 2008	83
Bijlage 7	Vegetatie per meetvak en pandje in 2002 en 2008 in Friesland	85
Bijlage 8	Vegetatie per meetvak en pandje in 2002 en 2008 in Groningen	87
Bijlage 9	Advieshoogtes rijshoutdammen	91

Samenvatting

Vanuit de Stuurgroep was tijdens de laatste vergadering de wens geuit om een iets compacter rapport op te stellen waarin de focus ligt op de monitoring in de meetvakken van de kwelderwerken. Daarom wordt er in dit rapport zeer beperkt aandacht besteedt aan andere vastelandskwelders. In verband met veel veranderingen in de organisatiestructuur bij Rijkswaterstaat (RWS) en de nieuwe leden die in de Werk- en/of Stuurgroep zullen plaatsnemen werd het op prijs gesteld een samenvattend hoofdstuk over de historie op te nemen, waarin ook een overzicht wordt gegeven van de veranderingen die de afgelopen decennia hebben plaatsgevonden in het beheer en de bereikte doelen.

Kwelderwerken historie (Hoofdstuk 1)

In de Waddenzee liggen langs de noordkust van het vasteland van Groningen en Friesland 6000 ha voormalige landaanwinningswerken. Door middel van sturing van natuurlijke processen zijn daarin halfnatuurlijke kwelders gevormd. De aanwas is door middel van rijshoutdammen en begreppeling bevorderd en de kweldervegetatie heeft zich natuurlijk gevestigd. De landaanwinningswerken zijn in 1991 omgedoopt tot 'kwelderwerken'. Zonder de vroegere 'werken' zouden de vastelandkwelders er nu niet zijn en zonder de huidige 'werken' aan rijshoutdammen zouden de kwelders verdwijnen. Vanaf 1960 is door RWS-Noord Nederland (in samenwerking met andere partijen) steeds eenzelfde monitoring in 25 meetvakken toegepast. De gegevens van deze meetvakken worden jaarlijks verwerkt door Wageningen Marine Research (IMARES) en geven via de Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken een jaarlijkse feedback naar het kwelderbeheer. Vanaf 1982 zijn door RWS en de Werkgroep vele aanpassingen van de kwelderwerken bedacht, aangestuurd door de stakeholders in de Stuurgroep Kwelderwerken (= RWS, Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers (VOG) en natuurorganisaties).

Veranderingen in beheer

Er hebben de afgelopen decennia diverse (grote) veranderingen plaatsgevonden in het beheer. Onder andere is de totale lengte te onderhouden rijshoutdammen met ca. 40% verminderd (geen damonderhoud meer waar dat niet noodzakelijk is voor de bescherming van de kwelder en lokaal uitbreiding van dammen waar nodig geacht om opslibbing te bevorderen) en het voorheen reguliere onderhoud aan het ontwateringssysteem ('greppelen') vindt vrijwel niet meer plaats.

De aanpassingen in het beheer hebben niet geleid tot erosie, maar hebben gezorgd voor groei van de kwelderwerken. Daarnaast zijn de kwelderwerken ook iets natuurlijker geworden bijvoorbeeld door het deels dichtslibben van het overgedimensioneerde ontwateringssysteem, het versmallen en verdiepen van greppels en dwarsslotsen en de vorming van natuurlijke kreken in de pionierzone.

Monitoring en doel

1. De WOK-monitoring¹ levert de kennisbasis betreffende de hoogteligging, opslibbing, vegetatie, biodiversiteit, beheer (lokaal en Trilateraal) en Natura 2000-habitats.
2. De WOK-monitoring is een instrument voor de aansturing van het abiotische en biotische beheer van de kwelderwerken. Effecten van natuurlijke factoren (zoals opslibbing en vegetatie-ontwikkeling), rijshoutdammen, ontwatering en beweiding worden gemeten en jaarlijks teruggekoppeld naar de beheerders.

De kweldermonitoring beoordeelt of de langjarige ontwikkeling in de kwelders aansluit bij de doelen die worden nagestreefd. Samengevat zijn de doelen van onder andere de Planologische Kernbeslissing Waddenzee en de 'Trilateral Wadden Sea' samenwerking:

¹ WOK = Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken

- Volledige range aan kwelders typisch voor de Waddenzee.
- Groter areaal aan natuurlijke kwelders.
- Grotere natuurlijke morfologie en dynamiek.
- Verbeterde/gevarieerdere vegetatiestructuur.

Resultaten monitoring kwelderwerken 1960-2014 (Hoofdstuk 2 en 3)

Hoogteontwikkeling/opslibbing

In Friesland is de gemiddelde opslibbing in de drie deelgebieden en zones over de periode 2008-2014 vrijwel overal ruim voldoende om de gemiddelde hoogwaterstijging (GHW-stijging) van 2 mm/j bij te houden. Alleen in deelgebied-oost vindt erosie plaats in het derde bezinkveld.

In Groningen is de gemiddelde opslibbing in de pionierzone bijna verdubbeld ten opzichte van de vorige periode, maar die in de kwelder is gehalveerd. Er is een duidelijk verschil tussen de deelgebieden en is er een oplopende trend te zien van west naar oost. In het deelgebied-west vindt gemiddeld flinke erosie plaats in het derde bezinkveld en in de andere bezinkvelden vindt geen tot net voldoende opslibbing om de GHW-stijging bij te houden.

Toetsing aan de vier functie-eisen

1. Het gemiddelde areaal van de kwelderzone over de afgelopen vijf jaar is voor de kwelderwerken berekend op totaal 1819 ha. Daarmee wordt ruimschoots voldaan aan de functie-eis van minimaal 1250 ha.
2. De actuele kweldergrens mag nergens verder teruggaan dan tot de oorspronkelijke grens particulier eigendom: deze eis kan pas weer getoetst worden na het verschijnen van de nieuwe VEGWAD-vegetatiekaart van RWS-CIV (Centrale Informatievoorziening) in 2016.
3. Het gemiddelde areaal pionierzone (>5% vegetatie-bedekking) over vijf jaar is voor de kwelderwerken berekend op totaal 1146 ha. Het totale areaal pionierzone voldoet daarmee ruimschoots aan de functie-eis van minimaal 750 ha. Er zijn wel duidelijke verschillen tussen deelgebieden en vooral de laatste vier jaar is er in de meeste deelgebieden gemiddeld een afname geconstateerd ten opzichte van de vier jaar ervoor, ondanks het feit dat er geen pieken in gemiddeld hoogwater waren. Dit zou er op kunnen duiden dat de pionierzone klem begint te raken tussen de uitbreidende kwelder, die de door rijshoutdammen beschermde delen dichtgroeit, en het niet door dammen beschermde wad.
4. Waterplassen en kale plekken op de kwelder, die zijn ontstaan als gevolg van stagnatie waterafvoer, mogen per geval niet groter zijn dan 1000 m² en gezamenlijk niet groter dan 5% van de totale kwelderoppervlakte: ook deze vierde functie-eis kan pas weer getoetst worden na het verschijnen van de nieuwe VEGWAD-vegetatiekaart van RWS-CIV in 2016.

Biodiversiteit kwelderwerken (Hoofdstuk 4)

Opslibbing, ontwatering en beweiding zijn de bepalende factoren in de vegetatiezonering. De successie/veroudering naar Zeekweek en de afname van de biodiversiteit, die de afgelopen decennia duidelijk waarneembaar was in de meetvakken en op de vegetatiekaarten, zijn een natuurlijk gevolg van opslibbing in combinatie met de afnemende beweiding. Het kwelderherstelplan heeft sinds 2013 beweiding in een groot deel van de Groninger kwelderwerken mogelijk gemaakt. De komende jaren zullen de effecten daarvan op de vegetatie zichtbaar moeten worden.

De biodiversiteit van de kweldervegetatie wordt door RWS-CIV 6-jarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten. Daarbij worden de boerenkwelders (kwelders die al aanwezig waren voordat het Rijk begon met de aanleg van landaanwinningswerken) en soms zomerpolders meegekarteerd. De nieuwe kaart voor de kwelderwerken is gereed in de loop van 2016 en kon daarom in deze rapportage nog niet behandeld worden.

Huidig beheer gericht op natuurdoelen en conclusies (Hoofdstuk 5 en 6)

Het beheer in de kwelderwerken is de afgelopen decennia regelmatig aangepast aan veranderende wensen, (natuur)doelen en/of nieuwe ontwikkelingen. Na aanvankelijk vooral op uitbreiding van het areaal gericht te zijn geweest is de aandacht tegenwoordig meer gericht op veroudering door successie. Op termijn zal successie niet alleen voor een groter oppervlak climax-vegetatie zorgen,

maar beperkt het ook de ruimte voor de pionierzone, die in de knel komt ('sandwich-positie') tussen de uitbreidende kwelder en het niet door rijshoutdammen beschermde wad. Beheer en onderhoud van de dammen zou in deze zone mogelijk gecombineerd kunnen worden met het zoeken naar een oplossing voor dit knelpunt. Naast verjonging zouden de natuur- en beleidsdoelen omtrent vergroten van de dynamiek en natuurlijkheid hierbij meteen meegenomen kunnen worden. Gezien het feit dat het huidige areaal pionierzone en kwelder ruimschoots aan de functie-eisen voldoet, biedt dit ruimte voor aanpassingen in het beheer. Dit zou een derde grote verandering in het beheer van de kwelderwerken kunnen betekenen. Belangrijk daarbij is dat het huidige beheer, in samenwerking met alle betrokken partijen, in nog verdere mate omgezet wordt in maatwerk.

Omdat er de afgelopen decennia zichtbaar resultaat is behaald betreffende het vergroten van de natuurlijkheid door het lokaal stoppen met bepaalde vormen van beheer lijkt het 'niets doen beheer' ook een verstandige keuze bij dit maatwerk. Hierbij kan gedacht worden aan het plaatselijk stoppen van het onderhoud aan de tweede dwarsdam (evenwijdig aan de kust) om een meer natuurlijke overgang naar het wad te bevorderen en ruimte te bieden aan de pionierzone om zich te ontwikkelen. Bij het kiezen van een geschikte locatie voor het uitvoeren van een pilot zijn er verschillende factoren die meegenomen kunnen worden in de afweging. De toestand van de dammen is daar een belangrijke van, omdat een gebied met dammen die aan renovatie toe zijn direct geschikt kan zijn, terwijl een gebied na renovatie de volgende 30 jaar (de levensduur van een dam) niet snel in aanmerking komt.

Vooruitlopend op deze nog door RWS uit te voeren inventarisatie van de toestand van de dammen zijn de zes deelgebieden, die in dit rapport zijn behandeld beoordeeld op een aantal andere factoren die van belang zijn. Friesland-midden kan daarbij als kansrijk zoekgebied worden aangemerkt, omdat het aan veel voorwaarden voldoet. Het is een sedimentrijk gebied, er ligt veel kwelder met nog zelfs een extra buffer aan zomerpolders tussen kwelder en dijk, de kwelder is de laatste jaren gegroeid, maar de pionierzone niet, en de beheerder (It Fryske Gea, IFG) wil graag een natuurlijker overgang naar het wad.

Hoewel de opslibbing in de Groninger deelgebieden lager is dan in Friesland of vergelijkbaar, maar wel dankzij een extra dwarsdam (in Gr-oost), wil dat niet bij voorbaat zeggen dat in de Groninger kwelderwerken geen pilot mogelijk is. Daar zullen eventuele pilots echter waarschijnlijk kleinschalig zijn en (nog meer) meer maatwerk dan in Friesland.

Er zijn diverse voorbeelden te geven waarbij gemaakte keuzes/afspraken betreffende beheer (bv. omtrent biodiversiteit) botsen met het beleid richting een dynamischer en natuurlijker kwelder. Dit kan tot dilemma's leiden. Het goed definiëren van een doel en streefbeeld helpt niet alleen om passend beheer vast te stellen bij een bepaald beleid, maar ook om het beheer vervolgens te kunnen evalueren op doeltreffendheid. Zeer belangrijk daarbij is om doel en middel niet verwarren.

Summary

At its last meeting, the Steering Committee expressed the wish to have a more compact report focusing on the monitoring in the salt-marsh works. This report, therefore, contains little information on other mainland salt marshes. In connection with many changes in the organisational structure of Rijkswaterstaat (RWS) and the new members who will be taking their seats in the Working Group and/or Steering Committee, it was decided it would be useful to include a chapter summarising the history of the salt-marsh works, the changes in management over the past 30 years, and what has been achieved so far.

History of salt-marsh works (Chapter 1)

About 6,000 ha of the Wadden Sea along the north coast of the Dutch mainland consists of former land reclamations. Managing the natural processes in these areas has resulted in the development of semi-natural salt marsh. The accretion of salt marsh was brought about by building brushwood groynes and digging ditches, leading to the natural establishment of salt-marsh vegetation. In 1991 the land reclamation works were reclassified as 'salt-marsh works'. Without these former land reclamation works the salt marshes on the mainland would not be there today, and without the brushwood groynes the salt marsh would disappear. From 1960 RWS Noord-Nederland (the northern division of RWS) and other organisations have been making the same measurements in 25 monitoring plots. Each year the data from these monitoring plots are analysed by Wageningen Marine Research (IMARES) and the results fed back to the Salt-Marsh Works Working Group to enable changes to be made to the management regime where necessary. Since 1982, many changes to the salt-marsh works have been proposed by RWS and the Working Group, with input from the stakeholders in the Salt-Marsh Works Steering Committee (RWS, Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers [association of shoreline landowners and users] and nature conservation organisations).

Changes in management

Over the past 30 years or so the management of the area has undergone some major changes. Among these are reducing the total length of brushwood groynes to be maintained by about 40% (stopping maintenance where it is no longer necessary for the protection of the marsh and local extension of groynes where required to promote sedimentation) and cutting out the regular maintenance works on the system of drainage ditches almost entirely.

The changes to the management regime have not led to erosion, but rather to a growth in the area of salt marsh. Moreover, the salt marsh has become more natural, for example as a result of the partial silting up of the overdimensioned drainage system, the narrowing and deepening of the ditches and cross-ditches, and the development of natural creeks in the pioneer zone.

Monitoring and goal

1. The WOK² monitoring provides the basic information on elevation, sedimentation, vegetation, biodiversity, management (local and trilateral) and the Natura 2000 habitats.
2. The WOK monitoring is an instrument for steering the abiotic and biotic management of the salt-marsh works. The effects of natural factors (such as sedimentation and the development of vegetation), the brushwood groynes, drainage and grazing are measured and fed back each year to the managers.

The purpose of monitoring the salt marsh is to establish whether or not the long-term development of the salt marsh is in line with the goals that have been set. In summary, the goals of the national spatial planning key decision on the Wadden Sea and the Trilateral Cooperation on the Protection of the Wadden Sea are:

² Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (Salt-Marsh Works Working Group)

- a full range of salt marsh habitats typical of the Wadden Sea;
- a larger area of natural salt marsh;
- a greater natural morphology and dynamics;
- an improved/varied vegetation structure.

Salt-marsh works monitoring results 1960–2014 (Chapters 2 and 3)

Elevation/sedimentation

In Friesland the average rate of sedimentation in the three subareas and zones during the period 2008–2014 was almost everywhere more than sufficient to keep pace with the average rise in sea level of 2 mm/year. Erosion only occurs in the third sedimentation field of the eastern subarea.

In Groningen the average rate of sedimentation in the pioneer salt marsh has doubled compared with the previous period, but fell by half in the salt marsh. There is a clear difference between the subareas and an upward trend can be seen from west to east. In the western subarea average erosion in the third sedimentation field was quite considerable, but in the other sedimentation fields the accumulation of mud varied from zero to just enough to keep pace with the average rise in sea level.

Assessment against the four functional objectives:

1. The average area of salt marsh (pioneer salt marsh excluded) in the salt-marsh works over the past five years amounted to 1,819 ha. This exceeds the minimum functional objective of 1,250 ha.
2. The actual limit of the salt marsh must nowhere retreat further than the original boundary of private land: this can only be assessed after the publication of the new VEGWAD vegetation map by RWS-CIV (Rijkswaterstaat Central Information Services) in 2016.
3. The average area of the pioneer salt marsh (>5% vegetation cover) in the salt-marsh works over the past five years amounted to 1,146 ha. This exceeds the functional target of no less than 750 ha. There are clear differences between subareas. During the last four years, most subareas have on average declined in size compared with the previous four years, despite the fact that there were no peaks in the average high tides. This could indicate that the pioneer salt marsh is beginning to be squeezed between the expanding salt marsh in the areas protected by the brushwood groynes on one side, and the tidal flats which are not protected by the groynes on the other side.
4. Individual pools and bare areas of mud in the marsh, which occur as a result of a slowdown or cessation of drainage, may not exceed 1,000 m² in area, and in total may not be larger than 5% of the total area of the salt marsh: this fourth functional objective can also only be assessed after the publication of the new VEGWAD vegetation map by RWS-CIV in 2016.

Biodiversity of the salt-marsh works (Chapter 4)

Sedimentation, drainage and grazing are the decisive factors in the vegetation zonation. The succession/maturation to sea couch vegetation and the decline in biodiversity over time observed in the monitoring plots are a natural consequence of the accumulation of sediment in combination with reduced grazing. Since 2013 the salt-marsh works has allowed grazing to be introduced into a large part of the Groningen salt-marsh works, and the effects of this should become visible over the coming years.

The biodiversity of the salt-marsh vegetation is monitored every six years by RWS-CIV and vegetation maps drawn up for the whole area, including the salt pastures created by coastal farmers before the government began its land reclamation works and sometimes the summer polders (these lie between the salt marsh and the main sea wall, protected by low summer dikes, and are flooded only during very high tides). The new map of the salt marsh works will be completed during the course of 2016 and could therefore not be discussed in this report.

Current management to meet the conservation objectives and conclusions (Chapters 5 and 6)

The management of the salt-marsh works has been adapted regularly over the past 30 years in line with changing objectives and/or new developments. The initial aim was mainly to expand the area of salt marsh, but now greater attention is paid to the maturation of vegetation through succession. In time succession will not only lead to a larger area of climax vegetation, but will also restrict the area

available for the pioneer salt marsh, which will become sandwiched between the expanding high meadow and the tidal flat not protected by brushwood groynes. In this zone the management and maintenance of these groynes could be adapted as part of measures to try to solve this problem. Besides rejuvenation, the conservation and policy objectives on increasing the dynamics and naturalness of the salt-marsh system could also be incorporated into such attempts. The fact that the current areas of the pioneer salt marsh and salt marsh more than meet the functional objectives allows leeway for adapting the management regime. This could become the third major change in the management of the salt-marsh works. In this regard it is important that, in cooperation with all parties involved, the current management regime becomes much more tailored to specific local conditions.

As the attempts made over the past 30 years to increase the naturalness of the salt marsh by locally stopping certain types of management have generated visible results, 'doing nothing' would appear to be a useful option in such an approach. This could involve locally stopping maintenance work on the second cross-shore dam (parallel to the coast) to stimulate a more natural transition to the tidal flat and create space for the pioneer salt marsh to develop. When choosing a suitable location for carrying out a pilot study, various factors have to be taken into consideration. Important among these is the state of the groynes, because an area with groynes that need renovation may be suitable right away, whereas an area where the groynes have been renovated is unlikely to be suitable for the next 30 years (the useful life of a groyne).

In anticipation of the survey of the state of the groynes to be carried out by RWS, the six subareas covered by this report have been evaluated against several other significant factors. This assessment indicates that the Friesland-midden subarea is a promising search area as it meets many requirements. It is a sediment-rich area with a considerable amount of salt marsh and even has an extra buffer of summer polders between the marsh and the sea wall; the area of high marsh has expanded in recent years, but the pioneer zone has not; and the management organisation (It Fryske Gea) wants to create a more natural transition to the tidal flat.

Although sedimentation rates in the Groningen subareas are lower than or similar to those in Friesland – thanks to an extra cross-shore dam (in Groningen-oost) – this does not necessarily mean that a pilot project is not possible in the Groningen salt-marsh works. However, any pilot projects there would probably be small and require a more individual approach than in Friesland.

Various examples can be given of cases where management decisions (e.g. on biodiversity) clash with the policy of achieving a more dynamic and natural salt-marsh environment. This can give rise to dilemmas. A well-defined goal and target scenario not only helps in setting an appropriate management regime to support a specific policy, but also facilitates the subsequent evaluation of the effectiveness of the management regime. When doing so, it is essential to avoid confusing the means with the objectives.

1 Historie Friese en Groninger kwelderwerken

1.1 Landaanwinning

In Noord-Nederland zijn de kustboeren vanaf de 17^e eeuw begonnen de kwelderaanwas te stimuleren door greppels te graven. Daardoor ontstonden buitendijkse gronden met een kunstmatig afwateringssysteem in plaats van een grillig natuurlijk krekensysteem. Met deze vorm van landaanwinning, de "boerenmethode" genoemd, werden tot omstreeks 1925 behoorlijke resultaten bereikt. Als gevolg van juridische geschillen over het eigendom van de aanwassen en van economische omstandigheden werd door de oevereigenaren steeds minder aan de stimulering van de kwelderaanwas gedaan waardoor de vorming van nieuwe kwelders steeds slechter verliep. In plaats van aanwas kwam zelfs afslag van kwelders voor, wat tenslotte gevaar begon op te leveren voor de zeedijken die toen nog volledig groen waren.

Omdat de boerenmethode van landaanwinning onvoldoende resultaten opleverde werd door het Rijk een Duits systeem in aangepaste vorm ingevoerd. Het nieuwe element bij deze zogenaamde Sleeswijk-Holstein-methode is het gebruik van bezinkvelden omgeven door rijshoutdammen van lichte constructie (*Figuur 1.1*). Door het stelsel van dammen en watergangen zijn de omstandigheden voor de sedimentatie en de vestiging van kwelderplanten gunstig. In de bezinkvelden is minder golfslag en kan nauwelijks stroming evenwijdig aan de kust optreden. De greppels werden na opvulling weer zo snel mogelijk opgeschoond (in de praktijk 1x per jaar). Het **doel** was niet zozeer het streven naar een kwelder, maar naar opslibbing van een laag slib die later na indijking voldoende dik en geschikt zou zijn voor landbouwkundig gebruik.

1.2 Delimitatiecontracten

Voordat het Rijk begon met de landaanwinningswerken langs de Groninger noordkust lag er een geschil over het eigendom van de kwelders en aanwassen tussen het Rijk en de oevereigenaren. Dit geschil was een gevolg van de bezetting door Napoleon en de blijvende invoering van Franse wetgeving in 1811. Volgens die wet hadden de boeren langs de kust het eigendomsrecht op de kwelders die gevormd werden aan de zeezijde van hun eigendom. Zo nu en dan werden nieuw aangegroeide kwelders door samenwerkende boeren definitief aan hun landbouwgrond toegevoegd door aanleg van een zomerdijk (in Friesland) of een nieuwe zeedijk (in Groningen). Het Rijk was daar niet gelukkig mee omdat daardoor steeds meer rijksground overging in handen van particulieren. Pas na 1932 was de Staat der Nederlanden bereid het geschil op te lossen door een "Acte van Dading" aan te gaan met alle individuele oevereigenaren in Groningen en sommige in Friesland. Dit zijn de zgn. "delimitatiecontracten", de oorsprong van de huidige kwelderwerken, die nog steeds van kracht zijn.

In de delimitatiecontracten wordt inpoldering van de aangewonnen gronden niet apart behandeld, omdat inpoldering ten tijde van de oorspronkelijke opstelling van de contracten nog vanzelfsprekend was. Enkele bepalingen uit die delimitatiecontracten zijn (Dijkema *et al.*, 2001):

- Het gebied waarin de oevereigenaren het recht van eigendom op de aanwas behouden wordt begrensd door de delimitatielijn op 300 meter zeewaarts van de toen bestaande groene kwelder (= "Afgespaalde kweldergrens").
- De Staat verplicht zich in deze strook (= "delimitatiestrook") naar eigen oordeel landaanwinningswerken aan te leggen en te onderhouden totdat deze strook beweidbare kwelder is geworden. Daarna kan de delimitatiestrook worden overgedragen aan de oevereigenaar, na betaling van een deel van de geschatte waarde.
- De oevereigenaren hebben het recht van voorkoop op de strook 500 meter zeewaarts van de eigendomsgrens, indien deze strook beweidbaar is geworden; of indien de Staat de landaanwinning daar 8 jaar heeft stopgezet.

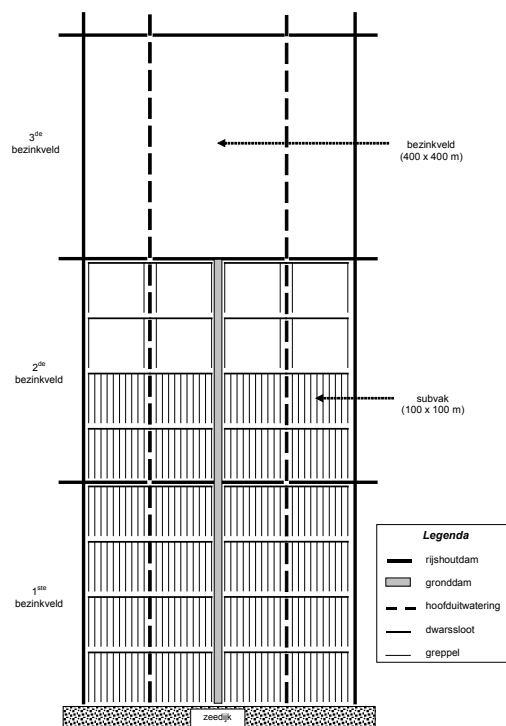
Aan het begrip ‘beweidbare kwelder’ uit deze oorspronkelijke delimitatiecontracten zijn, voor zover bekend, geen vaste criteria verbonden geweest. Het is echter het meest waarschijnlijk dat hieronder een grazige kwelder werd verstaan met een hoge bedekking laagblijvende grassen, zoals bv. Gewoon kweldergras, Roodzwenkgras en Fioringras. Deze term wordt in het beheer nog regelmatig gebruikt, maar om beheermaatregelen goed te kunnen evalueren, zou het verstandig zijn het begrip beweidbare kwelder beter te definiëren.

In 2014 zijn voor Groningen de delimitatiecontracten n.a.v. het project Kwelderherstel Groningen ‘aangepast aan de moderne tijd’, en opnieuw notarieel ingeschreven. In die nieuwe contracten is het gebruik van de delimitatiestrook overgedragen aan de oevereigenaren. RWS blijft zorgen voor onderhoud van de kwelderwerken om het kwelderareaal in Groningen in stand te houden. De verplichting om ‘land aan te winnen totdat er een beweidbare kwelder is ontstaan’ heeft de Staat nu dus echter niet meer.

1.3 Technische aspecten van de landaanwinningswerken

In de Waddenzee liggen langs de noordkust van het vasteland van Groningen en Friesland 6000 ha voormalige landaanwinningswerken. Door middel van begreppeling en het onderhouden van de watergangen en rijshoutdammen zijn de natuurlijke processen gestuurd en heeft zich spontaan een kweldervegetatie gevestigd. Uit de praktijk van het natuurbeheer is gebleken dat een dergelijk half-natuurlijk landschap het beste in stand wordt gehouden door een beheer dat aansluit bij de traditionele methode waardoor het is ontstaan (Westhoff, 1949, 1971). In dit geval is dat zeker van toepassing, met name waar het de bescherming door middel van rijsdammen betreft, want zonder die bescherming zouden zowel de pionierzone als de kwelders door afslag verloren gaan. Zonder de vroegere ‘werken’ zouden de vastelandkwelders er nu niet zijn en zonder ‘werken’ nu zouden deze kwelders weer verdwijnen.

Een bezinkveld (of sedimentatieveld) is 400x400 m groot en onderverdeeld in 16 subvakken (of pandjes) van 100 x 100 m (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Schematische indeling van één reeks bezinkvelden van de zeedijk naar het wad. De totale huidige Friese en Groninger kwelderwerken bestaan uit ruim 100 soortgelijke eenheden.

De rijshoutdammen, gronddammen en ontwatering zijn volgens een vast patroon aangelegd (op een enkele uitzondering na). De hoofdwateringen bevinden zich elke 200 m loodrecht op dijk, de dwarsloten elke 100 m evenwijdig aan dijk (afwaterend op de hoofdwatering) en de greppels elke 10 m (afwaterend in een dwarsloot). In de loop der jaren hebben er op locaties met een geringe opslibbing wel aanpassingen van deze basis-layout plaatsgevonden, waarbij dan vooral een vakverkleining van het bezinkveld werd toegepast naar 200x200 m door het plaatsen van tussen- of dwarsdammen.

1.4 Van landaanwinning naar kwelderwerken

Zowel voor de bezinkvelden (*Figuur 1.1*) en de jonge kwelders aan de noordkust als voor de daarin uitgevoerde werkzaamheden werd de term "landaanwinningswerken" gebruikt (Dijkema *et al.*, 2001). Aanvankelijk was deze term juist aangezien het uiteindelijke doel inpoldering van de aangewonnen kwelders en de slikvelden was. In de periode 1969-1980 zijn er echter **drie nieuwe doelen** voor de landaanwinningswerken gekomen:

1. Voldoen aan de verplichtingen in de contracten met de oevereigenaren (o.a. streven naar 300 m beweidbare kwelder in de zogenaamde delimitatiezone).
2. Het gebruik van kwelders als onderdeel van de kustbescherming, opgevat als handhaving van omvang van het voorland voor de zeedijk (1969).
3. Bescherming en herstel van de natuurlijke waarden (1980).

Om deze gewijzigde doelen te verwoorden is de nieuwe naam "kwelderwerken" gekozen. Voor het beheer van de kwelderwerken door Rijkswaterstaat wordt tegenwoordig het volgende streefbeeld gehanteerd (Van Duin *et al.*, 2007):

- Handhaving huidig areaal vastelandskwelders binnen de kwelderwerken: compensatie voor kwelders die door indijkingen in het verleden verloren zijn gegaan.
- Natuurlijke ontwikkeling van de kwelders: het beheer van de kwelderwerken is op de langere termijn gericht op het zoveel mogelijk benaderen van een natuurlijke kwelderstructuur. Voorwaarden zijn behoud van de huidige oppervlakte en een zo gering mogelijk ruimtebeslag op het voorliggende wad.
- Verbeterde natuurlijke vegetatiestructuur, inclusief de pionierzone: het behoud en de ontwikkeling van een volledige successiereeks van pionierzone naar kwelderzones, met bijbehorende natuurlijke dynamiek.

Het beheer en het onderhoud van de kwelderwerken worden uitgevoerd door RWS Noord-Nederland. Richtlijn voor het beheer en het onderhoud zijn de functie-eisen in het "Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008" van RWS (Tilma, 2008):

- **Functie-eis 1:** Het totale areaal van de jonge kwelders in Fryslân en Groningen bedraagt minstens 1250 ha (gemiddelde van de laatste 5 jaren). Hiervan ligt minstens 1/3 (420 ha) in elke provincie.
- **Functie-eis 2:** De actuele kweldergrens mag nergens verder teruggaan dan tot de oorspronkelijke grens particulier eigendom (de "oude" kwelder, ook wel de "afgepaalde kweldergrens").
- In 2006 zijn de "afgepaalde kweldergrens" (= grens om de oude, particuliere kwelder) en de delimitatielijn (= grens om de 300 m strook zeewaarts van de afgepaalde kweldergrens) over de vegetatiekaarten gelegd, zodat de ontwikkeling van de vegetatie t.o.v. deze lijnen nauwkeuriger kan worden getoetst.
- **Functie-eis 3:** Minimaal 750 ha pionierzone met een vegetatiebedekking >5 % binnen de kwelderwerken, voor beide provincies tezamen (berekend gemiddelde van de laatste 5 jaar).
- **Functie-eis 4:** Waterplassen en kale plekken op de kwelder, die zijn ontstaan als gevolg van stagnatie waterafvoer, mogen per geval niet groter zijn dan 1000 m² en gezamenlijk niet groter dan 5 % van de totale kwelderoppervlakte.

Per zes jaar beoordeelt de Werkgroep kwelderwerken (bestaande uit RWS, beheerders en IMARES) de stagnatie in waterafvoer, die kan leiden tot waterplassen en kale plekken. Daarvoor worden de vegetatiekaarten van RWS-CIV gebruikt. Een verandering van lage kwelderzone (vegetatiezone 21) naar pionierzone (zone 12) of naar kwelder met pionierplanten (zone 22) wordt als een gevolg van vernatting aangenomen.

Het beheer van de kwelderwerken langs de Friese en Groninger vastelandskust heeft jarenlang in het teken van het behoud van het kwelderareaal gestaan (kwantiteit). Momenteel groeien de Friese vastelandskwelders, is het areaal van de Noord-Groninger kwelderzone stabiel en neemt het kwelderareaal in de Dollard heel langzaam af door kliferosie (Esselink *et al.*, 2011). Naast het areaal wordt al enige tijd ook aandacht besteed aan de kwaliteit van de kwelders. Belangrijke kwaliteitsdoelen, vastgesteld in Natura 2000 en de Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB), hebben betrekking op verjonging van de kwelder en vergroting van de natuurlijkheid. Door opslibbing verandert een pionierzone namelijk via de lage en middenkwelder naar een hoge zone, waarbij de vegetatie door successie uiteindelijk het climax-stadium bereikt met dominantie van Zeekweek (of Riet en/of Kweek bij brakke omstandigheden). Deze natuurlijke veroudering kan leiden tot een uniforme soortenarme vegetatie waarbij ook de variatie aan biotopen voor vogels en ongewervelde dieren (bv. insecten en spinnen) afneemt (Dijkema *et al.*, 2001).

Veroudering leidt dus tot een algehele lagere biodiversiteit. Het kort houden van de vegetatie door natuurlijke begrazing (bv. door ganzen en hazen) of beweiding met vee kan de ontwikkeling van een climax-vegetatie vertragen of kan die tegengaan. Extensieve tot matige beweiding zorgt voor variatie in de hoogte en de structuur van de vegetatie (Bakker *et al.*, 2003a, 2003b; Kleyer *et al.*, 2003). Alleen intensieve beweiding gaat veroudering van de vegetatie volledig tegen (met name de uitbreiding van Riet in de Dollard; Esselink, 2000), maar zorgt voor een vrij uniforme, korte, grazige vegetatie en is daardoor nadelig voor de biodiversiteit. Dat geldt zowel voor de vegetatie, de ongewervelde dieren als de broedvogels (Mandema *et al.*, 2013, 2015; Van Klink *et al.*, 2015ab). De opslibbing neemt in geval van beweiding weinig af, zodat na stoppen van beweiding de climax-vegetatie door de meestal vrij hoge ligging van het maaiveld snel terugkeert. Als de bodem door verdichting/compactie of vertrapping (diepe sporen) minder goed ontwatert kan het wel wat langer duren voor de climaxvegetatie weer domineert. De maaiveldhoogte kan door vertrapping en compactie (lokaal) iets afnemen.

Beweiding en stoppen van greppelonderhoud zijn uitstekende maatregelen gebleken om veroudering van de vegetatie in de kwelder te remmen. Beweiding is daardoor dus een belangrijke factor in het beheer. Om een grotere biodiversiteit met alle van nature voorkomende vegetatietypen te verkrijgen kan een mozaïekbeweiding (= verschillend beheerde percelen) het best worden gecombineerd met cyclische beweiding (= tijdsintervallen van bv. 5 tot 10 jaar) per perceel waarin de beweiding afwisselend zeer intensief is en zeer extensief (zeer weinig tot geen beweiding). Dit vergt aanpassingen in het gebied (bv. grote beheereenheden, drinkwatervoorzieningen, veilige (vlucht)-routes voor het vee), (vergoedings-) regelingen en afspraken met oevereigenaren en boeren, die hun vee op de kwelder willen laten grazen.

In het Groninger kwelderherstelplan, dat gefinancierd is door het Waddenfonds, hebben in de periode 2011-2013 grote aanpassingen plaatsgevonden in de infrastructuur van de Groninger kwelderwerken om beweiding te faciliteren en daardoor de biodiversiteit te vergroten. Om de effecten van beweiding te kunnen verklaren is het wel van belang dat type en aantal vee, in- en uitscharingstijd en vegetatieontwikkeling goed worden vastgelegd. Ter gelegenheid van afsluiting van het project Kwelderherstel Groningen en de nog overgebleven knelpunten in het beheer is in 2013 een beheerconvenant getekend waarin de diverse betrokken partijen getekend hebben voor een blijvende inzet bij het beheer en onderhoud van de kwelderwerken. Het convenant is getekend door de Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers (VOG), Stichting Het Groninger Landschap, Natuurmonumenten, Provincie Groningen, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Hunze en Aa's en Rijkswaterstaat Noord-Nederland (namens De Minister van Infrastructuur en Milieu).

1.5 Natuurdoelen

Het beheer en de monitoring van de kwelderwerken hebben jarenlang voornamelijk in het teken van het kwelderareaal (kwantiteit) gestaan, en dat aspect is nog steeds van belang, maar de biodiversiteit (kwaliteit van de vegetatie) speelt tegenwoordig een steeds belangrijker rol bij de monitoring. Door opslibbing worden de kwelders namelijk hoger, waarbij de vegetatie door successie mee verandert. De vegetatie veroudert naar een climax (tijdelijk Zoutmelde, blijvend Zeekweek). In de eindfase gaat de

climax van Zeekweek de kwelder domineren, waardoor en de biodiversiteit sterk afneemt. Ontwatering versnelt de veroudering van de kwelderzones. Beweiding stelt de ontwikkeling van een climaxvegetatie uit of kan die zelfs terugdringen (zie ook *Tabel 1.1*).

Mede door deze successie/autonome ontwikkeling is er bij de beheer- en beleidsdoelen naast areaalbehoud ook meer aandacht voor kwaliteit (Dijkema *et al*, 2013). Voor kwelders staat zowel in de Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB 2007) als in het Trilaterale Wadden Sea Plan (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) vergroting van het areaal meer natuurlijker kwelders voorop. Hierbij wordt met name bedoeld een toename van natuurlijke morfologie (opbouw en ontwatering) en dynamiek. Het doel van Natura 2000 is "Behoud van de oppervlakte en de verbetering van de kwaliteit". De Staat van Instandhouding van kwelders in de Waddenzee wordt als "Matig ongunstig" beoordeeld. De kwaliteit kan worden verbeterd door de variatie aan hoogtezones, geomorfologische vormen (groene stranden, sluffers, zandige kwelders, kleiige kwelders) en beheervormen (beweide en onbeweide kwelders) te behouden of te herstellen.

