

Proeven natuurlijker ontwatering Groninger kwelderwerken

W.E. van Duin
Rapport C011/12



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Kwelderherstel Groningen
Hoofdstraat 83
9968 AB Pieterburen

Publicatiedatum:

31 januari 2012

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2012 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

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

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming.

A_4_3_1-V12.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	7
2. Kennisvraag/Aanleiding	9
3. Mogelijke ingrepen met hun voor- en nadelen	11
3.1 Ingrepen in ontwateringssysteem	11
3.1.1 Stoppen met grondwerk (onderhoud greppels, dwarssloten en hoofdleidingen)	11
3.1.2 Afdammen, combineren en graven van kreken.....	13
3.2 Ingrepen in rijshoutdammen	16
3.3 Ingrepen in maaiveldhoogte.....	18
3.4 Eindconclusie betreffende de besproken ingrepen.....	20
4. Zoekgebieden Groninger Landschap.....	23
4.1 Kwelder bij Deikum (vak 342-349 in deelgebied 5/6).....	24
4.2 Kwelder bij de Klutenplas (vak 399-402 in deelgebied 8).....	26
4.3 Kwelder bij Nieuw Lotven (vak 409-412 in deelgebied 8 op grens met 9).....	28
4.4 Kwelder west van Noordpolderzijl (vak 426-435 in deelgebied 9).....	30
5. Mogelijkheden voor ingrepen	33
5.1 In de zoekgebieden	33
5.2 Buiten de zoekgebieden.....	33
6. Monitoring	35
Referenties	37
Bijlagen	39
Bijlage A. Kleiput Schor bij Waarde 1959, 1970 en 2010 (Westerschelde).....	41
Bijlage B. Kleiput Schor van Viane 1959, 1970 en 2004 (Oosterschelde)	42
Bijlage C. WOK-meetvakken en BIP-deelgebieden in Groninger kwelderwerken	43
Bijlage D. Vegetatiekaarten met de vier zoekgebieden.....	44
Verantwoording	45

Samenvatting

Het project Kwelderherstel Groningen werkt aan het vergroten van de biodiversiteit op de kwelders. Dit gebeurt voornamelijk door het herintroduceren van mozaïekbeweiding. Binnen het Beheer- en Inrichtingsplan-addendum is, met het oog op het oorspronkelijke projectvoorstel voor het Waddenfonds, de mogelijkheid open gehouden om lokaal en op kleine schaal aanpassingen in de kwelder te maken die ten doel hebben de natuurlijkheid en/of biodiversiteit te bevorderen. De Stichting Het Groninger Landschap (SGL) heeft belangstelling om één of meer proeven uit te voeren in haar kwelders om de mogelijkheden tot vergroten van de natuurlijkheid van het ontwateringssysteem en daarmee duurzaamheid te bevorderen. Dit rapport verkent de mogelijkheden daartoe.

Er zijn diverse ingrepen in het half-natuurlijke systeem van de kwelderwerken mogelijk. Globaal zijn deze in te delen in drie hoofdgroepen: Ingrepen direct in het ontwateringssysteem (actief of passief), ingrepen in het damonderhoud (actief of passief), ingrepen in de maaiveldhoogte (afgraven/kleiputten). De voor- en nadelen worden genoemd en er worden praktijkvoorbeelden aangehaald.

Het natuurlijker maken van een bestaand ontwateringssysteem blijkt niet eenvoudig. De beste optie is het huidige systeem geheel te verwijderen. Dit kan op natuurlijke wijze door erosie toe te staan en cyclisch beheer toe te passen of kunstmatig door afgraven (kleiput). Deze ingrepen vervangen niet alleen het oude ontwateringssysteem door een nieuw natuurlijk systeem, maar ook de biodiversiteit neemt toe. Natuurlijke erosie van gerijpte kwelder duurt echter erg lang en ook de huidige jonge vegetatiezones verdwijnen mee. In geval van een kleiput wordt de erosie gericht uitgevoerd. Bovendien komt bij de aanleg grond beschikbaar voor verschillende toepassingen. Een alternatief voor een dergelijke grote ingreep is om de totale lengte en oppervlakte van het huidige drainagesysteem te verminderen (gebeurt nu reeds door minimaliseren van grondwerk) en het daardoor aanbrengen van iets meer variatie in breedte en diepte van de greppels en dwarssloten. Voor de hoofdleidingen is in de aanvraag aan het Waddenfonds voorgesteld het aantal te verminderen.

Aan de noodzaak een ingreep uit te voeren worden enkele randvoorwaarden opgelegd. De voorkeur is een ingreep te plegen op een locatie waar:

- deze leidt tot de gewenste verbetering in natuurlijkheid en biodiversiteit;
- die nodig/gewenst is wegens aanwezigheid van een climax-vegetatie;
- de kwelder breed genoeg is (zoals bv. bij de Julianapolder);
- grond beschikbaar is om de ingreep uit te voeren;
- eventueel vrijkomende grond ter plekke ook weer gebruikt kan worden;
- de kans klein is dat door het huidige maatwerk aan ontwatering, dammen en beweidingsbeheer reeds een verbetering of stabilisatie van de situatie optreedt.

Wanneer we deze randvoorwaarden vergelijken met enkele opvallende kenmerken en overeenkomsten in de zoekgebieden zien we:

- de gebieden hebben voor het grootste deel boerenkwelder aan de dijkkant die via een klif overgaat in de gewone kwelder;
- alle gebieden worden beweid en de boerenkwelder biedt een hoogwatervluchtplaats;
- de gewone kwelder ligt vrij laag t.o.v. NAP;
- de gewone kwelder bevindt zich wat vegetatieontwikkeling betreft in het lage kwelder-stadium (door hoogteligging en beweiding);
- de begroeide kwelder (afstand van dijk tot pionierzone is relatief smal, max. ca. 500 m);
- veel pandjes hebben greppels evenwijdig aan de dijk i.p.v. het meer gebruikelijke loodrecht op de dijk.

Door de eigenschappen van de vier zoekgebieden zijn er op dit moment weinig mogelijkheden voor ingrepen, die aan de randvoorwaarden voldoen. Bovendien is door de huidige toestand van de gebieden een directe noodzaak tot een ingreep afwezig.

Daarnaast vindt in de pionierzone en delen van de lage kwelder, waar het krekenspatroon nog aan het ontwikkelen is, de laatste decennia al vanzelf natuurlijke kreekvorming op, doordat er niet tot nauwelijks meer grondwerk plaatsvindt en het damonderhoud door RWS maatwerk is geworden.

Binnen het oorspronkelijke zoekgebied is wegens bovenstaande redenen geen proef uitgewerkt. Buiten het zoekgebied is voor de Julianapolder echter een voorbeeld kort uitgewerkt voor de aanleg van een kleiput ter grootte van een pandje (100x100 m). Bij het niveau tot waar uitgegraven moet worden moet rekening gehouden worden met de volgende zaken:

- het bestaande ontwateringssysteem helemaal afgegraven om te voorkomen dat het water de oude routes blijft volgen na afgraven;
- niet zo diep uitgegraven dat het lager ligt dan de ontwatering in de voorliggende kwelder en het wad, omdat dan een lagune met permanent water wordt gecreëerd (als globale maat voor de diepte is gemiddeld hoogwater bij doortij of iets lager aangehouden, de hoogte waar de pioniervegetatie kan beginnen te groeien);
- er moet aansluiting zijn op een hoofdleiding.

De hoeveelheid grond die vrijkomt bij aanleg van een kleiput kan zo eenvoudig worden berekend en meegenomen worden in de grondbalans.

1. Inleiding

Het project Kwelderherstel Groningen werkt aan het vergroten van de biodiversiteit op de kwelders. Dit gebeurt voornamelijk door het herintroduceren van beweiding. De oorspronkelijk binnen het Beheer- en inrichtingsplan (BIP) opgenomen maatregel 'afdammen greppels' is vervallen, omdat geen actieve vernatting wordt nagestreefd. Echter, met het oog op het oorspronkelijke projectvoorstel voor het Waddenfonds is binnen het BIP-addendum **de mogelijkheid open gehouden om lokaal en op kleine schaal aanpassingen in de kwelder te maken die ten doel hebben de natuurlijkheid en/of biodiversiteit te bevorderen**. De Stichting Het Groninger Landschap (SGL) heeft, als een van de oevereigenaren, belangstelling om één of meer proeven uit te voeren in haar kwelders om de mogelijkheden tot vergroten van de natuurlijkheid van het ontwateringssysteem en daarmee duurzaamheid te bevorderen.

Het doel van het beoogde project is, rekening houdend met opgedane kennis in onder andere de Friese kwelderwerken en de situatie in Groningen, een of twee geschikte locaties in de Groninger kwelderwerken te selecteren die in beheer zijn bij SLG waar een meer natuurlijke ontwatering op gang kan worden gebracht middels een (beperkte) ingreep in het afwateringssysteem. De gekozen locatie en de voorgestelde ingrepen moeten leiden tot een door alle betrokken partijen gedragen plan dat na goedkeuring uitgevoerd kan worden binnen het BIP.

In het rapport zal aandacht worden besteed aan de volgende onderdelen:

- Overzicht van mogelijke ingrepen, zowel klein als groot. Hierbij zullen de risico's (bv. ten aanzien van ontwatering, stabiliteit gronddammen en veeveiligheid) en verwachtingen (bv. duurzaamheid, natuurlijkheid, biodiversiteit) van verschillende ingrepen worden benoemd. Hoewel grotere ingrepen, zoals bv. kleiputten, momenteel niet de voorkeur hebben, worden ze toch behandeld omdat er praktische of biologische voordelen kunnen zijn die in de toekomst van pas komen (bv. bij dreigende hoge kosten door een negatieve grondbalans zou een kleiput ineens wel een aantrekkelijke optie kunnen zijn);
- Selectie proefgebieden: korte karakteristiek van de gebieden, motivatie voor de meest kansrijke c.q. minst risicovolle locaties op kwelders van SGL waarbij bv. hoogteligging, huidige vegetatie en aanwezigheid meetvakken RWS een rol spelen; ook zal rekening worden gehouden met informatie over dit onderwerp uitgewisseld op de vergadering in Pieterburen op 25 mei 2011;
- Selectie geschikt bevonden (beperkte) ingrepen om op deze locaties een meer natuurlijke ontwatering te stimuleren (incl. eventuele maatregelen t.b.v. waarborgen huidige afwatering);
- Monitoring wordt slechts kort behandeld vanwege de gemaakte keuzes. Bovendien wordt er een monitoringplan voor het Groninger kwelderherstelplan uitgewerkt in een ander project.

