

# Herstelstrategie H1310A: Zilte pionierbegroeiingen (Zeekraal)

Smits, N.A.C., P.A. Slim & H.F. van Dobben

## *Leeswijzer*

Dit document start met de kenschets uit het profielfdocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

## 1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielfdocument van het hele habitatype. Weggelaten zijn alinea's die specifiek over andere subtypen gaan dan het subtype van deze herstelstrategie.

Dit habitatype betreft pionierbegroeiingen op zilte gronden in het kustgebied, zowel buiten- als binnendijks. Zilte pionierbegroeiingen komen voor op plekken waar verstroming met zout water zorgt voor dynamische en open standplaatsen. Het betreft enerzijds pioniergemeenschappen met vooral zeekraalsoorten en anderzijds pioniergemeenschappen met Zeevetmuur. De begroeiingen ontwikkelen zich ieder jaar opnieuw op een kale, meestal opdrogende bodem. Beide begroeiingen komen veelal in dezelfde gebieden voor. Toch is de ecologie zeer verschillend. Ze worden daarom als twee subtypen beschouwd. Verschillen in overstromingsfrequentie, zout- en vochtgehalte zijn bepalend voor het onderscheid tussen deze subtypen.

H1310\_A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)

Deze begroeiingen komen voor op hooggelegen slikken, lage schorren en kwelders, laaggelegen, sterk uitdrogende delen van hogere schorren en kwelders en als binnendijkse begroeiingen van zoute standplaatsen. Het gaat om dagelijks met zeewater overstromde of langdurig natte plekken.

In de Zilte pionierbegroeiingen komen geen soorten voor van de Vogelrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

Daarnaast zijn er ook geen typische diersoorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht.

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden,

samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument ([http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel\\_habitatype\\_1310.pdf](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_1310.pdf)).

## 2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van drie kwalificerende vegetatie-eenheden: de Associatie van Langarige zeekraal (25Aa01), de Associatie van Kortarige zeekraal (25Aa02) en de Schorrenkruid-associatie (25Aa03; Schaminée et al. 1998).

### 2.1 Zuurgraad

Het kernbereik van de zuurgraad van het habitatype is gedefinieerd als basisch ( $\text{pH} > 7,5$ ; Runhaar et al. 2009). Hierbij is de opmerking geplaatst dat onduidelijk is tot hoever pH kan dalen in door zeewater gebufferde systemen, maar vanwege de hardheid van het zeewater (buffering door onder meer natriumbicarbonaat) is het niet waarschijnlijk dat op regelmatig overspoelde standplaatsen pH langdurig onder de 7,5 kan dalen.

### 2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik van de voedselrijkdom van het habitatype is gedefinieerd als zeer tot uiterst voedselrijk (Runhaar et al. 2009).

### 2.3 Vochttoestand

Het kernbereik van de vochttoestand van het habitatype is gedefinieerd als ondiep droogvallend tot nat (Runhaar et al. 2009).

### 2.4 Landschapsecologische processen

Kwelders kunnen ontstaan op plaatsen langs de kust met voldoende hoogte, met beschutting tegen golven en stroming en met voldoende aanvoer van sediment en diasporen (plantendelen, zaden). Als een zandbank regelmatig droogvalt, kan de belangrijkste eenjarige pionierplant (Langarige) zeekraal voorkomen. Begroeiingen met Langarige zeekraal vormen een primaire pioniergemeenschap van een zich uitbreidende kwelder, in een zone die dagelijks wordt overstromd. Hoger in het intergetijdengebied komen begroeiingen met Kortarige zeekraal en Klein schorrenkuid voor. Samen vormen deze drie vegetatie-eenheden de overgangszone tussen droogvallende wadplaten (H1140, delen van H1130 en H1160) en hoger gelegen kweldervegetaties (H1330). Lokaal kan het subtype ook voorkomen in laagten binnen de hogere kwelders, op plekken waar zout water stagneert, of op plekken met veel sedimentatie of een hoge graasdruk. Het subtype kan ook binnendijs voorkomen, op natte laaggelegen plekken die sterk onder invloed staan van zout kwelwater; dit soort situaties wordt met name in Zeeland aangetroffen, en wordt uitgebreid behandeld onder Habitatype 1330B. Tenslotte komt dit subtype voor in verzoetende jonge duinvalleien; deze vindt men op de groene stranden in het Waddegebied, en op de platen in afgesloten zeearmen in het Zuidwestelijk Deltagebied.