Tabel 1.1

Areaal in ha op basis van vegetatiekaarten van RWS-CIV 2008. Pionierzone van luchtfoto's; Waddenzee bedekking > ca. 5 %. Areaal vastelandkwelders = boerenkwelders + kwelderwerken (zonder zomerpolders).

Kartering	Pionierzone		Kwelderzone		Waarvan climaxvegetatie	
	ha	%	ha	%	ha	%
Groningen vasteland (2008)	497	35	918	65	447	49
Friesland vasteland (2008)	850	34	1625	66	358	22

1.6 Veranderingen in beheer

Het beheer en de ontstaanswijze van de kwelders langs de Friese en Groninger kust (*building with nature avant la lettre*), die tot het uitgebreide areaal half-natuurlijke kwelder heeft geleid zijn nauw verbonden. Sinds de wijziging in de functie van landaanwinning naar natuur is het beheer (onderhoud rijshoutdammen, ontwatering en beweiding) in de kwelderwerken gaandeweg drastisch veranderd in bepaalde opzichten. De aanpassingen, die hieronder kort besproken worden, zijn meestal gepaard gegaan met pilot-experimenten en zijn vaak gericht (geweest) op het afbouwen van bepaalde inrichtings- of beheermaatregelen. Alle stappen tijdens dit veranderingsproces zijn zorgvuldig afgewogen door de Werk- en Stuurgroep Kwelderwerken waarin vertegenwoordigers van de belanghebbenden zitting hebben. Het is gebleken dat het systeem goed in staat is zich tijdens deze afbouw zelf aan de nieuwe omstandigheden aan te passen. Dit leidt niet alleen tot geleidelijke veranderingen, maar ook tot veranderingen op de daarvoor binnen het systeem meest geschikte plekken.

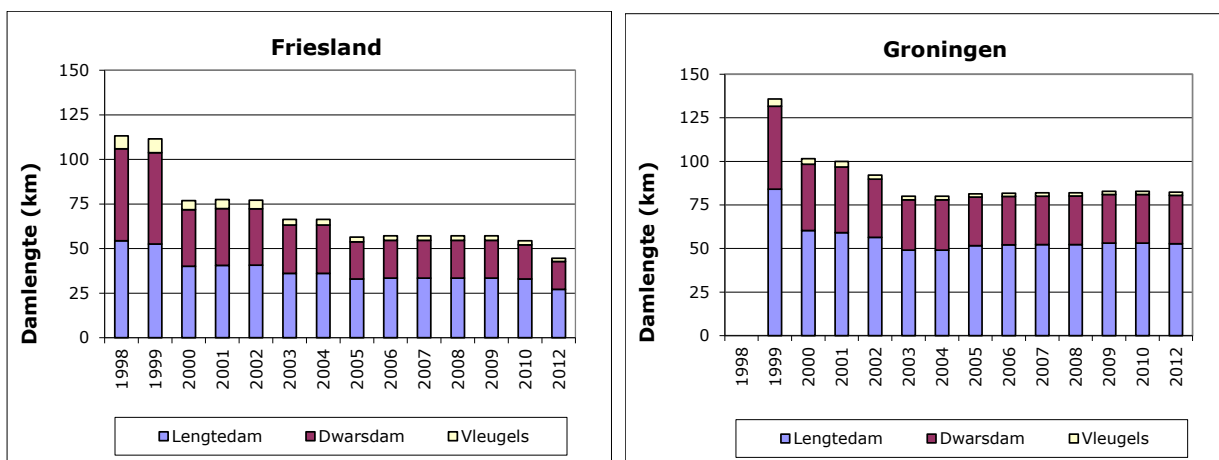
1.6.1 Rijshoutdammen

De afgelopen 25 jaar is veel aandacht besteed aan een optimalere rol van de rijshoutdammen voor de bescherming van de kwelder en pionierzone en er is een steeds verdere verschuiving richting maatwerk: continueren van onderhoud of eventueel zelfs intensiveren indien nodig en verminderen van onderhoud of zelfs stoppen waar mogelijk. Ook de aandacht voor de kwaliteit van de dammen heeft geholpen de jaarlijkse hoeveelheid damonderhoud te verminderen. Belangrijke maatregelen die zijn genomen:

- Hoogste prioriteit vanaf 1989 was het voorkomen van achterloopsheid van dammen (= uit- of onderspoeling van dammen; zie *Foto 1-links*) door herstel van de verbinding tussen rijshoutdammen en kwelder met hout en/of grond;
- Vanaf 1989 zijn twee maatregelen genomen die hebben geleid tot de omslag van erosie naar aanwas: (1) strijklengte tussen de hoofddammen in de pionierzone is op veel locaties in Friesland en Groningen verkleind naar 200 m d.m.v. tussendammen, en (2) het stoppen met onderhoud in de buitenste bezinkvelden (= wadzone lager dan GHW – 60 cm) (*Foto 1-midden*);

- De dammen zijn kwalitatief verbeterd door aanpassing van de damhoogte aan de stijging van GHW en aan de bodemdaling door aardgaswinning. Vanaf 2000 wordt duurzamer vulhout toegepast (Fijnspar, Douglas en/of Sitkaspar; De Vries & De Jong, 2000). Voor de palen wordt Grove den gebruikt;
- In Friesland is in 2006 het damonderhoud in het westelijke deel (ca. van Zwarte Haan tot Nieuwe Bildtzijl) gestopt vanwege de extreem snelle opslibbing;
- In Groningen is in het oostelijke deel van de kwelderwerken de achterblijvende opslibbing verbeterd door een damrenovatie in de periode 1994-1998: tussendammen plus een dwarsdam van 10 km parallel aan de kust van de Noordpolder en Lauwerpolder op 200 m van de kwelder. Deze werkzaamheden zijn mede uitgevoerd met het oog op de bodemdaling door gaswinning in Groningen-oost. Daarentegen is het onderhoud aan de 2^e dwarsdam in dit gebied in de periode 1998-2002 opgeschort.

Dankzij de wijziging van het dammenpatroon is het ruimtebeslag van de buitenste bezinkvelden op het wad met ca. 2000 ha verminderd en is, ondanks het plaatsten van extra dammen op sommige locaties, de totale damlengte (lengte-, dwarsdammen en vleugels zie *Figuur 1.2*) die momenteel in onderhoud is in de kwelderwerken sinds 1998 teruggebracht van ca. 250 km tot ca. 130 km.



Figuur 1.2 Bestand aan rijshoutdammen in onderhoud in de kwelderwerken (bron: RWS legger Friesland 2012 en Groningen 2011).

Het damonderhoud vindt tegenwoordig plaats in een 3-jaren cyclus (*Bijlage 1*) op basis van prestatie-eisen ³. Uitgangspunten voor het damonderhoud zijn de functie-eisen 1 en 3, 4), gebaseerd op de arealen rond 1980. De Natura 2000-doelen gaan uit van het behoud van de arealen kwelder- en pionierzone rond het jaar 2000. Vanwege de gewenste natuurlijke dynamiek is flexibiliteit nodig. Het kwelderareaal binnen de Friese kwelderwerken is de laatste decennia met ca. 50% gegroeid, en is in Groningen vrij stabiel. De instandhouding van de rijshoutdammen in Friesland is daarom aangepast. Het bestek voor Friesland is gebaseerd op bewezen uitgangspunten voor rijshoutdammen. Belangrijke punten in het door de Stuurgroep Kwelderwerken in 2010 aangenomen advies voor Friesland waren:

³ Voor het onderhoud van de rijshoutdammen werkt RWS Noord-Nederland met een 3-jarig prestatiebestek plus twee maal een éénjarige verlenging (de huidige contractperiode loopt van nov. 2012 t/m okt. 2017):

Jaar 1: dammen volledig gevuld; dammen uitgebreid en verhoogd; geen spoelgaten.

Jaar 2: draad op spanning als bij "volledig gevuld"; geen spoelgaten.

Jaar 3: vulhout geborgd.

Plaatselijk damverlenging i.v.m. achterloopsheid en plaatselijk damverhoging i.v.m. de staat van onderhoud. Verergering van achterloopsheid wordt voorkomen door de aansluiting van de rijshoutdam op de gronddam plaatselijk met een paar bakjes grond te repareren.

Het kwelderareaal is opgedeeld in 6 vrijwel gelijke blokken, waarvan er jaarlijks steeds twee worden onderhouden (*Bijlage 1*).

1. Behoud van de kweldervegetatie door een strikte bescherming van de pionierzone tot ca. GHW – 50 cm zeewaarts d.m.v. de huidige dammen loodrecht op de kust, met een damhoogte van GHW + 30 cm:
 - Dit uitgangspunt is de basis om de arealen kwelder- en pionierzone in stand te houden. Strijklengtes van 200 m tussen de dammen loodrecht op de kust waren de sleutelfactor voor de omslag van erosie naar aanwas;
 - Verwacht wordt dat besparingen op damonderhoud loodrecht op de kust ongewenst zijn, omdat die opnieuw kunnen leiden tot een omslag zoals in de jaren '90 van de vorige eeuw, nu van aanwas naar erosie;
 - De advieshoogtes voor de dammen worden alleen bij volledige damrenovatie toegepast.
2. Flexibel onderhoud van de rijshoutdammen evenwijdig aan de kust, afhankelijk van de ontwikkeling van de arealen kwelder- en pioniervegetatie na het jaar 2000:
 - De gedachte was de rijshoutdammen evenwijdig aan de kust in Friesland lager bij te vullen. Uit een inventarisatie door RWS in 2011 is gebleken dat deze dammen oud en al laag aangelegd zijn. Besparing is daarom niet direct mogelijk, maar wel op termijn omdat deze dammen niet in een renovatieprogramma zullen worden opgenomen.
3. De resultaten van de monitoring terugkoppelen naar het beheer. Verdere optimalisatie van de dammen is een blijvend aandachtspunt van RWS-NN, Stuurgroep Kwelderwerken en WOK-Werkgroep:
 - Dammen loodrecht op de kust die <20 cm boven het maaiveld uitsteken niet langer onderhouden (*Foto 1-rechts*). Uit de inventarisatie door RWS in 2011 bleek dat op grond van dit criterium een lengte van 2,5 km dammen bespaard kon worden; in het voorjaar van 2016 zal een nieuwe inventarisatie worden gedaan om te zien of het dammenareaal nog verder teruggebracht kan worden.
 - De rijshoutdammen oostelijk van Holwerd 4 jaar lang niet bijvullen (wel draden neerzetten om rijshout niet te laten uitspoelen) en de hoogte van het maaiveld volgen. Dit bespaart 8 km dam.
 - Eventuele achterloopsheid van rijshoutdammen leidt direct tot erosie. Dit daarom blijvend monitoren, inventariseren en, indien gewenst, repareren.



Foto 1 links: Onderspoeling/achterloopsheid bij dam; **midden:** Leeggespoelde, niet meer onderhouden dam in achterste/derde bezinkveld en **rechts:** Een vrijwel onder het maaiveld verdwenen rijshoutdam.

Het volledig stoppen met onderhoud aan de dammen kan er voor zorgen dat de over het algemeen op dit moment juist gewenste jonge stadia verdwijnen en de gerijpte kwelder door kliferosie vervolgens langzaam verdwijnt. De kwelder oost van Wierum is hier een duidelijk voorbeeld van: de pionierzone is vrijwel geheel verdwenen en er vindt kliferosie plaats (*Foto 2*). Het voorliggende wad is lager komen te liggen en zonder hernieuwde bescherming van rijshoutdammen om de dynamiek te verminderen is de kans zeer klein dat er een nieuwe pionierzone zal ontstaan. De kennis die de afgelopen decennia is opgedaan over de effecten van de dammen op aanwas en erosie biedt echter ook mogelijkheden om van het onderhoud nog meer maatwerk te maken dan al het geval is.



Foto 2 Eroderende kwelder ten oosten van Wierum (NO-Friesland); op het wad zijn de restanten van de rijshoutdammen/ sedimentatievelden nog duidelijk zichtbaar (bron: GoogleEarth).

1.6.2 Stoppen met grondwerk/onderhoud aan het ontwateringssysteem

De oorspronkelijke kunstmatige ontwatering werd toegepast, omdat het een stimulerend effect op de vegetatieontwikkeling heeft:

- de vegetatiezones vestigen zich op een lager niveau dan normaal;
- erosie als gevolg van waterplassen en kale plekken wordt voorkomen;
- er treedt versnelde successie op naar een vegetatie met lage biodiversiteit (Zeekweek).

Na het veranderen van de hoofddoelstelling 'landaanwinning' naar 'vergroten natuurlijkheid' wordt overal in de internationale Waddenzee het onderhoud aan hoofdleidingen, dwarssloten, greppels en gronddammen in de kwelders verminderd of gestopt. Het grondwerk, ten behoeve van het onderhoud van ontwateringssysteem in de Friese en Groninger kwelderwerken (zonder zomerpolders en boerenkwelders), is in dertig jaar teruggebracht van bijna 1.000.000 m³ naar 7.000 m³ in het jaar 2000. Vanaf dat jaar beperkt Rijkswaterstaat het grondwerk tot incidenteel aangooien van de rijshoutdammen en tot het voorkomen van achterloopsheid tussen de gronddammen en de rijshoutdammen (*Figuur 1.3*).

In het kader van het projecten Kwelderherstel Groningen (o.a. Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers) is in de periode 2011-2014 eenmalig grootschalig grondwerk uitgevoerd, o.a. uitgraven (hoofdleidingen, beperkt), verondiepen (voornamelijk diepe dwarssloten en greppels) en ophogen gronddammen als veevluchtroute. Dit valt echter buiten het reguliere onderhoud door RWS, maar geldt voor het in 2016 te verschijnen nieuwe trilaterale Quality Status Report wel mee als ingreep.

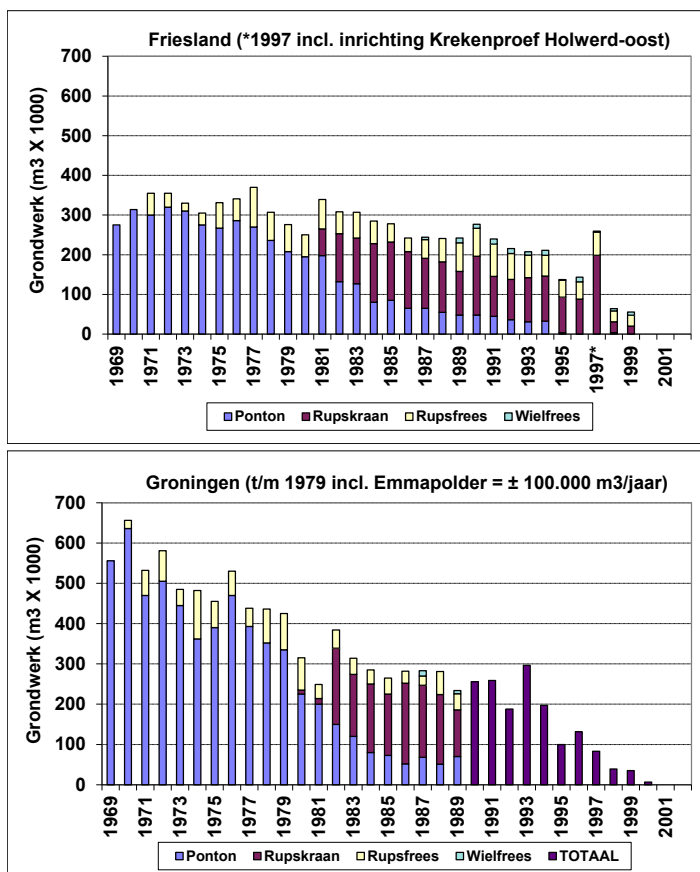
De effecten van stoppen met grondwerk waren vooraf door RWS getest met het geleidelijk afbouwen van grondwerk in zes proefvakken en zes aangrenzende meetvakken (Bossinade *et al.*, 1998). Er werd gekeken naar verschillen in de ontwikkeling en samenstelling van de vegetatie en naar verschillen in de hoogteontwikkeling. Er werd uitgegaan van de veronderstelling dat minder grondwerk (greppelen) een slechtere ontwatering van de kwelder tot gevolg heeft. Vernatting van de bodem is van invloed op de vegetatie, doordat een verschuiving optreedt van 'droge' naar 'natte' planten. In de proefgebieden Het Bildt (Fr.), Negenboerenpolder (Gr.) en Noordpolder (Gr.) trad een dergelijke verschuiving op. In de overige proefgebieden, Ferwerd (Fr.), Westdongeradeel (Fr.) en Julianapolder (Gr.) bleef deze verschuiving achterwege. Het vergelijken van de hoogte in de proefvakken en aangrenzende meetvakken bracht geen verschillen in ontwikkeling aan het licht: enkele proefvakken bleven iets achter en anderen ontwikkelden zich iets gunstiger (zie ook de vergelijkbare lange termijn studie van Michaelis, 2008). De conclusie was dat grondwerk in de zin van het regelmatig (her)graven van greppels volgens een vast patroon niet zonder meer tot de meest optimale ontwikkeling van de vegetatie leidt. Vooral in de pionierzone bleek vermindering van het grondwerk vaak te leiden tot

betere resultaten in de vegetatieontwikkeling in de proefvakken in vergelijking met die in de aangrenzende meetvakken. Uit de analyse van de hoogtegegevens bleek daarnaast dat er geen effect van grondwerk op de opslibbing kon worden aangetoond (Dijkema *et al.* 1991, 2001; Michaelis, 2008). Met toenemende hoogte van de kwelder slibt het ontwateringssysteem minder snel dicht.

Er wordt verwacht dat er door de huidige sterke beperking van het grondwerk een geleidelijke passieve vernatting zal optreden waardoor de oorspronkelijke versnelde successie naar vegetatie met een lage biodiversiteit (bv. climaxvegetatie met Zeekweek) afneemt. De eerste effecten zijn al waarneembaar. In Friesland is sinds 2003 ter hoogte van Het Bildt en het Noorderleeg de kwelderzone met pionierplanten (vegetatiezone 22) fors toegenomen, zowel in de kwelderwerken als in de verkwelderde zomerpolder. Het patroon van de verandering omvat de gehele pandjes, wat duidt op vernatting door een dichtgeslibd ontwateringssysteem in combinatie met vertrapping door beweiding met paarden (Dijkema *et al.*, 2013). In de Groninger kwelderwerken is de kwelderzone met pionierplanten sinds 2003 (tot aan intensivering van de beweiding sinds 2012 door het Groninger kwelderherstelplan) weinig veranderd en dan met name op de boerenkwelder. Ter hoogte van het midden van de Negenboerenpolder is ca. 20 ha lage kwelderzone (vegetatiezone 21) veranderd in pionierzone (vegetatiezone 12). Het patroon van de verandering ligt op het midden van de pandjes, wat duidt op vernatting door dichtgeslibde (delen van) greppels. Zie ook *Foto 3* en *Figuur 1.4* voor de schematische ontwikkeling van het ontwateringssysteem na verminderen van het grondwerk. Daarnaast zijn door de beperking van grondwerk op enkele locaties in de pionierzone natuurlijke kreken ontstaan (*Foto 4*).

Samengevat houdt het huidige greppelonderhoud in:

- Nergens begreppelen in de pionierzones van de kwelderwerken.
- Slechts begreppelen in de secundaire pionierzones van de kwelderwerken waar dat voor of in 2008 al plaatsvond of waar gevaar is op erosie van meer dan 5 % van de totale kwelderoppervlakte.
- In de kwelderwerken de begreppeling beperken tot het mogelijk maken van beweiding. Daarbij wel rekening houden met het feit dat beweiding geen doel op zich is, maar een middel tegen veroudering/ verkweking van de kwelder.
- Het greppelonderhoud moet bij voorkeur niet overal hetzelfde te zijn, want een gevarieerd greppelbeheer leidt tot een hogere biodiversiteit.



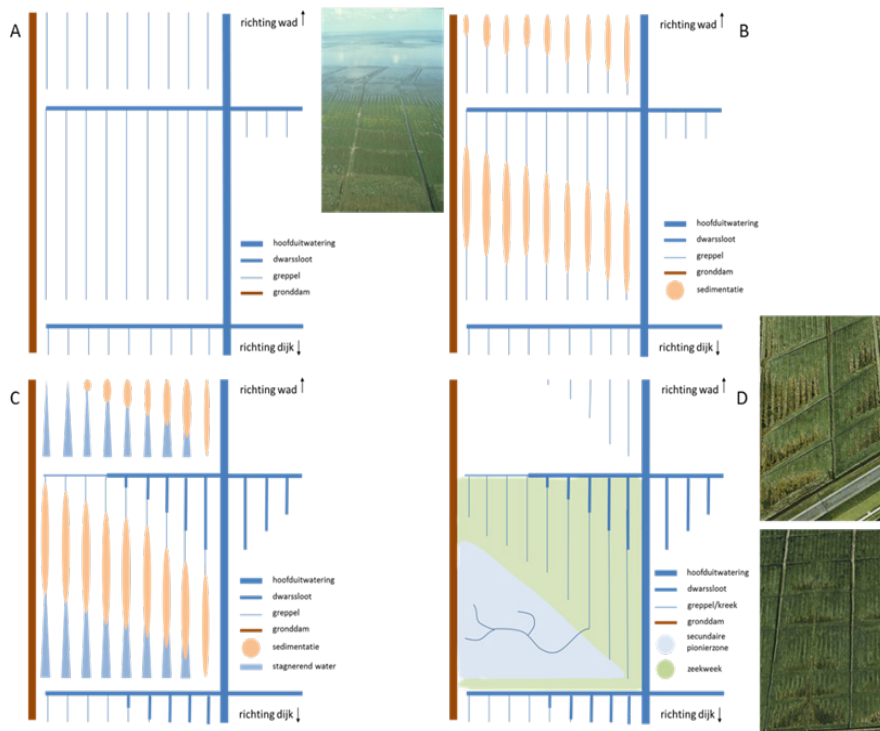
Figuur 1.3 Grondwerk in de Friese en Groninger kwelderwerken (zonder zomerpolders en boerenkwelders). Grondwerk is teruggebracht van 970.000 m³ in 1970 naar 7.000 m³ in 2000.



Foto 3 Bij vernatting door dichtgeslibde (delen van) greppels wordt de Zeekweek (lichtgroene delen) verdrongen door o.a. Zeeaster en Engels slijkgras (donkergroene delen).



Foto 4 Natuurlijke priel en kreek in de pionierzone in de Friese kwelderwerken.



Figuur 1.4 Schematische ontwikkeling ontwateringssysteem: (A) Oorspronkelijk ontwateringssysteem; (B) Na stoppen onderhoud slibt centrale deel van de greppels dicht; (C) Greppels en dwarsloten dicht bij hoofdleiding worden dieper en in afgesloten greppels blijft vaak water staan waardoor uiteindelijk kunnen ontstaan en vegetatie verdwijnt of richting lagere zones verschuift; (D) na verloop van tijd kan vanuit de kom door terugschrijdende erosie een verbinding met een greppel gemaakt worden waardoor ontwatering, opslibbing en vegetatieontwikkeling weer op gang komen (bv. secundaire pionier vegetatie). (uit: Wesenbeeck et al., 2014)

1.6.3 Beweiding

Rond 1980 waren in de Friese kwelderwerken twee uitersten in beweiding aanwezig, intensieve 'biljartlaken'-beweiding of geen beweiding, waardoor weinig variatie in de vegetatie aanwezig was. De beweiding vond plaats op brede kwelders in combinatie met de aangrenzende zomerpolders met dobbes waardoor het vee tevens hoogwatervluchtplaatsen heeft. In de Groninger kwelderwerken daarentegen vond een niet bewust gestuurde mozaïekbeweiding plaats, omdat de beweiding-intensiteit nogal verschilde per oevereigenaar. Daardoor was er veel variatie in de vegetatie en in de aanwezige vogels (broeden, grazen en overtijen). De beweiding vond plaats op een relatief smalle strook kwelders en er waren geen vluchtplaatsen voor het vee bij hoge waterstanden.

Na 2000 is de variatie in zoutplantenvegetaties snel achteruitgegaan door minder beweiding en voortgaande opslibbing wat successie bewerkstelligt. De afname van beweiding vindt in Groningen al vanaf de dijkophoging in 1980 plaats. Dit leidt in toenemende mate tot uitgestrekte veroudering met Zeekweek. In de Friese kwelderwerken is hetzelfde proces waarneembaar, maar in een langzamer tempo.

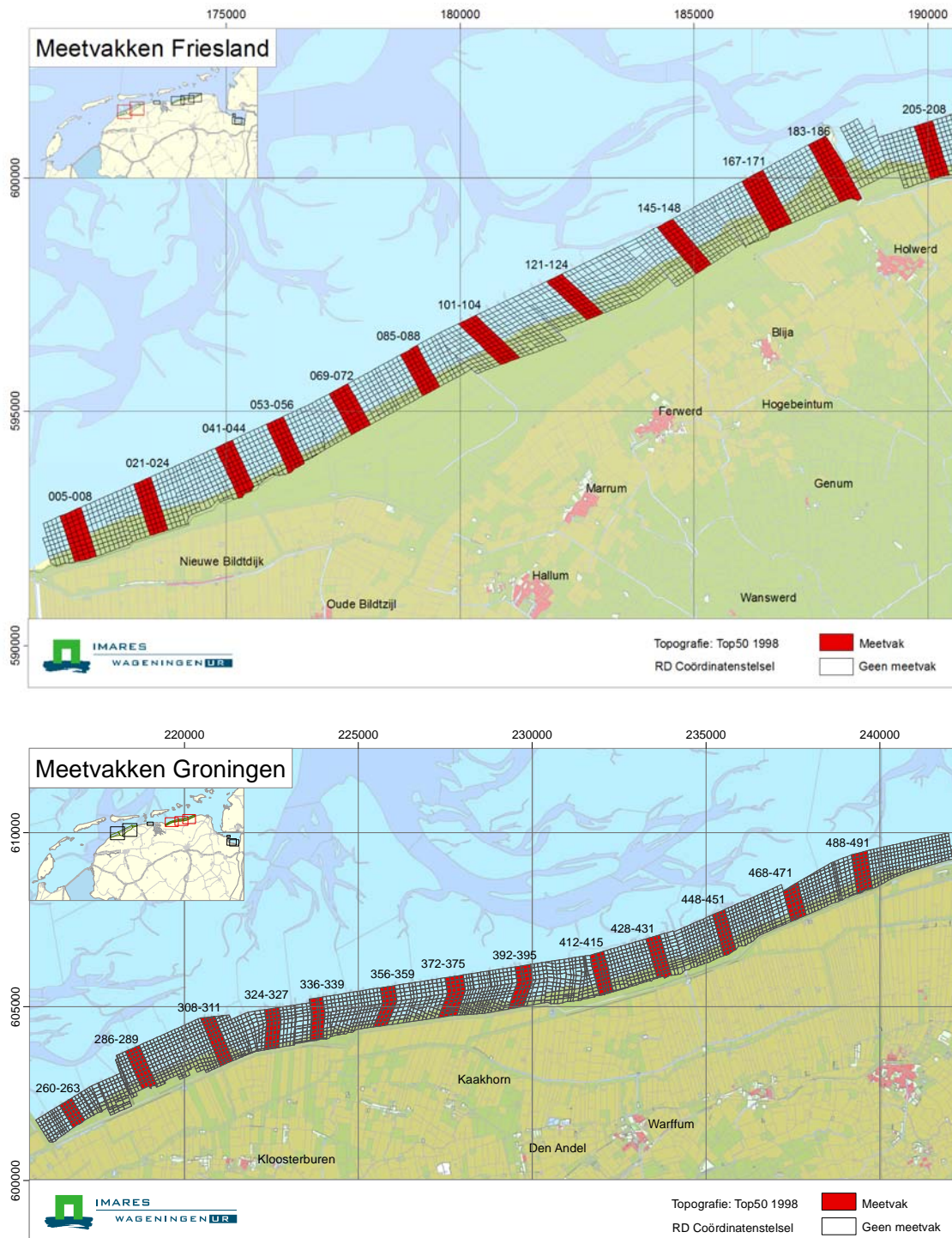
Het basisproces dat op de vastelandkwelders aan successie/veroudering naar een climax met Zeekweek ten grondslag ligt is de opslibbing, waardoor de pionierzone verandert in achtereenvolgens lage, midden- en hoge kwelderzone. De gemiddelde opslibbing van ruim 1 cm/j in de beweidbare kwelderpandjes in de afgelopen twee decennia is een duidelijke aanwijzing voor de aan de gang zijnde successie/veroudering. Immers, de successie van vegetatie is direct aan de opslibbing gekoppeld en vormt daardoor (grotendeels) een autonoom proces (Westhoff *et al.*, 1998). Door de toenemende hoogteligging en de leeftijd van het merendeel van de Nederlandse kwelders heeft deze ontwikkeling de afgelopen 20 jaar op veel zoute kwelders geleid tot een sterke uitbreiding van soortenarme climax-vegetaties, met Zeekweek als dominante soort. Dit is een algemeen verschijnsel dat zich dus ook in de Groninger kwelderwerken voordoet. Tot enkele jaren geleden was er daarnaast ook nog een afnemende beweiding waardoor de vegetatiesuccessie in de kwelderwerken ook om die reden kon plaatsvinden, terwijl de successie vroeger door de beweiding vertraagd werd.

Bij het beoordelen van de vegetatieontwikkelingen is het verstandig niet alleen te kijken naar de veranderingen in percentage oppervlak die door de verschillende vegetatiezones worden ingenomen, maar dit (waar mogelijk) ook meteen te koppelen aan de hoogteligging, ontwateringstoestand en eventueel de verdichting (compactie) van de bodem. Een gebied dat hooggelegen is, maar door beweiding begroeid is met lage kweldersoorten, zal na stoppen van beweiding namelijk eerder 'doorschieten' naar het climaxstadium dan een laaggelegen gebied, tenzij de ontwatering slecht is. Betreding door vee kan op een kleiige kwelder een verdichting van de bodemstructuur geven die niet alleen een effect kan hebben op de ontwatering, maar ook op de zuurstofbeschikbaarheid en mineralisatie. Deze drie factoren hebben allemaal gevolgen voor de vegetatie en de bodemfauna (Schrama, 2012, 2013ab). Het is belangrijk te realiseren dat niet alleen duidelijk zichtbare en/of blijvende ingrepen een groter of kleiner deel van de natuurlijke ontwikkeling kunnen belemmeren, maar dat ook ogenschijnlijk tijdelijke ingrepen of cyclisch beheer permanente gevolgen kunnen hebben voor de ontwikkeling. Dit pleit ervoor om ook enkele gebieden totaal onbeheerd te laten, zodat er ook volledig ongestoorde referentiegebieden blijven waar het niet uitmaakt of er Zeekweek staat of niet.

2 Monitoring van hoogteligging en areaal kwelderwerken

2.1 Methode: de meetvakken

In de kwelderwerken ligt vanaf ca. 1960 een monitoringsysteem van 25 meetvakken (*Figuur 2.1*).



Figuur 2.1 Ligging van de meetvakken in de Friese en Groninger kwelderwerken.

Deelgebied Friesland West = 005-056, Friesland Midden = 069-186, Friesland Oost = 205-208.
Deelgebied Groningen West = 260-327, Groningen Midden = 337-395, Groningen Oost = 412-491.

Elk meetvak bestaat uit één reeks bezinkvelden vanaf het boereneigendom grenzend aan de zeedijk naar het wad. Een meetvak is ca. 50 ha en representatief voor een kustgedeelte van ca. twee kilometer. Tot heden is door RWS Noord-Nederland (monitoring(coördinatie) en beheer) en Wageningen Marine Research - IMARES Texel (dataverwerking en jaarrapportages in overleg met de Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken, WOK) steeds hetzelfde monitoringsysteem toegepast:

- **Vegetatietransecten:** Van 1960-2004 zijn jaarlijks per meetvak in alle pandjes van 1 ha van wad tot dijk de bedekkingspercentages van de 30 afzonderlijke zoutplanten opgenomen. De eerste decennia gebeurde dat door RWS zelf en de laatste 10 jaar zijn de vegetatieopnames uitbesteed aan externe partijen. Van 2005-2008 is deze methode beperkt tot de meting van de pandjes van wad tot aan het eerste aangrenzende kwelderpandje met een bedekking van 100%. Omdat het zicht op de successie bij de kwelderpandjes bij de dijk hierdoor onderbelicht bleef worden vanaf 2009 in twee van de vier transecten per meetvak weer alle pandjes van wad tot aan de dijk opgenomen.
- **Hoogtetransecten:** Oorspronkelijk werden per 4 jaar volgens een roulerend meetprogramma in de meetvakken vaste meetlijnen evenwijdig aan de kust gewaterpast om de maaiveldhoogte te bepalen door de Meetploeg van RWS. Vanaf 2004 wordt gewerkt met een minder arbeidsintensieve methode d.m.v. RTK-GPS die vergelijkbare resultaten oplevert en wordt uitgevoerd door een externe partij. Vanaf 2013 is de frequentie van de opnames naar een 3-jarige cyclus aangepast (Bijlage 2).
- **Vegetatiekaarten:** Eens per 6 jaar wordt door RWS-CIV (Centrale Informatievoorziening) een vegetatiekaart gemaakt op basis van luchtfoto-interpretatie (VEGWAD-programma, zie *Bijlage 3*). Deze kartering wordt ook gebruikt als vlakdekkende controle van de meetvakken-methode en voor het vaststellen van de biodiversiteit van de vegetatie op het detail-niveau van vegetatietypen. Vanaf 2001 wordt elk kaartvlak in het veld opgenomen, waardoor de methode sterk is verbeterd. De meest recente vegetatiekaarten zijn van 2002 en 2008. In 2014 zijn nieuwe luchtfoto's gemaakt van de kwelderwerken. In 2016 zal de daarop gebaseerde vegetatiekaart beschikbaar komen.
- **Dataverwerking:** Deze is voornamelijk gericht op analyse van de opslibbing en hoogteligging en het areaal en de ontwikkeling van de pionierzone en de kwelderzones. Voor het vaststellen van de vegetatietypen in zowel de meetvakken als op de vegetatiekaarten zijn computer-classificaties ontwikkeld die trilateraal worden gevolgd (SALT2008 en TMAP). Voor de verwerking van de data wordt gebruik gemaakt van door RWS ontwikkelde programma's.

De meetvakken (WOK-databestand) van RWS-NN en IMARES Texel en de vegetatiekaarten van RWS-CIV zijn/worden onder andere gebruikt voor:

- Het rapporteren van de toestand van de kwelderwerken aan de beheerder Rijkswaterstaat en aan de gebruikersgroep Stuurgroep Kwelderwerken.
- Voor beheerondersteunend onderzoek, o.a. trendanalyses van autonome ontwikkeling en over de effecten van bestaand beheer, praktijkproeven, nieuw beheer en effecten van buitenaf (Dijkema *et al.*, 2007b, 2010, 2013; Van Duin *et al.*, 2007a, b).
- Als basis voor de trilaterale (Deens-Duits-Nederlandse) Waddenzee TMAP-monitoring (Wadden Sea Quality Status Reports 1999, 2004, 2009 (Esselink *et al.*, 2010)), en voor de staat van instandhouding van de Natura 2000 Habitattypen.
- Als referentie voor de Kaderrichtlijn Water (Dijkema *et al.*, 2005).

2.2 Hoogteontwikkeling 1960-2014

In 2014 zijn hoogtemetingen met RTK-GPS in de meetvakken 21, 53, 101, 167, 308, 336, 392, 428 en 488 aan het WOK-databestand toegevoegd. *Figuur 2.2 en 2.3* geven een overzicht van de bruto-opslibbing (referentie NAP), dat wil zeggen het aantal centimeters sediment dat door opslibbing bovenop de al aanwezige lagen terechtgekomen is.

Tijdens de aanleg van de **buitenste (3^{de}) bezinkvelden** (ca. 2000 ha wadzone) in de periode 1960-1968 vond daar, met name in Friesland, een zeer hoge opslibbing plaats (*Figuur 2.2*). Na het stoppen met onderhoud in de buitenste bezinkvelden rond 1990 is de opslibbing ter plaatse meestal fors afgenomen en is in sommige deelgebieden en periodes zelfs negatief. Terwijl de bescherming van de

dammen langzamerhand verminderd, verdwijnt ook geleidelijk het extra sediment, dat dankzij de dammen kon bezinken. Dit proces gaat door tot een nieuw evenwicht met het aangrenzende wad is bereikt. Opvallend is hoge opslibbing in het bodemdalingsgebied Groningen-oost in de periode 2008-2014 (*Figuur 2.3*). De opslibbing in de buitenste bezinkvelden volgt in het algemeen de hoogteligging van de aangrenzende wadplaten (Dijkema *et al.*, 2001; Hoeksema *et al.*, 2004).

Een opvallend verschijnsel in deze zone is dat de laatste jaren bij de monitoring steeds vaker Klein zeegras wordt aangetroffen in het derde bezinkveld en soms ook nog net daarbuiten op het voorliggende wad. Klein zeegras behoort net als Groot zeegras tot de 30 soorten waarvan de eventuele aanwezigheid en bedekking in de meetvakken wordt genoteerd. Het lijkt alsof de veranderingen in sedimentsamenstelling en/of hoogteligging van de laatste jaren Klein zeegras nieuwe kansen bieden (*Foto 5*).



Foto 5 Klein zeegras in het derde bezinkveld van meetvak 308-311 en 337-339

De **pionierzone** in de kwelderwerken zou niet in de huidige vorm bestaan zonder de kunstmatige bescherming van de rijshoutdammen tegen golven en stroming. De pionierzone in alle meetvakken waar vanaf 1989 vakverkleining en renovatie van de rijshoutdammen is toegepast slijt op: vergelijk Friesland-midden voor en na 1984 (*Figuur 2.2*) en Groningen-oost voor en na 1992 (*Figuur 2.3*). In Groningen-oost zijn in de periode 1994-1999 rijshoutdammen gerenoveerd en is het patroon verdicht met geld van RWS en de NAM (via de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning). Alleen in de pionierzone van Groningen-west en -midden hapert de opslibbing na 1984 ⁴). RWS heeft daarom vakverkleining en herstel van de aansluiting van dammen aan de kwelder uitgevoerd.