Het streven was dat het rapport een beknopt handboek wordt met inrichtingskaart(en) op basis waarvan de gekozen proef/proeven in de kwelders van SGL uitgevoerd kunnen worden. Gezien de conclusie in het rapport heeft die uitwerking niet plaatsgevonden.

Voor de rapportage zijn geen nieuwe data verzameld, maar zijn alleen bestaande data en kennis gebruikt.

2. Kennisvraag/Aanleiding

Veroudering door successie naar opeenvolgende vegetaties is een autonoom proces als gevolg van de opslibbing. Bij normale opslibbing wordt de kwelder hoger en droger, mineraliseert de organische stof en vindt successie van de vegetatie plaats. Bodemdaling, zoals bijvoorbeeld op Ameland, kan indirect veroudering tegengaan door afremming van de mineralisatie in de bodem. Bodemrijping wordt over het algemeen als niet reversibel verondersteld, maar de processen op Ameland wijzen er op dat ook bodemaëratie een grote rol speelt. Zowel op de eilanden als langs het vasteland hebben opslibbing, successie en een verminderde beweidingsintensiteit de afgelopen 20 jaar op de kwelders geleid tot een sterke uitbreiding van eenzijdige climax-vegetaties. Dit leidt tot een algemene achteruitgang in biodiversiteit.

Zowel in de Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB) als in de voor kwelders overeengekomen Trilateral Targets (Sylt 2010) treden twee doelen op de voorgrond:

1. Streven naar natuurlijker (ontwaterings)systeem (morfologie, dynamiek en bijbehorende vegetatie);
2. Vergroten biodiversiteit.

Biodiversiteit op de Groninger kwelders wordt vooral bepaald door de variatie in vegetatietypen. In de afgelopen decennia is deze variatie teruggelopen en is op veel plaatsen doorgeschoten naar een dominantie van één soort vegetatie (climaxvegetatie van Zeekweek). Dit gebrek aan variatie is vooral ontstaan als gevolg van drie factoren:

- **Autonome ontwikkeling:** Het natuurlijk proces van opslibbing waardoor de hogergelegen delen van de kwelder minder vaak overstromen en er een relatief droger milieu ontstaat waardoor vegetatiesuccessie en veroudering optreedt;
- De **oorspronkelijke lay-out** van dit half-natuurlijke landschap bestaande uit een uniform en overgedimensioneerd drainagesysteem (Reents, 1995);
- **Veranderd beheer:** in de loop der decennia is de beweidingsdruk sterk verminderd.

Herstel van de mozaïekbeweiding ter bevordering van de biodiversiteit vormt reeds het hoofddoel van het Groninger kwelderherstelplan. Daarom wordt aan dat aspect in dit rapport slechts hooguit af en toe zijdelings kort aandacht besteed en ligt de focus op de twee andere punten.



Foto 2.1 Uniforme Zeekweek-vegetatie en gevarieerde kweldervegetatie met Zeeaster en beweiding.

3. Mogelijke ingrepen met hun voor- en nadelen

Er zijn diverse ingrepen mogelijk, waarvan sommige (als proef) al eens zijn uitgevoerd om de kwelderwerken natuurlijker te maken en het proces van relatieve verdroging/veroudering op de middenkwelder te bestrijden. In dit hoofdstuk worden alle verschillende mogelijke ingrepen op een rij gezet met de bijbehorende voor- en nadelen. In enkele gevallen kan één aspect zowel een voordeel als een nadeel zijn. Indien een ingreep al eens is uitgevoerd, worden de betreffende locaties genoemd en worden waar mogelijk redenen voor succes of falen aangegeven.

3.1 Ingrepen in ontwateringssysteem

3.1.1 Stoppen met grondwerk (onderhoud greppels, dwarssloten en hoofdleidingen)

Beschrijving ingreep

Het niet meer onderhouden van het ontwateringssysteem (greppels, dwarssloten en hoofdleidingen/zwetsloten) door middel van regelmatig uitbaggeren of frezen. Hiermee stoppen is een **passieve** ingreep.



Foto 3.1 Ontwikkeling van een dwarssloot in Holwerd-oost waar de Krekenproef is uitgevoerd (Van Duin et al, 2001). Voor het laatst op diepte gebracht in 1997 (bruggetje was toen noodzakelijk om aan overkant te komen). Vanaf 2006 is de dwarssloot zelfs niet meer door een afwijkende vegetatie terug te vinden, maar slechts door de steeds minder boven het maaiveld uitstekende brugpalen.

(Beoogd) Effect

- Het ontwateringssysteem slibt deels dicht waardoor de proportie beter gaat passen bij het kwelderoppervlak (Foto 3.1).
- Het ontwateringssysteem versmalt en verdiept deels waardoor het meer in lijn is met natuurlijke systemen (Reents, 1995).
- De ontwatering vermindert in de overgangperiode waardoor veroudering van de vegetatie vertraagt.
- Na dichtslibben van het oude systeem ontwikkelt zich in de lagere delen van de kwelder en pionierzone een natuurlijker krekenspatroon.

Voordelen

- De vorming van kommen is mogelijk: Het oorspronkelijk gebruikelijke greppelonderhoud zorgde niet alleen voor een optimale ontwatering van de kwelder waardoor veroudering versnelde, maar voorkwam tevens de ontwikkeling van kommen die op natuurlijke kwelders voorkomen en door hun langzame ontwatering de veroudering vertragen (zie ook nadelen).
- Hogere biodiversiteit in de kwelder: waar de ontwatering slechter is (passieve vernatting) treedt regressie op of de vegetatieveroudering vertraagt.
- In de pionierzone en beginnende lage kwelder vindt natuurlijke kreekvorming plaats (foto 3.2).
- Er is minder beweiding nodig.

Nadelen

- Beweiding is lastiger, omdat de ontwatering minder is (zie ook voordelen) of omdat greppels en dwarssloten deels versmallen en verdiepen waardoor vee kan verdrinken. Het eerste aspect speelt meer in het slibrijke Friesland en het tweede meer in Groningen.
- Vernatting treedt in de reeds aanwezige kwelder vooral op aan de kant van de greppels die niet aan de dwarsloot grenst. De greppels ontwateren goed aan de dwarslootkant en slibben in het midden dicht waardoor het water aan de gronddamkant stagneert. Bij brede kwelders treedt vernatting op in de lageregelegen delen bij de dijk. De opslibbing is daar laag doordat de kwelder richting wad hoger ligt en sediment wegvangt.
- Aangezien het grootste deel van het bestaande ontwateringssysteem gefixeerd is door bodemrijping, heeft deze ingreep in de bestaande kwelder weinig effect op het vergroten van de natuurlijkheid.
- Minder foerageermogelijkheden voor vogels (Van Duin *et al.*, 2007a).

Voorbeeldlocaties

Grootste deel van de kwelderwerken in Friesland en Groningen.

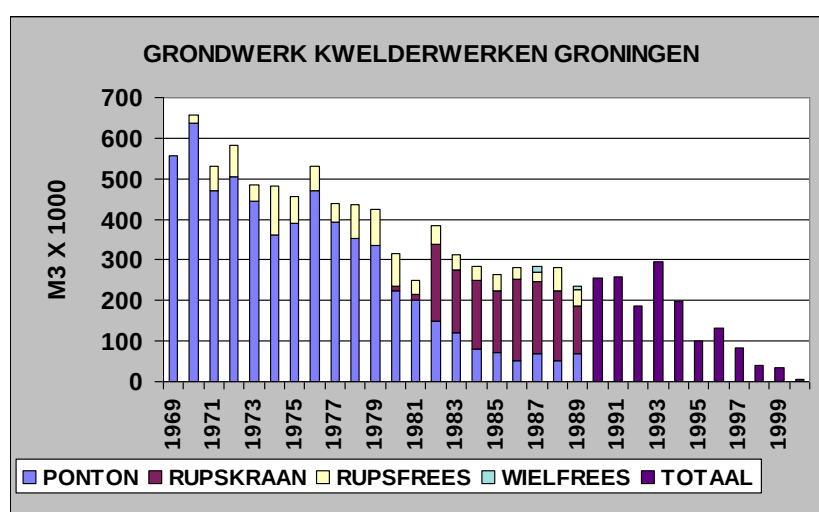


Foto 3.2 Ontwikkeling van natuurlijke krekens in de pionierzone van de kwelderwerken na stoppen met grondwerk.

Samenvatting/conclusie

Het greppelen of op diepte brengen van dwarsslots en hoofdleidingen wordt in de praktijk in het grootste deel van de kwelderwerken al sinds 2000 niet meer toegepast (Figuur 3.1). In de kwelder wordt grondwerk hooguit nog lokaal toegepast (en dan meestal op dezelfde plaatsen en op basis van gemaakte afspraken) en in de pionierzone slechts bij hoofdleidingen (Dijkema *et al.*, 2011). De positieve effecten van stoppen met grondwerk op de gerijpte kwelder zijn beperkt en worden hooguit op de lange termijn bereikt en dan met name in de lageregelegen delen bij de dijk. Hoofdleidingen slingeren hooguit binnen de grenzen van de grootste gegraven breedte.

In de pionierzone vinden de gewenste ontwikkelingen sneller plaats en als zich daar eenmaal een natuurlijke kreek heeft ontwikkeld blijft deze vrijwel onveranderd zo bestaan.



Figuur 3.1 Grondwerk in de Groninger kwelderwerken (zonder boerenkwelders). Na 2000 heeft RWS het grondwerk beperkt tot incidenteel aangooien van de rijshoutdammen en het voorkomen van achterloopsheid tussen de gronddammen en rijshoutdammen (Dijkema *et al.* 2011)

3.1.2 Afdammen, combineren en graven van krekken

Beschrijving ingreep

Er kan op diverse manieren **actief** worden ingegrepen in het ontwateringssysteem:

- Het afdammen van (delen van) de hoofdleiding/zwetsloot.
- Het verbinden van dwarsslots/hoofdleidingen middels doorgraven van de gronddam.
- Het (meanderend) graven van een nieuwe (hoofd)geul.