De vegetatieontwikkeling van eilandkwelders en de invloed van beweiding worden beschreven door bijvoorbeeld Dijkema et al. (2007) en Olf et al. (1997). De ontwikkeling

van de kwelders aan de vastelandskust verloopt anders door veel hogere input van sediment en daarmee stikstof (Dijkema et al. 2001, Arens et al. 2009).

Zie de informatie uit de landschapsdoorsneden in Deel III (Nat Duin- en kustlandschap gradiënttype 6).

## 2.5 Regulier beheer

Aan de Fries-Groningse vastelandskust blijft dit type alleen in stand dankzij de 'kwelderwerken', een beheer waarbij rijshoutdammen en greppels worden aangelegd om de opslibbing te bevorderen en te zorgen voor snelle ontwatering en daarmee rijping van de bodem. Op andere plaatsen vindt geen regulier intern beheer plaats. In de Oosterschelde zijn door de verkleining van de getijdeslag en de verminderde aanvoer van zand na de aanleg van de Oosterscheldedam de sturende processen zodanig aangetast dat de zeekraalbegroeiingen van de schorren sterk achteruit zijn gegaan (Storm 1999). In de Westerschelde is veel pionierbegroeiing verloren gegaan door de vergroting van de getijdeslag door uitdieping van vaargeulen, maar dit verlies is geheel gecompenseerd door aangroei in Saefthinghe (Nolte et al. 2011). Voor een duurzaam voortbestaan is het van essentieel belang dat zoutwatergetijdengebieden intact blijven en dat opslibbing en erosie in evenwicht zijn, zodat zich telkens weer nieuwe biotopen kunnen ontwikkelen. Wanneer dit niet het geval is, zijn maatregelen nodig om dit type in stand te houden. Zilte pionierbegroeiingen met zeekraal kunnen ook binnendijks voorkomen maar dergelijke voorkomens zijn slechts tijdelijk omdat zeekraal regelmatige overstroming met zout water en aanvoer van vers sediment vereist; daarom zullen na inpolderingen of afsluiting van zeearmen dergelijke vegetaties in de loop van enkele decennia verdwijnen (Van der Pluijm & De Jong 2003). Binnendijks kunnen in inlagen en karrevelden (Kuipers & Jacobusse 1998) door kwel, en langs kreekrestanten bij lage zomerwaterstanden door nalevering van zout vanuit het brakke tot zilte grondwater, zilte vegetaties langdurig standhouden. Deze vegetaties behoren evenwel eerder tot H1330B dan tot H1310A.

## 3. Effecten van stikstofdepositie

De empirische range voor de 'Pioneer and low-mid saltmarshes' is bij de laatste review van empirische ranges (Bobbink & Hettelingh 2011) naar beneden bijgesteld tot 20-30 kg N/ha/jaar. Deze range wordt gezien als expert judgement voor EUNIS type A2.54 en A2.55.

De kritische depositiewaarde voor de Nederlandse situatie komt daarmee uit op 23 kg N/ha/jr (1643 mol N/ha/jr; Van Dobben et al. 2012) en is gebaseerd op de gemiddelde modeluitkomst, passend binnen de empirische range.

### 3.1 Vermesting

Kwelders in brede zin, dus inclusief de pionierbegroeiingen en slijkgrasvelden worden gezien als gelimiteerd door stikstof (Mitsch & Gosselink 2000) en N-limitatie is aangetoond in Europese kweldervegetatie door Jefferies & Perkins (1977), Lendertse (1995), Kiehl et al. (1997), Van Wijnen & Bakker (1999), Tessier et al. (2003). Deze experimenten werden uitgevoerd op de lage en hoge kwelder, maar niet in de pionierzone. Deze zone wordt twee keer per dag overstroomd en leent zich daardoor niet voor bemestingsexperimenten.

In het water van de Waddenzee zijn plantenvoedende stoffen aanwezig aangevoerd door de grote rivieren Rijn, Maas, Weser en Elbe. Deze zijn positief gecorreleerd met de hoeveelheid chlorophyl in de Waddenzee. Dat leidt er toe dat de gedurende de laatste 20 jaar dalende hoeveelheden totaal N resulteren in minder phytoplankton in de Waddenzee. De specifieke N-belasting (totaal N gedeeld door totale afvoer van rivieren op jaarbasis) bedraagt in 2005 voor de Waddenzee rond 4000 mg N/m<sup>3</sup> (Van Beusekom et al. 2009). Hoe deze getallen eruit zien voor de schorren in ZW-Nederland en de Schelde is niet duidelijk (**kennislacune**).