De opslibbing in de **kwelderzone** is over het algemeen veel hoger dan de stijging van het gemiddelde hoogwaterniveau (zie §2.3). In de periode 1960-1995 voor Friesland resp. Groningen was de opslibbing 1,8 resp. 1,2 cm bruto per jaar (Oost *et al.*, 1998). De metingen in de meetvakken laten over de periode 1992-2014 een gemiddelde bruto-opslibbing van 1,7 cm/j voor de Friese kwelderwerken en 1,0 cm bruto per jaar voor de Groninger kwelderwerken (*Tabel 2.1*). Wat opvalt voor Groningen is dat de opslibbing over de laatste periode (2008-2014) slechts 0,6 cm/j is en gehalveerd is t.o.v. de twee voorafgaande periodes. De gemiddelde opslibbing in de **pionierzone** is echter juist verdubbeld in de laatste periode, maar als naar de deelgebieden wordt gekeken blijkt die toename uitsluitend te komen door Groningen-oost en blijven Groningen west en -midden ver achter (*Figuur 2.3*). In Friesland valt de hoge opslibbing in de pionierzone van het middendeel op (*Figuur 2.2*).

⁴ Wat is de reden voor de lokale erosie in de westelijke en midden Groninger kwelderwerken? Vanaf 1989 is gewerkt aan renovatie van de rijshoutdammen (vernieuwen en verhogen) en aan het plaatsen van tussendammen om de 200 m. Dat is alleen uitgevoerd waar het toen slecht ging met het kwelderareaal (Friesland-midden 65-187 en Groningen-oost 392-500). Al een vijftal jaren na stoppen van grondwerk trad op meerdere plaatsen waar eerder geen damrenovatie en tussendammen nodig waren aantasting van kwelders en pioniervegetatie op: 400 m grote vakken bleken niet te werken zonder grondwerk. Ook ging de aansluiting van de hoofddammen op de kwelder door erosie verloren; door 'achterloopsheid' ontstaat dan extra erosie door stroming.

Tabel 2.1

Gemiddelde bruto-opslibbing (cm/j) in de Friese en Groninger meetvakken per zone over de drie tijdvakken in de periode 1992-2014 (zie ook Fig. 2.2 en 2.3). Berekend met het programma TABOPLS van J.H. Bossinade, Marzan France.

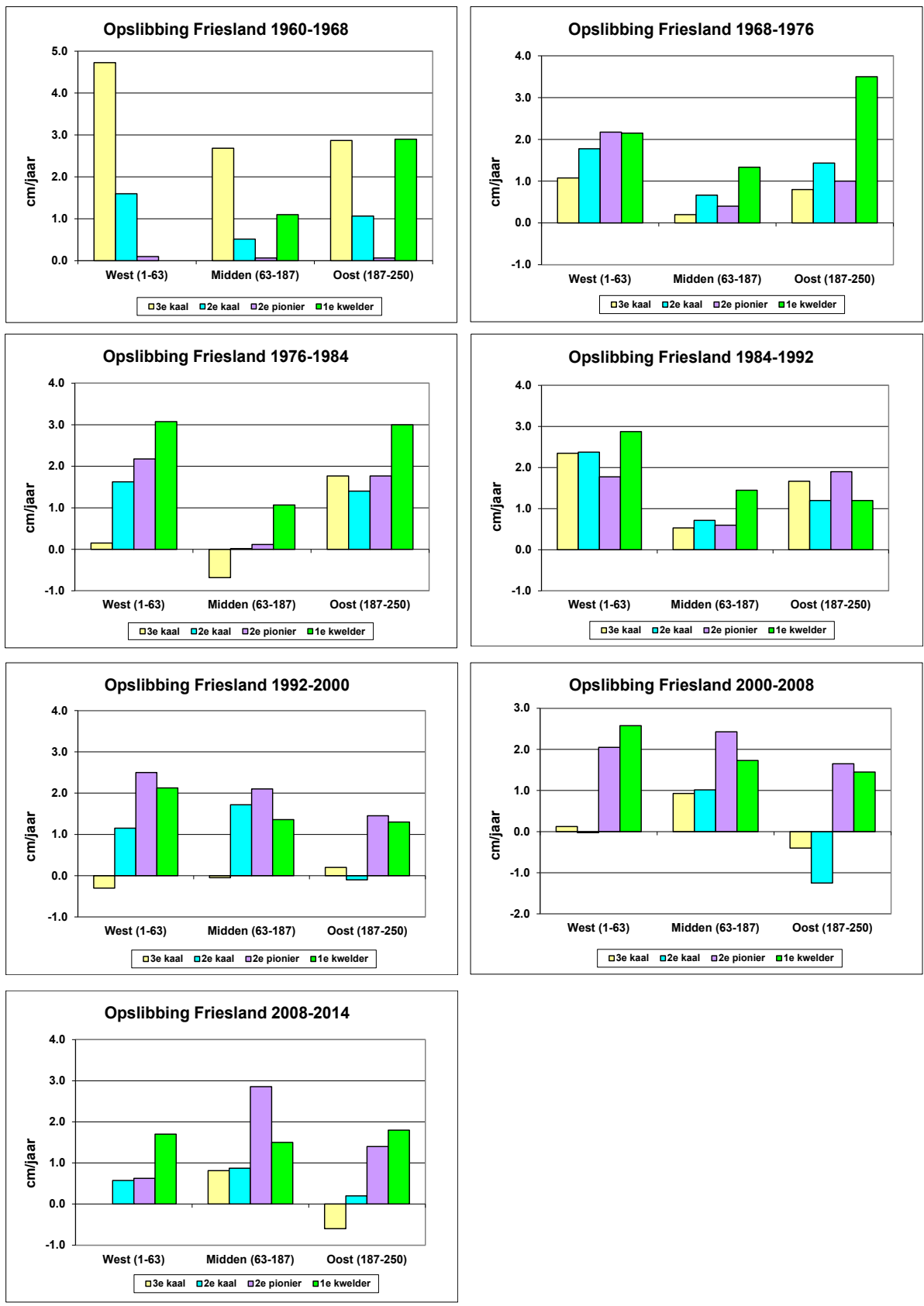
Friese meetvakken	3^e bezinkveld onbegroeid	2^e bezinkveld onbegroeid	2^e bezinkveld pionierzone	1^e bezinkveld kwelderzone
1992-2000	-0.1	1.2	2.1	1.6
2000-2008	0.6	0.6	2.2	1.9
2008-2014	0.4	0.7	2.0	1.6
Groninger meetvakken				
1992-2000	0.4	0.9	0.9	1.1
2000-2008	-0.3	0.5	0.6	1.2
2008-2014	0.0	0.7	1.3	0.6

Behalve in bruto-opslibbing kan de hoogtewinst van kwelders ook uitgedrukt worden in netto-opslibbing. Dat is de bruto-opslibbing minus de stijging van het waterniveau. In de Nederlandse Waddenzee was de gemiddelde zeespiegelstijging in de 20^{ste} eeuw ongeveer 0,2 cm per jaar. Nog belangrijker is echter de stijging van het gemiddelde hoogwaterniveau. Die stijging kan namelijk iets groter zijn, want in de afgelopen decennia is ook het getijverschil toegenomen (= het verschil tussen het gemiddelde laagwaterniveau en het gemiddelde hoogwaterniveau). Het gemiddelde hoogwaterniveau in de periode 1960-2014 is met ongeveer 0,2 cm/j gestegen, dus voor die periode vergelijkbaar met de gemiddelde zeespiegelstijging. De kwelders moeten die stijging minimaal bijhouden in de hoogteontwikkeling, anders zouden ze steeds vaker onder water komen te staan waardoor ze uiteindelijk in een wadvlakte zouden kunnen veranderen. De bruto-opslibbing minus die 0,2 cm wordt de netto-opslibbing genoemd. *Bijlage 4* geeft de netto-opslibbing in alle afzonderlijke meetvakken en pandjes (referentie is de trendlijn van 0,2 cm GHW-stijging per jaar; zie verder *paragraaf 2.4*).

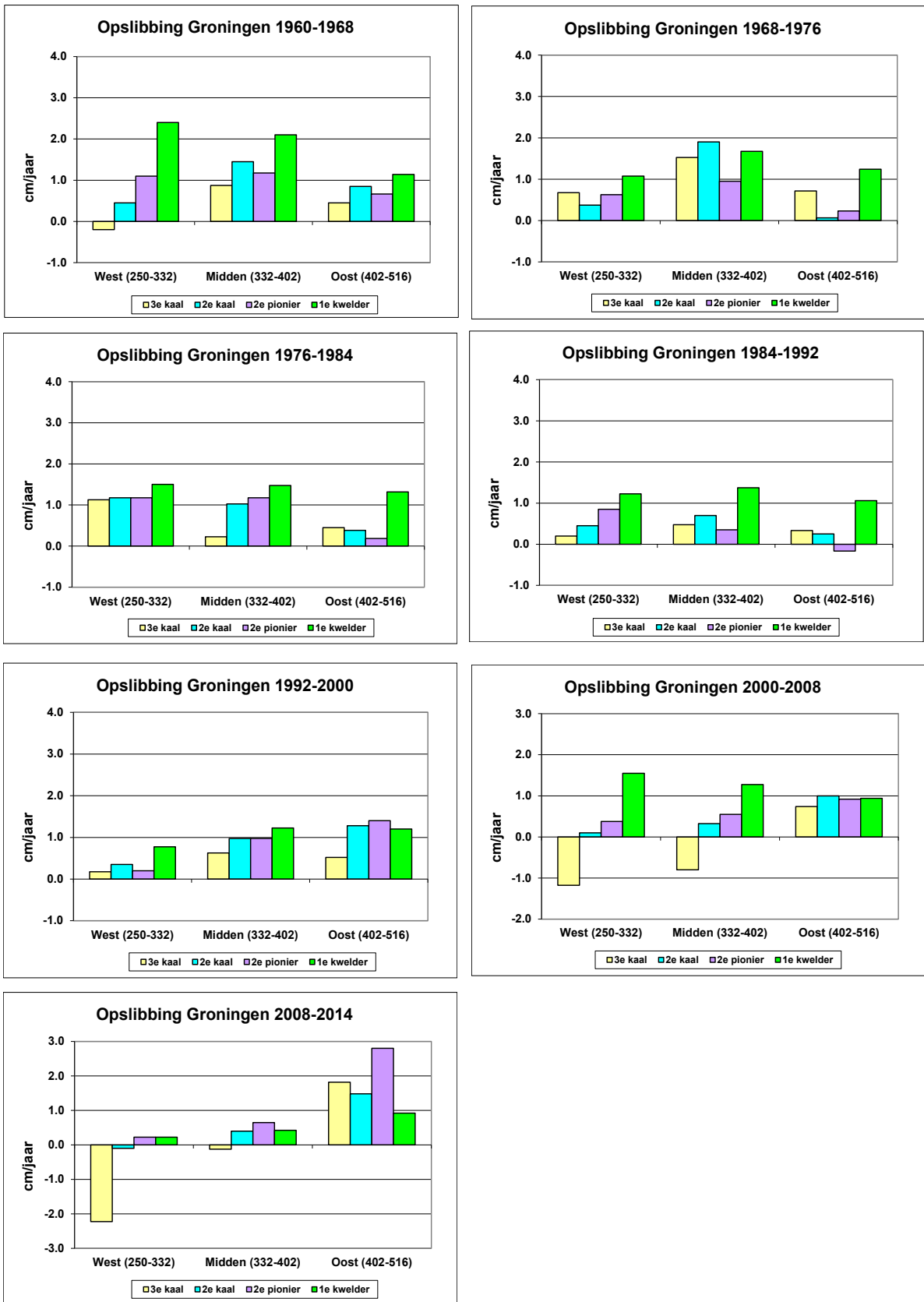
Doordat de kwelders ten opzichte van de hoogwaterstanden hoger worden nemen de overstromingen af, waardoor theoretisch ook de opslibbing afneemt. Bij opslibbing speelt echter niet alleen de hoogteligging een rol, maar ook afstand tot de sedimentbron (wad, kreek enz.), de aanwezige vegetatie, de ontwatering en stormen in de herfst/winter. Het meeste slib wordt namelijk aangevoerd tijdens stormen. Uit eerder onderzoek in de Peazemerlanden (Van Duin *et al.*, 1997) blijkt dat één gemeten tij van 2,30 m + NAP 125 maal de sediment-import bracht van één normaal tij. Het slib dat tijdens een stormvloed op een kwelder terecht komt moet in de periode voorafgaand aan de storm op het wad zijn afgezet. Mosselbanken kunnen daarbij mede een rol spelen, want die maken slib bezinkbaar (Kamps, 1956). De rol van het herstel van mosselbanken is echter niet duidelijk. Ten tijde van het verdwijnen van veel mosselbanken rond 1980 is de opslibbing niet afgenomen (Dijkema *et al.*, 1988) en ook is de opslibbing niet gestagneerd in de periode 1990-1994, toen alle mosselbanken van het wad verdwenen waren.

Daarnaast kan compactie, door natuurlijke inklink of betreding bij bv. beweiding, voor een verlaging van de maaiveldhoogte zorgen, waardoor het aantal overvloedingen kan toenemen.

Kwelders zijn door de interactie van opslibbing en plantengroei in staat versnelde zeespiegelstijging of bodemdaling te volgen (Dijkema *et al.*, 1990; Dijkema, 1997). In de pionierzone kunnen echter problemen ontstaan, ook zonder bodemdaling en zeespiegelstijging. Door de geringe vegetatiebedekking van voornamelijk eenjarige planten is er in de pionierzone minder bescherming van het afgezette sediment, en daardoor meestal minder opslibbing. Uiteindelijk kan dat verschil in opslibbing tussen de pionierzone en de kwelder leiden tot kliferosie van de kwelder, dat wil zeggen de kwelder blijft wel in hoogte groeien, maar het areaal wordt vanaf de zeezijde door laterale erosie aangetast. In de kwelderwerken lost RWS dit op met de rijshoutdammen, die zorgen voor beschutting tegen golven en stroming.



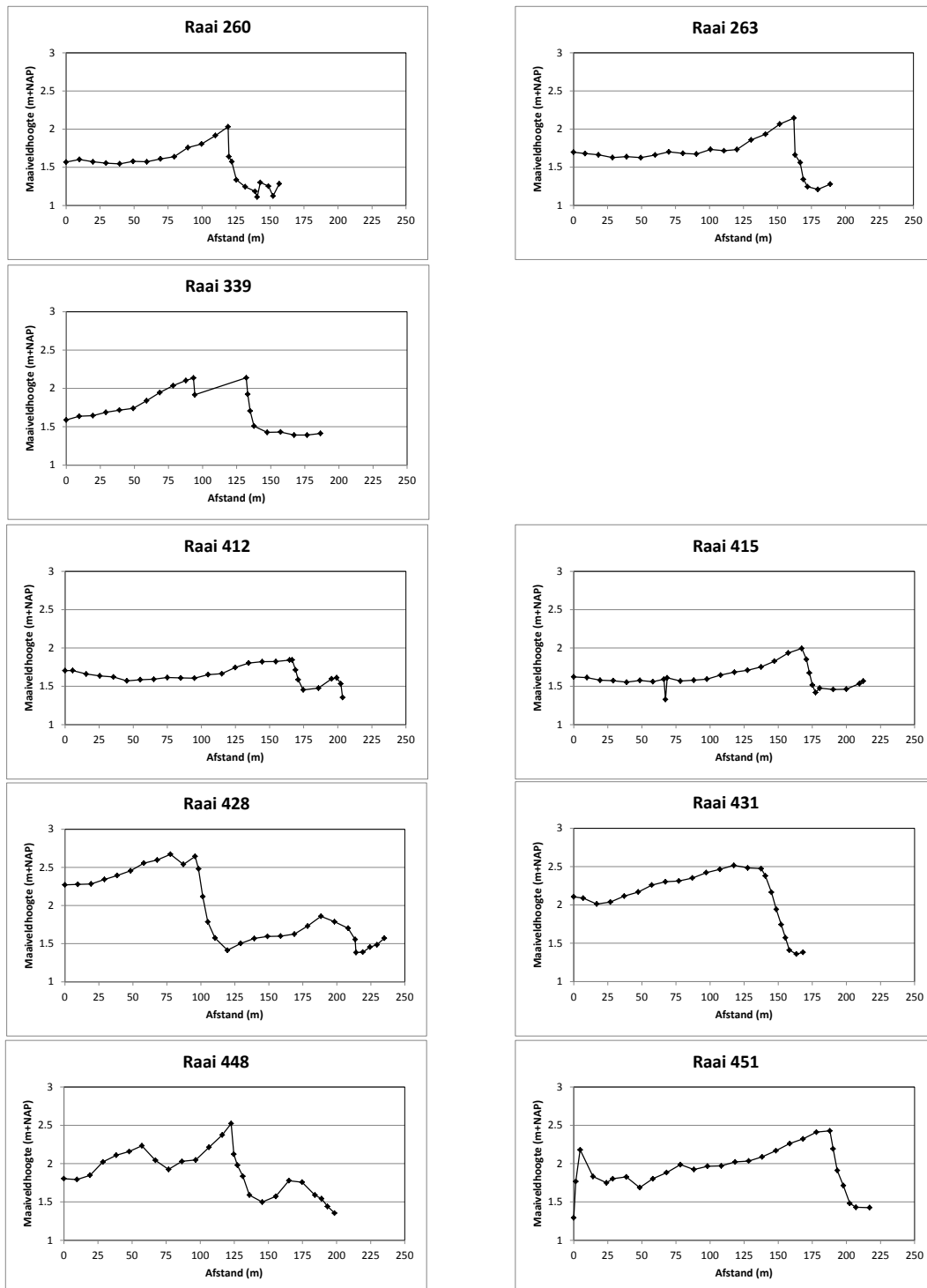
Figuur 2.2 Bruto gemiddelde opslibbing in de Friese kwelderwerken, per bezinkveld in de onbegroeide-, pionier- en kwelderzone. Berekend voor de meetvakken in de periode 1960-2014 met het programma TABOPSL.



Figuur 2.3 Bruto gemiddelde opslibbing in de Groninger kwelderwerken per bezinkveld in de onbegroeide-, pionier- en kwelderzone. Berekend voor de meetvakken in de periode 1960-2014 met het programma TABOPSL. NB: Schaal Y-as periode 2008-2014 iets afwijkend van die van de andere periodes.

2.3 Hoogteligging boerenkwelder

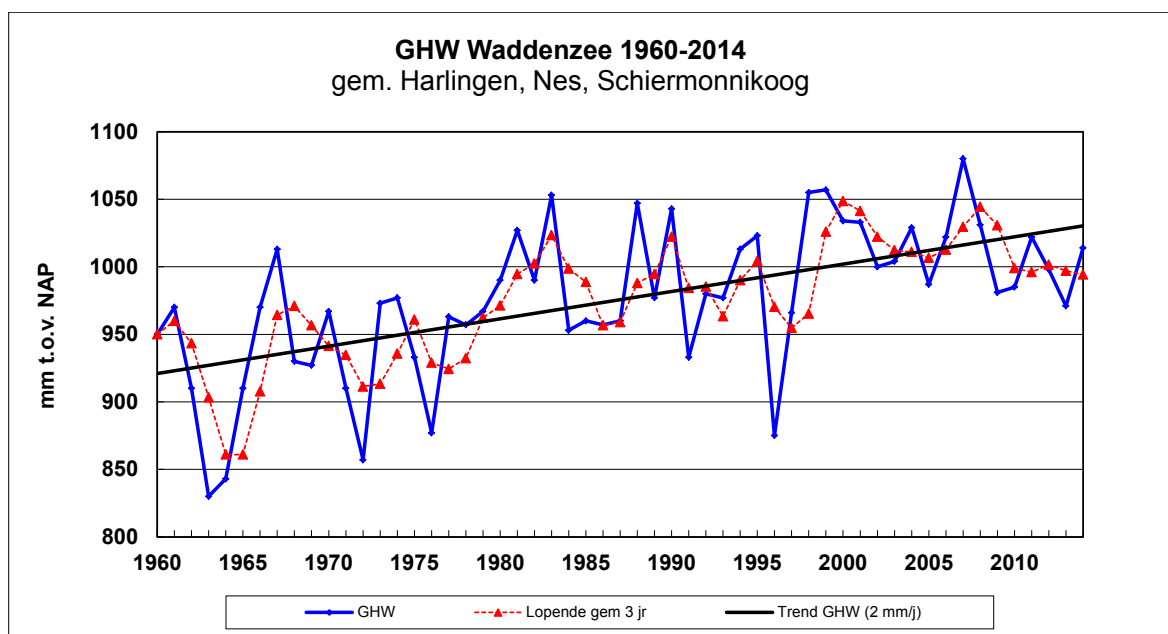
Over het areaal en de vegetatie van de boerenkwelders is informatie beschikbaar via de zesjaarlijkse VEGWAD-monitoring. Over de hoogteligging is echter weinig bekend aangezien de boerenkwelders niet onder de meetvakkenmonitoring vallen. Om toch een idee van de hoogteligging te krijgen zijn in september 2014 door IMARES met behulp van een RTK-GPS in totaal negen raaien loodrecht op de dijk gemeten in de vijf Groninger meetvakken met een boerenkwelder. In het midden van het vak werd gemeten vanaf de dijksloot tot in het eerste aangrenzende meetvakpandje (*Figuur 2.4*). In de drie westelijke boerenkwelders lag de gemiddelde hoogte op 1,70 m +NAP en de klifrand op 2,03 m +NAP en in de twee oostelijke boerenkwelders lagen maaiveld en klifrand hoger, gemiddeld op resp. 2,17 en 2,52 m +NAP.



Figuur 2.4 Maaiveldhoogte transecten in vijf Groninger boerenkwelders grenzend aan meetvakken.

2.4 Jaargemiddeld hoogwater

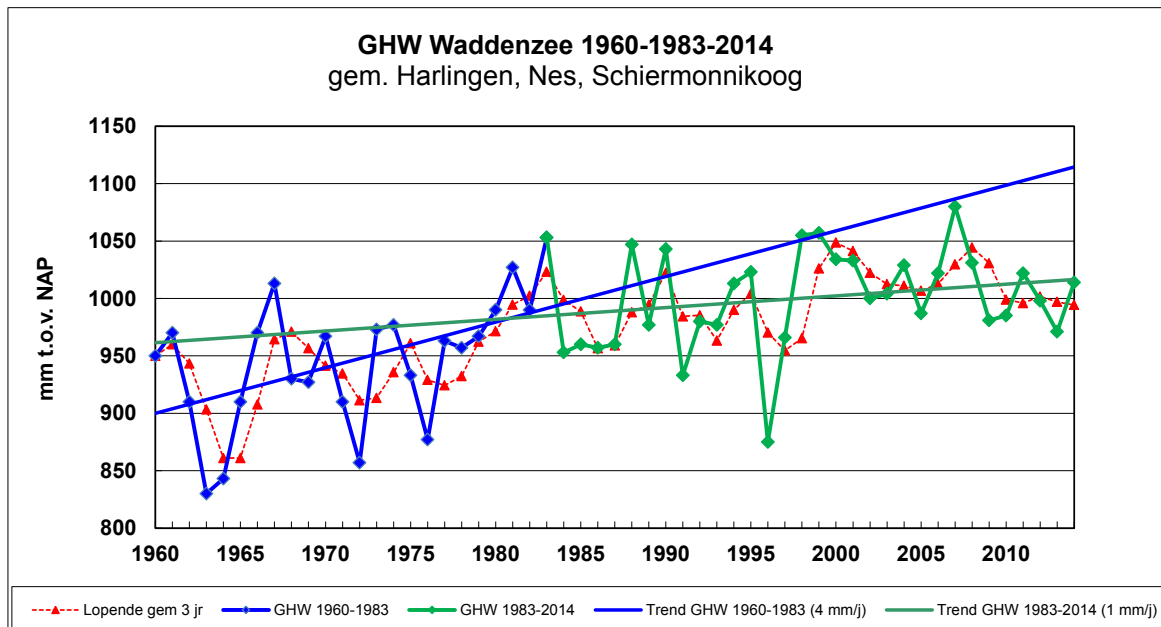
De meeste jaargemiddelde hoogwaters van de laatste 10 jaar liggen onder de stijgende trendlijn (Figuur 2.5). De belangrijkste uitschieter in die periode was 2007 toen het gemiddeld hoogwater (GHW) ver boven de trendlijn lag. De jaargemiddelde GHW-lijn voor de Waddenzee wordt bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). De getij-component met een periode van 18,6 jaar die wordt veroorzaakt door de variatie in de declinatie van de maan ⁵) speelt geen duidelijke rol in de door ons berekende jaarlijkse variatie van GHW. Veranderingen in de jaargemiddelde hoogwaters kunnen in enige jaren voor verschuivingen in het areaal van de kwelder zorgen en tussen jaren zelfs in het areaal pioniervegetatie (§ 2.5 en 2.6). Het jaargemiddeld hoogwater was tussen 1976 en 1983 sterk stijgend en in de periode 1990-1997 weer dalend. De jaargemiddelde hoogwaters van 1998, 1999, 2000, 2001, 2004 en 2007 behoren tot de negen hoogste van de afgelopen eeuw. Opvallend is dat wat een nu laag hoogwater is, in de periode 1960-1980 slechts eenmaal als piek voorkwam (in 1967). De helling van de trendlijn door de jaargemiddelde hoogwaters is afhankelijk van de keuze van het beginjaar en eindjaar van de meetreeks. In de monitoringperiode 1960-2014 is een gemiddelde stijging van GHW van 2 mm per jaar te zien (Figuur 2.5), die vergelijkbaar is met de stijging van het gemiddeld zeeniveau (ca. 20 cm in de 20^e eeuw). In de GHW-grafiek lijkt zich een trendbreuk voor te doen in 1983 (Figuur 2.6). De periode 1960-1983 heeft een significante GHW-stijging van 4 mm per jaar, en de periode 1983-2014 een niet significante GHW-stijging van 1 mm per jaar.



Figuur 2.5 Jaargemiddelde hoogwaters voor de kwelderwerken van 1960-2014 met trendlijn.

Kwelders zijn een natuurlijk voorland voor de zeedijken. Hoog voorland beperkt de golfhoogte en daardoor de golfloop tegen de zeedijk (Erchinger, 1974; Möller *et al.*, 2014). In de Duitse en Deense Waddenzee worden kwelders daarom als onderdeel van de zeekering beschouwd (Anon. 2003; Hofstede, 2003). Het effect van het voorland op de golfloop is behalve van de aanwezigheid van kwelders ook afhankelijk van de kwelderhoogte. Om het effect te behouden zouden de kwelders dus (ten opzichte van de waterstand) minstens even hoog moeten blijven, door mee te groeien met het zeeniveau en, waar van toepassing, bodemdaling te compenseren.

⁵ De nodale maxima liggen na 1960, rond 1980 en voor 2000 en de minima voor 1970, voor 1990 en rond 2006 (Hisgen & Laane, 2004).



Figuur 2.6 Jaargemiddelde hoogwaters voor de kwelderwerken van 1960-1983 en 1983-2014 met trendlijn.

2.5 Areaal (pre-)pionierzone

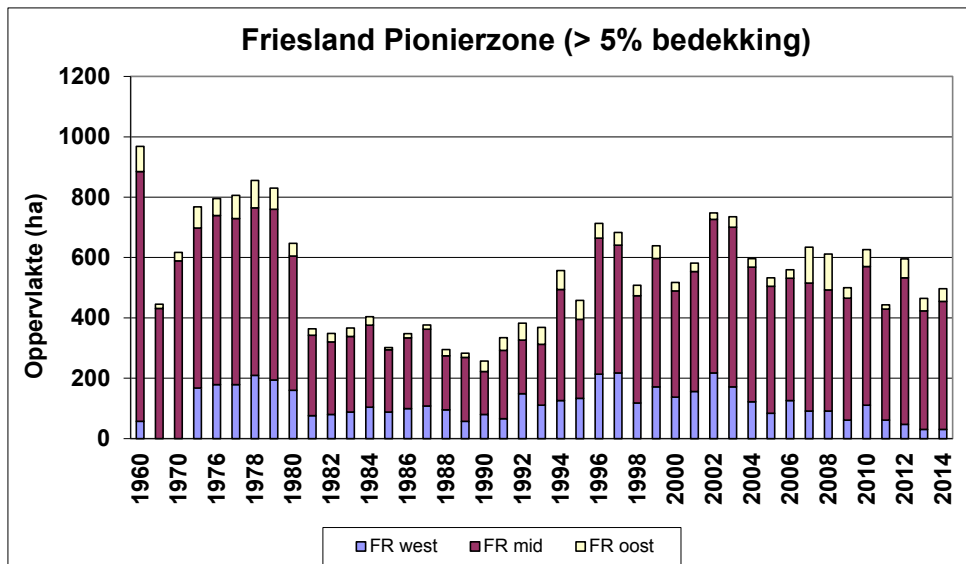
De pionierzone in de kwelderwerken bestaat uit twee beschermde habitats (Natura 2000, EU Habitatrictlijn):

- Habitatype 1310: Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia* spp. en andere zoutminnende soorten.
- Habitatype 1320⁶): Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*).

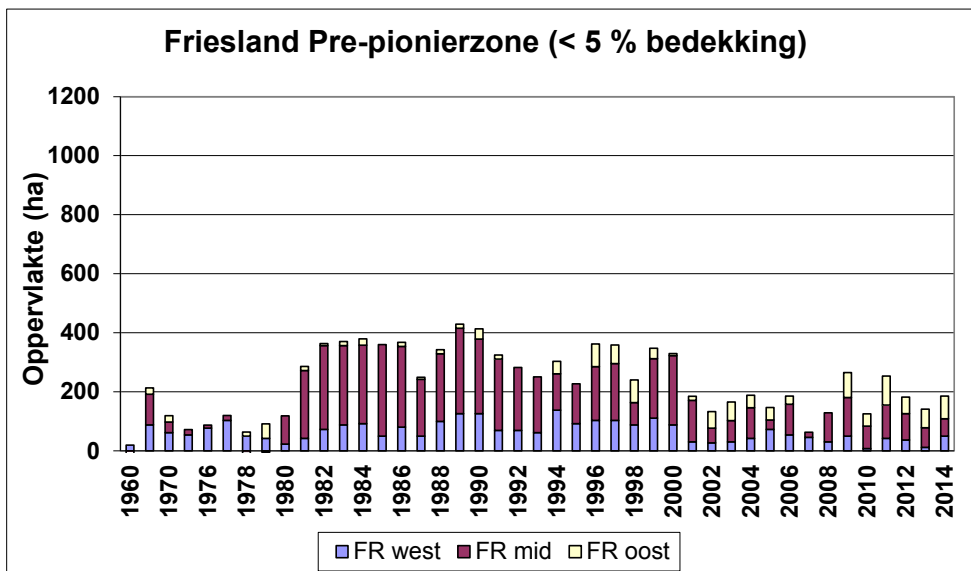
Friesland

In de Friese kwelderwerken is het areaal pionierzone (> 5 % bedekking) in de periode 1982-1993 sterk afgenomen, omdat de bezinkvelden te groot bleken om voldoende rust voor opslibbing te geven (Figuur 2.7; de getallen per deelgebied in Bijlage 5). Door de dan ook optredende lagere vegetatiebedekking had dit een verschuiving van zones tot gevolg waardoor een toename van de pre-pionierzone (< 5 % bedekking) plaatsvond (Figuur 2.8; de getallen per deelgebied in Bijlage 5). Na de aanleg van tussendammen is het areaal hersteld en vanaf 1994 vrij stabiel gebleven. Vanaf ca. 2006 is een lichte afname te zien in de westelijke en oostelijke Friese kwelderwerken, waar het damonderhoud vanwege de hoge opslibbing wordt afgebouwd (zie ook Figuur 2.2). Het grote Friese middengebied, met het na 1989 volledig gerenoveerde dammensysteem, blijft wel min of meer stabiel.

⁶ De kenmerkende plantensoort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en komt niet in de Waddenzee voor. De exoot Engels slijkgras is in de Waddenzee ingevoerd en heeft zich vermengd met de zones 1310 en 1330 (Nehring & Hesse, 2008). Trilateraal is in 2008 in de TMAP-kweldergroep afgesproken Habitatype 1320 te onderscheiden indien Engels slijkgras dominant in de zone voorkomt. In ZW-Nederland is type 1320 goed te onderscheiden en zeer relevant. Zonder 1320 in zijn huidige vorm (met de exoot Engels slijkgras) zou weinig schor van betekenis meer voorkomen. Met het in ZW-Nederland wel inheemse Klein slijkgras zou dat niet het geval zijn geweest, omdat die soort nog slechts sporadisch gevonden wordt.



Figuur 2.7 Areaal pionierzone >5% bedekking in de Friese kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE. Dit programma berekent de hoofdzones; secundaire pioniervegetatie binnen de kwelderzone wordt niet aan de pionierzone toegekend.



Figuur 2.8 Areaal pre-pionierzone (0–5% bedekking) in de Friese kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE.

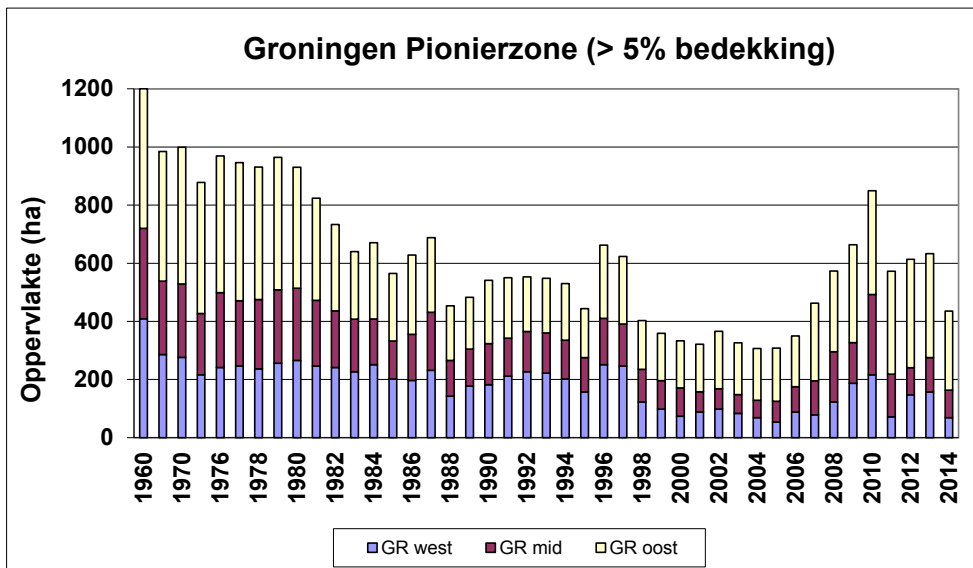
Groningen

De oorzaken van de afname van de pionierzone (> 5 % bedekking) in de periode 1982-2004 waren: 1) vier jaar achtereenvolgend buitengewoon hoge jaargemiddelde hoogwaters (1998-2001), 2) de jarenlange achterloopsheid van een deel van de rijshoutdammen, en 3) langs Groningen-west en -midden waren tussendammen aanvankelijk niet noodzakelijk, omdat grondwerk d.m.v. bodemruwheid golfenergie voldoende keerde (Figuur 2.9 en de getallen per deelgebied in Bijlage 5).

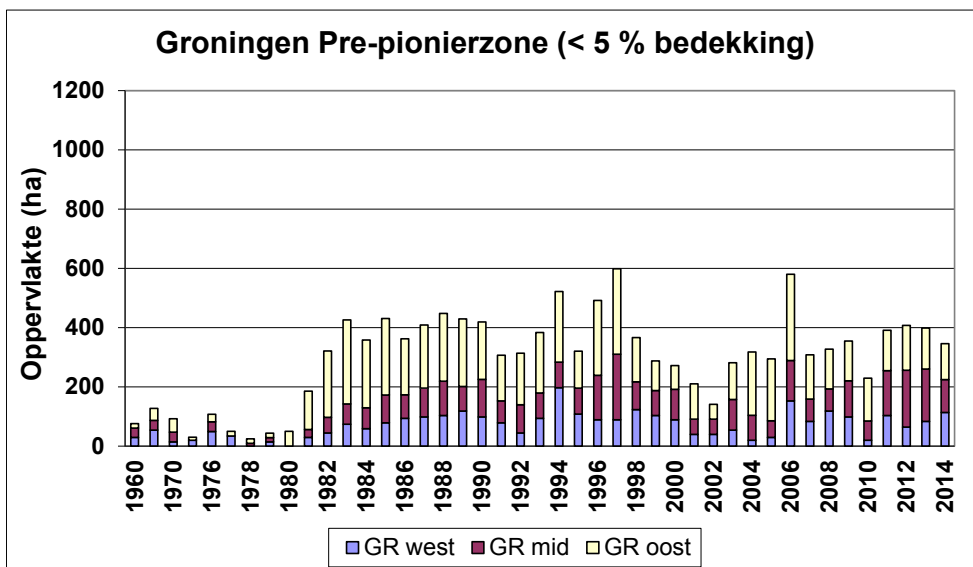
Het areaalverlies in de pionierzone Groningen-west en -midden is in de periode 1998-2009 met maatwerk aan de rijshoutdammen hersteld. Een aanwijzing dat dit herstel daardoor in gang gezet was kwam door het feit dat het herstel al optrad een jaar voordat er een aantal lage jaargemiddelde hoogwaters waren, die ook kansen bieden voor de pionierzone om zich uit te breiden.

In de drie deelgebieden van de Groninger kwelderwerken was in de periode 2007-2010 een verdubbeling te zien van de pionierzone. Na deze sterke uitbreiding tot 2010 is de pionierzone in Groningen west en -midden echter weer sterk afgenomen, maar die van Groningen-oost heeft zich

weten te handhaven. Al vanaf 2002 is Groningen-oost relatief het beste Groninger deelgebied voor de pionierzone: de rijshoutdammen verkeren daar in een optimale staat na een grote damrenovatie in de periode 1995-1998, als mitigatie voor de bodemdaling als gevolg van gaswinning uit het veld "Slochteren".