Naast de bovenstaande actieve ingrepen komt het eerste punt ook voor als passieve, natuurlijke ontwikkeling als geulen blokkeren na instorten van een oeverwal (met als gevolg een slechte of geheel ontbrekende ontwatering van laaggelegen delen).

(Beoogd) Effect

- Vertragen en concentreren van de waterafvoer.
- Overdimensionering van ontwateringssysteem terugbrengen naar een betere maat in vergelijking met het kwelderoppervlak (Reents, 1995, zie ook tekstblok).
- Een gevarieerder (/minder uniform) en daarmee natuurlijker krekkenstelsel door het combineren van delen van het ontwateringssysteem.

Reents, 1995: De kunstmatige waterlopen in de kwelderwerken zijn vergeleken met natuurlijke krekensystemen in referentie-kwelders in Nederland, Duitsland en Engeland:

- De **watervoerende oppervlakte** in de kwelderwerken was met **20%** het **dubbele van de natuurlijke referentie-kwelders (10%)**.
- Daar staan tot **6% natte kommen in natuurlijke kwelders** tegenover.
- De totale **lengte aan watergangen** in de kwelderwerken was slechts **20% groter** dan de natuurlijke referentie-kwelders, het verschil zat in de **greppels**.
- **Dwarsprofielen van dwarssloten en greppels** waren **breder en ondieper** dan van natuurlijke krekens. De spontane **versmalling, verdieping en verkorting** van sloten en greppels is in lijn met de natuurlijke referentie.
- 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).

Voordelen

- De lengte van het ontwateringssysteem neemt af en is beter afgestemd op het kwelderoppervlak (kleine toename natuurlijkheid).
- De resterende geulen verwerken meer water en slijten uit. Daardoor wordt het geulaanbod gevarieerder en daardoor alleen al natuurlijker (zie ook nadelen).
- Als een hoofdleiding over een grotere lengte wordt gedempt ontstaat een grotere beweidingseenheid.
- Het water blijft wat langer op de kwelder waardoor veroudering vertraagd zou kunnen worden.
- Omdat er veel gerijpte grond nodig is om een hoofdleiding af te dammen/dicht te gooien is deze ingreep goed te combineren met een maaiveldverlaging (afgraven) (zie ook nadelen).

Nadelen

- Afdamming is lastig aan te brengen en daardoor niet altijd echt duurzaam.
- Er is veel gerijpte grond (is beter geconsolideerd) nodig voor een afdamming, omdat een hoofdleiding/zwetsloot over een grote lengte dichtgegooid worden. Anders probeert het systeem toch de oorspronkelijke water aan- en afvoerroutes te volgen (zie ook voordelen).
- De resterende geulen verwerken meer water en worden daardoor meestal dieper en smaller. Dit is een bezwaar voor veeveiligheid.
- Aangezien het grootste deel van het bestaande ontwateringssysteem reeds gefixeerd is door bodemrijping, zal deze ingreep in de bestaande kwelder niet tot een natuurlijk krekenspatroon leiden en weinig effect hebben op het vergroten van de natuurlijkheid.
- Bereikbaarheid vee voor bepaalde delen wordt lastiger en bij doorgraven gronddam vermindert de veeveiligheid in sommige gevallen.

Voorbeeldlocaties

- In Holwerd-oost zijn diverse voorbeelden te zien van actief aangebrachte aanpassingen, allen in het kader van de Krekensproef (Van Duin *et al.*, 2001).
- Onder meer op Ameland en in de Peazemerlannen zijn voorbeelden te vinden van kale plekken die zijn ontstaan in kommen, nadat krekens op passieve, natuurlijke wijze zijn afgedamd na instorten van de oeverwallen (Foto 3.3).
- Bij de verkwelddingen die hebben plaatsgevonden in Noard Fryslân Bûtendyks (Noarderleech en Bildtpollen) zijn nieuwe meanderende hoofdgeulen gegraven in de zomerpolder (Foto 3.4), terwijl een deel van het bestaande systeem gedempt is (Van Duin *et al.*, 2007b).



Foto 3.3 Veranderingen door de jaren op een vast meetpunt in een kom in de Peazemerlannen waar de vegetatie door stagnerend water is verdwenen. Door terugschrijdende erosie komt de ontwatering op den duur van zelf weer op gang en zal hernieuwde vegetatiesuccessie plaatsvinden (Van Duin et al., 2011).



Foto 3.4 De proefverkweldering in het Noarderleech (Noard-Fryslân Bûtendyks) met de in 2000 gegraven geulen. (Bron: Google Earth)

Samenvatting/conclusie

Het veranderen van de ontwatering bv door het combineren van hoofdleidingen door middel van doorgravingen/afdammingen zal noch leiden tot een natuurlijker afwatering (daarvoor zijn de huidige hoofdleidingen, dwarssloten en veel greppels reeds te geconsolideerd door bodemrijping) noch tot een hogere biodiversiteit (hoogteligging verandert niet).

Met deze ingrepen wordt wel de lengte van het ontwateringssysteem teruggebracht naar natuurlijker proporties en de overblijvende delen van het ontwateringssysteem slibben minder snel dicht door de grotere waterafvoer. De ontwatering wordt hierdoor ook iets duurzamer, maar het houdt ook in dat de hoofdleidingen en dwarssloten dieper worden, wat een nadelig effect op veeveiligheid heeft.

Het hoogst haalbare effect is tijdelijke regressie in de vegetatiesuccessie doordat het water langer op de kwelder blijft staan of lokaal zelfs stagneert. In Noard-Fryslân Bûtendyks heeft dit ervoor gezorgd dat een groot deel van de proefverkweldering nu al ruim tien jaar ongeschikt is voor beweiding.

Omdat echte kommen in de kwelderwerken vrijwel ontbreken zal stagnerend water de onnatuurlijkheid soms eerder versterken dan verminderen, omdat het water vooral in de nu reeds slecht ontwaterende (meestal zuidelijke) helft van de greppels zal blijven staan waardoor het bestaande ontwateringspatroon door de vegetatie zichtbaar blijft.

3.2 Ingrepen in rijshoutdammen

Beschrijving ingreep

Rijshoutdammen verwijderen of nieuwe plaatsen (**actief**) of het gericht wel of niet uitvoeren van damonderhoud aan bestaande dammen (**cyclisch damonderhoud: passief tot maatwerk**).

Dynamiek terugbrengen in het systeem lijkt de meest logische oplossing om een natuurlijker systeem te verkrijgen en verjonging (of tijdelijke regressie) van de vegetatie te bewerkstelligen. Bovendien is het waarschijnlijk de meest duurzame oplossing: erosie toestaan (op plekken met brede kwelder), zodat daarna een nieuwe pionierzone kan ontstaan en vervolgens de hele ontwikkeling naar het climaxstadium van de vegetatie kan plaatsvinden.

(Beoogd) Effect

Door het gericht, lokaal toestaan van erosie de dynamiek terugbrengen in het systeem en daarmee verjonging en een natuurlijker systeem bewerkstelligen.

Voordelen

- Dynamiek wordt teruggebracht in het systeem.
- Er ontstaat een natuurlijk kreekpatroon in de niet gerijpte delen, zoals pionierzone en aangrenzende delen van lage kwelder.

Nadelen

- Erosie van een gerijpte kwelder is een langzaam proces (Van Duin *et al.*, 2007a), zodat deze methode alleen toepasbaar is in de pionierzone en beginnende lage kwelder. Van deze lage zones is juist meer oppervlak van gewenst, dus het effect is tegengesteld aan het beoogde effect.
- Actief dammen verwijderen is geld weggooien.

Voorbeeldlocaties

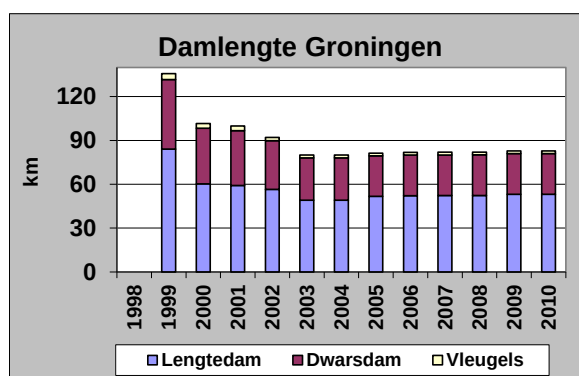
Op diverse plekken in de kwelderwerken zijn voorbeelden te zien van natuurlijke kreekvorming in de pionierzone (Foto 3.5).



Foto 3.5 Voorbeeld van natuurlijke kreekvorming in de weinig begroeide (pre-)pionierzone.

Samenvatting/conclusie

Het damonderhoud in de kwelderwerken is al steeds meer maatwerk geworden. De totale damlengte is bijna gehalveerd (Fig. 3.2) en onderhoud gebeurt vooral waar het nodig is (Dijkema *et al.*, 2011). De effecten van het stoppen met damonderhoud in de achterste bezinkvelden wordt steeds meer zichtbaar: er is erosie opgetreden in de achterste kale velden, nadat het rijshout uit de dammen spoelde (Foto 3.6), en er vindt meer opslibbing en kreekvorming plaats in de pionierzone.



*Figuur 3.2 Damlengte in de Groninger kwelderwerken (zonder boerenkwelders). Na 2000 heeft RWS het grondwerk beperkt tot incidenteel aangooien van de rijshoutdammen en het voorkomen van achterloopsheid tussen de gronddammen en rijshoutdammen (Dijkema *et al.*, 2011)*



Foto 3.6 Leeggespoelde dam in achterste bezinkveld en een net met rijshout gevulde dam.

Erosie van de gerijpte kwelder, vooral de delen met Zeekweek waar regressie gewenst is, kost veel tijd en door de dijk als harde rechte grens ontbreekt na erosie soms de ruimte en beschutting voor vorming van een nieuwe pionierzone/kwelder (Van Duin *et al.*, 2007). De pionierzone en lage kwelder kunnen wel makkelijk eroderen, omdat de bodem nog niet gerijpt is, maar er wordt juist behoud en/of uitbreiding van deze zones nagestreefd vanwege de hogere biodiversiteit. Het is gebleken dat deze jonge zones na aanleg van dammen op zich wel weer snel terug te krijgen zijn, maar om bovengenoemde redenen en binnen de huidige opdracht lijkt het terugbrengen van dynamiek op deze wijze niet de meest logische keuze.