### 3.2 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrictlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

## 4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

### 4.1 Bodemdaling

Bodemdaling versnelt het effect van zeespiegelrijzing. De bodem van de Nederlandse kustzone daalt als gevolg van allerlei geologische en antropogene processen (isostasie, tektoniek, compactie, ontwatering), maar lokaal ook door gaswinning. De bodemdaling boven het reusachtige Groningse gasveld Slochteren strekt zich uit onder de kwelders en het wad en bedraagt maximaal circa 40 cm sinds het begin van de winning begin jaren 60. Kleinere velden zijn Ameland, Zuidwal, Blija, Moddergat en Lauwersoog. Op Ameland bedroeg de bodemdaling in 2009 maximaal circa 30 cm sinds het begin van de winning in 1986 (Ketelaar et al. 2011), in de andere kleine velden slechts enkele cm. De recent gestarte winningen (dit zijn alle velden behalve Slochteren en Ameland) gebeuren onder voorwaarde dat dit niet leidt tot ecologische schade door bodemdaling, maar voor de langer bestaande locaties is dit principe van 'hand aan de kraan' niet verplicht. Tot nog toe is er ondanks uitgebreide monitoring en onderzoek echter geen duidelijke schade aan de natuur geconstateerd. Dit is waarschijnlijk vooral een gevolg van het feit dat bodemdaling in de Waddenzee bijna volledig door opslibbing wordt gecompenseerd (Dijkema et al. 2011).

### 4.2 Zeespiegelrijzing

Zeespiegelstijging leidt, wanneer de opslibbing die niet kan bijhouden, tot een verminderde droogvalduur van slikken en platen en mogelijk uiteindelijk tot het permanent onder water verdwijnen van de platen. Momenteel wordt de drempelwaarde van relatieve zeespiegelstijging, waarbij de Waddenzee 'verdrinkt', geschat op zo'n 60 cm per eeuw, maar er is variatie tussen getijdebekkens (30 cm) en kwelders (90 cm). Deze kritische waarden liggen dicht bij de verwachte snelheid van zeespiegelstijging (85–120 cm in de komende eeuw, plus 10 cm bodemdaling, totaal 95–130 cm) (Dijkema et al. 1990, [www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)). De afstand tot de bron van sediment, namelijk de rand van de kwelder of een kreek of slenk, is sterk bepalend voor de snelheid van opslibbing. Bij niet al te snelle zeespiegelstijging zal de opslibbing deze in elk geval aan de kwelderrand en in de buurt van krekken (en dus in het milieu van H1310A) kunnen bijhouden. Vastelandkwelders

zullen door de hoge opslibbing weinig last hebben van zeespiegelstijging (Dijkema & Van Duin 2012).

### 4.3 Erosie

In het Waddengebied is de pionierzone voor kwelders met kwelderwerken afhankelijk van het onderhoud van de rijshoutdammen. Als onderhoud achterwege wordt gelaten treedt erosie op. In het Zuidwestelijk deltagebied (en met name in de Oosterschelde) treedt op grote schaal erosie van kwelders op door bedijking, verkleining van de getijdeslag en vermindering van de aanvoer van sediment (Storm 1999, Jacobse et al. 2008). In het Westerschelde bekken treedt erosie op door uitdieping van vaargeulen maar hier treedt in Saefthinghe juist groei van het kwelderareaal op die de erosie compenseert.

## 5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

De aan- of afwezigheid van dit habitattype is volledig afhankelijk van processen in een grotere temporele en ruimtelijke landschappelijke context.

## 6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

### 6.1 Dynamisch kustbeheer

Hieronder valt het iets ruimer hanteren (dus niet persé loslaten) van de basiskustlijn. Voor behoud van hun areaal, verspreiding en kwaliteit is het van belang dat kwelders en schorren in voldoende mate onder invloed blijven staan van natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen. Daarnaast moeten er meer kansen komen voor natuurlijke verjonging. Natuurlijke verjonging van kwelders bij de Waddeneilanden vond ook vroeger plaats achter de zogenaamde washovers, waar zand vanaf de Noordzeekust tijdens stormvloed werd afgezet op de achterliggende kwelders. En dit gebeurt nu nog steeds door natuurlijke verlegging van geulen, die lokaal tot zowel sterke erosie (Slim et al. 2011) als sterke sedimentatie kan leiden. Dynamisch kustbeheer kan de vorming van groene stranden bevorderen, en daarmee bijdragen aan de instandhouding of uitbreiding van dit type. Hiervoor wordt verwezen naar Deel III.