Figuur 2.9 Areaal pionierzone >5% bedekking in de Groninger kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE. Dit programma berekent de hoofdzones; secundaire pioniervegetatie binnen de kwelderzone wordt niet aan de pionierzone toegekend.



Figuur 2.10 Areaal pre-pionierzone (0-5% bedekking) in de Groninger kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE.

In het algemeen geldt zowel voor het areaal pionierzone als dat van de pre-pionierzone dat het damonderhoud de grootste bepalende factor is, maar dat het areaal van jaar op jaar ook erg verschillend kan zijn door natuurlijke dynamiek. Groei van het areaal zoals in 1996-1997 en 2008-2010 hangt samen met gunstige weersomstandigheden, gemeten als lage jaargemiddelde hoogwaters. Die zijn gunstig voor de kieming en de groei van eenjarige Zeekraal (Dijkema *et al.*, 2007a). Vooral het areaal van de Groninger pionierzone gaat duidelijk met de jaar-op-jaar schommelingen in GHW mee. De Friese pionierzone reageert minder significant dan de Groninger. Dat is als volgt te verklaren: de Friese pionierzone is door meer opslibbing, een slikkiger bodem, en een eerder verbeterd dammenstelsel minder overgeleverd aan natuurlijke dynamiek. Bovendien zorgen de kleideeltjes voor een stabielere bodem en vergoten daardoor de overlevingskansen voor Zeekraal

(Houwing *et al.*, 1999). Dat betekent dat de Friese pionierzone robuuster is, dat wil zeggen minder gevoelig voor invloeden van buitenaf. De Groninger pionierzone gaat echter dezelfde kant uit, het herstel lijkt structureel en is het gevolg van damherstel.

Het feit dat erosie en aanwas met de onderhoudstoestand van de rijshoutdammen eenvoudig te verklaren en te sturen zijn, biedt wellicht kansen om op deze grens van wad en kwelder te experimenteren met het toelaten van meer dynamiek waardoor de natuurlijkheid vergroot kan worden.

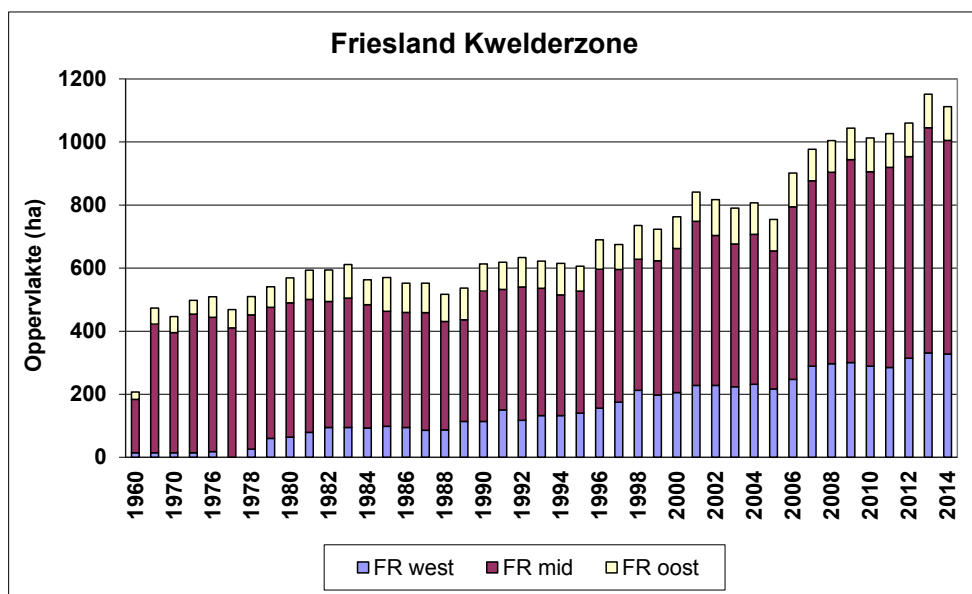
2.6 Areaal kwelderzone

Ook de kwelderzone in de kwelderwerken is een beschermd habitat (Natura 2000, EU Habitatrichtlijn):

- Habitattype 1330: Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*).

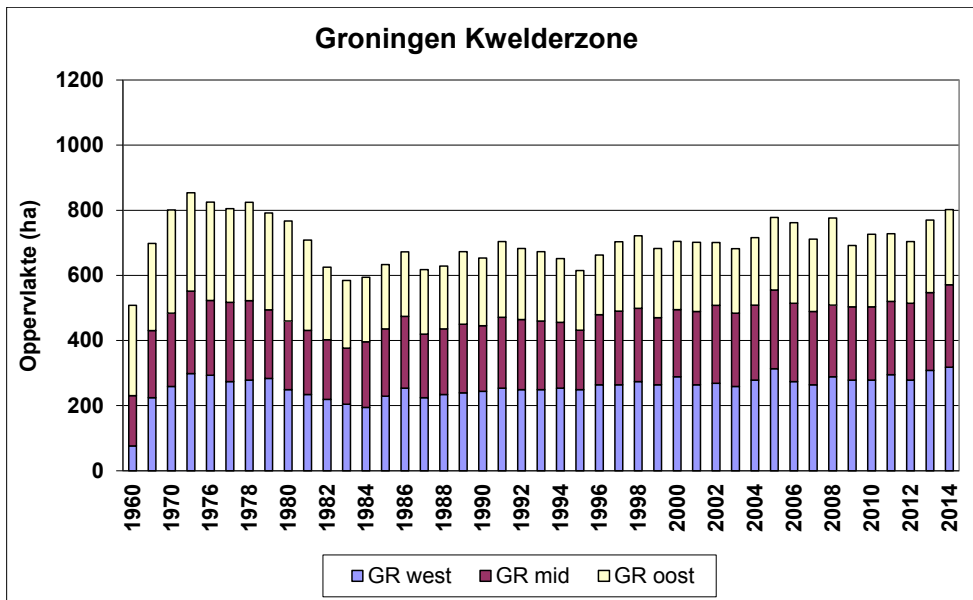
De Friese kwelderwerken laten een gestage kwelderaanwas zien vanaf 1990 tot 2014 en in de Groninger kwelderwerken is het kwelderareaal de afgelopen decennia verder vrij stabiel (*Figuur 2.11* en 2.12; de getallen per meetvak in *Bijlage 5*).

Als gevolg van zeven jaar lang hoge jaargemiddelde hoogwaters in de periode 1976-1983 in combinatie met een slechte toestand van de rijshoutdammen hadden Friesland-midden en alle Groninger deelgebieden te kampen met een forse terugval in areaal. Net zoals bij de (pre-)pionierzone bepaald het dammenonderhoud aan de wadkant in belangrijke mate de grootte van het areaal.

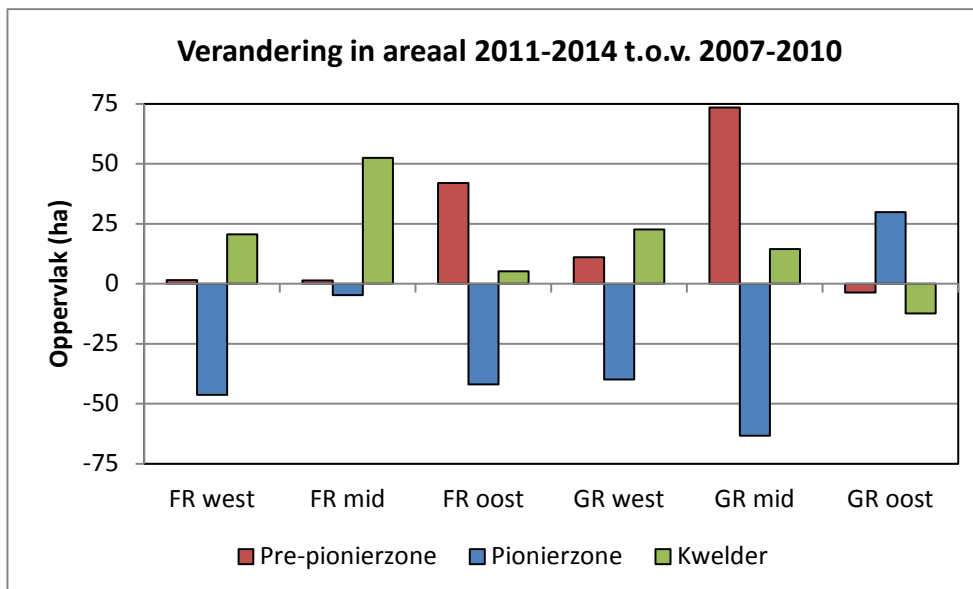


Figuur 2.11 Areaal kwelderzone in de Friese kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging van de zones berekend met het programma GRZONE. Inclusief secundaire pioniervegetatie binnen de kwelderzone.

In Dijkema *et al.* (2013) was de toestand van de kwelderwerken beschreven tot en met 2010, een 'topjaar' wat areaal pionierzone en kwelder betreft. Om de veranderingen te laten zien in het gemiddeld areaal van de deelgebieden in Friesland en Groningen, zijn de meest recente vier jaar (2011-2014) vergeleken met de vier jaar ervoor (*Figuur 2.13*).



Figuur 2.12 Areaal kwelderzone in de Groninger kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging van de zones berekend met het programma GRZONE. Inclusief secundaire pioniervegetatie binnen de kwelderzone.



Figuur 2.13 De verandering in het gemiddelde areaal kwelder, pionierzone en pre-pionierzone in de deelgebieden in de Friese en Groninger kwelderwerken bij vergelijking van twee periodes in de afgelopen acht jaar. Areaal op basis van extrapolatie van de data van de 25 meetvakken (zie ook Bijlage 5).

Per deelgebied zijn dit de veranderingen:

- In FR west is de toename in kwelderareaal voornamelijk veroorzaakt door successie van de pionierzone. De pionierzone is echter veel meer afgenomen dan de groei van de kwelder en zeer kleine toename van de pre-pionierzone.
- In FR midden is het kwelderareaal sterk toegenomen vrijwel zonder dat dit ten koste is gegaan van areaal (pre-) pionierzone.
- In FR oost laat het kwelderareaal een kleine toename en de pre-pionierzone een flinke toename zien, maar beide gaan ten koste van het areaal pionierzone.
- In GR west lijkt de toename in kwelderareaal en pre-pionierzone ook ten koste te zijn gegaan van het areaal pionier.
- In GR mid is dezelfde trend waarneembaar als in GR west, zij het dat de afname van de pionierzone en de groei van de pre-pionierzone veel groter is.

- In GR oost is een verschuiving te zien van kwelder en pre-pionier naar pionierzone en is daarmee het enige deelgebied waar het gemiddelde kwelderareaal over de laatste vier jaar iets is verminderd ten opzichte van de vier jaar daarvoor.

Pionierzone in de knel in de toekomst?

Hoewel het areaal pionierzone nog steeds ruimschoots meer is dan in functie-eis 3 staat (zie § 3.3) is het opvallend dat er de laatste vier jaren een achteruitgang is ten opzichte van de vier jaar ervoor, ondanks het feit dat er geen pieken in de GHW waren (*Figuur 2.5*). Vanaf de dijkkant groeit de kwelder steeds verder richting wad. Door de afnemende bescherming van de (pre-) pionierzone aan de wadkant, door het al jaren gestaakte onderhoud van de rijshoutdammen in de derde bezinkvelden, worden de uitbreidingsmogelijkheden voor deze zones niet meer kunstmatig vergroot. De pionierzone bevindt zich daardoor in een 'sandwich-positie' en kan op termijn in de knel komen. Als er een nieuw evenwicht tussen kwelderwerken en wad wordt bereikt kunnen er kansen ontstaan voor een pionierzone met natuurlijke kreken. Als de dynamiek daar te groot blijkt zonder de bescherming van de rijshoutdammen, zal er hooguit een pre-pionierzone kunnen ontstaan. De pionierzone binnen de onderhouden bezinkvelden zal door opslibbing en successie vrijwel allemaal veranderen in kwelder. Er kan dan hooguit na verdwijnen van kwelder (door terugschrijdende erosie) nieuwe ruimte binnen de bezinkvelden ontstaan voor de ontwikkeling van een pionierzone.



Foto 6 Groninger kwelderwerken. (Vliegerfoto Jaap de Vlas)

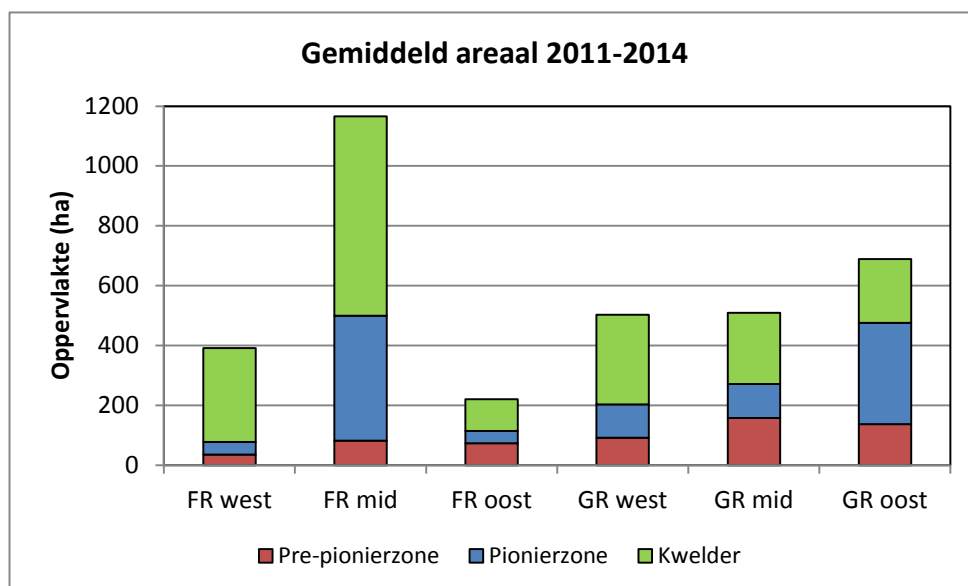
3 Toetsing aan de functie-eisen van RWS

Het beheer en het onderhoud van de kwelderwerken worden uitgevoerd door RWS Noord-Nederland. Richtlijn voor het beheer en het onderhoud zijn de functie-eisen in het 'Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008' van RWS (Tilma, 2008).

3.1 Functie-eis 1

Functie-eis 1: Het totale areaal van de jonge kwelders in Fryslân en Groningen bedraagt minstens 1250 ha (gemiddelde van de laatste vijf jaren). Hiervan ligt minstens 1/3 (420 ha) in elke provincie.

Het gemiddelde areaal van de **kwelderzone** (exclusief pionierzones en oude boerenkwelders) over de afgelopen 5 jaar is voor de kwelderwerken, op basis van extrapolatie van de meetvakgegevens in Groningen en Friesland, berekend op totaal **1819 ha** (zie Bijlage 5). **Daarmee wordt ruimschoots voldaan aan de functie-eis van minimaal 1250 ha.** De groei van het kwelderareaal kent enige schommelingen tussen jaren, maar is nog steeds niet gestopt.



Figuur 3.1 Het gemiddelde areaal kwelder, pionierzone en pre-pionierzone in de deelgebieden in de Friese en Groninger kwelderwerken (op basis van extrapolatie van de data van de 25 meetvakken; zie ook Bijlage 5).

3.2 Functie-eis 2

Functie-eis 2: De actuele kweldergrens mag nergens verder teruggaan dan tot de oorspronkelijke grens particulier eigendom (de 'oude' kwelder, ook wel de 'afgepaalde kweldergrens').

Na het verschijnen van de nieuwe VEGWAD-vegetatiekaart van de kwelderwerken in 2016 kan deze functie-eis weer worden getoetst. In deze rapportage worden daarom alleen de conclusies uit Dijkema *et al.* (2013) herhaald: In 2006 zijn de Afgepaalde kweldergrens (= grens om de oude, particuliere kwelder) en de delimitatielijn (= grens om de 300 m strook zeewaarts van de afgepaalde kweldergrens) over de vegetatiekaarten gelegd, zodat de ontwikkeling van de vegetatie t.o.v. deze lijnen

nauwkeuriger kan worden getoetst. Erosie tot voorbij de Afgepaalde Kweldergrens is nagenoeg niet aangetroffen, behalve:

- Langs de Westpolder wordt zeer lokaal niet geheel aan functie-eis 2 voldaan. Ter plaatse is in 2000 damrenovatie en vakverkleining uitgevoerd. In het terrein is geen achterloopsheid van de rijshoutdammen meer zichtbaar. De opslibbing laat een begin van herstel zien; de vegetatie is stabiel.
- Langs de NW-hoek van de Linthorst Homanpolder ligt landwaarts van de afgepaalde kweldergrens geen kwelder (350-356), daar lag echter ook in 1960 en in 1980 geen kwelder. De oorzaken zijn: (1) de afgepaalde kweldergrens is daar in de jaren dertig van de vorige eeuw vooruitgeschoven en optimistisch getrokken; en (2) daarna zijn er in 1939-1940 kleiputten gegraven voor de dijk aanleg.

3.3 Functie-eis 3

Functie-eis 3 ⁷): Minimaal 750 ha pionierzone met een vegetatiebedekking >5 % binnen de kwelderwerken, voor beide provincies tezamen (berekend gemiddelde van de laatste 5 jaar).

Het gemiddelde areaal pionierzone (>5% vegetatie-bedekking) over vijf jaar is voor de kwelderwerken, op basis van extrapolatie van de meetvakgegevens in Groningen en Friesland, berekend op totaal **1146 ha** (Figuur 3.1 en Bijlage 5). **Het totale areaal pionierzone voldoet ruimschoots aan de functie-eis van minimaal 750 ha.** Er zijn wel duidelijke verschillen tussen deelgebieden en vooral de laatste vier jaar is er in de meeste deelgebieden gemiddeld meer afname dan groei geconstateerd (Figuur 2.13).

3.4 Functie-eis 4

Functie-eis 4: Waterplassen en kale plekken op de kwelder, die zijn ontstaan als gevolg van stagnatie waterafvoer, mogen per geval niet groter zijn dan 1000 m² en gezamenlijk niet groter dan 5 % van de totale kwelderoppervlakte.

Per zes jaar beoordeelt de Werkgroep stagnatie in waterafvoer die leidt tot waterplassen en kale plekken. Daarvoor worden de vegetatiekaarten van RWS-CIV gebruikt (zie § 4.2). Als vernatting is aangenomen een verandering van lage kwelderzone (zone 21) naar pionierzone (zone 12; Zeekraal en/of Spartina) of naar kwelder met pionierplanten (zone 22). Aangezien de vegetatiekaart over 2014 in de loop van 2016 verschijnt kan in de huidige rapportage de vergelijking met de kaart uit 2008 nog niet gemaakt worden. Dit zal in het volgende jaarrapport worden gedaan.

Bij vergelijking van de vegetatiekaarten van 2002 en 2008 door Dijkema *et al.* (2013) werd echter vooral in de Friese kwelderwerken een flinke toename van de kwelderzone met pionierplanten geconstateerd. Aangezien de verandering de gehele pandjes betrof, werd vernatting door een dichtgeslibd ontwateringssysteem in combinatie met vertrapping door beweiding met paarden als belangrijkste oorzaak gezien. Verder bleek in de Negenboerenpolder van de Groninger kwelderwerken ca. 20 ha lage kwelderzone (zone 21) veranderd naar pionierzone (zone 12). Omdat de verandering met name in het midden van de pandjes werd waargenomen, werd vernatting door dichtgeslibde (uiteinden van) greppels als oorzaak gegeven.

⁷ Verbetering berekening areaal pionierzones in 2006. Het areaal pionierzone > 5% is voor de gehele periode 1960-2006 na de herberekening bijna verdubbeld. De Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK) heeft functie-eis 3 evenredig verhoogd, van 400 ha naar 750 ha. RWS heeft ook het Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008 aangepast (Tilma, 2008). Het kwelderareaal blijft hetzelfde en het areaal pre-pionierzone blijft nagenoeg ongewijzigd. De trends in het areaal pionierzone > 5 % zijn hetzelfde gebleven, waaronder de trendbreuk in Groningen. Dat is belangrijk voor de betrouwbaarheid van het WOK-bestand, want trends staan voor de processen die het areaal bepalen en die veranderen niet door een rekensom.

4 Monitoring van de biodiversiteit van de kweldervegetatie

4.1 Biodiversiteit en beweiding in de kwelderwerken

Naast het kwelderareaal is de biodiversiteit van de vegetatie van steeds groter belang. Successie van opeenvolgende vegetaties is een autonoom proces (Westhoff *et al.*, 1998) als gevolg van o.a. opslibbing. Als een kwelder in zijn eindfase komt kunnen climax-vegetaties sterk gaan domineren. Climax-vegetaties hebben een soortenarme vegetatie met een lage biodiversiteit. Ook de biodiversiteit aan biotopen voor vogels en ongewervelde dieren (insecten, spinnen) neemt in climax-vegetaties af (Dijkema *et al.*, 2001). Dit proces wordt veroudering genoemd. Het kort houden van de vegetatie door beweiding kan de ontwikkeling van een climax-vegetatie vertragen (door ganzen en hazen) of kan die tegengaan (door beweiding met vee). Extensieve tot matige beweiding zorgt voor variatie in de hoogte en de structuur van de vegetatie (Bakker *et al.*, 2003a, 2003b; Kleyer *et al.*, 2003). Alleen intensieve beweiding gaat veroudering van de vegetatie volledig tegen (met name de uitbreiding van Riet in de Dollard; Esselink, 2000), maar is nadelig voor een gevarieerde biodiversiteit aan vegetatie, ongewervelde dieren en broedvogels (Mandema *et al.*, 2013, 2015 Van Klink *et al.*, 2015ab).

Wat de mate van beweiding betreft is er de laatste decennia veel veranderd. Rond 1980 waren in de Friese kwelders twee uitersten in beweiding aanwezig: biljartlaken-beweiding of geen beweiding, waardoor er weinig variatie in de vegetatie was. De intensieve beweiding vond op brede kwelders plaats in combinatie met de aangrenzende zomerpolders. Daardoor had het vee meteen ook een vluchtplaats op zomerkades en dobbes bij hoge waterstanden. In de Groninger kwelders was mozaïekbeweiding aanwezig, waarbij de beweidingsintensiteit per oevereigenaar verschilde. Daardoor was er veel variatie in de vegetatie. De beweiding vond echter op een relatief smalle strook kwelders plaats, waardoor er geen vluchtplaatsen bij hoog water waren.

Na 2000 gaat de variatie in zoutplantenvegetaties snel achteruit door minder beweiding en voortgaande opslibbing. De afname van de beweiding vindt in Groningen al vanaf de dijkophoging in 1980 plaats. Dit leidt op 60% van het areaal tot veroudering met alleen nog Zeekweek. Friesland volgt in een langzamer tempo hetzelfde proces.

In Groningen is in 2011-2013 het Groninger kwelderherstelplan uitgevoerd waarin door ophogen van gronddammen en dijkhekken en het verondiepen van een deel van het ontwateringssysteem de veeveiligheid sterk is toegenomen. Verder is het door het maken van bruggen over de hoofdleidingen mogelijk gemaakt grotere beweidingseenheden te vormen of vee makkelijker naar de aangrenzende kwelder over te brengen.

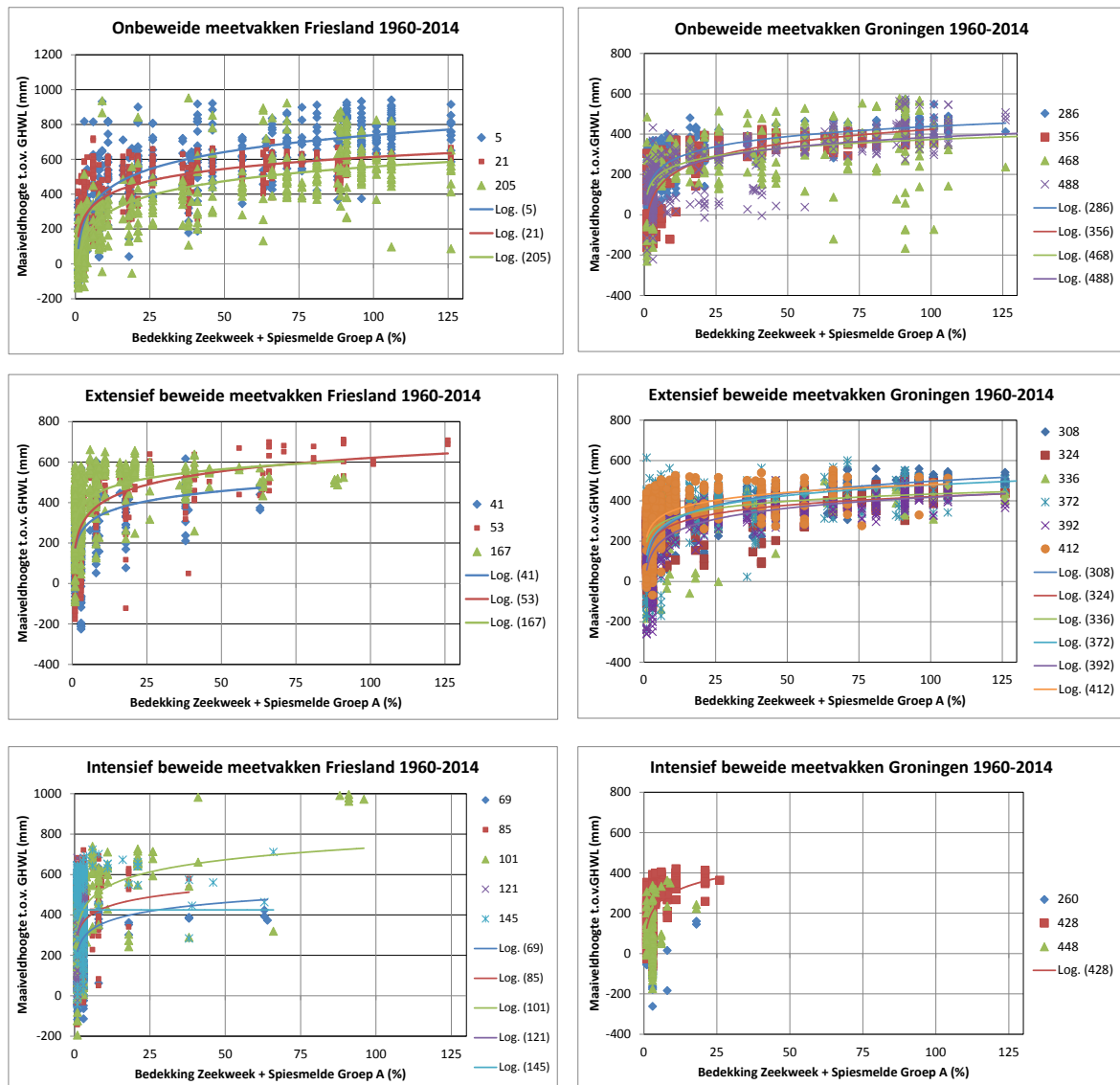
Figuur 4.1 geeft een beeld van de omvang en veroudering van de meetvakken op basis van de WOK-gegevens van 1960-2014. De data zijn per provincie gerangschikt in onbeweide, extensief beweide en intensief beweide meetvakken (bij deze indeling zijn wel enkele kanttekeningen te plaatsen door alle veranderingen in het beweidingsbeheer van de laatste jaren, zie hieronder). Op de horizontale as staat de bedekking van de twee climaxplanten die kenmerkend zijn voor een onbeweide vastelandkwelder: Zeekweek en Spiesmelde. Op de verticale as staat de maaiveldhoogte waarbij de bedekking bereikt wordt. De gemeten punten per jaar van de afzonderlijke meetvakken zijn herkenbaar aan de symbolen.

Uit de *Figuur 4.1* kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Zowel in Friesland als in Groningen komt dominantie van Zeekweek/Spiesmelde ($\geq 50\%$) in alle onbeweide meetvakken vaak voor.
- Dominantie met Zeekweek komt in de Groninger meetvakken ook bij extensieve beweiding voor. Dit kan gebeuren als er langdurig sprake is van een lage beweidingsdruk.
- In alle Friese meetvakken zonder beweiding start co-dominantie ($\geq 25\%$) van Zeekweek/Spiesmelde vanaf een hoogteligging van 40 cm boven GHW. In alle Groninger

meetvakken zonder beweiding, maar ook bij extensieve beweiding, komt co-dominantie voor vanaf 30 cm boven GWH.

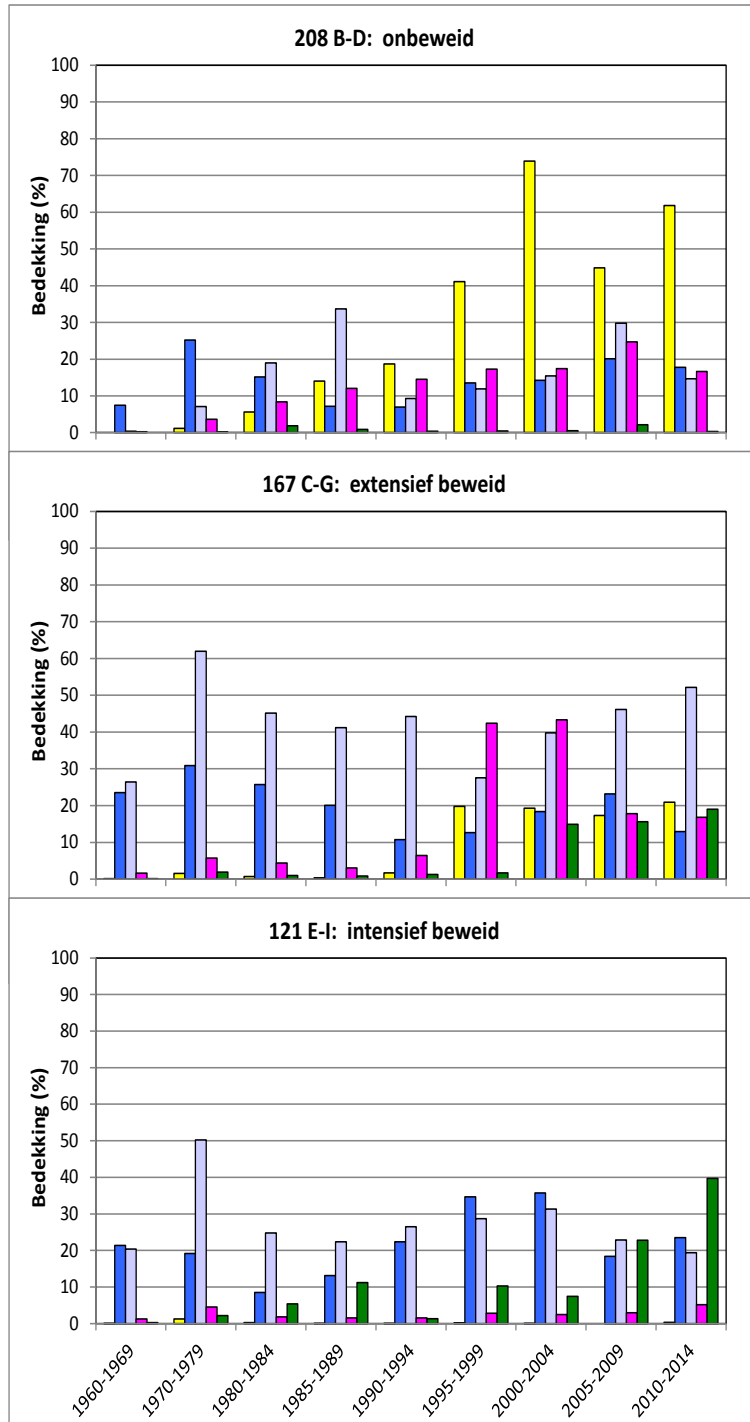
- Bij intensieve beweiding komt Zeekweek, zowel in Friesland als Groningen voornamelijk in een lagere bedekking dan 25% voor. Aangezien de meeste punten daardoor links in de grafiek staan heeft de getrokken trendlijn daardoor weinig betekenis.



Figuur 4.1 Bedekking climaxplanten in onbeweide, extensief beweide en intensief beweide Friese en Groninger meetvakken met de bijbehorende maaiveldhoogteligging. Door de punten is een logaritmische trendlijn getrokken. Aan het snijpunt van die lijn met de lijn van de bedekking met Zeekweek/Spiessmelde bij 25 % (= codominantie) is de maaiveldhoogte af te lezen waar dit voorkomt.

Na stoppen van beweiding gaat de ontwikkeling, afhankelijk van het reeds aanwezige percentage Zeekweek en de verspreiding over het gebied, in 5-15 jaar naar dominantie van Zeekweek (>50 % bedekking). Daarna verdwijnen andere zoutplanten, sommige broedvogels en de meeste ganzen. Door de leeftijd, de hoogte en de afnemende beweiding van het merendeel van onze kwelders heeft deze ontwikkeling de afgelopen 20 jaar geleid tot een sterke uitbreiding van soortenarme climax-vegetaties met Zeekweek op zoute kwelders en van Riet en Kweek op brakke kwelders. Dit is een algemeen verschijnsel dat zich op veel kwelders voordoet. Het basisproces dat op kwelders aan veroudering ten grondslag ligt is de opslibbing, waardoor de pionierzone verandert in achtereenvolgens lage, midden- en hoge kwelderzone (Van Duin *et al.*, 2007a). Over enige tijd zal duidelijk worden of de toenemende beweiding in de Groninger kwelderwerken, zoals die gepland staat na de uitvoering van de inrichtingsmaatregelen van Kwelderherstel Groningen, de climaxvegetatie met Zeekweek zal terugdringen.

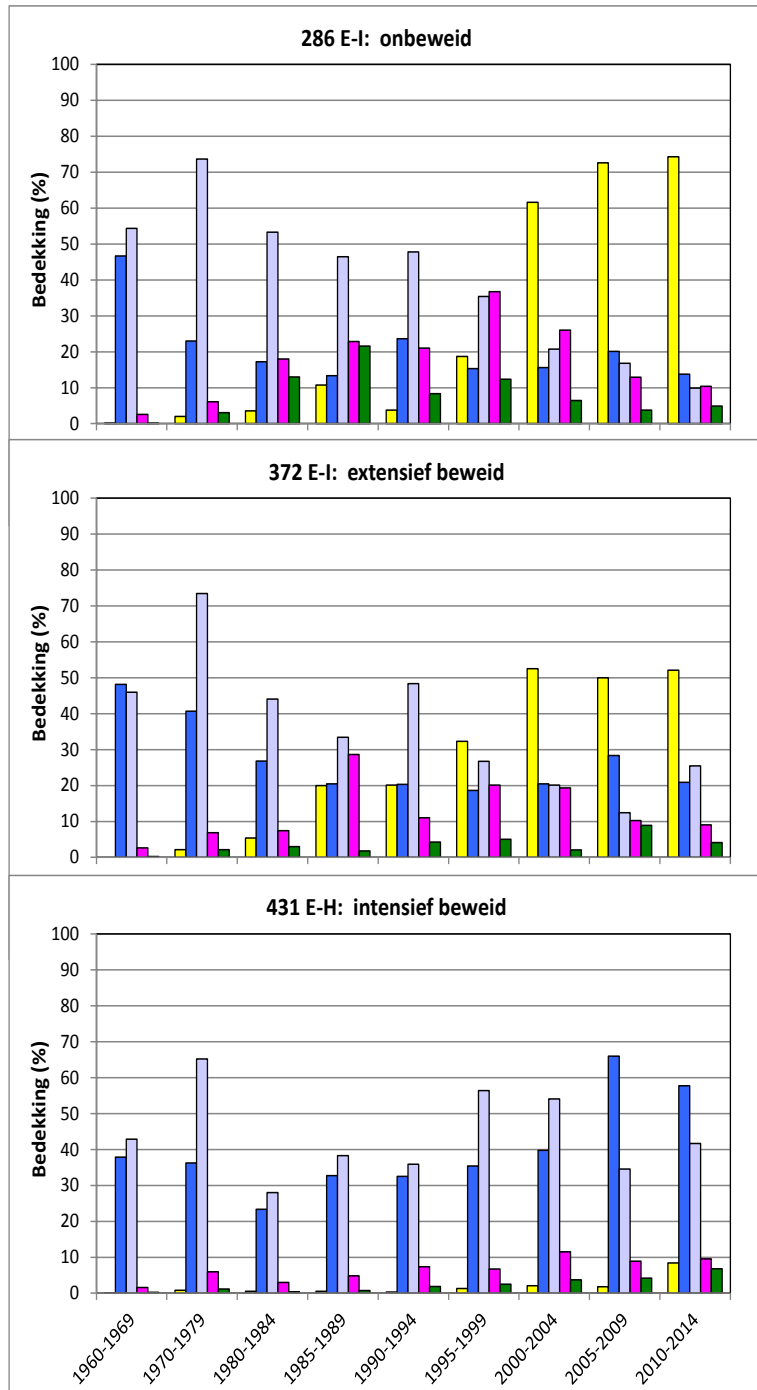
De verandering van de biodiversiteit van de kweldervegetatie als gevolg van mate van beweidingsintensiteit werd in vorige jaarrapporten ook in beeld gebracht voor de 25 meetvakken (zie bv. Tabel 4.1 in Dijkema *et al.*, 2013). De laatste jaren is de beweidingsintensiteit in veel meetvakken echter nogal veranderd, soms door een verminderd vee-aanbod en soms door intensivering van beweiding, zoals bv. mogelijk gemaakt door het Groninger kwelderherstelplan. Hierdoor zijn de voorheen gebruikte beweidingsklassen (onbeweid, extensief en intensief beweid) vaak niet meer van toepassing op de betreffende meetvakken zoals vroeger. Bovendien varieert de beweiding tussen jaren sterker dan vroeger. Hierdoor kunnen de effecten van beweiding niet meer op dezelfde wijze worden gepresenteerd als voorheen.



Figuur 4.2 Verandering in biodiversiteit van de vegetatie in drie meetvaktransecten in de Friese kwelderwerken over de periode 1960-2014 per beweidingsklasse.