3.3 Ingrepen in maaiveldhoogte

Beschrijving ingreep

Door het (deels) vergraven c.q. afgraven van de hogere delen van de kwelder (bv. met een climaxvegetatie van Zeekweek) wordt het maaiveld verlaagd. De meest extreme vorm wat diepte van de afgraving betreft is de kleiput.

(Beoogd) Effect

- Terugzetten van de vegetatie naar een jonger successiestadium.
- Verwijderen van het aanwezige, kunstmatige ontwateringssysteem, zodat een nieuw, natuurlijker systeem zich kan ontwikkelen.

Voordelen

- De bestaande vegetatie en ontwateringssysteem worden verwijderd.
- Vegetatiesuccessie wordt in een keer teruggebracht naar jonger stadium of zelfs naar kaal wad;
- Door verlaging van de maaiveldhoogte neemt de overstromingsfrequentie toe, wat zorgt voor een bij die hoogte behorende vegetatie van een jonger stadium in de successie.
- Lokaal ontwikkeld zich spontaan een natuurlijk krekenstelsel (indien het oude ontwateringssysteem geheel verwijderd is).
- Direct effect (bij afgraven climaxvegetatie kan successie wel 50-70 jaar worden teruggezet).
- Vogels met een voorkeur (foerageren, broeden) voor de pionier en vroege kwelderstadia zullen gebruik maken van het gebied ondanks de afwijkende ruimtelijke configuratie (Exo & Thyen, 2003, Thyen & Exo, 2006) (zie ook nadelen).
- Vrij duurzame ingreep.
- Er komt hoogwaardige klei vrij (bij voorkeur lokaal her te gebruiken voor bv. dijkherstel, veeveiligheid (gronddam ophogen) of kreken dichtgooien).

Nadelen

- Als het bestaande ontwateringssysteem niet helemaal tot de bodem wordt afgegraven is het zeer waarschijnlijk dat het oude patroon gewoon blijft bestaan.
- De eerste jaren na afgraven, als de ontwatering nog op gang komen, kan er een dikke laag zacht sediment aanwezig zijn. Dit kan een gevaarlijke situatie voor vee opleveren.
- Een door een natuurlijk krekenspatroon eigenlijk afwijkend stuk kwelder binnen de kwelderwerken kan als onnatuurlijk worden ervaren, aangezien de ruimtelijke configuratie anders i.v.m. deze zones als ze aan het wad grenzen.

Voorbeeldlocaties

Er zijn verschillende voorbeelden van kleiputten in Groningen en Zeeland en in bv. Duitsland (verschillende langs de Jadebusen; Foto 3.7; Arens *et al.*, 1999; Metzing & Kuhbier, 2001; Metzing & Gerlach, 2008). De reden voor al deze kleiputten was niet het vergroten van de biodiversiteit, maar het winnen van klei voor dijkverbetering of dijkherstel.

In de Groninger kwelderwerken ter hoogte van de Linthorst-Homanpolder zijn kleiputten geweest (ca. vak 350-360; zie bv. Foto 3.8). Deze zijn bij de aanleg van de polder gegraven in 1939-1940. Rond 1944 is mogelijk nog extra klei verwijderd, omdat de dijk bijna doorgebroken was en hersteld moest worden. De klei is vermoedelijk niet alleen vlak langs de dijk afgegraven, maar zover richting wad als mogelijk was. De locatie ligt nogal geëxposeerd. Dit heeft er waarschijnlijk toe bijgedragen dat rond 1974 het grootste deel nog kaal was met hier en daar Engels slijkgras (Dijkema, 1975). Over het herstel/opvullen van deze kleiputten zijn, voor zover bekend, niet gericht systematisch gegevens verzameld. Wel zijn er luchtfoto's en de vegetatiekaarten van RWS waarop ze soms terug te vinden zijn.



Foto 3.7 Begroeide kleiput uit 1962 (links) en nog vrijwel kale kleiput uit 1999 (rechts), beiden met nieuw ontwikkeld natuurlijk krekenspatroon, langs de Jadebusen (Duitsland) ten westen van Dangast. (Bron: Google Earth)



Foto 3.8 Voormalige kleiput aan de westkant van de Linthorst-Homanpolder (ca. vak 351) (© J. de Vlas, 1994)

Sommige kleiputten, gegraven na de watersnoodramp in 1953 in Zeeland gegraven ten behoeve van dijkherstel, zijn nu, na ca. 60 jaar, alleen nog herkenbaar door het natuurlijke krekenspatroon (bv. Schor van Waarde aan de Westerschelde; zie Bijlage A). Er zijn er echter ook (bv. Slikken van Viane aan de Oosterschelde; zie Bijlage B) die nog steeds niet geheel begroeid zijn doordat de aanleg achteraf niet

goed is gebeurd (te klein en geen juiste aansluiting op een bestaande kreek waardoor sedimentaanvoer en ontwatering niet goed verlopen).

Samenvatting/conclusie

Een kleiput graven is een vorm van cyclisch beheer. In tegenstelling tot cyclisch damonderhoud blijven de gewenste zones intact en wordt de erosie zelf, lokaal en gericht veroorzaakt. Er wordt net als vroeger, zij het nu door afgraven en vroeger door rijshoutdammen, gebruik gemaakt van natuurlijke processen, maar het blijft een half-natuurlijk landschap.

3.4 Eindconclusie betreffende de besproken ingrepen

Er wordt gezocht naar een duurzame ingreep/oplossing ter verbetering van het onnatuurlijke ontwateringssysteem die ook een bijdrage levert aan de verbetering van de biodiversiteit. Bij duurzaam wordt gedacht aan een eenmalige ingreep die gedurende minimaal enkele decennia stand houdt en de gewenste veranderingen teweegbrengt. Daarnaast moet niet vergeten worden dat een kwelder per definitie niet stabiel is, maar dynamisch. Zonder mogelijkheden voor natuurlijke cyclische processen voert de autonome ontwikkeling naar het climaxstadium.

Biodiversiteit

De biodiversiteit is op zich relatief eenvoudig te vergroten, maar wel alleen met een voortdurende inspanning, wat niet duurzaam is. Beweiding en passieve vernatting zijn uitstekende maatregelen om binnen een bestaande situatie veroudering te remmen. De hoogteligging van het maaiveld (het echte probleem) neemt bij deze vormen van beheer niet af of neemt door opslibbing zelfs verder toe. Kommen ontbreken in de kwelderwerken vrijwel. Daarom zal na stoppen met dit beheer de Ausgangssituatie (bijv. middenkwelder met Zeekweek) zeer snel terugkeren. Deze maatregelen vergen dus een voortdurende inspanning (beweiding) en vormen daardoor niet een ideale, duurzame oplossing.

Natuurlijker (ontwaterings)systeem

In de pionierzone en delen van de lage kwelder, waar het krekenspatroon nog aan het ontwikkelen is, treedt de laatste decennia al vanzelf natuurlijke kreekvorming op, doordat er niet tot nauwelijks meer grondwerk plaatsvindt en het damonderhoud door RWS maatwerk is geworden. In de pionierzone waar de krekens nog niet echt zijn vastgelegd kan het opkomende water een rol spelen bij de geulvorming, maar aangezien tijdens afgaand water de hoogste stroomsnelheden worden gemeten wordt de kreekmorfologie in een kwelder vooral tijdens deze periode bepaald (Ranwell, 1972; Bayliss-Smith et al., 1979).

Het natuurlijker maken van een bestaand kunstmatig ontwateringssysteem is minder eenvoudig. De enige optie is het huidige systeem geheel te verwijderen, hetzij op natuurlijke wijze door erosie toe te staan en cyclisch beheer toe te passen, hetzij kunstmatig door afgraven (kleiput). Met deze ingrepen wordt niet alleen het oude ontwateringssysteem vervangen door een nieuw natuurlijk systeem, maar ook de biodiversiteit neemt toe. Na 50-70 jaar is het climax-stadium weliswaar weer bereikt, maar het kunstmatige drainagesysteem is vervangen door natuurlijk krekens- en oeverwallen-/kommenpatroon. Bovendien komt bij de aanleg grond beschikbaar voor verschillende toepassingen, bv. ophoging van de grond naar de dijk als veilige vluchtroute voor het vee of het dichtgooien van greppels/dwarssloten/hoofdleidingen.

Zonder een dergelijke grote ingreep is het hooguit mogelijk de totale lengte en oppervlakte van het huidige systeem te verminderen (gebeurt nu reeds door minimaliseren van grondwerk) en het daardoor aanbrengen van iets meer variatie in breedte en diepte van de greppels, dwarssloten en hoofdleidingen. Op locaties waar al ruim 30 jaar geen grondwerk wordt verricht (de brede kwelder bij de Julianapolder) is bij sommige dwarssloten en hoofdleidingen het kaarsrechte uit het systeem verdwenen. Van echt

'meanderen' is echter geen sprake. Meestal hebben ze binnen de oorspronkelijke breedte door uitgroei van vegetatie of opslibbing of instorten van delen van de oeverwal een slingerend aanzien gekregen. Van grootschalige erosie van de bestaande kwelder is echter geen sprake. Hoewel de aanblik al veel natuurlijker is, zijn de verschillen met een natuurlijke kreek nog groot.

4. Zoekgebieden Groninger Landschap

Er zijn vier gebieden in eigendom/beheer bij SGL die dienen als zoekgebied voor een proef met het natuurlijker maken van de ontwatering (Foto 4.1; zie ook Bijlage C en D). Per locatie worden in de volgende paragrafen kort enkele specifieke kenmerken met betrekking tot hoogteligging en vegetatie getoond.

De vier zoekgebieden hebben verschillende opvallende overeenkomsten:

- hebben voor het grootste deel boerenkwelder aan de dijkkant die via een klif overgaat in de gewone kwelder;
- alle gebieden worden beweid en de boerenkwelder biedt een hoogwatervluchtplaats;
- de gewone kwelder ligt vrij laag t.o.v. NAP;
- de gewone kwelder bevindt zich wat vegetatieontwikkeling betreft hoofdzakelijk in het lage kwelder-stadium (door hoogteligging en beweiding);
- de begroeide kwelder (afstand van dijk tot pionierzone is relatief smal, max. ca. 500 m);
- veel pandjes hebben greppels evenwijdig aan de dijk i.p.v. het meer gebruikelijke loodrecht op de dijk.