Voor dynamisch kustbeheer is beschikbaarheid van voldoende sediment (zand en slib) nodig. Daarnaast moet er worden gezorgd voor luwe zones (om slib vast te leggen) en anderzijds voor de vrije toegang van wind en water, de natuurlijke transporteurs van sediment naar de juiste plekken. De strategie zal zich moeten richten op manieren om het natuurlijke systeem te ondersteunen (bijv. met zandsuppleties en verminderen van het baggervolume) en om met eenmalige ingrepen de natuurlijke processen op gang te brengen (zoals het weghalen van zomerkaden aan de landzijdige kant van kwelders en het creëren van meer doorbraakgeulen op de staarten van de eilanden). Om vastelandkwelders te behouden is het nodig de kwelderwerken te onderhouden, omdat anders erosie kan optreden tot aan de zeedijk. De rol van pionierbegroeiingen is hierbij cruciaal (Dijkema & Van Duin 2012). Soms moeten ook eerdere menselijke ingrepen, waardoor de natuur zijn werk niet meer kan doen, ongedaan worden gemaakt ([www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)). Vooralsnog lijkt de zeespiegelrijzing in voldoende mate te worden gecompenseerd door natuurlijke

verhoging van de kwelders (opslibbing). In dat geval wordt de successie tegengehouden en dragen zeespiegelstijging en bodemdaling dus bij aan de instandhouding van dit type.

## 7. Uitbreiding van oppervlakte

Uitbreiding van oppervlakte kan op dezelfde manier plaatsvinden als beschreven onder paragraaf 6. Duurzaam behoud is alleen gegarandeerd op locaties waar de voor het type noodzakelijke dynamiek aanwezig is, dus is het belangrijk dat potentiële uitbreidingslocaties hierop worden beoordeeld. Naast genoemde maatregelen in paragraaf 6, kan tevens uitbreiding plaatsvinden door te ontpolderen of verkwelderen (Van Oevelen et al. 2000, Wolters 2006) waarbij het succes afhankelijk is van het getij (sedimenttransport). Daarnaast kan het aanleggen van een kwelderrandverdediging (Arens et al. 2009, Van Loon-Steensma & Slim 2013) op enige afstand van de kwelderrand effectief zijn (Van Loon-Steensma et al. in prep.). Bij dergelijke maatregelen zal het habitatype echter meestal niet zeer lang in stand blijven, vanwege spontane successie richting de hoge kwelder. Door Van Duin & Dijkema (2012) worden de randvoorwaarden beschreven waaraan een kwelder in de Waddenzee bij voorkeur moet voldoen. Deze randvoorwaarden zouden een hulpmiddel kunnen zijn bij actieve stimulering van kwelders of verbetering van kwelders.

Voor het Schelde-estuarium is door Nolte et al. (2011) gekeken naar buitendijkse (procesgerichte) herstelmaatregelen zoals verondiepen en versmallen van de geulen. Volgens dit rapport verdienen (combinatie)alternatieven waarin (binnendijkse) procesgerichte maatregelen een substantieel onderdeel zijn, de voorkeur boven (buitendijkse) habitatgerichte maatregelen, omdat zij structureler en duurzamer bijdragen aan natuurherstel in de Westerschelde.

Voor de Oosterschelde is veel studie gedaan naar manieren om de 'zandhonger' van dit bekken (die de oorzaak is van de kweldererosie) weg te nemen (Van Zanten & Adriaanse 2008). De meest kansrijke maatregel wordt momenteel geacht het suppleren van platen met zand uit de Oosterschelde zelf, eventueel in combinatie met oeververdediging. De oeververdediging kan in de vorm van stenen dammen (eventueel 'getrapt' aan te brengen), maar ook schelpenbanken (oesters of mosselen) kunnen hiervoor worden overwogen (Witteveen+Bos & Rijkswaterstaat Zeeland 2011).

## 8. Effectiviteit en duurzaamheid

Zilte pionierbegroeiingen met zeekraal bestaan uit eenjarige soorten, waardoor de standplaats ieder jaar opnieuw wordt gekoloniseerd. Voor een duurzaam voortbestaan van deze gemeenschappen is het van essentieel belang dat zoutwatergetijdengebieden intact blijven en dat door opslibbing en erosie telkens weer nieuwe biotopen kunnen ontstaan, zodat de begroeiing in tijd en ruimte kan variëren. Binnendijkse voorkomens van zilte pionierbegroeiingen met zeekraal zijn slechts tijdelijk omdat zeekraal regelmatige overstroming met zout water en aanvoer van vers sediment vereist; daarom zullen na inpolderingen of afsluiting van zeearmen dergelijke vegetaties in de loop van enkele decennia verdwijnen (Van der Pluijm & De Jong 2003).