Groep A	: Climaxsoort Zeekweek (soms Spijesmelde, Strandmelde)
Groep B	: Pioniersoorten Zeekraal en Engels slijkgras
Groep C	: Lage kweldersoorten Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde
Groep D	: Zeeaster in diverse zones (soms met de kwelderplanten Gerande schijnspurrie, Schorrezoutgras, Lamsoor, Zeeweegbree)
Groep F	: Midden kweldersoorten Zealsem, Engels gras, Zilte rus, Rood zwenkgras, Fioringras, Zeemelkruid

De vegetatie-opnamen in de meetvakken zijn voor alle subvakken voor de periode 1960-2014 wel met het Bossinade-programma WOKGROEP vertaald naar figuren met de kenmerkende plantengroepen per successie-stadium (SALT97; De Jong *et al.*, 1998), inclusief de beweidingsintensiteit per jaar. Op basis van al die figuren zijn drie meetvaktransecten in Friesland en Groningen gekozen die een vrijwel constante beweidings-intensiteit hebben gekend gedurende de hele monitoringperiode om daarmee het grote effect van beweiding als beheermaatregel op de vegetatieontwikkeling te illustreren. Van deze transecten zijn de gemiddelde percentages van de kenmerkende plantengroepen voor negen opeenvolgende tijdperioden weergegeven in *Figuur 4.2* en *4.3*.



Figuur 4.3 Verandering in biodiversiteit van de vegetatie in drie meetvaktransecten in de Groninger kwelderwerken over de periode 1960-2014 per beweidingsklasse.

Groep A	: Climaxsoort Zeekweek (soms Spijesmelde, Strandmelde)
Groep B	: Pioniersoorten Zeekraal en Engels slijkgras
Groep C	: Lage kweldersoorten Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde
Groep D	: Zeeaster in diverse zones (soms met de kwelderplanten Gerande schijnspurrie, Schorrezoutgras, Lamsoor, Zeewegbree)
Groep F	: Midden kweldersoorten Zealsem, Engels gras, Zilte rus, Rood zwenkgras, Fioringras, Zeemelkkruid

In beide onbeweide transecten is de natuurlijke successie als gevolg van opslibbing duidelijk te zien. De verschillende vegetatiezones van laag naar hoog volgen elkaar op in de tijd tot de successie na circa 25 jaar het climax-stadium met Zeekweek bereikt. Hoewel de biodiversiteit in vegetatiekundig opzicht laag is, hoort deze zone thuis in het volledige spectrum en biedt een leefomgeving aan een deels eigen fauna (bv. arthropoden, woelmuizen en velduilen). De specifieke bodemeigenschappen spelen daarbij ook een rol (zie bij intensieve beweiding).

In de extensief beweide transecten is ook successie waarneembaar en wordt de climaxvegetatie hooguit vertraagd, maar blijft de biodiversiteit (langer) gehandhaafd, doordat de verschillende vegetatiezones naast elkaar blijven bestaan. In de intensief beweide transecten wordt de successie vrijwel volledig voorkomen en is Zeekweek bijna afwezig. De zeer gevarieerde zone met Zeeaster is echter ook slechts in beperkte mate aanwezig waardoor de biodiversiteit als geheel toch afneemt. Een ander belangrijk punt bij (intensieve) beweiding is dat een door vee verstoorde bodem andere abiotische eigenschappen heeft (bv. grotere compactie, lagere zuurstof- en waterdoorlaatbaarheid, wat leidt tot een andere mineralisatie en nutriëntensamenstelling). Dit heeft directe gevolgen voor flora en fauna (Van Klink *et al.*, 2015ab).

4.2 Vegetatiekaarten van de Friese en Groninger vastelandkwelders

Rijkswaterstaat-CIV (Centrale Informatievoorziening) maakt in het monitoringprogramma VEGWAD vanaf 1980 vegetatiekarteringen van alle kwelders en schorren in Nederland. Het is niet mogelijk alle kwelders in het zelfde jaar te behandelen. Daarom wordt er een roulerend systeem gebruikt waarbij elke kwelder tegenwoordig eens in de 6 jaar aan bod komt (*Bijlage 3*).

De karteringen worden uitgevoerd op basis van luchtfoto's in jaar 1 met daarop gebaseerd veldwerk in jaar 2. De publicatie van de vegetatiekaart vindt vervolgens plaats in jaar 3. De kartering is een 'landscape guided vegetation survey' op basis van false colour luchtfoto's 1:5.000. De legenda-eenheden worden toegewezen volgens een vaste classificatie met de computer (Dijkema & Bossinade, 1990: SALTMARSH). In de looptijd van de monitoring is die vaste classificatie twee maal verbeterd, in 1997 (De Jong *et al.* 1997: SALT97) en in 2008 (Kers *et al.*, 2012 e.v.: SALT2008). Bij de veranderingen in SALT2008 zijn o.a. enige vegetatietypen met Zeealsem en met Zeekweek tussen zones verschoven. Daarom worden door RWS-CIV de SALT97 vegetatiezones van alle oude vegetatiekaarten omgezet naar de nieuwe kolommen LEGzone en KRW uit SALT2008. Daarnaast is Trilateraal voor de drie Waddenzee-landen een gezamenlijke TMAP-classificatie afgesproken op basis van SALT97/2008 (Petersen *et al.*, 2014). De TMAP-kaarten geven het eenvoudigste overzicht van de biodiversiteit aan vegetatietypen, maar missen de midden kwelderzone.

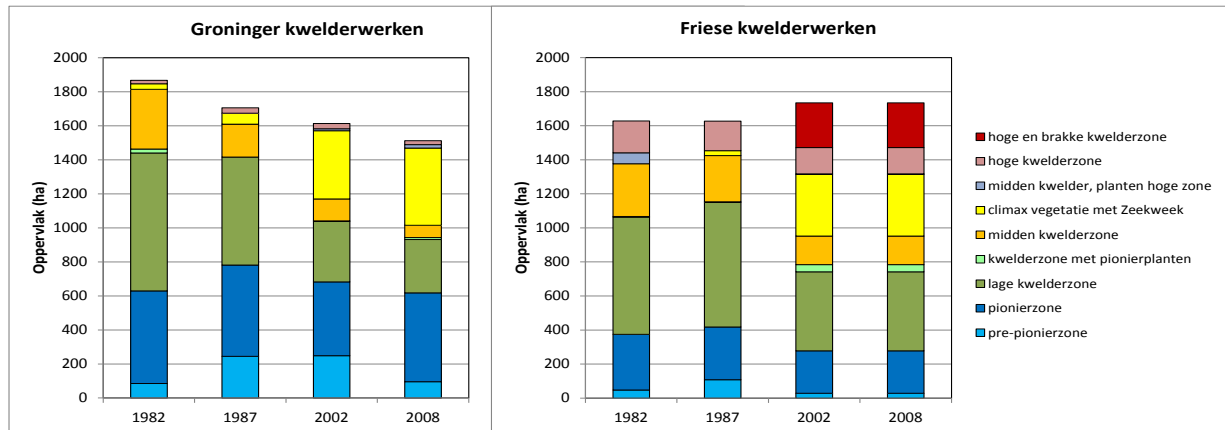
Al enige decennia maakt IMARES aanvullend op de eerder genoemde kaarten in een vertaalslag een vegetatiekaart met 8 vegetatiezones en 2 climax-types, zoals opgenomen in SALT97, die erg praktisch is voor beheerdoeleinden.

Van de kwelderwerken zijn in 2014 luchtfoto's gemaakt. De controle in het veld (*ground truthing*) heeft in 2015 plaatsgevonden. In het voorjaar van 2016 zal de nieuwe vegetatiekaart verschijnen, nadat alle gegevens zijn verwerkt. In de volgende jaarrapportage zullen deze gegevens weer vergeleken kunnen worden met eerdere vegetatiekaarten en eventueel met andere Nederlandse kwelders en schorren. Voor een uitgebreide vergelijking van de tot nu toe verschenen vegetatiekaarten wordt verwezen naar Dijkema *et al.* (2013).

Om in het kort de stand van zaken op basis van de laatst verschenen vegetatiekaarten uit 2008 (*Bijlage 6*) te laten zien worden in *Figuur 4.4* de arealen van de belangrijkste vegetatiezones getoond om te laten zien dat de successie naar climaxvegetatie met Zeekweek, zoals die in de meetvakken wordt gezien, ook duidelijk uit de vegetatiekaarten is op te maken. Belangrijk aspect is wel dat de grens voor het climax-type met Zeekweek op de **vegetatiekaarten** ligt vanaf een bedekking >25% Zeekweek en het areaal wordt gebiedsdekkend in de totale kwelder (inclusief de boerenkwelders) op

basis van alle kwelderzones berekend. De grens voor (co-) dominantie van het climax-type Zeekweek ligt in de **meetvakken** iets lager (> 18% bedekking met Zeekweek) en wordt gescoord per subvak van 1 ha in het kleinere areaal van de meetvakken. Daarom leveren de meetvakken een hoger percentage van het climax-type Zeekweek op en kunnen oppervlaktes voor de verschillende vegetatiezones verschillen in de twee berekeningen. Daarom wordt bij figuren en tabellen vermeld of berekeningen hebben plaatsgevonden op basis van de VEGWAD-gegevens of op basis van extrapolatie van de meetvakgegevens.

De toename van het areaal in Friesland in 2002 en 2008 komt met name door de verkweldering van een zomerpolder in het Noorderleeg.



Figuur 4.4 Totale oppervlaktes vegetatiezones in de Groninger en Friese kwelderwerken s.l. op basis van RWS VEGWAD-kaarten. Dit is exclusief Friese zomerpolders, tenzij ze verkwelderd zijn, maar inclusief de Friese en Groninger boerenkwelders. De arealen kunnen daardoor verschillen van de schatting op basis van extrapolatie van de meetvakdata, die alleen de kwelderwerken binnen de bezinkvelden betreffen.

5 Huidig beheer gericht op natuurdoelen

5.1 Achtergrond

In de afgelopen decennia is het beheer in de kwelderwerken regelmatig aangepast aan veranderende wensen, (natuur)doelen en/of nieuwe ontwikkelingen. Meestal werd hierbij gekozen voor het afbouwen van een bepaald type beheer of beheerintensiteit om het systeem zelf langzaam een nieuw evenwicht te laten vinden. Na een jarenlange focus op het uitbreiden van areaal is het terugdringen van veroudering door successie, en daarmee vergroten van de biodiversiteit, tegenwoordig het speerpunt.

Naast afname van de biodiversiteit door successie zal op termijn de biodiversiteit ook kunnen afnemen door gebrek aan ruimte voor jonge successiestadia. De pionierzone kan in de knel komen doordat de kwelder door opslibbing steeds verder richting wad (de laatste onderhouden rijshoutdam) groeit en de pionierzone niet richting wad kan uitbreiden, omdat de bescherming van de rijshoutdammen niet aanwezig is en/of er het voorliggende wad (nog) te laag ligt ten opzichte van NAP om begroeiing mogelijk te maken.

Ondanks de vrij strikte scheiding tussen de meer infrastructurele beheertaken van RWS en meer op vegetatie gerichte beheertaken van de kweldereigenaren heeft, dankzij op praktijk gericht goed overleg in de Werk- en Stuurgroep, het belang voor de kwelder altijd voorop gestaan en werd daardoor met het beheer vaak vooruitgelopen op verwachte ontwikkelingen.

Aangezien het areaal kwelder en pionierzone op dit moment ruimschoots aan de functie-eisen voldoen ontstaat er nu een kans om bij de beheerexperimenten omtrent biodiversiteit de natuurdoelen betreffende het vergroten van de natuurlijkheid en dynamiek te koppelen aan verjonging. Een idee dat, door de veroudering in veel kwelders en door het beoogde duurzame karakter van zo'n koppeling, ook steeds meer bij beheerders en natuurorganisaties in de belangstelling staat.

In de onderstaande paragrafen worden voor de huidige beheermaatregelen enkele mogelijkheden met voor- en nadelen aangestipt.

5.2 Rijshoutdammen

Door *autonome* ontwikkeling vindt veroudering van kwelders plaats: door opslibbing verdwijnt de lage kwelder ten gunste van de midden kwelder die uiteindelijk voor een groot deel begroeid raakt met Zeekweek. In een natuurlijke kwelder vindt cyclische successie plaats waarbij er naast kwelderaanwas ook kwelderafslag is, waardoor er hernieuwde groei en verjonging van de kwelder optreedt. In de half-natuurlijke kwelderwerken vindt deze afwisseling van aanwas en erosie niet plaats door de beschermende werking van de rijshoutdammen.

Om toch ruimte te houden of te creëren voor deze jonge successiestadia en gezien het feit dat er ruimschoots wordt voldaan aan de functie-eisen betreffende areaal kan gedacht worden aan het uitbreiden van maatwerk betreffende het damonderhoud. Een vervolgstap op het reeds lang geleden ingezette beheer van het staken van onderhoud in de derde bezinkvelden, waardoor na verloop van jaren een geleidelijke overgang van wad naar (pre-) pionierzone is ontstaan, zou cyclisch beheer van de rijshoutdammen op de grens van pre-pionier en pionier/lage kwelder kunnen zijn. Hierbij kan gedacht worden aan het tijdelijk (decennia) stoppen van onderhoud aan de rijshoutdammen op locaties met hoge opslibbing (bv. het stoppen van het onderhoud van de 2e dwarsdam (evenwijdig aan de kust) om een meer natuurlijke overgang naar het wad te bevorderen, dus zonder de beschermende werking van de lengtedammen (loodrecht op de kust) weg te halen). Ook zou juist

gestart kunnen worden met onderhoud op locaties waar een pionierzone binnen de oorspronkelijke contouren van de kwelderwerken mogelijk en/of gewenst is en niet zonder hulp van rijshoutdammen ontstaat. Er kleven ook wel enige bezwaren en beperkingen aan cyclisch dammenbeheer. Na stoppen van onderhoud vindt er vanaf de wadkant erosie plaats van de pionierzone en de lage kwelder, maar van erosie van de midden kwelder die dicht bij de zeedijk ligt is nauwelijks sprake. Erosie van de goed gerijpte bodem van deze zone gaat namelijk zeer langzaam (geschat op maximaal 0,5 m per jaar). Voor verjonging van de midden kwelder (het beoogde doel) is met deze methode een onrealistische lange termijn van eeuwen nodig. Cyclisch beheer van lage kwelders door cyclisch dammenbeheer is beter mogelijk, maar zelfs dan is de tijdschaal lang. Als bijvoorbeeld de dammen 20 jaar na stoppen van het onderhoud weer worden hersteld begint de aanwas van de pionierzone al na enkele jaren. De lage kwelder heeft echter veel meer tijd nodig (in de orde van 100 jaar) om te herstellen. Verjonging van vegetaties gedomineerd door Zeekweek wordt met cyclisch dambeheer dus niet op afzienbare termijn bereikt (Van Duin *et al.*, 2007a).

RWS heeft in de afgelopen decennia, in samenwerking met Werkgroep, Stuurgroep en de uitvoerende aannemers, veel ervaring opgedaan met de bouw, levensduur en optimalisatie van rijshoutdammen. Dit kan in combinatie met het binnenkort op te stellen plan voor onderhoud en renovatie van de dammen een mogelijkheid bieden om het huidige damonderhoud nog flexibeler en tot nog meer maatwerk te maken om het zodoende te laten inspelen op de natuurlijke ontwikkelingen. De gemiddelde levensduur van een dam is circa 30 jaar. Omdat de dammen niet overal even oud zijn, vindt renovatie ook op verschillende momenten plaats. Dit biedt de mogelijkheid om per locatie in overleg met alle betrokkenen een beslissing te nemen over renoveren volgens schema of volgens een aangepast beheer.

5.3 Grondwerk

Het grondwerk is op basis van experimenten in de jaren 1982-1997 en met instemming van de Stuurgroep Kwelderwerken geleidelijk afgebouwd. De laatste stap in 1997-2000 naar volledig stoppen (met uitzondering van het bij hoge noodzaak hergraven van een hoofdleiding) was een beslissing van RWS.

Door het stoppen met grondwerk zijn diverse ontwikkelingen in gang gezet met zowel gunstige als minder gunstige gevolgen voor morfologie/natuurlijkheid, biodiversiteit en beheer:

- De ontwatering, de hoogteopbouw en de bodemopbouw van de kwelder zijn natuurlijker geworden.
- De watergangen versmallen en verdiepen tot een doorsnede zoals bij natuurlijke krekten.
- De totale lengte van het ontwateringssysteem is afgenomen door het dichtslibben van (delen van) greppels, dwarsslotten en hoofdleidingen.
- In brede kwelders met hoge opslibbing (zoals in Friesland) wateren hoofdleidingen minder goed af.
- Het oorspronkelijk gegraven ontwateringssysteem is, ook na het stoppen met onderhoud, grotendeels blijven functioneren.
- Vernatting door de verminderde ontwatering leidt tot secundaire pioniervegetatie binnen de kwelderzone, wat bijdraagt aan de biodiversiteit.
- In de versmalde en verdiepte dwarsslotten en greppels (vooral in combinatie met overhangende begroeiing) kan vee verdrinken. In het kader van het Waddenfonds-project Kwelderherstel Groningen zijn greppels en dwarsslotten dieper dan 40 cm daarom V-vormig geprofileerd en verondiept, zodat het veiliger is voor het vee.
- Door de afgenomen ontwatering treedt er op sommige plekken vernatting op wat tot vertrapping en kale plekken kan leiden vooral in geval van beweiding.

In de Stuurgroep Kwelderwerken is in 2008 een discussie gevoerd over doel en middel bij natuurbeheer, waarbij is vastgesteld: "beweiding is geen doel op zich, maar een middel tegen veroudering/verkwaking van de kwelder". Na uitwerking is in 2009 door de Stuurgroep Kwelderwerken de onderstaande tekst vastgesteld:

"It Fryske Gea geeft enige pachters bij Ferwerd en Holwerd de ruimte voor greppelonderhoud. De Stuurgroep Kwelderwerken adviseert dat plaatselijk greppelen onder voorwaarden bijdraagt aan een gevarieerd kwelderbeheer:

- Uitsluitend in de kwelderzone, niet in de pionierzone. Achterliggende reden is dat Natura 2000 vraagt om behoud van de pionierzone, terwijl greppelen successie naar kwelder in gang zet.
- Voorkeur voor plaatselijk greppelen in boerenkwelders met als doel het nog resterende traditionele kwelderbedrijf met intensieve beweiding voort te zetten.
- De huidige vorm van onderhoud van kleine greppels in freeswerk is goed.
- Precedentwerking van het lokaal toestaan van hernieuwd greppelonderhoud in de kwelderwerken voorkomen door een maximum diepte van enkele pandjes in de omvang van voor of in 2008."

Naast stoppen met greppelonderhoud en beweiding (zie § 5.5) zijn binnen de gerijpte kwelder de mogelijkheden om de natuurdoelen vergroten van dynamiek, natuurlijkheid en biodiversiteit te bereiken beperkt. Op de grens van kwelder en wad liggen wel kansen. Hoewel grondwerk ook daar tot vrijwel nul is gereduceerd zijn er in de (pre-) pionierzone op de korte termijn op sommige locaties wel keuzes te maken betreffende hoofdleidingen die spontaan te dicht (volgens huidige beheer) langs dammen of door dammen lopen. Net zoals bij het beheer van de rijshoutdammen (en bij voorkeur zelfs in combinatie met dit beheer) zou voor het grondwerk per locatie via maatwerk een passende keus gemaakt kunnen worden, zoals bv. herprofileren of niets doen.

5.4 Morfologie

De twee grootste verschillen tussen de kwelderwerken en natuurlijke vastelandskwelders betreffen maaiveldhoogte en ontwatering.

In jonge kwelderwerken loopt de hoogte geleidelijk op van het wad naar de zeedijk. Een kenmerk van vastelandskwelders is terrasvorming, ook in moderne kwelderwerken, waarbij de hoogte naar het wad oploopt (De Vries, 1940). Vooral bij brede kwelders is tijdens hoge waterstanden vaak goed te zien dat er vlak bij het wad nog hoge en droge kwelder zichtbaar is, terwijl alle kwelder dicht bij de dijk al onder water staat. Oude terrasvorming is te herkennen aan kwelderkliffen, zoals langs de oudste boerenkwelders in Groningen: Westpolder, Negenboerenpolder en Noordpolder. Voor het klif kan nieuwe aanwas ontstaan, langs de genoemde kwelders in de vorm van kwelderwerken.

De vorm van het krekenspatroon op een kwelder hangt onder meer samen met sedimenttype, vegetatietype en getijverschil (Chapman, 1974; Adam, 1990). Een natuurlijk patroon van krekens, droge oeverwallen en natte kommen ontbreekt in de kwelderwerken omdat de kweldervorming vanaf het beginstadium door begreppeling is gestimuleerd en brede zones daardoor in eenzelfde ontwikkelingsstadium verkeren. Kwelderwerken hebben daarom een eenvoudige abiotische opbouw in hoogtezones evenwijdig aan de zeedijk. Hierdoor, en omdat de vegetatiezones door de beschermende werking van de rijshoutdammen en grotere ontwatering door het gegraven ontwateringssysteem op een lager niveau t.o.v. NAP kunnen starten, verschillen ze in vegetatiezonering van natuurlijke kwelders.

In krekensstudies, opgezet in samenwerking met de WOK-Werkgroep (Reents 1995; Reents *et al.*, 1999; Van Duin & Dijkema, 2003), zijn de mogelijkheden voor een natuurlijker patroon van de afwatering in de kwelderwerken onderzocht. Daarvoor zijn onder meer de kunstmatige waterlopen in de kwelderwerken vergeleken met natuurlijke krekensystemen in referentie-kwelders in Nederland, Duitsland en Engeland. Een aantal belangrijke conclusies waren (Reents, 1995):

- Het watervoerende oppervlak in de kwelderwerken was met 20% het dubbele van de natuurlijke referentie-kwelders (10%).
- Het oppervlak aan natte kommen was veel kleiner in de kwelderwerken dan in natuurlijke kwelders. In de kwelderwerken komen die haast niet voor, terwijl in natuurlijke kwelders tot 6% van het oppervlak kan bestaan uit natte kommen.
- De totale lengte aan watergangen in de kwelderwerken was 20% groter dan de natuurlijke referentie-kwelders, waarbij het verschil vooral werd veroorzaakt door de greppels.
- De dwarsprofielen van dwarssloten en greppels in de kwelderwerken waren breder en ondieper dan van natuurlijke krekens.

-
- De dwarsprofielen van hoofduitwateringen komen goed overeen met een natuurlijke referentie. Twee hoofdleidingen samen komen overeen met de natuurlijke komberging van één hoofdkreek (ca. 25 ha).

Ondertussen zijn de kwelderwerken circa 20 jaar zonder grondwerk verder geëvolueerd en veel greppels en dwarssloten zijn in de loop van die jaren (deels) dichtgeslibd. De mede daardoor opgetreden spontane versmalling, verdieping van dwarssloten en greppels is in lijn met de natuurlijke referenties. Indien de studie nu opnieuw gedaan zou worden zouden sommige verschillen tussen kwelderwerken en de natuurlijke referentiekwelders waarschijnlijk kleiner zijn geworden.

Echter, een andere conclusie uit de bovengenoemde studies was dat een volledig natuurlijk krekensysteem in het huidige volgroeide stadium van de kwelderwerken slechts mogelijk is door het bestaande ontwateringssysteem helemaal te verwijderen. Dit zou alleen bereikt kunnen worden door de kwelders af te graven. Een volledig natuurlijk krekensysteem verkrijgen in de huidige situatie is daardoor geen reële optie. Een krekensysteem ontwikkelt zich vanaf de allereerste stadia van de kweldervorming, in samenhang met de natuurlijke patronen in de hoogteligging en de pioniervegetatie.

Dankzij het stoppen van grondwerk blijkt natuurlijke kreekvorming in de pionierzone de laatste jaren inderdaad op te treden. Door het stoppen met onderhoud van de rijshoutdammen in het derde bezinkveld verdwijnt langzaam het hoogteverschil met het aangrenzende wad en ontstaat een natuurlijker, geleidelijke overgang. Uit beide ontwikkelingen blijkt dat deze zone na stoppen van het beheer zelf een nieuw evenwicht aan het zoeken is en lijkt te kunnen vinden, maar ook dat dit decennia kan duren en dus geduld vergt.

5.5 Beweiding

5.5.1 Beweidingspatroon

Beweiding kan een uniforme begroeiing terugdringen en de biodiversiteit verhogen (Westhoff *et al.*, 1998). Hiermee wordt echter niet voorkomen dat de ophoging van het maaiveld en de veroudering van de kwelder doorgaat. Voor vogels (ganzen en broedvogels) is het effect van de autonome ontwikkeling voornamelijk afhankelijk van het gevoerde beweidingsbeheer.

In 1974 hadden de Groninger kwelderwerken een mozaïekbeweiding met bijna 70 beweide percelen loodrecht op de hoogtezonering in een vrij evenwichtige verdeling over de vier beweidingsklassen onbeweid, extensief, matig en intensief beweid (Dijkema, 1975b). Deze combinatie van hoogtezones met loodrecht daarop de vele beweidingsgrenzen was de basis voor een volledige biodiversiteit aan natuurlijke zoutplantenvegetaties kenmerkend voor kleiige kwelders (Dijkema, 1975ab, 1983).

Een verbeterde biodiversiteit op de tegenwoordig hogere en nattere kwelders is waarschijnlijk te bereiken via een experimentele herinvoering van mozaïekbeweiding, met een ruimtelijk gevarieerde beweidingsintensiteit in combinatie met verschillen in veesoort en inrichting (waaronder perceelgrootte, gronddammen, sloten, veevluchtroutes en drinkplaatsen). In het Groninger kwelderherstelplan hebben uitgebreide inrichtingsmaatregelen plaatsgevonden om beweiding niet alleen veiliger te maken voor het vee, maar ook mogelijk te maken in grotere beheereenheden. Een onderdeel van mozaïekbeweiding is extensieve beweiding, die op grote percelen ruimtelijke patronen met een afwisseling van korte en hoge vegetaties vormt. Bij langdurig extensieve beweiding op hetzelfde perceel zullen de oudere successie-stadia toch opnieuw worden bereikt. Een mogelijkheid om de daarmee gepaard gaande afname van de biodiversiteit tegen te gaan is deze oudere successie-stadia cyclisch terug te zetten door een tijdelijk (zeer) intensieve beweiding. Als daarna de kwelder voor enkele jaren niet wordt beweid verwachten we een afwisseling in de tijd van jonge korte vegetaties en een onbeweid tussenstadium met veel bloeiende zoutplanten die zaad kunnen zetten.

Bij een mix van mozaïekbeweiding en cyclische beweiding wordt een optimaal resultaat verwacht voor de biodiversiteit. Er is dan plaats voor alle vegetatietypen waaronder de kenmerkende massale Zeeaster-bestanden, maar ook voor vogels die broeden, overtijen en foerageren, en voor gespecialiseerde ongewervelde dieren die gebonden zijn aan de bijzondere zoutplanten.

5.5.2 Beweidingsintensiteit

Door de Trilaterale *salt marsh and dunes expert group* is de intensiteit van de beweiding 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.

Het vorige overzicht van de beweidingsintensiteit in de volledige Friese en Groninger kwelderwerken stamt uit 2008 (Dijkema *et al.*, 2013). Voor de QSR 2016 zal geprobeerd worden een nieuw overzicht te maken op basis van de drie TMAP-beweidingsklassen. Deze figuren zullen in het volgende WOK-jaarrapport worden opgenomen.

Voor elke gewenste vegetatiestructuur is de daarvoor juiste veebezetting afhankelijk van de ontwatering, het kleigehalte, het weer en de maaiveldhoogte. *Tabel 5.1* vat de getallen voor onbemeste vastelandskwelders samen 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 voor de kwelders van It Fryske Gea in Noard Fryslân Bûtendyks wijzen daar ook op. Kleyer *et al.* (2003) noemen 0,6 runderen per ha (op GVE basis, dus 1,2 pinken per ha) optimaal voor de biodiversiteit van de vegetatie, dat is een extensieve tot matige beweiding.

Bij mozaïekbeheer is elk advies voor één type beweiding onjuist, alle beweidings-categorieën behoren vertegenwoordigd te zijn.

Tabel 5.1

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

Beweidings-intensiteit	Vegetatiestructuur (Dijkema, 1983)	Schape incl. lam (per ha)	Jongvee (per ha)	Grootvee (GVE/ha)	Fryslân* (GVE/ha)
Zeer extensief	Patroon van kort en lang gewas				< 0,4
Extensief		2 – 3	0,7 – 1,0	0,3 – 0,5	0,4 – 0,7
Matig	Lang gewas bijna weg	5 – 6	1,0 – 1,5	0,5 – 0,8	
Intensief	Alleen kort gewas <10 cm	9 – 10	2,0 – 2,5	1,0 – 1,3	Max. 0,75

Om de effecten en effectiviteit van beweidingsstrategieën op de biodiversiteit goed te kunnen volgen en evalueren is het van groot belang dat niet alleen de aantallen, het type vee worden bijgehouden, maar ook de in- en uitscharingsdatum (en totale beweidingsduur, indien het vee tussentijds tijdelijk afwezig is).

Beweiding is een beheermaatregel die binnen een bestaande situatie veroudering van de vegetatie in de kwelderwerken kan vertragen. Echter, aangezien de hoogte van het maaiveld bij deze vorm van beheer niet verandert, door vertrapping hooguit licht afneemt of door opslibbing zelfs toeneemt, zal na stoppen met dit beheer het bij de hoogte horende vegetatietype (bijv. midden kwelder met Zeekweek) snel terugkeren.

6 Conclusies & discussie

6.1 Monitoring

Hoogteontwikkeling

In Friesland is de gemiddelde opslibbing in de drie deelgebieden en zones over de periode 2008-2014 vrijwel overal ruim voldoende om de GHW-stijging bij te houden. Alleen in deelgebied-oost vindt erosie plaats in het derde bezinkveld.

In Groningen is de gemiddelde opslibbing in de pionierzone bijna verdubbeld t.o.v. de vorige periode en die in de kwelder is gehalveerd. Er is echter een duidelijk verschil tussen de deelgebieden en is er een oplopende trend te zien van west naar oost. In het deelgebied west vindt flinke erosie plaats in het derde bezinkveld en in de andere bezinkvelden vindt geen tot net voldoende opslibbing om een GHW-stijging van 2 mm/j bij te houden. In Groningen-midden vindt in het derde bezinkveld lichte erosie plaats en in de overige bezinkvelden net iets meer opslibbing dan voor het bijhouden van de GHW-stijging nodig is. In Groningen-oost is in alle bezinkvelden een opslibbing van >1 cm/jaar gemeten. Ruim voldoende om GHW-stijging en bodemdaling in het gebied (NAM, 2010) te compenseren. Wat hierbij vrijwel zeker een belangrijke rol speelt is dat in de periode 1994-1999 de dammen van vak 404-500 door RWS als mitigatiemaatregel, deels met gelden uit de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning, gerenoveerd zijn en bovendien dat het patroon van dammen daarbij verdicht is.

Areaal pre-pionier, pionier, kwelder en functie-eisen

Hoewel het areaal pionierzone en kwelder ruimschoots aan de functie-eisen voldoen is er de afgelopen 4 jaar een daling in areaal pionierzone geweest en dat geldt zowel voor Friesland als Groningen. De gemiddelde hoogwaters waren laag, wat een voorspeller van groei is (Dijkema *et al.*, 2007a). Het areaal pre-pionierzone groeide daarentegen, vooral in Friesland –oost en Groningen-midden. Als deze trend zich de komende jaren voortzet zou dit kunnen betekenen dat de pionierzone langzamerhand op sommige locaties in de knel begint te komen ('sandwich-positie') door de richting wad groeiende kwelder en het gebrek aan uitbreidingsmogelijkheden door de te dynamische omstandigheden in het derde bezinkveld waar de dammen geen bescherming meer bieden.

Biodiversiteit

Opslibbing, ontwatering en beweiding zijn de bepalende factoren in de vegetatiezonering. De successie/veroudering naar Zeekweek en de afname van de biodiversiteit, die de afgelopen decennia duidelijk waarneembaar was in de meetvakken en op de vegetatiekaarten, zijn een natuurlijk gevolg van opslibbing in combinatie met de afnemende beweiding. Alleen bij intensieve beweiding komt Zeekweek, zowel in Friesland als Groningen voornamelijk in een lagere bedekking dan 25% voor. In onbeweide en in Groninger zelfs ook in extensief beweidde situaties is sprake van dominantie van Zeekweek ($\geq 50\%$).

Het kwelderherstelplan heeft sinds 2013 beweiding in een groot deel van de Groninger kwelderwerken mogelijk gemaakt. De komende jaren zullen de effecten daarvan op de vegetatie zichtbaar moeten worden.

De biodiversiteit van de kweldervegetatie wordt door RWS-CIV 6-jaarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten. De nieuwe kaart voor de kwelderwerken is waarschijnlijk gereed in het voorjaar van 2016 en kan daarom pas in het volgende jaarrapport worden behandeld. Aangezien de kaart gebaseerd is op luchtfoto's uit 2014 is het niet waarschijnlijk dat er al effecten van de uitbreiding van beweiding in de Groninger kwelder waarneembaar zullen zijn.

6.2 Aandachtspunten

De kracht van de Werk- en Stuurgroep heeft altijd gelegen in het interpreteren van trends en daarmee vooraf signaleren van mogelijke knelpunten en door het experimenteren met beheer zoeken naar oplossingen voor de eventuele problemen. Ook de wensen van eigenaren en beheerders spelen een belangrijke rol in de keuzes die gemaakt worden.

Een punt dat de komende jaren om aandacht zal (blijven) vragen is het volgende: de autonome ontwikkeling in de kwelderwerken leidt tot successie (uitbreiding climax-vegetatie en kwelder) en het mede daardoor op termijn in de knel komen van de pionierzone ('sandwich-positie'), maar ook tot de gewenste toename van dynamiek en natuurlijkheid op de grens van wad en kwelder.

Beweidingsbeheer en onderhoud van de rijshoutdammen spelen daarbij een rol. Over het effect van beweiding op de biodiversiteit is veel bekend, onder meer dankzij het onderzoek dat is uitgevoerd in Friesland (Nolte, 2014; Mandema, 2014; Van Klink, 2014). Om de effecten van het Groninger kwelderherstelplan te begrijpen en de resultaten te kunnen toepassen in toekomstig beheer is het belangrijk dat er systematisch gegevens verzameld worden betreffende soort vee, aantallen, in- en uitscharingsdatum en de effecten op de vegetatie. Beweidingsregistratie is essentieel om beheer en ontwikkelingen te kunnen evalueren. Daar zullen echter wel kosten aan verbonden zijn. Ook zou het misschien goed zijn (hernieuwde) afspraken te maken over waar intensieve beweiding plaatsvindt (of mag plaatsvinden), waar nooit beweid zal worden en waar mozaïek- of wisselbeweiding plaatsvindt (of mag plaatsvinden).

Met betrekking tot de 'sandwich-positie' van de pionierzone zijn de infrastructuur van de kwelderwerken en tijdschalen zeer bepalend. Een dam (de palen) gaat gemiddeld ca. 30 jaar mee. Van de circa 120 km dammen die in onderhoud zijn moet in theorie ieder jaar 4 km dam worden gerenoveerd om in 30 jaar de cirkel rond te hebben. Tussentijds vindt ook nog regelmatig onderhoud plaats aan rijshout of neerzetten van draden om het hout vast te zetten. Met de keuze voor een nieuwe dam (renovatie) wordt het beheer voor een locatie dus eigenlijk voor ca. 30 jaar vastgelegd. Zaken die hierbij afzonderlijk of in combinatie om aandacht vragen zijn onder meer:

- Met het oog op renovatie van dammen is een goed overzicht van de huidige hoogte en toestand/leeftijd van de dammen belangrijk. Bij het maken van een plan voor damrenovatie is het verstandig om dat te combineren met eventuele pilots betreffende vergroten dynamiek, verjonging en natuurlijke ontwikkeling (krekens en vegetatieontwikkeling) op de grens van wad en kwelder. Zie ook volgende punt en § 6.4.
- Nadenken over eventuele mogelijkheden voor (duurzame) verjonging van de vastelandskwelders. Nog meer variëren (maatwerk) met onderhoud van de rijshoutdammen in de pionierzone dan al gebeurt zou wellicht optie kunnen zijn. De Werkgroep zou hiervoor misschien een voorstel kunnen uitwerken samen met de eigenaren/beheerders om vervolgens verder te bespreken en in te vullen met de Stuurgroep. Hiervoor is een goed overzicht nodig van bv. opslibbing, vegetatieontwikkeling, ruimte die nog potentieel nog aanwezig is voor de pionierzone, aanwezigheid van natuurlijke krekens en zeegras.
- Belang van tijd- en ruimteschalen: niet overal hetzelfde beheer toepassen. Beheermethodes moeten goed geëvalueerd (kunnen) worden. Als een methode succesvol blijkt te zijn moet de methode niet per se overal gebruikt gaan worden, omdat je dan toch weer een soort eenheidsworst krijgt.
- Van uniform beheer/onderhoud naar maatwerk. Maatwerk zou een besparing kunnen opleveren voor sommige gebieden/beheervormen/jaren, maar zou in andere gevallen duurder kunnen worden. Een flexibele beheerkostenpot zou dit mogelijk kunnen faciliteren.

De vier D's: Dynamiek, Dimensie, Diversiteit (diversiteit in ontwatering, dammen, beweiding enz. levert biodiversiteit) en Duurzaamheid (korte en lange termijn) gelden niet alleen voor de kwelder, maar ook voor het beheer.