Foto 4.1 Overzicht van de ligging van de vier zoekgebieden ter hoogte van de Linthorst-Homanpolder en Noordpolder.

4.1 Kwelder bij Deikum (vak 342-349 in deelgebied 5/6)

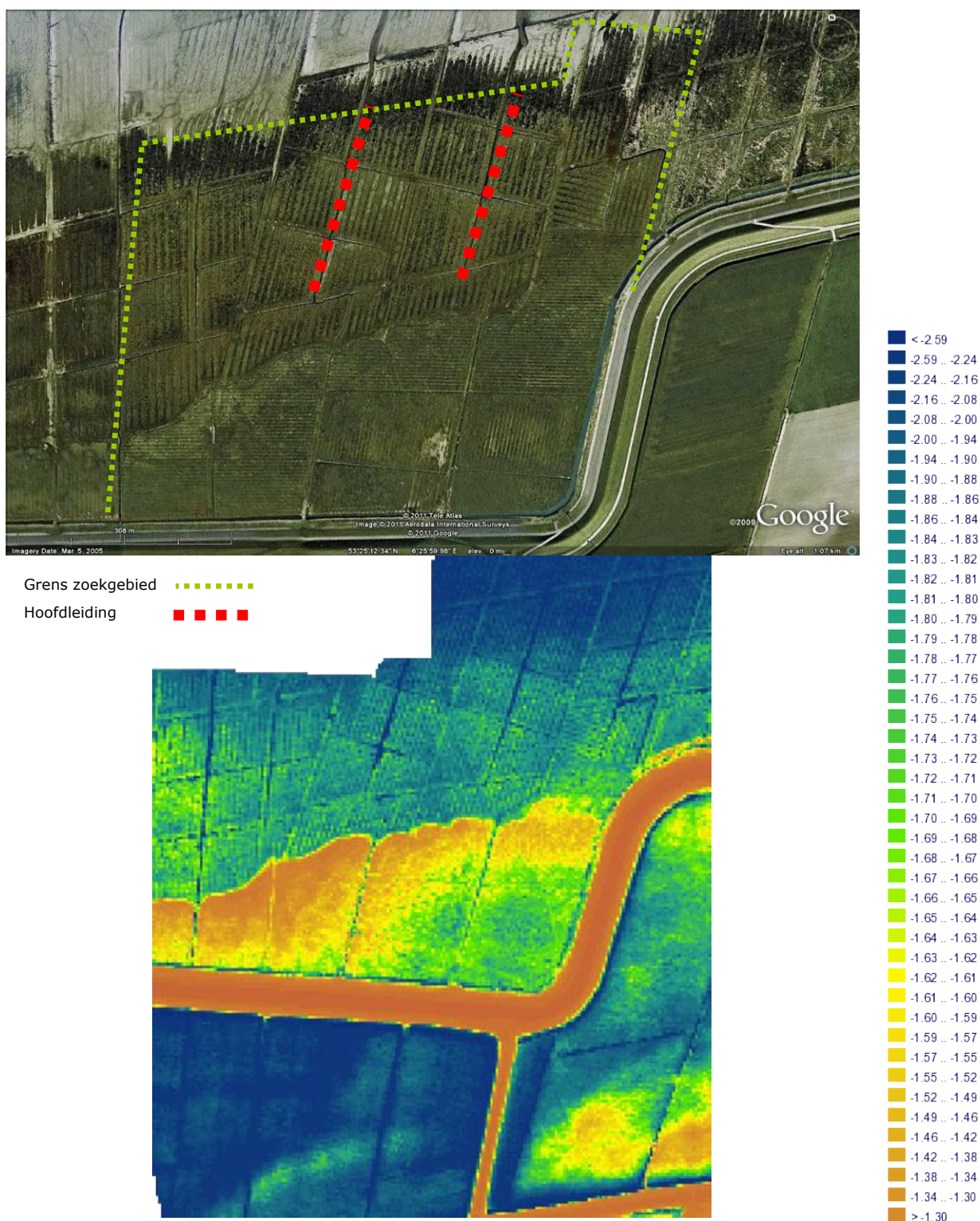


Foto 4.2 Zoekgebied Deikum met hoogtekart in mNAP (Bron: Google Earth en Actueel Hoogtebestand Nederland)

4.2 Kwelder bij de Klutenplas (vak 399-402 in deelgebied 8)

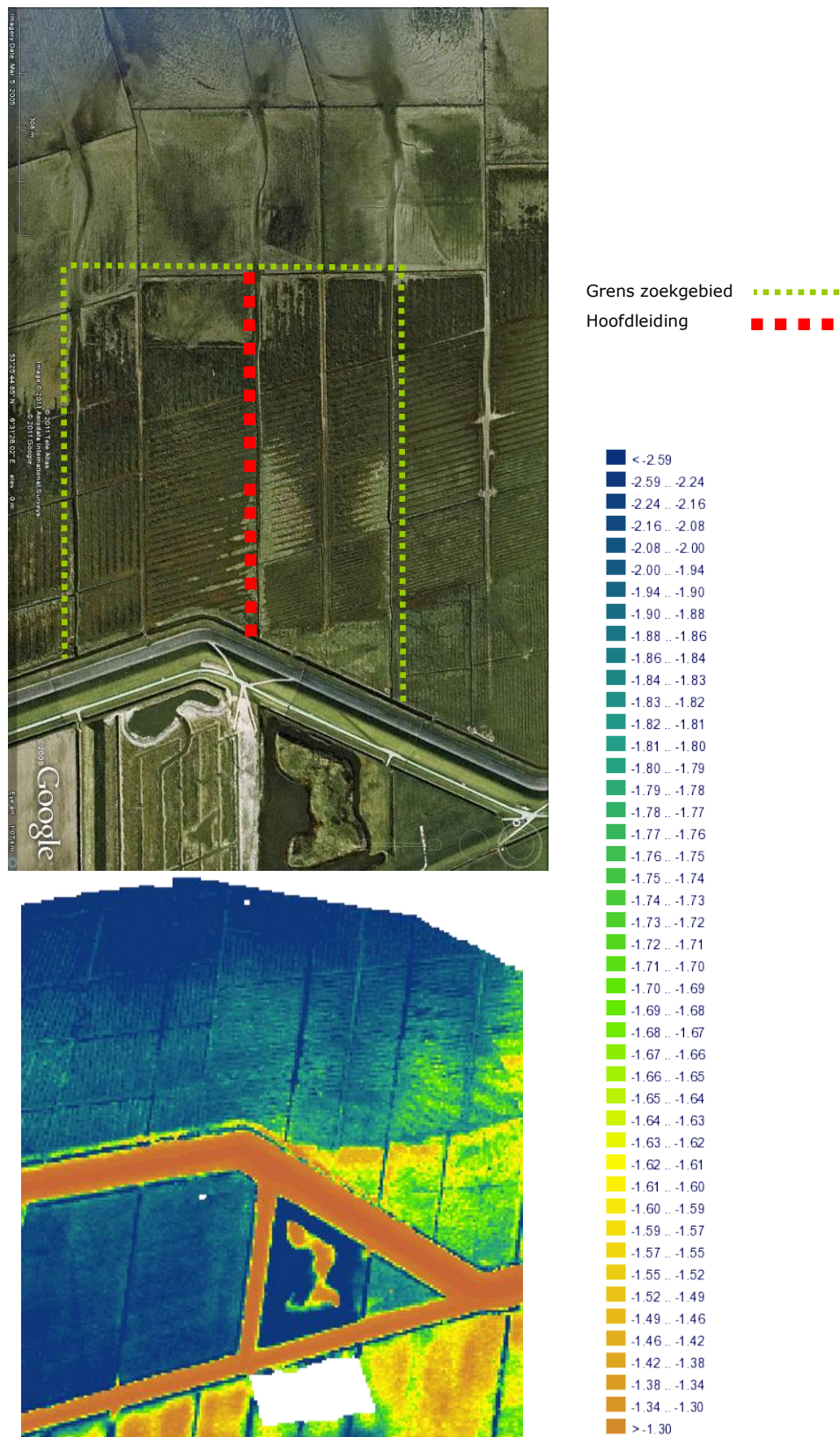
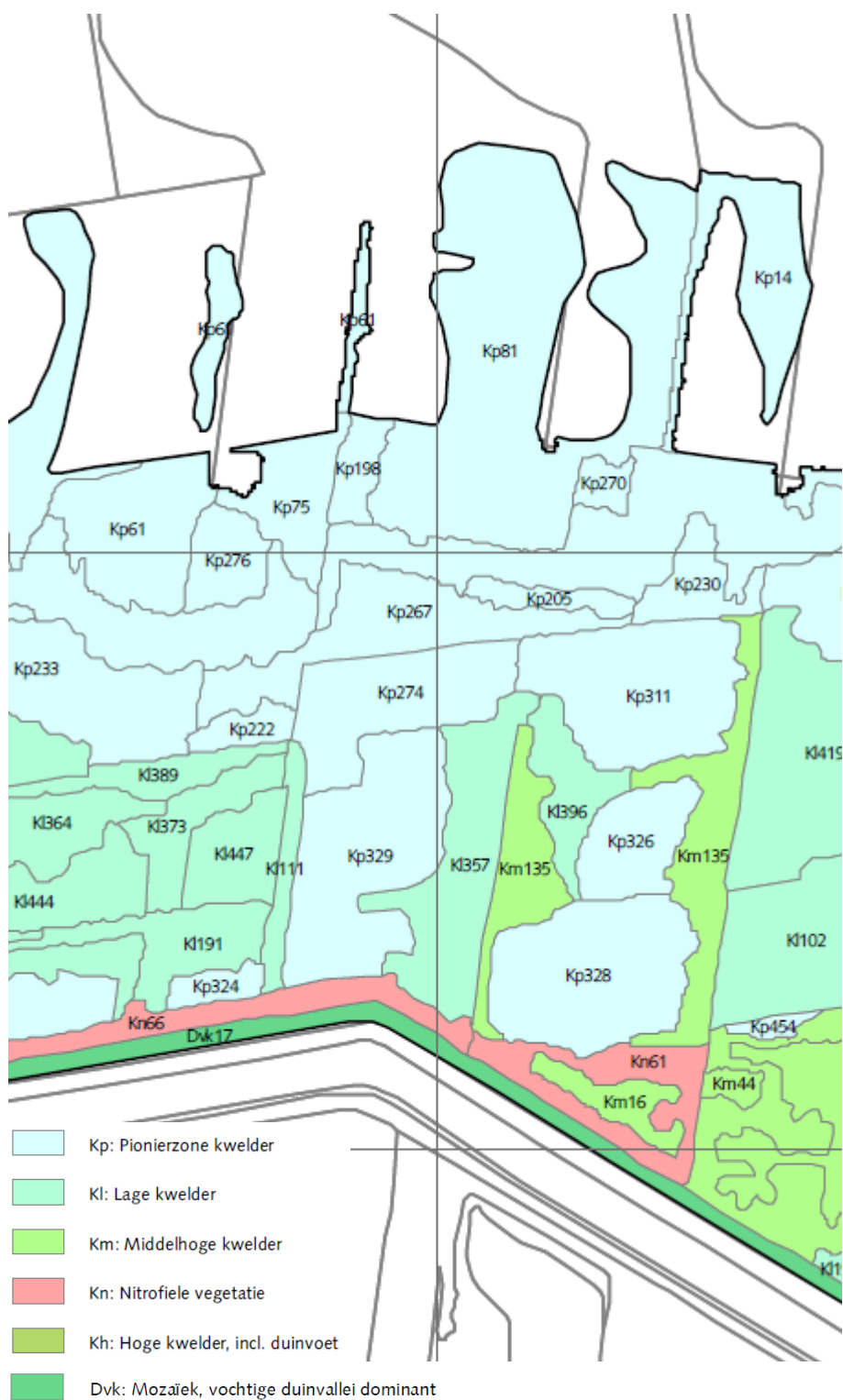