## 9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

Maatregel	Type	Doel	Potentiële effectiviteit	Randvoorwaarden / succesfactoren	Vooronderzoek	Herhaalbaarheid	Responstijd	Mate van bewijs
Dynamisch kustbeheer	H/U	Start successie	Groot	Afwezigheid van een beschermende functie voor het achterland; in de praktijk alleen toepasbaar op de oostpunten van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog	Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Even geduld tot vertraagd	H
Ontpolderen / wisselpolders	U	Vergroten areaal	Groot	Polder moet geschikte hoogteligging hebben; maatschappelijk draagvlak	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld tot vertraagd	B/V
Aanleg kwelderrand	U	Vergroten areaal	Groot	Voorland moet geschikte hoogteligging hebben	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld tot lang	B

### Verklaring kolommen:

**Maatregel:** soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5 en 6

**Type:** H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

**Doel:** beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

**Potentiële effectiviteit:** klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

**Randvoorwaarden / succesfactoren:** de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

**Vooronderzoek:** niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

**Herhaalbaarheid:** eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

**Responstijd:** dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

**Mate van bewijs:**

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.



## 10. Literatuur

- Arens, S.M., A.B. van den Burg, P. Esselink, A.P. Grootjans, P.D. Jungerius, A.M. Kooijman, C. de Leeuw, M. Loffler, M. Nijssen, A.P. Oost, H.H. van Oosten, P.J. Stuyfzand, C.A.M. van Turnhout, J.J. Vogels & M. Wolters 2009. Preadvies Duin- en Kustlandschap. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 171 p.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Dijkema, K., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta 2001. Van Landaanwinning naar Kwelderwerken. Leeuwarden: Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland / Texel: Alterra, 68p.
- Dijkema, K.S. & W.E. van Duin 2012. 50 jaar monitoring van kwelderwerken. *De Levende Natuur* 113: 118–122.
- Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., Bouwsema, P. & de Glopper, R.J. 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 (red.). Expected effects of climate change on marine coastal ecosystems. Kluwer Academic publishers: p. 173–188.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, P.W. van Leeuwen, 2007. Monitoring van Kwelders in de Waddenzee. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1574. 63 blz.; 18 fig.; 5 tab.; 58 ref.
- Dijkema, K.S., H.F. van Dobben, E.C. Koppenaar, E.M. Dijkman, W.E. van Duin 2011. Kweldervegetatie Ameland 1986–2010: effecten van bodemdaling en opslibbing op Neerlands Reid en De Hon. In: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (ed.), Monitoring Effecten van Bodemdaling op Ameland-Oost: Evaluatie na 23 Jaar Gaswinning, pp. 1–167. [http://www.interwad.nl/Rapportage\\_201.2785.0.html](http://www.interwad.nl/Rapportage_201.2785.0.html).
- Jacobse, S., O. Scholl & J. van de Koppel 2008. Prognose van schor- en slikontwikkeling in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat Rapport 9T4814.BO
- Jefferies, R.I. & N. Perkins 1977. The effects on the vegetation of the additions of inorganic nutrients to salt marsh soils at Stiffkey, Norfolk. *Journal of Ecology* 65: 867–882.
- Ketelaar, G., W. van der Veen & D. Doornhof 2011. Bodemdaling. In: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland (ed.), Monitoring Effecten van Bodemdaling op Ameland-Oost: Evaluatie na 23 Jaar Gaswinning. Deel 1. Assen, the Netherlands: Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, pp. 9–28. [http://www.interwad.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2011/pdf/Rapport\\_Deel\\_1\\_Bodemdaling.pdf](http://www.interwad.nl/fileadmin/content/Bodemdaling/2011/pdf/Rapport_Deel_1_Bodemdaling.pdf).
- Kiehl, K., Esselink, P. & J.P. Bakker 1997. Nutrient limitation and plant species composition in temperate salt marches. *Oecologia* 111, 325–330.
- Kuipers, J.J.B. & C. Jacobusse 1998. Het Zeeuwse monument; Inlagen en karrevelden. De Koperen Tuin, Goes.
- Leendertse, P.C. 1995. Impact of nutrients and heavy metals on salt marsh vegetation in the Wadden Sea. Dissertatie, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Mitsch, W.J. & J.P. Gosselink 2000. *Wetlands*, 3rd edn. Wiley, New York.
- Nolte, A.J. e.a. 2011. Natuurherstel in de Westerschelde: De mogelijkheden nader verkend. Deltares Hoofdrapport 1204087-000.