6.3 Dilemma's

Er zijn diverse gevallen waarbij gemaakte keuzes/afspraken betreffende beheer kunnen botsen met het beleid richting een dynamischer en natuurlijker kwelder. Dit kan tot dilemma's leiden waarvan hier enkele voorbeelden:

- Diepe, smalle kreek zijn natuurlijk, maar gevaarlijk voor vee. Het verondiepen van kreek verhoogt de veeveiligheid, maar het verstoort de natuurlijke ontwikkeling en het heeft een tijdelijk effect, omdat het systeem weer naar de oorspronkelijke/natuurlijke vorm streeft.
- Dichtslibben van delen van het overgedimensioneerde ontwateringssysteem veroorzaakt lokaal vernatting en bemoeilijkt daardoor beweiding. Vernatting remt echter ook de groei van Zeekweek en bevordert groeiomgankelijkheden voor soorten uit de eerdere successiestadia.
- Subsidieverlening wordt vaak op basis van aantallen hectares en/of verhogen van de biodiversiteit verstrekt. Dit stimuleert beheerders/eigenaren om allemaal dezelfde keuze te maken, terwijl voor de beleidsdoelen een gevarieerd beheer wenselijk is.
- Termijn waarop resultaten worden verwacht/gewenst en de impact van een ingreep of beheerverandering worden niet altijd goed ingeschat. Het doen van een ingreep kan snel gaan, maar het effect ervan kan, zeker als het een systeemverandering beoogt, vele decennia duren.
- Achterloopsheid of vorming van een kreek evenwijdig aan de dijk (*Foto 7*) wordt in principe 'bestreden', maar wat te doen als de aanzet is van natuurlijke kreekvorming in de pionierzone?
- Maatwerk vereist goede kennis van de situatie in het veld, maar het aantal 'ogen in het veld' neemt af.

Het goed definiëren van een doel en streefbeeld helpt niet alleen om passend beheer vast te stellen bij een bepaald beleid, maar ook om het beheer vervolgens te kunnen evalueren op doeltreffendheid. Zeer belangrijk daarbij is om doel en middel niet verwarren!



Foto 7 Achterloopsheid en onderspoeling dam en natuurlijke kreekvorming in de pre-pionierzone (Bron rechter foto: GoogleEarth).

6.4 Afwegingen voor pilot met lokale afbouw van het onderhoud van de rijshoutdammen

Omdat er de afgelopen decennia zichtbaar resultaat is behaald betreffende het vergroten van de natuurlijkheid door het lokaal stoppen met bepaalde vormen van beheer lijkt het '*niets doen beheer*' ook een verstandige keuze bij deze volgende fase van het natuurlijker maken van de kwelderwerken en het aanpakken van de 'sandwich-positie' van de pionierzone.

Hierbij kan gedacht worden aan het plaatselijk stoppen van het onderhoud aan de 2^e dwarsdam (evenwijdig aan de kust) om een meer natuurlijke overgang naar het wad te bevorderen. Dit zou, in ieder geval in eerste instantie, plaatsvinden zonder de beschermende werking van de lengtedammen (loodrecht op de kust) weg te halen.

Vooruitlopend op de inventarisatie van de toestand van alle rijshoutdammen, die nog moet worden uitgevoerd, worden hier enkele factoren genoemd die kunnen worden gebruikt bij de afweging voor het uitzoeken van een geschikte locatie(s) waar een dergelijke pilot zou kunnen plaatsvinden:

1. De eigenaar/beheerder moet akkoord gaan.
2. De dammen moeten, bij voorkeur op niet te lange termijn, aan vervanging of groot onderhoud toe zijn.
3. Als in een gebied dammen worden gerenoveerd is de beheerkeuze daarmee voor 30 jaar vastgelegd.
4. Het gebied moet, bij voorkeur, (een hoge) opslibbing laten zien/in een aangroefase zitten zonder dat die aantoonbaar recentelijk is gestart na het plaatsen van een dwarsdam.
5. De kwelder ter plekke moet, bij voorkeur, breed zijn om enige speelruimte te hebben voor eventueel tijdelijk optredende lokale erosie zonder dat de delimitatiestrook in gevaar komt.
6. In de pionierzone of op het voorliggende wad dient al sprake te zijn van een natuurlijke kreekontwikkeling.
7. Het moet geen bodemdalingsgebied zijn.

Van de zes deelgebieden, die in dit rapport zijn behandeld lijkt *Friesland-midden* de meest logische keuze als zoekgebied, omdat het een sedimentrijk gebied betreft, er veel kwelder ligt met nog zelfs een extra buffer aan zomerpolders tussen kwelder en dijk, de kwelder de laatste jaren is gegroeid, maar de pionierzone niet, en de beheerder (It Fryske Gea, IFG) graag een natuurlijker overgang naar het wad wil.

Hoewel de opslibbing in de Groninger deelgebieden lager is dan in Friesland of vergelijkbaar, maar dan wel dankzij een extra dwarsdam (in Gr-oost), wil dat niet bij voorbaat zeggen dat in de Groninger kwelderwerken geen pilot mogelijk is. Daar zullen eventuele pilots echter waarschijnlijk kleinschaliger zijn en (nog) meer maatwerk dan in Friesland.

Literatuur

- Adam P., 1990. Saltmarsh ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 461 p.
- Bakker, J.P., D. Bos & Y. de Vries, 2003a. To graze or not to graze: that is the question. In: W.J. Wolff, K. Essink, A. Kellerman & M.A. van Leeuwe (eds), Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries and Department of Marine Biology, University of Groningen, 67-88.
- Bakker, J.P., D. Bos, J. Stahl, Y. de Vries & A. Jensen, 2003b. Biodiversität und Landnutzung in Salzwiesen. Nova Acta Leopoldina NF 87, 328: 163-194.
- 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.
- Bossinade, J.H., A. Nicolai, J. van den Bergs & K.S. Dijkema, 1998. Evaluatie grondwerkproeven in de vastelandskwelders van Friesland en Groningen. Rijkswaterstaat, Directie Noord Nederland; Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 28 p.
- Chapman V.J., 1974. Salt Marshes and Salt Deserts of the World. Plant Science Monographs. Leonard Hill, London/Interscience Publishers Inc., New York.
- Common Wadden Sea Secretariat, 2010. Wadden Sea Plan. Eleventh Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea, Sylt-Germany. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. 101 p.
- Dijkema, K.S., 1975a. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningen aan de Waddenzeekust van Noord-Groningen. Mededeling nr. 2 Werkgroep Waddengebied. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Arnhem. 49 p.
- Dijkema, K.S., 1975b. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningswerken aan de Waddenkust van Noord-Groningen. De Levende Natuur 78: 97-104.
- 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 (4): 1294-1304.
- Dijkema, K.S., J. van den Bergs, J.H. Bossinade, P. Bouwsema, R.J. de Glopper & J.W.Th.M. van Meegen, 1988. Effecten van rijzendammen op de opslibbing en op de omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Nota GRAN 1988-2010/RIN-rapport 88/66/RIJP-rapport 1988-33 Cbw. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Rijksinstituut voor Natuurbeheer/Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Groningen/Texel/Lelystad. 108 p.
- Dijkema, K.S. & J. Bossinade, 1990. Vegetatieclassificatie van Waddenzeekwelders volgens een vast typenstelsel. Intern RIN-rapport 90/15. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 37 p.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, P. Bouwsema & R.J. de Glopper, 1990. Salt marshes in the Netherlands Wadden Sea: rising high tide levels and accretion enhancement. In: J.J. Beukema, W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (eds), Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 173-188.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, J. van den Bergs & T.A.G. Kroeze, 1991. Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. Nota GRAN 1991-2002/RIN-rapport 91/10. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Groningen/Texel. 156 p.

-
- Dijkema, K.S., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta, 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. Leeuwarden, Rijkswaterstaat dir Noord-Nederland en Alterra, Research Instituut voor de groene Ruimte, Texel, 68 p.
- Dijkema, K.S., De Jong, D.J., Vreeken-Buijs, M.J. & Van Duin, W.E., 2005. Kwelders en schorren in de Kaderrichtlijn Water. Ontwikkeling van Potentiële Referenties en van een Potentiële Goede Ecologische Toestand. Alterra- Texel, Wageningen UR; Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg; Rijkswaterstaat, Adviesdienst Geo-informatie en ITC, Delft. RIKZ/2005.020. 62 p.
- Dijkema, K.S., Van Duin, W.E., Meesters, H.W.G, Zuur, A.F., Ieno. E.N & Smith, G.M., 2007a. Sea level change and salt marshes in the Wadden Sea: A time series analysis. In: A.F. Zuur, E.N. Ieno & G.M. Smith (eds), *Analysing Ecological Data*. Springer Science + Business Media, 601-614.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman & P.W. van Leeuwen, 2007b. Monitoring van kwelders in de Waddenzee. Rapport in het kader van het WOT programma Informatievoorziening Natuur i.o. (WOT IN). Alterra-rapport 1574; IMARES-rapport C104/07; WOT IN serie nr. 5. 63 p.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra & J.J. Jongsma, 2013. Friese en Groninger kwelderwerken: monitoring en beheer 1960-2010. WOT-rapport 122, WOT Natuur & Milieu, Wageningen/Txel. 124 p. (ook verschenen als IMARES rapport C121/13, 115 p.)
- Dijkema, K.S., A.S. Kers & W.E. van Duin, 2010. Salt marshes: applied long-term monitoring. In: H. Marencic, K. Eskildsen, H. Farke & S. Hedtkamp (eds), *Science for Nature Conservation and Management: the Wadden Sea Ecosystem and EU Directives*. Proceedings of the 12th International Scientific Wadden Sea Symposium in Wilhelmshaven, Germany, 30 March - 3 April 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 26. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. 35-40.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & J. Zegers, 1997. Veranderingen in bodemhoogte (opslibbing, erosie en inklink) in de Peazemerlannen. IBN-rapport 326. 104 p.
- Van Duin, W.E. & K.S. Dijkema, 2003. Proef met de onderhoudsarme ontwatering in de kwelderwerken: "de Krekenproef"; evaluatie 1997-2002. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 634. 137 p.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & D. Bos, 2007a. Cyclisch beheer kwelderwerken Friesland. Wageningen Imares intern rapport, Altenburg & Wymenga-rapport 887, 65 p.
- Van Duin, W.E., Esselink, P., Bos, D., Klaver, R., Verweij, G. & van Leeuwen, P.-W., 2007b. Proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks. Evaluatie kwelderherstel 2000-2005. Wageningen-Imares-rapport C020/07, Texel, Koeman en Bijkerk-rapport 2006-045, Haren, Altenburg & Wymenga rapport 840, Veenwouden.
- Erchinger, H.F., 1974. Wellenaufbau an Seedeichen. Naturmessungen an der Ostfriesischen Küste. Mitt. Leichtweiss-Institut Braunschweig. 41 p.
- Esselink, P., 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, 256 p.
- Esselink, P., J. Petersen, S. Arens, J.P. Bakker, J. Bunje, K.S. Dijkema, N. Hecker, U. Hellwig, A.-V. Jensen, B. Kers, P. Körber, E.J. Lammerts, G. Lüerßen, H. Marencic, M. Stock, R. Veeneklaas, M. Vreeken & M. Wolters, 2010. QSR 2009. Thematic Report No. 8 Salt Marshes. Final Draft. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Esselink, P., D. Bos, A.P. Oost, K.S. Dijkema, R. Bakker & R. de Jong, 2011. Verkenning afslag Eems-Dollardkwelders. PUCCIMAR-rapport 02, Altenburg & Wymenga-rapport 1574. 76 p.
- Hisgen, R.G.W. & R.W.P.M. Laane, 2004. Geheim van het getij. SDU, Den Haag. 95 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. RIKZ-rapport 2004-025, 138 p.
- Hofstede, J.L.A., 2003. Integrated management of artificially created salt marshes in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein, Germany. *Wetlands Ecology and management* 11: 183-194.
- Houwing, E.J., W.E. van Duin, Y. Smit-van der Waaij, K.S. Dijkema & J.H.J. Terwindt, 1999. Biological and abiotic factors influencing the settlement and survival of *Salicornia dolichostachya* in the intertidal pioneer zone. *Mangroves and Salt marshes* 3: 197-206.
- De Jong, D.J., K.S. Dijkema, J.H. Bossinade & J.A.M. Janssen, 1998. SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO. Diskette met programma en handleiding.

-
- Kamps, L.F., 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk Waddengebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.
- Kers, B., D. de Jong, J. Bergwerff, K. Dijkema & S. Hennekens, 2012 e.v. SALT2008. Toedelingsleutel voor zoute en brakke vegetaties voor de Nederlandse kwelders en stranden. Interne notitie Rijkswaterstaat-DID, Delft.
- 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., 2014. Of dwarfs and giants. How large herbivores shape arthropod communities on salt marshes. Proefschrift Universiteit Groningen. 227 p.
- 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.
- Mandema, F.S., 2014. Grazing as a nature-management tool. An experimental study of the effects of different livestock species and stocking densities on salt-marsh birds. Proefschrift Universiteit Groningen. 135 p.
- Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, B.J. Ens & J.P. Bakker, 2013. Livestock grazing and trampling of birds' nests: an experiment using artificial nests. *Journal of Coastal Conservation* 17: 409 - 416.
- Mandema, F.S., J.M. Tinbergen, B.J. Ens, K. Koffijberg, K.S. Dijkema & J.P. Bakker, 2015. Moderate livestock grazing of salt, and brackish marshes benefits breeding birds along the mainland coast of the Wadden Sea. *The Wilson Journal of Ornithology* 127:467-476.
- Michaelis, H., 2008. Langzeitstudie zur Entwicklung von Höhenlage, Sediment, Vegetation und Bodenfauna in Landgewinnungsfeldern. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Forschungsstelle Küste, Norderney, Untersuchungsbericht 02/08: 60 p.
- Möller, I., M. Kudella, F. Rupprecht, T. Spencer, M. Paul, B.K. van Wesenbeeck, G. Wolters, K. Jensen, T. J. Bouma, M. Miranda-Lange & S. Schimmels, 2014. Wave attenuation over coastal salt marshes under storm surge conditions. *Nature Geoscience* 7: 727-731.
- NAM, 2010. Bodemdaling door aardgaswinning. NAM-gasvelden in Groningen, Friesland en het noorden van Drenthe. Statusrapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070. NAM-rapport EP201006302236.
- Nehring, S. & K.-J. Hesse, 2008. Invasive alien plants in marine protected areas: the *Spartina anglica* affair in the European Wadden Sea. *Biological Invasions* 10: 937-950.
- Nolte, S., 2014. Grazing as a nature-management tool. The effect of different livestock species and stocking densities on salt-marsh vegetation and accretion. Proefschrift Universiteit Groningen. 245 p.
- Oost, A.P., B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh, 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.
- Petersen, J., B. Kers & M. Stock, 2014. TMAP-Typology of Coastal Vegetation in the Wadden Sea Area. Wadden Sea Ecosystem No. 32. Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), Wilhelmshaven, Germany. 86 p.
- Reents, S., 1995. Vergelijking van het kunstmatige afwateringssysteem in de kwelderwerken met natuurlijke kreeksystemen. Rapport. Rijkswaterstaat, Dir. Noord-Nederland, Leeuwarden, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 97 p
- Reents, S., K. Dijkema, J. van den Bergs, J. Bossinade & J. de Vlas, 1999. Drainage systems in the Netherlands foreland salt marshes and natural creek systems. *Senckenbergiana maritima* 29 (Suppl.): 125-126.
- Schrama, M.J.J., H. Olf & M.P. Berg, 2012. Ecosystem assembly rules: the interplay of green and brown webs during salt marsh succession. *Ecology* 93: 2353-2364.
- Schrama, M., P. Heijning, J.P. Bakker, H.J. van Wijnen, M.P. Berg & H. Olf, 2013a. Herbivore trampling as an alternative pathway for explaining differences in nitrogen mineralization in moist grasslands. *Oecologia* 172:231-243.
- Schrama, M., G.F. Veen, E.S. Bakker, J.L. Ruifroka, J.P. Bakker & H. Olf, 2013b. An integrated perspective to explain nitrogen mineralization in grazed ecosystems. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15: 32- 44.

-
- Tilma, K., 2008. Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008. Rijkswaterstaat Waterdistrict Waddenzee, Buitenpost. 26 p.
- De Vries, D.M. , 1940. De plantengroei van de aanslibbingen in het noorden van Nederland. In: W. Feekes, A. Scheygrond & D.M. de Vries. Botanische Landschapsstudies in Nederland. J.B. Wolters, Groningen: 47-100.
- De Vries, S.M.G. & J.J. de Jong, 2000. Duurzaam rijshout voor instandhouding kwelders: resultaten van een praktijkproef 1995-2000. ALTERRA-rapport 101, Wageningen. 49 p.
- Weesenbeeck, B.K. van, P. Esselink, A.P. Oost, W.E. van Duin, A.V. de Groot, R.M. Veeneklaas, T. Balke, P. van Geer, A.C. Calderon & A. Smale, 2014. Verjonging van half-natuurlijke kwelders en schorren. OBN-Rapport nr. 2014/OBN196-DK, Driebergen. 75 p.
- Westhoff, V., 1949. Schaakspel met de natuur. *Natuur en Landschap* 3: 54-62.
- Westhoff, V., 1971. The dynamic structure of plant communities in relation to the objectives of conservation. In: E. Duffey & A. S. Watt (eds), *Scientific Management of Plant and Animal Communities for Conservation*, Blackwell, Oxford, 3-14.
- Westhoff, V., J.H.J. Schaminee & K.S. Dijkema, 1998. 26. *Asteretea tripolii*. In: J.H.J. Schaminee, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds), *De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en binnenlandse pioniermilieus*. Opulus Press, Upsala, 89-130.

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is extern getoetst door kwelder(werken)expert Drs. K.S. Dijkema.

Bijlage 1 Meetprogramma damonderhoud 2009-2017

FRIESLAND											
Blok	Damnummer	Ligging	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3	63 t/m 140	west									
5	141 t/m 221	oost									
GRONINGEN											
Blok	Damnummer	Ligging	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
4	250 t/m 315	west									
1	316 t/m 368	mid-west									
2	369 t/m 420	mid-oost									
6	421 t/m 500	oost									

Deelgebied of polder met bijbehorende damnummers in de Friese en Groninger kwelderwerken van west naar oost:

Gebiedsomschrijving	Damnummers
<i>Friesland</i>	
Het Bildt	0-62*
Noorderleeg	63-95
Ferwerderadeel	96-157
Dongeradeel	158-221
<i>Groningen</i>	
Westpolder	250-271
Julianapolder	272-307
Negenboerenpolder	308-351
Linthorst Homanpolder	352-400
Noordpolder	401-459
Lauwerspolder	460-491
Emmapolder	492-500

* Het Bildt (damnummers 0-62) is uit onderhoud

Bijlage 2 Programma hoogtemetingen meetvakken kwelderwerken 2009-2018

Bij de omschakeling van een 4-jaarlijkse naar 3-jaarlijkse meting vanaf 2013 is voor de overgangsjaren 2013-2015 gekozen voor een programma dat zo goed mogelijk aansluit bij het oorspronkelijke schema en ruimtelijke verdeling. Vanaf 2016 wordt het meetprogramma volgens dit nieuwe 3-jaarlijkse schema voortgezet.

	4-jaarlijkse cyclus				3-jaarlijkse cyclus					
FRIESLAND	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Meetvak										
005-008	■				■			■		
021-024		■				■			■	
041-044			■				■			■
053-056		■				■			■	
069-072	■				■			■		
085-088				■			■			■
101-104				■		■			■	
121-124			■				■			■
145-148	■				■			■		
167-170		■				■			■	
183-186		■			■			■		
205-208				■			■			■
GRONINGEN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Meetvak										
260-263		■			■			■		
286-289				■			■			■
308-311		■				■			■	
324-327	■				■			■		
336-339		■				■			■	
356-359				■			■			■
372-375	■				■			■		
392-395			■			■			■	
412-415				■			■			■
428-431			■			■			■	
448-451	■				■			■		
468-471			■				■			■
488-491			■			■			■	

■	= continuering oorspronkelijke schema
■	= eenmalig 1 jaar eerder dan oorspronkelijke schema
■	= eenmalig 2 jaar eerder dan oorspronkelijke schema

Bijlage 3 VEGWAD-monitoringprogramma kweldervegetatie 2008-2018

	Meest recente VEGWAD fotovlucht	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Oosterschelde	2013	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding			
Westerschelde-mond	2013	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding			
Kwelderwerken Friesland + Groningen	2014	fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding		
Ameland	2014	fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding		
Kroonspolders (+Westerveld) Vlieland	2015		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding	
Noordvaarder + Groen strand Terschelling	2015		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding	
Schiermonnikoog	2010			fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Rottum	2010			fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Westerschelde	2010			fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Kwelders Noord-Holland	2011				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Kwelders Texel	2011				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Slufter Texel	2011				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Boschplaat Terschelling	2012	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht
Dollard + Punt van Reide	2012	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht
Griend	2012	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht
Haringvliet-monding	2012	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht

Bijlage 4 Hoogteontwikkeling en zeewaartse grens vegetatiezones meetvakken





Hoogteontwikkeling 1960-2014

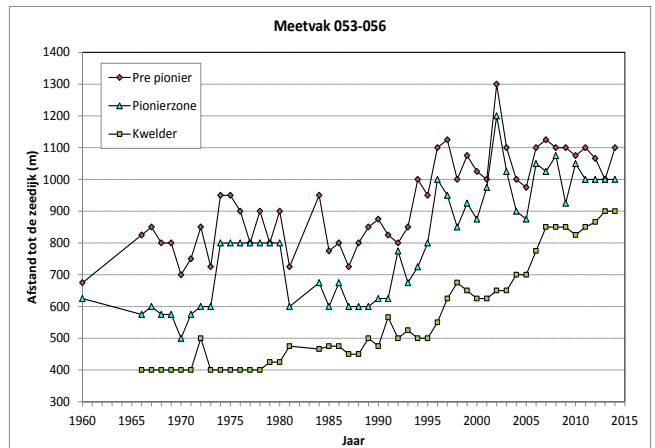
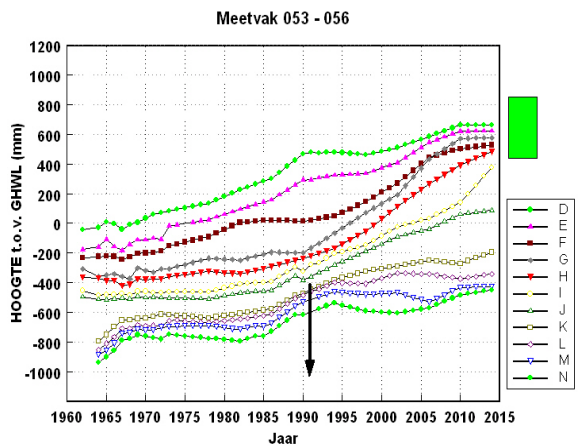
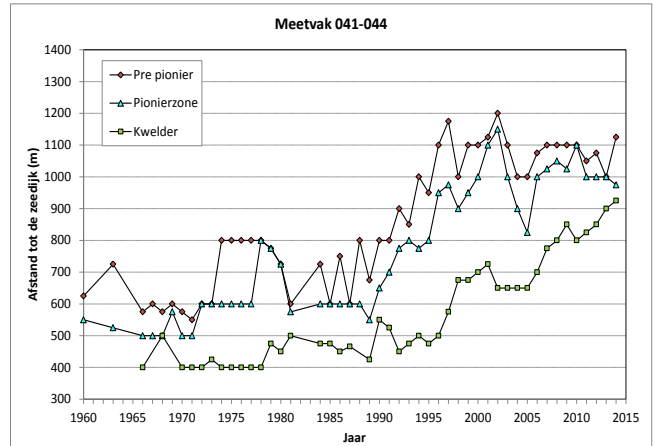
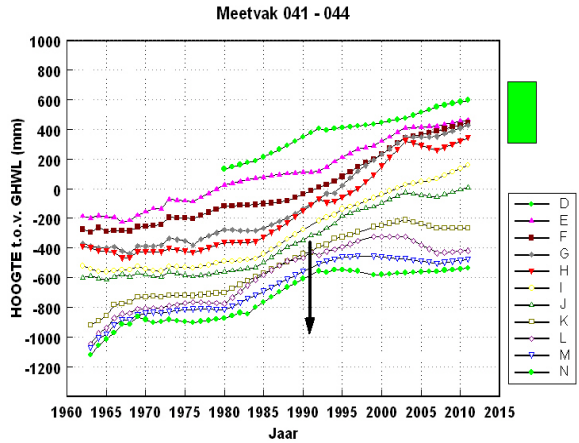
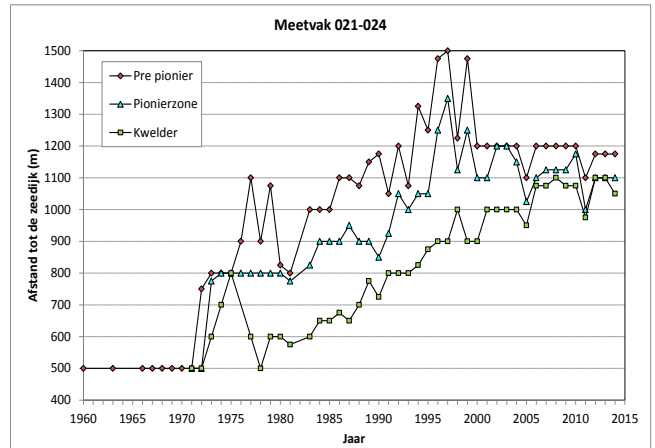
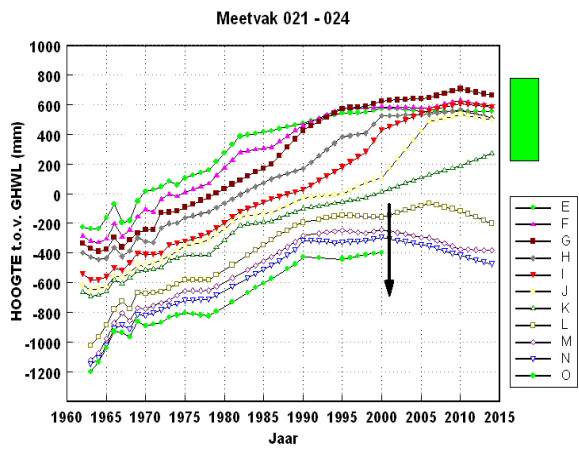
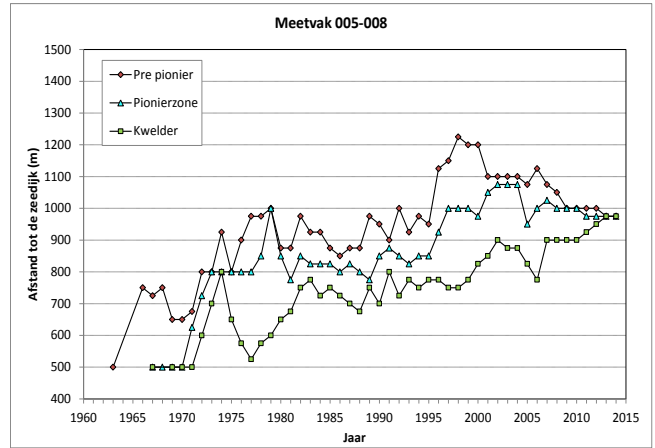
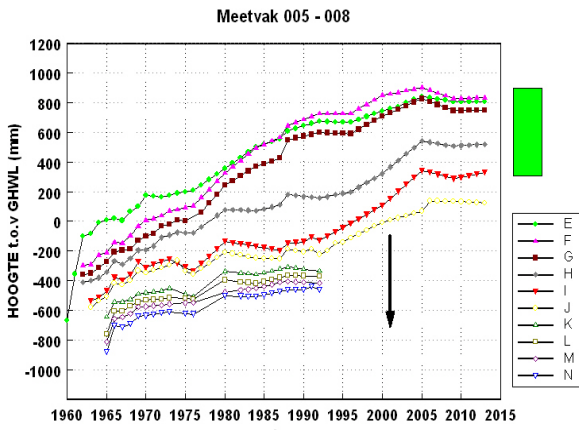
Berekend met het programma WOKHOOG van J.H. Bossinade, Marzan Frankrijk

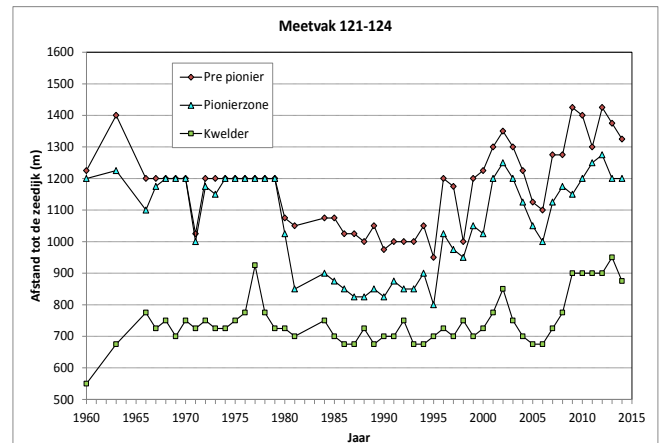
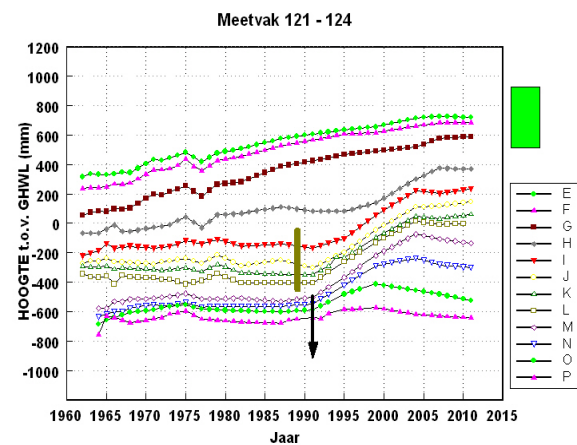
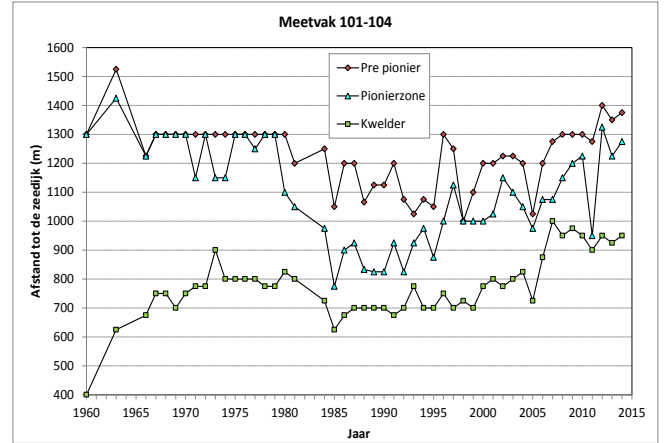
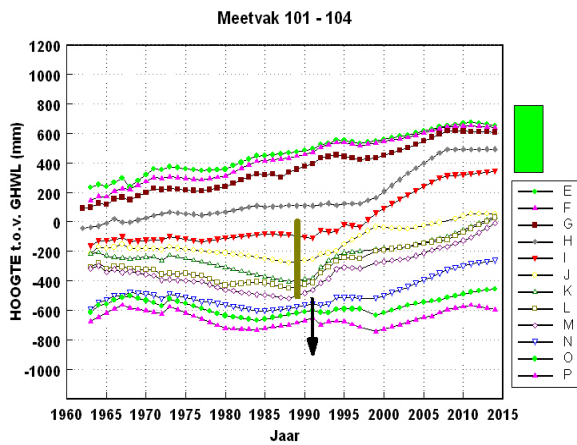
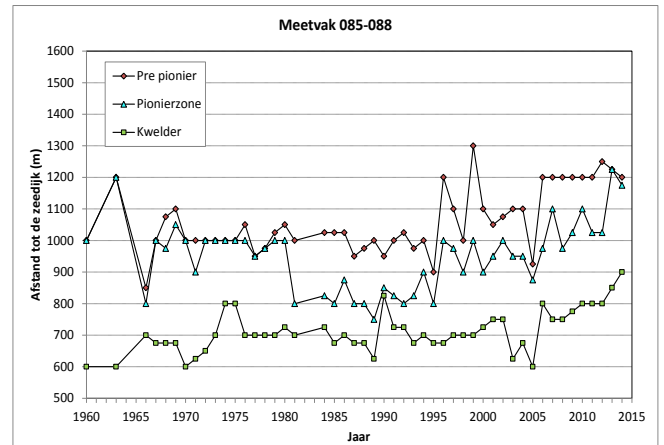
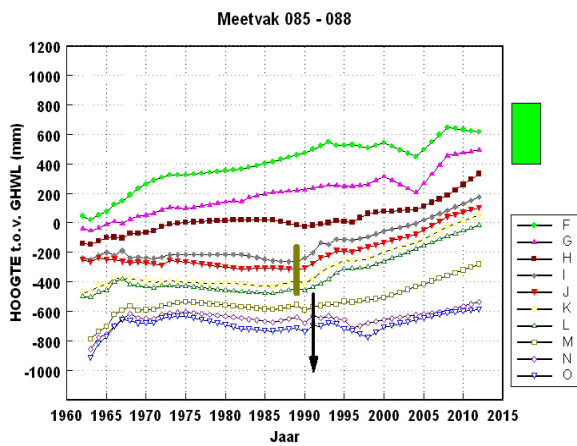
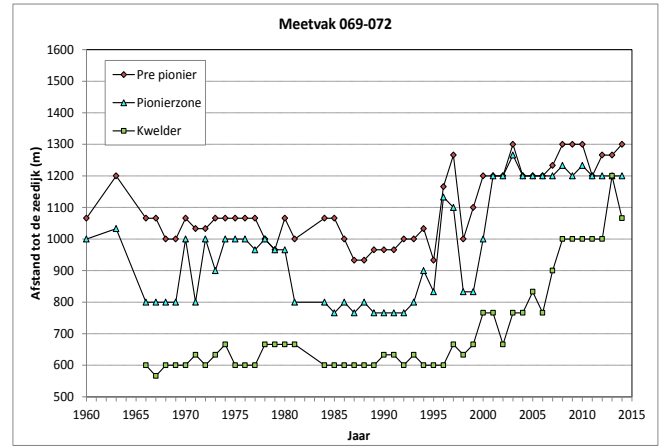
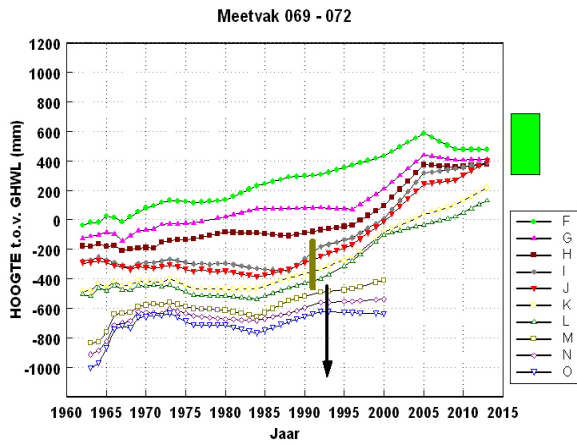
Zeewaartse grens vegetatiezones 1960-2014