Foto 4.3 Zoekgebied Klutenplas met hoogtekaart in mNAP (Bron: Google Earth en Actueel Hoogtebestand Nederland)



Figuur 4.2 Vegetatiekaart Klutenplas 2008 (Bron: RWS-DID, 2010)

4.3 Kwelder bij Nieuw Lotven (vak 409-412 in deelgebied 8 op grens met 9)

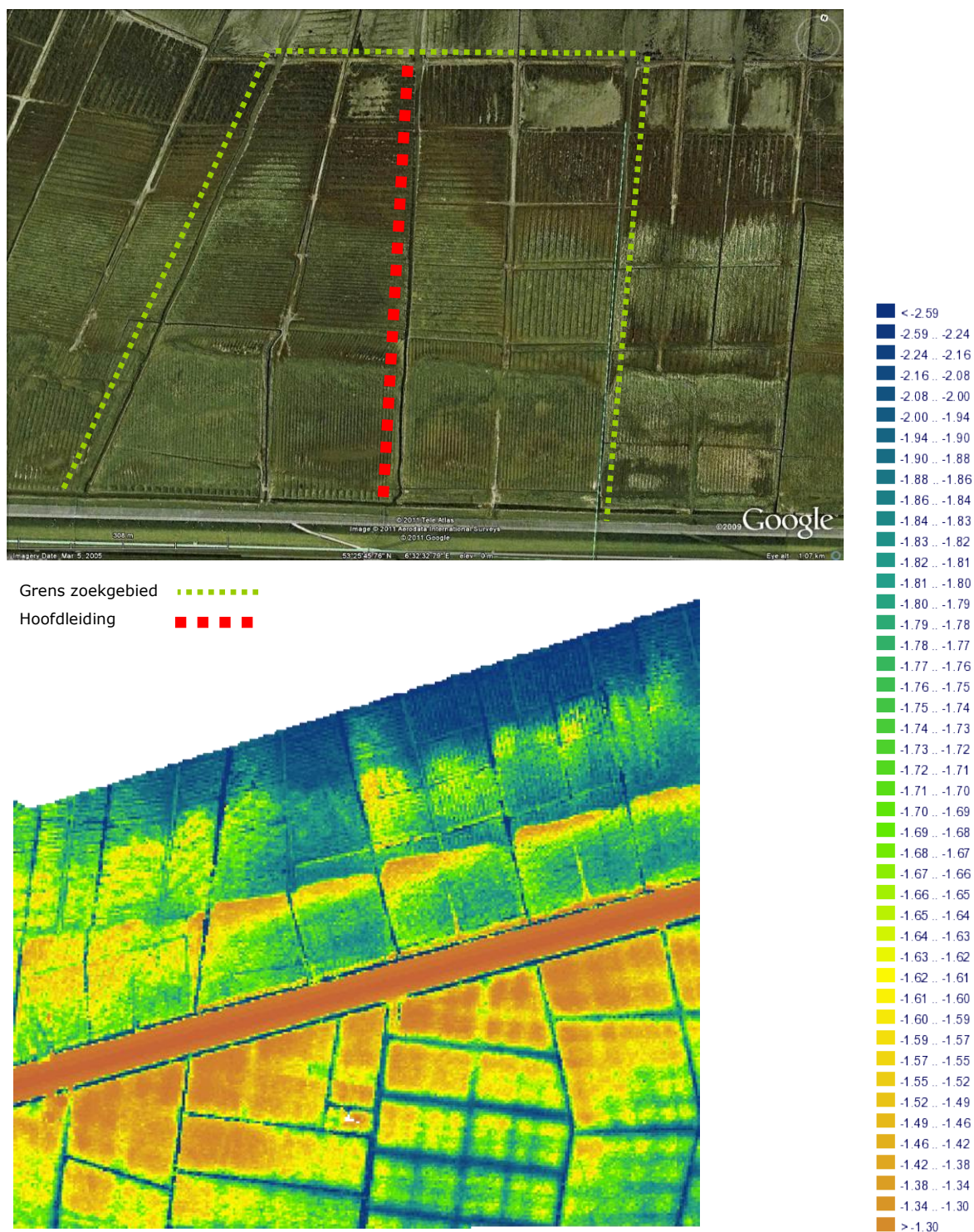


Foto 4.3 Zoekgebied Nieuw Lotven met hoogtekaart in mNAP (Bron: Google Earth en Actueel Hoogtebestand Nederland)

4.4 Kwelder west van Noordpolderzijl (vak 426-435 in deelgebied 9)

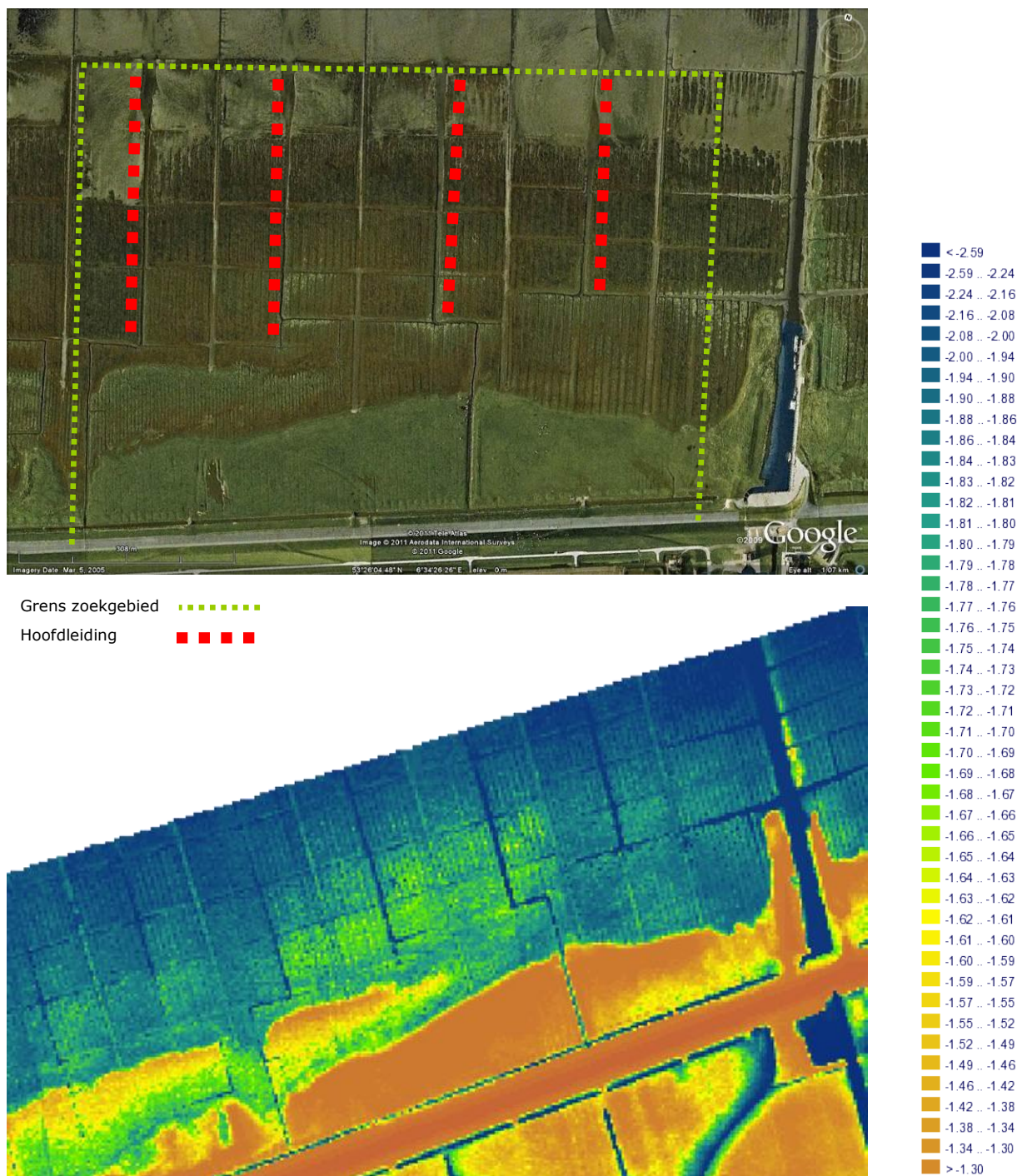


Foto 4.4 Zoekgebied Noordpolder met hoogtekaart in mNAP (Bron: Google Earth en Actueel Hoogtebestand Nederland)

5. Mogelijkheden voor ingrepen

5.1 In de zoekgebieden

Het verdient de voorkeur een ingreep te plegen op een locatie waar:

- deze leidt tot de gewenste verbetering in natuurlijkheid en biodiversiteit;
- die nodig/gewenst is wegens aanwezigheid van een climax-vegetatie;
- de kwelder breed genoeg is;
- grond beschikbaar is om de ingreep uit te voeren;
- eventueel vrijkomende grond ter plekke ook weer gebruikt kan worden;
- de kans klein is dat door het huidige maatwerk aan ontwatering, dammen en beweidingsbeheer reeds een verbetering of stabilisatie van de situatie optreedt.