- Olf, H., J. de Leeuw, J.P. Bakker, R.J. Platerink, H.J. van Wijnen & W. de Munck 1997. Vegetation succession and herbivory in a salt marsh: changes induced by sea-level rise and silt deposition along an elevational gradient. *Journal of Ecology* 85: 799–814.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09–018, 45 pp.
- Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhoff 1998. De Vegetatie van Nederland deel 4. Kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Slim, P.A., R.M.A. Wegman, M.E. Sanders, H.P.J. Huiskes & H.F. van Dobben 2011. 2.7 Monitoring kwelderrand Oerderduinen; Onderzoek naar de effecten van bodemdaling door gaswinning op de morfologie en vegetatie van de kuststrook ten zuiden van Het Oerd en de Oerderduinen op Oost-Ameland: 125–176. In: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; evaluatie na 23 jaar gaswinning. Deel 1. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, [Assen] ([http://www.waddenzee.nl/Rapportage\\_2011.2785.0.html](http://www.waddenzee.nl/Rapportage_2011.2785.0.html)).
- Storm, K. 1999. Slinkend Onland: over de omvang van zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Achtergronddocument bij de Rijkswaterstaat Zeeland beheersvisie voor de schorren in de Westerschelde en Oosterschelde: 'balanceren op de schorrand'. Rapport Rijkswaterstaat Zeeland NOTA AX-99.007
- Tessier, M., J.P. Vivier, A. Ouin, J.C. Gloaguen & J.C. Lefeuvre 2003. Vegetation dynamics and plant species interactions under grazed and ungrazed conditions in a western European salt marsh. *Acta Oecologia* 84: 103–111.
- Van Beusekom, J.E.E., P.V.M. Bot, J. Carstensen, J.H.M. Goebel, H. Lenhart, J. Pätsch, T. Petenati, T. Raabe, K. Riese & B. Wetsteijn 2009. Eutrophication. Thematic Report No. 6. In: Marencic, H. & De Vlas, J. (eds). Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. Wilhelmshaven, Germany.
- Van der Molen, P.C., G. Baaijens, A.P. Grootjans & A.J.M. Jansen 2010. Landschapsecologische Systemanalyse. Online rapport Regiebureau Natura 2000.
- Van der Pluijm, A. & D. de Jong 2003. Oerbos en savanne in de Grevelingen: de twee gezichten van de Slikken van Flakkee. Rapport RIKZ/2003.050. Rikz Middelburg.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.
- Van Duin, W.E. & K.S. Dijkema 2012. Randvoorwaarden voor kwelderontwikkeling in de Waddenzee en aanzet voor een kwelderkanskaart. Imares Rapport C076/12.
- Van Loon-Steensma, J.M. & P.A. Slim 2013. The Impact of Erosion Protection by Stone Dams on Salt-Marsh Vegetation on Two Wadden Sea Barrier Islands. *Journal of Coastal Research* 29 (4): 783–796 (<http://www.jcronline.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-12-00123.1>).
- Van Loon-Steensma, J.M., H.F. van Dobben, P.A. Slim & R. Huiskes in prep. Restoration of salt marsh vegetation by the construction of stone dams.
- Van Oevelen, D., E. van den Bergh, T. Ysebaert & P. Meire 2000. Literatuuronderzoek naar ontpolderingen. Instituut Voor Natuurbehoud / Universitaire Instellingen Antwerpen, Brussel / Wilrijk. 50 p. + 3 bijl.
- Van Wijnen, M. & J.P. Bakker 1999. Nitrogen accumulation and plant species replacement in three salt-marsh systems in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Conservation* 3: 19–26.
- Van Zanten, E. & L.A. Adriaanse 2008. Verminderd getij: verkenning van mogelijke maatregelen om de erosie van de platren, slikken en schorren van de Oosterschelde te beperken. Rijkswaterstaat Zeeland, Rapport RWS/2008.

Witteveen+Bos, Rijkswaterstaat Zeeland. 2011. MIRT Verkenning Zandhonger Oosterschelde:  
Notitie Reikwijdte en Detailniveau.

Wolters, H.E. 2006. Restoration of salt marshes. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen. 168 p.  
[www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl). Website Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit.