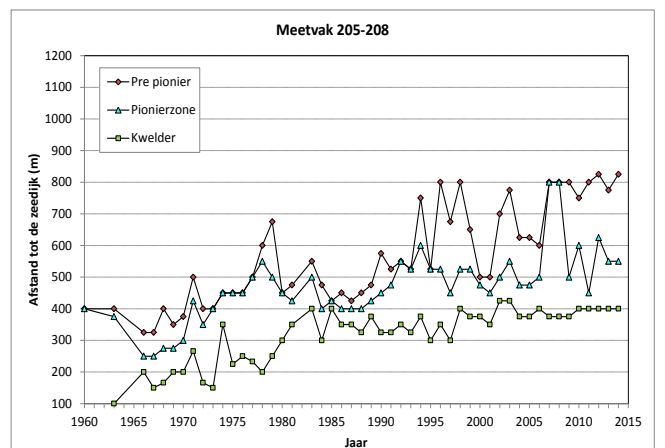
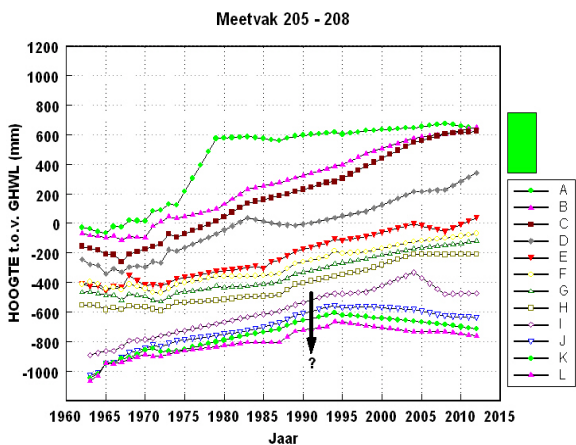
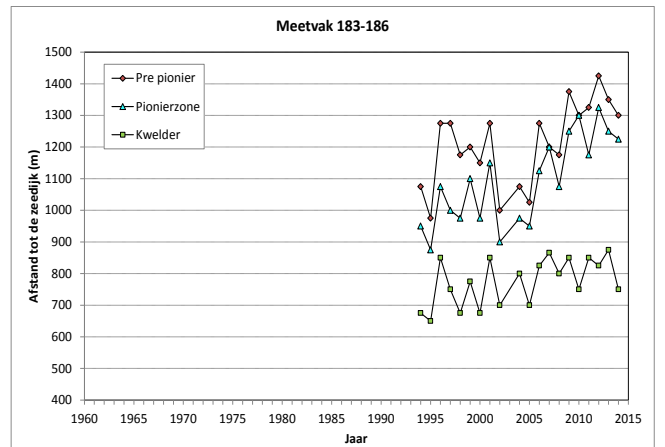
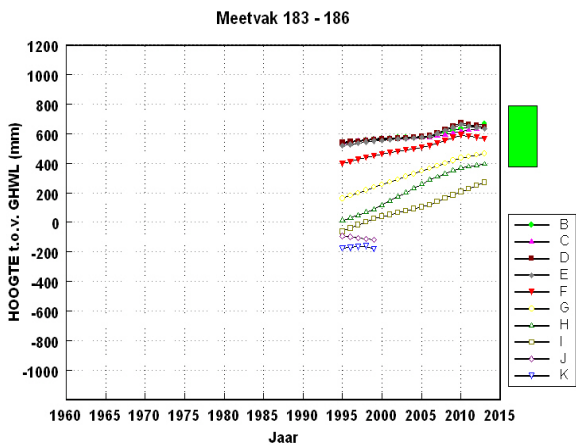
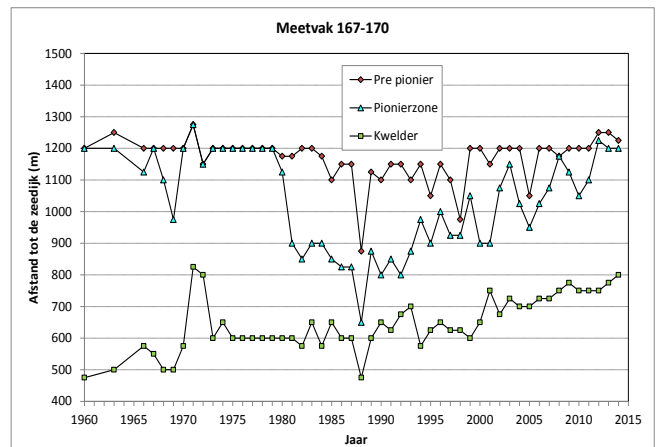
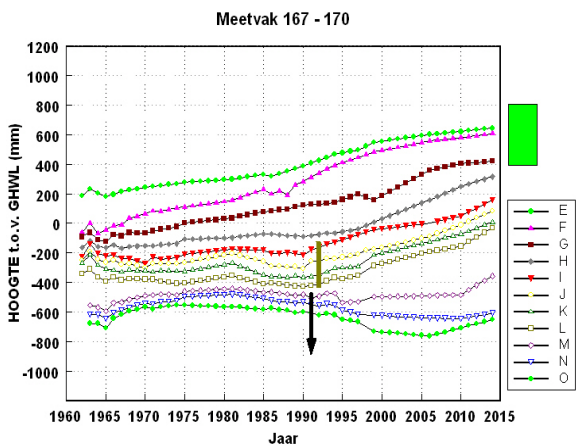
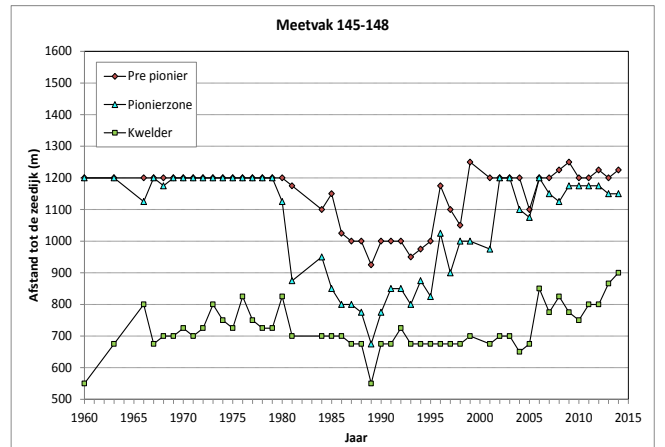
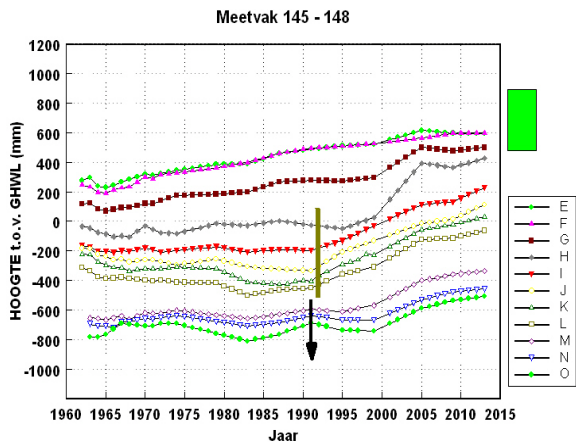
Berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan Frankrijk

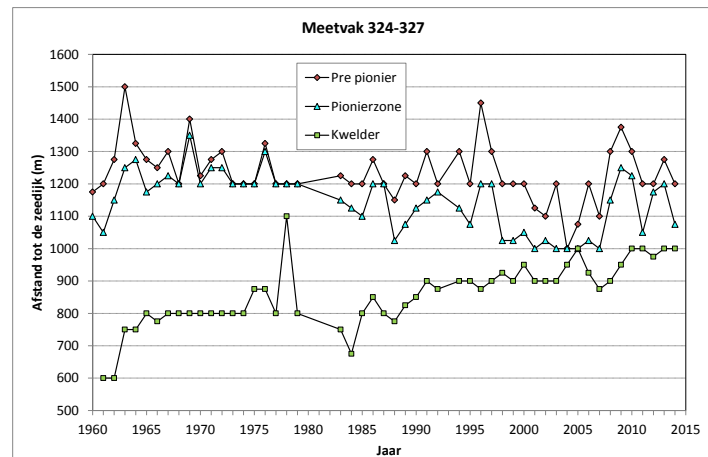
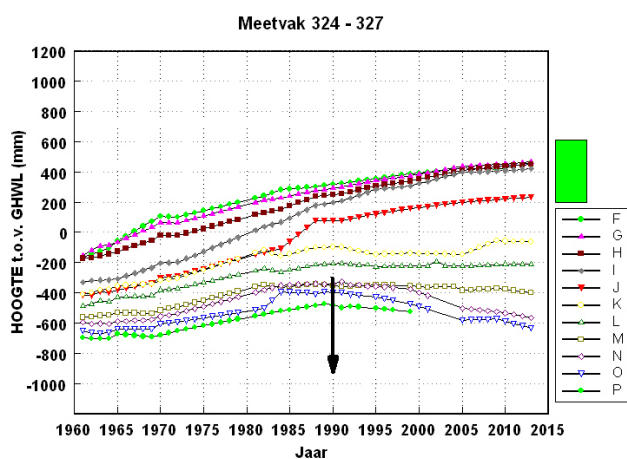
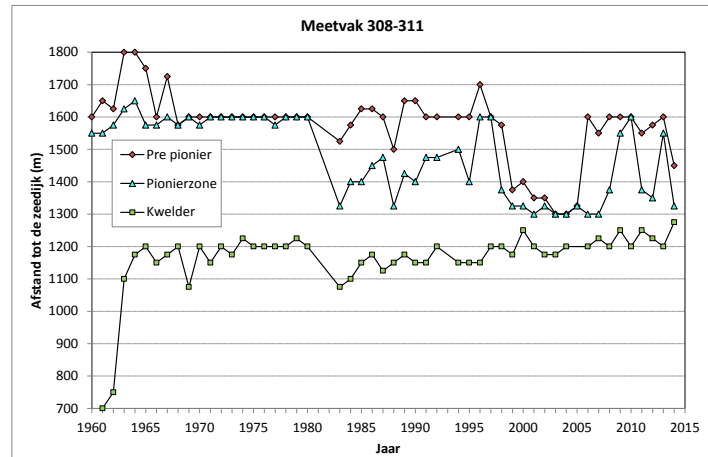
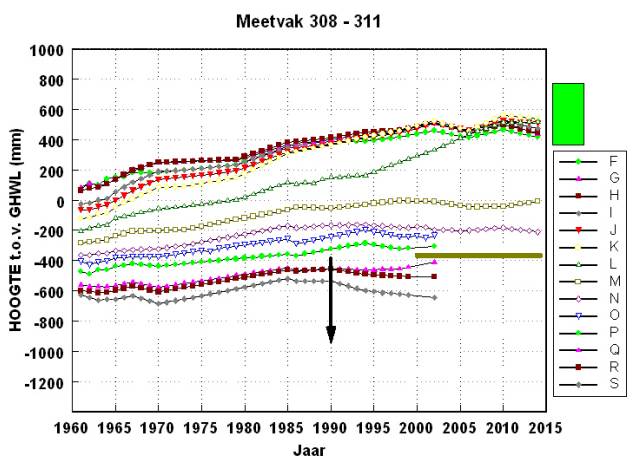
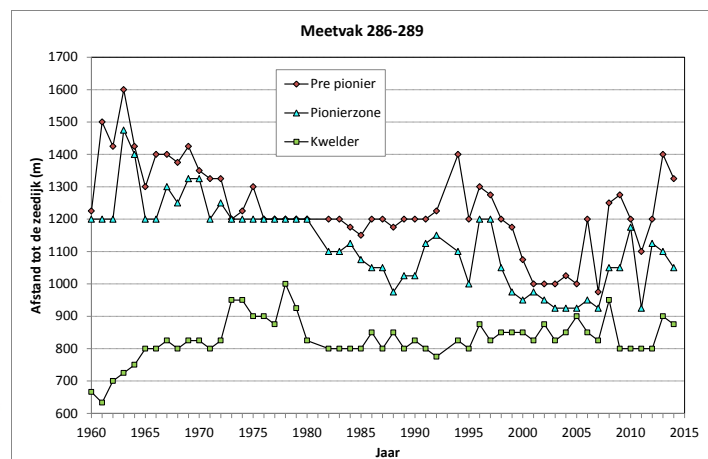
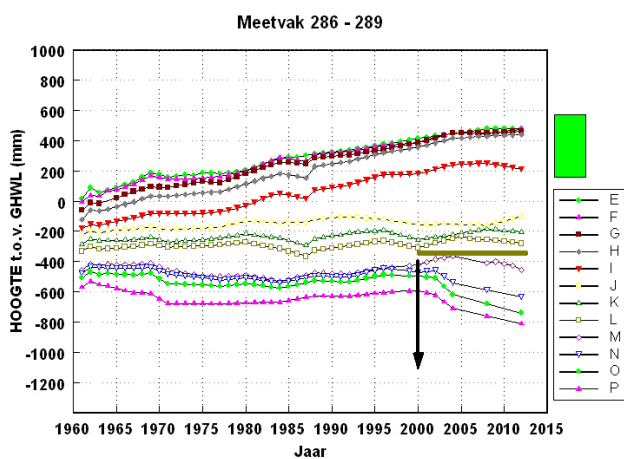
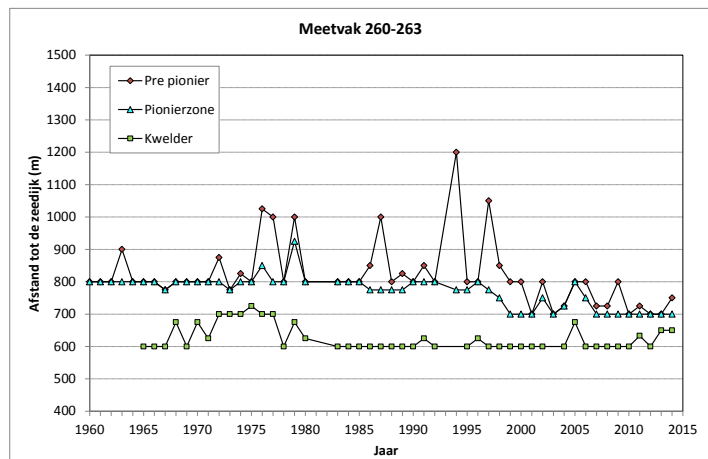
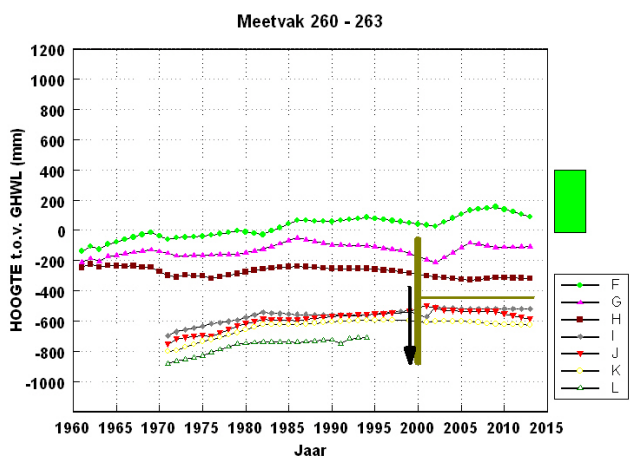
Legenda bij de figuren Gemiddelde hoogteontwikkeling vegetatiezones 25 meetvakken 1960-2014 t.o.v. GHWL

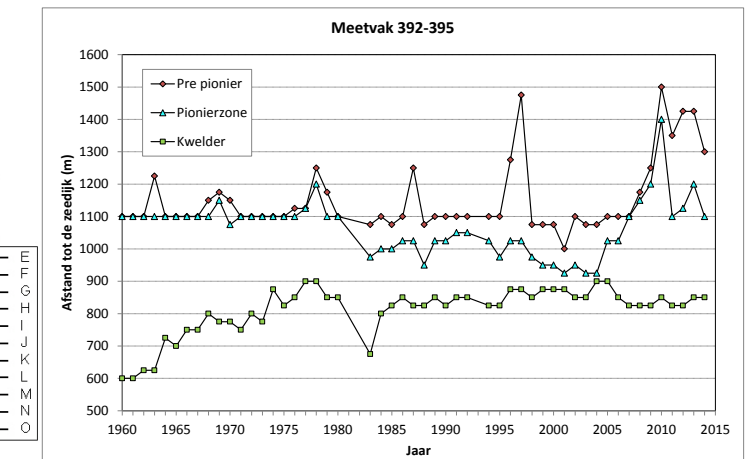
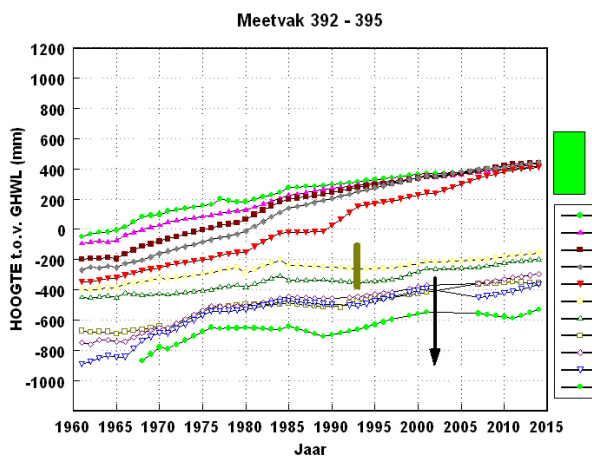
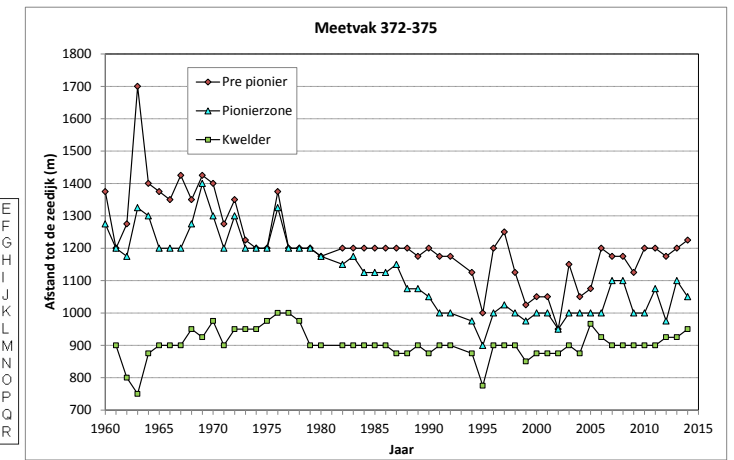
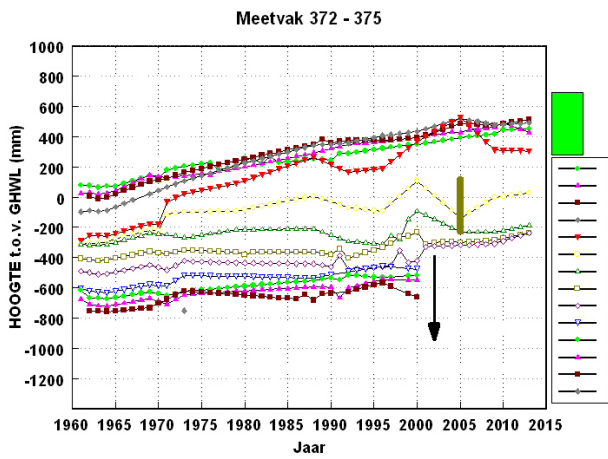
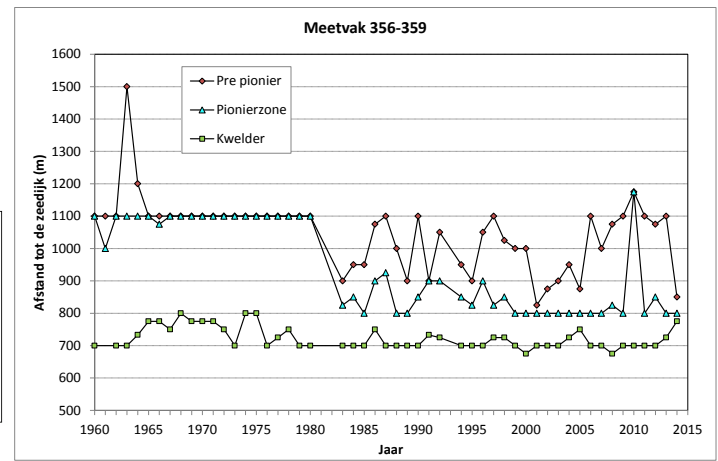
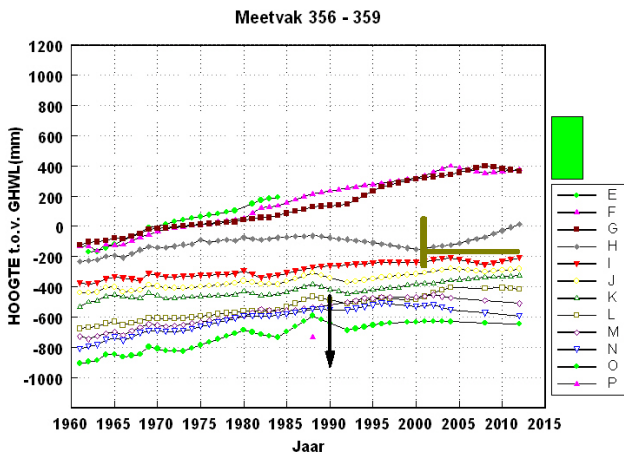
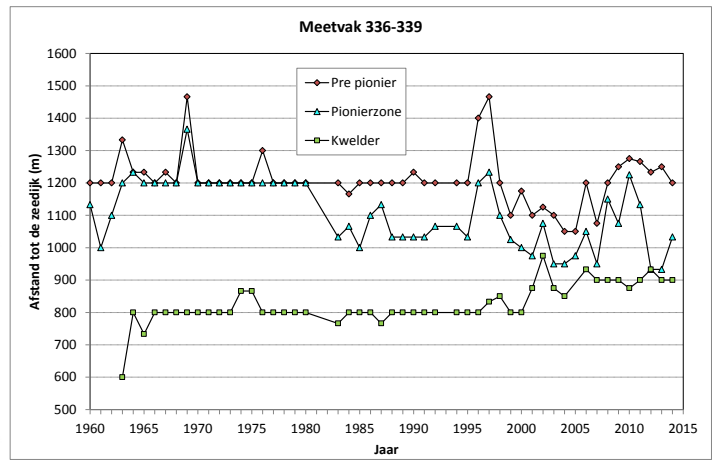
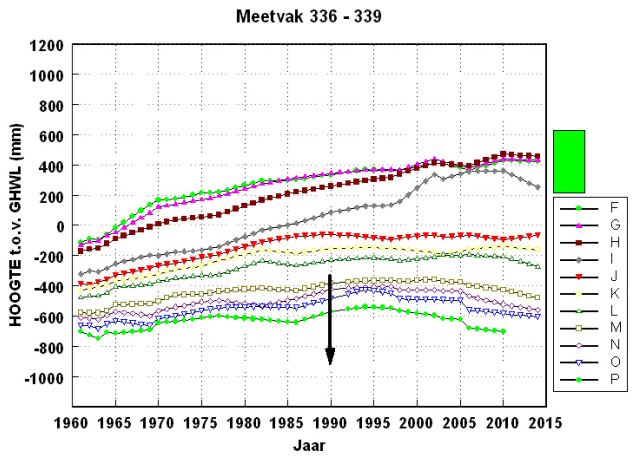
-  = kwelderzone
-  = jaar en locatie verlaten buitenste dwarsdam (= evenwijdig aan de kust)
-  = jaar en locatie nieuwbouw tussendam (= langsdam loodrecht op de kust)
-  = jaar en locatie nieuwbouw dwarsdam (= evenwijdig aan de kust)

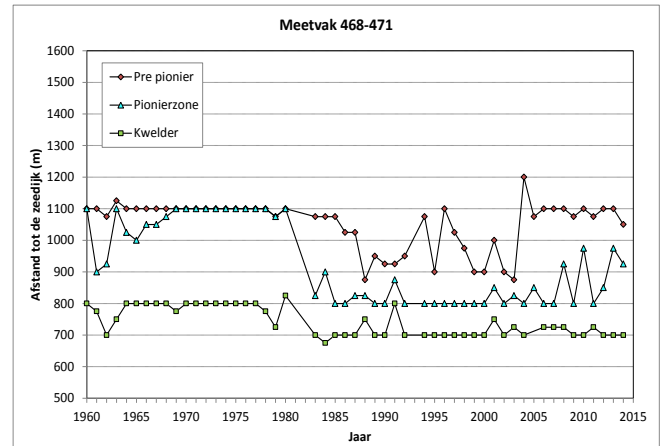
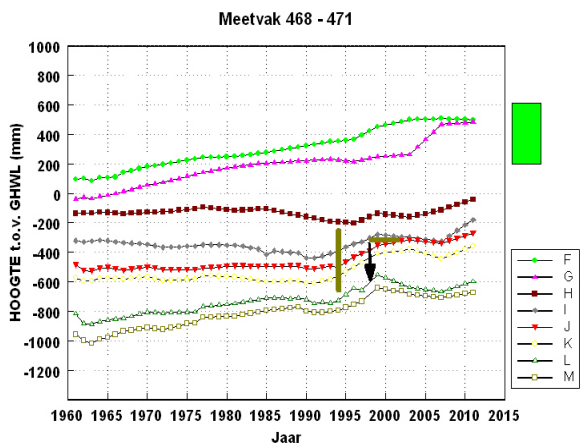
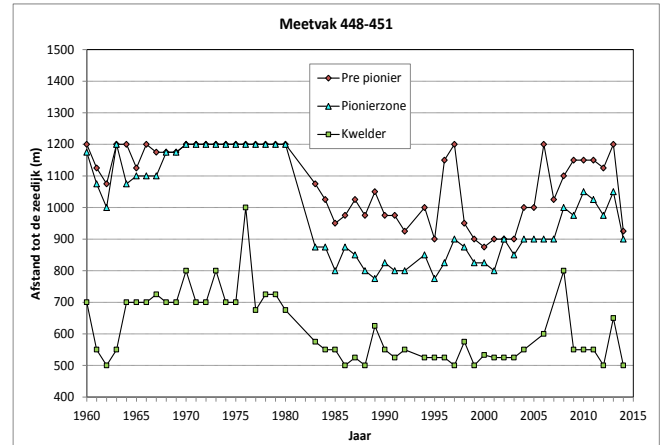
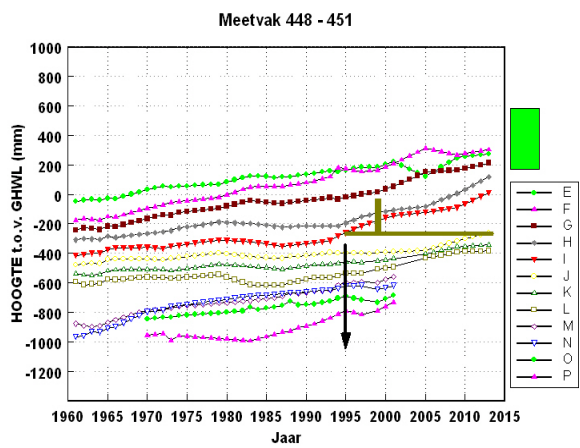
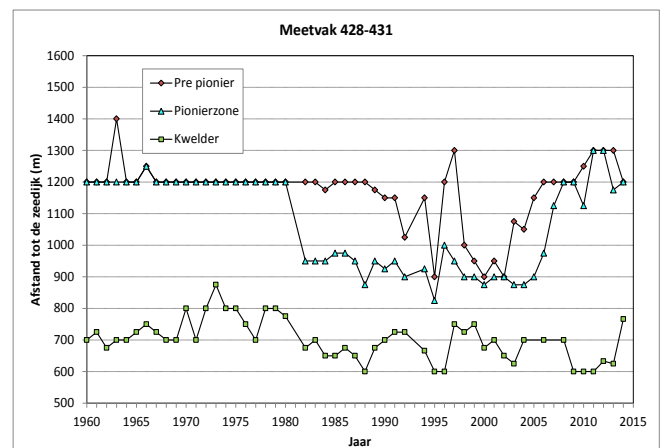
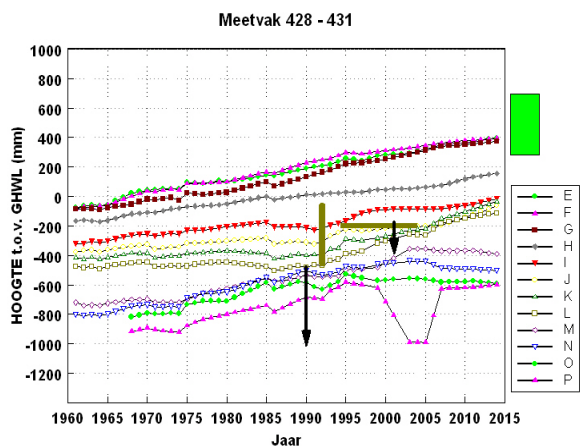
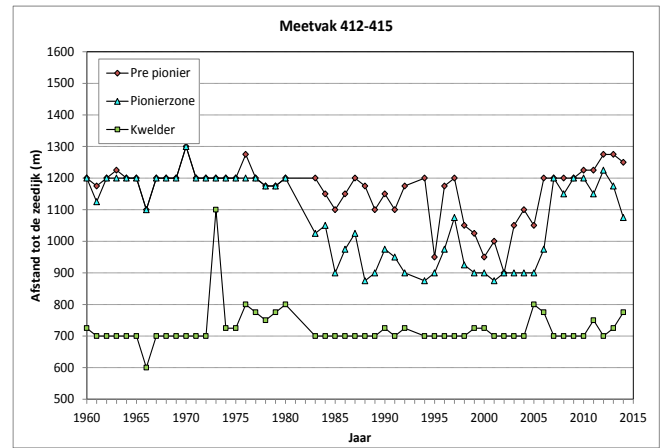
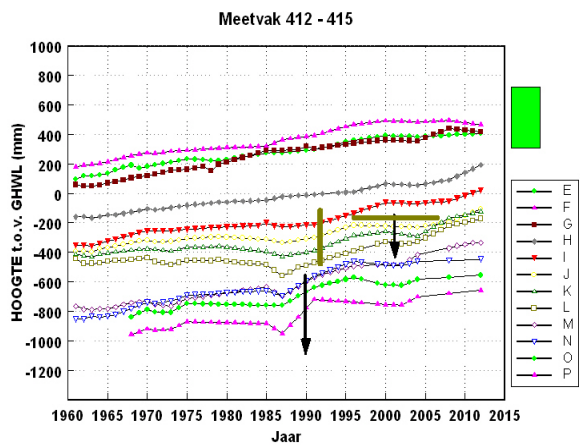


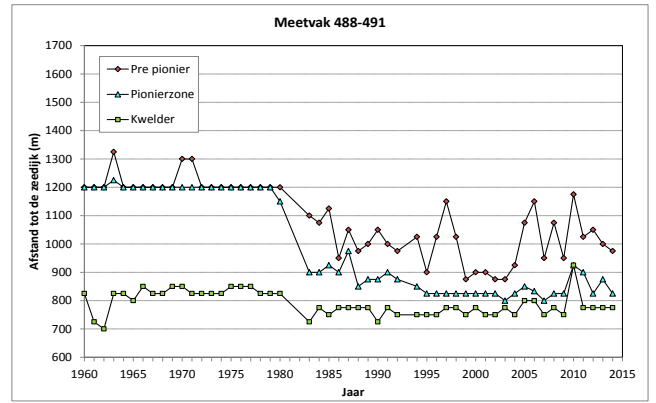
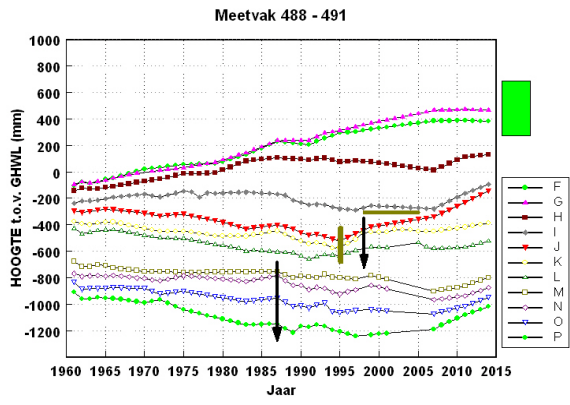












Bijlage 5 Areaal kwelder en (pre-) pionierzone 1960-2014 in de kwelderwerken

(op basis van extrapolatie van de data van de meetvakken)

Kwelderareaal en pionierzones 1960-2014 in de kwelderwerken (op basis van extrapolatie van de data van de 25 meetvakken)		1960	1966	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Gem. 5 jaar
Meetvak	eenheid	14	14	14	14	64	98	114	140	205	228	224	232	217	247	289	297	300	289	285	314	331	327	309	
FR west	Kwelder (0-63 in ha)	170	408	381	440	426	365	414	387	458	521	476	452	476	438	548	588	608	644	617	635	639	714	678	
FR mid	Kwelder (63-187 in ha)	23	51	51	44	79	107	86	79	100	93	114	114	100	100	107	100	100	100	107	107	107	107	107	
FR oost	Kwelder (187-221 in ha)	76	224	259	298	249	229	244	249	289	264	269	259	279	313	274	264	289	279	279	295	279	308	296	
GR west	Kwelder (250-332 in ha)	155	206	225	253	211	206	202	183	206	225	239	225	230	242	241	225	220	225	225	225	236	239	253	
GR mid	Kwelder (332-404 in ha)	277	267	317	302	307	198	208	183	209	213	193	198	208	223	248	223	267	188	223	208	190	223	231	
GR oost	Kwelder (404-500 in ha)																							215	
	Catal functie-eis kwelderzone (minimum = totaal 1250 ha)																							1819	
FR west	Pionierzone > 5% (ha)	57	0	0	168	160	88	80	133	137	156	217	171	122	84	126	91	91	61	110	61	47	30	56	
FR mid	Pionierzone > 5% (ha)	828	432	589	531	445	207	142	262	352	397	510	529	447	421	406	424	401	405	460	369	486	393	424	
FR oost	Pionierzone > 5% (ha)	84	14	28	70	42	7	35	63	28	28	21	35	28	28	28	119	119	35	56	14	63	42	42	
GR west	Pionierzone > 5% (ha)	409	286	276	217	266	202	182	157	73	88	98	83	69	54	88	78	123	187	217	72	148	157	69	
GR mid	Pionierzone > 5% (ha)	311	253	253	211	248	131	142	118	98	70	70	65	61	72	87	117	173	140	276	146	93	118	95	
GR oost	Pionierzone > 5% (ha)	480	446	471	451	416	233	218	168	162	163	198	178	178	183	175	267	277	337	357	355	373	357	272	
	Catal functie-eis pionierzone > 5% (minimum = totaal 750 ha)																							1146	
FR west	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	19	88	61	54	23	50	126	92	88	31	27	31	42	73	54	46	31	50	8	42	37	12	50	
FR mid	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	0	104	37	19	95	310	253	136	235	140	50	72	104	32	104	17	98	131	76	113	89	66	59	
FR oost	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	0	21	21	0	0	0	35	0	7	14	56	63	42	42	28	0	0	84	42	98	56	63	77	
GR west	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	30	54	15	20	0	79	99	109	89	40	40	54	20	30	153	84	119	99	20	104	64	84	114	
GR mid	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	31	33	33	0	0	94	127	88	103	52	52	103	84	56	136	75	75	122	66	152	192	177	111	
GR oost	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	15	40	45	10	50	258	194	124	80	119	50	124	214	209	291	149	134	134	144	136	151	138	121	
	Overig areaal vastelandkwelder																							532	

Groningen:
ca. 300 ha boerenkwelder grenzend aan de kwelderwerken
Dollard (Nederlandse deel): ca. 740 ha

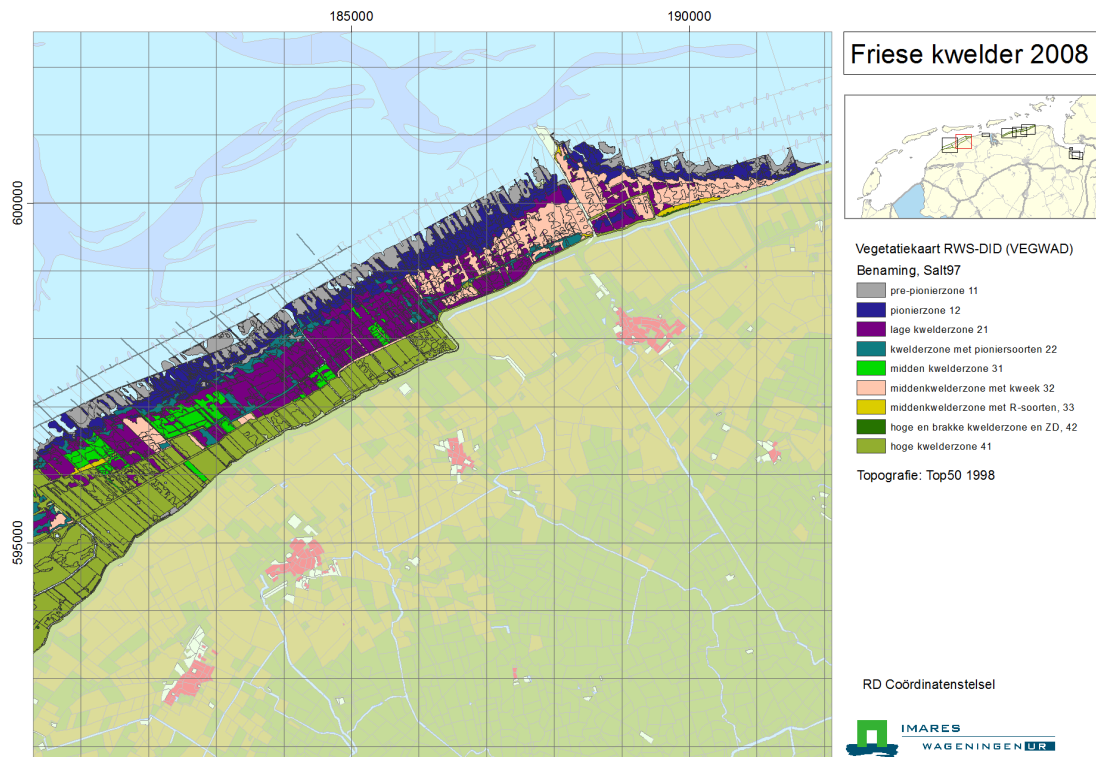
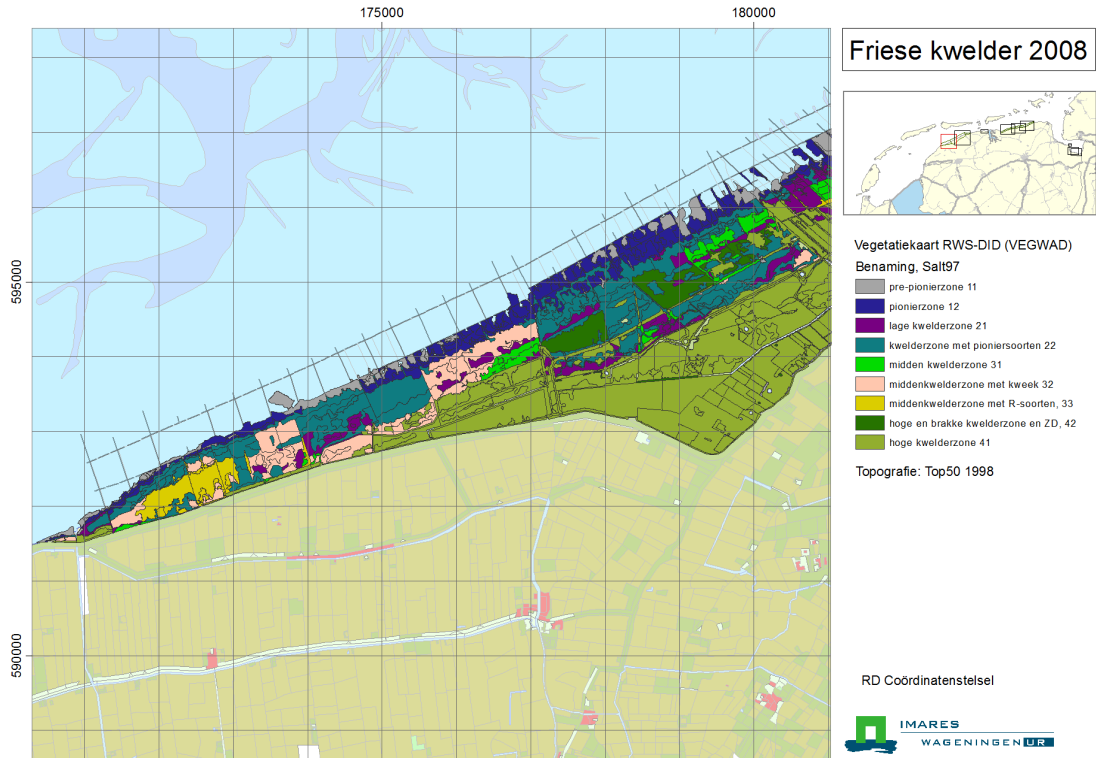
Friesland:
ca. 400 ha boerenkwelder grenzend aan de kwelderwerken
Noorderleech proefverkwelding zomerpolders: 135 ha
Bildpolder verkwelding: 60 ha (onderdeel van 1100 ha zomerpolders)
† School-Peazem erflannen: 206 ha kwelder (waarvan 89 ha zomerpolder)

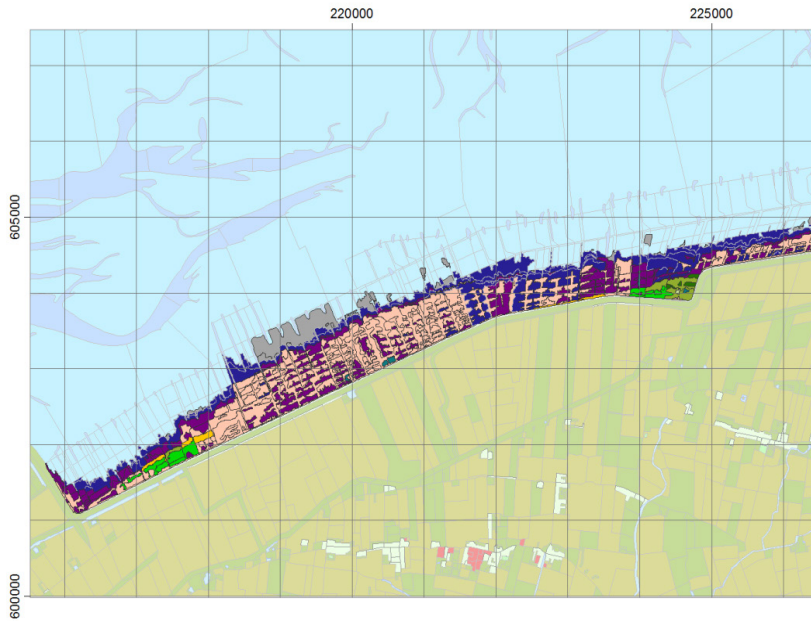
Noord Holland:
Baigzand + Den Oever: 38 ha

Bijlage 6 Vegetatiekaart Friese en Groninger kwelderwerken 2008

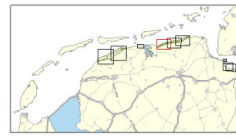
Vegetatiezones en Climax-vegetaties op basis van VEGWAD vegetatiekaart 2008 van RWS-CIV volgens SALT97/SALT2008 (inclusief Friese zomerpolders en Groninger boerenkwelders).