Deikum: Er zijn geen grote problemen met veroudering van de vegetatie. Actief afdammen en combineren van geulen levert weinig aanvullende natuurlijkheid en een kleiput belemmert de huidige goedlopende beweiding (veeveiligheid).

Klutenplas: Er zijn geen grote problemen met veroudering van de vegetatie. Doorstroom van de centrale hoofdleiding veranderen/verminderen zou ontwatering van het hele centrale deel beïnvloeden en tot stagnerend water leiden. Een pandje waar Zeekweek in opkomst is, lijkt niet geschikt voor een kleiput omdat de greppels van west naar oost lopen (loodrecht op de hoofdleiding). Dit zou weliswaar een interessant gebied zijn voor voorlichting (Klutenplas binnendijs en kleiput buitendijs), maar zonder ecologische reden is een kleiput daar momenteel niet te verantwoorden en daarom voorlichtingstechnisch ook niet aan te bevelen.

Nieuw Lotven: Er zijn geen grote problemen met veroudering van de vegetatie.

Noordpolder: Er zijn geen grote problemen met veroudering van de vegetatie. De beweiding is goed geregeld en door de boerenkwelder, gelegen tussen de dijk en de kwelderwerken, voor vee ook overal goed bereikbaar en veilig; slechts één hoofdleiding scheidt twee grote gebieden die eventueel via de dijk ook als één gebied te beheren zijn, indien gewenst. Aanpassingen aan de ontwatering of aanleg van een kleiput hebben waarschijnlijk meer negatieve effecten op geschiktheid voor vee dan op algehele verbetering qua biodiversiteit of natuurlijker ontwatering.

Door de eigenschappen van de vier zoekgebieden in beheer bij SGL is er geen directe noodzaak en zijn er op dit moment weinig mogelijkheden voor ingrepen, die aan de eerder genoemde randvoorwaarden voldoen.

Geduld lijkt de beste strategie in deze gebieden. Het proces dat hier een rol zal spelen loopt via het dichtslibben van greppels -> vernatting -> vertrapping door vee (waardoor ook -> mogelijk kale stukken) -> mogelijk vorming nieuwe krekens -> blijvende gevarieerde vegetatie. Greppels en dwarssloten die door uitschuring veegevaarlijk zijn, worden binnen het Kwelderherstelplan geherprofileerd.

5.2 Buiten de zoekgebieden

Met het oog op het oorspronkelijke projectvoorstel voor het Waddenfonds is binnen het BIP-addendum de mogelijkheid open gehouden om lokaal en op kleine schaal aanpassingen in de kwelder te maken die

ten doel hebben de natuurlijkheid en/of biodiversiteit te bevorderen. Nu de vier zoekgebieden niet de gewenste mogelijkheden lijken te bieden is het misschien verstandig om een andere insteek in overweging te nemen: de grondbalans is een belangrijk (kosten)aspect in het Groninger Kwelderherstelplan. Het verdient de voorkeur waar grond verplaatst moet worden dit over een zo kort mogelijke afstand te doen. Bij een tekort aan benodigde grond is toetsen op de bovengenoemde randvoorwaarden en zoeken naar een geschikte kleiputlocatie in de nabije omgeving een optie. Dat een kleiput werkt is bekend door verschillende voorbeelden, maar een "demonstratieproject" in Nederland zou met het oog op de toekomst (verdere zeespiegelstijging) ook zeer nuttig zijn.

Omdat en geen geschikte locatie is gevonden in de 4 zoekgebieden kan er geen proef uitgewerkt worden met eenvoudige inrichtingskaarten (locatie en maatregelen) door de opdrachtgever te gebruiken bij het opstellen van het bestek en planning van te nemen maatregelen. Daarom is er voor gekozen om hier kort een voorbeeld van een kleiput uit te werken op een locatie die wél aan de randvoorwaarden voldoet om eventueel een ingreep te kunnen verantwoorden. Aangezien de eigenaar natuurlijk altijd bepaalt of en waar iets gebeurt, wordt er nadrukkelijk op gewezen dat het hier slechts een voorbeeld van een geschikte locatie betreft.

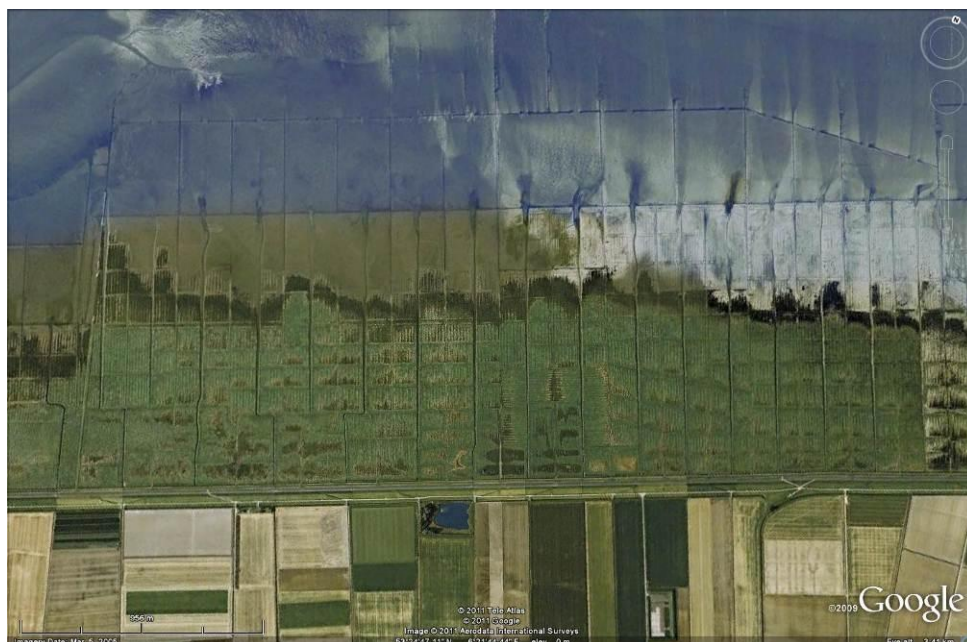


Foto 5.1 De brede kwelders ter hoogte van de Julianapolder met uitgebreide Zeekweek-vegetatie (lichtgroen).

De kwelders ter hoogte van de Julianapolder zijn breed en voor een zeer groot deel begroeid met Zeekweek (Foto 5.1). Ondanks het feit dat er al decennia geen onderhoud aan het ontwateringssysteem heeft plaatsgevonden is er slechts in geringe mate sprake van een natuurlijker aanblik van de dwarsloten en hoofdleidingen. Daarnaast is tijdens de in 2011 uitgevoerde werkzaamheden in het kader van het Groninger Kwelderherstelplan gebleken dat de grondbalans in deze regio nog niet sluitend is. Ter indicatie van de hoeveelheid grond die kan vrijkomen bij aanleg van een kleiput geven we een voorbeeld van een kleiput van 1 ha groot (100x100 m), een voor de kwelderwerken logische maat ter grootte van een pandje. Bij het niveau tot waar uitgegraven moet worden moet rekening gehouden worden met de volgende zaken:

- het bestaande ontwateringssysteem helemaal afgegraven om te voorkomen dat het water de oude routes blijft volgen na afgraven;

- niet zo diep uitgegraven dat het lager ligt dan de ontwatering in de voorliggende kwelder en het wad, omdat dan een lagune met permanent water wordt gecreëerd (als globale maat voor de diepte wordt gemiddeld hoogwater bij doodtij (GHWD-Lauwersoog: 85 cm+NAP; GHWD-Delfzijl: 116 cm+NAP) of iets lager aangehouden, de hoogte waar de pioniervegetatie kan beginnen te groeien);
- er moet aansluiting zijn op een hoofdleiding.

Indien Zeekweek op 160 cm+NAP staat en we uitgaan van een GWHD van 100 cm+NAP, zou er dus $100 \times 100 \times (160 - 100) = 6000 \text{ m}^3$ grond vrijkomen.

6. Monitoring

In geval van een kleiput is monitoring zeer gewenst. Het biedt mogelijkheden om naast informatie over de feitelijke ontwikkeling van de kleiput ook voorlichting te geven over diverse gerelateerde zaken zoals kustbescherming, zeespiegelstijging enz. (demonstratieproject).

De feitelijke monitoringinspanning kan waarschijnlijk relatief beperkt blijven, bv. door 1x per jaar de vegetatie en geulontwikkeling op te nemen. Het gebruik door vogels zou eventueel ook gevolgd kunnen worden, misschien zelfs binnen de bestaande vogelmonitoring.

Luchtfoto's of vliegerfoto's werken zeer illustratief. Aangeraden wordt om die minimaal 1x per jaar op een zelfde wijze te nemen om ze als 'film' achter elkaar te monteren.

Referenties

- Arens, S., Fischer, U. & Götting, E., 1999. Okologische Untersuchungen des NLO-Forschungsstelle Küste zu Deichverstärkungen im Gebiet des III Oldenburgischen Deichsband- Zusammenstellung von der Arbeiten von 1989 bis 1999. Dienstbericht Forschungsstelle Küste 13/1999. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie. Norderney/Wilhelmshaven. 54 p.
- Bayliss-Smith, T.P., Healey, R., Lailey, R., Spencer, T. & Stoddart, D.R., 1979. Tidal flows in salt marsh creeks. *Estuarine and Coastal Marine Science* 9: 235-255.
- Dijkema, K.S. 1975. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningen aan de Waddenzee kust van Noord-Groningen. Mededeling nr. 2 Werkgroep Waddengebied. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Arnhem. 49 p.
- Dijkema, K.S., Nicolai, A., de Vlas, J., Smit, C.J., Jongerius, H. & Nauta, H., 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. Leeuwarden, Rijkswaterstaat dir. Noord-Nederland en Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Texel, 68 p.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, H.J. Venema & J.J. Jongsma, 2011 (in prep.). 51 Jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2010. Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken augustus 2010-juli 2011. Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK), IMARES Wageningen UR; Rijkswaterstaat, Dienst Noord-Nederland en Waterdistrict Waddenzee en It Fryske Gea. Texel, Leeuwarden, Buitenpost, Beetsterzwaag. 73 p. + bijlagen
- Van Duin, W.E. & K.S. Dijkema, 2003. Proef met de onderhoudsarme ontwatering in de kwelderwerken: "de Kreekenproef"; evaluatie 1997-2002. Alterra-rapport 634, Texel/Wageningen. 137 p.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & D. Bos, 2007a. Cyclisch beheer kwelderwerken Friesland. Wageningen IMARES intern rapport, Altenburg & Wymenga A&W-rapport 887, 65 p.
- Duin, W.E. van, K.S. Dijkema & P.-W. van Leeuwen, 2011. Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied west-Groningen: Jaarrapportage 2010. Rapport C018/11 IMARES Wageningen UR, Texel. 56 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.
- Exo, K.-M. & Thyen, S., 2003. Ökologische Entwicklung einer wiederverlandenden Außendeichskleipütte im westlichen Jadebusen. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 35: 143-150.
- Metzing, D. & Kuhbier, H., 2001. Excursion Biodiversität und Landnutzung im Naturraum Wilhelmshaven. Biodiversität und Landschaftsnutzung in Mitteleuropa, Leopoldina-Symposium, Bremen, 1-12.
- Metzing, D., & Gerlach, A. 2008. Impacts of clay excavation on the local flora of salt marshes. *Senckenbergiana maritime* 38: 107-113.
- Ranwell, D.S., 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman & Hall Ltd. London. 258 p.
- Reents, S., 1995. Vergelijking van het kunstmatige afwateringssysteem in de kwelderwerken met natuurlijke kreekssystemen. Rapport. Rijkswaterstaat, Dir. Noord-Nederland, Leeuwarden, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 97 p.
- Reitsma, J.M., Hoefsloot, G. & Anema, L.S.A., 2010. Toelichting op de vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000. DID-929859-3, RWS-DID Service Desk Geo-Informatie, Delft. 96 p. + bijlagen
- Thyen, S. & Exo, K.-M., 2006. Teilprojekt 3: Ökofaunistik I - Brut- und Rastvögel. In: B.W.Flemming (ed.), Untersuchung der ökologischen Entwicklung einer Außendeichskleipütte als Ergänzung der quantitativen Beweissicherung des Wiederverlandungsprozesses. Abschlussbericht. Senckenberg am Meer, Bericht 06-1: 27-38.

Bijlagen

Bijlage A. Kleiput Schor bij Waarde 1959, 1970 en 2010 (Westerschelde)

Voorbeeld goed aangelegde kleiput met aansluiting op kreek en goede beschutting
(foto's met dank aan D. de Jong - RWS Dienst Zeeland)



Bijlage B. Kleiput Schor van Viane 1959, 1970 en 2004 (Oosterschelde)

Voorbeeld van een niet goed aangelegde kleiput: veel kleine putten, zonder goede wateraanvoer; geen goede sedimentaanvoer, geen goede waterafvoer waardoor er een lange hersteltijd is.

(foto's met dank aan D. de Jong - RWS Dienst Zeeland)



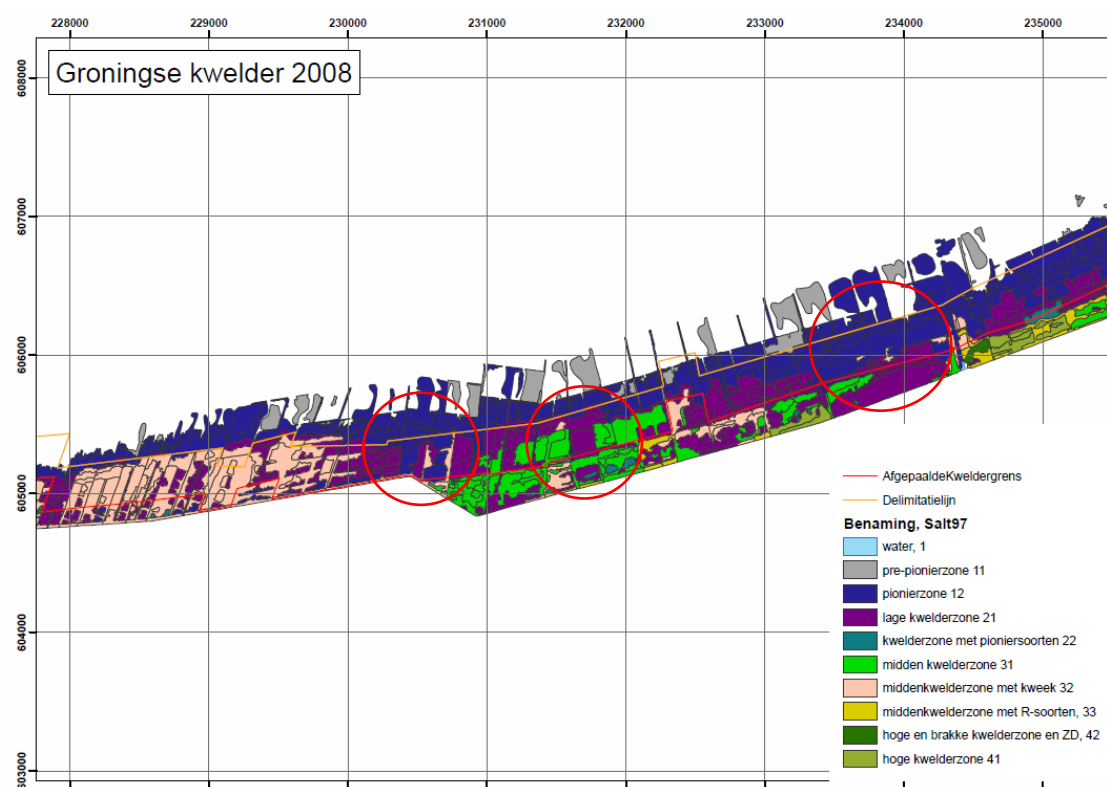
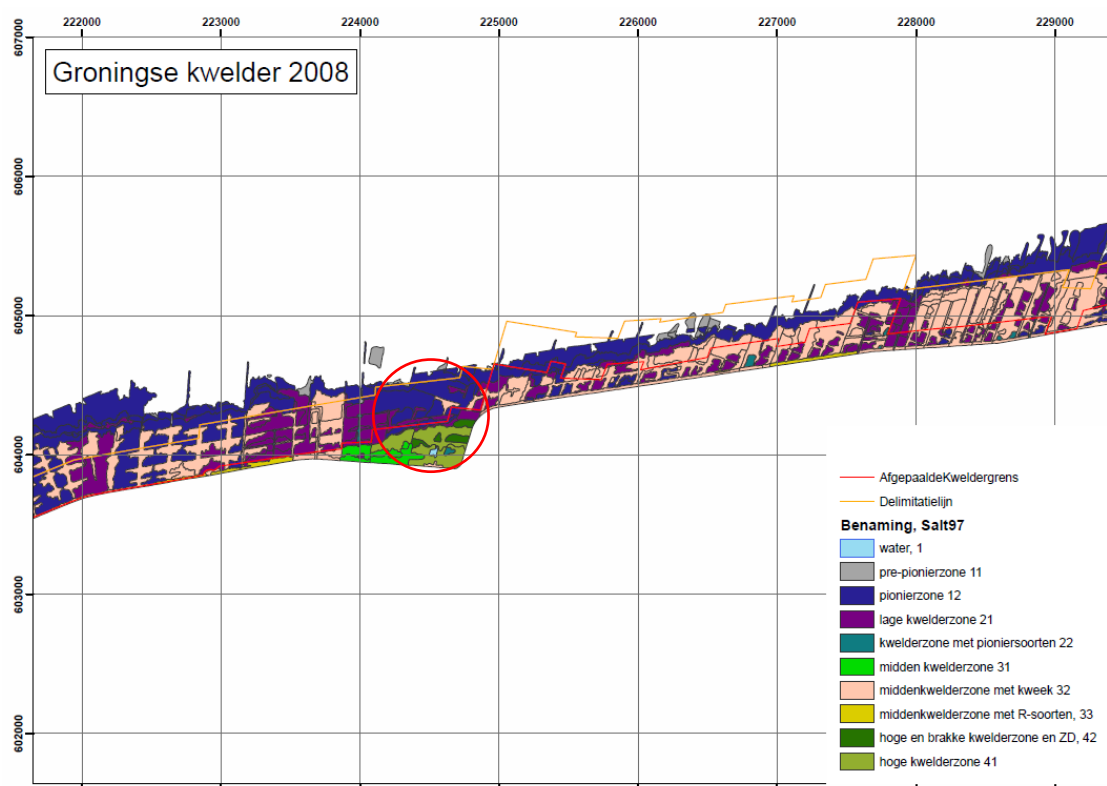
Bijlage C. WOK-meetvakken en BIP-deelgebieden in Groninger kwelderwerken



Legenda

Kw: Kaal water	Kl: Lage kwelder
Ks: Kaal (droogvallend) slik	Km: Middelhoge kwelder
Ksch: Kaal schelpen	Kn: Nitrofiële vegetatie
Kst: Kaal stenen	Kh: Hoge kwelder, incl. duinvoet
Wz: Zilte watervegetatie	Kb: Brakke kwelder
Wb: Brakke watervegetatie	Dvk: Mozaïek, vochtige duinvallei dominant
Kp: Pionierzone kwelder	Dv: Vochtige duinen

Bijlage D. Vegetatiekaarten met de vier zoekgebieden



Verantwoording

Rapport: C011/12
Projectnummer: 430.61195-01
Opdrachtgever: Kwelderherstel Groningen
Ing. P. Riemersma (contactpersoon)
Hoofdstraat 83
9968 AB Pieterburen

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd.

Akkoord: Drs. K.S. Dijkema
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 31 januari 2012

Akkoord: Drs. J. Asjes
Afdelingshoofd Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 27 januari 2012