NB: In legenda moet "Zone 32-middenkwelder met Kweek" "middenkwelder met Zeekweek" zijn.





Groninger kwelder 2008



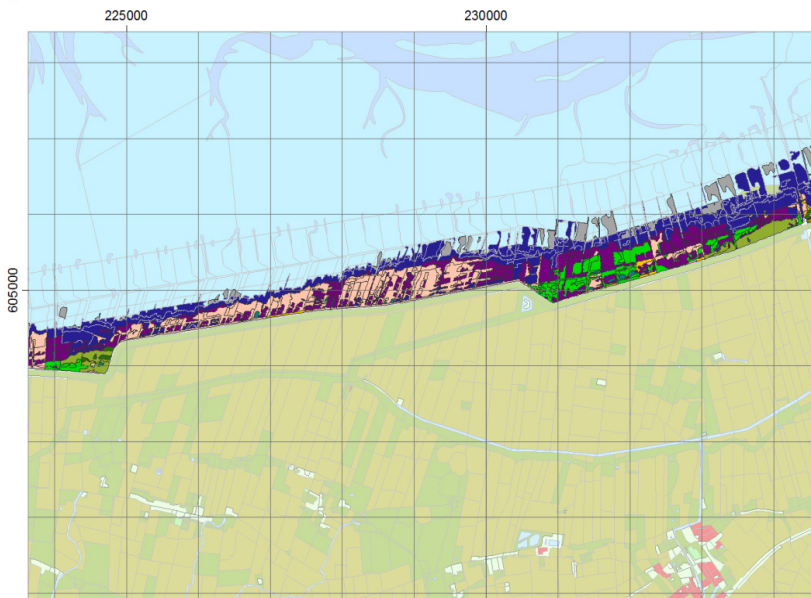
Vegetatiekaart RWS-DID (VEGWAD)

Benaming, Salt97

- pre-pionierzone 11
- pionierzone 12
- lage kwelderzone 21
- kwelderzone met pioniersoorten 22
- midden kwelderzone 31
- middenkwelderzone met kweek 32
- middenkwelderzone met R-soorten, 33
- hoge en brakke kwelderzone en ZD, 42
- hoge kwelderzone 41

Topografie: Top50 1998

RD Coördinatenstelsel



Groninger kwelder 2008



Vegetatiekaart RWS-DID (VEGWAD)

Benaming, Salt97

- pre-pionierzone 11
- pionierzone 12
- lage kwelderzone 21
- kwelderzone met pioniersoorten 22
- midden kwelderzone 31
- middenkwelderzone met kweek 32
- middenkwelderzone met R-soorten, 33
- hoge en brakke kwelderzone en ZD, 42
- hoge kwelderzone 41

Topografie: Top50 1998

RD Coördinatenstelsel



Groninger kwelder 2008



Vegetatiekaart RWS-DID (VEGWAD)

Benaming, Salt97

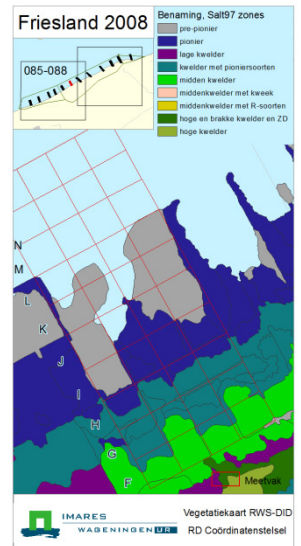
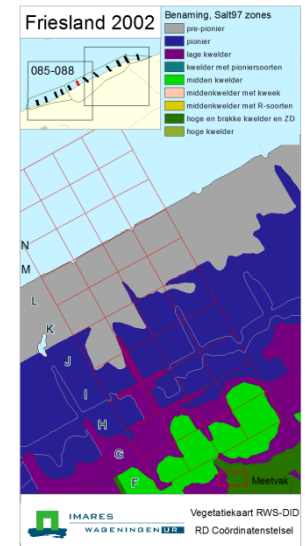
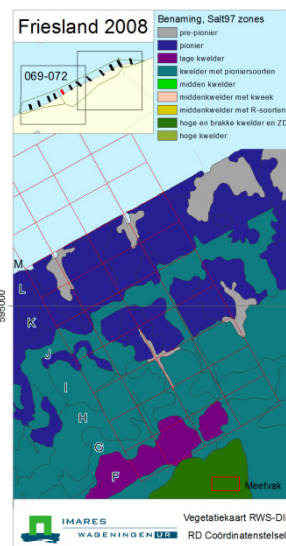
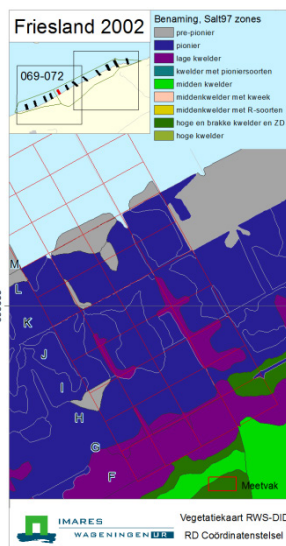
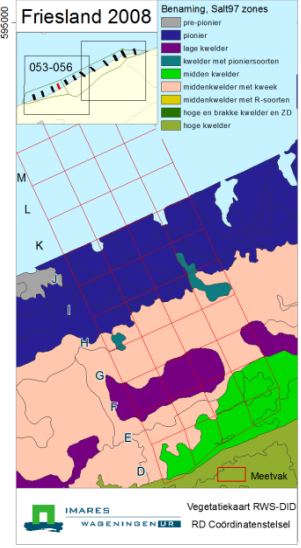
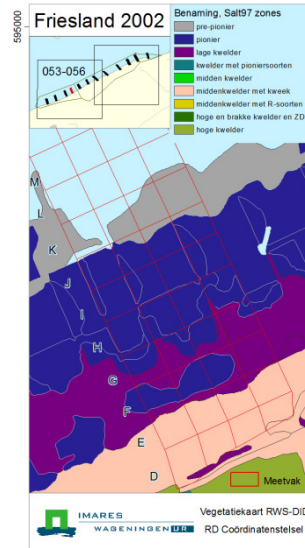
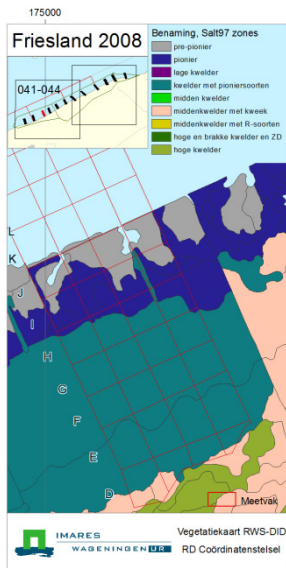
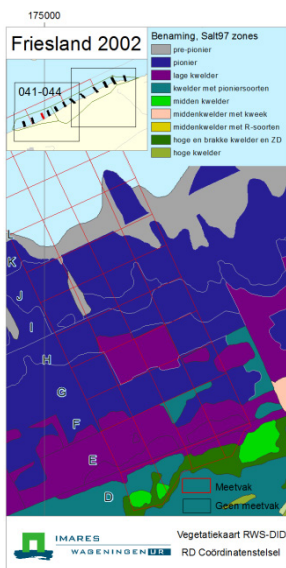
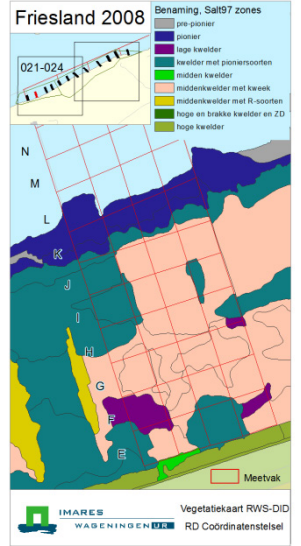
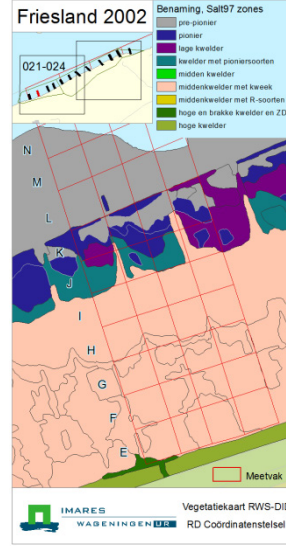
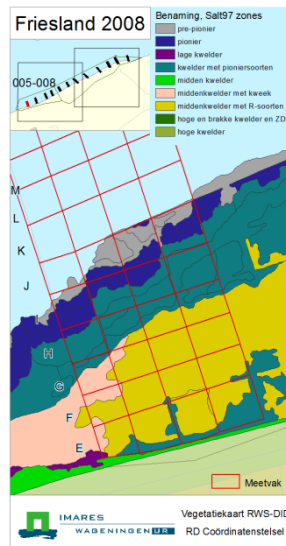
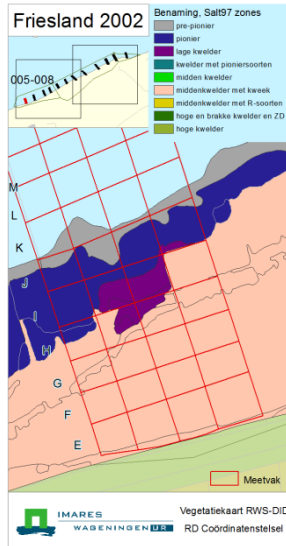
- pre-pionierzone 11
- pionierzone 12
- lage kwelderzone 21
- kwelderzone met pioniersoorten 22
- midden kwelderzone 31
- middenkwelderzone met kweek 32
- middenkwelderzone met R-soorten, 33
- hoge en brakke kwelderzone en ZD, 42
- hoge kwelderzone 41

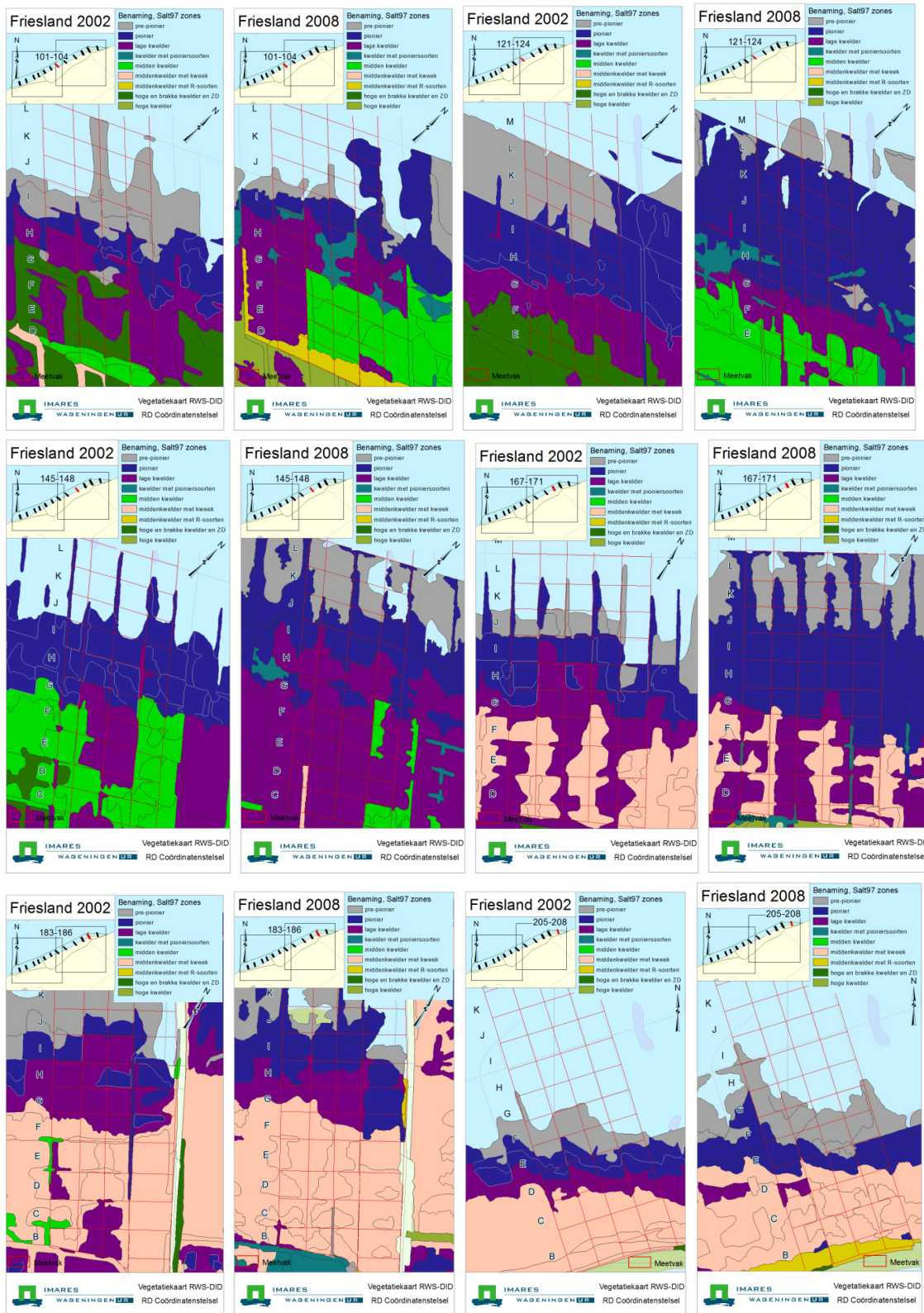
Topografie: Top50 1998

RD Coördinatenstelsel



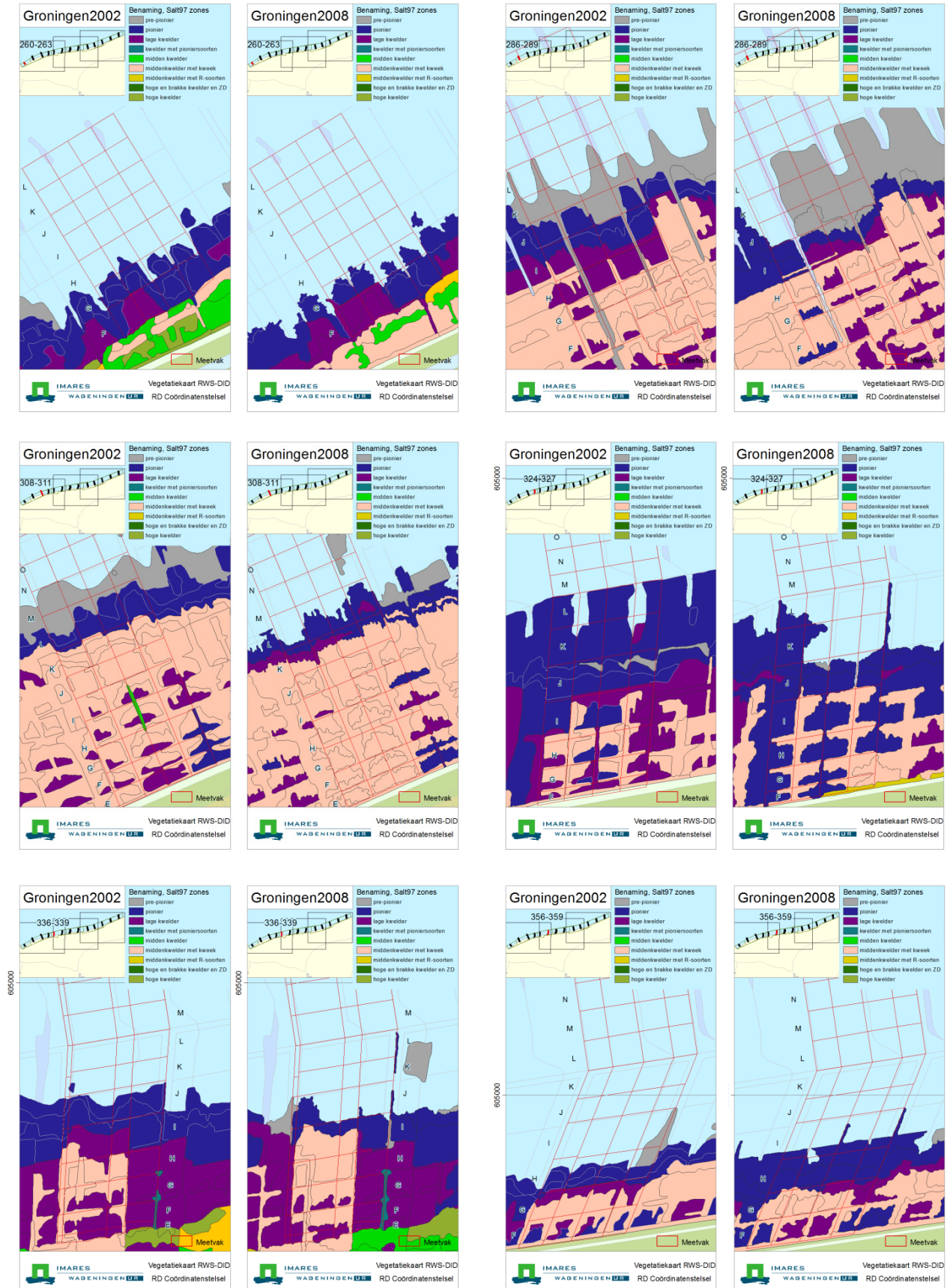
Bijlage 7 Vegetatie per meetvak en pandje in 2022 en 2008 in Friesland

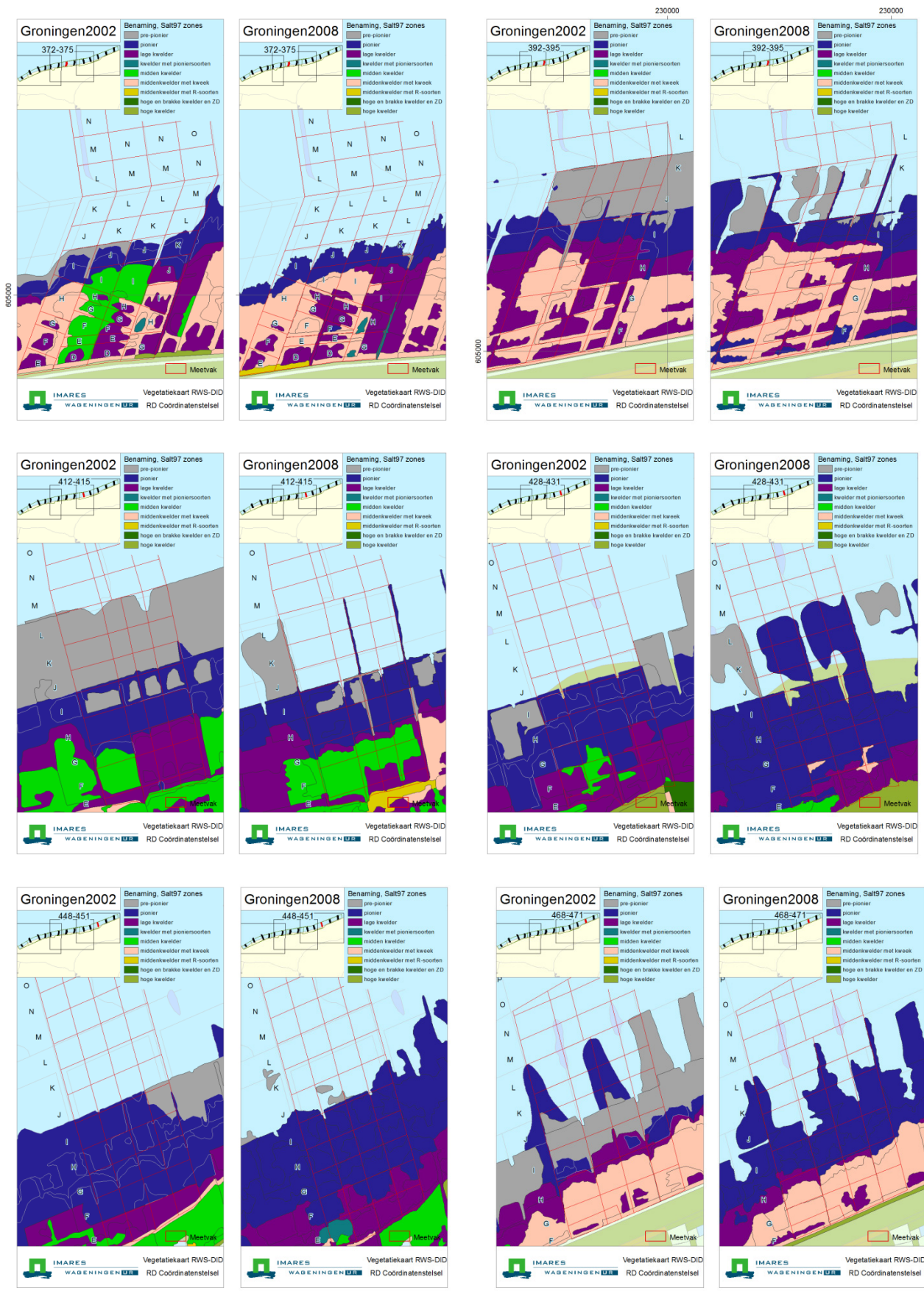


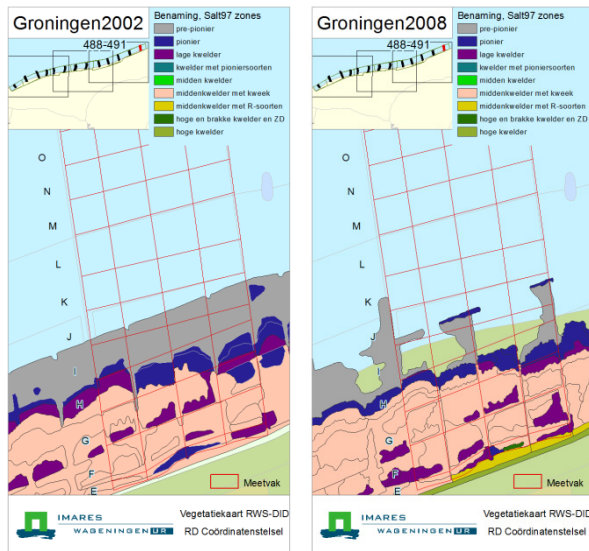


NB: In de Legenda moet "Zone 32-middenkwelder met Kweek" "middenkwelder met **Zeekweek**" zijn.

Vegetatie per meetvak en pandje in 2002 en 2008 in Groningen







NB: In de Legenda moet "Zone 32-middenkwelder met Kweek" "middenkwelder met **Zeekweek**" zijn.

Bijlage 9 Advieshoogtes rijshoutdammen

De Werkgroep heeft advieshoogtes voor **vulhoogtes** van rijshoutdammen berekend, gebaseerd op prognoses voor de bodemdaling en op de trendmatige waarde van het hoogwaterniveau. Deze cijfers zijn in de "Kweldervisie" (Onderhoud Kwelderwerken Planperiode 1999-2004, blz. 18) opgenomen als **paalhoogte** (= vulhoogte + 10 cm). De cijfers zijn opnieuw uitgerekend met de 2000 prognose voor de bodemdaling en de trendwaarde van hoogwater. Bijna alle veranderingen blijven binnen de oude afronding, alleen de paalhoogte Friesland oost van dam 95 gaat van 145 naar 150 cm. Een update van deze tabel is in voorbereiding bij RWS.

	Trendwaarde GHW 2001 in m+NAP (gem. Harlingen, Nes, Schier=1.02)	Verwachte bodemdaling 1998- 2025 in m (2000 prognose)	Advies damhoogte in m t.o.v. gecorrigeerde NAP-merken	
			Vulling (niet afgerond)	Paal (afgerond)
Friesland 1-95	1.06	0.00	1.36	1.45
Friesland 95-187	1.07	0.03	1.40	1.50
Friesland 187-205	1.05	0.03	1.38	1.50
Westpolder	1.08	0.05	1.43	1.55
Julianapolder	1.09	0.03	1.42	1.55
Negenboerenpolder	1.10	0.02	1.42	1.55
Linthorst Homanpolder	1.13	0.03	1.46	1.55
Noordpolder	1.16	0.04	1.50	1.60
Lauwerpolder west	1.17	0.06	1.53	1.65
Lauwerpolder oost	1.17	0.07	1.54	1.65
Emmapolder 508	1.17	0.08	1.55	1.65

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

WOT-technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl.

WOT-technical reports zijn ook te downloaden via de website www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

1	Arets, E.J.M.M., K.W. van der Hoek, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.-P. Lesschen (2013). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2013.</i>		<i>TOXSWA model. Theory and procedure for the upstream catchment of FOCUS streams.</i>
2	Kleunen, A. van, M. van Roomen, L. van den Bremer, A.J.J. Lemaire, J.-W. Vergeer & E. van Winden (2014). <i>Ecologische gegevens van vogels voor Standaard Gegevensformulieren Vogelrichtlijngebieden.</i>	16	Groenestein, K., C. van Bruggen en H. Luesink (2014). <i>Harmonisatie diercategorieën</i>
3	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstof-oxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA</i>	17	Kistenkas, F.H. (2014). <i>Juridische aspecten van gebiedsgericht natuurbeleid (Natura 2000)</i>
4	Verburg, R.W., T. Selnes & M.J. Bogaardt (2014). <i>Van denken naar doen; ecosysteemdiensten in de praktijk. Case studies uit Nederland, Vlaanderen en het Verenigd Koninkrijk.</i>	18	Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink & C.H.G. Daatselaar (2014). <i>Synthese monitoring mestmarkt 2006 – 2012.</i>
5	Velthof, G.L. & O. Oenema (2014). <i>Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Taken en werkwijze; versie 2014</i>	19	Schmidt, A.M., A. van Kleunen, L. Soldaat & R. Bink (2014). <i>Rapportages op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Evaluatie rapportageperiode 2007-2012 en aanbevelingen voor de periode 2013-2018</i>
6	Berg, J. van den, V.J. Ingram, L.O. Judge & E.J.M.M. Arets (2014). <i>Integrating ecosystem services into tropical commodity chains- cocoa, soy and palm oil; Dutch policy options from an innovation system approach</i>	20	Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). <i>Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2013.</i>
7	Knegt de, B., T. van der Meij, S. Hennekens, J.A.M. Janssen & W. Wamelink (2014). <i>Status en trend van structuur- en functiekenmerken van Natura 2000-habitattypen op basis van het Landelijke Meetnet Flora (LMF) en de Landelijke Vegetatie Databank (LVD). Achtergronddocument voor de Artikel 17-rapportage.</i>	21	Hendriks, C.M.A., D.A. Kamphorst en R.A.M. Schrijver (2014). <i>Motieven van actoren voor verdere verduurzaming in de houtketen.</i>
8	Janssen, J.A.M., E.J. Weeda, P.C. Schipper, R.J. Bijlsma, J.H.J. Schaminée, G.H.P. Arts, C.M. Deerenberg, O.G. Bos & R.G. Jak (2014). <i>Habitattypen in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van oppervlakte representativiteit en behoudsstatus in de Standard Data Forms (SDFs).</i>	22	Selnes, T.A. and D.A. Kamphorst (2014). <i>International governance of biodiversity; searching for renewal</i>
9	Ottburg, F.G.W.A., J.A.M. Janssen (2014). <i>Habitatrichtlijnsoorten in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van populatie, leefgebied en isolatie in de Standard Data Forms (SDFs)</i>	23	Dirx, G.H.P, E. den Belder, I.M. Bouwma, A.L. Gerritsen, C.M.A. Hendriks, D.J. van der Hoek, M. van Oorschoot & B.I. de Vos (2014). <i>Achtergrondrapport bij beleidsstudie Natuurlijk kapitaal: toestand, trends en perspectief; Verantwoording casestudies</i>
10	Arets, E.J.M.M. & F.R. Veeneklaas (2014). <i>Costs and benefits of a more sustainable production of tropical timber.</i>	24	Wamelink, G.W.W., M. Van Adrichem, R. Jochem & R.M.A. Wegman (2014). <i>Aanpassing van het Model for Nature Policy (MNP) aan de typologie van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL); Fase 1</i>
11	Vader, J. & M.J. Bogaardt (2014). <i>Natuurverkenning 2 jaar later; Over gebruik en doorwerking van Natuurverkenning 2010-2040.</i>	25	Vos, C.C., C.J. Grashof-Bokdam & P.F.M. Opdam (2014). <i>Biodiversity and ecosystem services: does species diversity enhance effectiveness and reliability? A systematic literature review.</i>
12	Smits, M.J.W. & C.M. van der Heide (2014). <i>Hoe en waarom bedrijven bijdragen aan behoud van ecosysteemdiensten; en hoe de overheid dergelijke bijdragen kan stimuleren.</i>	26	Arets, E.J.M.M., G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.W.H. van der Kolk (2014). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2014.</i>
13	Knegt, B. de (ed.) (2014). <i>Graadmeter Diensten van Natuur; Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland.</i>	27	Roller, te J.A., F. van den Berg, P.I. Adriaanse, A. de Jong & W.H.J. Beltman (2014). <i>Surface Water Scenario Help (SWASH) version 5.3. technical description</i>
14	Beltman, W.H.J., M.M.S. Ter Horst, P.I. Adriaanse, A. de Jong & J. Deneer (2014). <i>FOCUS_TOXSWA manual 4.4.2; User's Guide version 4.</i>	28	Schuilting, C., A.M. Schmidt & M. Boss (2014). <i>Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie</i>
15	Adriaanse, P.I., W.H.J. Beltman & F. Van den Berg (2014). <i>Metabolite formation in water and in sediment in the</i>	29	Goossen, C.M., M.A. Kiers (2015). <i>Mass mapping; State of the art en nieuwe ideeën om bezoekersaantallen in natuur-gebieden te meten</i>
		30	Hennekens, S.M, M. Boss en A.M. Schmidt (2014). <i>Landelijke Vegetatie Databank; Technische documentatie</i>
		31	Bijlsma, R.J., A. van Kleunen & R. Pouwels (2014). <i>Structuur- en functiekenmerken van leefgebieden van Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijnsoorten; Een concept en bouwstenen om leefgebieden op landelijk niveau en gebiedsniveau te beoordelen</i>

32	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2015). <i>Nut en risico's van covergisting. Syntheserapport.</i>	52	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2015). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background.</i>
33	Bijlsma, R.J. & J.A.M. Janssen (2014). <i>Structuur en functie van habitattypen; Onderdeel van de documentatie van de Habitatrictlijn artikel 17-rapportage 2013</i>	53	Vonk, J., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2016). <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i>
34	Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). <i>Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee; Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013).</i>	54	Groenestein, K. & J. Mosquera (2015). <i>Evaluatie van methaanemissieberekeningen en -metingen in de veehouderij.</i>
35	Kuindersma, W., F.G. Boonstra, R.A. Arnouts, R. Folkert, R.J. Fontein, A. van Hinsberg & D.A. Kamphorst (2015). <i>Vernieuwingen in het provinciaal natuurbeleid; Vooronderzoek voor de evaluatie van het Natuurpact.</i>	55	Schmidt, A.M. & A.S. Adams (2015). <i>Documentatie Habitatrictlijn-rapportage artikel 17, 2007-2012</i>
36	Berg van den, F., W.H.J. Beltman, P.I. Adriaanse, A. de Jong & J.A. te Roller (2015). <i>SWASH Manual 5.3. User's Guide version 5</i>	56	Schippers, P., A.M. Schmidt, A.L. van Kleunen & L. van den Bremer (2015). <i>Standard Data Form Natura 2000; bepaling van de belangrijkste drukfactoren in Natura 2000-gebieden.</i>
37	Brouwer, F.M., A.B. Smit & R.W. Verburg (2015). <i>Economische prikkels voor vergroening in de landbouw</i>	57	Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, C. Sonneveld, J.P. Verdaat, A.G. Bakker, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2015). <i>Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2014.</i>
38	Verburg, R.W., R. Michels, L.F. Puister (2015). <i>Aanpassing Instrumentarium Kosten Natuurbeleid (IKN) aan de typologie van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL)</i>	58	Blaeij, A.T. de, R. Michels, R.W. Verburg & W.H.G.J. Hennen (2015). <i>Recreatiemodule in Instrumentarium Kosten Natuurbeleid (IKN); Bepaling van de recreatiekosten</i>
39	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2015). <i>Actualisering methodiek en protocol om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen</i>	59	Bakker, E. de, H. Dagevos, R.J. Fontein & H.J. Agricola (2015). <i>De potentie van co-creatie voor natuurbeleid. Een conceptuele en empirische verkenning.</i>
40	Gies, T.J.A., J. van Os, R.A. Smidt, H.S.D. Naeff & E.C. Vos (2015). <i>Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB); Gebruikershandleiding 2010.</i>	60	Bouwma, I.M., A.L. Gerritsen, D.A. Kamphorst & F.H. Kistenkas (2015). <i>Policy instruments and modes of governance in environmental policies of the European Union; Past, present and future</i>
41	Kramer, H., J. Clement (2015). <i>Basiskaart Natuur 2013. Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland</i>	61	F. van den Berg, A. Tiktak, J.J.T.I. Boesten & A.M.A. van der Linden (2016). <i>PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Description of processes</i>
42	Kamphorst, D.A., T.A. Selnes, W. Nieuwenhuizen (2015). <i>Vermaatschappelijking van natuurbeleid. Een verkennend onderzoek bij drie provincies</i>	62	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2014/2015</i>
43	Commissie Deskundige Meststoffenwet (2015). <i>Advies 'Mestverwerkingspercentages 2016'</i>	63	Smits, M.J.W., C.M. van der Heide, H. Dagevos, T. Selnes & C.M. Goossen (2016). <i>Natuurinclusief ondernemen: van koplopers naar mainstreaming?</i>
44	Meeuwssen, H.A.M. & R. Jochem (2015). <i>Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScope</i>	64	Pouwels, P., M. van Eupen, M.H.C. van Adrichem, B. de Knecht & J.G.M. van der Graft (2016). <i>MetaNatuurplanner v2.0. Status A</i>
45	Groenestein, C.M., J. de Wit, C. van Bruggen & O. Oenema (2015). <i>Stikstof- en fosfaatexcretie van gangbaar en biologisch gehouden landbouwhuisdieren. Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2015</i>	65	Broekmeyer, M.E.A. & M.E. Sanders (2016). <i>Natuurwetgeving en het omgevingsrecht. Achtergrond-document bij Balans van de Leefomgeving, 2014</i>
46	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA.</i>	66	Os van, J. H.S.D. Naeff & L.J.J. Jeurissen (2016). <i>Geografisch informatiesysteem voor de emissieregistratie van landbouwbedrijven; GIABplus-bestand 2013 - Status A</i>
47	Boonstra, F.G. & A.L. Gerritsen (2015). <i>Systeemverantwoordelijkheid in het natuurbeleid; Input voor agendavorming van de Balans van de Leefomgeving 2014</i>	67	Ingram, V.J., L.O. Judge, M. Luskova, S. van Berkum & J. van den Berg (2016). <i>Upscaling sustainability initiatives in international commodity chains; Examples from cocoa, coffee and soy value chains in the Netherlands.</i>
48	Overbeek, M.M.M., M-J. Bogaardt & J.C. Dagevos (2015). <i>Intermediairs die bijdragen van burgers en bedrijven aan natuur en landschap mobiliseren.</i>	68	Duin van W.E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongasma, A. Hendriks & C. Sonneveld (2016). <i>Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014.</i>
49	Os, J. van, R.A.M. Schrijver & M.E.A. Broekmeyer (2015). <i>Kan het Natuurbeleid tegen een stootje? Enkele botsproeven van de herijkte Ecologische Hoofdstructuur.</i>		
50	Hennekens, S.M., J.M. Hendriks, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & L. Santini (2015). <i>BioScore 2 - Plants & Mammals. Background and pre-processing of distribution data</i>		
51	Koffijberg K., P. de Boer, F. Hustings, A. van Kleunen, K. Oosterbeek & J.S.M. Cremer (2015). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2011-2013.</i>		



Thema Informatievoorziening Natuur
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

ISSN 2352-2739

www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

